

Das Weltall



31.
30. Jahrgang.
1931-1932
~~1930-1931~~

Herausgegeben
von

Dr. F. S. Archenhold.

6520

DAS WELTALL

Bildgeschmückte Zeitschrift für Astronomie
und verwandte Gebiete

Herausgegeben unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen

von

Dr. F. S. Archenhold

Begründer der Treptow-Sternwarte

Schriftleitung:

Günter Archenhold

Direktor der Treptow-Sternwarte



Nicht nur, was um mich und unter mir ist, sondern auch was über mir sichtbar ist, gehört zur Heimat, also auch der Himmel über uns.

L. W. Roose.

31. Jahrgang

Oktober 1931 bis September 1932

Mit 76 Abbildungen und einer Beilage



Verlag der Treptow-Sternwarte

Berlin-Treptow

E

Mitarbeiter.

	Seite		Seite
Archenhold, Dr. F. S.	24	Löbering, Walther	38
Archenhold, Direktor Günter 13, 16, 29, 31, 32 45, 48, 66, 70, 71, 84, 87, 88, 101, 103, 104, 117, 119, 120, 133, 135, 136, 155, 160, 171, 175, 176	176	Mader, Prof. Dr. August	63
Beer, Dr. Arthur	114	Martell, Dr. P.	9
Bezold, W. von	87, 176	Nippoldt, Prof. Dr. A.	60
Comas Solá, Prof. José	17	Platzmann, Prof. Dr. J.	96
Dannemann, Prof. Dr. F. 6, 39, 61, 98, 129, 149,	170	Riemann, Dr.	87
Denckler, Heinz-Eberhardt	153	Roose, Konrektor L. W.	93
Dittrich, Prof. Dr. Ernst	126	Rosenstein, Albert	100
Fehre, Horst	174	Sandner, Dr. Werner	15, 159
Foerster, Oberingenieur F. A. 120,	132	Schaub, Dr. Werner	49, 80
Grotewahl, Dr. Max	89	Schellhas, Dr. P.	57
Häfker, Hermann	28	Scholz, Arnulf	89
Hagedorn, A.	159	Schulze, Walter M. H. 11, 43, 73,	161
Haidrich, Karl	165	Sommer, Studienrat Richard	1, 105, 119, 137
Hügeler, Paul	19	Stempell, Günther von	27
Kekule von Stradonitz, Dr. Stephan	41	Theile, stud. astr. Walter	87, 151
Larink, Dr. J.	121	Wattenberg, D.	33, 141
Linke, Chefingenieur Felix	82, 103	Wegner, Dr. Rudolf	16, 130, 160, 176
		Wolff-Beselin, E.	112, 147, 163
		Zenneck, Prof. Dr. J.	7

Sach- und Namenregister.

	Seite		Seite
Atmosphäre, Reflexion von Rundfunkwellen an ionisierten Schichten der —	7	Herschel, Friedrich Wilhelm	129
Bergmann, Sigmund	25	Hertz, Heinrich	82
Brahe, Tycho	39	Himmelsrichtungen, einheitliche Bezeichnung auf anderen Weltkörpern	174
— und Kepler	41	Höhenstrahlung, Beziehungen der Sonne zur —	43
Edison, Thomas A.	24	Kepler:	
Erdbeben:		— Genealogie	41
Entstehung	9	— Roman „Stern und Schicksal“	42
Störungen von Pendeluhrn durch —	31	— und Tycho Brahe	41
Flugzeugkompaß, Neuer	103	— Wappen	42
Geologie:		Kirchhoffs spektralanalytische Forschungen	170
Eiszeit, neue Forschungsergebnisse	16	Kometen:	
Eiszeitenfolge im nördlichen Alpenvorlande (von Eberl)	72	1932 zurückerwartete —	71
Geophysik:		Bezeichnung, Definitive	119
Kosmische Bindungen, tierischer Magnetismus, das Rutenphänomen und die moderne —	60	van Biesbroeck 1932 a	160
Geschichte der Astronomie:		Borrelly 1932 i	175
Brahe, Tycho, und sein Verhältnis zu Kepler	39	Carrasco 1932 c	119
Chinesen, Der Himmel der (von Lübke)	88	Faye 1932 l	175
Griechen, Der Sternenhimmel der .. 112, 147,	163	Geddes 1932 g	160
Halley	98	Grigg-Skjellerup 1932 d	160
Herschel	129	Houghton 1932 b	119
Kirchhoffs spektralanalytische Forschungen	170	Kopff 1932 e	136, 160
Kopernikus	6	Newman 1932 f	160
Laplace	149	Peltier-Whipple 1932 k	175
Maya, rote Venus der	126	— Probleme	1, 119
— Zeitrechnung und Astronomie	57	Schmitt 1932 h	160, 175
Sirius, roter	126	Kopernikus	6
Halley, Edmund	98	Laplace	149
Halobebachtungen 1931	103	Lehrmittel:	
		Sternenschirm	32
		Lichtgeschwindigkeit, Ableitung	45
		Liebhäberastronomie:	
		Wie ich Uranias Jünger wurde	47

	Seite		Seite
Meteore und Sternschnuppen:		Schule und Astronomie	61
Australien, neuentdecktes Kraterfeld	136	Sonne:	
Sternschnuppe, teleskopische, 1931 Sept. 10	31	Beziehungen zur Ultrastrahlung	43
Meteorologie:		Finsternis 1929 Mai 9, Potsdamer Expeditions-	141
Regen, Entstehung	11	ergebnisse	63
Sturmsignalstationen an Deutschlands Küsten	130	Finsternisse 1932	15
Wetter 1931 in Berlin-Johannisthal	86	Flecken	159
Milchstraße, Rotation	121	Entstehungsort	87
Mond:		Relativzahlen 1931	170
— als Richtungsweiser	176	Kirchhoffs spektralanalytische Forschungen	48
Finsternis 1931 Sept. 26, Beobachtung	15	Korona, Nachweis außerhalb von Finsternissen	144
Finsternis 1932 Sept. 14, Vorausbestimmung von	159	Lichtablenkung im Schwerfeld der —	103
Kraterin- und Austritten	63	Rotation, Veränderlichkeit	132
Finsternisse 1932	63	Ultraviolettstrahlen, ihre Bedeutung f. d. Gesund-	17
Nebel:		heit	87
Dunkelnebel, Die Hagenschen	33	Stereoskopie, astronomische	87
— photographisches Problem	165	Sternbedeckung, streifende durch Mond	112
Nebelhaufen, neue Untersuchungen	114	Sternbilder:	163
Orionnebel, Entfernung	31	Frühlings —	133
Spiralnebel, Verteilung	70	Herbst —	163
Spiralnebelhaufen, ein neuer im Krebs	16	Leier	133
Newtons Anziehungsgesetz, Ableitung aus dem	100	Märchen und Sagen	28, 112, 147, 163
dritten Keplerschen Satze	100	Sommer —	147
Orientierung nach dem Monde	176	Sterne:	
Pendeluhrn, Störungen durch Erdbeben	31	Bedeckungen von 23 und 27 Tauri durch Mond	14
Photographie:		Doppelstern Zeta Aurigae	137
— der Hagenschen Dunkelwolken	165	Procyon	29
Feinkorn-Emulsionen und -Entwicklung	87	Sirius, roter	126
Ratgeberkatalog	71	Sternfarben	80
— und Astronomie	153	Veränderliche	19
Planeten:		—	70
Atmosphären, neue Untersuchungen	135	873 neue —	151
Heliozentrische Längen für 1932	70	Mirasterne	96
Jupiter		α Orionis, Lichtwechselstudien	136
Ableitung der Geschwindigkeit des Lichts	45	Wie groß ist der von den Sternen eingenommene	176
Atmosphäre	135	Teil des Himmels?	19
Konjunktion mit Venus, 1932 Okt. 20	171	Sternhaufen, neuer Kugel — (NGC 5694)	51
Planetenoberflächen, kritische Betrachtung der	38	Sternschnuppen (siehe Meteore)	49, 80
Beobachtungsmethode durch Zeichnung	38	Sternströme, stereoskopische Ergebnisse	51
Venus		Strahlungsgesetze	25
— am Tage	87, 176	Technik:	
Atmosphäre	135	Elektrische Glühlampe, Geschichte	132
Konjunktion mit Jupiter, 1932 Okt. 20	171	Höhensonne, künstliche	120
Maya, rote —	126	Natriumlichtquelle	49, 80
Planetoiden:		Temperatur und Temperaturäquivalente in der	32
—	105	Astronomie	103
Benennung von 742 (Edisona)	32	Treptow-Sternwarte:	
Delporte 1932 EA ₁	103, 106	Astronomische Arbeitsgemeinschaft	103
Ephemeriden heller —	32, 48, 160	Beobachtungen	175
intramercurielle und transneptunische	111	Halos 1931	15
Reinmuth 1932 HA	108	Komet Peltier-Whipple	103
Trojaner	108	Mondfinsternis 1931 Sept. 26	15
— und Kometen	110	Zodiakallicht 1932 Febr./März	103
Polarjahre, internationale 1882/83 und 1932/33	89	Wolfen, Prof. Dr. Alfred †	130
Polarlicht:		Zeitsignalstationen an Deutschlands Küsten	130
1932 Juni 5/6 Nordlicht?	175	Zeitrechnung:	
Beobachtungsergebnisse	73	Woche, Ursprung	93
— im Experiment	77	— der Maya	57
Kinematographie und Ultrarotphotographie	161	Zodiakallicht 1932 Febr./März	103
Nordlichtexpedition 1931/32	161		
Theorie	75		
Rundfunkwellen:			
Reflexion an ionisierten Schichten d. Atmosphäre	7		
Störungen durch Nordlicht	163		

DAS WELTALL

Herausgegeben von Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

31. Jahrgang Heft 1

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

Oktober 1931

Inhaltsverzeichnis:

1. Kometenprobleme. Von Studienrat Richard Sommer	Seite 1	5. Ueber die Entstehung des Regens. Von W. M. H. Schulze.	Seite 11
2. Charakterbilder aus der Geschichte der Astronomie. Von Prof. Dr. F. Dannemann. I. Kopernikus.	6	6. Der gestirnte Himmel im November 1931. Von Günter Archenhold. (Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.) . .	13
3. Die Reflexion von Rundfunkwellen an ionisierten Schichten der Atmosphäre. Von Prof. Dr. J. Zenneck, München. (Mit zwei Abbildungen.)	7	7. Kleine Mitteilungen: Beobachtung der totalen Mondfinsternis am 26. September 1931. — Der Entstehungsort der Sonnenflecken. — Ein neuer Spiralnebelhaufen im Krebs. — Neue Forschungsergebnisse über die Eiszeit. . .	15
4. Zur Entstehung der Erdbeben. Von Dr. P. Martell. (Mit zwei Abbildungen.)	9	8. Bücherschau.	16

Nachdruck nur mit Genehmigung der Schriftleitung, Auszüge nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Kometenprobleme.

Von Studienrat Richard Sommer.

Am 12. März 1931, mehr als vier Jahre nach der Entdeckung, hat van Biesbroeck den Kometen Stearns 1927 IV wieder gesehen. Zu diesem Zeitpunkt stand das Gestirn mit 11 astr. Einh. weiter von der Sonne ab als der Planet Saturn. Dieser Rekord sowohl hinsichtlich der Sichtbarkeitsdauer als auch der Entfernung konnte nur mit Hilfe der Himmelsphotographie erzielt werden, denn selbst im 40-zölligen Yerkesrefraktor war von dem Kometen keine Spur mehr erkennbar, weil seine Helligkeit nur 17. bis 18. Größe war. Ohne die photographische Platte, die in stundenlangener Exposition geduldig Lichteindruck nach Lichteindruck aufnimmt, wäre die moderne Kometenforschung undenkbar. Neue Kometen werden oftmals photographisch aufgefunden, die bei visuellem Absuchen sicher übersehen würden; zuweilen gelingt es auch, ein Objekt auf irgendeiner Aufnahme als vorhanden nachzuweisen, die Wochen und selbst Monate vor der eigentlichen Entdeckungszeit liegt. In dieser Hinsicht gab es neuerdings einen ganz einzigartigen Fall.

Beim Vergleich einer mit dem Brucefernrohr in Heidelberg kürzlich gewonnenen Platte mit einer alten, am gleichen Instrument im Jahre 1902 gemachten Aufnahme, welche dieselbe Gegend im Sternbild des Löwen betraf, fand K. Reinmuth (Astr. Nachr. 5779) auf dieser ein verwaschenes Lichtwölkchen der 12. Größe mit 1,5 Durchmesser auf, das s. Zt. übersehen worden war. Auch auf drei Aufnahmen des folgenden Tages konnte das Objekt nachträglich festgestellt werden. Die Ortsveränderung verriet, daß es sich um einen Kometen handeln mußte. Und nach dem Aufindungsort (Opposition) und der geringen

Eigenbewegung (rund $-0^m,4$ in Rekt. und $+2'$ in Dekl. täglich) konnte man ihn für kurzperiodisch halten. Da keiner der 1902 beobachteten Kometen zu der gemessenen Position paßte, erhielt das Objekt die Bezeichnung „Komet 1902 Reinmuth“.

Von der Hoffnung ausgehend, daß es vielleicht gelingen könnte, den Kometen noch auf anderen Aufnahmen zu finden, berechnete B. Asplind in Karlstad aus den beiden Heidelberger Angaben eine Kreisbahn und damit eine Ephemeride für die Wochen vor und nach dem 5. März 1902. Eine Kreisbahn kann zwar für einen Kometen nur eine rohe Annäherung geben, aber es blieb kein anderer Ausweg, denn für eine elliptische Bahn muß man mindestens drei Orte des Gestirns haben. Die Elemente fielen dann auch reichlich sonderbar aus (Astr. Nachr. 5796): der Komet sollte in dem Raum zwischen Jupiter und Saturn laufen (Halbachse der Bahn 6,9 astr. Einh.) und eine Umlaufzeit von 18,1 Jahren haben. Nun, diese Werte konnten ja erheblich unsicher sein. Mehr Vertrauen verdienten die Knotenlänge mit 319° und die Neigung 8° . Wenn der Komet wirklich periodisch war, wäre zu erwarten gewesen, daß man ihn schon früher einmal gesehen hätte; allein Crommelin, der gewiegte Kometenrechner, konnte keine solche Erscheinung ausfindig machen. Um so größer mußte darum die Überraschung sein, als L. E. Cunningham ankündigte, daß es sich um den noch jetzt am Himmel sichtbaren Kometen 1927 i handelt, dessen Bahnelemente er vor Jahren berechnet hatte. Dieses Gestirn hat die Knotenlänge 323° , die Neigung $9^\circ,4$ und als große Halbachse 6,4 astr. Einh. Er wurde am 15. November 1927 von Schwaßmann und Wachmann

mit dem Lippertastrographen der Sternwarte in Hamburg-Bergedorf photographisch entdeckt. Es war ein Gestirn von der 13. bis zur 14. Größe im Sternbild der Fische. Aus den Beobachtungen der ersten drei Wochen leitete Vick in Bergedorf eine schwach elliptische Bahn mit der Umlaufzeit 18,2 Jahre her. Spätere Bahnrechnungen verkürzten diesen Wert auf 16,3 Jahre bei einer Exzentrizität von nur 0,14. Das ist die geringste bisher bei einem Kometen gefundene Exzentrizität; sie liegt zwischen der des Merkur (0,21) und der des Mars (0,09). Da der kleinste Sonnenabstand 5,5 und der größte 7,3 astr. Einh. beträgt, verläuft die Bahn ganz planetenhaft zwischen der des Jupiter und der des Saturn. Und trotz dieser großen Distanz wurde das Objekt gesichtet! Das Perihel fiel auf den 15. Mai 1925, wonach der Komet die Bezeichnung 1925 III tragen muß. (Die Benennung 1925 II, die er anfänglich hatte, mußte neuerdings geändert werden, nachdem Kanda bei einer Neuberechnung des periodischen Kometen Wolf 1924 IV herausfand, daß dieser 1925 I ist und demnach alle bisherigen Nummern für 1925 um Eins erhöht werden müssen.)

Für einen Kometen ist die Bahn einzig dastehend. Die größte bekannte Periheldistanz vereinigt sich mit der kleinsten Exzentrizität. Wäre nicht die Nebelhülle und zuweilen ein schwacher Schweif sichtbar, so würde man das Objekt unbedenklich als Planetoiden ansprechen. Unwillkürlich drängt sich ein Vergleich mit dem Planetoiden 944 Hidalgo auf, der 1920 ebenfalls in Bergedorf, und zwar von W. Baade, entdeckt wurde. Dessen Bahn reicht mit 9,4 astr. Einh. fast bis an die des Saturn; er besitzt aber eine kometenartige Exzentrizität von 0,65, die ihn im Perihel (2,0 astr. Einh.) fast bis an die Marsbahn führt. Besäße 944 ein verwaschenes Aussehen, so würde man ihn als Komet betrachten. Hinsichtlich der Bahnform besteht zwischen Kometen und Planetoiden kein Unterschied mehr.

Der Komet 1925 Schwabmann-Wachmann ist seit seiner Entdeckung in jeder Opposition gesehen worden. Da sich sein Sonnenabstand wegen der Kreisähnlichkeit seiner Bahn nur wenig ändert, steht zu hoffen, daß man ihn als ersten Kometen in allen Punkten seiner Bahn wird beobachten können. Dies ist für die Entscheidung gewisser Kometenprobleme recht wichtig und es scheint, als ob unser Komet dazu besonders berufen ist.

Der Komet ist 25 Jahre vor seiner eigentlichen Entdeckung als Gestirn 12. Größe photographiert worden. Bei einer solchen Helligkeit ist es unverständlich, warum er in der langen Zwischenzeit nicht gesichtet wurde. Die Lösung dieses Rätsels liegt in seiner sich rasch ändernden Helligkeit. Als der Komet im November 1927 in Bergedorf gefunden wurde, war er 13. bis 14. Größe. Im Februar des

nächsten Jahres erreichte er nach van Biesbroecks Beobachtungen kaum 17^m; d. h. seine Helligkeit war auf den 25. (gegen 1902 sogar auf den 100.) Teil gesunken. Nun sind wir zwar seit langem an Helligkeitsänderungen von Kometen gewöhnt; sie hängen in erster Linie mit erheblichen Abstandänderungen von Sonne und Erde ab. Hier dagegen kommt eine Änderung der Sonnenwirkung nicht in Frage. Nur eine in dem Kometen selbst liegende Ursache kann man heranziehen. Von welcher Art sie ist, wissen wir vorläufig nicht. Sicher ist nur, daß sie dauernd vorhanden ist. Am 4. November 1928, fast ein Jahr nach der Entdeckung, konnte van Biesbroeck den Kometen im 40-zölligen Yerkesrefraktor nicht erkennen. Einen Monat später war er als 16. Größe im gleichen Instrument zu sehen und konnte mit dem 24-zölligen Spiegel ohne Schwierigkeit photographiert werden. Wieder ein Jahr später (November 1929) war der Komet unter 17^m, dagegen am 2. Dezember nach einer Beobachtung von Baade (Astr. Nachr. 5675) 13^m,5. Die Erscheinung 1930 verlief ähnlich. Van Biesbroeck notierte (Pop. Astr. 1931, S. 156) ein dauerndes Schwanken der Helligkeit: sie war im Oktober 16^m,5, im November 15^m,0, im Dezember 1930 und Januar 1931 17^m bis 17^m,5. Am 11. Februar leuchtete dann der Komet bis 12^m,5 auf, um 10 Tage danach auf 16^m zu sinken.

Hand in Hand damit gehen Änderungen der Gestalt. Einmal erscheint der Komet mit einer fast 2' großen Coma (1902 und 1927), dann wieder gleicht er einem Kugelnebel von nur 18" Durchmesser (1929). Mitunter besitzt er einen 9" großen exzentrisch gelegenen Kern; zu anderen Zeiten erkennt man nichts davon. Es brauchen nicht wirkliche Änderungen in der räumlichen Größe zu sein; vielleicht sind nur Helligkeitsschwankungen in der Hülle die Ursache. Sind die äußeren Schichten zu lichtschwach, dann scheint der Komet eben kleiner zu sein.

Die gleiche Frage nach Helligkeitsschwankungen muß neuerdings auch für den Kometen Encke aufgeworfen werden, der in diesem Jahre zum 38. Male wiedergesehen wurde. Das Perihel fiel auf Anfang Juni. Nach den Erfahrungen, die van Biesbroeck bei der vorletzten Erscheinung 1927 gemacht hatte, wo die früheste Aufnahme (vom 19. Oktober) den Kometen als Objekt 17. Größe im Sonnenabstand 2,06 astr. Einh. gezeigt hatte, erwartete er die Wiederauffindung für den Januar oder Februar dieses Jahres. Obgleich die Januaraufnahme noch schwächste Sterne enthielt, war von dem Kometen keine Spur zu sehen. Tatsächlich wurde der Komet erst am 14. Juni, also 9 Tage nach dem Perihel (Sonnenabstand 0,34 astr. Einh.), von Wood in Johannesburg entdeckt. Zur Erklärung dieses Umstandes muß man annehmen, daß der Komet im Früh-

jahr 1931 außergewöhnlich lichtschrach war. Denn 1865, als seine Sonnennähe auf den 29. Mai fiel, die gegenseitige Lage von Erde und Komet also fast dieselbe war, wurde der Komet schon im Februar in mäßig großen Instrumenten gesehen. Es fragt sich nun, ob solche Helligkeitsdifferenzen einer vorübergehenden Schwankung oder einer dauernden Helligkeitsabnahme zuzuschreiben sind. Das letztere scheint für Kometen das Naturgegebene zu sein; wir wissen ja, daß der Kometenschweif sich durch Ausströmen von Materie (Gas oder Staub) aus dem Kopf bildet und daß sich die einzelnen Teilchen innerhalb des Schweifes mit zunehmender Geschwindigkeit bewegen, bis sie den Zusammenhalt mit dem Kometen verlieren. Je glänzender ein Komet ist, desto größer muß sein Materieverlust sein. Für den unscheinbaren Enkeschen Kometen, der einen merklichen Schweif nicht besitzt, kann die Helligkeitsabnahme nur gering sein. S. Vsesviatsky in Moskau hat alle von Holetschek gesammelten Helligkeitsangaben über den Enkeschen Kometen 1786 bis 1924 geprüft und mit Sicherheit eine fortschreitende Abnahme nicht feststellen können (Russ. Astr. Journ. Bd. 4, S. 298). Freilich ist eine solche Entscheidung sehr schwierig. Die im Fernrohr geschätzte Helligkeit ist sehr von Zufälligkeiten abhängig. Da spielt die Lichtstärke des Instruments hinein, die Witterung, der Abstand des Kometen von der Sonne und von der Erde. Unerklärte Vorgänge können hinzutreten wie die oben erwähnten. Nun ist wohl gerade der Enkesche Komet, der ja neben dem Halleyschen den Rekord in der Zahl der Wiederkünfte aufweist und daher zu den widerstandsfähigsten seiner Art gerechnet werden muß, wenig geeignet, den Auflösungsprozeß näher zu untersuchen, der unzweifelhaft vor sich geht. Denn wir kennen ja auffällige Beispiele, die direkt im Fernrohr beobachtet werden konnten. Man denke etwa an den Kometen Morehouse 1908, an den Kometen Brooks 1889 oder an Biela 1845. Darum hat Vsesviatsky seine Untersuchungen erneut aufgenommen und auf alle kurzperiodischen Kometen ausgedehnt (Monthly Not. 1930, S. 706). Nach Umrechnung der beobachteten Helligkeiten auf die Einheitsentfernung und Mittelbildung findet er in keinem einzigen Falle eine Helligkeitszunahme. Wohl aber tritt das Umgekehrte deutlich hervor. Der Komet Faye war 1843 und 1851 eine helle Erscheinung, dann (1910 und 1925) ist er um 5 Größenklassen schwächer geworden, d. h. seine Helligkeit ist auf den 100. Teil gesunken. Der Komet Tempel II verlor von 1873 bis 1925 nur eine Größenklasse, der Komet Finlay von 1886 bis 1926 wieder 3^m, der Komet Pons-Winnecke von 1819 bis 1927 4^m, der 1. Wolf-sche von 1884 bis 1918 2^m, Tempel III von 1869 bis 1908 1^m, Perrine (1896 bis 1922) 2^m,

Brooks (1889 bis 1925) 2^m, Kopff (1906 bis 1926) 2^{m,5}, Tuttle (1790 bis 1926) 3^m usw. Um den Grad des Fortschreitens, der sich hierbei auf ganz verschiedene Zeiträume verteilt, vergleichbar herauszuschälen, rechnet Vsesviatsky die genannten Werte auf $\frac{1}{2}$ Jahrhundert um. Dann ergibt sich als Helligkeitsabnahme:

5—6	Größenklassen:	Komet Faye
3—4	"	" Finlay, Wolf I
2—3	"	" Tuttle, Brooks II, Perrine, Kopff, Pons-Winnecke
1—2	"	" Tempel III, Borelly, Tempel III
0—1	"	" Encke, d'Arrest, Giacobini-Zinner.

Aus der unterschiedlichen Widerstandskraft, welche die einzelnen Kometen zeigen, möchte Vsesviatsky folgern, daß ihre physikalische Beschaffenheit nicht gleichartig ist, sondern daß man „festere“ und „lockere“ Kometen unterscheiden müsse. Zur Bestätigung zieht er Kometen heran, die unzweifelhaft kurzperiodisch waren und die trotzdem nur in einer Erscheinung beobachtet werden konnten. Es handelt sich um 16 Beispiele seit 1743, von denen nicht weniger als 9 auf den kurzen Zeitraum von 1881 bis 1896 entfallen. Ihre Unsichtbarkeit bedeutet einfach eine so starke Helligkeitsabnahme, daß sie für unsere heutigen Instrumente nicht mehr zugänglich sind.

Nimmt man eine fortschreitende Helligkeitsabnahme als wirklich begründet an, und zwar in dem Maße wie oben angegeben, dann müßten die kurzperiodischen Kometen früher heller gewesen sein und vor einigen Jahrhunderten so auffällig gelehuchtet haben, daß sie unmöglich übersehen werden konnten. Entweder ist also die Helligkeitsabnahme nicht fortschreitend und so und so viele Kometen werden uns nur sichtbar, weil sie z. Z. besonders hell sind, oder — sie waren früher noch nicht „kurzperiodisch“! So entsteht die Frage nach der Zeitdauer, seit wann diese Kometen in ihrer jetzigen Bahn laufen, nach ihrer Zugehörigkeit zum Sonnensystem, kurz nach dem Ursprung dieser Himmelskörper.

Bobrovnikoff hat die Forschungen seines Landsmanns Vsesviatsky aufgenommen und auf alle Kometen mit bekannter Umlaufszeit erweitert (Lick Obs. Bull. 408). Bei den 94 bearbeiteten Objekten findet er eine deutliche Abhängigkeit der Helligkeit von der Umlaufsdauer. Da die Auflösung unter dem Einfluß der Sonnenstrahlung vornehmlich im Perihel stattfindet, wird Vsesviatskys Ergebnis indirekt bestätigt; denn je kürzer der Umlauf ist, je öfter der Komet in Sonnennähe kommt, desto stärker ist sein Helligkeitsverlust. Darum also sind die kurzperiodischen Kometen unscheinbarer als die langperiodischen. Deshalb aber, meint Bobrovnikoff, können die Kometen unmöglich seit ebensolanger Zeit Mitglieder des Sonnensystems sein wie die Planeten. Von der Erde scheint festzustehen, daß

die Kruste vielleicht 1500 Millionen Jahre alt ist, wie aus der Uran-, Blei- und Heliummethode folgt, womit man auf ein Alter der Erde als Planet auf etwa 3000 Millionen Jahre schließen kann. Demgegenüber schätzt Bobrovnikoff das „Alter“ der Kometen auf höchstens 1 Million Jahre. Er stellt sich vor, daß die Sonne einst durch eine Nebelregion des Weltenraumes flog und dabei die Kometen einfing. Unwillkürlich denkt man daran, daß die Sonne vor einigen Millionen Jahren ihren Weg durch den Schwarm der Orionsterne mit ihren Nebelmassen nahm. Das würde ausgezeichnet zu der eben erwähnten Hypothese passen. Allein dann müßte man erklären, warum denn die Kometen in Ellipsen wandern und nicht in Hyperbeln, wie eine einfache Überlegung ergibt. Die Ausrede, daß ein widerstehendes Mittel die Umwandlung in Ellipsen begünstigt hätte, ist wenig einleuchtend, da die Dichte dieses Mediums in der relativ kurzen Zeit von wenigen Millionen Jahren sich nicht bis zur völligen Unmerklichkeit verringert haben kann. Nun können allerdings Kometen auch durch die Anziehung eines Planeten eingefangen werden. Das berühmteste Beispiel dieser Art ist der Lexellsche Komet. Den fand Messier am 14. Juni 1770 als teleskopischen Nebelfleck, der in den nächsten Tagen bedeutend an Helligkeit gewann und mit bloßem Auge sichtbar wurde. Da eine Parabel den Lauf des Gestirns unter keinen Umständen genau wiedergab, versuchte Lexell es mit einer Ellipse, für die sich die kurze Umlaufszeit von nur $5\frac{1}{2}$ Jahren ergab. Mit Recht fragte man, warum dieser Komet nie zuvor gesehen worden sei. Eine eingehende Nachprüfung ergab, daß er am 27. Mai 1767 dem Jupiter außerordentlich nahe gekommen war. Er kreuzte damals den Zwischenraum der Bahnen des III. und des IV. Trabanten, wobei er unter dem störenden Einfluß der großen Jupitermasse seine Bahn in eine kurzperiodische Ellipse umwandelte. Nach zwei Umläufen — am 23. August 1779 — erfolgte noch eine starke Annäherung an Jupiter. Seitdem ist der Komet für uns verloren. Ähnlich hat der Komet 1889 V Brooks nach den Rechnungen von G. Deutschland vom 19. bis 21. Juli 1886 innerhalb des Jupitersystems gewirkt, wobei er den Planeten als Hauptkörper fast ganz umlief und die Sonne nur die Rolle des Störenfrieds spielte. Er ist dabei dem Jupiter näher gekommen als der innerste, 5. Trabant! Die Kometenbahn wurde vollkommen verändert; während vorher die Umlaufszeit 31 Jahre betrug, war sie hinterher nur 7 Jahre.

Auf Grund solcher Fälle hat man gemeint, daß alle kurzperiodischen Kometen von Jupiter eingefangen seien. In der Tat zeigen diese Himmelskörper eine deutliche Verwandtschaft mit der Jupiterbahn, so daß man gerade-

zu von einer Kometenfamilie des Jupiter spricht. Nun gibt es aber einige Kometen, wie die beiden Tempelschen, Barnard 1884 II, Blanpain 1819 IV und Encke, deren Aphele vollständig innerhalb der Jupiterbahn liegen, die also nach der Form ihrer heutigen Bahn gar nicht in unmittelbare Nähe des Jupiter kommen. Auf welche Weise mögen die entstanden sein?

Noch ein anderer Umstand spricht gegen die uneingeschränkte Gültigkeit der Einfangtheorie. Die kurzperiodischen Kometen sind ohne Ausnahme rechtläufig. Nach den Prinzipien der Einfangtheorie wäre die Wahrscheinlichkeit für rückläufige als auch für rechtläufige fast dieselbe! Außerdem müßte einer gewissen Zahl von umgeformten Ellipsen auch eine bestimmte Anzahl umgeformter Hyperbeln entsprechen. Solche aber hat man bisher noch nicht gesehen.

Die große Zahl der kurzperiodischen Kometen in Verbindung mit ihrer kurzen Lebensdauer spricht ebenfalls gegen die Einfangtheorie. Vsesviatsky macht in Astr. Nachr. 5752 eine Statistik auf, wonach im Zeitraum von 1870 bis 1920 ca. 15 % aller neu entdeckten Kometen zur Jupiterfamilie gehörten und 24 % eine Umlaufszeit von weniger als 1000 Jahren besaßen. Daß diese Zahlen einigermaßen zuverlässig sind, erhellt daraus, daß die Prozentsätze sich kaum ändern, wenn man als Beobachtungszeit 1800 bis 1870 oder auch 1920 bis 1930 nimmt.

Von verschiedenen Seiten sind Versuche gemacht worden, die Wahrscheinlichkeit dafür zu berechnen, daß ein Komet seine parabolische Bahn in eine elliptische mit kurzer Umlaufszeit verwandelt. Der wesentliche Punkt ist dabei die Anzahl der wirklich vorhandenen Kometen. Wir bekommen ja nur einen Bruchteil zu Gesicht, nämlich nur diejenigen, welche der Erde bzw. der Sonne nahe kommen. Die Gesamtheit der in historischer Zeit gesehenen Kometen erreicht noch nicht einmal 1000; die wahre Zahl muß viel größer sein. Da wir über ihre Verteilung im Raum nichts wissen, können wir nach Olbers' Vorgang nur annehmen, daß alle Formen (Periheldistanzen) und Lagen (Knoten und Neigung) der ursprünglich parabolischen Bahnen gleich wahrscheinlich seien. Diese Voraussetzung liefert einen sehr einfach gehaltenen Ausdruck für die Wahrscheinlichkeit, daß der Abstand Komet—Planet geringer wird als eine beliebige Distanz. H. A. Newdigkeit der Kometen in Betracht und kamen so zu Ausdrücken über die Wahrscheinlichkeit, daß sich aus der Parabel eine Ellipse mit bestimmter Halbachse bildet. Dabei zeigt es sich, daß in einer Schar von 100 000 Kometen, die sich der Sonne in einer Parabel nähern, erst einer vorhanden ist, der durch Einwirkung

des Jupiter in eine kurzperiodische Ellipse gerät, deren Halbachse die der Saturnbahn nicht übertrifft. Und nur für 90 Kometen werden sich als Folge der Störungen Ellipsen ergeben, deren Umlaufszeit weniger als 1000 Jahre betragen. Diese Anzahl steht zu den beobachteten 24 % in einem unüberbrückbaren Gegensatz.

Wo stammen also die periodischen Kometen her? Wir müssen ihren Ursprung im Sonnensystem selbst suchen, denn nach Holetschek zeigen die Bahnen der beobachteten Kometen keinerlei Beziehung zur räumlichen Sonnenbewegung. Bobrovnikoff weist auf eine mögliche Verwandtschaft mit den kleinen Planeten hin, die vielleicht kosmogonisch anders als die großen Planeten entstanden sind. Er hat am 36-zölligen Lickrefraktor die Spektren der helleren Planetoiden (Nr. 3 Juno, 6 Hebe, 9 Metis, 12 Viktoria, 28 Bellona und 40 Hammonia) untersucht. Sie stimmen untereinander überein und zeigen das Sonnenspektrum mit den Fraunhoferschen Linien, wie es ja nicht anders erwartet werden kann. Aber die Verteilung der Intensität auf die einzelnen Farben ist anders. Der Abfall vom Maximum bei der Wellenlänge 4700 nach der violetten Seite ist erheblich stärker als bei der Sonne, ja bei λ 4000 hört das Asteroidenspektrum überhaupt auf (Publ. Astr. Soc. Pacific 1928, S. 263), während wir an dieser Stelle bei der Sonne und anderen G0-Sternen noch die starken H und K Linien finden. Das bedeutet, daß das Sonnenlicht bei der Reflektion an der Oberfläche der Asteroiden gewissen spektralen Änderungen unterworfen ist. Die Vergleichung mit den Spektren sonnennaher Kometen enthüllt nun eine große Ähnlichkeit. Für gewöhnlich zeigen ja die Kometen ein Bandenspektrum; in Sonnennähe aber tritt ein kontinuierliches Spektrum hinzu, das vermutlich von einer Reflektion des Sonnenlichts herrührt und das den gleichen Abfall der Intensität im Violett zeigt. Also auch physikalisch scheint kein wesentlicher Unterschied zwischen einem Kometenkopf und einem Planetoiden zu bestehen.

Soll man nun annehmen, Kometen und Planetoiden hätten gleichen Ursprung? Ist es möglich, daß etwa ein Asteroid zu einem Kometen werden kann? Miß Young, eine Schülerin von Prof. Leuschner in Berkeley, in dessen Kreis man solche Gedanken ernstlich verfolgt, macht in Publ. Astr. Soc. Pacific 1929, S. 266, auf eine überraschende Ähnlichkeit der Bahn des neuerdings entdeckten kurzperiodischen Kometen Schwabmann-Wachmann 1929 a (den man aber nicht mit dem vorher oft genannten Kometen Schwabmann-Wachmann 1927 i=1925 III verwechseln möge!) mit der des seit dem Entdeckungsjahr 1904 verschollenen Planetoiden 525 Adelaide aufmerksam. Die beiden Elementensysteme werden hier in abgekürzter Form wiedergegeben:

	Komet 1929 a	Planetoid 525
Umlaufszeit	6,42 Jahre	6,10 Jahre
Gr. Halbachse	3,46 a. E.	3,34 a. E.
Exzentrizität	0,40	0,37
Perihellage	357 ⁰ ,7	281 ⁰ ,5
Knotenlänge	126 ⁰ ,1	126 ⁰ ,1
Neigung	3 ⁰ ,73	3 ⁰ ,25
Berechner	S. Kanda	P. V. Neugebauer

Zeichnet man sich beide Bahnen auf, dann muß man staunen über die nahe gleiche Größe und Form. Aber trotzdem sind die beiden Himmelskörper nicht identisch. Die Richtungen der großen Achsen sind um 76⁰ verschieden, stehen also beinahe senkrecht aufeinander. Störungen können das in der 25jährigen Zwischenzeit nicht bewirkt haben, denn Knotenlänge und Neigung sind kaum geändert. Außerdem hat Palisa den Planetoiden s. Z. im großen Wiener Refraktor visuell vermessen, ohne etwa kometarisches Aussehen zu notieren. Das Objekt 1929a aber besitzt unzweifelhaft Coma und eine Andeutung von Schweif. Es muß der Zukunft überlassen bleiben, in dieser Frage weiteres klärendes Material zu erlangen.

In anderer Hinsicht sind unsere Kenntnisse von Kometen in den letzten Jahren geklärt worden. Es gibt Schweifsterne, welche die Sonne in ungeheuerlich langgestreckter Bahn umlaufen. Der eingangs erwähnte Komet 1927 IV Stearns z. B. besitzt nach der Berechnung von Chang (Astron. J. Bd. 38, 124) eine Umlaufszeit von nicht weniger als 289 000 Jahren. Im Aphel ist er 8700 astr. Einh. von uns entfernt, oder das Sonnenlicht, das die Strecke von der Sonne bis zur Erde in 8 Minuten durchheilt, braucht dann 144 Tage, um den Kometen zu erreichen. Aus noch größerer Ferne kam der Komet Delavan 1914. Van Biesbroecks eingehende Diskussion aller Beobachtungen (Yerkes Publ. Bd. V, Teil II) führte auf eine Umlaufszeit von 11 Millionen Jahren. In Sonnenferne betrug seine Distanz 1½ Lichtjahre! Andere Kometen mögen sich noch weiter entfernen, und man fragt sich, ob denn die Anziehungskraft der Sonne dort nicht unmerklich sei. Trotzdem geht aber ein solcher Komet nicht verloren; er besitzt ja die gleiche räumliche Bewegung wie die Sonne. Beide fliegen in jeder Sekunde mit 20 km Geschwindigkeit auf das Sternbild des Herkules zu. Sollte ein Komet aber in Sonnenferne in den Anziehungsbereich eines benachbarten Fixsternes gelangen, so wird er diesem gegenüber eine merklich verschiedene Bewegung aufweisen; er muß ihn auf hyperbolischer Bahn einmal umwandern, um ihn dann für alle Zeiten zu verlassen. Die Bahnform eines Gestirns hängt nämlich lediglich von seiner Geschwindigkeit ab. Ein solcher Komet wird ein selbständiger Weltkörper, der einsam seine geradlinige Bahn durch die dunklen Tiefen des Raums verfolgt.

Gelegentlich wurden Kometen beobachtet, die innerhalb unseres Planetensystems unzweifelhaft eine Hyperbel beschrieben. Aus der letzten Zeit seien die Kometen 1926 VII,

1925 II und XII sowie 1924 II genannt. Auch der Komet 1914 Delavan gehört dazu. Wo man aber eine Rückwärtsrechnung bis außerhalb der Grenzen des Planetensystems durchführte, fand man, daß diese hohe Geschwindigkeit immer nur die Folge der störenden Anziehung der Planeten war. Auf diese Weise muß die Sonne andauernd Kometen verlieren, ohne einen Ersatz dafür durch Kometen fremder Systeme zu erhalten. Wir können demnach wohl sagen, daß ehemals die Zahl der Kometen größer war und daß sie im Durchschnitt auch heller leuchteten.

Wenn andere Fixsterne eine ähnliche Kometenschar besitzen, werden auch sie dauernde Verluste erleiden. Die Zahl der selbständigen Kometengebilde im Weltraum muß beständig steigen. Wie groß mag sie überhaupt sein? Wird ihre Menge, um mit Kepler zu reden, die der Fische im Ozean übertreffen? Können solche dunklen Kometenwolken das Sternenlicht durch Abschirmen merklich schwächen? Besteht gar ein Zusammenhang zwischen den Kometen und den Dunkelwolken der Milchstraße? Auf diese Fragen wissen wir keinerlei Antwort zu geben.

Charakterbilder aus der Geschichte der Astronomie.

Von Prof. Dr. F. D a n n e m a n n.

Im Jahrgang 1930 dieser Zeitschrift hat der Verfasser unter dem Titel „Marksteine auf dem Wege des Eindringens in das Weltall“ in einer Reihe von 10 Beiträgen eine Geschichte der Astronomie in nuce gegeben. (S. die Einführung der Redaktion auf S. 7 des 30. Jahrgangs.)

Die Geschichte der Wissenschaft hat aber auch die Aufgabe, mit dem Leben und der Persönlichkeit der großen Forscher und Erfinder bekannt zu machen, soweit Person und Leben für den Entwicklungsgang der Wissenschaft von Einfluß und bestimmend gewesen sind. In Ergänzung der 10 Beiträge des Jahrgangs 1930 enthält der Jahrgang 1931 daher die Charakterbilder von fünf großen Forschern. Es sind das Kopernikus, Tycho, Herschel, Laplace und Bessel.

Von Kepler konnte abgesehen werden, da sein Lebensbild im 12. Heft des 29. Jahrgangs gezeichnet wurde. Auch steht das Leben Keplers in enger Beziehung zu demjenigen Tycho Brahes, was in dem diesem gewidmeten Abschnitt zum Ausdruck kommt.

I. Kopernikus.

Das wichtigste Ereignis des 16. Jahrhunderts ist die Aufstellung des heliozentrischen Weltsystems durch Kopernikus und die hierdurch herbeigeführte Umgestaltung des gesamten Weltbildes. Nicolaus Kopernikus wurde 1473 in Thorn geboren. Polen und Deutsche haben sich um den Ruhm gestritten, ihn zu den ihren zählen zu dürfen. Ein solcher Streit ist müßig. Kopernikus war einer der großen Geister, die durch ihr Wirken der Welt gehören. Tatsache ist, daß Thorn zur Zeit seiner Geburt unter polnischer Oberhoheit stand, im übrigen aber, was den gebildeten Teil der Bevölkerung anbetraf, eine deutsche Stadt war. Die Mutter des Kopernikus ist deutscher Abkunft gewesen. Über die Stammeszugehörigkeit des Vaters läßt sich dagegen keine sichere Entscheidung treffen. Soviel ist jedoch gewiß, daß Kopernikus selbst in seinem Denken und Fühlen ein Deutscher war und sich in allen Dokumenten, die auf uns gelangt sind, wenn er nicht Latein schrieb, der deutschen Sprache bediente.

Nachdem Kopernikus das Vaterhaus verlassen hatte, bereitete er sich für den medizinischen Beruf vor. Bei der Vielseitigkeit, mit der man in früheren Jahrhunderten die Universitätsstudien betrieb, wurde er indes auch mit der Mathematik und mit der Astronomie vertraut. Auf letzterem Gebiete genoß die Universität Wien einen vorzüglichen Ruf. Dorthin begab sich deshalb nach Beendigung seiner medizinischen Studien der spätere Reformator der astronomischen Wissenschaft. Zum Glück für letztere war Kopernikus nicht gezwungen, sofort dem ärztlichen Berufe nachzugehen. Er war nämlich dadurch günstig gestellt, daß sein Oheim mütterlicherseits, der Bischof von Ermland, sich seiner annahm und ihm später eine Domherrenstelle in Frauenburg verschaffte.

Von 1495—1505 hielt sich Kopernikus in Italien auf. Dort war im Zeitalter der Renaissance die Astronomie emporgeblüht. In Italien hatte auch Nicolaus von Cusa seine Anregungen empfangen und sie von dort nach Deutschland verpflanzt. Diesem Vorbild folgte Kopernikus, indem er sich in Italien fast ein Jahrzehnt in der praktischen Astronomie vervollkommnete. Doch ist aus diesem langen Abschnitt seines Lebens, der für die Entwicklung seiner wissenschaftlichen Vorstellungen ohne Zweifel von großer Bedeutung gewesen ist, sehr wenig bekannt geworden. Auch von den astronomischen Hilfsmitteln, deren sich Kopernikus bediente, weiß man nur wenig. Jedenfalls besaßen sie keinen hohen Grad von Genauigkeit.

Der Gedanke, der seinem System zugrunde liegt, bemächtigte sich des Kopernikus, sobald er selbständig forschend an die Natur herantrat. Diesen Gedanken zu verfolgen und zu begründen, erschien ihm als eine Aufgabe, wohl wert, sein ganzes übriges Leben in stiller Forscherarbeit ihr zu widmen. Seit der im Jahre 1505 erfolgten Rückkehr aus Italien bis zu seinem Tode (1543) blieb er deshalb, von einigen kleinen Reisen abgesehen, in seinem Bistum. Ein beschauliches Leben hat Kopernikus jedoch

in dieser Zurückgezogenheit nicht geführt. Die Zeit, welche ihm die mit dem Domherrnamt verbundenen Pflichten übrigließen, war der Armenpraxis in Frauenburg und der sorgfältigen Ausarbeitung jenes großen Werkes gewidmet, in dem er seine Theorie, sowie die jahrelangen Beobachtungen, auf die er sich stützte, niedergelegt hat.

Das Werk erhielt den Titel „Über die Kreisbewegungen der Himmelskörper“. In der an den Papst gerichteten Vorrede wird der Anlaß zu dem Werke und seine Geschichte mitgeteilt. Wir erfahren daraus, daß die Schrift länger als dreißig Jahre verborgen blieb, bis sie zum Druck gelangte. Obgleich Kopernikus um das Jahr 1530 den Ausbau seiner Lehre beendet hatte, schwankte er, ob er mit seinen Ansichten an die Öffentlichkeit treten sollte. „Die Verachtung,“ sagt er, „die ich wegen der Neuheit und der scheinbaren Widersinnigkeit meiner Meinung zu befürchten hatte, bewog mich fast, das fertige Werk beiseitezulegen.“ Jedoch hatten befreundete Astronomen, sowie Geistliche, die sich mit Astronomie beschäftigten, Kenntnis von dem Werk erhalten. Ihrem Drängen nach Veröffentlichung setzte Kopernikus nicht nur aus dem erwähnten Grunde anfangs Widerstand entgegen, sondern er zögerte auch, weil ihn der Wunsch beseelte, wirklich Besseres an die Stelle des Vorhandenen zu setzen. Kam es ihm doch vor allem darauf an, der beobachtenden Astronomie einen Dienst zu erweisen und ihr das neue Lehrgebäude in einem solch vollkommenen Zustande zu übermitteln, daß es an die Stelle des alten, mit den praktischen Bedürfnissen eng verwachsenen Systems treten konnte. Von einem völligen Gelingen blieb Kopernikus, wie er wohl selbst am besten wußte, indes noch weit entfernt. Auch mochte er wohl ahnen, welchen Sturm sein Versuch entfesseln sollte. Galt es doch, einer seit Jahrtausenden geheiligten Anschauung den Boden zu entziehen und an ihre Stelle eine neue Lehre zu setzen, welche der bisher den wesentlichsten Teil der Welt ausmachenden Erde eine nur bescheidene Stelle unter zahllosen Körpern gleichen, ja selbst höheren Ranges

einräumte, ganz zu schweigen der Gefahr, der eine solche Neuerung ausgesetzt war, als ketzerisch verdammt zu werden.

Erst ein Jahr vor seinem Tode vermochte man Kopernikus zur Veröffentlichung seiner „Kreisbewegungen“ zu bestimmen. Der Herausgeber, welcher den in Nürnberg erfolgenden Druck des Buches überwachte, hielt es für geraten, in einer besonderen Einleitung das Ganze als eine bloße Hypothese hinzustellen. Wenn die Wissenschaft Hypothesen ersinne, so beanspruche sie damit keineswegs, daß man nun auch davon überzeugt sei. Sie wolle nur eine Grundlage für ihre Berechnungen schaffen. Hypothesen brauchten also nicht einmal wahrscheinlich zu sein.

Daß eine Abschwächung seiner Lehre jedoch durchaus nicht im Sinne von Kopernikus lag, geht aus der von ihm herrührenden Vorrede deutlich hervor. Er sei, sagt er, entgegen der Meinung der Astronomen, ja beinahe gegen den gemeinen Menschenverstand dazu gekommen, sich eine Bewegung der Erde vorzustellen. Zu dieser Annahme habe ihn der Umstand veranlaßt, daß die Astronomen bei ihren Untersuchungen sich über die Bewegungen der Himmelskörper gar nicht einig seien und die Gestalt der Welt und die Symmetrie ihrer Teile bisher nicht hätten finden können. Man habe zur Erklärung der astronomischen Erscheinungen die verschiedensten Arten von Bewegungen angenommen; doch sei das Erstrebte dadurch nicht erreicht worden. Endlich habe er durch viele und fortgesetzte Beobachtungen gefunden, daß, wenn die Bewegungen der übrigen Wandelsterne auf einen Kreislauf der Erde bezogen und dieser dem Kreislauf jedes Gestirns zugrunde gelegt werde, nicht nur die Erscheinungen der Wandelsterne daraus folgten, sondern daß dann auch die Gesetze und die Größen der Gestirne und ihre Bahnen so zusammenhingen, daß in keinem Teile des Systems ohne Verwirrung der übrigen Teile und des ganzen Weltalls irgend etwas geändert werden könne. Die Astronomen möchten die neue Lehre prüfen und er zweifle nicht, daß sie ihm heipflichten würden.

Die Reflexion von Rundfunkwellen an ionisierten Schichten der Atmosphäre.

Von Prof. Dr. J. Zenneck*), München.

(Mit zwei Abbildungen.)

Schon lange ist bekannt, daß in großen Höhen (z. B. 100 km) über dem Erdboden sich eine ionisierte Schicht befindet, für die der Name Kennelly-Heaviside-Schicht üblich ist. Die Ionisierung derselben ist in erster Linie

veranlaßt durch die ultraviolette Sonnenstrahlung. Sie dauert aber in den höheren Schichten durch die Nacht hindurch an. Wenn nun ein Rundfunksender Wellen aussendet, so wird der Teil der Wellen, der nach oben ausgestrahlt war, mindestens teilweise an dieser stark ionisierten Schicht, besonders bei Nacht,

*) Aus „Forschungen und Fortschritte“, Jg. 7, Nr. 19, 1931.

reflektiert. Ein Empfänger, der sich in irgendeinem Abstand (z. B. 50 km) vom Sender befindet, bekommt also im allgemeinen für ein vom Sender ausgesandtes Zeichen zwei, ein direktes, das sich längs der Erdoberfläche fortgepflanzt hat, und ein „Echo“, das an der ionisierten Schicht reflektiert wurde. Mißt man die Zeitdifferenz zwischen dem Eintreffen des Echos und demjenigen des direkten Zeichens, so gibt eine einfache geometrische Überlegung die Höhe der reflektierenden Schicht.

Solche Messungen wurden mit Unterstützung der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft auf meine Veranlassung durch Herrn Dr. Goubau zwischen September 1929 und Juli 1930 ausgeführt. Als Sender diente der Münchener Rundfunksender mit einer Wellenlänge von ca. 530 m und ein besonderer Sender des Reichspost-Zentralamts, Abteilung München, am Fuße des Herzogsstands (bei Kochel). Beide bekamen einen Zusatz derart, daß sie für die Versuche 500 mal in der Sekunde Zeichen von nur ungefähr $\frac{1}{100000}$ Sekunde Dauer aussandten. Der Empfänger besaß eine Braunsche Röhre, deren Phosphoreszenzleck 500 mal in der Sekunde, und zwar genau synchron mit den Zeichen des Senders und durch sie automatisch gesteuert, im Kreise herum lief. Traf ein Zeichen oder Echo ein, so wurde der Fleck aus dieser kreisförmigen

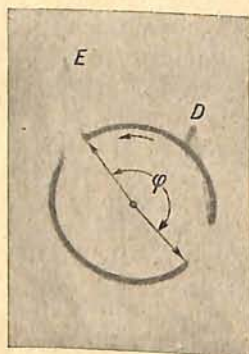


Abb. 1.

Bahn in vertikaler Richtung herausgeworfen. Das Bild, das man erhielt, wenn außer dem direkten Zeichen (D) noch ein Echo (E) vorhanden war, ist dasjenige von Abb. 1. Wenn der Umlauf des Phosphoreszenzflecks genau synchron mit den Zeichen des Senders erfolgt, so erscheint dieses Bild unbeweglich auf dem Schirm der Braunschen Röhre und kann also bequem photographiert werden. Aus dem Abstand des Echos E vom direkten Zeichen D (Winkel φ in der Abbildung) folgt die Laufzeit des Echos mit einer Genauigkeit im besten Falle von ca. einer 5 milliontel Sekunde und daraus die Höhe der reflektierenden Schicht mit einer Genauigkeit von ungefähr 1 km.

Mit Hilfe dieser Methode wurden in 46 Nächten 550 Aufnahmen gemacht und ausgemessen. Ein Beispiel für eine solche

Messung, und zwar diejenige am 27. Juni 1930, ist in Abb. 2 wiedergegeben. Darin sind die

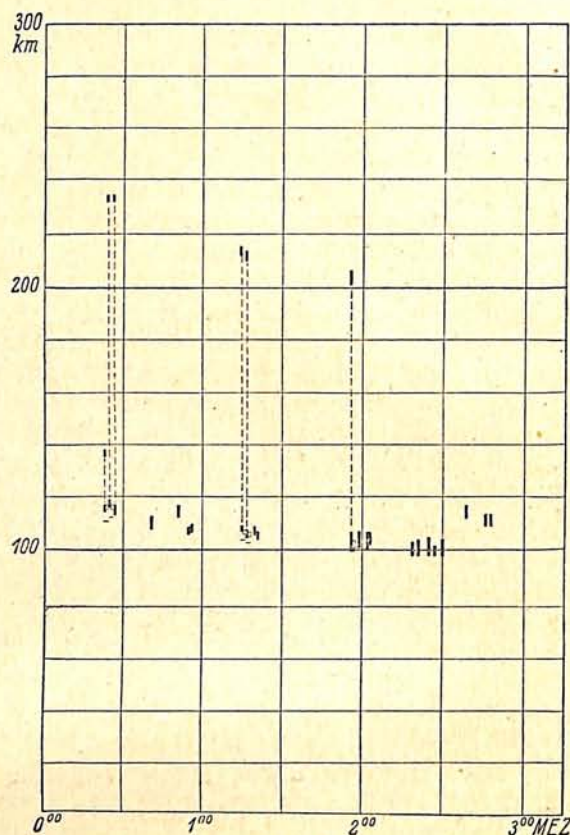


Abb. 2.

gemessenen Werte als ausgefüllte Rechtecke eingetragen, und zwar gibt die Höhe eines solchen Rechtecks ungefähr die Genauigkeit, mit der der betreffende Wert gemessen werden konnte. Die Abbildung zeigt, daß die Höhen zum größten Teil zwischen 100 und 120 km lagen und daß diese Werte in der Zeit von 0^h25^m bis 2^h30^m allmählich abnahmen, daß sich also augenscheinlich die reflektierende Schicht während der angegebenen Zeit senkte. Außer diesen Höhen sind aber auch noch einige zwischen 200 und 240 km gemessen. Die Hälften dieser Höhen sind in der Figur als nicht ausgefüllte Rechtecke eingetragen. Diese Hälften fallen innerhalb der Meßgenauigkeit zusammen mit den gleichzeitig gemessenen Höhen zwischen 100 und 120 km. Es besteht danach der dringende Verdacht, daß es sich hier nicht um eine reflektierende Schicht in einer Höhe über 200 km, sondern um eine doppelte Reflexion der Wellen (zuerst an der Heaviside-Schicht, dann am Erdboden, dann wieder an der Heaviside-Schicht) handelt. Diese Auffassung wird gestützt dadurch, daß in demselben Maße, wie die 100-km-Schicht während der Nacht sich senkte, auch die Höhe der 200-km-Schicht sich verringerte.

Die allgemeinere Bedeutung solcher Versuche liegt darin, daß sie Aufschluß geben über den Zustand der Atmosphäre in Höhen von ca. 100 km. Jede Änderung in der Höhe oder der

Form der ionisierten Schichten zeigt sich in einer Änderung des Bildes auf dem Schirm der Braunschen Röhre.

Beobachtet man dieses Bild, so findet man in manchen Nächten nur ganz langsame Änderungen. In anderen Nächten dagegen ändert sich das Bild stark schon während weniger Sekunden. Es müssen also in Höhen der Atmosphäre von ungefähr 100 km unter Umständen sehr schnelle Änderungen vor sich gehen. Über die

Ursachen dieser schnellen Änderungen kann vorläufig nichts Bestimmtes gesagt werden. Die Ähnlichkeit mit den schnellen Änderungen der Nordlichter läßt es möglich erscheinen, daß es sich um eine unregelmäßige Elektronenemission der Sonne bei starker Sonnentätigkeit handelt. Man hat auch schon an Meteoritenschwärme gedacht, die auch in diesen hohen Schichten der Atmosphäre heftige Bewegungen hervorrufen können.

Zur Entstehung der Erdbeben.

Von Dr. P. Martell.

(Mit zwei Abbildungen.)

Von Zeit zu Zeit durchheilt die Welt die Trauerbotschaft eines verheerenden Erdbebens, oft fallen ganze Länderstrecken einer entsetzlichen Zerstörung zum Opfer, manchmal Tausende von Menschen in den Tod ziehend. Wenn wir auch in der erschütternden Chronik großer Erdbeben Mitteleuropa und damit auch Deutschland ziemlich verschont sehen, so wäre es doch ein Irrtum zu glauben, Mitteleuropa oder Deutschland seien völlig erdbebenfrei. Auch über uns schwebt das Damoklesschwert der Erdbeben, nur handelt es sich bei uns glücklicherweise nur um mittlere und kleinere Beben, die sich nicht als Katastrophen auswirken. Unleugbar verkörpert das Erdbeben das gewaltigste Naturereignis, dem die Menschheit ausgesetzt ist, und dem sie hilflos und machtlos gegenübersteht. Die Frage der Entstehung der Erdbeben einschließlich der Seebeben hat zu den verschiedenen Zeiten eine mehr oder weniger abweichende Beantwortung erfahren. In der Frühzeit der Menschheit sah man in einem Erdbeben den Ausdruck einer zürnenden Gottheit; bei den alten Germanen war es die sagenhafte Midgardschlange, die, mit ihrem Riesenleibe die Erde umklammernd, durch zeitweises Zucken die Erde erbeben machte.

Wissenschaft und Forschung der Neuzeit haben sich lange Zeit mit einer Erklärung der Erdbeben in dem Sinne begnügt, daß man die Entstehung allgemein auf den Einsturz unterirdischer Hohlräume, auf die Einwirkung unterirdischen Wassers oder auf das Auftreten eines inneren Erdfeuers zurückführte. Die moderne Naturforschung unserer Zeit hat dann wesentlich anders gestaltete Erdbeben-Theorien aufgestellt, die mit der Wahrheit der Dinge übereinstimmen dürften. Man unterscheidet in der Gegenwart drei Formen von Erdbeben, und zwar Einsturzbeben, vulkanische oder Explosionsbeben und drittens sogenannte tektonische Erdbeben. Bei der ersten Form, den Einsturzbeben, handelt es sich um den Zusammenbruch unterirdischer Hohlräume, meist durch eine gesteinsauflösende Tätigkeit des

Wassers hervorgerufen. Die Einsturzbeben treten selten auf, sind auch örtlich ziemlich begrenzt, daher auch in ihrem Zerstörungswerk meist enger beschränkt.

Schon wesentlich verhängnisvoller erweisen sich die vulkanischen Erdbeben, die auch zumeist eine größere Ausdehnung besitzen. Hier handelt es sich um Explosionen von Gasen, welche die Erde in starkem Maße erschüttern und heben. Weitaus am gefährlichsten infolge ihrer oft gewaltigen Ausdehnung sind die sogenannten tektonischen Beben. Sie sind auf Brüche in den Gebirgsschichten zurückzuführen, die durch Spannungen innerhalb der Erdkruste entstanden sind. Es handelt sich hier um einen Erstarrungs- und Schrumpfungsprozeß der Erdkruste, denn die Entwicklung der Erde kann noch nicht als abgeschlossen gelten. Man führt die tektonischen Erdbeben auch darauf zurück, daß sich der gasförmige Erdkern in den flüssigen oder festen Zustand der Erdrinde verwandelt und umbildet. Die tektonischen Erdbeben treten mit Vorliebe in Faltengebirgen und an den Abbruchlinien derselben gegen die Ebenen hin auf. Mit der Gebirgsbildung selbst haben jedoch diese Erdbeben nichts zu tun.

Bei der Fortpflanzung der Beben hat man zu unterscheiden: das sogenannte lineare Beben, bei welchem sich die Erderschütterung nur nach einer Richtung fortbewegt, und zweitens das zentrale Beben, wo sich von einem Erschütterungszentrum aus, fachlich Epizentrum genannt, das Beben kreisförmig nach allen Seiten fortpflanzt. Man kann sich den Vorgang durch jenes Bild erläutern, das entsteht, wenn man einen Stein ins Wasser wirft. Hier setzen sich vom Mittelpunkt des Steinwurfes aus die Wellen strahlenförmig nach allen Seiten in Bewegung. Für die Fortpflanzung und damit Auswirkung des Erdbebens spielt die Bodenart, die Gesteinsart des betroffenen Gebietes eine große Rolle. Ist das Gestein gleichmäßig, so geht auch die Fortpflanzung des Bebens gleichmäßig vor sich; die Zerstörungen sind dann in der Regel geringer. Ist aber das Gestein inhomogen, so wird die Bewegung des

Bebens ungleichmäßig und führt zu schweren Zerstörungen an der Oberfläche. Bei einem Seebeben kommt es zu gewaltigen Fluterscheinungen, die sehr wohl den Untergang eines Schiffes herbeiführen können.

Die Erdbebenforschung sieht sich in vieler Hinsicht außerordentlichen Schwierigkeiten gegenüber, da dem praktischen Eindringen des Menschen in das Erdinnere sehr schnell Grenzen gesetzt sind. Wenn man bedenkt, daß der Durchmesser der Erde fast 13 000 km beträgt, von denen wir rund 3 km Tiefe durchforscht haben, so erkennen wir, daß wir praktisch vor einem unlösbaren Problem stehen. Berücksichtigt man weiter, daß beim Eindringen in das Erdinnere auf je 30 Meter Tiefe eine Temperatursteigerung um je einen Grad Celsius vor sich geht, so ergibt sich hieraus eine im Erdinnern herrschende gewaltige Hitze, die allein

schrecklichen Tod fanden. Diese Erdbebenkatastrophe war eine der größten ihrer Art, denn die Ausläufer der Erderschütterung wurden bis nach Grönland, Afrika, selbst nach Amerika verspürt. Die damals erschütterte Oberfläche umfaßte ein Dreizehntel der gesamten Erdoberfläche. Bei dem großen Erdbeben von San Franzisko im Jahre 1906 richtete die nach dem Erdbeben ausgebrochene Feuersbrunst größeren Schaden an als das Erdbeben selbst, wie überhaupt die Tragik der meisten durch Erdbeben zerstörten Städte und Ortschaften dadurch wesentlich verschärft wird, daß fast immer auch die Wasserleitungen zerstört werden und so einer Feuersbrunst nicht entgegengetreten werden kann. Wiederholungen der Erdstöße in kurzen Zwischenräumen sind häufig. Andererseits aber lassen sich nach manchen Erdbebenkatastrophen auch Ruhe-



Abb. 1. Die Zerstörung von Lissabon am 1. November 1755.

genügen könnte, die ständigen Revolutionen und Erdbewegungen im Schoße der Mutter Erde zu erklären. Obwohl der Bestand der Erde bereits Millionen Jahre zählt, ist der Erhaltungprozeß erst einige hundert Kilometer in das Erdinnere vorgedrungen. Da erkaltende Körper sich stets zusammenziehen, also ihren Umfang verändern, erklärt dieser Vorgang, auf die Erde angewandt, die Erscheinung des Erdbebens. Das Bersten der Erdrinde geht natürlich unter erheblichen Erderschütterungen vor sich.

Die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten der Beben sind sehr verschieden; sie schwanken zwischen 200 bis 1000 m in der Sekunde. Die Zeitdauer eines Erdbebens kann allerdings Stunden umfassen; weitaus die Mehrzahl der Beben verläuft jedoch in wenigen Minuten. So hat das geschichtlich berühmte Erdbeben vom Jahre 1755 nur eine Dauer von fünf Minuten gehabt, die genügte, ganz Lissabon mit weiter Umgebung völlig zu zerstören, wobei nicht weniger als 30 000 Menschen einen

pausen von vielen Jahren, oft von Jahrhunderten beobachten.

Leider besitzt die Wissenschaft bis heute weder einen Apparat noch sonst ein Mittel, ein Erdbeben vorauszusagen. Fast immer werden die Menschen von dem unerwarteten und plötzlichen Auftreten der Erdbeben überrascht. Vermag nun auch die Wissenschaft keine unbedingte Vorhersage künftiger Erdbeben zu geben, so hat uns die neuere Erdbebenforschung doch manchen wertvollen Aufschluß über die Natur der Erdbeben gegeben. Die wichtigsten Erdbeben-Apparate sind das Seismoskop (Erdbebenmelder), der Seismograph (Erdbebensreiber) sowie das Seismometer (Erdbebenmesser). In fast allen Ländern bestehen sogenannte Erdbebenwarten, die bereits auf die schwächsten, für den Menschen kaum bemerkbaren Erdbeben aufmerksam machen. Hierin liegt eine gewisse Warnung, da schwache Erdbeben manchmal Vorboten von folgenden, stärkeren, sind.

Die Geschichte der Erdbeben hat offenbart, daß bestimmte Länder vorzugsweise von Erdbeben heimgesucht werden. In Europa werden besonders die südlich gelegenen Länder von Erdbeben betroffen, vornehmlich die großen südlichen Halbinseln, also Spanien und Portugal, Italien und der Balkan. Dagegen sind

Erdbebenherd bekannt. Bei dem Erdbeben im Oktober 1930 stellte die württembergische Erdbebenwarte Hohenheim eine Dauer des Bebens von zehn Minuten fest, und auf der Erdbebenwarte in Ravensburg gerieten damals infolge der Heftigkeit des Bebens die Registrier-Apparate in Unordnung; auf der Münchener Erd-



Abb. 2. Zerstörtes Wohnhaus in Messina (1908).

die Nordländer, wie Schweden und Norwegen, nahezu erdbebenfrei, und merkwürdigerweise ist das große europäische Rußland, mit Ausnahme vom Kaukasus und der Krim, fast nie von einem Erdbeben betroffen worden. In Europa hat Italien am meisten unter Erdbeben zu leiden; neben dem Gebiet von Neapel ist es besonders Sizilien mit Messina, das reichlich Erdbeben ausgesetzt ist. In Deutschland erscheinen Erdbeben glücklicherweise selten, und zumindest fehlt die katastrophale Form. Norddeutschland ist nahezu erdbebenfrei, dagegen sind in Mitteldeutschland und Süddeutschland einige Unruheherde bekanntgeworden. Sowohl 1913 wie 1930 wurden in Bayern, Baden und Württemberg bis hinüber nach Tirol stärkere Erdbeben von mehreren Sekunden Dauer beobachtet. Die Schwäbische Alb ist als ein alter

bebenwarte erlitten die Registriernadeln einen Bruch. Das Hauptgebiet der deutschen Beben ist das Vogtland.

Von anderen Gebieten der Erde können als bebenarm gelten der Norden Sibiriens, Nordamerika, Brasilien, Australien und das innere Afrika. Oft heimgesucht werden die Westküsten Amerikas, insbesondere von Südamerika, hier vor allem Peru und Chile. In Asien sind als eigentliche Erdbebengebiete Hinterindien, der Malaiische Archipel, das Indus- und Gangesgebiet, vor allem aber Japan bekannt. In Japan treten die Erdbeben in der schwersten katastrophalen Form auf.

Auf der ganzen Erde finden im Jahre durchschnittlich weit mehr als 10 000 Beben statt, von denen etwa 90 zerstörende Festlandsbeben sind.

Ueber die Entstehung des Regens.

Von W. M. H. S c h u l z e.

„Es regnet, wenn es regnen will,
Und regnet seinen Lauf;
Und wenn's genug geregnet hat,
So hört es wieder auf.“

Mit diesem Goethe-Vers begann einst der große Physiker Hermann von Helmholtz einen Vortrag „Über Wirbelstürme und Gewitter“. Obgleich seitdem (1875) über ein halbes Jahrhundert bereits wieder verflossen ist, und die Wissenschaft vom Wetter, die Meteorologie, und die auf ihr fußende amtliche Wetterprognose namentlich in den letzten Dezennien große Fortschritte gemacht hat, behält auch heute noch der obige Spottvers recht. Zwar kennen wir — wie wir gleich sehen werden — schon

einigermaßen die verschiedenen Bedingungen, unter denen sich sozusagen „Regengewölke“ bildet. Ob und wann dieses jedoch das in ihm aufgespeicherte Wasser freigibt, darauf bleibt auch heute noch die Meteorologie uns die Antwort schuldig. Es scheint allerdings, daß die kürzlich von einigen Forschern begonnene Anwendung kolloidchemischer Betrachtungen auf den Mechanismus der Niederschlagsbildung auch bald nähere Einblicke in die Natur dieser Vorgänge zu tun gestatten wird. Danach wäre dann das zum Niederschlag führende Zusammenfließen der in den Wolken vorhandenen kleinen Wassertröpfchen zu größeren Tropfen seiner

Natur nach verwandt mit dem Zusammenballen (Ausflocken) äußerst kleiner, in Flüssigkeiten aufgeschlemmter, schwebender Teilchen (kolloidale Lösung). Einen solchen Vorgang können wir z. B. beim „Sauerwerden“ der Milch beobachten, wo die vorher kolloidal gelösten Fett-, Eiweiß- und anderen Teilchen sich plötzlich zu großen festen Teilchen zusammenballen und absetzen. Hier wie dort scheinen u. a. elektrische Erscheinungen als Ursache oft im Spiel zu sein. Es steht also zu hoffen, daß ein weiteres Studium solcher „Gerinnungen“ kolloidaler Gebilde unter zweckmäßiger Übertragung auf atmosphärische Vorgänge auch bald einiges Licht in die Ursachen der Regenbildung bringen wird.

Der Niederschlagsbildung voran geht meist Bildung von Regenwolken, wenngleich auch in seltenen Fällen Regen ohne Wolkenbildung vorkommen kann. Man kann sich diese Erscheinung etwa so vorstellen, daß die für das Zusammenfließen von Tröpfchen notwendigen kolloidchemischen Bedingungen bereits vor den Übersättigungserscheinungen (Tröpfchenbildung) bestehen, so daß eine Ansammlung von kleineren Tröpfchen in Wolken nicht stattfindet und der Regen gleichsam „aus heiterem Himmel“ kommt.

Über die Bildung der Regenwolken sind wir bereits etwas besser orientiert. Wenn z. B. warme, feuchte Luft über kältere Luftmassen hinaufgleitet, so kommt durch das Höhersteigen die warme Luft in ein niedrigeres Druckniveau und dehnt sich (nach dem Boyle'schen Gesetze) aus. Diese Arbeit geschieht auf Kosten ihrer Energie, und sie kühlt sich ab — man nennt eine solche Abkühlung, bei der keine Wärmeentziehung durch die Umwelt auftritt, adiabatische Abkühlung —, wodurch auch ihr Aufnahmevermögen für Feuchtigkeit geringer wird, so daß in einer bestimmten Höhe (abhängig von ursprünglicher Temperatur und Feuchtigkeit der Warmluftmasse u. a.) die vorhandene Feuchtigkeitsmenge größer wird als dem Fassungsvermögen bei der betreffenden Temperatur (Übersättigung) entspricht, und sich der Überschuß in Form kleiner Wassertröpfchen an Staubpartikelchen oder elektrisch geladenen Luftteilchen (Ionen), den sogenannten „Kondensationskernen“, niederschlägt. Ein solches Regengebiet pflegt man in der modernen Meteorologie als „Warmfront“-Regengebiet zu bezeichnen. Die langanhaltenden ruhigen „Landregen“ sind meist eine Folge derselben.

Schiebt sich andererseits kalte Luft keilförmig unter vorgelagerte wärmere Luftmassen und zwingt diese zum Emporsteigen, adiabatischer Abkühlung und Wolkenbildung, so spricht man von einem „Kaltfront“-Regen-

gebiet, dem meist die kurzen aber heftigen „Platzregen“ angehören.

Diesen „frontalen“ Regenzonen stehen die „orographischen“ Regengebiete nahe, die an solche Gegenden gebunden sind, wo durch die Besonderheit der Oberflächengestaltung (Orographie), wie z. B. Gebirgszüge, Luftströme gezwungen sind emporzusteigen und sich dadurch adiabatisch abkühlen.

Im Gegensatz hierzu stehen die sogenannten „Instabilitätsschauer“, zu denen die meisten sommerlichen Gewitter (Wärmegewitter) gehören und die dadurch entstehen, daß der z. B. durch starke Sonneneinstrahlung erhitzte Erdboden die untersten Luftschichten überhitzt und so zu stürmischem Aufsteigen, adiabatischer Abkühlung und Bildung des bekannten Schauerwolks (Gewitterwolken) führt. Die aus ihnen niedergehenden „Schauer“ sind vom gewöhnlichen Regen durch die starke Ungleichmäßigkeit unterschieden, da ja neben den Stellen des Aufsteigens der überhitzten Luft auch Stellen des Absinkens kälterer Luft existieren müssen (sonst würde ja unten allmählich ein luftverdünnter Raum entstehen!), die dann wolkenfrei sind und so den bekannten Schauerwettercharakter bedingen. Sie treten — wie aus dem eben Gesagten hervorgeht — meist in feuchten Kaltluftmassen, der sogenannten „maritimen Polarluft“, auf, da diese stets kälter als der Boden ankommt, was zu starken Aufwärtsbewegungen der unten erwärmten Luftteilchen führt (Konvektionsstrom).

In feuchten (maritimen) Warmluftmassen hingegen können durch irgendwelche Abkühlung an kälteren Flächen oder durch nächtliche Ausstrahlung gleichmäßig ausgebreitete Schichtwolken entstehen und evtl. zu ganz feinem „Nebelregen“ oder „Nieseln“ Anlaß geben.

Wie groß mögen nun wohl die kleinen Wassertröpfchen in den schwebenden Wolken, die sogenannten „Wolkenelemente“ sein? Eingehende physikalische Messungen haben ergeben, daß Durchmesser von einigen wenigen Hundertsteln Millimeter bis zu einigen Zehnteln Millimeter in Wolken vorkommen. Diese geringen Tropfendurchmesser lassen es auch verstehen, daß die Tropfen nicht der Schwerkraft folgend zur Erde niederfallen; denn schon ganz geringe Aufwärtsbewegungen der Luft genügen, um die Schwerkraft aufzuheben und die Tröpfchen in der Schwebelage zu erhalten. Erst wenn die verschiedenen noch unbekannteren — wahrscheinlich elektrischen und kolloidchemischen — Bedingungen gegeben sind, fließen diese „Wolkenelemente“ zu größeren Tropfen von $\frac{1}{2}$ Millimeter bis zu $\frac{1}{2}$ Zentimeter zusammen und fallen als Regen zur Erde nieder.

Der gestirnte Himmel im November 1931.

Von Günter Archenhold.

(Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.)

Unsere Sternkarte auf der ersten Seite des Umschlages gibt den Stand der Sterne für den 1. November 22^h wieder. Da die Umdrehungszeit der Erde um ihre Achse 23^h56^m4^s beträgt, und somit dieselbe Stellung des Fixsternhimmels täglich um 4^m früher eintritt, gilt unsere Karte auch am 15. November 21^h, am 30. November 20^h usw. Von den immer sichtbaren Zirkumpolarsternen steht der Große Bär in seiner tiefsten Stellung im Norden, die Kassiopaea hoch im Zenit. Wega in der Leier neigt sich im Westen mit den Sommersternbildern zum Horizont herab, während im Osten Kapella im Fuhrmann mit den Wintersternbildern emporsteigt. Im Süden nimmt der Walfisch einen großen Teil des Himmels ein. Der veränderliche Stern Mira ist auf unserer Karte besonders bezeichnet. Die Milchstraße zieht sich als mattglänzendes Band von Osten durch den Zenit hinüber zum Westpunkt des Horizontes. Die Entfaltung des **Leonidensternschnuppenschwarms**, der in den Tagen vom 14. bis 18. November zu erwarten ist, wird in diesem Jahre in den Nachmittagsstunden günstig zu beobachten sein, weil der zunehmende Mond dann bereits untergegangen ist.

Die Lichtminima von Algol im Perseus sind im November zu folgenden Zeiten zu beobachten:

Nov. 2.	22 ^h	Nov. 22.	24 ^h
„ 5.	19 ^h	„ 25.	20 ^h
„ 20.	3 ^h	„ 28.	17 ^h

Die Planeten.

Mercur eilt der Sonne in den südlichsten Teil des Tierkreises voraus und bleibt trotz der Zunahme seines scheinbaren Abstandes von der Sonne für uns unsichtbar.

Venus tritt mehr und mehr aus den Strahlen der Sonne heraus. Ihre Sichtbarkeitsdauer am südwestlichen Dämmerungshorizont steigert sich im Laufe des Monats von 4 Minuten auf 36 Minuten. Im Fernrohr erscheint ihre noch fast voll beleuchtete Scheibe unter einem Winkel von 10'' bis 11''.

Mars bleibt wegen seiner Sonnennähe weiterhin unsichtbar.

Jupiter, im Löwen, geht am 1. November um 23^h $\frac{1}{2}$, am 30. November um 21^h $\frac{3}{4}$ auf und bleibt für den Rest der Nacht sichtbar. Seine Entfernung vermindert sich von 810 Millionen km auf 744 Millionen km. Die

scheinbare Größe seines Polardurchmessers nimmt infolgedessen von 34'' auf 37'' zu. Die Stellungen und Verfinsterungen seiner vier hellen Monde geben wir nachstehend an:

Verfinsterungen			Stellungen			
Nov.	M.E.Z. h m	Mond	Nov.	4 ^h 0 ^m M.E.Z.	Nov.	4 ^h 0 ^m M.E.Z.
1	5 35	I E	1	421 03	16	4 0 123
2	1 22	IV A	2	4 0 123	17	4 0 23
3	0 03	I E	3	0 1234	18	423 ①
7	0 53	III E	4	231 04	19	3 0 1
7	4 33	III A	5	3 0 214	20	31 0 24
10	1 56	I E	6	31 0 24	21	32 0 14
12	0 59	II E	7	2 0 14	22	21 0 34
14	4 52	III E	8	21 0 34	23	0 2134
17	3 49	I E	9	0 1234	24	1 0 234
19	3 35	II E	10	0 243	25	2 0 134
24	5 42	I E	11	2341 0	26	32 0 14
26	0 11	I E	12	34 0 1	27	31 0 42
26	6 11	II E	13	431 0 2	28	34 ② 1
		E = Eintritt	14	432 0 1	29	421 0 3
		A = Austritt	15	421 0 3	30	4 0 213

Die Stellung der Monde ist in ihrer Reihenfolge so angegeben, wie sie im umkehrenden astronomischen Fernrohr erscheint. Jupiter selbst ist durch einen Kreis dargestellt. Steht der Mond vor der Scheibe, so ist seine Nummer in den Kreis hineingesetzt; befindet er sich hinter Jupiter, oder wird er durch den Schatten des Planeten verfinstert, so ist seine Ziffer fortgelassen.

Saturn, im Schützen, hat bei Sonnenuntergang den Meridian bereits passiert und ist nur zu Anfang der Nacht zu beobachten. Am 1. November geht er um 20^h $\frac{1}{2}$, am 30. November um 18^h $\frac{3}{4}$ unter.

Uranus, in den Fischen, kann bereits in den Abendstunden aufgesucht werden. Er steht am 15. November in Rekt. = 1^h0^m,4 und Dekl. = + 5°43'.

Neptun, im Löwen, erscheint um die Mitternachtsstunden über dem Horizont. Sein Ort am 15. November ist Rekt. = 10^h39^m,0 und Dekl. = + 9°20'.

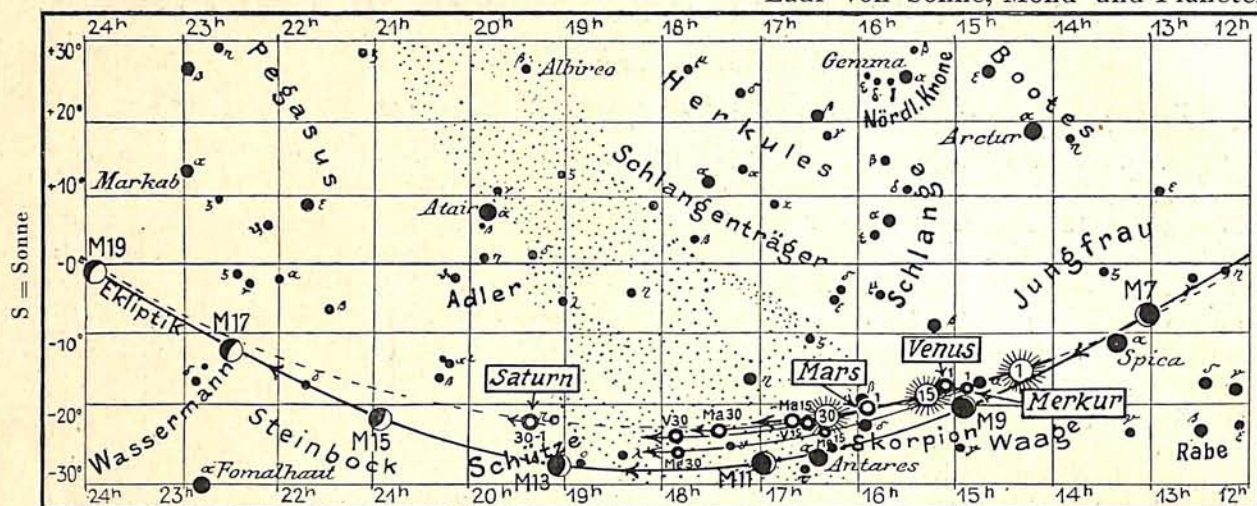
Der Lauf von Sonne und Mond.

Die **Sonne** steigt von Tag zu Tag tiefer in der Ekliptik herab. Ihre Mittagshöhe beträgt am 30. November in Berlin nur noch 16°, so daß die wärmende Wirkung ihrer Strahlen sehr gering ist; insbesondere nimmt auch die Tageslänge von 9^h $\frac{3}{4}$ Stunden auf 8 Stunden ab.

In Berlin geht die Sonne zu folgenden Zeiten auf und unter:

	Aufgang	Untergang
Nov. 1.	7 ^h 0 ^m	16 ^h 38 ^m
„ 15.	7 ^h 26 ^m	16 ^h 15 ^m
„ 30.	7 ^h 51 ^m	15 ^h 58 ^m

Abb. 2a. Lauf von Sonne, Mond und Planeten



Weitere wichtige Angaben finden sich in folgender Tabelle:

Datum	Rektasz. 0 ^h Weltzeit		Deklin. 0 ^h Weltzeit		Sternzeit Berlin, Mittag		Zeitgleichw. wahre minus mittlere Zeit	
	h	m	o	'	h	m	m	s
Nov. 1.	14	21,0	-14	3	14	39,1	+ 16	20
„ 5.	14	36,7	15	19	14	54,9	16	22
„ 10.	14	56,6	16	49	15	14,6	16	5
„ 15.	15	16,9	18	11	15	34,3	15	28
„ 20.	15	37,6	19	26	15	54,0	14	30
„ 25.	15	58,6	20	31	16	13,7	13	11
„ 30.	16	19,9	-21	27	16	33,4	+ 11	34

Der Mond ist mit seinen Lichtgestalten von zwei zu zwei Tagen in unsere Planetenkarte eingetragen.

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Letztes Viertel: Nov. 3. 8¹/₄h
Neumond: „ 9. 24h

Erstes Viertel: Nov. 17. 3¹/₄h
Vollmond: „ 25. 8¹/₄h

Am 8. November steht der Mond in Erdnähe, am 20. in Erdferne. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt an diesen beiden Tagen 33'15" und 29'32", die Horizontalparallaxe 60'55" bzw. 54'7".

Im November sind eine größere Anzahl von Sternbedeckungen durch den Mond zu beobachten. Von ganz besonderem Reiz wird die Beobachtung des Vorüberganges des Mondes an den Plejaden sein. Hierbei werden für Berlin die Sterne Merope (23 Tauri) und Atlas (27 Tauri) vom Erdtrabanten bedeckt. Der hellste Plejadenstern, Alkyone, bleibt unverfinstert. Der Mond zieht südlich an ihm vorbei. Die folgende Tabelle gibt über die näheren Umstände der Bedeckungen Aufschluß:

Nov.	Name	Gr.	Rekt. 1931		Dekl. 1931		Phase	Zeiten für Berlin M. E. Z.		Winkel	Mondalter	Hilfsgrößen	
			h	m	o	'		h	m			o	d
2.	c Geminorum	5,5	7	39,9	+ 25	57	A	0	11	268	21,5	- 0,3	+ 1,6
17.	50 Aquarii	5,9	22	20,8	- 13	53	E	19	57,5	41	7,8	- 0,9	+ 0,4
19.	20 Piscium	5,6	23	44,4	- 3	9	E	18	25	343	9,7	—	—
25.	23 Tauri	4,3	3	42,2	+ 23	44	E	2	20	32	15,1	- 1,3	+ 1,3
25.	27 Tauri	3,7	3	45,1	+ 23	51	E	3	49	45	15,1	- 0,9	0,0
28.	49 Aurigae	5,1	6	30,9	+ 28	5	A	2	11	308	18,1	- 1,5	- 1,6
29.	c Geminorum	5,5	7	39,9	+ 25	57	A	7	03	10	19,3	—	—

E = Eintritt, A = Austritt

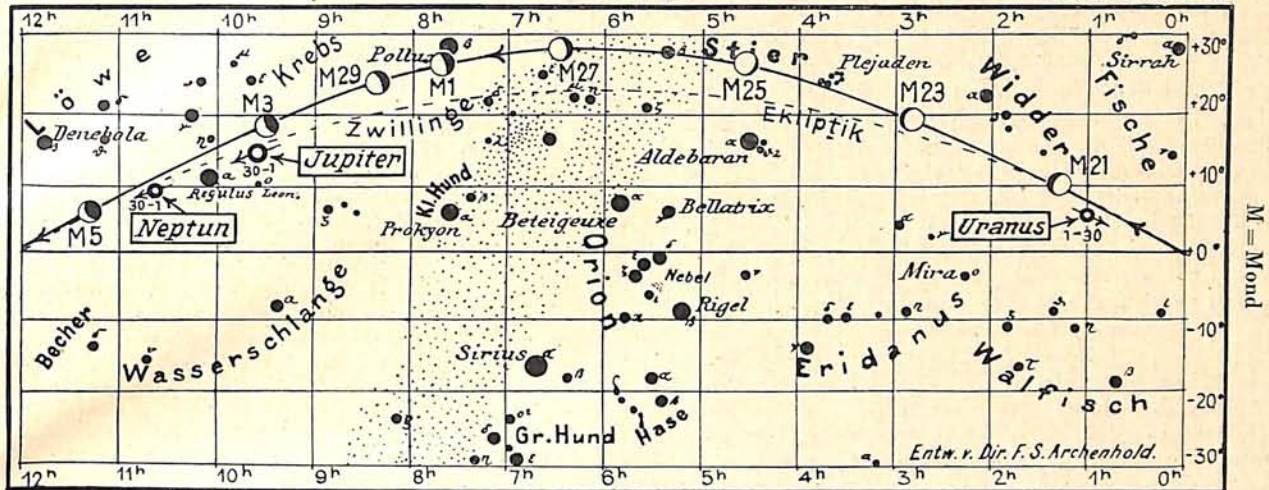
Bemerkenswerte Konstellationen.

Nov.	h	
4.	1	Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
5.	7	Neptun in Konjunktion mit dem Monde.
11.	1	Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
11.	6	Venus in Konjunktion mit dem Monde.
11.	13	Mars in Konjunktion mit dem Monde.
14.	8	Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
19.	4	Venus in Konjunktion mit Mars.
21.	2	Merkur in Konjunktion mit Mars.
21.	14	Uranus in Konjunktion mit dem Monde.

für den Monat November 1931.

Abb. 2b.

Nachdruck verboten.



KLEINE MITTEILUNGEN

Beobachtung der totalen Mondfinsternis am 26. September 1931. In Berlin war zur Zeit der Finsternis der Himmel zumeist klar, nur zeitweise wurden die Beobachtungen auf der Treptow-Sternwarte durch vorüberziehende Wolken gestört. Mit dem großen Fernrohr wurden einige photographische Aufnahmen gemacht. Der total verfinsterte Mond blieb stets sehr deutlich und hell erkennbar. Seine Randzonen leuchteten teilweise in einem hellen Gelb.

Nach Mitteilungen aus dem Leserkreise war die Finsternis in Zweibrücken (Beobachter J. Korn) gut zu beobachten, während in Marburg (W. Theile) und Nürnberg (Dr. Sandner) der Himmel erst gegen Ende der Kernschattenverfinsternung klar wurde.

Der Entstehungsort der Sonnenflecken. Bekanntlich erhielt vor einem Vierteljahrhundert Mrs. Maunders bei einer statistischen Untersuchung der Greenwicher Sonnenfleckenbeobachtungen das merkwürdige Resultat, daß der überwiegende Teil der Sonnenflecken (59%) auf der der Erde abgewandten Hälfte der Sonnenkugel entstehe; ferner sollte wiederum von der uns zugewandten Sonnenhälfte der östliche Teil gegenüber dem westlichen in bezug auf die Entstehung von Flecken bei weitem bevorzugt sein. Dieses auffallende Ergebnis, welches theoretisch nicht zu erklären ist und dem unvoreingenommenen Betrachter höchst unwahrscheinlich erscheinen muß, hat in den folgenden Jahren u. a. zu einer der sonderbarsten Theorien Anlaß gegeben. Nun glaubte zwar Epstein in eingehenden Untersuchungen die Unrichtigkeit des von Mrs. Maunders erzielten Befundes nachgewiesen zu haben, doch wurde in neuerer Zeit von Rodé auf Grund des Beobachtungsmaterials der Jahre 1910—1920 Mrs. Maunders Ergebnis bestätigt, was allerdings wieder nicht unbestritten geblieben ist.

Zusammenfassend muß man also sagen, daß in diesem Punkte der Sonnenforschung noch keinerlei Übereinstimmung erzielt werden konnte, und es war daher für mich naheliegend und verlockend, meine eigenen Sonnenbeobachtungen in diesem Sinne durchzusehen. Dieselben umfassen den Zeitraum seit 1920; die ersten fünf Jahre (1920—1924) wurden jedoch als

Vorbereitungszeit ausgeschieden, so daß für die folgende Statistik nur die Beobachtungen der Jahre 1925—1930 verwertet wurden. Das Ergebnis zeigt die folgende Tabelle.

Es bedeuten:

- Spalte I: Jahr,
- Spalte II: Gesamtzahl der beobachteten Fleckengruppen,
- Spalte III: Gesamtzahl der sicher auf der uns zugewandten Hälfte entstandenen Fleckengruppen,
- Spalte IV: Zahl der auf der Osthälfte der sichtbaren Sonnenscheibe entstandenen Fleckengruppen,
- Spalte V: Zahl der auf der Westhälfte der sichtbaren Sonnenscheibe entstandenen Gruppen,
- Spalte VI: Zahl der Gruppen, welche sicher auf der uns zugewandten Sonnenhälfte entstanden sind, von denen aber nicht gesagt werden kann, ob auf dem östlichen oder westlichen Teil,
- Spalte VII: Zahl der auf der Rückseite der Sonne entstandenen Gruppen,
- Spalte VIII: Zahl der Gruppen, von denen nicht mit Sicherheit gesagt werden kann, ob sie auf der Vorder- oder Rückseite entstanden sind.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1925	48	18	7	8	3	18	12
1926	85	33	15	13	5	32	20
1927	116	30	15	8	7	26	60
1928	135	34	15	14	5	39	62
1929	153	43	15	12	16	39	71
1930	116	33	19	11	3	30	53

1925—1930 653 191 86 66 39 184 278

Wie die Tabelle lehrt, ist bei Verwendung meines Materials keineswegs eine Bevorzugung einer der beiden Sonnenhälften zu erkennen; der geringe Unterschied zwischen den Zahlen 191 und 184 (Spalte III u. VII) dürfte bei Zugrundelegung einer größeren Beobachtungszahl restlos verschwinden. Dagegen zeigt sich, daß auf der Osthälfte der Sonnenvorderseite tatsächlich eine entschieden größere Anzahl Sonnenflecken gebildet wurde als auf der Westhälfte. Eine Erklärung hierfür scheint mir noch nicht gegeben zu sein.

Dr. Werner Sandner.

Ein neuer Spiralnebelhaufen im Krebs ist von Edwin F. Carpenter an der Steward-Sternwarte in Arizona und fast gleichzeitig von Dr. Hubble am Mount Wilson-Observatorium entdeckt worden. Er enthält 150 Einzelglieder und bleibt somit der Anzahl nach hinter den großen Gruppen im Haar der Berenice mit 800 Nebeln, in der Jungfrau und im Perseus mit 500, im Löwen mit 400 und im Großen Bären mit 300 Nebeln zurück, übertrifft aber doch einige kleinere Nebelhaufen. Sein Mittelpunkt liegt in Rekt. = $8^{\text{h}}16^{\text{m}}$ und Dekl. = $+21^{\circ}20'$ im westlichen Teil des Krebses. Die einzelnen Nebel verteilen sich auf eine Fläche von 1° Durchmesser und gehören im Durchschnitt zur 16. bis 17. Größenklasse. Da die mittlere absolute Helligkeit der außergalaktischen Nebel zu $-13^{\text{m}},8$ bestimmt worden ist, so errechnet sich aus der Differenz zwischen scheinbarer und absoluter Helligkeit eine Entfernung von 35 Millionen Lichtjahren. Mehr als eine halbe Million Jahre braucht das Licht allein, um den Haufen zu durchqueren.

Außer diesen interessanten Einzelheiten über den neuen Vertreter der größten kosmischen Einheiten, die wir kennen, teilt Carpenter mit, daß eine bestimmte, aber schwer zu deutende Beziehung zwischen der wahren Größe der bis jetzt bekannten Nebelhaufen und der Zahl der in ihnen enthaltenen Einzelnebel zu bestehen scheine. Die kleineren Gruppen sind danach räumlich dichter zusammengedrängt als die größeren. Wenn auch diese Tatsache als solche nicht verwunderlich ist, so überrascht doch das Vorhandensein der erwähnten Beziehung. Sollte sie sich im Verlauf der weiteren Entwicklung als ausnahmslos bestehend erweisen, so würde ihrer Erklärung eine weittragende Bedeutung zukommen.

G. A.

Neue Forschungsergebnisse über die Eiszeit. Wie aus einer von Weissemel im Rahmen der Arbeiten der Preussischen Geologischen Landesanstalt verfaßten Abhandlung hervorgeht, liegt die Bedeutung der diluvialen Ablagerungen in den Randgebieten der großen nordischen Vereisung nicht im Studium der Oberflächenformen, die im weiteren Norddeutschland vom Wesen und besonders vom Rückzug der letzten großen Inlandeisdecke so viel erzählen, sondern in dem Ineinandergreifen von Ablagerungen des nordischen Eises mit denen der von Süden kommenden Flüsse. Wir bekommen in den Randgebieten nicht nur die sonst selten aufgeschlossenen Absätze der älteren Vereisungen zu sehen, sondern sind auch in der Lage, sie durch die Einschaltung südlicher Flußschotter deutlich zu unterscheiden und die Geschichte besonders der älteren Diluvialzeit zu erforschen. So ergaben sich für das nördliche Harzvorland zwei Eisbedeckungen, von denen die erste den Unterharz überzog. Beide werden durch die „Hauptterrasse“ der Harzflüsse getrennt. Der jüngsten norddeutschen Vereisung entspricht hier der Löß, der Träger der Fruchtbarkeit im Harzvorlande. Reste einer älteren Terrasse im westlichen Teile des Vorlandes lassen eine älteste, vierte Eiszeit vermuten.

BÜCHERSCHAU*)

Jeans, James: Sterne, Welten und Atome. Aus dem Englischen übersetzt v. Rudolf Nutt. 384 S. m. 24 Taf. u. 24 Figuren. Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart 1931. Pr. geb. 10 M.

Von James Jeans, dessen wichtige theoretische Untersuchungen über den Aufbau und die Entwicklung

der Sterne wir nach Erscheinen seines Werkes „Astronomy and Cosmogony“ besprochen hatten, liegt nunmehr ein populäres Buch in deutscher Übersetzung vor. Der aus dem vollen schöpfende Verfasser bedient sich einer bilderreichen Sprache von großer Eindringlichkeit, so daß seine volkstümliche Darstellung als wohlgelungen bezeichnet werden kann. Ein gewaltiges Bild der Erforschung des Himmels entsteht vor uns. Wir verstehen, wie bedeutungsvoll die Kenntnis des Wesens der Atome für das Verständnis der Weltvorgänge ist und folgen den Gedankengängen über die Entwicklung der Weltkörper mit wachsendem Interesse. Zwar ist gerade auf dem Gebiete der Kosmogonie noch manche Hypothese ungesichert, aber der Verfasser unterläßt es auch nicht, des öfteren auf diesen Umstand hinzuweisen. So sagt er beispielsweise in der Einführung, daß „die Astronomie erst ganz am Anfang ihres Daseins steht. Darum kann die Kunde, die sie uns gibt, keinen Anspruch auf Endgültigkeit machen — wir geben nicht so sehr die Überzeugungen eines reifen Mannes wieder als die ersten Eindrücke eines neugeborenen Kindes, das gerade die Augen öffnet. Aber trotzdem sind diese besser als die müßigen, beschaulichen Träumereien, denen es sich hingab, bevor es gelernt hatte, um sich und von sich weg zu sehen.“

Der Übersetzung merkt man hier und da an, daß sie nicht von einem astronomischen Fachmann vorgenommen worden ist, doch liest sie sich an anderen Stellen gut. Eine Anzahl Bildertafeln mit modernen Aufnahmen sowie Textabbildungen vergrößern die Anschaulichkeit.

G. A.

Karstädt, Dr. Otto: Der gestirnte Himmel über mir . . . Ein Staunen und Schauen ins Weltall hinein für Kinder und große Leute. 8. Aufl. 150 S. m. vielen Abb. Verlag Julius Beltz, Langensalza 1925. Pr. 3 M.

Ein Buch, das die Gesetze, welche die Sterne regieren, einfach und anschaulich behandelt und auch auf den Schulen als Leitfaden dienen könnte, ist nur zu begrüßen. Der Verfasser wird seiner Aufgabe durchaus gerecht, und seine Ausführungen geben manche Anregung. Eine Anzahl Themen für Aufsätze und kurze Niederschriften sind in dem kleinen Werke zu finden. Zweierlei wird versucht: Das Selbsterarbeiten für Lehrer und Kinder und selbstlernende Erwachsene anzuregen und alsdann über die trockene „mathematische Geographie“ hinweg in die Wunderwelt der Sternenhöhe und Weltennebel einzuführen.

Dr. W.

Prof. Piccards Forschungsflug in die Stratosphäre.

Verlauf des Stratosphärenfluges und dessen wissenschaftliches Ergebnis. Mit Beiträgen von Prof. Piccard, Ingenieur Kipfer und anderen Sachverständigen. Herausgeg. v. d. „Neuen Augsburger Zeitung“. Verlag d. Literar. Instituts von Haas & Grabherr, Augsburg 1931. Pr. kart. 3,80 M.

In bunter Zusammenstellung erfahren wir aus der Feder von Piccard, seinem Assistenten Kipfer und von berufenen Mitarbeitern über das Leben und die Absichten der beiden kühnen Ballonfahrer, die nicht aus Rekordhascherei, sondern aus wissenschaftlichem Forschungsdrange den Vorstoß in die Stratosphäre wagten. Der Verlauf des Höhenfluges wird eingehend geschildert, und das Bordbuch der Fahrt vom 27. Mai 1931 in extenso wiedergegeben. Zahlreiche Bilder, die auf Piccard, Kipfer und die Ballonfahrt Bezug nehmen, ergänzen den Text.

G. A.

*) Alle Werke können von der „Auskunfts- und Verkaufsstelle der Treptow-Sternwarte“, Berlin-Treptow, bezogen werden.

„Das Weltall“ erscheint monatlich (Januar/Februar und Juli/August in je einem Doppelheft). Bezug durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow (Postcheckkonto Berlin Nr. 4015) sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten. Preis jährlich 8 M. (Ausland 10 M.) Einzelheft 1 M., Doppelheft 1,50 M. — Über Anzeigengebühren erteilt der Verlag bereitwilligst Auskunft.

DAS WELTALL

Herausgegeben von Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

Schriftleiter: Günter Archenhold.

31. Jahrgang Heft 2

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

November 1931

Inhaltsverzeichnis:

1. Astronomische Stereoskopie. Von Prof. José Comas Solá, Barcelona.	Seite 17	6. Der gestirnte Himmel im Dezember 1931. Von Günter Archenhold. (Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten).	Seite 29
2. Von den veränderlichen Sternen. Von Paul Hügeler.	„ 19	7. Aus dem Leserkreise: Teleskopische Sternschnuppe.	„ 31
3. Thomas A. Edison. Ein Stern erster Größe im Reiche der Wissenschaft und Technik. Von Dr. F. S. Archenhold. (Mit vier Abbildungen.)	„ 24	8. Kleine Mitteilungen: Die Entfernung des Orionnebels. — Störungen von Pendeluhrn durch Erdbeben. — Kleine Planeten im Dezember 1931. — Benennung eines kleinen Planeten nach Edison. — Astronomische Arbeitsgemeinschaft	„ 31
4. Professor Dr. Alfred Wolfer †. Von Günther von Stempell.	„ 27	9. Bücherschau.	„ 32
5. Etwas von den Märchen und Sagen der Sternbilder. Von Hermann Häfker.	„ 28		

Nachdruck nur mit Genehmigung der Schriftleitung, Auszüge nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Astronomische Stereoskopie.

Von Prof. José Comas Solá, Barcelona¹⁾.

Als ich im Jahre 1915 Photographien von Sternfeldern durch ein gewöhnliches kurz-brennweitiges Stereoskop betrachtete, kam mir der Gedanke, welches großen Vorteil eine solche Beobachtung für das Studium der Eigenbewegung der Sterne und insbesondere der Sternströme haben könnte. Ich sah voraus, daß der Erfolg weit größer sein müßte als der, den man bisher mit dem Stereokomparator und dem Blinkmikroskop erzielt hatte.

Es ist nicht allgemein bekannt, wie groß die Empfindlichkeit unseres Gehirns für stereoskopische Eindrücke ist. Ich habe hierüber visuelle und photographische Untersuchungen mit irdischen Lichtquellen und auch photographische mit Planeten und Sternen bekannter Bewegung gemacht. Aus diesen Untersuchungen geht hervor, daß ein normales Auge nach einiger Übung, die man nach wenigen Stunden aufmerksamer Betrachtung gewinnt, ein stereoskopisches Hervor- oder Zurücktreten bemerkt, dem eine Ortsveränderung von nur einem tausendstel Millimeter auf der Platte entspricht. Bei einem Petzval-Objektiv von 80 cm Brennweite kommt eine solche Verschiebung einem Winkelwert von 0",23 gleich. Bei den Aufnahmen der bekannten photographischen Himmelskarte beträgt dieser Wert nur 0",06. Wenn man aber mit demselben Instrument gemachte Aufnahmen, zwischen denen ein Zeitraum von 30 Jahren liegt, miteinander vergleicht (es ist heute schon leicht, solche Platten auf mehreren Sternwarten zu finden), kann man Eigenbewegungen von 0",2 im Jahrhundert entdecken. Dieser Wert ist unvergleichlich viel kleiner als die kleinsten Säkularbewegungen, die man durch Meridianbeobachtungen oder

mit dem Makromikrometer²⁾ oder gar mit dem Blinkmikroskop auffinden kann.

Zur Untersuchung der Eigenbewegung der Sterne nach meiner stereoskopischen Methode habe ich mir im Jahre 1915 einen provisorischen Versuchsapparat anfertigen lassen, der zweifellos dem Stereokomparator weit überlegen ist. Diesen für die ersten Versuche bestimmten Demonstrationsapparat habe ich „Stereogoniometer“ genannt.

Er besteht aus einem rechteckigen, 9×18 cm großen Gehäuse aus Kupfer, das sich in jedem Stereoskop an der Stelle anbringen läßt, wo sonst gewöhnlich die Stereoskopbilder sitzen. Es ist mit zwei kreisrunden Löchern von 52 mm Durchmesser versehen, deren Mittelpunkte einen Abstand von 70 mm haben. In Wirklichkeit sind die runden Öffnungen zwei Ringe, von denen sich jeder um seinen Mittelpunkt drehen läßt. Damit sich die beiden Ringe um gleiche Winkel und in gleicher Richtung drehen, sind sie am Rande mit Zähnen versehen, über die eine Schraube ohne Ende läuft. Die Ringe tragen an ihrer Vorderseite zwei Federn zum Festhalten der zu untersuchenden Glasplatten. Bei Himmelsphotographien muß man auf ganz genau gleiche Einstellung achten, und zwar müssen die Verbindungslinien der gleichen Sterne genau parallel sein und die Zentren der Photographien mit den Mittelpunkten der runden Öffnungen zusammenfallen. Der linke Ring ist in Grade eingeteilt, die man mit Hilfe eines Nonius ablesen kann,

²⁾ Das Makromikrometer ist ein Plattenmeßapparat, der gestattet, mit Hilfe zweier zueinander senkrecht stehenden Mikrometer Rektaszensions- und Deklinationsunterschiede eines beliebigen Sternes gegen bekannte Vergleichssterne zu bestimmen.

¹⁾ Aus der französischen Originalhandschrift übersetzt.

ohne das Gehäuse vom Stereoskop zu entfernen. Um die Richtung oder den Positionswinkel des größten stereoskopischen Effekts mit höchster Genauigkeit zu bestimmen, muß man auf den Moment des Durchgangs des einmal von vorn, das andere Mal von hinten herantretenden Sternes durch die Bildebene, welche aus den Vergleichssterne des Plattenhintergrundes besteht, achten. Die beiden Ablesungen müssen 180° auseinander liegen. Das Maximum des stereoskopischen Effekts liegt dann in der Mitte zwischen beiden Ablesungen, also bei einem Positionswinkel, der um 90° größer oder kleiner ist als die abgelesenen Werte.

In der Praxis wird eine solche Genauigkeit niemals zu erreichen sein. Die Winkeldifferenz der beiden Stellungen, in denen sich das zu untersuchende Objekt in der Bildebene zu befinden scheint, wird immer etwas kleiner oder größer als 180° sein. Man muß daher den Durchschnitt des Winkels nehmen, den man bei den beiden Durchgängen gefunden hat. Der Unterschied zwischen dem gefundenen Winkel und 180° ist gewöhnlich um so größer, je kleiner die Ortsveränderung des Objektes ist.

Um derartige Beobachtungen auszuführen, sind gewisse Vorkehrungen zu treffen, die die zufälligen Fehler stark herabsetzen, aber es ist hier nicht möglich, im einzelnen darauf einzugehen. Selbstverständlich wird man zu jeder Bestimmung eine Reihe von Beobachtungen anstellen, und wenn diese Beobachtungen gleichwertig sind, wird man das arithmetische Mittel aus den Ablesungen nehmen. Ich kann hier nicht auf die Korrekturen für die Refraktion eingehen, auch nicht auf die Untersuchungen des Einflusses, den die Körnung der empfindlichen Plattenemulsion oder andere Umstände auf das Resultat der Beobachtungen haben können. Ich verweise derentwegen auf meine Veröffentlichungen in den Publikationen der Akademie der Wissenschaften und Künste in Barcelona. Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß die beschriebene Methode nicht mehr anwendbar ist, wenn die Verschiebung des Sterns auf den Photographien mehr als $\frac{1}{10}$ mm beträgt, und zwar wegen der Höhendifferenz, die zwischen den beiden Bildern des Objektes entsteht, wenn man das Objekt in die Ebene der Vergleichssterne bringen will. Aber man muß bedenken, daß bei einer so beträchtlichen Lageveränderung die stereoskopische Methode, die gerade durch ihre außerordentliche Empfindlichkeit wertvoll ist, nicht mehr vonnöten ist, weil diese großen Verschiebungen sowohl mit dem Blinkmikroskop als auch mit dem Makromikrometer leicht zu erkennen sind.

Das Stereogoniometer dient also hauptsächlich zur Bestimmung des Positionswinkels, d. h. der Richtung der Eigenbewegung der Sterne. Aber man kann auch den Betrag der Ortsveränderung messen, indem man auf dem

selben Felde diese Bewegung mit der einiger Gestirne von bekannter Bahn, wie Neptun oder irgendeinem Schnellläufer, vergleicht. Dennoch ist die bequemste und genaueste Methode zur Bestimmung sowohl der Richtung der Eigenbewegung als auch des Winkelwertes dieser Bewegung die Benutzung eines Apparates, der von meinem Kollegen M. Ramion Maria Aller vorgeschlagen worden ist und meine stereoskopische Beobachtungsmethode zur Grundlage hat. Aber das „Stereomikrometer“, ein Name, dem ich diesem Instrument gegeben habe, und das in allen seinen Einzelheiten in Nr. 64 der „Revista de la Sociedad Astronomica de España y America“ beschrieben worden ist, konnte bis heute wegen Fehlens materieller Mittel nicht hergestellt werden.

Bei den zu stereoskopischen Untersuchungen bestimmten photographischen Aufnahmen ist es in einigen Fällen sehr angenehm, in anderen unbedingt erforderlich, auf folgende Punkte zu achten:

1. Die Bilder der Sterne müssen gleiche Durchmesser haben, rund und scharf sein; das bedeutet, daß das Objektiv von tadelloser Beschaffenheit sein muß, und daß Entwickler, Platten usw. so ähnlich wie möglich gewählt werden.
2. Die Zenitdistanz darf nicht zu groß sein.
3. Die Aufnahmen müssen bei gleichem oder ähnlichem Stundenwinkel in der Nähe des Meridians gemacht werden.

Neben der schönen Anwendung des Stereogoniometers mit großem Gesichtsfeld beim Studium der Sternbewegungen und der Sternströme, die sich durch die gemeinsame Bewegung der hellen Sterne gegen die kleinen Hintergrundsterne herausheben, worauf ich noch zu sprechen kommen werde, erlaubt meine stereoskopische Methode auch Sternparallaxen zu bestimmen. Ich habe diese Methode bereits an mehreren Stellen veröffentlicht, namentlich in den „Anales de la Sociedad Española de Estudios Fotogramétricos“, Bd. II, Nr. 4.

Damit dieser Aufsatz nicht zu lang wird, will ich auf einige wichtige Anwendungen der Stereoskopie in der Astrophysik nicht eingehen; ich möchte nur darauf aufmerksam machen, daß man mit Hilfe des beschriebenen stereoskopischen Vorganges die inneren Bewegungen der Nebel feststellen kann, Bewegungen, die wegen der diffusen Natur der Nebel weder mit dem Stereokomparator noch mit dem Blinkmikroskop beobachtet werden können. Auf diese Weise habe ich entdecken können, daß in dem großen Spiralnebel in den Jagdhunden die Bewegungen vorwiegend radial gerichtet sind.

Aber unter den zahlreichen und wichtigen Anwendungen meiner stereoskopischen Methode in der Astronomie ist meiner Ansicht nach die wichtigste diejenige, die sich auf die Beob-

achtung und das Studium der Sternströme bezieht.

Es ist bekannt, daß durch Vergleich mehrerer Sternkataloge und der von verschiedenen Beobachtern durch Meridianbeobachtungen gewonnenen Eigenbewegungen Kapteyn zum Schlusse gelangt ist, daß in unserem Milchstraßensystem zwei große Sternströme vorhanden sind, zu denen die meisten der hellen, mit bloßem Auge sichtbaren Sterne gehören.

Ich will hier keine theoretischen Einwendungen gegen die Methode der Ableitung dieser Sternströme machen, was bereits an anderem Orte geschehen ist. Ich will nur daran erinnern, daß meine stereoskopischen Ergebnisse im Widerspruch zu den Kapteynschen Strömen stehen. Aus der großen Zahl der von mir nach der stereogoniometrischen Methode angestellten Beobachtungen geht hervor, daß die Sternströme sehr zahlreich und kompliziert sind und sogar durcheinandergehen. Die gleichen Untersuchungen zeigen übrigens, daß es falsch ist anzunehmen, daß für unser Sonnensystem nur ein einziger oder absoluter Apex vorhanden ist. Es gibt in Wirklichkeit zahlreiche Zielpunkte der Sonnenbewegung, die relativ sind, indem jeder von dem Sternstrom abhängt, den man als Ausgangspunkt für die Bestimmung der Bewegung unseres Sonnensystems annimmt.

Übrigens sind die Bedingungen für die Beobachtung der Sternströme mit Hilfe der Stereogoniometrie sehr günstig. Die Tatsache, daß die meisten der hellen Sterne, die in einem Felde erscheinen, eine gemeinsame Bewegung haben, ermöglicht es, in Übereinstimmung mit dem weiter oben Gesagten, die Photographien im Stereogoniometer einfach zu drehen, um in wenigen Minuten das Vorhandensein eines Stromes festzustellen und seine Bewegungsrichtung zu bestimmen. Gewöhnlich sind Hunderte und manchmal Tausende von Sternen, die zum gleichen Sternstrom gehören, im Gesichtsfeld

des Stereoskops zu sehen. Diese Ergebnisse und die Resultate, die man noch im Laufe der Zeit erhalten wird, sind berufen, die heute gültigen Ansichten über die allgemeinen Bewegungen im Kosmos neu zu gestalten.

Meine ersten Ergebnisse sind vorwiegend in dem „Boletín del Observatorio Fabra, Sección Astronómica“ und in den Sitzungsberichten der Pariser Akademie veröffentlicht. Eine Zusammenfassung dieser Resultate ist durch das Interesse, das Prof. Eddington an meinen Arbeiten genommen hat — er bat mich um einen Aufsatz, den er selbst ins Englische übersetzte —, in der Zeitschrift „The Observatory“ erschienen.

Ich ergänze noch, daß die gemeinsame Eigenbewegung der Sternsysteme in einigen engeren Gruppen, wie Plejaden, Hyaden usw., besonders deutlich wird. Die Kugelsternhaufen zeigen kaum eine Spur innerer Bewegung. Meine Beobachtungen, die auf mit großen Instrumenten ausgeführten Photographien des Sternhaufens ω Centauri basieren, zeigen eine gewisse, von mir Parallaxe der Dichte genannte Bewegung. Sie ist bei den äußeren Sternen, die auch gewöhnlich die kleinsten sind, sehr schwach im Vergleich zu den Zentralsternen, die zumeist die hellsten sind. Diese Ergebnisse bestätigen prinzipiell die großen Entfernungen, die man für die Kugelsternhaufen annimmt.

Eine gemeinsame Arbeit mehrerer Sternwarten zum stereoskopischen Studium der Eigenbewegungen und der Sternströme, die sich des oben genannten Stereomikrometers bedienen, würde nach kurzer Zeit ein vollständiges Bild der Bewegungen in unserem Weltall geben und ungeahnte Ausblicke für die Astrophysik und die Himmelsmechanik eröffnen. Würde es wohl möglich sein, eine internationale Verständigung zu erreichen, um zu diesem Ziele von höchstem wissenschaftlichen Interesse zu gelangen?

Von den veränderlichen Sternen.

Von Paul H ü g e l e r.

Auch heute noch, oder heute vielleicht mehr denn je, ist die Beobachtung des Lichtwechsels der veränderlichen Sterne, auch kurz Veränderliche genannt, das Gebiet in der beobachtenden Astronomie, auf dem der Liebhaber der Sternkunde sich mit kleinsten instrumentellen Hilfsmitteln betätigen kann, nicht nur zu seiner persönlichen Befriedigung, sondern auch nutzbringend für die astronomische Wissenschaft. Es scheint mir daher durchaus dem Rahmen des „Weltall“ zu entsprechen, wenn in diesem Aufsatz versucht wird, in großen Zügen ein Bild von der Entwicklung und dem augenblicklichen Stande dieses Spezialgebietes der Astronomie zu entwerfen. Dabei soll hier

keine Anleitung zur Anstellung und Auswertung von Beobachtungen gegeben werden, da hierfür unter anderen in Argelanders klassischer „Aufforderung an Freunde der Astronomie“ (Schuhmachers Jahrbuch 1844), in Guthnicks „Die veränderlichen Sterne, Anleitung zur Beobachtung und Berechnung ihres Lichtwechsels“ (Sonderheft des „Sirius“ 1916), und ganz besonders umfassend in dem Werk von J. G. Hagen und J. Stein „Die veränderlichen Sterne“ (Freiburg i. Br. 1921 und 1924 bei Herder & Co.) ausgezeichnete Darstellungen vorliegen*). Trotzdem würde es natürlich

*) Siehe auch: Theile, Die Beobachtung veränderlicher Sterne. „Weltall“ Jg. 30, S. 60.

durchaus im Sinne dieser Zeilen liegen, wenn sie nicht nur orientierend wirken, sondern auch zu einem Entschluß zu dauernder praktischer Mitarbeit führen.

Wie sehr, allerdings nur wirklich ernsthafte und auch ausdauernde Mitarbeit von Nichtfachastronomen willkommen sein muß, zeigt am besten eine kleine Statistik. Der im Jahre 1896 im *Astronomical Journal* Band 16 erschienene dritte Katalog von veränderlichen Sternen von S. C. Chandler enthält 393 Sterne. Die zur fortlaufenden Ergänzung dieses Materials dienenden, in den „Astronomischen Nachrichten“ erschienenen bzw. erscheinenden „Benennungslisten“, von denen in dem Zeitraum 1901 bis 1930 nicht weniger als 28 veröffentlicht worden sind, enthalten die Kleinigkeit von 4191 weiteren als sicher veränderlich anerkannten Sternen. Entsprechend sind die Zahlen im „Katalog und Ephemeriden veränderlicher Sterne“, eine Publikation, die seit 1927 jedes Jahr in den „Kleineren Veröffentlichungen der Universitätssternwarte zu Berlin-Babelsberg“ erscheint und von R. Prager im Auftrage der Kommission der Astronomischen Gesellschaft für die veränderlichen Sterne bearbeitet wird, wie folgt gestiegen:

für 1927	2906	Sterne
„ 1928	3026	„
„ 1929	3218	„
„ 1930	4031	„
„ 1931	4581	„

Daneben liegt ein Katalog lichtelektrisch gemessener Sterne von M. Güssow und P. Guthnick vor (Kleinere Veröffentlichungen der Sternwarte Babelsberg Nr. 8), der 495 Sterne, sowie ein Verzeichnis von E. Zinner (Ergänzungshefte zu den *Astronomischen Nachrichten*, Band 8, Nr. 1), das 2191 der Veränderlichkeit verdächtige Sterne enthält. Alle diese Kataloge umfassen aber noch nicht die große Zahl der in den Sternhaufen aufgefundenen Veränderlichen. Erwähnt sei weiter, daß nach Bekanntgabe der letzten Benennungsliste (November 1930) z. B. allein Cuno Hoffmeister in Sonneberg weit über 300 neue Veränderliche angezeigt hat.

Diese massenhaften Neuentdeckungen am „laufenden Band“ sind auch hier erst, wie bei den kleinen Planeten, durch Einführung der Photographie und systematisches Absuchen der Platten im Stereokomparator möglich geworden.

Die angeführten Zahlen zeigen deutlicher als die längsten Darlegungen es vermögen, daß die Fachastronomen allein, von denen sich ja auch nur wieder ein kleiner Kreis mit diesen Beobachtungen beschäftigen kann, nicht in der Lage sind, diese Fülle von Sternen dauernd so zu überwachen, wie es wünschenswert ist.

Nun zu den Veränderlichen selber. Der erste, der überhaupt beobachtet wurde, ohne allerdings schon gleich als solcher erkannt zu werden, war der jetzt unter dem Namen *o Ceti* oder auch *Mira Ceti* bekannte Stern. Er

wurde im Jahre 1596 von David Fabricius als Stern zweiter Größe an einer Stelle des Sternbildes Walfisch bemerkt, an der er sonst keinen Stern beobachtet hatte. Der Stern verschwand wieder, und im Februar 1609 sah Fabricius ihn zum zweiten Male. Erst Holwarda von der Universität zu Franeker in Friesland (Niederlande), der den Stern im Jahre 1638 unabhängig auffand, erkannte auch die Veränderlichkeit. Die weitere Verfolgung des Sternes zeigte, daß er in Zeiträumen von annähernd einem Jahre zu seiner größten Helligkeit ansteigt, wobei diese Maximalhelligkeiten allerdings ebenso verschieden sind, etwa zweiter bis vierter Größe, wie die Zwischenzeiten, die bis zu ihrer Wiederkehr verstreichen. *Mira Ceti* hat später einer ganzen Gruppe von Veränderlichen ihren Namen gegeben, ebenso wie der zweite überhaupt aufgefundene Veränderliche, nämlich der Stern β im Sternbilde Perseus, auch *Algol* genannt. Seine Veränderlichkeit wurde im Jahre 1667 von Montanari entdeckt. Der grundverschiedene Charakter der Lichtänderung dieser beiden Sterne wurde aber erst mehr als hundert Jahre später bemerkt.

Erst 1840 setzt mit Argelanders Tätigkeit auf diesem Gebiete der große Aufschwung ein. Von Argelander stammt auch der Vorschlag für die Bezeichnung der Veränderlichen mit einem großen lateinischen Buchstaben, angefangen mit R, der vor den Namen des Sternbildes gesetzt wird, z. B. R Andromedae. Ist mit Z das Ende des Alphabets erreicht, so kommen auf Grund eines Vorschlages von Hartwig, zunächst wieder bei R beginnend, Kombinationen von zwei Buchstaben: RR, RS, RT usw., SS, ST, SU usw. bis ZZ und schließlich AA, AB, AC usw. bis QZ. Mit Hilfe dieser Bezeichnungsweise können immerhin 334 Veränderliche in jedem Sternbild gekennzeichnet werden. Es wird interessieren zu erfahren, daß trotzdem in einigen Sternbildern (*Ophiuchus*, *Sagittarius*) die Zahl der benannten Veränderlichen schon größer ist, so daß man zu einer Bezeichnungsweise Zuflucht nehmen muß, die von André und Nijland stammt und in einer fortlaufenden Numerierung mit vorgeseztem V besteht, z. B. V 12 Aquilae. Da die Argelander-Hartwigsche Bezeichnung für 334 Sterne ausreicht, folgt also auf den Stern QZ Ophiuchi der Stern V 335 Ophiuchi. Soweit Sterne bei der Entdeckung ihrer Veränderlichkeit bereits durch Bayerische Buchstaben bezeichnet sind, werden diese beibehalten.

Groß ist die Verschiedenheit der Art des Lichtwechsels, sowohl was die Zeit anbetrifft, in der er sich abspielt, als auch bezüglich seiner Form und der Größe der Helligkeitsschwankungen. Trotzdem läßt sich das ganze Gebiet in fünf Hauptgruppen unterbringen, die wir nun näher betrachten wollen, wobei wir uns aber darüber klar sein wollen, daß die Grenzen dieser Gruppen nicht ganz scharf

zu ziehen sind, daß es also eine ganze Reihe von Sternen gibt, die gewissermaßen die Verbindung von einer zur andern Gruppe herstellen. Die Gruppe, bei der die Ursache des Lichtwechsels mit positiver Gewißheit bekannt ist, und die den regelmäßigsten Lichtwechsel zeigt, ist die der

Bedeckungs- oder
Verfinsterungs-Veränderlichen.

Die Gruppe dieser Veränderlichen zerfällt in zwei Unterabteilungen, die aber nicht prinzipiell, sondern nur graduell verschieden sind. Die Mitglieder der einen Abteilung werden als Algoltypus, die der andern als β Lyrae-Typus bezeichnet. Bei den Sternen beider Abteilungen handelt es sich durchweg um spektroskopische Doppelsterne*), und der Lichtwechsel wird dadurch hervorgerufen, daß sich die beiden Komponenten des Systems auf ihrer Bahn um den gemeinsamen Schwerpunkt zeitweilig gegenseitig bedecken, wofür natürlich Voraussetzung ist, daß ihre Bahnebene nahe in unsere Blickrichtung zu diesem System fällt. Sind nun beide Komponenten kugelförmig und ihre Helligkeitsverhältnisse so, daß man die eine Komponente praktisch als „dunkel“ bezeichnen kann, so erhalten wir die Lichtkurve, die für den Algoltypus charakteristisch ist: der Stern leuchtet in konstanter Helligkeit, plötzlich nimmt diese ganz regelmäßig ab, erreicht ein Minimum, steigt genau symmetrisch zum Abstieg wieder bis zur Maximalhelligkeit an, die er dann unverändert bis zum Einsatz des neuen Abstiegs beibehält. Bei dem ältesten Vertreter dieser Art von Veränderlichen, der ja auch, wie schon oben ausgeführt, ihnen den Namen gegeben hat, bei β Persei (Algol) sind die entsprechenden Daten: der Stern ist für gewöhnlich 2,3. Größe, plötzlich beginnt seine Helligkeit abzunehmen, erreicht in 4,65 Stunden die 3,5. Größe, um dann sofort wieder in ebenfalls 4,65 Stunden seine ursprüngliche Helligkeit von 2,3. Größe zu erreichen. Dieser Lichtwechsel wiederholt sich mit der größten Gleichmäßigkeit alle 2,867311 Tage.

An Algol-Veränderlichen waren im Jahre 1900 nur 18 bekannt, während der Pragersche Katalog (siehe oben) für 1931 bereits 346 enthält. Lehrreich ist eine Übersicht nach der Länge der vorkommenden Perioden.

Algolsterne		
Periodenlänge		Anzahl
kürzer als 1 Tag		28
zwischen 1 und 5 Tagen		220
„ 5 „ 10 „		63
„ 10 „ 15 „		12
„ 15 „ 25 „		7
„ 25 „ 35 „		6
länger als 35 Tage		10
		346

Die kürzeste Periode mit 0,277 Tagen hat RV Piscium, die längste ϵ Aurigae mit 9900

*) Siehe „Weltall“ Jahrg. 27, Seite 125.

Tagen. Die weitaus größte Zahl hat jedoch Perioden von 1 bis zu 10 Tagen (über 80 %).

Beim β Lyrae-Typus haben die Komponenten die Gestalt eines dreiaxigen Rotationsellipsoids, und ihre Helligkeiten sind gleich oder doch annähernd einander gleich. Eine Zeit konstanten Lichtes kommt so überhaupt nicht vor. Die Helligkeit ist vielmehr fortwährenden, aber sehr regelmäßig verlaufenden Änderungen unterworfen. An Stelle des einen Minimums der Algol-Sterne treten jetzt zwei von eventuell verschiedener Tiefe auf. Die Helligkeitsänderungen außerhalb der Bedeckungszeiten, die einen flacheren Verlauf zeigen, rühren daher, daß die Größe der uns zugewandten Fläche sich ja durch die Drehung der Komponenten umeinander ständig ändert.

An β Lyrae-Sternen weist der Katalog für 1931 81 auf. Bei ihnen zeigt die Verteilung der Periodenlängen folgendes Bild:

β Lyrae-Sterne		
Periodenlänge		Anzahl
kürzer als 1 Tag		50
zwischen 1 und 5 Tagen		20
„ 5 „ 10 „		4
„ 10 „ 15 „		1
„ 15 „ 25 „		1
„ 25 „ 35 „		2
länger als 35 Tage		3
		81

Hier haben also über 85 % Perioden von unter 5 Tagen. Die kürzeste Periode hat RW Comae mit 0,237 Tagen, die längste W Crucis mit 198,5 Tagen.

Aus der Form der Lichtkurve der Bedeckungsveränderlichen kann man die Verhältnisse der Radien der beiden Komponenten, ausgedrückt in Einheiten der großen Halbachse ihrer Bahn, Neigung und Exzentrizität der Bahn, das Helligkeitsverhältnis der Komponenten und auch die Abweichung von der Kugelgestalt ableiten, worauf hier jedoch nicht im einzelnen eingegangen werden kann. Liegen dann für ein System noch spektroskopische Bahnelemente vor, so kann man nicht nur die Größenverhältnisse des Systems in Kilometern angeben, sondern ist auch noch in der Lage, die Massen und Dichten der Komponenten, ausgedrückt in Einheiten der Sonnenmasse bzw. Sonnendichte, auszurechnen.

Wir wenden uns nun einer anderen Gruppe von Veränderlichen zu, bei denen der Verlauf des Lichtwechsels auch sehr regelmäßig vor sich geht, bei denen aber als Ursache des Lichtwechsels keine Bedeckung von Doppelsternen angenommen werden kann. Die Gruppe dieser kurzperiodischen Veränderlichen (Periodenlängen bis zu etwa 45 Tagen) umfaßt die

δ Cephei-, ζ Geminorum- und
Antalgolsterne.

Die typische Lichtkurve der δ Cephei-Sterne ist: schneller steiler Anstieg vom Minimum zum Maximum und langsamer flacher Abfall

vom Maximum zum Minimum. Bei den ξ Geminae-Sternen ist Auf- und Abstieg nahezu symmetrisch. Die Antalgolsterne unterscheiden sich im Aussehen der Lichtkurve von den δ Cephei-Sternen im wesentlichen nur darin, daß sie im kleinsten Licht eine Zeitlang verweilen, während bei den δ Cephei-Sternen nach Erreichung des Minimums sofort wieder der Anstieg beginnt. Da die Antalgolsterne in kugelförmigen Sternhaufen in großer Zahl angetroffen werden, hat man sie auch als Cluster-Typus bezeichnet. Die ganze Gruppe dieser kurzperiodischen Sterne zerfällt, von der Periodenlänge ausgehend, in zwei scharf voneinander getrennte Gruppen: kurzperiodische, mit Perioden kleiner als ein Tag (etwa ein Drittel aller Sterne dieser Gruppe), wobei das Maximum der vorkommenden Perioden bei 11–12 Stunden liegt, und langperiodische, mit Perioden größer als ein Tag (etwa zwei Drittel). Bei diesen liegt das Maximum der vorkommenden Perioden bei etwa 5 Tagen. Auch sonst bestehen zwischen beiden Untergruppen wesentliche Unterschiede. Während die langperiodischen eine ausgesprochene Konzentration zur Milchstraße zeigen, kommen die kurzperiodischen in allen galaktischen Breiten vor. Die mittlere scheinbare Helligkeit der kurzperiodischen ist mit 11^m um zwei Größenklassen schwächer als die der langperiodischen, die bei etwa 9^m liegt. Die Streuung beträgt vier bzw. sieben Größenklassen. Die absolute Helligkeit der kurzperiodischen ist für alle Sterne gleich, etwa $-0^m,3$, während bei den langperiodischen sich ein deutlicher Gang dergestalt zeigt, daß die absoluten Helligkeiten mit wachsender Periodenlänge bis zu $-5^m,5$ ansteigen. Es sind also durchweg Riesensterne in sehr großer Entfernung mit verschwindend kleinen Parallaxen von höchstens einigen Tausendstel einer Bogensekunde. Allen Sternen der ganzen Gruppe gemeinsam ist jedoch die periodische Änderung von Spektrum und Radialgeschwindigkeit gleichzeitig mit der Helligkeitsänderung. Der Spektraltypus ist im Helligkeitsmaximum ein früherer als im Minimum. Die Amplitude beträgt etwa 0,5 bis 1,5 Spektralklassen. Die Kurve der Radialgeschwindigkeiten ist fast ein genaues Spiegelbild der Lichtkurve. Das Maximum der negativen Geschwindigkeit (der Annäherung) fällt mit dem Helligkeitsmaximum zusammen, das Maximum der positiven Geschwindigkeit (der Entfernung) mit dem Helligkeitsminimum. Dieser Zusammenhang schließt einen Bedeckungsvorgang als Ursache des Lichtwechsels wie bei den oben behandelten Algol- und β Lyrae-Sternen aus, da ja in diesem Falle während des Helligkeitsminimums die relative Geschwindigkeit gerade Null ist.

Zahlreich sind nun die Hypothesen, die zur Erklärung des Lichtwechsels der δ Cephei-Sterne aufgestellt worden sind. Sie können

hier unmöglich alle auch nur andeutungsweise behandelt werden. Keine der Hypothesen erklärt restlos die durch die Beobachtungen aufgeworfenen Fragen. Alle Erklärungsversuche zerfallen in zwei große Gruppen, indem einmal Doppelsternsysteme, das andere Mal einfache Himmelskörper vorausgesetzt werden. Es sollen hier von jeder Gruppe zwei Vertreter zu Worte kommen, ohne daß damit jedoch irgendein Werturteil über die Hypothesen abgegeben werden soll.

Nach Duncan (Lick Observatory Bulletin Nr. 151) ist die helle Komponente des Systems von einer dichten, sehr stark absorbierenden Atmosphäre umgeben. Ihre Bahn um den gemeinsamen Schwerpunkt liegt innerhalb der als sehr dünn angenommenen Atmosphäre der dunklen Komponente. Auf dem Wege durch diese Atmosphäre wird die der hellen Komponente zurückgedrängt, wodurch sie also an der Stirnseite eine geringere Höhe (Dicke) hat, so daß von dieser Stelle des Sternes aus, infolge der geringeren Absorption, eine größere Helligkeit ausstrahlt. Bei dieser Annahme fällt also in der Tat das Helligkeitsmaximum mit dem negativen Geschwindigkeitsmaximum zusammen, und umgekehrt liegt das Helligkeitsminimum bei dem positiven Geschwindigkeitsmaximum.

Guthnick nimmt an, „daß die Helligkeitsschwankung durch Gebiete abwechselnd größerer und geringerer Leuchtkraft auf der Oberfläche einer oder beider Komponenten hervorgerufen wird, die infolge der Rotation, deren Periode gleich der Umlaufzeit des Systems ist, über die Scheiben der Komponenten wandern. Diese Gebiete sind in einigen Fällen so regelmäßig angeordnet, daß man der Vermutung Raum zu geben gezwungen ist, daß es sich hierbei um die Wirkungen von stehenden Schwingungen handelt, die durch die gegenseitigen Einflüsse der in elliptischen Bahnen umeinanderlaufenden Komponenten entstehen. Werden durch diese Einflüsse Gebiete verschiedener Dichte oder verschiedenen Druckes erzeugt, was die größere Wahrscheinlichkeit für sich hat, so wechseln also Gebiete konstanten Druckes mit solchen veränderlichen Druckes ab. Die zweite, vorerst uns weniger wahrscheinlich dünkende Möglichkeit ist die, daß speziell durch die Gravitationswirkungen photometrisch merkliche Gezeitenwellen erzeugt werden. Vermutlich betreffen die Schwingungen nur die äußeren Schichten der Komponenten. Die Zahl der Wellen in der Lichtkurve braucht nicht der Zahl der vorhandenen Maxima und Minima der Leuchtkraft auf der Oberfläche der Komponenten zu entsprechen, vielmehr wird erstere kleiner sein können als letztere, indem für die Lichtkurve die Mächtigkeit der Atmosphäre, deren Absorption nach dem Rande der Scheiben zunehmen muß, eine wesentliche Rolle spielt. . . . Die Lichtkurve

wird unter sonst gleichen Umständen um so einfacher ausfallen, je durchsichtiger die höheren Atmosphärenschichten nach dem Rande der Scheiben hin sind. Möglicherweise hängt hiermit die Einfachheit der Lichtkurven der eigentlichen δ Cephei-Sterne zusammen. Es sind auch noch andere, für die besonderen Züge des Lichtwechsels maßgebende Faktoren denkbar, wie der Spektraltypus, etwaige Resonanz zwischen der Umlaufbewegung und den Eigenschwingungen der Atmosphären und dergleichen.“ (Veröff. d. Universitätssternwarte Berlin-Babelsberg, Bd. 2, H. 3, S. 132/3.)

Eddington setzt in seiner Pulsationstheorie (Monthly Notices, Band 79, Seite 2 und 177) voraus, daß ein δ Cephei-Stern sich periodisch ausdehnt und wieder zusammenzieht, wodurch sich nicht nur die Helligkeitsänderungen und Radialgeschwindigkeitsänderungen, sondern auch ihr zeitlicher Zusammenhang erklären.

Bottlinger (Astron. Nachrichten Nr. 5019) nimmt an, daß die δ Cephei-Sterne Jacobische Ellipsoide sind, die sich an der Grenze der Stabilität befinden. Dadurch ist an den Enden der großen Äquatorachse Zentrifugalkraft und Schwere gleich groß, so daß sich Teilchen von der Oberfläche lösen und eigene Bahnen beschreiben können. Im Verfolg dieser Bahnen fallen die Teilchen in der Nähe der kleinen Äquatorachse wieder auf den Stern zurück. An den beiden Enden der großen Äquatorachse bilden sich auf entgegengesetzten Seiten zwei Wülste von Außenatmosphären, die absorbierend wirken, während die freien Teile der Oberfläche in voller Helligkeit leuchten. So entsteht bei jeder halben Umdrehung ein Lichtwechsel, der δ Cephei-Charakter zeigt.

Eine dritte Gruppe von Veränderlichen finden wir in den

Langperiodischen oder Mira-Sternen.

Bei dem Lichtwechsel der Sterne dieser Gruppe kann man zwar noch von einer gewissen Periodizität sprechen, immerhin sind die Periodenlängen eines und desselben Sternes kleineren oder größeren Schwankungen unterworfen und bewegen sich nur um einen Mittelwert. Diese Abweichungen vom Mittelwert sind meistens ganz unregelmäßig, doch kommen auch im selben Sinne fortschreitende Periodenänderungen vor, z. B. bei R Hydrae. Bei diesem Stern nimmt die Periode etwa alle neun Jahre plötzlich um zehn Tage ab, so daß sie im Laufe der Zeit schon von über 500 Tagen auf etwa 410 Tage abgenommen hat. Bei ζ Cygni dagegen bleibt die Periode sehr konstant, etwa 408 Tage, während verschiedentlich Epochen-sprünge beobachtet worden sind. Die überhaupt vorkommenden Periodenlängen liegen zwischen 90 Tagen bei T Centauri (ein von der Harvard-Sternwarte als Mira-Stern angezeigter Veränderlicher von 63 Tagen Periode, RU Velorum, ist kein typischer Mira-Stern) und 731

Tagen bei VX Sagittarii, jedoch liegen über 70% in dem Intervall 200 bis 400 Tage mit einem Maximum bei etwa 300 Tagen.

Auch die Amplituden der Lichtschwankungen der Mira-Sterne sind unregelmäßigen Änderungen unterworfen.

Charakteristisch für die Mira-Sterne ist ihr Spektrum, das, von ganz verschwindenden Ausnahmen abgesehen, bei allen Sternen vom Me (früher Md genannt) Typus ist. Man versteht darunter das Absorptionsspektrum der Klasse M mit darübergelagerten hellen, insbesondere Wasserstofflinien, die gegen die dunklen Linien nach der violetten Seite des Spektrums hin verschoben sind. Dieser Spektraltypus ist so bezeichnend für die Mira-Sterne, daß man umgekehrt für einen Stern, der ein Me-Spektrum zeigt, einen Lichtwechsel vom Mira-Typus voraussagen kann.

Die Radialgeschwindigkeiten der Mira-Sterne zeigen keine Veränderlichkeit.

Als wahrscheinlichste Ursache des Lichtwechsels wird Fleckenbildung auf der Oberfläche wie bei unserer Sonne angenommen, nur daß die Fleckenbildung quantitativ viel stärker sein muß, was aber auch bei der stärker vorgeschrittenen Abkühlung dieser Sterne wahrscheinlich ist.

Die nun zu behandelnde Gruppe der unregelmäßigen Veränderlichen enthält alle die Sterne, die in die bisher besprochenen Gruppen nicht eingeordnet werden können. Es ist selbstverständlich, daß wir gerade hier die vielfältigsten Lichtwechselarten vorfinden, und diese Gruppe die interessantesten Fälle von veränderlichen Sternen aufweist. Wir führen einige kurz an.

R Coronae borealis, der seit annähernd hundert Jahren ununterbrochen beobachtet wird, ist oft jahrelang völlig konstant 6. Größe. Plötzlich nimmt er in wenigen Monaten, mitunter auch nur Wochen, bis zu 9 Größenklassen ab. Er steigt dann wieder unter Schwankungen bis zur 6. Größe an. Dieser Anstieg kann sich über Jahre erstrecken.

U Geminorum ist ebenfalls längere Zeit konstant 13^m, dann nimmt seine Helligkeit aber plötzlich zu bis etwa zur 9. Größe. Der Abstieg erfolgt entweder gleich (kurzes Maximum) oder nach einigen Tagen (langes Maximum). Kurze und lange Maxima wechseln ab.

T Pyxidis ist im allgemeinen etwa von der 14. Größe. In den Jahren 1890, 1902 und 1920 war er etwa 7^m. Das Spektrum ist dann ein typisches Nova-Spektrum.

Besonders Sterne dieser letzten Art, aber auch schon die U Geminorum-Sterne bilden offenbar den Übergang zu der letzten Gruppe, den eigentlichen

neuen Sternen.

Der Verlauf der Erscheinung einer Nova ist so gleichartig für alle neuen Sterne, daß es ge-

nügt, hier einen wieder ins Gedächtnis zurückzurufen, den sicher auch viele von unsern Lesern s. Z. beobachtet haben. Die Nova *Aquila e 3* hatte am 5. Juni 1918 noch eine Helligkeit von nur 11^m . Bei der Entdeckung am 7./8. Juni war der Stern schon fast 1. Größe und stieg dann noch am nächsten Tage bis $-0^m,5$ an. Die Helligkeit sank dann in zwanzig Tagen stetig auf etwa 4^m . Dann setzte der wellenförmige Helligkeitsabfall ein, der in langsamem aber ständigem Abklingen bis zur Ausgangshelligkeit anhielt.

Auch bei anderen Novae konnte man nachträglich feststellen, daß sie vor ihrem Aufleuchten als meistens sehr lichtschwache Objekte schon existierten, so daß die Bezeichnung „neue“ Sterne streng genommen als überholt gelten muß. Es handelt sich auch in diesen Fällen eigentlich um Veränderliche, bei denen allerdings der Anstieg zum Maximum vielleicht nur einmalig vorkommt; vielleicht ist aber auch die Zwischenzeit zweier Anstiege so groß, daß bisher immer nur ein Maximum beobachtet worden ist.

Thomas A. Edison.

Ein Stern erster Größe im Reiche der Wissenschaft und Technik.

Von Dr. F. S. Archenhold.

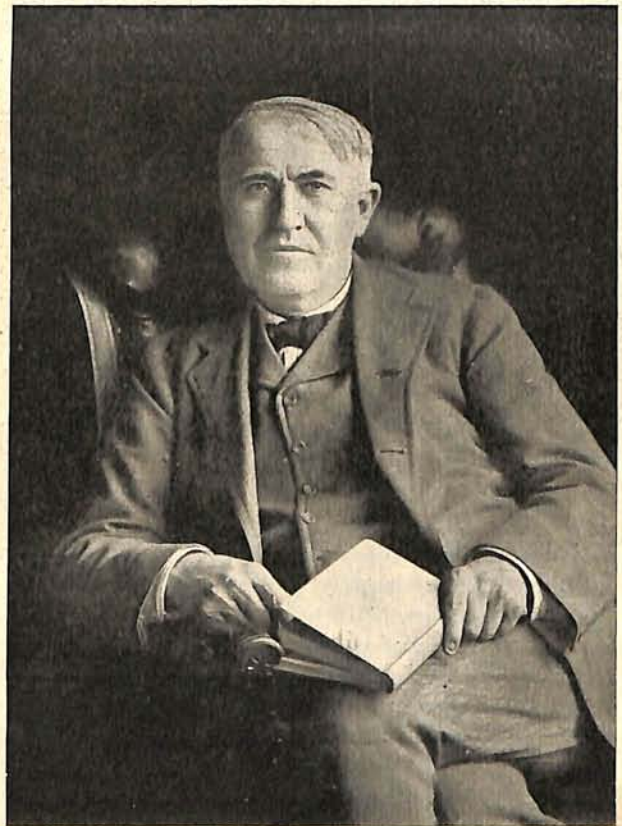
(Mit vier Abbildungen.)

Zwei Männer hatten sich in Amerika eng aneinander geschlossen. Diese Freunde leuchten heute als Doppelgestirn am Himmel der Technik und Industrie nicht nur in den Vereinigten Staaten, sondern auch in ganz Europa, ja, in allen zivilisierten Ländern der Welt. Es waren dies Edison und Carnegie.

Von diesen beiden Großen lernte ich zuerst Carnegie kennen. Im Jahre 1904 besuchte ich ihn auf seinem Schloß in Schottland. Er fuhr mit mir zur Eröffnung einer der vielen Bibliotheken, die von ihm in seiner alten Heimat gestiftet wurden. Auf dem Wege zeigte er mir sein Geburtshaus, ein einfaches, winziges Weberhäuschen, dessen Dach so niedrig war, daß ich mich vorsehen mußte, mit dem Kopf nicht an die Decke zu stoßen. Als Andrew Carnegie 1907 den Erweiterungsbau des nach ihm benannten Instituts in Pittsburg einweihte, lud er hierzu zahlreiche Ehrengäste aus allen Nationen ein. Aus Deutschland war auch ich geladen. Außerdem hatte ich die große Freude, bei der Eröffnung des Ingenieurhauses in New York zugegen zu sein und bei der Überreichung einer Medaille an Graham Bell einige Worte zu sprechen. Auch hatte ich das Glück, bei Edison eingeführt zu werden. In seinem Laboratorium in Orange im Staate New-Jersey habe ich viele unvergeßliche Stunden verlebt. Bei dieser Gelegenheit schenkte mir Edison sein Bild mit eigenhändiger Unterschrift, das wir hier wiedergeben. Der Schwung dieses regen Geistes zeigt sich deutlich im Schwung der Buchstaben.

Telephon und Phonograph sind wohl die wichtigsten Erfindungen der Neuzeit auf dem Gebiete der Stimmübertragung. Die eigentlichen Erfinder des Telephons sind allerdings Philipp Reiß und Graham Bell. Die Stimmwiedergabe war indessen hier noch äußerst schwach; erst Edison hat durch seine Verbesserungen das Telephon zu dem unentbehrlichen Verständigungsmittel gemacht, das es heute

darstellt. Der Phonograph hingegen ist Edisons alleinige Erfindung. Zum erstenmal



Jo F. S. Archenhold

Thomas A. Edison

Laboratory Orange N. J. USA
May 1 1907

in Deutschland wurde er im Jahre 1889 auf der Naturforscherversammlung in Heidelberg und dann in Berlin vor einem Kreise geladener

Ehrengäste, unter denen sich auch der damalige deutsche Kaiser befand, vorgeführt. Es zeugt von der Bescheidenheit des großen Erfinders, daß Edison diese Vorführung nicht selbst vornahm, sondern sich still im Hintergrunde hielt.

Von allen Erfindungen Edisons hat die Glühlampe die weiteste Verbreitung gefunden. Sie ist in Städte, in Dörfer, auf einsame Gehöfte vorgedrungen. Im Jahre 1930 feierten die Vereinigten Staaten das fünfzigjährige Jubiläum der Edison-Glühlampe; an deren



Edison und Bergmann.

praktischer Durchführung Sigmund Bergmann, der Begründer der Bergmann Elektrizitäts-Werke A.-G., einen großen Anteil hatte. Bergmann ist am 7. Juli 1927 aus dem Leben geschieden. Der Deutsche Goebel hatte eine elektrische Lampe, bei der Kohlenfäden aus verbrannter Bambusfaser im luftleeren Raum zum Glühen gebracht wurden, ein halbes Jahr vor Edison hergestellt. Edison und Bergmann gebührt jedoch das Verdienst, die Grundlagen geschaffen zu haben, auf denen sich die heutige Beleuchtungstechnik aufbaut. Im Alter von 19 Jahren wanderte der junge Bergmann nach Amerika aus, wie alle mit dem festen Vorsatz, die Welt zu erobern. Ein günstiges Geschick führte ihn zu Edison, in dessen Werkstätten in Newark er eintrat. Als Edison nach Menlo Park übersiedelte, zog Bergmann nach New York, wo er eine eigene Firma gründete.

Als Edison den Phonographen erfunden hatte, erinnerte er sich des praktischen Sinns von Bergmann zur konstruktiven Durchbildung und übertrug ihm die Ausführung eines Probeapparates. Dieser fiel so gut aus, daß der jungen Bergmannschen Firma die Dauerlieferung dieser Apparate übertragen wurde. Bergmann kommt der Ruhm zu, das erste brauchbare Modell des Phonographen gebaut zu haben, das nur mit kleinen Veränderungen noch heute seinen Siegeszug durch die Welt nimmt.

Als bei der Einführung der Glühlampen zur elektrischen Hausbeleuchtung Schwierigkeiten konstruktiver Natur auftraten, wandte sich Edison wieder an Bergmann. Dieser entwarf die Sockel und Fassungen der ersten Glühlampen, die heute noch in den Grundzügen wie vor 50 Jahren aussehen. Diese Erfolge veranlaßten Edison, Bergmann zu einer gemeinsamen Firma aufzufordern. Es wurde der Firma S. Bergmann nur ein „& Co.“ angehängt. Unter dieser Anonymität verbarg sich niemand anders als Edison. S. Bergmann & Co. in New York hatten im Jahre 1883 gemeinsam mit der Edison Company for Isolated Lighting die erste elektrotechnische Preisliste versandt. Des historischen Interesses wegen geben wir hier eine Abbildung nach dem Original wieder. Dieser Bergmann-Katalog aus jenen fernen Tagen gibt uns mehr als die spärlichen literarischen Veröffentlichungen jener Zeit. Er gibt uns einen unvergeßlichen Eindruck in das geniale Wirken zweier Männer: Edison und Bergmann. Nichts illustriert die schnelle Verbreitung der Glühlampe besser als einige nackte Zahlenangaben. Im Jahre 1883 brannten in den Vereinigten Staaten 44 786 Lampen, deren Energie in 199 Anlagen erzeugt wurde. In England und auf dem europäischen Festlande wurden 26 929 Lampen zur Zeit der Katalog-Versendung von 158 Anlagen versorgt. Auf der ganzen Welt leuchteten 71 715 Glühlampen, die von 357 Lichtzentralen gespeist wurden. — Heute beträgt die Zahl derselben Milliarden, und jeder, der ein elektrisches Licht benutzt, wird an das strahlende Genie Edisons erinnert.

Mit welcher Gründlichkeit Edison die von ihm behandelten Probleme durcharbeitete, hatte ich Gelegenheit, bei meinem Besuche zu bewundern. In seiner Arbeitsstätte waren über 10 000 kleine Akkumulatoren von ihm und seinen Assistenten aufgestellt worden, von denen jeder einzelne die chemischen Elemente und Säuren in anderer Mischung und Stärke enthielt. Es sollte auf Grund der Erfahrung herausgefunden werden, welche Zusammensetzung die größte Kapazität und Lebensdauer bei geringstem Gewicht ergab. Auf diese Weise ist es dann auch nach vielen mühseligen Versuchen gelungen, den von Edison bereits 1903 verbesserten Nickel-eisenakkumulator als Leichtakkumulator zu bauen.

Wenn Edison mit einer großen Arbeit beschäftigt war, vergaß er sowohl Essen wie Ruhe. Manchmal schlief er auf seinem Arbeitsstuhle ein, die Beine vor sich auf den Tisch gelegt, oder er benutzte eine ganz einfache Feldbettstelle, obgleich sein schönes Heim in unmittelbarer Nähe des Laboratoriums lag.

Für seine Arbeiten auf dem Gebiete der Kinematographie, deren große Bedeutung er bald erkannt hatte, waren in Orange Riesenräume vorbehalten. Mich interessierte besonders der Saal, in dem die Filme entwickelt wurden. Große Trommelrahmen wurden maschinell durch Bottiche, die verschiedene Entwicklungsflüssigkeiten enthielten, gedreht

Häuser war so groß, daß ein Abriß nur durch Sprengungen hätte erfolgen können.

Der Besuch im Phonographen-Probier-saal war für mich besonders lehrreich, aber für meine Ohren fast unerträglich. Alle möglichen Sprechmaschinen in allen Tönen, Sprachen und Dialekten schallten gleichzeitig durch den Raum. Hier wurde mir klar, weshalb Edisons Schwerhörigkeit immer mehr zunahm.

Hochinteressant war es mir, wie Edison mit einem Blick auf die Photographie unseres großen Treptower Fernrohrs die Vorteile der neuen Konstruktion erkannte. Er gehörte zu den wenigen, die sofort verstanden, was ich beab-

CATALOGUE AND PRICE LIST

-OF-

EDISON LIGHT FIXTURES,

MANUFACTURED BY

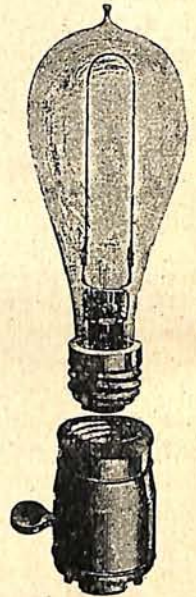
MESSRS. BERGMANN & CO.

292 to 298 AVENUE B, NEW YORK CITY.

These Electroliers, Brackets, etc., are especially designed for the Edison Incandescent Electric Lamp. They are provided with the standard sockets and wired in the best manner, in accordance with the requirements of the Board of Fire Underwriters and the rules laid down by the Engineering Department of the Edison Company. There is a large variety of designs of various prices, from which selections can be made suitable for all classes of work.

Most of the devices and fixtures illustrated in the following catalogue are manufactured and sold under patents which are controlled exclusively by the Edison Company and Messrs. Bergmann & Co., and the public are respectfully cautioned against all infringements of the same.

The illustrations in the catalogue represent only such leading styles of fixtures as its space permits us to show. It will be observed that the use of the Edison Incandescent Light offers a wider field for ornamentation in Electroliers, Brackets, etc., than that of gas. Special designs and estimates for all styles and classes of work will be furnished.



THE EDISON INCANDESCENT LAMP DETACHED FROM SOCKET.

Die erste Sockelkonstruktion und Fassung einer Glühlampe von Bergmann.

Titelseite des ersten Katalogs von Bergmann & Co. (Edison war der Kompagnon von Bergmann).

und der photographische Prozeß vom Anfang bis zu Ende genauestens verfolgt. Schon damals hatte Edison die Absicht, Lehr- und Kulturfilme herzustellen.

Für jedes Arbeitsgebiet — es gab deren natürlich noch weit mehr, als ich hier genannt habe — war ein besonderer Bau errichtet, so daß der Komplex einer kleinen Stadt glich. Die Ausführung dieser Häuser war die denkbar einfachste, da nur praktische Gesichtspunkte bei ihrer Errichtung maßgebend gewesen waren. Jeder künstlerische Gedanke war außer acht gelassen, so daß sie auf uns Deutsche einen ernüchternden Eindruck machten. Eine Erfindung Edisons war hier im Jahre 1907 schon zur Ausführung gelangt. In eiserne Gußformen, die der Form des Hauses entsprachen und immer wieder verwendet werden konnten, wurde Zement gegossen. Die Festigkeit dieser

sichtig hatte. Nicht ich war es, der ihm zu sagen brauchte, daß die Kuppel das Fernrohr nur schützt, wenn es ruht und nicht zur Arbeit gebraucht wird. Ich höre seine Worte noch deutlich in meinen Ohren klingen: „Da vermeiden Sie ja die teuren beweglichen Podien und haben den Vorteil, daß das Fernrohr immer von Luft gleicher Temperatur umspült ist.“ Besonders interessierte ihn die Einrichtung zur Aufhebung der Durchbiegung bei unserem Treptower Fernrohr. Angeregt durch die vielen neuen Gedanken, die bei der Aufstellung unseres Fernrohrs zur Ausführung gelangt waren, wollte er mich seinerseits für das Grönländische Eisen interessieren, dessen Herkunft er für außerirdisch hielt und in größerer Menge vorhanden glaubte, als damals bekannt war. Meine Frau besitzt noch eine darauf bezügliche Zeichnung von Edisons Hand.

Edison hatte große allgemeine astronomische Kenntnisse und wäre, wie er mir sagte, selbst gern Astronom geworden. Er meinte, es müsse eine große Freude sein, wenn man auf der Plattform der Treptow-Sternwarte stehen und von dieser aus beobachten könne.

Edison und seine weltbekannten Erfindungen

sind gelegentlich seines 80. Geburtstages im Jahre 1927 und jetzt wieder bei seinem Tode am 18. Oktober 1931 ausführlich gewürdigt worden. Meine eigenen Einblicke in Edisons Arbeit sollen nur dazu beitragen, auf das Lebensbild des großen Mannes noch einige Schlaglichter zu werfen.

Professor Dr. Alfred Wolfer †.

Am 8. Oktober dieses Jahres ist der ehemalige Direktor der Eidgenössischen Sternwarte in Zürich, Professor Dr. Alfred Wolfer, bei einem Besuch in seiner Jugendheimat Rorschach ganz unerwartet einem Herzschlag erlegen. In ihm verliert die astronomische Wissenschaft einen hervorragenden Forscher auf dem noch mit schwierigen Fragen behafteten Gebiete der Sonne, dem er seine ganze Lebensarbeit widmete.

Heinrich Alfred Wolfer wurde am 27. Januar 1854 zu Schönenberg bei Zürich geboren. Er besuchte in den Jahren 1871 bis 1875 das Züricher Polytechnikum, um daselbst Astronomie zu studieren. Kein besserer Lehrer konnte ihm wohl für seine spätere Betätigung hier zuteil werden, als Rudolf Wolf, der damalige Direktor der Züricher Sternwarte, dessen Ruf als Sonnenforscher bereits begründet war. Wolf zog seinen „Komperativ“ — wie man damals über Wolf und Wolfer scherzte — nach vollendetem Studium sogleich an sich heran, und Wolfer war von 1876 bis 1891 sein Assistent. In den letzten 8 Jahren dieser Tätigkeit war er außerdem noch Privatdozent für Astronomie. Darauf wurde er zum Observator der Sternwarte und zum Honorarprofessor für Astronomie am Polytechnikum ernannt, und im Jahre 1894 übernahm er nach dem am 6. Dezember 1893 erfolgten Tode Wolfs die Leitung der auch ihm wohlvertraut gewordenen Sternwarte. Im folgenden Jahre wurde er außerordentlicher Professor an der Züricher Universität. 32 Jahre lang stand er jener Himmelswarte vor, tatkräftig wirkend und viele Schüler zu tüchtigen Astronomen ausbildend. Nur fünf Jahre Ausruhens von seiner Berufsarbeit waren ihm vergönnt. Aber auch nach seinem Übertritt in den Ruhestand blieb er seiner „Frau Sonne“, wie er von ihr zu sprechen pflegte, getreu und führte seine Absicht, ihr als Pensionär noch so oft wie möglich „einen Besuch abzustatten“, bis an sein Lebensende durch.

Wolfer ist also auf seiner Lebensbahn nicht über Zürich hinausgekommen, wenn man von diesen oder jenen Reisen, die er zu wissenschaftlichen Zwecken in fremde Länder unternahm, absieht. In der schönen Stadt an der Limmat war er eine allbekannte und wissenschaftlich anerkannte Persönlichkeit. Unter

Wolfs Ägide war er zu einer Autorität auf dem Gebiete der Sonnenforschung herangewachsen. Sie beide waren es, die zuerst durch Zusammenstellung von allem bis dahin überhaupt zusammengetragenen Material zeigten, daß die durch den Liebhaberastronomen H. Schwabe in Dessau im Jahre 1843 als sicher erkannte Periode der Sonnenfleckenhäufigkeit eine Dauer von $11\frac{1}{5}$ Jahren besitzt. Diesem Ergebnis eifriger Arbeit stehen noch manche andere zur Seite. Das Schaffen Wolfers erstreckte sich in jahrzehntelangem Bemühen auf Sonnenflecke, Fackeln, Protuberanzen und den mit der Sonnenfleckenperiode zusammenhängenden Erdmagnetismus. Es steht fest, daß Wolfers Name in der Geschichte der Sonnenforschung stets eine ehrenvolle Stelle einnehmen wird.

Der Heimgegangene war ein schlichter Gelehrter und stets lebenswürdiger und hilfsbereiter Mensch, der seine Geistesgaben in Wort und Schrift nicht nur einem engen Kreise seiner Wissenschaft lieb, sondern sie auch den Liebhaberastronomen nutzbringend zugänglich machte. Er legte zwecks Fortführung der nun schon 80 Jahre alten Sonnentätigkeitsstatistik ganz besonderen Wert auf die Mitarbeit weitester, von astronomischer Berufsarbeit unbelasteter Liebhaberkreise, half private Arbeitsgemeinschaften auf- und ausbauen, ermunterte diese, in einem regen Briefverkehr zur fortgesetzten Tätigkeit und kargte nicht mit Lob und Tadel. Es ist dem Unterzeichneten auch in dieser Hinsicht eine Genugtuung, diese Gedenkreisen schreiben zu dürfen, da die ihm unterstellte „Arbeitsgemeinschaft für Sonnenforschung“ eine außerordentliche Fürsorge Wolfers zu verdanken hat.

Nun hat sich das wohlwollende Auge des an Ehrungen reich gewesenen Gelehrten im fast vollendeten 78. Lebensjahr, mitten in noch ungebrochener Schaffenskraft und bei beweglichem Geiste, für immer geschlossen. Am 13. Oktober hat das Züricher Krematorium seine irdische Hülle aufgenommen. Die Stadt Zürich, in der er wirkte, und seine vielen wissenschaftlichen und privaten Freunde, zu denen letzteren sich auch der Unterzeichnete 31 Jahre hindurch rechnen durfte, werden ihm bestimmt ein treues Andenken bewahren als Dank für das, was Wolfer für die Wissenschaft und auch für sie geleistet hat.

Günther von Stempell.

Etwas von den Märchen und Sagen der Sternbilder.

Von Hermann Häfker*).

Es ist nicht richtig, zu sagen, daß die Sternbilder zu dem Zweck „erfunden“ worden sind, um sich nach ihnen besser am Himmel zurechtzufinden, sondern umgekehrt: weil gewisse Sterngruppen sich auffällig hervorhoben, fand man sich nach ihnen zurecht und gab ihnen Namen zum besseren Merken. Und zwar sind da zwei Arten von Benennungen möglich: entweder stellen die einzelnen Sterne einer Gruppe die Figuren einer Erzählung dar, oder sie werden alle zusammen als eine Gestalt aufgefaßt. So waren die sieben Hauptsterne des Großen Bären für die Römer einzelne Pflugtiere, weshalb das ganze „Bild“ die „Sieben Pflugtiere“ (septem triones) genannt wurde; nach der uns gebräuchlichen Anschauung bilden sie aber (mit einer weit ausgedehnten weiteren Himmelsgegend zusammen) die Hauptpunkte einer Gestalt, eben eines „Bären“, oder die Verbindungslinien der Einzelsterne bilden eine Art „Umriß“ des Bildes. Auf die erstere Art — mit lauter Sternindividuen — bevölkern namentlich die Naturvölker und die Araber ihren Himmel und haben es dann leicht, allerlei Geschichten dazu zu erzählen. So heißen nach den Arabern die vier Kopfsterne des Drachen (volkstümlich) die vier „Kamelmütter“ und das ganz kleine Sternchen in ihrer Mitte das „Kameljunge“. Die Alten haben es mit gutem Grunde in ihre Mitte genommen, denn in der Nähe funkelt das böse Auge des Schakals, einer der Hauptsterne des Drachenhalses, gegen den sie es schützen müssen. Die drei Sternchenpaare an den Tatzen des Bären nebst dessen Kopfsterne haben folgende Geschichte: Der „Löwe“ (Regulus) schlug mit dem Schweife den Boden. Da erschrecken die „Gazellen“ und sprangen davon — ihre Fußspuren sind die erwähnten Sternpaare. Sie ruhten nicht eher, als bis sie über den „Sumpf“ (die sternleere Stelle an der Brust des Löwen) gerettet waren und lugen nun von der andern Seite aus nach dem Löwen zurück (Gruppe der Kopfsterne).

Aber über diese Einzelstern-Gruppen wuchs gleichsam als neues Prinzip das uns bekannte System der Sternbilderfiguren hinweg. Beides zusammen ist noch im Bootes gemischt: Hier spielt sowohl die ganze Gestalt (Bootes = Rindertreiber) wie auch ein einzelner Stern (Arkturus = Bärenjäger!) auf die Beziehung zum „Bären“ (7 Dreschochsen) an, die der „Bootes“ das eine Mal „jagt“, das andere Mal „treibt“. Die Namen dieser Sternbilder sind heute meistens griechisch, aber sie stammen aus viel älterer Zeit, nämlich von den Babyloniern und ihren Vorgängern, den Sumerern.

*) Der Verfasser spricht am 9. Dezember im „Verein von Freunden der Treptow-Sternwarte“ mit zahlreichen künstlerischen Lichtbildern über „Märchen und Geschichten von den Sternen“.

Und diese Namen von Helden, Tieren und Ungeheuern haben nun den späteren Erklärern viel Kopfzerbrechen gemacht, denn es ist ein Rätsel dabei: dieses Sterngefünkkel hat doch meistens nicht die geringste Ähnlichkeit mit irgend einer Gestalt! In der Tat sind ja auch die „Sternbilder“, die man in den Atlantik gezeichnet findet, meist die reinen Karikaturen, so der Bär mit dem großen „Schwanz“, der Löwe usw., und andererseits ist kein Grund einzusehen, weswegen gewisse Sternbänder hier einen „Drachen“, dort eine „Schlange“, anderswo wieder eine „Wasserschlange“ (Hydra) bedeuten sollen, usw.

Tatsächlich liegt das Geheimnis der Sternbilder nicht in irgendeiner Ähnlichkeit, sondern in kosmischen Ideen, die an bestimmten Stellen des Himmels verkörpert sind. Um das zu verstehen, muß man zunächst das Weltbild der Antike kennen, aber es genügen schon einige Grundzüge, die dem modernen Menschen selbstverständlich erscheinen, obgleich sie uns nur aus jahrtausendalten Vorstellungen zu Fleisch und Blut geworden sind. Nämlich: für uns alle bedeutet das „Oben“ (der Himmel) die Welt des Lichtes, des Lebens, der Unsterblichkeit, das „Unten“ (unter der Erde) ist mit der Vorstellung des Gedrückten, Traurigen, Finsternen, des Todes und der Sterblichkeit verbunden. Die Alten drückten das so aus: „oben“ ist der Götterhimmel, „unten“ die Unterwelt, das Totenreich, in der Mitte die Welt der Natur, in der Leben und Tod unweigerlich miteinander verbunden sind und einander fortwährend ablösen.

Nun kommt das Urphänomen des Himmels hinzu: daß sich nämlich seine Gesamtheit unabänderlich im Kreise um die Erde bewegt, die Sonne aber sich je nach den Jahreszeiten bald in der oberen, bald in der unteren Region des Himmels bewegt, das heißt, in der Hälfte des Jahres im Reiche des Todes, in der anderen Hälfte im Reiche des Lebens. Je nach der Jahreszeit, in der die Sonne in ihnen steht, bekommen daher die Sternbilder, zunächst die des Tierkreises, eine besondere Beziehung in diesem Auf und Ab, diesem großen Jahresliede von Leben und Tod. Diese Menschheitsdichtung ist in den einzelnen Sternbildern und den dazugehörigen Märchen und Sagen gleichsam in Strophen und Antistrophen zerlegt. Die Babylonier haben die Grundzüge geschaffen, die Griechen sie später anmutig spielend ausgebaut: das ist unser heutiger Sternbilderhimmel!

So bemerkt man in dem „unteren“ Teil des Tierkreises und in seiner Nähe eine Menge „Wasser“- und „Fisch“-Namen: Fische, Walfisch, Ziegenfisch (= Steinbock), Wassermann, Hydra, Fluß Eridanus usw. Diese „Wasserregion“ des Himmels ist das Symbol des

winterlichen Totenreiches, während in der „oberen“ Region des Tierkreises die Symbole des Lebens vorherrschen, z. B. nahe dem Frühlingspunkte der „Stier“, das Urbild der gewaltigen Zeugungskraft der Natur, und dann die himmlische Frühlings-Tierkinderwelt: die Henne mit den „Küchlein“ (Hyaden), die „Tauben-

schar“ (Plejaden), der Fuhrmann mit dem „Zicklein“ (Kapella) usw. Geht man von dieser Grunderkenntnis aus an die Sternbildersagen heran, so enthüllen sie sich als ein oft tief ergreifendes, oft auch lustiges Epos über das gewaltige Thema: Leben und Tod, Sterblichkeit, Unsterblichkeit und Liebe.

Der gestirnte Himmel im Dezember 1931.

Von Günter Archenhold.

(Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.)

Unsere Sternkarte auf der ersten Seite des Umschlages gibt den Stand der Sterne für den 1. Dezember 22^h, 15. Dezember 21^h und den 31. Dezember 20^h wieder. Der Benutzer der Karte wolle sie so vor sich halten, daß diejenige der auf dem kreisförmigen Kartenrand angegebenen Himmelsrichtungen nach unten zeigt, nach der er gerade schaut. Wenn man also die Sterne des Osthimmels betrachten will, so stelle man sich mit dem Gesicht nach Osten und drehe die Sternkarte so, daß der mit Ost bezeichnete Kartenrand nach unten weist.

Am 1. Dezember um 22^h wird man gerade über dem Ostpunkt den Stern *Procyon* im Kleinen Hund erblicken. Er ist einer der nächsten unter den helleren Sternen, denn er ist nur 10,7 Lichtjahre von uns entfernt. *Procyon* ist 6mal so hell wie die Sonne und ist besonders deswegen bemerkenswert, weil Bessel im Jahre 1844 auf Grund seiner veränderlichen Eigenbewegung in gleicher Weise wie beim *Sirius* auf das Vorhandensein eines dunkleren Begleiters schloß. Ende des Jahres 1896 gelang es Schaeberle, mit dem 36zölligen Lick-Refraktor den Begleiter wirklich aufzufinden, der 100 000mal schwächer ist als der Hauptstern.

Oberhalb des Kleinen Hundes befinden sich Zwillinge und Fuhrmann, an die sich nach rechts *Perseus*, *Stier* und *Orion* anschließen. *Sirius* im Großen Hund, der gerade im Aufgehen begriffen ist, vervollständigt die Schar der Wintergestirne. Der Blick nach Norden zeigt uns den Großen und den Kleinen Bären, zwischen denen sich der langgestreckte Drache hindurchzieht. Im Nordwesten leuchten *Wega* in der Leier und *Deneb* im Schwan. Im Westen steht *Pegasus* und über ihm *Andromeda* und *Kassiopeia*. Der Südteil des Himmels wird von *Walfisch* und *Eridanus* eingenommen.

Der veränderliche Stern *Algol* im *Perseus* steht im Dezember hoch am Himmel. Seine Lichtminima treten zu folgenden Zeiten ein:

Dez. 10. 4^h Dez. 15. 22^h
 „ 13. 1^h „ 18. 19^h

Die Planeten.

Merkur finden wir auf unserer Planetenkarte zu Beginn des Monats nahe dem süd-

lichsten Punkt des Tierkreises. Obgleich er zur Zeit seiner größten östlichen Elongation am 3. Dezember einen Winkelabstand von 21° vom Tagesgestirn hat, bleibt er bei uns wegen seines südlichen Standes für das bloße Auge unsichtbar.

Venus wird am Abendhimmel immer länger sichtbar; von anfangs 37 Minuten wächst ihre Sichtbarkeitsdauer auf 1¾ Stunden an. Wegen ihres großen Glanzes wird *Venus* nach Sonnenuntergang das auffallendste Gestirn am südwestlichen Horizont sein. Am 19. Dezember zieht sie um die Mittagsstunde 3 Vollmondsbreiten südlich an *Saturn* vorbei. Am Abend dieses Tages findet man sie daher bereits östlich vom Ringplaneten.

Mars bleibt weiterhin unsichtbar.

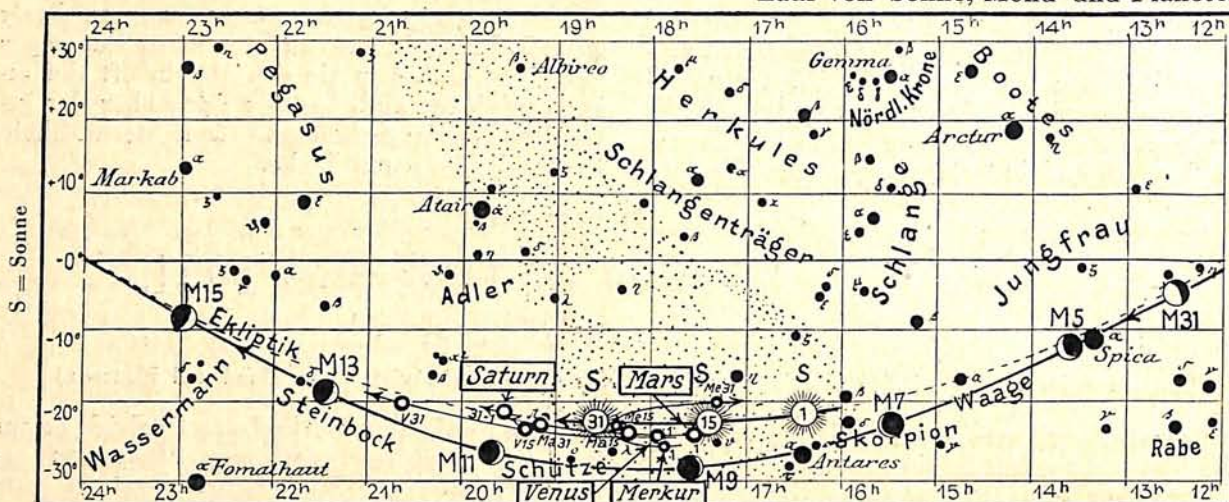
Jupiter, im Sternbild des Löwen, erscheint anfangs um 21¾^h, am Monatsende um 19¾^h über dem Horizont und bleibt bis zum Sonnenaufgang zu beobachten. Die Stellungen und Verfinsterungen seiner vier hellen Monde geben wir nachstehend an:

Verfinsterungen			Stellungen			
Dez.	M. E. Z.	Mond	Dez.	3 ^h 30 ^m	Dez.	3 ^h 30 ^m
	h m			M. E. Z.		M. E. Z.
3	2 04	I E	1	41 0 23	17	4231 0
6	22 03	II E	2	42 0 13	18	43 0 12
10	3 57	I E	3	432 0	19	43 0 2
11	22 25	I E	4	431 0 2	20	421 0
12	20 43	III E	5	34 0 21	21	4 0 13
13	0 22	III A	6	21 0 34	22	1 0 23
14	0 39	II E	7	0 2143	23	2 0 413
17	5 50	I E	8	1 0 234	24	213 0 4
19	0 18	I E	9	2 0 134	25	3 0 124
20	0 41	III E	10	231 0 4	26	3 0 24
20	4 20	III A	11	3 0 24	27	231 0 4
21	3 14	II E	12	3 0 124	28	2 0 134
22	2 35	IV E	13	21 0 4	29	1 0 234
22	7 26	IV A	14	0 413	30	0 143
24	7 43	I E	15	41 0 23	31	2143 0
26	2 12	I E	16	42 0 13		
27	4 39	III E				
27	20 40	I E				
28	5 49	II E				

E = Eintritt
 A = Austritt

Die Stellung der Monde ist in ihrer Reihenfolge so angegeben, wie sie im umkehrenden astronomischen Fernrohr erscheint. *Jupiter* selbst ist durch einen Kreis dargestellt. Steht der Mond vor der Scheibe, so ist seine Nummer in den Kreis hineingesetzt; befindet er sich hinter *Jupiter*, oder wird er durch den Schatten des Planeten verfinstert, so ist seine Ziffer fortgelassen.

Abb. 2a. Lauf von Sonne, Mond und Planeten



Saturn nimmt Abschied vom Abendhimmel. Anfangs ist er noch etwa 1¼ Stunden lang nach Sonnenuntergang zu sehen; seine Sichtbarkeitsdauer nimmt aber rasch ab, und vom 30. an bleibt er unsichtbar.

Uranus, in den Fischen, steht bei Sonnenuntergang bereits hoch im Osten. Er passiert den Meridian am 1. Dezember um 20¼h und am Monatsende 2 Stunden früher. Am 15. Dezember beträgt seine Rektaszension 0h58m,1 und die Deklination + 5°30'.

Neptun kann im Sternbild des Löwen aufgesucht werden. Er steht am 15. Dezember in Rekt. = 10h39m,7 und Dekl. = + 9°17'.

Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne gelangt am 22. Dezember zum tiefsten Punkt ihrer Bahn. Ihre südliche Deklination beträgt an diesem Tage 23°27'. Nur während 7 Stunden 39 Minuten erreichen uns ihre Licht- und Wärmestrahlen. Die Nacht dauert dagegen 16 Stunden 21 Minuten.

In Berlin geht die Sonne zu folgenden Zeiten auf und unter:

	Aufgang	Untergang
Dez. 1.	7h53m	15h57m
„ 15.	8h10m	15h52m
„ 31.	8h17m	16h1m

Weitere wichtige Angaben finden sich in nachstehender Tabelle:

Datum	Rektasz.		Deklin.		Sternzeit		Zeitgleichg.	
	0h Weltzeit		0h Weltzeit		Berlin, Mittag		wahre minus mittlere Zeit	
	h	m	o	'	h	m	m	s
Dez. 1.	16	24,2	-21	37	16	37,4	+ 11	12
„ 5.	16	41,5	22	13	16	53,2	9	39
„ 10.	17	3,3	22	49	17	12,9	7	30
„ 15.	17	25,4	23	13	17	32,6	5	10
„ 20.	17	47,5	23	25	17	52,3	2	43
„ 25.	18	9,7	23	26	18	12,0	+ 0	14
„ 30.	18	31,9	-23	15	18	31,7	- 2	13

Der Mond ist mit seinen Lichtgestalten von zwei zu zwei Tagen in unsere Planetenkarte eingetragen.

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Letztes Viertel:	Dez. 2.	17¼h
Neumond:	„ 9.	11¼h
Erstes Viertel:	„ 16.	23¼h
Vollmond:	„ 25.	0½h

Am 6. Dezember steht der Mond in Erdnähe, am 18. in Erdferne. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt an diesen beiden Tagen 32'47" bzw. 29'36", die Horizontalparallaxe 60'5" und 54'13".

Im Dezember sind in Berlin folgende Bedeckungen heller Fixsterne durch den Mond zu beobachten:

Nov.	Name	Gr.	Rekt. 1931		Dekl. 1931		Phase	Zeiten für Berlin		Winkel	Mondalter	Hilfsgrößen	
			h	m	o	'		h	m			a	b
		m	h	m	o	'		h	m	o	d	m	m
13.	γ Capricorni	5,3	21	11,7	-20	56	E	17	45	87	4,3	- 1,4	- 0,9
15.	70 Aquarii	6,1	22	44,9	-10	55	E	16	36	63	6,3	- 1,4	+ 0,9
17.	98 B. Piscium	6,3	0	14,2	+ 1	18	E	20	3	36	8,4	- 0,9	+ 0,9
18.	ε Piscium	4,4	0	59,4	+ 7	31	E	22	31	18	9,5	- 0,6	+ 1,4
22.	66 Arietis	6,1	3	24,4	+22	34	E	2	17	26	12,7	- 1,0	+ 0,9
23.	ζ Tauri	5,3	4	18,4	+25	28	E	2	25	111	13,7	- 0,5	- 2,2

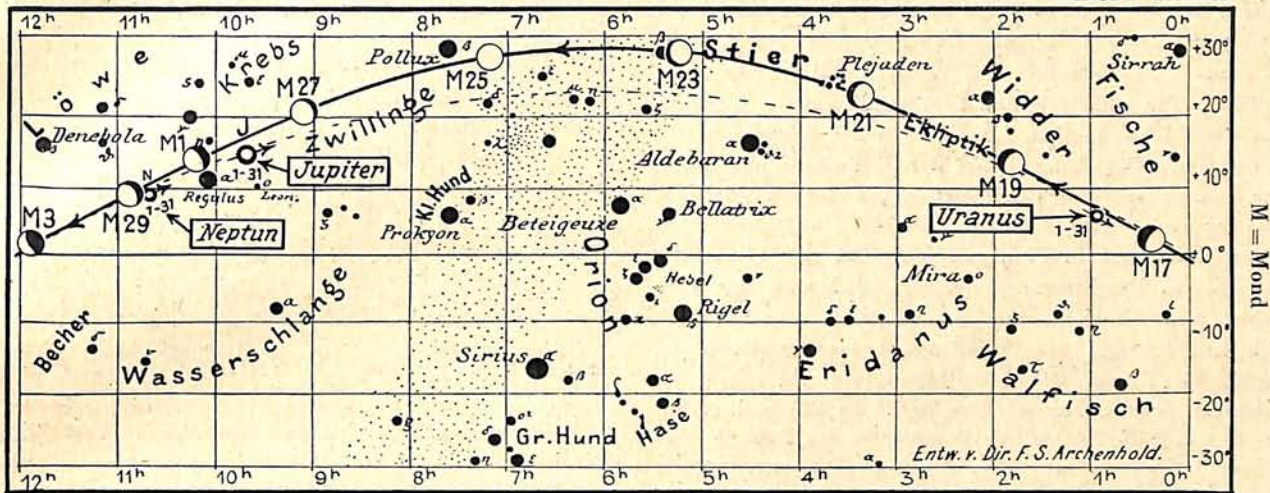
E = Eintritt, A = Austritt

Die Hilfsgrößen a und b dienen dazu, genäherte Ein- und Austrittszeiten für ganz Deutschland zu berechnen. Den für Berlin geltenden Zeitangaben ist die Korrektion a (13°0,1 - λ) + b (φ - 52°0,4) hinzuzufügen, wobei λ und φ die geographische Länge und Breite des Beobachtungsortes bedeuten.

für den Monat Dezember 1931.

Abb. 2b.

Nachdruck verboten.



Bemerkenswerte Konstellationen.

- | | |
|---|--|
| Dez. h | Dez. h |
| 1. 11 Jupiter in Konjunktion mit dem Monde. | 16. 6 Merkur in Konjunktion mit Mars. |
| 2. 14 Neptun in Konjunktion mit dem Monde. | 18. 21 Uranus in Konjunktion mit dem Monde. |
| 3. 4 Merkur in größter östlicher Abweichung 21°19'. | 19. 12 Venus in Konjunktion mit Saturn. |
| 10. 4 Jupiter stationär. | 21. 10 Merkur in unterer Konjunktion mit der Sonne. |
| 10. 11 Mars in Konjunktion mit dem Monde. | 22. 21 Sonne tritt in das Zeichen des Steinbocks, Wintersanfang. |
| 10. 21 Merkur in Konjunktion mit dem Monde. | 26. 1 Uranus stationär. |
| 11. 6 Venus in Konjunktion mit dem Monde. | 28. 16 Jupiter in Konjunktion mit dem Monde. |
| 11. 16 Neptun stationär. | 29. 20 Neptun in Konjunktion mit dem Monde. |
| 11. 20 Merkur stationär. | 31. 19 Merkur stationär. |
| 11. 23 Saturn in Konjunktion mit dem Monde. | |

AUS DEM LESERKREISE

Teleskopische Sternschnuppe.

Als ich am 10. September 1931 bei ganz ausgezeichneten Luftverhältnissen den Stern Mirach (Beta Andromedae) mit meinem Vierzöller bei 36facher Vergrößerung beobachtete, sah ich um 21^h14^m32^s eine sehr interessante teleskopische Sternschnuppe. Sie lief ziemlich schnell durch das Gesichtsfeld. Ihre Farbe war kraßgelb mit etwas Orange. Ihre Helligkeit konnte durch Vergleich mit Sternen, die gleichzeitig im Gesichtsfeld gesehen wur-

den, zu 8^m festgestellt werden. Die Bahnlänge wurde zu 1°40' vermessen. Die Sternschnuppe lief 5' nördlich an Mirach vorbei. Es war ein sehr reizvolles Schauspiel, wie sie sich dem hellen Stern Beta Andromedae näherte. Ich habe schon mehrere teleskopische Sternschnuppen gesehen, aber noch nie haben sie einen solchen Reiz auf mich ausgeübt wie gerade diese.

Schwerin i. M.

W. W. Spangenberg.

KLEINE MITTEILUNGEN

Die Entfernung des Orionnebels, der in den kommenden Wintermonaten zu den schönsten Beobachtungsobjekten des Himmels zählen wird, war bisher nur sehr unsicher bekannt. Die einzelnen Angaben schwankten zwischen 500 und 5000 Lichtjahren. Es ist daher zu begrüßen, daß Robert J. Trumpler von der Lick-Sternwarte der Aufgabe erneut nähergetreten ist, um so mehr, als heute für eine solche indirekte Entfernungsbestimmung viel bessere Unterlagen zur Verfügung stehen als früher. Trumpler bestimmte die photographische Helligkeit, den Spektraltypus und den Farbenindex von 17 im Orionnebel stehenden Sternen, zu denen auch die bekannten Trapezsterne gehören, und erhielt als wahrscheinlichsten Wert für den Abstand des Nebels 1800 Lichtjahre.

G. A.

Über Störungen von Pendeluhrn durch Erdbeben berichtet M. Schuler in den Astr. Nachr. Nr. 5827. Schuler hat eine Präzisionsuhr konstruiert, die auf der Göttinger Sternwarte aufgestellt ist, um ihre Betriebssicherheit und Genauigkeit festzustellen. Sie besitzt ein Pendel, das zwei an den Enden der Pendelstange angebrachte Gewichte trägt, die so berechnet sind, daß durch eine Änderung der Pendellänge die Schwingungszeit nicht beeinflusst wird. Dadurch wird der bei fast allen Uhren auftretende säkulare Gang vermieden, der dadurch entsteht, daß sich das Pendel im Laufe der Zeit verlängert. Die Konstruktion von Pendeluhrn, deren Genauigkeit mehr als eine Sekunde im Jahre beträgt, ist deswegen von besonderer Bedeutung, weil durch sie die astronomisch festgestellten Schwankungen der Erddrehung nachgewiesen werden könnten.

Die Schulersche Uhr ist mit einer Einrichtung versehen, die den Ausschlag des Pendels fortlaufend photographisch festhält. In dem Registrierstreifen vom 7. Juni d. J. bemerkte Dr. Gengler, Mitarbeiter von Schuler, eine scharfe Zacke. Die Amplitude des Pendels, die normal 88' beträgt, hatte sich gegen 1h26m um 0,4 verringert. Die Anfrage bei der Erdbebenwarte ergab die genaue zeitliche Übereinstimmung der Amplitudenstörung mit den seismographischen Aufzeichnungen eines Erdbebens in Nordengland. Bei der Durchsicht der älteren Diagramme zeigte sich, daß auch das Erdbeben von Lissabon am 20. Mai 1931 eine deutlich sichtbare Störung der Amplitude hervorgerufen hatte. Da der Herd dieses Bebens weiter entfernt lag, so war die Wirkung geringer als bei dem Beben in England. Auch in diesem Falle wurde die Amplitude des Pendels verringert. Daß in beiden Fällen eine Verringerung des Ausschlags eintrat, ist Zufall. Die Veränderung der Bewegung ist davon abhängig, in welcher Richtung das Pendel im Moment des Anstoßes schwingt.

Während in Göttingen wegen der geringen Stärke der Erdstöße eine Veränderung des Uhrstandes nicht festgestellt werden konnte, zeigten die ausgezeichneten Shortt-Uhren in Greenwich eine Veränderung des Uhrstandes von 0s,015 gegeneinander. Leider haben diese Uhren keine Amplitudenregistrierung, so daß mit Sicherheit nicht gesagt werden kann, ob diese Gangstörung auf eine Veränderung des Pendelausschlages zurückzuführen ist, wie Schuler annimmt. Da sich eine solche photographische Registrierung bei der Göttinger Uhr gut bewährt hat, schlägt Schuler vor, ähnliche Einrichtungen auch anderwärts zu treffen. G. A.

Kleine Planeten im Dezember 1931. Nach einer langen Pause gelangen im Dezember wieder zwei hellere Planetoiden in Opposition. Hebe erreicht die Helligkeit 7^m,7, Massalia 8^m,3. Wir führen nachstehend die Ephemeriden dieser beiden Körper an:

(6) Hebe		(20) Massalia			
	Rekt.	Dekl.			
Nov. 19.	5h14 ^m	-2°41'	Nov. 19.	5h59 ^m	+22°33'
	27. 5 7	2 49		27. 5 54	22 30
Dez. 5.	4 59	2 36	Dez. 5.	5 48	22 24
	13. 4 51	2 2		13. 5 40	22 18
	21. 4 44	-1 9		21. 5 31	22 10
	29. 4h38 ^m	+0° 1'		29. 5 23	22 2
			Jan. 6.	5h16 ^m	+21°56'

Opposition Dez. 8. Opposition Dez. 17.
Größte Helligkeit 7^m,7. Größte Helligkeit 8^m,3.
G. A.

Benennung eines kleinen Planeten nach Edison. Der im Jahre 1913 von F. Kaiser aufgefundene kleine Planet 742 erhielt vom Entdecker zu Ehren des verstorbenen großen amerikanischen Erfinders Thomas Alva Edison den Namen „Edisona“. G. A.

Astronomische Arbeitsgemeinschaft. Es ist beabsichtigt, eine Arbeitsgemeinschaft des Vereins von Freunden der Treptow-Sternwarte zu begründen, in der sowohl praktische Übungen vorgenommen als auch astronomische Fragen allgemeiner Art behandelt werden sollen. Die erste Zusammenkunft ist für Freitag, den 20. November, 8 Uhr abends, in der Treptow-Sternwarte vorgesehen. Bei klarem Wetter steht zu Beobachtungen am Himmel die Plattform zur Verfügung. Die Teilnahme an den ein- bis zweimal monatlich in Aussicht genommenen Abenden ist kostenlos. Günter Archenhold.

BÜCHERSCHAU*)

Grone, Heinrich: Der Sternenschirm (Kleines Planetarium) mit Anleitungsbuch. Otto Meißners Verlag, Hamburg 1931. Preis 12 M., jedes weitere Exemplar der Anleitungsschrift 1 M.

Unser Mitarbeiter, Herr Konrektor L. W. Roose, hat auf Seite 54/55 des 30. Jahrgangs über seinen „Sternhimmel im Regenschirm“ berichtet, von dem er im Jahre 1928 ein Modell auf dem pädagogischen Kongreß zu Berlin ausgestellt hatte. Unabhängig davon hat Heinrich Grone einen solchen Schirm hergestellt und zum Verkauf bestimmt. In die zwölfteilige Schirmwölbung sind die hellen Sterne unseres Himmels sehr deutlich eingezeichnet und die Konturen der Sternbilder angegeben. Am Schirmstock sind Kreise eingeschnitten, durch die das Einstellen des Himmels für verschiedene Polhöhen ermöglicht wird. Das beigegebene Anleitungsbuch ist gleichzeitig eine kurze allererste Einführung in die Sternkunde. Wir halten den Gedanken und die Ausführung in hervorragendem Maße geeignet, Interesse für den gestirnten Himmel zu erwecken und zu eigener Beobachtung anzuregen, und möchten den Sternenschirm besonders den Lehrern als erstes Hilfsmittel beim Unterricht und zur Benützung auf Ausflügen wärmstens empfehlen. A. I.

Borchardt, Dr. Bruno: Wandlungen der Atomvorstellung. 85 S. m. 5 Fig. Verlag J. H. W. Dietz Nachf., Berlin 1928. Preis geb. 2,75 M.

Der Name Atom für das kleinste unteilbare Teilchen tritt uns zuerst in den Schriften des griechischen Philosophen Leucipp (um 500 v. Chr.) und seines Schülers Demokrit (460—371 v. Chr.) entgegen. Diese Philosophen lehrten, daß die Stoffe, zu denen Demokrit z. B. auch das Feuer zählte, aus Atomen verschiedener Form und Größe beständen, welche beweglich sind und die gesamte Welt mit allen ihren Veränderungen bilden. Nach der Ursache ihrer Bewegung dürfe man aber nicht fragen, sie sei eben als vorhanden hinzunehmen. Auch in dieser Hinsicht steht die älteste atomistische Lehre in schroffem Gegensatz zur ganz anders gearteten modernen Atomtheorie, die bestrebt ist, eine Erklärung der Naturvorgänge zu gewinnen. Welche Entdeckungen und Theorien zu der ständigen Wandlung des Atombegriffes im Laufe der naturwissenschaftlichen Entwicklung beigetragen haben, wird von dem Verfasser — er wird sich durch dieses Buch sicher den Dank zahlreicher Leser gewinnen — in leichtverständlicher Form dargelegt. G. A.

*) Alle Werke können von der „Auskunfts- und Verkaufsstelle der Treptow-Sternwarte“, Berlin-Treptow, bezogen werden.

„Das Weltall“ erscheint monatlich (Januar/Februar und Juli/August in je einem Doppelheft). Bezug durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow (Postscheckkonto Berlin Nr. 4015) sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten. Preis jährlich 8 M. (Ausland 10 M.) Einzelheft 1 M., Doppelheft 1,50 M. — Über Anzeigengebühren erteilt der Verlag bereitwilligst Auskunft.

DAS WELTALL

Herausgegeben von Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

Schriftleiter: Günter Archenhold.

31. Jahrgang Heft 3

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

Dezember 1931

Inhaltsverzeichnis:

- | | | | |
|---|----------|---|----------|
| 1. Die Hagenschen Dunkelnebel. Von D. Wattenberg | Seite 33 | 5. Über die Beziehungen der Sonne zur Ultrastrahlung. Von Walter M. H. Schulze. (Mit einer Abbildung.) | Seite 43 |
| 2. Kritische Betrachtung der Beobachtungsmethode von Planetenoberflächen durch Zeichnung. Von Walther Löbering | „ 38 | 6. Der gestirnte Himmel im Januar 1932. Von Günter Archenhold. (Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten). | „ 45 |
| 3. Charakterbilder aus der Geschichte der Astronomie. Von Professor Dr. F. Dannemann. II. Tycho Brahe und sein Verhältnis zu Kepler. (Mit einer Abbildung.) | „ 39 | 7. Aus dem Leserkreise: Wie ich Uranias Jünger wurde. | „ 47 |
| 4. Eine Kepler-Genalogie u. ein Kepler-Roman. Von Dr. Stephan Kekule von Stradonitz. (Mit einer Abbildung.) | „ 41 | 8. Kleine Mitteilungen: Der Nachweis der Sonnenkorona außerhalb von Sonnenfinsternissen.— Kleine Planeten im Januar 1932. | „ 48 |

Nachdruck nur mit Genehmigung der Schriftleitung, Auszüge nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Die Hagenschen Dunkelnebel.

Von D. Wattenberg.

Wenn von kosmischen Nebeln die Rede ist, so denkt man wohl in erster Linie an die Welt der hellen Gasnebel, wie wir sie z. B. im Sternbild des Orion mit ihrer ungeheuren Ausdehnung sehen. Daß es aber außerhalb dieser gewaltigen kosmischen Gasmassen noch ähnliche Objekte mit viel größeren Dimensionen gibt, hat wohl zuerst W. Herschel geahnt, der überhaupt als erster erkannte, daß mit den Sternen der Bau des Weltalls nicht vollendet sei. Im Jahre 1811 veröffentlichte er eine Liste mit 52 Objekten, die er gelegentlich seiner Durchmusterungsarbeiten wahrgenommen hatte und als „diffused milky nebulosities“ bezeichnete. Die Ausdehnung dieser Felder schwankte zwischen 1 und 9 Quadratgrad. Es war Herschel schon damals klar, daß es sich hierbei um kosmische Massen handelt, die mit der Milchstraße nicht zusammenhängen, sondern weitausgedehnte Flächen des Himmels bedecken. Das Verzeichnis blieb aber unbekannt, so daß nach Herschels Tod niemand etwas von diesen Nebelschleiern wußte. Später (1862) hat Auwers die Herschelarbeit wiedergefunden und von neuem bearbeitet; aber leider erfolglos. Secchi entdeckte in Rom ein ähnliches Objekt und sprach von dunkler kosmischer Materie; Pickering, Roberts, Wolf und Barnard versuchten die Herschelfelder zu photographieren, was aber zum größten Teil erfolglos blieb, bis dann endlich wieder Ruhe auf diesem Gebiet herrschte. Wolf gelang lediglich die Photographie der dunklen Ausläufer des Orionnebels. Erst im Jahre 1920 trat eine Wendung ein, als der verdienstvolle Direktor der Specola Vaticana Pater Dr. J. G. Hagen S. J. († 5. 9. 1930) in verschiedenen Arbeiten erneut auf dieses Phänomen hinwies.

Hagen hatte schon seit 1893, als er noch Leiter der Sternwarte des Georgetown-College bei Washington (U. S. A.) war, bei Herstellung seines Atlases der veränderlichen Sterne „Atlas stellarum variabilium“ (1899—1927) bemerkt, daß manche Felder, auch wenn sie zu verschiedenen Nachtstunden oder gar verschiedenen Jahreszeiten ans Fernrohr kamen, in dichte Nebel gehüllt erschienen. Als dann nach seiner Berufung nach Rom (1906) nach Aufstellung des neuen 41-cm-Refraktors im Jahre 1911 eine Revision des Dreyerschen Generalkataloges (NGC) in Angriff genommen wurde, konnte für Hagen die Existenz der dunklen Nebelmassen nicht mehr zweifelhaft sein. Ganz besonders wurde in ihm seine Überzeugung gefestigt, als während des Krieges die nächtliche Beleuchtung der Stadt Rom verschwand, so daß also Einflüsse künstlicher, irdischer Lichtquellen ausgeschlossen waren. Diese dunklen Nebel wurden nach einer fünfteiligen Skala geschätzt, die der galaktischen Skala von E. Heis angelehnt ist. Die feinsten Nebelschleier erhielten die Bezeichnung I und die dichtesten die Zahl V, während Heis in seinem „Atlas coelestis novus“ die hellsten Teile der Milchstraße mit I und die schwächsten mit V bezeichnete. Schon bei den ersten Durchmusterungsarbeiten zeigte es sich ganz auffällig, daß dunkle und helle diffuse Nebel örtlich zusammenfallen, die Nähe der Milchstraße meiden und sich besonders in der galaktischen Polzone stark konzentrieren. Hagen hat auf diese Weise von jedem Objekt des NGC auch die Umgebung nach Dunkelnebeln durchforscht und die Skala im Katalog, der als Band X der Publ. Spec. Vat. (1922—1927) erschienen ist, sorgfältig vermerkt.

Das sich häufende Material und die Bedeutung der neuentdeckten Nebelfelder machten es nötig, die Durchmusterung des gesamten in Rom sichtbaren Himmels nicht nur auf die hellen Nebel zu beschränken, sondern unabhängig von dieser Arbeit eine systematische Durchmusterung des Himmels nach Dunkelnebeln durchzuführen. Zu diesem Unternehmen entschloß sich der 73jährige Hagen dann kurzerhand im Jahre 1920. Er schrieb davon noch hoffnungsvoll am 21. März 1921 an seinen ständigen Mitarbeiter und späteren Amtsnachfolger P. Dr. J. Stein S. J. in Valkenburg: „Wenn ich die Arbeit zu Ende führen darf, so ist das mein letztes Glück auf Erden.“ Heute sehen wir seine Erwartungen weit übertroffen. Wenngleich ihm auch kurz vor Abschluß dieses volle 10 Jahre in Anspruch genommenen Unternehmens der Tod die Feder aus der nimmermüden Hand nahm, so liegt doch das Werk, das von Hagens früherem Assistenten, Dr. Fr. Becker (Bonn), vollendet wurde, druckfertig vor. Mit zäher Energie und unbeugsamer Willensstärke hat der Greis seine Arbeit vollendet!

Der erste Teil der Durchmusterung wurde von Hagen im Jahre 1921 auf der Tagung der Astronomischen Gesellschaft in Potsdam vorgelegt. Die Arbeit ging in der Weise vor sich, daß das Fernrohr im Stundenkreis festgeklemmt und durch ein Uhrwerk der Bewegung des Himmels nachgeführt wurde. Alsdann wurde die Schätzung zwischen 2 Deklinationskreisen, die 10° auseinander liegen, ausgeführt, so daß also der Himmelsgrund unter dem stetig bewegten Fernrohr fortglitt. Geschätzt wurde die mittlere Dichte zwischen zwei vollen Graden. Auf diese Weise ist der gesamte in Rom erreichbare Himmel durchmustert worden.

In Fachkreisen war man von Anfang an sehr skeptisch. Zwar wurden gegen Hagen weder anerkennende noch ablehnende Stimmen laut, aber im ganzen bewahrte man doch eine ablehnende Haltung. Das mag vor allen Dingen darin begründet sein, daß die ersten Berichte nicht klar genug zu verstehen gaben, um was es sich eigentlich handelte. Hagen spricht nämlich in seinen ersten Arbeiten stets von dunklen Nebeln oder Wolken am Himmel, und zwar in einer Weise, als sei das Vorhandensein derselben eine Selbstverständlichkeit und etwas Bekanntes. Daß es sich aber um etwas handelte, was bis dahin unbekannt war, ging aus seinen Arbeiten nicht klar genug hervor. Andererseits glaubte man wohl bei seinen Bemerkungen, daß zwischen diesem Phänomen und den dunklen Stellen und Sternleeren in der Milchstraße, wo sie besonders von M. Wolf und E. E. Barnard nachgewiesen worden waren, eine Identität bestand, während Hagen in Wirklichkeit beide Erscheinungen scharf getrennt sehen wollte. Dieses Mißtrauen hat sich trotz aller Versuche der römischen Astronomen, die ersten Fehler,

bei denen auch die Ermangelung eines geeigneten Kunstausdruckes ein Wort mitzureden hat, zu korrigieren, bis in die neuere Zeit hinein erhalten. Hagen ist unbeirrt, obgleich innerlich tief unglücklich, vorwärts geschritten, um sein Ziel zu erreichen und hatte dann kurz vor seinem Tode endlich doch die Genugtuung, wenigstens von einem Teil der Kollegenschaft seine Arbeit anerkannt zu sehen.

Was die Bemerkung eines geeigneten Ausdrucks für Hagens Wolken anbelangt, so unterschied doch Herschel schon „real nebulae“ und „diffused nebulosities“. Dreyer hatte die Bezeichnung „luminous“ und „dark“ vorgeschlagen; aber alle diese Ausdrücke entsprachen nicht den Bedingungen eines Kunstausdruckes, zumal doch „dunkle“ Nebel, wenn sie noch gesehen werden können, nicht völlig lichtlos sind. Man hat also wohl zu trennen. Wolf hat die Bezeichnung „Rauchwolken“ und Pater Stein „graue Wolken“ vorgeschlagen, die sich aber auch nicht behaupten konnten. Wir stehen also vor einer sonderbaren Situation. Vor allen Dingen hat der Darsteller solcher Objekte den Leser nicht darüber im Zweifel zu lassen, um was es sich wirklich handelt; denn der Himmel ist dort, wo er am dunkelsten erscheint, nahezu von „Wolken“ frei.

Das Aussehen der kosmischen Nebelmassen im Fernrohr gleicht nach Hagen dem Anblick von irdischen Wolken am dunklen Nachthimmel mit unbewaffnetem Auge oder auch dem Zodiaklicht. Namentlich das Zodiaklicht kann dem Beobachter am Fernrohr die dunklen Wolken vortäuschen, wie es Hagen schon 1927 wahrgenommen hat. Es gibt eine Reihe von Stellen am Himmel, wo diese Wolken verhältnismäßig leicht gesehen werden können, während andererseits gerade am galaktischen Pol, wo sich die Massen besonders dicht zusammendrängen, die Wahrnehmung Schwierigkeiten macht. Man hat immer wieder versucht, Hagen der Selbsttäuschung zu überführen. Viele Gegner dachten an Kontrastwirkungen oder an Vortäuschung durch kosmische Lichtquellen. Man hat die von v. Rhijn erhaltenen Werte über die Erhellung des Himmels (Sternlicht = 17 %, Zodiaklicht = 43 %, Polarlicht = 15 %, atmosph. Streulicht = 25 %) als Fehlerquelle angesehen. Dieses Argument ist aber nicht stichhaltig; denn in den Fällen, wo diese Lichtquellen nicht vorhanden sind, würden die dunklen Nebel noch stärker hervortreten, weil doch das Gesamtlicht eine Funktion der galaktischen Breite ist. In der Milchstraße liegt also das Maximum und am galaktischen Pol das Minimum, während sich gerade am Pol die dichtesten Nebelmassen befinden.* Die genannten Lichtquellen werden zwar in Rechnung gestellt werden müssen, jedoch nicht in dem Maße, wie anfangs vermutet wurde.

Die fortschreitende Durchmusterung brachte Hagen schließlich zu der Erkenntnis, daß es

sich bei dieser dunklen Materie nicht etwa um wahllos verteilte Stoffansammlungen handle, sondern um eine zusammenhängende Nebeldecke, die sich über den ganzen Himmel ausdehnt. Die Beobachtungen reichen allerdings nur bis — 20° Dekl., was aber immerhin ausreichend sein mag, um einigermaßen sichere Entscheidungen zu treffen. Vor allen Dingen zeigt die augenblicklich im Druck befindliche Durchmusterung, die als Band XIV der Publ. Spec. Vat. erscheinen wird, daß die gleichmäßigen Trübungen der Polgegend zwischen IV und V der Dichteskala schwanken und innerhalb dieser Grenzen bis zu 40° auf beiden Seiten der Milchstraße konstant bleiben. Mit Annäherung an die Ebene der Milchstraße nimmt naturgemäß die Dichte ab und schwankt zwischen 0 und II, dagegen macht sich ein größerer Kontrastunterschied bemerkbar. Besonders auffällig sind aber noch große dunkle Gebiete im galaktischen Gürtel zwischen 320° und 340° und zwischen 100° und 130° galaktischer Länge. Hierbei handelt es sich um die wohl jedem Leser bekannten großen Sternleeren im Taurus und Ophiuchus, die durch dunkle Nebel verursacht werden. Dagegen sind andere Stellen wieder nahezu frei von jeglicher Trübung, wie z. B. die Gegenden zwischen 0° und 90° (Aquila, Cygnus, Kepheus, Kassiopeia), zwischen 140° und 180° (Monoceros) und zwischen 310° und 360° (Sagittarius, Ophiuchus). Eine stärkere Trübung tritt zwischen 90° und 140° auf, wo sich ja bekanntlich eine starke Abnahme des Sternreichtums bemerkbar macht. Die Schattierung des Untergrundes zeigt dort Schwankungen zwischen II—IV. Ein ähnliches Verhältnis tritt in der Gabelung der Milchstraße zwischen 310° und 10° ein, die H. Osthoff kürzlich für ein durch Dunkelnebel hervorgerufenes Gebilde gehalten hat. Dieser Deutung ist aber wohl wenig Wert beizumessen, denn es handelt sich hier — wenn man von einer allgemeinen Absorption des Sternlichtes durch Massen, die von Hagens Nebelwolken wohl zu unterscheiden sind, absieht — in erster Linie um das Fehlen hellerer Vordergrundsterne, im Gegensatz zu den Sternleeren im Ophiuchus oder Taurus. Wir kommen am Schluß darauf noch kurz zurück.

Nach Hagens Auffassung wird also unser Sternsystem von solchen dunklen Nebeln wie von einer Schale oder Muschel allseitig umschlossen. Es mußte deshalb auch ein ursächlicher Zusammenhang nachweisbar sein. Hagen stellte deshalb die Hypothese auf, daß diese Nebelmassen die Geburtsstätten der Sterne seien. Als besondere Stütze für die Anschauung sprachen die an den Rändern besonders dichter Nebelfelder häufig auftretenden Sternketten und hellen Nebel. Unser Sternsystem ist auf diese Weise, wie P. Hagen behauptet, durch allmähliches Zusammenziehen innerhalb dieser dunklen Massen entstanden, so daß sich also in

der unmittelbaren Umgebung unseres Sternsystems ein Hohlraum gebildet hat, der von diesem „Urstoff“ frei ist. Als wichtigstes Ergebnis dieser Überlegung ist aber anzusehen, daß zwischen den Dunkelmassen und hellen Nebeln eine örtliche Verbindung besteht. Demnach ist also zwischen dunklen Nebelwolken und hellen Nebelflecken kosmogonisch keine allzu scharfe Trennung zu wahren. Allgemein ist doch die Ansicht heute so, daß die Leuchtkraft der hellen Milchstraßennebel weniger eine Folge von eigener Temperaturstrahlung ist, als ein auf Reflexion des Lichtes naher und sehr heller Sterne oder auf Lumineszenz beruhender Vorgang. Wo also helle Sterne fehlen, gibt es auch keine (hellen) Nebelflecke, wohl aber (dunkle) Nebelwolken. Daraus ist klar zu entnehmen, daß die Hagensche Ansicht von der Umhüllung unseres Sternsystems durchaus plausibel ist, wenn man die hellen kosmischen Nebelflecke als sternbeleuchtete Stellen der dunklen Nebelwolken oder Nebelstraße, wie Hagen sagt, ansieht, wie es besonders klar bei den Plejadennebeln und dem Orionnebel hervortritt. Vor allen Dingen besteht hier ein Anschluß an die Sternentwicklungstheorie von H. N. Russell, wonach sich bekanntlich ein Stern durch allmähliches Zusammenziehen von Materie mit niedriger Temperatur bildet. Durch steigenden Druck entstehen die ersten Nebelballen, die sich bis zur Rotfärbung zusammenziehen, dann in Weißglut übergehen, um schließlich zufolge der ansteigenden und sich nicht voll wieder ergänzenden Ausstrahlung auf den absteigenden Ast zu gelangen. Für diese Auffassung ist Hagens Hypothese eine gute Stütze.

An dieser Stelle ist noch zu bemerken, daß M. Wolf schon 1892 einmal den Gedanken ausgesprochen hat, daß seine Nebelphotographien den Eindruck erwecken, als sei zwischen manchen hellen Nebelmassen noch ein verbindendes schwachschimmerndes Medium vorhanden. Das wird vielleicht mit den Hagenschen Wolken nichts zu tun haben, aber immerhin ist die Feststellung wohl von Wert. Derselbe Astronom legte auch 1907 in seiner Abhandlung über die Milchstraße klar, daß das helle Band der Milchstraße nur eine scheinbare Begrenzung habe. Der übrige Himmel sei vielmehr in dunkle Massen gehüllt. Wolfs Gedanken waren also Vorläufer von Hagens, freilich zu einer Zeit, als die statistischen Arbeiten über das Sternsystem und die Untersuchungen über den Bau der Milchstraßenwelt erst mehr oder weniger bekannt waren.

Trotz aller von Hagen aufgewandten Mühe fanden die Entdeckungen bei den Fachgenossen auch später nicht die zu erwartende Aufnahme, obgleich die Wichtigkeit dieser Feststellung eine systematische Nachprüfung an größeren Instrumenten gerechtfertigt hätte. Die einzige Antwort war dagegen endlich eine scharfe

Kritik gegen Hagens scheinbar alle Anschauungen über den Aufbau unseres Welt-systems abändernden Ergebnisse. Man wandte ein, daß solche gewaltigen Absorptionsgebiete die stellarstatistischen Arbeiten um Jahrzehnte zurückwerfen würden, weil uns jene Wolken eine Begrenzung der Sternenwelt vortäuschen, die in Wirklichkeit nicht vorhanden sei. Dreyer erklärte die Herschelfelder und Hagenwolken für etwas Verschiedenes, während er selbst nie die Herschelfelder gesehen hatte. Seine Äußerung fußte, wie bei vielen Astronomen, auf einer falschen Begriffsbildung. Herschel schrieb von schwachen Schleiern, während Dreyer sich stets auf Hagens dunkle Nebel berief. Der leider allzufrüh verstorbene Astronom, einer der besten Kenner der Herschelschen Arbeiten, hat dabei aber nicht gewußt, daß er selbst doch gelegentlich solche „dunklen“ Nebelmassen gesehen hat, wie sie von Hagen entdeckt wurden; denn der NGC enthält eine ganze Anzahl von Objekten, die sich später in Rom als Dunkelnebel erwiesen. In ähnlicher Weise sind viele Argumente gebracht worden. Sogar Farbenblindheit wurde gelegentlich eingewandt, ohne dabei zu bedenken, daß sich dieser Zweifel gleichzeitig auch gegen Herschel richtete, dem doch in seinen umfangreichen Arbeiten sehr selten Irrtümer nachgewiesen werden konnten. Wer eben die Hagenschen Nebelwolken für Selbsttäuschung hält, muß auch an großen Instrumenten optisch nachweisen können, wie es möglich ist, daß ein geübtes Auge eine Trübung oder gar eine Wolke sieht, die in Wirklichkeit nicht da ist. Das ist bis heute nicht gemacht worden. Man ist immer wieder auf die Photographie verfallen, was aber bisher trotz weit-ausgedehnter Exponierungen zu keinem nennenswerten Erfolg geführt hat, während es visuell gelingt, nach wenigen Minuten die Dunkelnebel zu sehen. Es kann deshalb mit Hagen allgemein gesagt werden: „Die Nebel, die sich mit den heutigen Mitteln photographieren lassen, sind Nebelflecke; die Nebel hingegen, die bisher unserer photographischen Kunst widerstanden, sind Nebelwolken.“

Inzwischen sind von Hagen auch alle Herschelfelder durchbeobachtet worden. Es hat sich in geradezu verblüffender Weise eine vollständige Übereinstimmung zwischen Hagen und Herschel ergeben, so daß diese Nebelwolken als absolut sicher angesehen werden müssen. Aus diesem Anlaß erschien im Jahre 1928 ein Atlas der Roberts'schen Photographien der 52 Herschelfelder, der von der Gattin Roberts', Mrs. Dorothea Roberts-Klumpke, herausgegeben wurde. Dieses Werk bildet eine wertvolle Bereicherung der Nebelwolken-Literatur.

Es ist, wie oben erwähnt, noch nicht sicher gelungen, diese Nebel zu photographieren, selbst nicht unter den günstigsten Bedingungen der Mt. Wilson-Sternwarte und der Yerkes-

Sternwarte, sowie in La Paz, Potsdam, Bergedorf, Greenwich und Heidelberg, obgleich an einigen Orten die visuelle Wahrnehmung keine großen Schwierigkeiten machte. Das zeigte sich besonders an einem von J. Baxendell im Jahre 1881 entdeckten und im NGC unter 7088 verzeichneten Nebel. Trotzdem er in Rom, Heidelberg und Potsdam einwandfrei erkannt und als rötlicher Nebel bezeichnet wurde, mißlang bisher jeder Versuch, diesem Objekt photographisch näherzutreten. Es muß sich hier um eine besondere Art kosmischer Materie handeln. Hagen war deshalb der Ansicht, daß es Strahlen gibt, die wohl die Netzhaut des Auges, nicht aber die photographische Platte reizen bzw. schwärzen können. Er schlug deshalb eine Änderung des Entwicklungsverfahrens der Platte vor. Neuerdings sind wieder von verschiedenen Seiten Untersuchungen angestellt worden, um das photographische Problem zu lösen. J. Hopmann hat nachgewiesen, daß das menschliche Auge der Photographie in diesem Punkte bedeutend überlegen ist, weil es für so ausgedehnte Wolken etwa hundertmal empfindlicher ist als die photographische Platte; d. h. also, daß das Auge um 5 Größenklassen weiter reicht als die Platte, natürlich nur in bezug auf diese Nebel mit ihren geringen Kontrastwirkungen. Hopmann kommt deshalb zu der Überzeugung, daß lichtstärkere Optik fruchtbringender wirken könnte. In einer anderen Arbeit bestätigt J. Stobbe den von Hopmann vorgeschlagenen Weg. Er geht auch von der größeren Empfindlichkeit des Auges aus, die durch das Fernrohr noch wesentlich gesteigert wird. Er verwandte ein Zeiß-Tessar, das auf ein Öffnungsverhältnis von 1:5 abgeblendet war und ermittelte die Belichtungszeit, die erforderlich ist, um von einer mit unbewaffnetem Auge noch eben wahrnehmbaren Fläche von 2° scheinbarem Durchmesser eine noch gerade merkbare Schwärzung zu erreichen. Betrachtet man die auf Grund dieses Verfahrens durch verschiedene Kombinationen erhaltenen Platten vor einer weißen Papierunterlage bei langsamer Bewegung der Platte, so lassen sich mit bloßem Auge schon Schwärzungen von 0^m,02 gegenüber dem Plattenuntergrund nachweisen. Geringere Schwärzungen ließen sich auch photometrisch nicht ermitteln. Eine Schwärzung von 0^m,10 war bereits sehr auffällig, während man sonst in der photographischen Literatur als untere Grenze 0^m,25 angegeben findet. Ein starkes Ansteigen der Belichtungszeit macht sich bemerkbar, wenn man vom roten zum blauen Licht hinübergeht. Es gelangten verschiedene Plattensorten zur Untersuchung, da die Empfindlichkeit von manchen Firmen nicht mit ausreichender Genauigkeit nachgewiesen wird. Was nun den Baxendell-Nebel betrifft, so weist Stobbe nach, daß im Falle der Empfindlichkeitssteigerung des Auges durch das Fernrohr im Spektralbereich zwischen 555 und 610 $\mu\mu$

eine Belichtung von 400 bis 500 Stunden erforderlich wäre, um einen Nachweis von dem Nebel zu bringen, während die Zeit bei Außerachtlassung der Empfindlichkeitssteigerung auf 47^h sinkt. Baade in Bergedorf hat aber bei seinen Versuchen am Reflektor nur 4^h exponiert. Im Anschluß an Stobbes Ergebnis ist es nun anscheinend K. Haidrich gelungen, unter Verwendung von gelbempfindlichen Platten bis zu 26° Scheiner die dunkle Wolke bei ξ Cygni und das Herschelfeld 44 (Cygni) bei einer Belichtung von 100^m zu photographieren. Ein weiteres Eingehen müssen wir uns leider versagen. Es scheint also festzustehen, daß zwar das photographische Problem der Hagenwolken noch mancherlei Zweifel und Schwierigkeiten aufwirft, aber nicht mehr so aussichtslos ist wie zuvor.

Es wird nun noch die Frage zu beantworten sein, was wir uns überhaupt von der materiellen Beschaffenheit dieser rätselhaften Wolken vorzustellen haben. C. Wirtz hat behauptet, die römischen Nebelbeobachtungen seien nur eine Täuschung, die in der wechselnden Helligkeit durch die veränderliche Sternfülle begründet sei, niemals aber eine Masse, von der man annehmen müsse, daß sie den Ausblick in den Weltraum versperre. Die Existenz von solchen ausgedehnten Absorptionsfeldern wäre einfach undenkbar, weil daraus eine Änderung unserer Anschauung über den systematischen Aufbau der Welt folgen müsse. Wenngleich eine solche Gefahr wohl nicht besteht, so dachte man an eine Identität der Hagenschen Dunkelnebel mit sogenannten Sternleeren, die wir überall in der Milchstraße antreffen. Das helle Sternband wird plötzlich von dunklen Stellen unterbrochen und erscheint auf Photographien tiefschwarz. Die statistischen Untersuchungen, besonders die von Barnard und Wolf, haben ergeben, daß sich hier wahrscheinlich dunkle Massen, vielleicht meteorischer Art, gelagert haben, die das Sternlicht abdunkeln. Geht man nun systematisch vor und versucht, eine Sternzählung nach Größenklassen in der näheren Umgebung des dunklen Feldes vorzunehmen, so läßt sich auf Grund der Sternanordnung eine Dicke dieser Massen und die Entfernung derselben berechnen. Dieses hat besonders M. Wolf im Monoceros, Cygnus und Scutum durchgeführt. Wir können zwar an dieser Stelle nicht eingehender darüber berichten, doch scheint soviel festzustehen, daß nicht alle Sternleeren gleichzuwerten sind. Barnard hat nämlich unter besonders günstigen Bedingungen diese dunklen Stellen schwach leuchten sehen, so daß es sich hier also um Hagenwolken handeln muß. Hagen hat auch den Barnard'schen Milchstraßenatlas mit seinen vielen Sternleeren vollständig durchbeobachtet und vielfach in diesen Leeren am Himmel seine Objekte wiedererkannt. Genaues weiß man heute noch nicht. Ob es sich bei diesen Sternleeren um reine Absorptions-

gebiete oder nur um Stellen handelt, wo bestimmte Sternhelligkeiten ausfallen, hat sich daher noch nicht mit absoluter Sicherheit entscheiden lassen. Photographisch sind sie allerdings mit Leichtigkeit nachzuweisen, weil ganz erhebliche Helligkeitsunterschiede bestehen, dagegen ist es selbst nicht den Mt.-Wilson-Astronomen gelungen, innerhalb der Leeren auf photographischem Wege einen blassen Schimmer zu entdecken, wie ihn Barnard gesehen hat. Wir haben also denselben Fall wie bei Hagens Wolken. Bei den Leeren läßt sich eben nur der große Kontrast photographisch erfassen.

H. Shapley hat über die dunklen Wolken eine Untersuchung angestellt, da er annahm, die Sternleeren würden durch solche hervorgerufen. Er hat nachgewiesen, daß die vielen Sternleeren der Pariser „Carte du Ciel“ bei langer Belichtung gänzlich verschwinden, so daß also von Absorption keine Rede sein kann. Es fehlen nur die hellen Vordergrundsterne; denn bei 17^m ist die Sternzahl normal. Ähnliches bewies er für die Umgebung des Veränderlichen X Cancri, der von einer auffälligen Sternleere umgeben ist und nach Hagen und Becker in dichte Nebel gehüllt erscheint. Das Auftreten solcher Nebel scheint nun aber nach Shapley nicht immer eine Absorption zu bewirken, sondern es fehlen eben alle helleren Sterne bis 15^m, im Gegensatz zu den Leeren im Taurus, wo es sich bestimmt um absorbierende Massen handelt. Wir wissen allerdings über die physische Beschaffenheit nichts Positives. Vor längerer Zeit ist zwar Hartmann (La Plata) mit der Meinung hervorgetreten, daß diese Nebelwolken mit den sogenannten ruhenden Kalziumlinien in Verbindung zu bringen seien. Hagen hat aber nachgewiesen, daß die ruhenden Kalziumlinien am Himmel dort am stärksten auftreten, wo die Dunkelnebel weniger stark vertreten sind. An eine Identität ist deshalb wohl kaum zu denken. Es ist ebenfalls nicht gelungen, sie als Gasmassen zu enthüllen; denn in diesem Falle müßte eine selektive Absorption nachweisbar sein, was aber besonders von H. Kienle verneint worden ist. Ebenso würden sich solche Stoffe dadurch schon bemerkbar machen, daß gleichzeitig eine Rötung des Lichtes dahinterliegender Sterne eintritt. Dieses hat sich bisher auch nicht nachweisen lassen, wie M. Wolf ausgeführt hat. Wir werden deshalb zu dem Schluß gedrängt, daß diese Felder vielleicht meteorischer Art sind, wie Fr. Becker annehmen möchte. Diese Massen würden dann in ein fein verteiltes Medium eingebettet sein, ähnlich so, wie die irdischen Wolken in die Atmosphäre. Pater Stein zieht zur Erklärung dieser zweifelhaften Fragen die Kometenschweife heran, die ebenfalls absolut durchsichtig sind und das Sternlicht nicht absorbieren. „Wenn daraus mit einiger Wahrscheinlichkeit folgt, daß die kometenbildende Materie aus diskreten, durch relativ weite

Zwischenräume getrennten Partikeln besteht, so gilt das vielleicht auch für die Hagenschen Nebelschleier“ (Stein). Wir wollen hoffen, daß es in absehbarer Zeit gelingt, von diesen

Rätseln auch die letzten Schleier zu lüften, um einer freien Erkenntnis der Wirklichkeit dieser Dinge und ihrer Eigenschaften und Stellung im Kosmos Raum zu schaffen.

Kritische Betrachtung der Beobachtungsmethode von Planetenoberflächen durch Zeichnung.

Von Walther Löbering.

Der Fachastronom pflegt heute der visuellen Beobachtung einer Planetenoberfläche keine große Bedeutung beizulegen, besonders auch den zeichnerischen Darstellungen dieser Oberflächen. Werden solche Zeichnungen nun gar zu Messungen verwandt, so ist die Bewertung solcher Arbeiten geradezu gleich Null. In gewissem Sinne ist diese Beurteilung berechtigt, wenn man bedenkt, wie wenig doch bei den vielen Zeichnungen, die von Planeten angefertigt worden sind, herausgekommen ist. Aber der Haken liegt wo anders, und man sollte das Kind nicht gleich mit dem Bade ausschütten. Es sind Beweise da, die uns überzeugen, daß die geringen Resultate lediglich in der mangelhaften Arbeitsmethode, besonders der älteren Beobachter, begründet sind. Nehmen wir als Beispiel den Jupiter an, erstens weil er sehr oft gezeichnet worden ist, zweitens weil bei ihm die ganze traurige Angelegenheit am deutlichsten zutage tritt.

Hier muß gesagt werden, daß Beobachter wie Brenner, Williams und Fauth Hervorragendes geleistet haben, und daß bei der angewandten Beobachtungsmethode dieser Beobachter verhältnismäßig viel Positives herausgekommen ist. Diese leider vereinzelt dastehenden Fälle sind aber noch zu wenig, erstens im Verhältnis zu den zahlreichen insgesamt vorliegenden Zeichnungen, zweitens im Verhältnis zu dem möglich Erreichbaren einer weit verzweigten organisierten Beobachtergruppe.

Vor allen Dingen müßte sich jeder Beobachter, der Jupiter oder einen anderen Planeten zeichnen will, erst einmal fragen, ob er überhaupt dazu veranlagt ist. Er muß sich erst über den Zweck der Zeichnung völlig im klaren sein. Soll es eine wirkliche Wiedergabe der beleuchteten Fläche in allen Tonabstufungen und Details sein, also ein wirkliches Porträt, eine absolut naturalistische Leistung, die auch zugleich Fleckenpositionen, also Messungen, erarbeiten ließe, so kann ich ihm versichern, daß er mit dieser Arbeitsweise Schiffbruch erleiden wird. Trennt er aber diese Bestrebungen, so kann er Wertvolles schaffen. Wer kann wohl unter den astronomischen Beobachtern so zeichnen, daß er die malerische Erscheinung einer so komplizierten, getönten Fläche mit so viel Details in den verzwicktesten Formen, mit so

unendlich viel verschiedenen Feinheiten in Hart und Weich herausholen könnte? Man vergesse nicht die fortwährend störende formverändernde Luftbewegung und die schnelle Rotation Jupiters. Das Endresultat wird fast immer sein, daß die Einzelformen nicht geklärt sind, und daß die Details gegeneinander verschoben sind. Vollzeichnungen, die also im Sinne einer bildmäßigen Wiedergabe angefertigt sind, also einen illustrativen Charakter haben, kommen für Messungen nicht in Frage. Trotzdem sei gleich gesagt, daß jeder Jupiterbeobachter Vollzeichnungen mit allen erreichbaren Details anfertigen muß. Er braucht diese Zeichnungen notwendig zum allgemeinen Überblick, zur Identifizierung der einzelnen Flecken und zur Fixierung des jeweiligen Zustandes des Planeten.

Leider finden wir heute in Werken der astronomischen Literatur immer wieder Planetenzeichnungen, insbesondere des Jupiter, die den Stempel zeichnerischen Unvermögens dem Kenner sofort verraten. Diese verwaschenen, verschleierten, weichlichen Gebilde ohne jede straffe, geklärte Form nähren die immer wiederkehrende Behauptung: „Wir sehen nichts als Gewölk“ dauernd aufs neue. Im Okular sieht Jupiter aber ganz anders aus, und der Kenner muß diese Behauptung ablehnen, weil es keine den Beobachtungen entsprechende objektive Ansicht ist.

Es hat also keinen großen Wert, lediglich Ansichtsbilder von Planeten, insbesondere von Jupiter, anzufertigen. Das alte Beobachtungsmaterial besteht größtenteils aus solchen „Bildern“. Messungen damit anstellen zu wollen, ist gewagt, und es zeigen sich dann die großen Beobachtungsfehler, mit welchen Kritinger zu kämpfen hatte, als er den großen roten Fleck aus alten Beobachtungen in seinem Laufe verfolgen wollte. Es ist klar, daß die Wissenschaft vor solchen zweideutigen Zeichnungen die Achtung verlieren mußte, besonders auch deshalb, weil diese zeichnerischen Darstellungen die hypothetischen Deutungen der Oberflächegebilde nach jeder Richtung hin unterstützten.

Aber messen können wir natürlich nicht genug am Jupiter. Wenn von Anfang an nach zwei Richtungen hin gezeichnet worden wäre,

nämlich einmal im illustrativen Sinne und außerdem zum Zwecke des Messens, dann wären wir heute weiter. Wie soll nun aber gemessen werden? Ich habe schon einmal darüber gesprochen, deshalb sei bloß das Wichtigste angeführt.

Das Mikrometer als oberstes Meßinstrument kommt natürlich zuerst in Frage. Aber der Jupiterbeobachter kommt mit dem Mikrometer allein nicht aus. Die Ernte würde zu klein ausfallen. Die beste und aussichtsvollste Methode bleibt immer noch die Lagenschätzung in präparierte gedruckte Schablonen. Man wird also die zu vermessenden Flecken zu genauer Uhrzeit eintragen und darauf achten, daß von jedem Fleck eine Anzahl Eintragungen östlich und westlich des Mittelmeridians erfolgt. Es ist vorteilhaft, die Positionsbestimmungen möglichst in einer Zone zu vollbringen, welche sich zwischen 20° östlich und 20° westlich vom Zentralmeridian erstreckt. Flecken, welche mehr als 8° Ausdehnung haben, werden mit vorangehendem und nachfolgendem Rande vermessen. Es würde zu weit führen, die ganze Technik mit allen ihren Finessen hier zu schildern. Es handelt sich also nicht um ein Abzeichnen, sondern um eine Eintragung von Örtern lediglich in bezug auf ihre Lage auf der Oberfläche des Planeten. Hat man Übung, so ist die Genauigkeit der Eintragungen verblüffend.

Größte Bequemlichkeit am Okular ist unbedingt erforderlich. Ein 4-Volt-Lämpchen, durch Klingeltransformator von der Lichtleitung gespeist, wirft, in einem Rohr montiert und durch einen Widerstand reguliert, einen Lichtschein bloß auf die Zeichnung. Bei meinem 10zölligen Newton-Spiegel von 3 m Brennweite beobachte ich von der Leiter aus und habe niemals eine unbequeme Kopfhaltung und Halsverrenkung nötig. Die Verbindungslinie der Augen ist selbst bei großem Stundenwinkel Jupiters der Streifung parallel*).

Zur Vermessung der Eintragungen habe ich mir ein sehr brauchbares Meßinstrument angefertigt. Auf einen weißen Bogen Zeichenpapier habe ich mit Tusche eine sorgfältig gezeichnete orthographische Projektion im großen Durchmesser von ca. 40 cm gezeichnet. Mit einer Reproduktionskamera habe ich diese Zeichnung auf eine 9×12 -Platte im genauen Äquator-Durchmesser meiner gedruckten Jupiter-Schablonen photographiert und davon dann ein glasklares Diapositiv angefertigt. Die mit diesem orthographischen Netz erlangten Werte kann man je nach den Umständen mit Gewichten belegen und gelangt dann zu einem wahrscheinlichen Fehler von $\pm 0^{\circ},5$ bis 1° .

*) Jupiterzeichnungen des Verfassers sind im „Weltall“ Jahrg. 29, S. 78 und Jahrg. 30, S. 172 erschienen.

Charakterbilder aus der Geschichte der Astronomie.

Von Professor Dr. F. D a n n e m a n n.

(Mit einer Abbildung.)

II. Tycho Brahe und sein Verhältnis zu Kepler.

Der größte Mangel, welcher der Kopernikanischen Lehre vor Kepler anhaftete, war die Annahme einer Kreisbewegung der Gestirne. Mit einer solchen Annahme wollten die genaueren Beobachtungen, die der große dänische Astronom Tycho Brahe an dem Planeten Mars angestellt hatte, durchaus nicht stimmen. An dieser Stelle lag, wie so oft in der Entwicklung der Wissenschaften, der Wendepunkt. Wenn sich die Beobachtungen der Theorie nicht anpassen, so muß sie einer neuen Theorie weichen, denn den Ergebnissen der Beobachtung können wir keinen Zwang antun. Sie sind das Ursprüngliche, und ihnen müssen wir unsere Vorstellungen anbequemen.

Wie durch das Zusammenwirken von Tycho und Kepler dieser Fortschritt zustande kam, der den ersten Schritt zu einer Mechanik des Himmels bildete, soll diese Betrachtung lehren.

Tycho Brahe gehörte einer altadeligen Familie Dänemarks an. Er wurde im Jahre 1546 geboren und zeigte schon als Jüngling, angeregt

durch die Beobachtung einer Sonnenfinsternis und das Studium des Almagest, des Hauptwerks des Ptolemäos, ein großes Interesse für die Himmelskunde. Auch der Alchimie war er zugetan. Ja, er hoffte, durch sie die zur Errichtung einer Sternwarte erforderlichen Mittel zu bekommen.

Als Tycho eines Abends im November des Jahres 1572 sein alchimistisches Laboratorium verließ und den Blick auf den Sternenhimmel lenkte, nahm er einen neuen, vorher nicht gesehenen Stern in der Kassiopeia wahr. Einen Monat später hatte das neue Gestirn an Glanz den Jupiter fast erreicht. Im Frühling des Jahres 1573 erschien es als Stern erster Größe; darauf nahm es stetig ab. Im Beginn des folgenden Jahres besaß es kaum mehr als die 5. Größe, um im Jahre 1574 ganz zu verschwinden.

Die Astronomen gerieten über dieses Vorkommnis in eine leicht begreifliche Erregung. Da man mit Aristoteles den Fixsternen ein wandellooses Sein zuschrieb, glaubten die meisten, die Erscheinung habe innerhalb der planetaren Region stattgefunden. Daran knüpften sich die unsinnigsten Vermutungen. Nach einigen war das in Frage kommende Gestirn

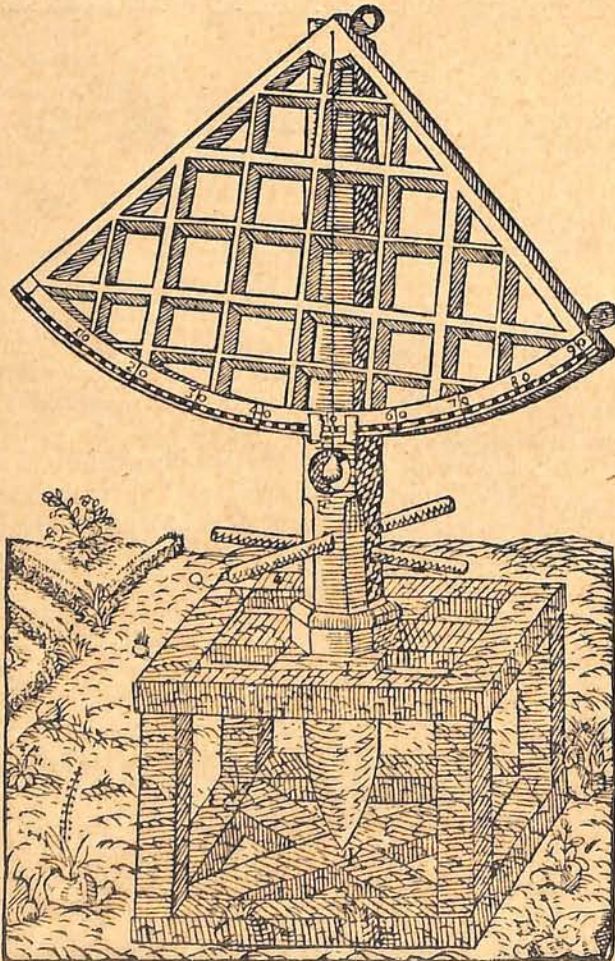
sogar von Jupiter in Brand gesteckt worden. Dem gegenüber wies Tycho nach, daß der neue Stern sich jenseits der äußersten Planetensphäre befunden haben müsse, da er seine Stellung zu den Fixsternen nicht verändert habe.

Keine Wissenschaft ist so sehr durch fürstliche Gunst gefördert worden wie die Astronomie. Allerdings hat dabei oft weniger das Interesse für den Gegenstand den Ausschlag gegeben als der Glaube, daß in den Sternen das Schicksal geschrieben sei. Dies erfuhr auch Tycho. Durch die Freigebigkeit des dänischen Königs wurde er in den Stand gesetzt, auf einem zwischen Schonen und Seeland gelegenen Inselchen eine Sternwarte zu errichten, wie sie die Welt in gleicher Großartigkeit noch nicht gesehen hatte. Diese Warte erhielt den Namen Uranienborg. Sie blieb 20 Jahre die Arbeitsstätte Tychos, dem sich hervorragende Mitarbeiter zugesellten. Tychos größtes Verdienst bestand darin, daß er den astronomischen Messungen einen bis dahin nicht erreichten Grad von Genauigkeit verlieh und auf diese Weise den Grund für jeden weiteren astronomischen Fortschritt legte. Besonders übertraf Tycho seine Vorgänger in der Genauigkeit des Winkelmessens. Zuerst benutzte er einen Kreuzstab. Später ließ er einen riesigen Quadranten

aus Holz anfertigen. Die Teilung befand sich auf einem Messingreif, dessen Halbmesser sich auf 6 m belief. Die Ablesung erfolgte mittels eines an einem Metallfaden herabhängenden Lotes. Die Beobachtungen erfolgten durch zwei Lochvisiere. Infolge der gewaltigen Dimensionen des an einem vertikalen drehbaren Eichenpflock befestigten Quadranten war die Genauigkeit der Messungen eine beträchtliche. Eine weit größere Genauigkeit erzielte Tycho, als er einen Azimutalquadranten aus Messing herstellte, der als das Urbild des heutigen Theodoliten gelten kann. Trotzdem er weit geringere Dimensionen aufwies, als sie der Riesenquadrant besaß, war er doch von solcher Genauigkeit, daß sich die Winkel bis auf die Minute daran ablesen ließen.

Zur Annahme des kopernikanischen Systems konnte Tycho sich nicht verstehen, da ihm wie keinem anderen die Schwierigkeiten bekannt waren, welche diesem System noch entgegenstanden. Eine Bewegung, die im Laufe eines halben Jahres den Ort der Erde um das Doppelte ihres Abstandes von der Sonne verändere, müsse, so schloß Tycho mit Recht, auch eine Änderung in der gegenseitigen Stellung der Fixsterne bewirken. „Eine jährliche Bewegung“, schreibt er, „würde die Fixsternsphäre in eine solche Ferne rücken, daß die von der Erde beschriebene Bahn im Vergleich zu jener Entfernung verschwindend klein sein müßte.“ Andererseits sah Tycho aber wohl ein, daß die Erscheinungen, welche die Planeten zeigen, sich besser mit der neuen Lehre als mit der geozentrischen Ansicht vereinigen ließen. Er stellte deshalb ein neues System auf, das zwischen dem geozentrischen und dem heliozentrischen eine vermittelnde Stellung einnahm. Danach sollte sich die Sonne in einem exzentrischen Kreise um die im Mittelpunkte ruhende Erde bewegen, die Planeten sollten indes gleichzeitig die Sonne umkreisen. Tychos System fand nur geringen Beifall. Kaum einer unter den angesehenen Astronomen nahm es an.

Als Tycho auf der Höhe seines Ruhmes stand, ereilte ihn ein trauriges Geschick. Sein hoher Gönner starb, und nun erhoben sich zahlreiche Feinde und Neider. Auf ihr Betreiben hin wurden Tycho die für die Uranienborg bestimmten Gelder entzogen mit der Begründung, seine Untersuchungen seien nicht nur nutzlos, sondern sogar „voll schädlicher Kuriosität“. Dem großen Forscher, den Bessel später einen König unter den Astronomen nannte, wurde von der Regierung bedeutet, er möge sich mit dergleichen Arbeiten nicht mehr befassen. Damit war das Schicksal der Uranienborg besiegelt. Die Verblendung, welche der aufstrebenden Naturwissenschaft so manchen Schaden zufügte, hatte wieder einen ihrer unrühmlichen, zum Glück aber auch erfolglosen Siege errungen. Tycho, der schließlich sogar tätlichen Angriffen



Erster großer Quadrant von Tycho Brahe (1569).

ausgesetzt war, rettete von seinen Instrumenten und Aufzeichnungen das Wertvollste und kehrte 1597 seinem Vaterlande den Rücken. Wiederum war es fürstliche Gunst, die ihm und seiner Wissenschaft eine neue Heimstätte bereitete. Auf Veranlassung Kaiser Rudolfs des Zweiten siedelte Tycho nach Prag über. Dort wurde er zum kaiserlichen Astronomen ernannt.

Von Prag aus erfolgte 1599 Tychos Ruf an Kepler. Kepler wurde Tychos Hilfsrechner und erhielt die Erlaubnis, das umfangreiche Beobachtungsmaterial Tychos zu verwerten.

Tychos Marsbeobachtungen erstreckten sich über einen Zeitraum von 16 Jahren. Sie verteilten sich ferner über die ganze Bahn des Planeten und waren bis auf einige Minuten richtig, besaßen also eine bisher unerreichte Genauigkeit.

Tycho war bald nach Keplers Eintreffen gestorben und letzterer zu seinem Nachfolger ernannt worden. Unermüdlich war Kepler während der ersten Jahrzehnte des 17. Jahrhunderts auf der tychonischen Grundlage mit dem Ausbau der Astronomie beschäftigt. Einmal galt es, auf Grund der eigenen und der Beobachtungen Tychos Planetentafeln zu entwerfen, welche die bisherigen ungenauen Tafeln übertrafen. Die zweite, höhere Aufgabe bestand in der Begründung einer mit dem System des Kopernikus in Einklang stehenden Theorie der Planetenbewegung. Beide Aufgaben hat Kepler glänzend gelöst und daneben noch

Wertvolles auf den Gebieten der Mathematik und der Optik geleistet.

Die neuen Tafeln, die in Anerkennung der Verdienste Kaiser Rudolfs um die Förderung der Astronomie die Rudolfinischen genannt wurden, erschienen erst kurz vor Keplers Tode. Während der letzten Jahre ihrer Abfassung konnte die mühevollere Arbeit durch die von Bürgi und Neper erfundenen Logarithmen verringert werden. Fast ein Jahrhundert blieben die Rudolfinischen Tafeln ein unentbehrliches Hilfsmittel der Astronomen, dann erst wurden sie durch neue, bessere ersetzt.

Kopernikus hatte sich darauf beschränkt, eine zum Teil noch mit den Mängeln der geozentrischen Ansicht behaftete bloße Beschreibung des Planetensystems zu geben. Kepler war dagegen bestrebt, gesetzmäßige Beziehungen innerhalb dieses Systems aufzudecken. Das Mißlingen seiner ersten Versuche ist darauf zurückzuführen, daß es ihm noch an genügendem Beobachtungsmaterial fehlte. Erst durch die Verbindung mit Tycho gelangte er in den Besitz desselben, und im Jahre 1609, also ein Jahrzehnt nach Tychos Tode, veröffentlichte er die Entdeckung, daß die Planetenbahnen Ellipsen seien. Damit war das seit alters geheiligte Axiom von der Kreisbewegung beseitigt*).

*) Näheres darüber enthält Heft 4/5 des 30. Jahrgangs dieser Zeitschrift S. 53/54, sowie der 2. Band des Werkes von F. Dannemann „Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung“. Verlag W. Engelmann, Leipzig.

Eine Kepler-Genealogie und ein Kepler-Roman.

Von Dr. Stephan Kekule von Stradonitz.

(Mit einer Abbildung.)

Über den großen Astronomen Johannes Kepler (* Weilderstadt 27. Dez. 1571; † Regensburg 15. Nov. 1630) gibt es zahlreiche eingehende Lebensbeschreibungen. Daß der Verlauf und Inhalt seines Lebens bis zu seinem Tod ein wahrhaft „tragischer“ gewesen ist, weiß man daher schon lange. Seit ein Angehöriger der Kep(p)ler-Sippe, der Oberpostdirektor Gustav Keppler, ein Nachkomme von dem Astronomen Vatersbruder Hans Kepler (* 1544), in dem Werk „Astronom Kepler und seine Zeit mit Schilderung des Hexenprozesses gegen seine Mutter“ (Görlitz 1931, Verlag C. A. Starke) in schlicht-wissenschaftlicher Weise nicht nur den Lebensgang des Größten seines Geschlechts, sondern auch den vorbezeichneten Hexenprozeß (nach den noch erhaltenen Akten) dargestellt hat, weiß man auch über diesen Genaueres.

Nunmehr legt der gleiche Verfasser in Band 75 des bekannten „Deutschen Geschlechterbuchs“ (= „Schwäbisches Geschlechterbuch“ Bd. 6) oder „Genealogischen Handbuchs bürgerlicher Familien“ (Görlitz 1931,

ebenfalls Verlag C. A. Starke), das der Ob.-Reg.-Rat Dr. Bernhard Koerner zu Berlin herausgibt, eine umfangreiche „Kepler-Genealogie“ vor, im ganzen über 1000 Seiten stark, die hauptsächlich das Geschlecht des Astronomen, aber auch angeschwägerte Geschlechter anderen Namens und über ein Dutzend nicht nachweislich gleichstämmiger Geschlechter des Namens Keppeler und Keppler enthält.

Der bekannte, volkstümliche schwäbische Dichter Ludwig Finckh, der zugleich ein verdienter Freund und Förderer der Genealogie und namentlich der Ahnenforschung ist und zudem einen Tropfen Keppler-Blut in den Adern hat, hat zu diesem Bande die Vorrede geschrieben.

Nach diesem Bande stammt das Geschlecht des Astronomen ursprünglich aus Nürnberg und teilte sich alsbald in zwei Hauptstämme: den Weilderstädter und den Pfullinger. Gemeinsamer sicherer Ahnherr ist: Sebald Kep(p)ler, Bürger und Buchbinder zu Nürnberg, dessen Leben in der Hauptsache in die

zweite Hälfte des 15. Jahrhunderts fallen dürfte. Glaubhaft sind auch noch des Sebald Vater: Kaspar Keppler und dessen Vater: Friedrich Keppler gemacht, so daß das Geschlecht jetzt rund 500 Jahre alt ist. Die Keppler sind demnach eines der ältesten deutschen bürgerlichen Geschlechter mit festem Namen! Die Nachkommenschaft der beiden vorgenannten Brüder hat sich ganz ungewöhnlich stark und weit verästelt und verzweigt und blüht, infolge Auffrischung durch Bauernblut, bis in die Gegenwart kräftig weiter, namentlich im Schwarzwalde. Dagegen ist von dem großen Astronomen selbst keine Nachkommenschaft des Namens Kep(p)ler, also des Mannestammes, mehr vorhanden. Johannes Kepler, der Astronom, hatte zwar aus zwei Ehen dreizehn Kinder, allein elf davon starben sehr früh. Sein Sohn Ludwig hatte, ebenfalls aus zwei Ehen, gleichfalls Nachkommen. Von diesen blieb aber nur der älteste Sohn Friedrich am Leben, der jedoch (nach Ludwig Finckh) zu Amsterdam als Junggeselle starb, und eine Tochter: Susanne Elisabeth (Enkelin also des Astronomen), die mit dem Uhrmacher Johannes Wahl zu Königsberg i. Pr. verheiratet gewesen ist. (Zu deren Nachkommen gehören: Dr. phil. Felix Jentsch, ao. Professor und Direktor des Instituts für angewandte Optik zu Jena, und Dr. phil. Robert Wichard Pohl, o. Professor und Direktor des ersten Physikalischen Instituts zu Göttingen.)

Des Astronomen Tochter Susanne heiratete in erster Ehe den Dr. med. Jakob Bartsch, astronomischen Gehilfen seines Schwiegervaters, in ihrer zweiten Ehe einen Martin Hiller. Nachkommenschaft des weiblichen Blutstammes des großen Astronomen ist also durch solche „Blutlinien“ noch vorhanden. Wenn noch erwähnt wird, daß diese „Kepler-Genealogie“, neben vielen anderen Bildbeigaben, zwei Bildnisse des Astronomen selbst, das Faksimile seiner Unterschrift, sein Wappen, sein Denkmal zu Weilderstadt, eine Ansicht von Weilderstadt u. a. enthält, so ergibt sich, daß dieser Band eine wirkliche Bereicherung des Johannes Kepler-Schrifttums ist. —

Nun hat der obengenannte Dichter und Schriftsteller Ludwig Finckh (Dr. med. zu Gaienhofen am Bodensee) gerade eben auch einen höchst lesenswerten und fesselnden „Kepler-Roman“ erscheinen lassen: „Sterne und Schicksal“, Stuttgart o. J. (1931), Deutsche Verlags-Anstalt. Finckh hat das abenteuerlich bewegte Leben von Johannes Kepler, dem Entdecker der Gesetze der Planetenbewegung, mit wahrer Meisterschaft angepackt und in vielen anekdotisch geformten Kapiteln Zug um Zug zu dem äußeren und inneren Bilde dieses großen Mannes aneinander gereiht. Mehr noch: er sucht in dem genialen Berechner und Entdecker überall den Menschen in seinem Werden, Kämpfen und Leiden. Die Kindheit in schwäbischen Land-

städtchen, die Lehrjahre in Klosterschulen und dem Tübinger Stifte, der Abschied von der Heimat, Kepler als Professor der Mathematik, als Kalendermacher, als Astronom, im Dienste der protestantischen Stände der Steiermark in Graz, als Gehilfe von Tycho Brahe und als Hofmathematicus und Hofastronom Kaiser Rudolphs II. in Prag, von 1612 ab im Dienste der oberösterreichischen Landstände zu Linz, 1622 „Kaiserlicher Mathematicus“, seine Jahre zu Ulm, 1628 bei Wallenstein in Sagan, sein Tod zu Regensburg, seine beiden Ehen, der Hexenprozeß der Mutter, die Entstehung seiner großen mathematisch-astronomischen Werke („Prodromus“, 1596; „Astronomia nova“, 1609; „Dioptrice“ — eine Theorie der Linsen und Prinzipien des astronomischen Fernrohrs —, 1611; „Harmonices mundi libri V“, 1619), die Entdeckung der drei großen, nach ihm benannten Gesetze der Planetenbewegung sind geschildert oder wenigstens gestreift. Alles ist in zugleich dichterischer und volkstümlicher Form zu einem Gusse verarbeitet, so daß jedes Lebensalter Anregung und Belehrung, Freude und Nutzen an dem Buche finden muß. Man darf es ruhig aussprechen, daß dieses durch Männlichkeit und Reife ausgezeichnete Dichterwerk berufen ist, zu einem Haus- und Volksbuche zu werden, und namentlich einen der größten Astronomen aller Zeiten volkstümlich zu machen.

Das Wappen des Geschlechtes Kep(p)ler.

An das hier in Rede stehende Geschlecht Kep(p)ler sind in alter Zeit zwei bürgerliche Wappenbriefe gekommen, der eine von Kaiser



Das Wappen der Familie Kepler.

Friedrich III., gegeben Neustadt, Freitag vor Oculi 1463, für „Heinrich und Konrad die Keppler“, der andere von Kaiser Maximilian II., gegeben Wien, 27. Febr. 1563, für die Gebrüder Sebald, Adam, Daniel und Melchior Keppler, Bürger und Mitglieder des Rats der Stadt Weil. Von Sebald stammt der Astronom ab.

Das Wappen zeigt nach beiden Wappenbriefen: in von Gold (Gelb) über Blau geteiltem Schild oben einen wachsenden rotbekleideten Engel mit ausgebreiteten goldenen Flügeln, die Arme nach unten ausgestreckt, so daß die Hände die Teilungslinie an den Oberecken des unteren Feldes berühren, unten „ledig“ (d. h. ohne Bild); auf dem geschlossenen (Stech-) Helm ein hoher, spitzer mit einer goldenen Krone besetzter, blau gestülpter, goldner (gelber) Hut, oben besetzt mit einem golden- (gelb-) blau-roten Wulste, aus dem ein schwar-

zer Reiherbusch mit goldnen Punkten, sogen. „Flinzerln“, hervorgeht.

Der Unterschied zwischen beiden Wappen ist lediglich der, daß bei dem von 1463 die Decke blau-golden (-gelb), bei dem von 1563 rot-golden (-gelb) ist.

Mit diesem altererbten Wappen hat der Astronom während seines Aufenthalts zu Linz nachweislich gesiegelt und sich „Johann Keppler, Mathematicus“ unterfertigt. Die Farben der Helmdecke sind auf dem Siegel naturgemäß nicht erkennbar. Wahrscheinlich hat er sie in den Farben des neueren Wappenbriefs, nämlich desjenigen von 1563, da er ein Nachkomme von Sebald war, geführt. Auf der hier beigegebenen Wappenabbildung sind sie dem älteren Wappenbriefe, nämlich dem von 1463, entsprechend schraffiert (waagerechte Striche = blau, punktiert = golden oder gelb).

Über die Beziehungen der Sonne zur Ultrastrahlung.

Von Walter M. H. Schulze.

(Mit einer Abbildung.)

Bis vor kurzem glaubte man, daß von der Sonne keinerlei Einfluß auf die Intensität der Höhenstrahlung oder Ultrastrahlung, wie man diese jetzt meist nennt, ausgeübt wird. Messungen bei Sonnenfinsternissen ließen keine Änderungen in der Strahlungsintensität erkennen, ebensowenig waren Unterschiede zwischen Tages- und Nachtwerten feststellbar, so daß noch 1928 A. Corlin nach eingehender, exakter statistischer Bearbeitung des bis dahin vorliegenden Beobachtungsmaterials zu dem Ergebnis kam, daß die Sonne keinerlei Einfluß auf die Intensität der Strahlung ausübe.¹⁾

Nun sind jedoch gerade in den letzten Jahren in experimentaltechnischer Hinsicht ziemliche Fortschritte gemacht worden und vor allem von Prof. Hoffmann in Halle und Dr. Steinke in Königsberg eine äußerst empfindliche Meßapparatur geschaffen worden, mit welcher man noch sehr geringe Strahlungsintensitäten und deren Änderungen messen kann.

Aus den sehr exakten Registrierreihen, die Hoffmann und Lindholm mit einer solchen empfindlichen Apparatur auf Muottas Muragl²⁾ (2456 m) im Engadin aufgenommen haben, ergibt sich nun tatsächlich im Mittel eine kleine Erhöhung der Ionisationswerte während der Tageszeit, welche nach V. F. Heß³⁾ einer solaren Komponente der Ultrastrahlung zuzuschreiben ist. Aus der Verringerung der mittleren Differenz zwischen Tag- und Nachtwerten bei erhöhter Abschirmung (Bleipanzern) berechnete

letzterer den Absorptionskoeffizienten der Solarkomponente in erster Annäherung zum gleichen Wert wie der der gesamten Strahlung in derselben Höhe. Dadurch fällt die Annahme fort, daß die Differenz zwischen Tages- und Nachtwerten der Ionisation etwa nur durch Änderungen im Emanationsgehalt der Luft hervorgerufen wäre. Auch in anderen neueren Beobachtungsreihen, z. B. den Messungen Steinmaurers auf dem Gipfel des Sonnblick (3100 m) im Sommer 1929, findet sich das Vorhandensein der Solarkomponente der Ultrastrahlung angedeutet. Nach dem bisherigen Beobachtungsmaterial kann man nach Heß den Anteil der solaren Komponente — zumindest in 2—3 km Höhe — auf etwa 5‰ der Gesamtintensität veranschlagen. Eine starke Stütze hat die Annahme einer solaren Komponente neuerdings durch eine Beobachtungsreihe von Pforte⁴⁾ mit einer Hoffmannschen Apparatur hinter 10 cm Bleiabschirmung erhalten. Er fand für die Strahlungsintensität hierbei eine sonnentägliche Periode mit einem Maximum um 12^h und guter Symmetrie.

Von besonderer Wichtigkeit scheint mir nun die Frage zu sein, ob und in welcher Weise der oben im Mittel angegebene Betrag der solaren Ultrastrahlungskomponente Schwankungen aufweist, die im Zusammenhang mit Vorgängen auf der Sonne stehen. Zum Zwecke einer ersten diesbezüglichen Orientierung ordnete ich die Tagesmittel der gemessenen Ionisationswerte einiger mir zur Verfügung stehenden Beobachtungsreihen (I. Corlins Messungen mit einem Kolhörsterschen Strahlungsapparat

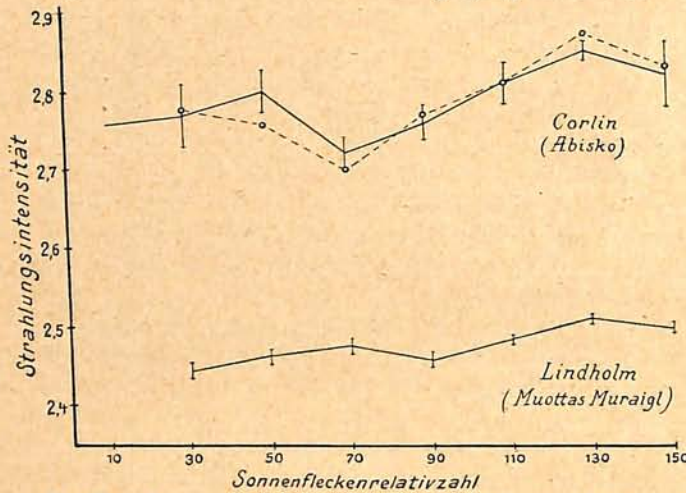
⁴⁾ V. F. Heß und W. S. Pforte, Ztschr. f. Physik Bd. 71, S. 171, 1931.

¹⁾ A. Corlin, Ztschr. f. Physik Bd. 50, S. 808, 1928.

²⁾ G. Hoffmann und F. Lindholm, Gerlands Beitr. z. Geophysik Bd. 20, S. 12, 1928; F. Lindholm, ebenda Bd. 22, S. 141, 1929 und Bd. 26, S. 416, 1930.

³⁾ V. F. Heß, Nature vom 3. I. 1931.

in Abisko im nördlichsten Schweden in der Zeit vom 16. Oktober bis Ende Dezember 1929 und 2. die Registrierbeobachtungen mit einer empfindlichen Hoffmannschen Apparatur, die Lindholm in verschiedenen Monaten der Jahre 1928 bis 1929 auf Muottas Muraigl durchgeführt hat⁵⁾) nach den dazugehörigen Sonnenflecken-Relativzahlen und faßte sie gruppenweise mit einer Intervallbreite von 20 Sonnenflecken-Einheiten gemittelt zusammen. Das Ergebnis ist in der Abbildung graphisch dar-



Die Beziehung zwischen Sonnenfleckenaktivität und Ultrastrahlung nach Messungen von Corlin und Lindholm.

gestellt, wobei die Länge des Vertikalstriches durch jeden Mittelwert dessen mittleren Fehler angibt. Rein formal stimmen beide Kurven befriedigend überein. Die Schwankungsamplitude wie auch der mittlere Fehler sind zwar bei der Corlinschen Kurve bedeutend größer als bei der von Lindholm. Dies dürfte auf die Verschiedenheit der verwendeten Apparaturen zurückzuführen sein, tritt doch z. B. die Sternzeitperiode bei den Kolhörsterischen Apparaten ebenfalls mit viel größerer Amplitude auf als bei der Hoffmann-Steinischen Apparatur. Merkwürdig ist das zweite Minimum in beiden Kurven bei mittleren Fleckenzahlen. Herr G. Archenhold wies mich auf die von ihm gefundene Beziehung zwischen der Häufigkeit von Haloerscheinungen und der Sonnenfleckenanzahl hin, wobei ebenfalls bei mittleren, wenngleich etwas niedrigeren Fleckenzahlen ein Minimum auftritt⁵⁾. Dennoch möchte ich die Reellität des mittleren Minimums noch bezweifeln und das bisher gewonnene Ergebnis dahin zusammenfassen, daß an Tagen mit hohen Sonnenfleckenrelativzahlen im Durchschnitt die Strahlungsintensität etwas erhöht ist gegenüber Tagen mit kleinen Sonnenfleckenanzahlen.

Um eindeutig zu entscheiden, ob diese Ionisationszunahme tatsächlich auf eine Zunahme der solaren Strahlungskomponente zurückzuführen ist, wäre es notwendig, die Abhängigkeit der täglichen Differenz zwischen Tages-

und Nachtwerten der Ionisation von der Fleckenzahl der Sonne statistisch mittels Korrelationsrechnung zu studieren. Ich glaube jedoch, daß sich dies erst bei längeren exakten Beobachtungsreihen lohnen dürfte. Da jedoch, wie ersichtlich, bei der Corlinschen Reihe die Unterschiede der Kurven für volle Tagesmittel und Tageszeitmittel (gestrichelte Kurve) der Ionisation sehr gering und nicht eindeutig sind, so kann man mit gewisser Wahrscheinlichkeit schließen, daß die Erhöhung der Ionisation bei großen Fleckenzahlen nicht direkt durch eine Zunahme des solaren Strahlungsanteiles bedingt ist.

Die Beziehung zwischen beiden Größen scheint danach also mehr indirekter Natur zu sein. Es wäre z. B. möglich, daß die Sonnenflecken mit irgendwelchen Vorgängen in der Atmosphäre korrelieren, durch welche die Durchlässigkeit derselben für die Ultrastrahlen sich ändert. Andererseits ändert sich nach Corlin die Strahlungsintensität annähernd proportional der erdmagnetischen Totalintensität⁶⁾. Da nun die erdmagnetischen Erscheinungen bekanntlich in starkem Maße von der Sonnenaktivität abhängen, so ist es durchaus möglich, daß die angedeutete Ionisationszunahme durch Änderungen des Erdfeldes hervorgerufen wird.

Von Polarlichtern und magnetischen Gewittern her ist bekannt, daß besonders die in der Nähe des Zentralmeridians der Sonne befindlichen Störungsherde (Flecken) starken Einfluß auf irdische Erscheinungen ausüben. Es wurde daher — wie aus der Tabelle her-

Vorgänge auf der Sonnenoberfläche	Mittelwerte der Ionisation in I					
	für den gesamten Tag			für die Tageszeitdauer		
	Anz. der Werte	Mit- tel- wert	mittl. Fehler	Anz. der Werte	Mit- tel- wert	mittl. Fehler
Durchgang einer mittleren Gruppe durch den Zentralmeridian . . .	14	2,78	0,023	12	2,84	0,022
Durchgang einer stärkeren Gruppe oder eines einzelnen größeren Flecks durch den Zentralmeridian	10	2,78	0,027	9	2,78	0,034
Eintritt eines größeren Tätigkeitsherdes auf der sichtbaren Sonnenscheibe	11	2,72	0,024	9	2,70	0,047
Neubildung eines größeren oder mittleren Tätigkeitsherdes für Flecken auf der Ostseite	3	2,73	(0,043)	2	2,71	(0,027)
Desgleichen in der Nähe des Zentralmeridians	2	2,75	(0,007)	2	2,83	(0,039)
Alle übrigen Tage ohne besondere Fleckenbemerkungen	25	2,79	0,017	19	2,75	0,027

⁶⁾ A. Corlin, Lund Observatory Circular Nr. 1, S. 3, 1931.

⁵⁾ G. Archenhold, Weltall Jg. 29, S. 97, 1930.

vorgeht — der Einfluß der örtlichen Verteilung der Flecken auf die Ionisationswerte der Corlinschen Beobachtungsreihe studiert. Danach scheint z. Z. von Störungsherden in der Nähe des Zentralmeridians die Ionisation insbesondere zur Tageszeit sich zu erhöhen, was auf ein Eindringen von Strahlen von der Sonne hindeutet.

Langer, präziser und umfassender Reihen und langwieriger, exakter Auswertungen und Berechnungen bedarf es freilich noch, um alle diese angedeuteten Beziehungen der Ultrastrahlung zur Sonne wie auch zu manch anderen irdischen und kosmischen Erscheinungen festzulegen und zu klären.

Der gestirnte Himmel im Januar 1932.

Von Günter Archenhold.

(Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.)

Unsere Sternkarte auf der äußeren Umschlagseite gibt den Anblick des Sternenhimmels für den 1. Januar 22^h, den 15. Januar 21^h und den 31. Januar 20^h wieder. Der nach Süden blickende Beobachter hat den schönsten Teil unseres heimatlichen Himmels vor sich. Um das Sternbild des Orion herum gruppieren sich die hellen Sterne: Sirius im Großen Hund, Procyon im Kleinen Hund, Kastor und Pollux in den Zwillingen, Kapella im Fuhrmann und Aldebaran im Stier. Die große Reinheit und Dunkelheit des winterlichen Himmels läßt die beiden mit bloßem Auge schon erkennbaren Nebelflecke im Orion und in der Andromeda deutlich hervortreten. Für kleine Fernrohre ist der Crabnebel, der im Katalog von Messier die Nummer 1 trägt, ein bemerkenswertes Objekt. Er steht zwischen den Sternen ζ und σ im Stier in Rekt. = 5^h28^m,5 und Dekl. = + 21°57', ist von länglicher Gestalt und besitzt nach photographischen Aufnahmen eine Ausdehnung von 6 × 4'. Die Milchstraße ist in ihrem Verlauf zwischen dem Großen Hund und Schwan gut zu beobachten. Auch beginnt die Sichtbarkeitsperiode des abendlichen Zodiakallichts.

Die Minima des veränderlichen Sternes Algol im Perseus sind zu folgenden Zeiten zu beobachten:

Jan. 2.	4 ^h	Jan. 22.	5 ^h
„ 5.	0	„ 25.	2
„ 7.	21	„ 27.	23
„ 10.	18 ^h	„ 30.	20 ^h

Die Planeten.

Merkur, der sich während des ganzen Monats am Morgenhimmel befindet, kann in der ersten Monatshälfte mit unbewaffnetem Auge kurz nach 6^{1/2}^h aufgesucht werden. Am 11. Januar hat er mit 23°27' den größten scheinbaren Abstand von der Sonne.

Venus ist als helleuchtender Abendstern anfangs 1^{3/4} Stunden, zuletzt 2^{1/2} Stunden lang sichtbar. Sie nähert sich der Erde im Laufe des Monats von 213 Millionen km auf 189 Millionen km und nimmt an Glanz noch weiter zu.

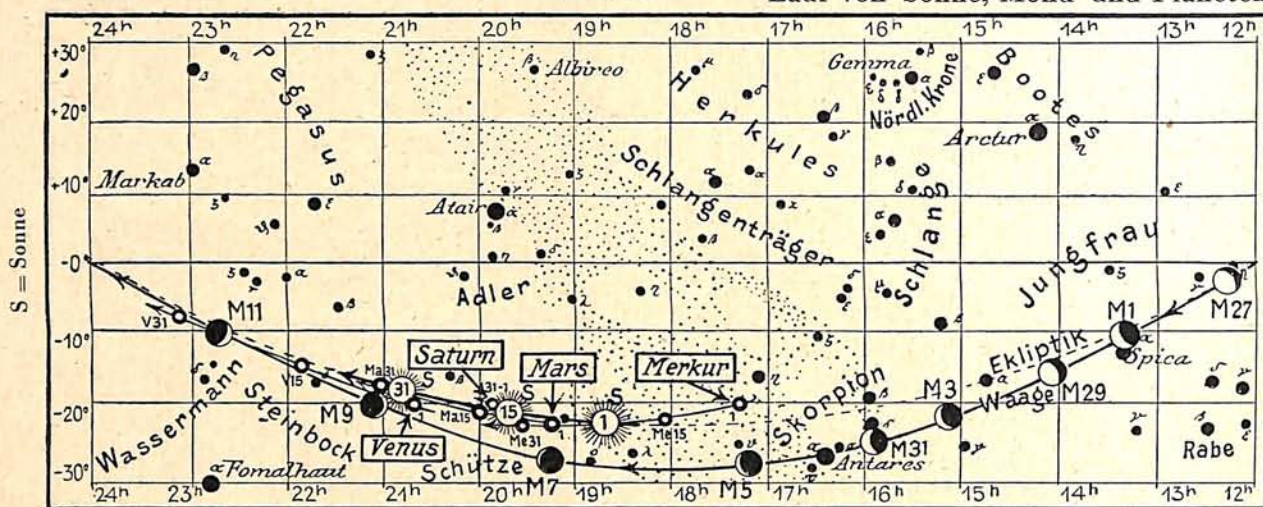
Mars steht am 1. Februar in Konjunktion mit der Sonne und ist daher im Januar nicht sichtbar.

Jupiter, im Löwen, ist zu Monatsanfang von 19^{1/2}^h an bis zum Morgen zu beobachten. Sein Aufgang erfolgt täglich 4^{1/2}^m früher, so daß er am 31. Januar bereits um 17^{1/4}^h über den Horizont heraufkommt. An Helligkeit übertrifft er Sirius, den hellsten Fixstern des Himmels, noch um eine halbe Größenklasse. Aber während das Licht vom Sirius 8,7 Jahre unterwegs ist, braucht es vom Jupiter nur 37 Minuten, bis es die Erde erreicht. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes wurde im Jahre 1676 von Olaf Römer aus den Verfinsterungen des ersten Jupitermondes abgeleitet. Da die Umlaufzeit dieses Mondes sehr genau bekannt war, fiel es auf, daß, wenn die Erde in ihrer größten Entfernung vom Jupiter stand, die Verfinsterungen um 16^m36^s später gesehen wurden als bei ihrer geringsten Entfernung vom Jupiter. Diese Verspätung wird hervorgerufen durch die Zeit, die das Licht zur Zurücklegung der Strecke braucht, um welche die Erde in ihrer entferntesten Lage weiter vom Jupiter absteht als in ihrer nächsten. Da diese Strecke gleich dem Durchmesser der Erdbahn ist, der ungefähr 299 Millionen km beträgt, und in 996^s durchlaufen wird, so ergibt sich, daß das Licht in 1^s etwa 300 000 km zurücklegt. Die im Januar zu beobachtenden Verfinsterungen der Jupitermonde sowie ihre Stellungen zum Planeten um 2^h15^m sind in der folgenden Tabelle angegeben:

Verfinsterungen			Stellungen			
Jan.	M.E.Z.	Mond	Jan.	2 ^h 15 ^m	Jan.	2 ^h 15 ^m
	h m			M.E.Z.		M.E.Z.
2	4 05	I E	1	34 21	17	342 1
3	22 34	I E	2	431 2	18	421 3
7	20 35	IV E	3	423 1	19	4 23
7	21 42	II E	4	42 13	20	4 123
8	1 27	IV A	5	41 23	21	421 3
9	5 59	I E	6	4 213	22	432 1
11	0 27	I E	7	421 3	23	431 2
15	0 17	II E	8	34 21	24	342 1
16	7 53	I E	9	31 42	25	21 34
18	2 21	I E	10	32 14	26	1 243
19	20 49	I E	11	2 34	27	1234
22	2 52	II E	12	1 234	28	21 34
24	20 33	III E	13	1234	29	32 14
25	4 15	I E	14	21 34	30	31 24
26	22 43	I E	15	3 14	31	3 24
29	5 27	II E	16	31 42		

E = Eintritt, A = Austritt

Abb. 2a. Lauf von Sonne, Mond und Planeten



Saturn gelangt am 17. in Konjunktion mit der Sonne und ist daher unsichtbar.

Uranus geht anfangs um 18^h4, zuletzt um 16^h4 durch den Meridian. Sein Ort am 15. Januar ist Rekt. = 0^h58^m,5 und Dekl. = + 5°34'.

Neptun steht im Löwen in Rekt. = 10^h38^m,5 und Dekl. = + 9°25'.

Pluto, der wegen seiner geringen Helligkeit nur mit den größten Fernrohren beobachtet werden kann, gelangt am 12. Januar in Opposition zur Sonne. Sein Ort ist an diesem Tage Rekt. = 7^h29^m,5 und Dekl. = + 22°23'. Trotz seiner langsamen Bewegung steht Pluto bereits 3° östlich vom Stern Delta in den Zwillingen, in dessen unmittelbarer Umgebung er vor 2 Jahren aufgefunden wurde.

Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne steigt bei ihrer Wanderung in der Ekliptik um 5^h1/2 höher, so daß wir eine Verlängerung ihres Tagesbogens von 7^h3/4 Stunden auf 9 Stunden bemerken können. Die Auf- und Untergangszeiten für Berlin sind:

	Aufgang	Untergang
Jan. 1.	8 ^h 17 ^m	16 ^h 1 ^m
„ 15.	8 ^h 11 ^m	16 ^h 20 ^m
„ 31.	7 ^h 52 ^m	16 ^h 48 ^m

Im Januar sind in Berlin folgende Sternbedeckungen durch den Mond zu beobachten, von denen die Bedeckungen mehrerer Plejadensterne am 18. Januar besondere Beachtung verdienen:

Jan.	Name	Gr.	Rekt. 1932		Dekl. 1932		Phase	Zeiten für Berlin M. E. Z.		Winkel	Mondalter	Hilfsgrößen	
			m	h m	o	'		h m	o			d	m
17.	47 Arietis	5,8	2	54,2	+ 20	24	E	19	31	12	9,8	- 0,6	+ 3,4
18.	23 Tauri	4,3	3	42,3	+ 23	44	E	17	27	54	10,7	- 0,7	+ 2,1
18.	η Tauri	2,9	3	43,4	+ 23	54	E	18	13	46	10,7	- 0,8	+ 2,2
18.	27 Tauri	3,7	3	45,1	+ 23	51	E	19	5	93	10,8	- 1,7	+ 0,4
18.	28 Tauri	5,2	3	45,1	+ 23	56	E	19	7,5	75	10,8	- 1,4	+ 0,7
18.	η Tauri	2,9	3	43,4	+ 23	54	A	19	26	267	10,8	- 1,6	+ 0,5
21.	406 B. Tauri	5,6	5	46,7	+ 27	57	E	0	9	116	13,0	- 1,0	- 2,0

E = Eintritt, A = Austritt

Die Hilfsgrößen a und b dienen dazu, genäherte Ein- und Austrittszeiten für ganz Deutschland zu berechnen. Den für Berlin geltenden Zeitangaben ist die Korrektion a (13°1' - λ) + b (φ - 52°4') hinzuzufügen, wobei λ und φ die geographische Länge und Breite des Beobachtungsortes bedeuten.

Weitere wichtige Angaben finden sich in nachstehender Tabelle:

Datum	Rektasz. 0 ^h Weltzeit		Deklin. 0 ^h Weltzeit		Sternzeit Berlin.Mittag		Zeitgleichw. wahre minus mittlere Zeit	
	h	m	o	'	h	m	m	s
Jan. 1.	18	40,7	- 23	7	18	39,6	- 3	11
„ 5.	18	58,4	22	46	18	55,4	5	3
„ 10.	19	20,3	22	10	19	15,1	7	14
„ 15.	19	42,0	21	23	19	34,8	9	11
„ 20.	20	3,4	20	26	19	54,5	10	52
„ 25.	20	24,5	19	19	20	14,2	12	13
„ 30.	20	45,3	- 18	3	20	33,9	- 13	15

Der Mond ist mit seinen Lichtgestalten von zwei zu zwei Tagen in unsere Planetenkarte eingetragen.

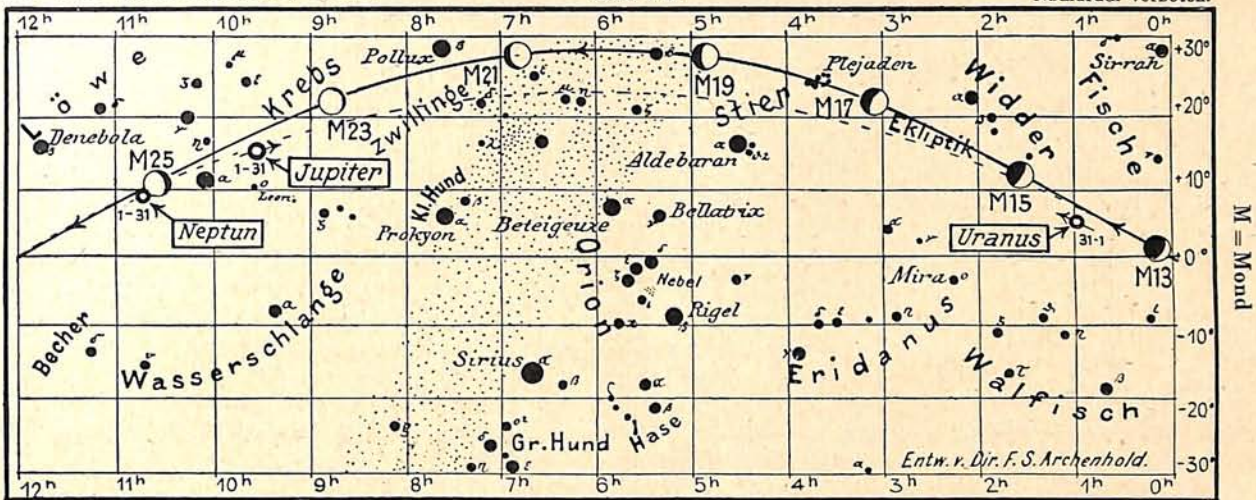
Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten: Letztes Viertel: Jan. 1. 2^h1/2
Neumond: „ 8. 0^h1/2
Erstes Viertel: „ 15. 22
Vollmond: „ 23. 14^h3/4
Letztes Viertel: „ 30. 10^h1/2

Am 2. und 27. Januar steht der Mond in Erdnähe. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt an diesen beiden Tagen 32'21" und 32'32", die Horizontalparallaxe 59'16" bzw. 59'37". In Erdferne steht der Mond am 15. Januar mit einem scheinbaren Durchmesser von 29'36" und einer Horizontalparallaxe von 54'14".

für den Monat Januar 1932.

Abb. 2b.

Nachdruck verboten.



Bemerkenswerte Konstellationen.

Jan. h	Jan. h
2. 5 Erde in Sonnennähe.	11. 10 Mars in Konjunktion mit Saturn.
6. 7 Merkur in Konjunktion mit dem Monde.	15. 6 Uranus in Konjunktion mit dem Monde.
8. 10 Mars in Konjunktion mit dem Monde.	17. 1 Saturn in Konjunktion mit der Sonne.
8. 14 Saturn in Konjunktion mit dem Monde.	24. 19 Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
10. 12 Venus in Konjunktion mit dem Monde (Venus 1°36' nördl.).	26. 2 Neptun in Konjunktion mit dem Monde (Neptun 1°4' südl.).
11. 4 Merkur in größter westlicher Abweichung 23°27'.	

AUS DEM LESERKREISE

Wie ich Uranias Jünger wurde.

In den Wintermonaten 1927/28 ging ich täglich nach dem Abendessen „zwangsweise“ eine Viertelstunde spazieren, um unserm Hund Bewegung zu verschaffen. Zwar zeichneten sich die Monate November und Dezember (nach der Statistik der Ravensburger meteorologischen Station) nicht durch besondere Häufigkeit von Tagen mit geringer Bewölkung aus, aber doch erblickte ich fast jeden Abend zu der Zeit, als ich meinen Spaziergang machte, den Sternenhimmel in schönster Pracht, denn wir bewohnen ziemlich abseits von meiner Vaterstadt Ravensburg ein alleinstehendes Haus. Früher hatte ich die Sterne auch gesehen, aber nur eben gesehen, so wie sie jeder sieht, der mal ab und zu bei Nacht zum Himmel schaut. Gleichgültig waren sie mir nie gewesen, war ich doch immer schon ein großer Naturfreund; und wenn jemand von den Sternen erzählte, hörte ich stets gerne zu. Aber von selbst hätte ich mich nie weiter um sie gekümmert. Was mich bisher bewegte, war bloßer Wissensdurst, nicht die Liebe zu den Sternen.

Jetzt wurde es anders, langsam, aber sicher. Die erste Woche fand ich die funkelnden Lichtlein zwar schön, aber weiter machten sie keinen Eindruck auf mich. Doch schon in der zweiten Woche wurde ich von dem ewigen Glitzern gefangen genommen. Besonders angetan hatte es mir eine schöne Sterngruppe im Osten, die anfänglich gerade während meines Spaziergangs aufging, dann aber immer höher stieg und südwärts rückte. Vom Namen dieses Sternbilds hatte ich keine Ahnung, kannte ich doch nur den Großen Bären und die

Plejaden. Wegen seiner Form gab ich ihm deshalb den Namen „Fadenrolle“. Noch weitere Sterngruppen benannte ich mit selbsterfundenen Namen. Aber diese Bezeichnungen habe ich fast alle wieder vergessen, nur „Fadenrolle“ ist mir geblieben, denn dieses Sternbild machte den größten Eindruck auf mich. Schließlich hielt ich es nicht länger aus, ich mußte unbedingt seinen richtigen Namen wissen. Deshalb suchte ich nach einer Sternkarte, fand schließlich eine in unserem dreibändigen Konversationslexikon und erfuhr, daß mein Sternbild Fadenrolle „Orion“ heiße. Ich war etwas enttäuscht. „Fadenrolle“ hatte ich schöner gefunden. Was sagte mir das Wort „Orion“! Damals nichts! — Mein Interesse für die Sterne war jedoch geweckt. Was in unserem Lexikon unter Sternkunde zu finden war, konnte ich bald fast auswendig.

Zu dieser Zeit war ich noch Bezieher der Knabenzeitschrift „Der gute Kamerad“. In einer ihrer Nummern sah ich nun durch Zufall eines Tages unter „Briefkasten“, daß ein anderer Abonnent sich nach einer Zeitschrift für Himmelskunde erkundigt hatte. Als Antwort war ihm „Das Weltall, herausgegeben von der Treptow-Sternwarte in Berlin“ empfohlen worden. Diese Worte elektrisierten mich. Ich ging sofort zu meinem Buchhändler, zeigte ihm die Notiz und bat ihn, er solle mir eine Probenummer kommen lassen. Gesagt, getan: ich las die Probenummer, und seither bin ich Abonnent des „Weltall“. Die darin erschienenen Aufsätze erweckten stets mein lebhaftestes Interesse; auch sonst ergriff ich selbstverständlich jede Gelegenheit, um mein

Wissen von den Sternen zu vergrößern. Ich habe mir in dieser Zeit Dutzende von Büchern erworben, die sich ausschließlich mit astronomischen Fragen beschäftigen.

Mein Freund haute mir vor zwei Jahren ein vierzigfach vergrößerndes Fernrohr, das mir die helleren Jupitermonde sowie manchen schönen Nebel und Doppelstern erschloß. Leider war ich außer im Pariser Observatorium noch in keiner Sternwarte. Damals hatte ich nicht allzuviel davon, denn es war Tag, und man

zeigte nur die Sichel der Venus; ferner konnte ich damals nur notdürftig französisch. Längst freue ich mich deshalb auf den Tag, da ich nach Berlin komme und die Treptow-Sternwarte kennen lerne.

Schon als ich das „Weltall“ zum erstenmal in der Hand hatte, war es sozusagen „um mich geschehen“. Aber als ich vollends zum erstenmal die Perseiden sah, da hatte mich Urania völlig in ihrer Gewalt. Und wen sie einmal gepackt hat, den läßt sie nimmer los . . . !

Wolfdietrich Eichler.

KLEINE MITTEILUNGEN

Der Nachweis der Sonnenkorona außerhalb von Sonnenfinsternissen ist dem französischen Astronomen Lyot im vergangenen Sommer an mehreren Tagen gelungen. Es ist bekannt, daß die Schwierigkeit, die Sonnenkorona bei unverfinsteter Sonne zu beobachten, in der verhältnismäßig großen Helligkeit des Himmels in der Sonnenumgebung zu suchen ist, die durch Streuung des Lichtes an den Luftmolekülen und Staubpartikeln hervorgerufen wird. Würde die Erde keine Atmosphäre besitzen, wie z. B. der Mond, so wäre es ein leichtes, die Korona jederzeit zu beobachten. Unter den gegebenen Verhältnissen ist es notwendig, einen möglichst hoch gelegenen Beobachtungsort aufzusuchen, um über die staubreichsten Luftschichten hinauszukommen. Je reiner die Luft ist, um so geringer ist die Helligkeit des Himmels in der Nähe des Tagesgestirns.

Die Sternwarte auf dem Pic du Midi bietet zum Studium der Sonnenkorona Vorteile, wie man sie in gleicher Weise kaum anderwärts in Europa vorfindet. Sie ist trotz der großen Höhe von 2860 m ü. d. M. im Sommer leicht zugänglich, und da sie in einer geographischen Breite von 43° liegt, so kann die Sonne eine außerordentlich große Höhe über dem Horizont erreichen. Den Beobachtern steht ein Doppelfernrohr von 6 m Länge zur Verfügung. Unter diesen Umständen ist es möglich, die Protuberanzen ohne Zuhilfenahme eines Spektroskops oder eines Farbfilters zu beobachten. Sie erscheinen in derselben rötlichen Farbe wie bei totalen Finsternissen.

Außer den Protuberanzen war auch bei den besten atmosphärischen Verhältnissen ein heller Schein erkennbar, der teils durch die Lichtstreuung, teils durch die innere Sonnenkorona hervorgerufen wurde. Da das Koronalicht polarisiert ist, war es möglich, mit Hilfe eines Polarimeters den Beitrag, der von der Sonnenkorona gegeben wurde, zu erkennen. Es ergab sich, daß in einem Abstände von 7' vom Sonnenrande die Polarisation verschwindend klein war. Sie machte sich etwa 6' vom Sonnenrande bemerkbar und nahm bis zu einem Abstände von 3' von der Sonne stark zu. Dann blieb sie annähernd konstant. Sie war um so stärker, je reiner und durchsichtiger die Luft war, verschwand jedoch, wenn selbst nur leichte Wolken oder Dunst vor der

Sonne vorüberzogen. Daraus geht hervor, daß die Polarisation nicht auf den Einfluß der Lichtstreuung innerhalb der Erdatmosphäre zurückzuführen ist. Auch das Instrument selbst erzeugte kein polarisiertes Licht, wie im Laboratorium festgestellt wurde. Der Nachweis des Koronalichtes ist daher ganz eindeutig. Die Polarisation erwies sich an den Polen der Sonne am geringsten und nördlich und südlich des Sonnenäquators am größten. Dies entspricht vollkommen den Erfahrungen, die man bei totalen Sonnenfinsternissen über das Aussehen der Sonnenkorona zur Zeit abnehmender Fleckentätigkeit gemacht hat.

Nicht nur mit Hilfe des Polarimeters, sondern auch durch spektralanalytische Untersuchungen konnte das Koronalicht nachgewiesen werden. Es zeigte sich nämlich an mehreren Tagen im grünen Teil des Spektrums die bekannte Koronalinie λ 5303 und an einigen anderen Tagen auch die rote Linie λ 6374. Die grüne Linie ließ sich an einigen Tagen bis zu einigen Bogenminuten vom Sonnenrande erkennen. Allerdings erstrecken sich die äußeren, lichtschwächeren Teile der Korona noch viel weiter, so daß man zu ihrer Erforschung auch fernerhin auf die totalen Sonnenfinsternisse angewiesen ist. Die Beobachtung des helleren inneren Teils ist jedoch ein großer Fortschritt, der nicht hoch genug gewertet werden kann.

G. A.

Kleine Planeten im Januar 1932. Zwei kleine Planeten sind zur Zeit ihrer Opposition heller als 9. Größe. Es sind dies die im Jahre 1804 entdeckte Juno und die 1848 aufgefundene Metis. Wir führen nachstehend ihre Ephemeriden auf:

(3) Juno			(9) Metis		
	Rekt.	Dekl.		Rekt.	Dekl.
Dez. 21.	7 ^h 23 ^m + 0° 16'		Dez. 29.	8 ^h 44 ^m + 25° 9'	
	29. 7 17 0 30		Jan. 6.	8 38 26 2	
Jan. 6.	7 10 1 4		14.	8 31 26 55	
	14. 7 3 1 56		22.	8 22 27 44	
	22. 6 56 3 2		30.	8 14 28 23	
	30. 6 ^h 51 ^m + 4° 18'		Febr. 7.	8 6 28 50	
			15.	7 ^h 59 ^m + 29° 5'	

Opposition Jan. 7.
Größte Helligkeit 7^m,6.

Opposition Jan. 24.
Größte Helligkeit 8^m,3.
G. A.

„Das Weltall“ erscheint monatlich (Januar/Februar und Juli/August in je einem Doppelheft). Bezug durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow (Postcheckkonto Berlin Nr. 4015) sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten. Preis jährlich 8 M. (Ausland 10 M.) Einzelheft 1 M., Doppelheft 1,50 M. — Über Anzeigengebühren erteilt der Verlag bereitwilligst Auskunft.

DAS WELTALL

Herausgegeben von Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

Schriftleiter: Günter Archenhold.

31. Jahrgang Heft 4/5

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

Januar/Februar 1932

Inhaltsverzeichnis:

1. Die Temperatur und die Temperaturäquivalente in der Astronomie. Von Dr. Werner Schaub. (Mit 5 Figuren.)	Seite 49
2. Einiges weitere zur Zeitrechnung und Astronomie bei den Maya. Von Dr. P. Schellhas. (Mit einer Abbildung.)	„ 57
3. Kosmische Bindungen, tierischer Magnetismus, das Rutenphänomen und die moderne Geophysik. Von Prof. Dr. A. Nippoldt, Leiter des Magnetischen Observatoriums Potsdam	„ 60
4. Die Einführung in das Studium der Astronomie. Von Professor Dr. Fr. Dannemann	„ 61
5. Die Finsternisse des Jahres 1932. Von Prof. Dr. August Mader. (Mit zwei Figuren.)	Seite 63
6. Der gestirnte Himmel im Februar u. März 1932. Von Günter Archenhold. (Mit Sternkarten und Karten des Laufes von Sonne, Mond und Planeten für beide Monate.)	„ 66
7. Kleine Mitteilungen: 873 neue veränderliche Sterne. — Die Verteilung der Spiralnebel. — Die heliozentrischen Längen der großen Planeten für 1932. — Im Jahre 1932 zurück- erwartete Kometen. — Was muß der Amateur vom Bau und von den Einzelteilen einer Kamera wissen?	„ 70
8. Bücherschau	„ 72

Nachdruck nur mit Genehmigung der Schriftleitung, Auszüge nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Die Temperatur und die Temperaturäquivalente in der Astronomie.

Von Dr. Werner Schaub.

(Mit 5 Figuren.)

Zur Charakterisierung des physikalischen Zustandes eines Sternes dürfen nur solche Größen verwandt werden, welche durch Beobachtung ermittelt werden können. Hierzu gehören in der Hauptsache die Temperaturen der Oberfläche, die Leuchtkraft oder die absolute Helligkeit und die Masse. Die Aufgabe zur Bestimmung der sog. effektiven Temperatur der Fixsterne ist schon ziemlich früh in Angriff genommen worden, und vor einer Anzahl von Jahren konnte noch gesagt werden, daß das Temperaturproblem zu einem gewissen Abschluß gebracht sei. Heute hat es jedoch, veranlaßt durch eine Kritik der alten Beobachtungen und durch großangelegte, noch in Gang befindliche neue Messungen wieder eine gewisse Bedeutung erlangt.

Ehe wir zur Behandlung dieses Themas übergehen, wollen wir einige andere Fragen behandeln, welche das Verständnis des folgenden erleichtern.

Die astronomische Größenskala. — Bekanntlich werden die Sterne nach ihrer Helligkeit so in Klassen eingeteilt, daß die hellsten Sterne die Bezeichnung 0^m , die schwächsten, dem unbewaffneten Auge noch sichtbaren die Bezeichnung 6^m erhalten. Für die schwächeren teleskopischen Sterne wird die Skala sinngemäß nach unten fortgesetzt. Die Skala ist dabei dadurch definiert, daß das Verhältnis der Lichtintensitäten I_m und I_{m+1} zweier Sterne, welche sich um genau eine

Größenklasse unterscheiden, gleich 2,512 ist, d. h. es gilt:

$$\frac{I_m}{I_{m+1}} = 2,512.$$

Mit anderen Worten heißt dies, daß ein Stern der Größe $m+1$ 2,512 mal schwächer ist als ein Stern der Größe m . Entsprechend wird dann für das Verhältnis der Intensitäten I_1 und I_2 zweier Sterne, die sich um m Größenklassen unterscheiden:

$$\frac{I_1}{I_2} = 2,512^m.$$

Der Größenunterschied m ergibt sich daraus zu:

$$m = \frac{\log I_1 - \log I_2}{0,4} \quad (1)$$

als die durch 0,4 dividierte Differenz der Intensitätslogarithmen. Gl. (1) ist ein Erfahrungsgesetz, welches besagt, daß das menschliche Auge nicht auf die Intensität selbst, sondern auf deren Logarithmus reagiert. Da stets nur Intensitätsverhältnisse auftreten, ist es gleichgültig, mit welcher Einheit man die Intensität selbst mißt. Man kann sie z. B. als Schwärzung auf der photographischen Platte oder als Zeigerausschlag eines Galvanometers, das mit einer Photozelle oder einer sonstigen lichtempfindlichen Zelle verbunden ist, messen. Die Benennung von I kürzt sich in Gleichung (1) weg.

Der schwarze Körper. — Jeder Körper besitzt die Eigenschaft, von dem Licht, welches seine Oberfläche trifft, einen Teil zu absorbieren und den Rest zu reflektieren. Der absorbierte Teil wird dabei in eine andere Energieform, Wärme, Elektrizität (Photozelle, Thermoelement) usw. übergeführt. Emissionsvermögen e und Absorptionsvermögen a aller Körper regeln sich dabei nach dem Kirchhoffschen Gesetz, welches besagt, daß das Verhältnis aus Emissions- und Absorptionsvermögen für alle Körper konstant ist. Unterscheidet man zwei Körper durch die Indizes 1 und 2, so gilt also:

$$\frac{e_1}{a_1} = \frac{e_2}{a_2} = \text{const.} \quad (2)$$

Dieses Gesetz besagt, daß der Körper mit dem größeren Absorptionsvermögen auch das größere Emissionsvermögen besitzt. Unter dem Absorptionsvermögen a ist dabei der prozentuale Anteil der den Körper treffenden Gesamtstrahlung, welcher absorbiert wird, zu verstehen. Das Emissionsvermögen ist jedoch nicht etwa der reflektierte restliche Betrag, sondern etwas anderes. Da das Kirchhoffsche Gesetz für Strahlungen jeder Wellenlänge gilt, also sowohl für langwellige Wärmestrahlen als auch für sichtbare Lichtstrahlen und für kurzwellige ultraviolette Strahlen, sei das Wesen der Gl. (2) an der Wärmestahlung veranschaulicht. Zwei Körper seien einem Wärmestrahler (Sonne) ausgesetzt. Der Körper mit dem großen Absorptionsvermögen nimmt die Wärme begieriger auf als der mit dem kleinen Absorptionsvermögen, er wird sich also stärker erwärmen als der andere. Hätten die Körper zu Beginn gleiche Temperatur, so zeigen sie nach einer bestimmten Zeit eine Temperaturdifferenz. Erwärmt man nun umgekehrt die beiden Körper auf gleiche Temperatur und überläßt sie dann sich selbst, so wird sich derjenige, welcher sich beim ersten Versuch am schnellsten erwärmte, jetzt am schnellsten abkühlen, da er nach Gl. (2) auch stärker emittiert als der andere Körper. Diese beiden Gedankenexperimente sollen lediglich der Veranschaulichung der Gl. (2) dienen. Sie sind in Wirklichkeit in dieser einfachen Form nicht ausführbar, da hierbei noch andere Komplikationen eintreten, welche berücksichtigt werden müssen.

Die Gl. (2) führt zu einem neuen Begriff. Denkt man sich einen Körper s , der alle ihn treffende Strahlung absorbiert, dessen Absorptionsvermögen a_s also gleich 1 ist, und wird sein Emissionsvermögen e_s bezeichnet, so läßt sich für jeden Körper das Kirchhoffsche Gesetz auch in der Form schreiben:

$$\frac{e}{a} = e_s. \quad (2a)$$

Der soeben eingeführte Körper s heißt ein schwarzer Körper. Die Bezeichnung ist der

Anschauung entlehnt; ein Körper erscheint dem Auge um so schwärzer, je mehr sein Absorptionsvermögen sich der Einheit nähert. Das Kirchhoffsche Gesetz läßt sich also wie folgt aussprechen:

Das Verhältnis aus Emissions- und Absorptionsvermögen ist für alle Körper konstant und gleich dem Emissionsvermögen des schwarzen Körpers. Der schwarze Körper besitzt das größtmögliche Emissionsvermögen. Eine alltägliche Anwendung des Kirchhoffschen Gesetzes ist die schwarze Farbe der Heizöfen und die weiße Farbe der meisten Küchenherde.

Von allen Körpern kommt der Ruß dem schwarzen Körper am nächsten, ohne ihn zu erreichen. Man kann den schwarzen Körper jedoch auf folgende Weise realisieren: Ein Hohlraum (Fig. 1) sei bis auf eine enge Öffnung (O) allseitig geschlossen. Im Innern sei er mit Ruß geschwärzt.

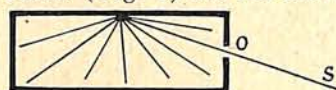


Fig. 1.

Von einem eintretenden Strahl S wird beim Auftreffen auf die Wand ein großer Teil, etwa 90 %, absorbiert. Die restlichen 10 % werden diffus nach allen Richtungen reflektiert. Nur ein winziger Teil wird in die Richtung des einfallenden Strahles zurückgeworfen, tritt also durch O wieder aus. Der andere Teil trifft abermals die Wand, und es werden wiederum 90 % absorbiert, so daß jetzt nur noch 1 % reflektiert wird. Nach der dritten Reflektion ist der zurückgeworfene Rest schon auf 0,1 % gesunken. Praktisch wird also von der eintretenden Strahlung S nichts wieder austreten, alles wird absorbiert. Die Öffnung O vertritt also nach außen eine ebenso große, vollkommen schwarze Fläche. Es kann sich jeder leicht davon überzeugen, wie einfach ein solcher schwarzer Körper hergestellt werden kann. Bohrt man in einen allseitig geschlossenen, innen und außen schwarz gestrichenen Kasten ein kleines Loch, so erscheint dies dem Auge viel schwärzer als die Bemalung. Nimmt man als Hohlraum ein Rohr aus einer schwer schmelzbaren Substanz, welches elektrisch geheizt werden kann, so kann man durch die Öffnung die Eigenschaften der schwarzen Strahlung bei jeder Temperatur studieren. Der Hohlraum strahlt nicht nur selbst als schwarzer Körper, sondern jeder hineingebrachte andere Körper verhält sich darin ebenfalls wie ein schwarzer Strahler. An dem Wort schwarzer Strahler darf man sich dabei nicht stoßen, wenn es sich um hohe Temperaturen handelt, denn auch ein schwarzer Körper läßt sich zur Weißglut erhitzen, ohne seine „schwarze“ Eigenschaft, eben die, größtmögliche Emissionsvermögen zu besitzen, zu verlieren.

Die etwas ausführliche Behandlung, welche hier der Definition des schwarzen Körpers zuteil geworden ist, wird gerechtfertigt durch die Bedeutung, welche ihm in Physik und Astro-

physik zukommt, denn alle Strahlungsgesetze, welche den späteren Überlegungen zugrunde liegen, gelten nur für die Strahlung des schwarzen Körpers. Die Anwendung dieser Gesetze in der Astrophysik hat also zur Voraussetzung, daß die Sterne sich wie schwarze Strahler verhalten. Über die Zulässigkeit dieser Annahme wird später noch einiges gesagt.

Die Strahlungsgesetze. — Das Kirchhoffsche Gesetz macht nur eine Aussage über das Verhältnis von Emission und Absorption; über die Beträge dieser physikalischen Größen gibt es keine Auskunft. Das Verhältnis $\frac{e}{a} = e_s$,

also die Emission des schwarzen Strahlers — wir wollen sie im folgenden mit E bezeichnen — ist auch nur dann für alle Körper konstant, solange man dieselbe Temperatur T und dieselbe Wellenlänge λ betrachtet. Für jedes Wertepaar λT hat die Konstante E einen anderen Wert, man sagt, E sei eine Funktion von λ und T und drückt dies durch die Gleichung aus:

$$\frac{e}{a} = E(\lambda T). \quad (3)$$

Einen mathematischen Ausdruck für die Kirchhoffsche Funktion konnte ihr Entdecker nicht angeben; er mußte sich mit der allgemeinen Feststellung begnügen, daß E sowohl von der Wellenlänge als auch von der Temperatur abhängen müsse. Trotzdem die Bedeutung des mathematischen Ausdrucks für E sofort erkannt wurde, hat es 40 Jahre gedauert, bis er von Planck gefunden wurde, nachdem schon vorher experimentelle und theoretische Untersuchungen wichtige Eigenschaften der unbekannteren Funktion zutage gefördert hatten. Die Plancksche Strahlungsgleichung:

$$E(\lambda T) = \frac{c_1}{\lambda^5 (e^{c_2/\lambda T} - 1)} \quad (4)$$

oder, da λT meist sehr klein, also $e^{c_2/\lambda T}$ groß ist:

$$E(\lambda T) = \frac{c_1}{\lambda^5 e^{c_2/\lambda T}} \quad (4a)$$

in der c_1 und c_2 experimentell zu bestimmende Konstante sind und $e = 2,71828$ die Basis der natürlichen Logarithmen ist, war zunächst nur eine empirische Formel, welche jedoch die Intensitätsmessungen im Spektrum¹⁾ des schwarzen Strahlers in der vollkommensten Weise darstellte. Bei dem Versuch einer theoretischen Begründung der Formel zeigte sich, daß sie mit der bisherigen Anschauung über das Wesen der Strahlung in Widerspruch stand. Die theoretische Ableitung wurde erst möglich durch die Einführung der Quantentheorie, welche heute in der Physik eine große Rolle spielt.

¹⁾ Über das Spektrum und seine Erzeugung siehe den Aufsatz des Verfassers „Messung und Verwertung von Radialgeschwindigkeiten“, Weltall, Jahrgang 29, Heft 9.

Das Wesen der recht unanschaulichen Strahlungsgleichung (4) bzw. (4a) wird durch die Fig. 2 veranschaulicht. Auf der horizon-

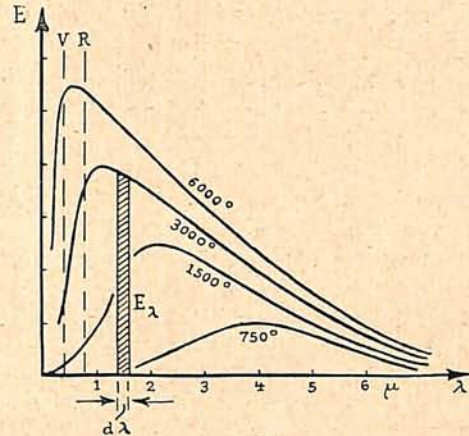


Fig. 2.

talen Achse ist die Wellenlänge λ in μ ($1 \mu = \frac{1}{1000}$ mm) aufgetragen. Die Grenzen des sichtbaren Spektrums sind durch R (rot) und V (violett) gekennzeichnet. Die vertikale Achse gibt die Strahlungsintensität E . Die Kurven geben die nach Gl. (4) oder (4a) berechneten Werte E für die dazugeschriebenen Temperaturen. Der Charakter der Kurven ist der gleiche, zunächst Anstieg der Strahlungsenergie mit abnehmender Wellenlänge bis zu einem Maximum, dann wieder starker Abfall. Das Maximum verschiebt sich dabei mit steigender Temperatur immer mehr nach den kurzwelligen Strahlen, eine Tatsache, die jeder schon beobachtet hat. Ein Körper, den man erhitzt, sendet zunächst nur langwellige Wärmestrahlen aus. Mit steigender Temperatur wird er zunächst rot-, dann gelb- und weißglühend. Eine kleine Betrachtung aus dem Reich der Technik mag die Plancksche Strahlungsgleichung dem Verständnis noch näherbringen. Die alten elektrischen Kohlefadenlampen besitzen einen hohen Stromverbrauch, ungefähr 3 Watt pro Kerze, während die modernen hochkerzigen Lampen mit viel geringerer Energie, $\frac{1}{2}$ Watt pro Kerze, auskommen. Warum? Ein Kohlefaden darf nur mit geringer Temperatur, zirka 1700° brennen, da er sonst zerstäubt. Wolframdrähte, welche heute verwandt werden, halten Temperaturen bis zu 3000° aus. Ein Blick auf Fig. 2 zeigt, daß eine Strahlungsquelle von 1700° den größten Teil der Energie als unsichtbare Wärmewellen ausstrahlt, während bei 3000° schon ein erheblich größerer Teil der Planckschen Kurve in den sichtbaren Teil des Spektrums hineinragt. Je höher ein Glühfaden belastet werden kann, desto mehr Lichtausbeute liefert er bei gleichem Stromverbrauch, und das Ideal wäre eine Lichtquelle von 6000° . Das ist die Temperatur der Sonne, deren Energiemaximum bei etwa $0,5 \mu$ im grünen Teil des Spektrums liegt. Auf diesen Wert hat sich nämlich auch das Empfindlichkeitsmaximum des menschlichen Auges eingestellt.

Theoretisch sendet ein Körper Strahlen aller Wellenlängen aus, d. h. die Kurven der Fig. 2 erreichen nach rechts die horizontale Achse niemals; sie kommen ihr nur beliebig nahe.

Aus dem Planckschen Gesetz lassen sich zwei andere ableiten. Das Wiensche Verschiebungsgesetz macht eine präzise Aussage über die Lage des Intensitätsmaximums der Planckschen Kurven. Zu seiner Ableitung führen wir den Begriff der Steigung einer Kurve ein, den wir auch später nochmals brauchen. Wenn sich die Wellenlänge λ bei konstanter Temperatur um einen kleinen Betrag $\Delta\lambda$ ändert, so ändert sich auch die Strahlungsenergie E um einen gewissen kleinen Betrag ΔE . Der Quotient der beiden Differenzen $\Delta\lambda$ und ΔE , also die Größe

$$s = \frac{\Delta E}{\Delta \lambda},$$

heißt dann die durchschnittliche Steigung der Kurve in dem Intervall λ bis $\lambda + \Delta\lambda$. s ist nichts anderes als die Änderung von E , wenn man λ um die Einheit ändert. (Diese Definition ist manchem Leser nichts Neues; auf dieselbe Weise wird die Steigung einer Straße zahlenmäßig festgelegt.) Bei einer Kurve ist nun die Steigung veränderlich. Je nach der Größe von $\Delta\lambda$ erhält man verschiedene Werte von s . Um sich hiervon freizumachen, macht man $\Delta\lambda$ klein und immer kleiner. Man schreibt dann $d\lambda$ statt $\Delta\lambda$ und erhält als Steigung der Kurve an einer bestimmten Stelle λ den Wert:

$$s_{\lambda} = \frac{dE}{d\lambda}.$$

dE und $d\lambda$ sind im Grenzfall unendlich kleine Größen. Der Leser muß sich darüber klar werden, daß das Verhältnis zweier unendlich kleiner Größen einen ebenso vernünftigen Sinn hat wie das Verhältnis zweier endlicher Zahlen. Wir wollen hier noch bemerken, daß die Steigung s_{λ} der Kurve an der Stelle λ identisch ist mit der Steigung der Tangente, welche man an der Stelle λ an die Kurve legen kann. Die

Bildung des sog. Differentialquotienten $\frac{dE}{d\lambda}$

läßt sich nach einfachen mathematischen Regeln ausführen, wenn E als Funktion von λ formelmäßig gegeben ist. Das Maximum einer Kurve ist nun dadurch gekennzeichnet, daß in ihm die Steigung gleich Null ist, da die Tangente an dieser Stelle parallel zur horizontalen λ -Achse verläuft. Wenn wir also aus dem Strahlungsgesetz (4a) den Differentialquotienten ableiten und diesen gleich Null setzen, erhalten wir die Stelle λ_m des Maximums. Führt man die Rechnung durch, so erhält man das Wiensche Verschiebungsgesetz:

$$\lambda_m T = C, \quad \text{wobei: } C = \frac{c_2}{5}, \quad (5)$$

welches besagt, daß die Wellenlänge λ_m der

größten Strahlungsenergie abnimmt, wenn die Temperatur wächst.

Die Gln. (4) und (4a) bzw. Fig. 2 geben die Abhängigkeit der emittierten Energie von der Wellenlänge. Aus ihnen läßt sich für jede Wellenlänge und Temperatur die Energie berechnen. Führt man diese Rechnung für jede Wellenlänge bei einer festen Temperatur durch und addiert alle erhaltenen Werte, so ergibt sich die von dem Körper bei der gegebenen Temperatur ausgestrahlte Gesamtenergie, welche bisweilen von Interesse ist. Man könnte die Berechnung graphisch so ausführen, daß man in Fig. 2 dicht nebeneinander auf der horizontalen Achse Senkrechte errichtet, die bis zu der Kurve reichen, ihre Längen mißt und diese dann addiert. Jede solcher Senkrechten kann man als ein winzig schmales Rechteck mit der Höhe E und der Breite $\Delta\lambda$ auffassen. (In Fig. 2 ist ein solches gezeichnet.) Addiert man alle diese Rechtecke, so ist die ausgestrahlte Gesamtenergie also gleich dem Flächeninhalt des Stückes, das von der horizontalen Achse und der Kurve begrenzt wird. Die Gesamtenergie S wird also, wenn man die Fläche in Streifen von derselben Breite $\Delta\lambda$ einteilt:

$$S = (E_{\lambda_1} + E_{\lambda_2} + E_{\lambda_3} + \dots) \Delta\lambda = \sum_0^{\infty} E_{\lambda} \Delta\lambda.$$

Das Zeichen \sum_0^{∞} deutet an, daß man alle E -Werte von der Wellenlänge 0 bis zur Wellenlänge unendlich addieren soll. Dieser Ausdruck wird um so genauer gleich dem gesuchten Flächeninhalt, je kleiner man $\Delta\lambda$ macht. In dem Grenzfall, daß $\Delta\lambda$ unendlich klein wird, erhält man den genauen Wert. Man schreibt dann:

$$S = \int_0^{\infty} E(\lambda, T) d\lambda,$$

wobei das sog. Integralzeichen \int ein verzerrtes S (Summe) ist. Für $E(\lambda, T)$ ist der Ausdruck (4) oder (4a) einzusetzen. Die Berechnung des Integrales läßt sich nach bestimmten mathematischen Regeln ausführen und liefert als Gesamtenergie das Stefan-Boltzmannsche Gesetz:

$$S = \sigma T^4, \quad (6)$$

wobei σ eine Konstante ist. Die Gesamtenergie wächst demnach mit der 4. Potenz der Temperatur.

Wir haben nunmehr eine Strahlungsgleichung (4) bzw. (4a) gewonnen, welche eine allgemeine Beziehung zwischen ausgesandter Strahlung, Wellenlänge und Temperatur gibt. Aus dieser läßt sich eine Formel (5) ableiten, welche die Temperatur mit der Wellenlänge der maximalen Strahlung verknüpft. Weiter ergibt sich aus ihr eine einfache Formel für die ausgesandte Gesamtstrahlung. Chronologisch sind die drei Gesetze in umgekehrter Reihenfolge gefunden worden, erst die speziellen (6)

im Jahre 1878, (5) im Jahre 1893 und dann das allgemeine (4) im Jahre 1900.

Alle drei Gleichungen enthalten die Temperatur T . Mißt man also mit geeigneten Instrumenten die Energie der Strahlung, entweder für eine Anzahl diskreter Wellenlängen oder die Gesamtenergie, so erhält man aus (4) oder (6) die Temperatur des strahlenden Körpers. Ebenso kann man die Gl. (5) benutzen, wenn man die Wellenlänge λ_m des Energiemaximums bestimmt. Zu beachten ist jedoch, daß alle drei Strahlungsgesetze nur für den schwarzen Körper gelten.

Schwarze Temperatur und Strahlungstemperatur der Fixsterne.— Selbstverständlich ist die Energie, welche ein Körper von der Temperatur T ausstrahlt, abhängig von der Größe der strahlenden Fläche. Die obigen Formeln geben daher die spezifische Energie, d. i. die Strahlungsenergie pro Sekunde und pro qcm strahlender Fläche. Sie wird in irgendeiner Energieeinheit, also etwa in Kalorien pro sek. ausgedrückt.

Die einfachste Möglichkeit zur Temperaturbestimmung bietet das Stefan-Boltzmannsche Gesetz (6), da hierbei eine spektrale Zerlegung nicht nötig ist. Dieses Verfahren begegnet aber bald großen Schwierigkeiten; denn erstens ist die Energiemenge, welche von den Fixsternen zur Erde gelangt, winzig klein, so daß die Messung ihres Absolutbetrages fast unmöglich scheint. Die zweite größere Schwierigkeit ist aber die, daß aus der etwa gemessenen Gesamtenergie nur dann auf die pro qcm Sternoberfläche ausgestrahlte (spez.) Energie geschlossen werden kann, wenn der Durchmesser, und damit die Oberfläche des Sternes, bekannt ist. Dieser ist aber, abgesehen von einigen roten Riesensternen, deren Durchmesser mit dem Interferometer auf dem Mt. Wilson gemessen werden konnte, nur für die Sonne bekannt. Bei dieser bereitet auch die Energiemessung selbst keine großen Schwierigkeiten. Die vom qcm Sonnenoberfläche ausgestrahlte Energie läßt sich leicht aus der Solarkonstante berechnen. Unter der Solarkonstante versteht man bekanntlich die Energie, die von der Sonne auf 1 qcm der Erdoberfläche pro Minute eingestrahlt wird. Sie wird mit dem Pyrheliometer gemessen, das in seiner einfachsten Form aus einem Thermometer mit geschwärzter Quecksilberkugel besteht. Hat man auf diesem Wege die spezifische Gesamtstrahlung der Sonne gewonnen, so liefert Gl. (6) sofort einen Wert für die Temperatur T .

Auf andere Weise gewinnt man einen Wert für die spez. Gesamtstrahlung der Sonne, wenn das Licht spektral zerlegt und die Strahlungsenergie für die verschiedenen Wellenlängen gemessen wird. Zu solchen Messungen wird das Bolometer benutzt. Ein feiner geschwärzter Platindraht wird der Strahlung ausgesetzt. Die

durch die Erwärmung verursachte Änderung seines elektrischen Widerstandes wird gemessen und daraus die Intensität der Strahlung berechnet. Man gewinnt so eine Energiekurve, wie sie in Fig. 2 dargestellt ist. Die Gesamtenergie ist dann gemäß der oben gegebenen Definition gleich der Fläche, welche von der Kurve und der λ -Achse umschlossen wird. Der so gewonnene Wert für T ist nur dann die wahre Sonnentemperatur, wenn sich die Sonne wie ein schwarzer Körper verhält. Ist dies nicht der Fall, so ist der berechnete Wert T nicht die Sonnentemperatur, sondern die Temperatur eines schwarzen Körpers mit den Dimensionen der Sonne und ihrer Strahlungsenergie. Die Frage, ob die Sonne wie ein schwarzer Körper strahlt oder nicht, läßt sich leicht entscheiden. Mit der berechneten Temperatur T läßt sich nämlich nach Gl. (4) die zugehörige Plancksche Kurve für den schwarzen Strahler berechnen. Wäre die Sonne ein schwarzer Körper, so müßten berechnete und beobachtete Kurve zusammenfallen. Wie die Verhältnisse in Wirklichkeit liegen, zeigt Fig. 3. Die tatsächliche Intensitätskurve (gestrichelt) fällt steiler ab, als die des schwarzen Körpers, und ihr Maximum liegt etwas höher. Wenn gleich die Abweichungen klein sind, so ist doch der Beweis erbracht, daß die Sonne kein schwarzer Strahler ist. Dieses Ergebnis war übrigens von vornherein zu erwarten.

Durch die Abweichung der Sonnenstrahlung von der schwarzen Strahlung wird das Temperaturproblem recht kompliziert. Die Abweichung bringt es nämlich mit sich, daß man der Sonne verschiedene Temperaturen zuordnen kann, ohne zunächst in der Lage zu sein anzugeben, welche die richtige ist. Die aus dem Stefan-Boltzmannschen Gesetz der Gesamtstrahlung abgeleitete Temperatur heißt die Strahlungstemperatur. Sie ist unserer anschaulichen Definition der Gesamt-

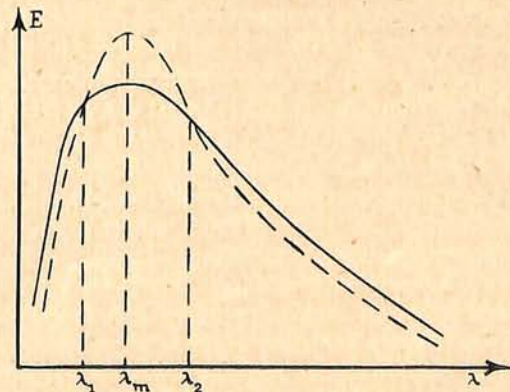


Fig. 3.

strahlung gemäß so festgelegt, daß die Kurven der beobachteten und der mit der Strahlungstemperatur berechneten Energieverteilung im Spektrum Flächen gleicher Größe umschließen. (Vgl. Fig. 3.)

Statt die Temperatur aus dem Stefan-Boltzmannschen Gesetz zu ermitteln, kann man sie ebensogut aus der Planckschen Strahlungsgleichung (4) ableiten. Da sich die Sonne aber nicht wie ein schwarzer Körper verhält, ist es auch nicht möglich, die beobachtete Energieverteilung durch eine einzige Plancksche Gleichung darzustellen. Um die verschiedenen Spektralbereiche durch eine Strahlungsformel darzustellen, muß man für die verschiedenen Wellenlängen verschiedene Temperaturen annehmen. Die auf diese Weise aus der Planckschen Strahlungsgleichung gewonnene Temperatur, welche also dadurch gekennzeichnet ist, daß man Gleichheit der Strahlungsenergien (beobachtete und berechnete) nur für eine bestimmte Wellenlänge fordert, heißt die schwarze Temperatur.

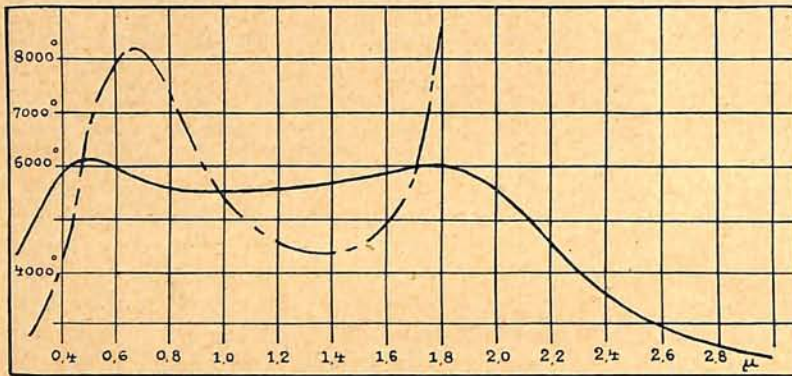


Fig. 4.

Wie die schwarze Temperatur der Sonne von der Wellenlänge abhängt, zeigt Fig. 4 (ausgezogene Kurve). Für den idealen schwarzen Körper sind die schwarzen Temperaturen für alle Wellenlängen einander gleich, und zwar gleich der Strahlungstemperatur.

Der Leser wird versucht sein, nach dem Zweck dieser verschiedenen Temperaturdefinitionen zu fragen, denn weder Strahlungstemperatur noch schwarze Temperatur geben die wahre Sonnentemperatur an. Auf diese könnte erst mit Hilfe einer Theorie über den Aufbau der äußeren Sonnenschichten geschlossen werden. Die Abweichung der Sonnenstrahlung von der schwarzen Strahlung kann dabei wichtige Anhaltspunkte über den physikalischen Zustand dieser Schichten liefern. Kompliziert wird das Temperaturproblem bei der Sonne noch dadurch, daß man für die Sonnenmitte etwas andere Temperaturen erhält als für den Sonnenrand. Offenbar ist die der Messung zugängliche Strahlung Mischstrahlung, d. h. sie rührt nicht von einer eindeutig bestimmbarer Schicht her. Außerdem spielt die Absorption in der Sonnenatmosphäre eine Rolle, durch welche die Energiekurve verzerrt wird.

Farbtemperatur und Gradationstemperatur. — Wie schon zu Anfang des vorigen Abschnittes gezeigt wurde, lassen

sich schwarze Temperaturen und Strahlungstemperaturen für die Fixsterne nicht bestimmen. Für diese muß also eine andere Temperaturdefinition ausfindig gemacht werden. Die schwarze Temperatur entsteht durch Messung des Absolutbetrages der Energie. Ebenso läßt sich natürlich eine Temperatur durch relative Energiemessungen bestimmen, d. h. dadurch, daß man die Form der Energiekurve mit der des schwarzen Körpers vergleicht, die Energie also in einer willkürlichen Einheit (Schwärzung auf der photographischen Platte usw.) mißt. Nur die Form der Energiekurve erhält man, wenn man im Spektrum das Verhältnis der Intensitäten des Lichtes verschiedener Wellenlängen gegen die Intensität des Lichtes einer bestimmten Wellenlänge mißt. Sucht man nun denjenigen schwarzen Körper auf, für den bei den beobachteten Wellenlängen das Intensitätsverhältnis das gleiche wie im Sternspektrum ist, so heißt die Temperatur dieses schwarzen Körpers die Farbtemperatur des Sternes.

Da die Sterne sich im allgemeinen nicht wie schwarze Strahler verhalten, ergibt sich für jede Wellenlänge ein anderer Wert für die Farbtemperatur. Die Abweichung vom schwarzen Körper ist im allgemeinen klein, und dementsprechend unterscheiden sich die Farbtemperaturen nur wenig voneinander. Die

Abweichung der Sterne vom schwarzen Strahler besitzt natürlich ein besonderes Interesse. Da sie immer klein ist, ist es wichtig, ein Maß zu besitzen, das sie deutlicher zum Ausdruck bringt als die bisher eingeführten Temperaturbegriffe. Als brauchbares Maß führen wir einen neuen Begriff ein:

Die Gradationstemperatur. — Schreibt man die Plancksche Strahlungsgleichung (4a) logarithmisch:

$$\log E(\lambda T) = \log c_1 + 5 \log \frac{1}{\lambda} - \frac{c_2}{\lambda T} \log e \quad (7)$$

und stellt diese graphisch dar, so entstehen für die verschiedenen Temperaturen Kurven, die denen der Fig. 2 durchaus ähnlich sind, denn der Logarithmus einer Zahl nimmt zu oder ab, je nachdem die Zahl selbst zu- oder abnimmt. Die logarithmischen Kurven haben auch an der gleichen Stelle ihr Maximum wie die ursprünglichen Kurven. Wird die graphische Darstellung aber in der Weise vorgenommen, daß man auf der horizontalen Achse statt der Wellenlänge λ

die sog. Wellenzahl $\nu = \frac{1}{\lambda}$ abträgt, so ändert sich das Bild. Aus den Planckschen Kurven werden gerade Linien. In Fig. 5 sind vier solcher Geraden für die dazugeschriebenen Temperaturen gezeichnet. Die Einführung von ν statt λ bedeutet eine Dehnung der λ -Achse,

welche um so stärker wird, zu je kürzeren Wellenlängen man übergeht. Aus Fig. 5 ist dies zu ersehen, da die Wellenlängen λ eben-

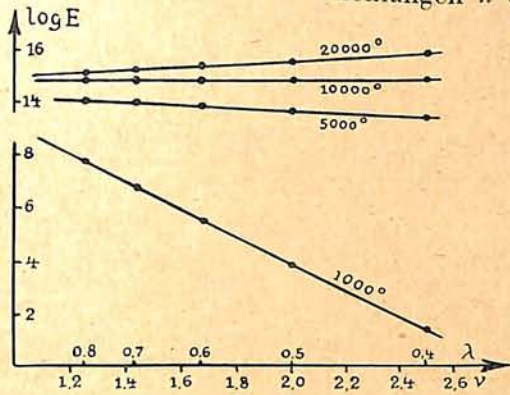


Fig. 5.

falls an die horizontale Achse geschrieben sind. Diese Dehnung bewirkt, daß aus den Kurven Gerade werden. Eine Gerade ist nun nichts anderes als eine Kurve mit konstanter Steigung. (Über den Begriff der Steigung s. oben bei Ableitung des Wienschen Verschiebungsgesetzes.) Der Anblick der Fig. 5 lehrt nun, daß die Geraden verschiedene Steigung besitzen, und daß diese von der Temperatur allein abhängt. Man kann also auch umgekehrt aus der Steigung auf die Temperatur schließen, und wegen der Eigenschaft der Planckschen Kurven, sich bei Darstellung in den Koordinaten $\log E$ und ν in Gerade zu verwandeln, ist es möglich, für den schwarzen Körper eine für alle Wellenlängen gleiche Temperatur durch die Steigung der Geraden (den Gradienten) zu definieren, welche als die Gradationstemperatur bezeichnet wird. Wenn wir also mit $I(\nu)$ die beobachtete Energieverteilung, mit $E(\nu T)$ die des schwarzen Körpers bezeichnen, so ergibt sich die Gradationstemperatur aus der Gleichung:

$$\frac{d \log I(\nu)}{d \nu} = \frac{d \log E(\nu T)}{d \nu} \quad (8)$$

welche nichts anderes als die Forderung darstellt, die Plancksche Gerade aufzusuchen, welche die gleiche Steigung hat wie die beobachtete. Im allgemeinen wird sich die beobachtete Energieverteilung nicht durch eine Gerade darstellen lassen, weil der Stern sich nicht wie ein schwarzer Körper verhält. Zu jeder Wellenlänge gehört dann ein anderer Wert für die Gradationstemperatur. Sie ist dann durch die Plancksche Gerade bestimmt, welche dieselbe Steigung hat wie die Tangente an die beobachtete Kurve an der gerade betrachteten Stelle λ . Es ist leicht einzusehen, daß die Gradationstemperatur ein sehr empfindliches Kriterium für die Abweichung des Sternes vom schwarzen Körper ist, denn selbst kleine Abweichungen der beobachteten Kurve von einer Geraden haben zur Folge, daß die Steigungen der Tangente an den verschiedenen Stellen und damit die Gradationstemperaturen sehr verschieden sind.

Wenn in der Gl. (8) wieder λ statt ν eingeführt wird, so hat man statt $d\nu$ nicht $d\lambda$, sondern $-\frac{1}{\lambda^2} d\lambda$ einzusetzen. Die Umsetzung von ν in λ bedeutet nach den bisherigen Erörterungen, daß man von den Geraden der Fig. 5 wieder zu den Kurven der Fig. 2 übergeht, deren Steigung in der durch den Faktor $-\frac{1}{\lambda^2}$ gegebenen Weise von der Wellenlänge abhängt. Da der Faktor $-\frac{1}{\lambda^2}$ nach der Transformation von ν in λ auf beiden Seiten der Gl. (8) auftritt, kann man ihn kürzen und aus (8) wird:

$$\frac{d \log I(\lambda)}{d \lambda} = \frac{d \log E(\lambda T)}{d \lambda} \quad (8a)$$

d. h., die Gradationstemperatur an einer Stelle λ ist auch definiert als die Temperatur derjenigen Planckschen Kurve, welche an der betrachteten Stelle dieselbe Steigung hat wie die beobachtete Kurve.

Wir wollen uns nochmals die anschauliche Erklärung der Farb- und Gradationstemperatur vor Augen halten. Die Farbtemperatur für eine bestimmte Wellenlänge wird dadurch festgelegt, daß die beobachtete Energiekurve und die des schwarzen Körpers dieselbe Ordinate (Parallele zur E-Achse an der Stelle λ) haben; die Gradationstemperatur ist dagegen dadurch bestimmt, daß die beiden Kurven an der Stelle λ dieselbe Steigung haben sollen, d. h., daß die Tangenten an die beiden Kurven einander parallel sind. Noch klarer wird der Unterschied der beiden Definitionen vielleicht durch Betrachtung der Fig. 3. Die gestrichelte Kurve sei die wahre Energiekurve und die ausgezogene eine Plancksche Kurve für die Temperatur T_1 . Diese Farbtemperatur T_1 gilt für die beiden Wellenlängen λ_1 und λ_2 , bei denen sich die beiden Kurven schneiden. Da die Abweichungen der Sterne vom schwarzen Körper im allgemeinen klein sind, schmiegt sich die berechnete Kurve auch an anderen Stellen der wahren Kurve noch ziemlich gut an. Will man für eine andere Wellenlänge λ_3 die zugehörige Farbtemperatur haben, so muß man eine andere Plancksche Kurve aufsuchen, eben die, welche die tatsächliche Kurve an der Stelle λ_3 schneidet, und diese ergibt die von T_1 etwas abweichende Temperatur T_2 usw. Zur Bestimmung der Gradationstemperatur für die Wellenlänge λ_1 schreibt die Definition vor, diejenige Plancksche Kurve aufzusuchen, welche an dieser Stelle λ_1 die gleiche Steigung hat wie die wahre Kurve. An dieser Stelle brauchen sich die beiden Kurven nicht zu schneiden, d. h. für ein und dieselbe Wellenlänge hat die Gradationstemperatur einen von der Farbtemperatur oft sehr verschiedenen Wert. In Fig. 3 gibt die gezeichnete Plancksche Kurve die Gradationstemperatur für die Wellenlänge λ_m des Maximums, da hier beide Kurven die gleiche Stei-

gung (Null) haben. In dem speziellen Fall der Bestimmung der Gradationstemperatur für das Maximum λ_m hat man nur nötig, die Plancksche Kurve aufzusuchen, die an derselben Stelle ihr Maximum hat. Die Gradationstemperatur des Maximums ergibt sich also einfach aus dem Wienschen Verschiebungsgesetz (5). Es sei nochmals bemerkt, daß an dieser Stelle die beiden Kurven nicht zusammenzufallen brauchen. Was hat es nun zur Folge, wenn dies dennoch eintritt, d. h. wenn es möglich ist, eine Plancksche Kurve so auszuwählen, daß

1. ihr Maximum auf dieselbe Wellenlänge fällt wie das beobachtete Maximum,
2. die beiden Maxima gleich hoch sind?

Dann sind offenbar für das Intensitätsmaximum Farb- und Gradationstemperatur einander gleich, die beiden Kurven schmiegen sich an dieser Stelle in der bestmöglichen Weise einander an. Der Stern strahlt an dieser Stelle wie ein schwarzer Körper. Diesem speziellen Falle kommt insofern eine gewisse Bedeutung zu, als er bei unserer Sonne verwirklicht ist.

In Fig. 4 ist durch die ausgezogene Kurve die schwarze Temperatur der Sonne, die ja bis auf die Maßeinheit ebenso definiert ist wie die Farbtemperatur, in ihrer Abhängigkeit von der Wellenlänge dargestellt. Betrachten wir ihren Verlauf, so fällt der starke Abfall bei den kurzen und langen Wellenlängen auf. Hier weicht die Sonne stark vom schwarzen Strahler ab. Verursacht wird dies in der Hauptsache durch die vielen Absorptionslinien, welche in diesen Gebieten im Sonnenspektrum zu finden sind. Die im langwelligen Gebiet rühren dabei zum Teil von dem Wasserdampf unserer Atmosphäre her. Dieser Einfluß läßt sich rechnerisch nur schwer berücksichtigen, da ja der Wasserdampfgehalt der Erdatmosphäre starken Schwankungen unterliegt. Die strichpunktierte Kurve stellt die Gradationstemperatur der Sonne dar. Man sieht zunächst, wie stark diese schwankt, trotz der geringen Abweichungen der Sonne vom schwarzen Strahler. Beide Kurven schneiden sich in drei Punkten. In den Schnittpunkten sind schwarze Temperatur und Gradationstemperatur einander gleich. An diesen Stellen strahlt die Sonne wie ein schwarzer Körper. Der erste Schnittpunkt liegt bei $\lambda = 0,5\mu$, also genau im Intensitätsmaximum der Sonne. Ob dies bei der Sonne ein Zufall, oder ob es auch bei den anderen Fixsternen eintritt, ist noch zu entscheiden. Wenn es sich jedoch hier um ein Naturgesetz handelt, wenn also alle Sterne im Intensitätsmaximum wie schwarze Körper strahlen, so ist das Temperaturproblem wenigstens für die Sterne gelöst, für welche das Intensitätsmaximum in dem der Beobachtung zugänglichen Spektralbereich liegt.

Auf Fig. 3 ist bisweilen die Aussage gegründet worden, daß die Sonne im Energiemaximum stärker strahle als ein schwarzer

Körper gleicher Temperatur. Diese Ausdrucksweise wird den Tatsachen aber nicht gerecht. In Fig. 3 gibt die ausgezogene Kurve die mit der Strahlungstemperatur der Sonne, die ja von der Wellenlänge unabhängig ist, berechnete Plancksche Kurve. Berechnete und wahre Kurve schließen, wie schon erwähnt, gleich große Flächen ein. Schlüsse über die Abweichung der Sonne vom schwarzen Strahler für bestimmte Wellenlängen lassen sich aus der Strahlungstemperatur naturgemäß nicht ziehen. Zu diesem Zweck muß die schwarze Temperatur mit der Gradationstemperatur verglichen werden, und dann ergibt sich eben die Tatsache, daß sich für die Sonne eine Plancksche Kurve ermitteln läßt, welche im Maximum vollkommen mit der beobachteten Intensitätskurve zusammenfällt, d. h. also, daß die Sonne im Intensitätsmaximum wie ein schwarzer Körper strahlt.

Die Kurven der schwarzen Temperatur und der Gradationstemperatur der Sonne haben noch zwei weitere Schnittpunkte. Da diese jedoch nicht an ausgezeichneten Punkten der Energiekurve liegen, haben sie zunächst nur untergeordnete Bedeutung. Auch bei diesen beiden Wellenlängen strahlt die Sonne wie ein schwarzer Körper, jedoch von etwas anderer Temperatur wie im Intensitätsmaximum. Man kann also für die Sonne drei Temperaturwerte angeben, welche der tatsächlichen Sonnentemperatur entsprechen. Die Verschiedenheit dieser drei Werte wird dadurch erklärt, daß die Strahlung in den verschiedenen Wellenlängen aus verschiedenen Schichten der Sonnenoberfläche stammt.

In dem idealen Fall, daß ein Himmelskörper im gesamten Wellenlängenbereich wie ein schwarzer Körper strahlt, führen die nach den verschiedenen Definitionen berechneten Temperaturen auf denselben Wert, welcher gleich der Temperatur derjenigen Schicht ist, in der das kontinuierliche Spektrum seinen Ursprung hat. Die Nichterfüllung dieser Voraussetzung macht das Temperaturproblem zu einem der schwierigsten. Da die Temperatur ein wichtiges Kriterium zur Charakterisierung des physikalischen Zustandes eines Sternes ist, so lohnt sich natürlich die Mühe, welche zur Zeit an verschiedenen Stellen zu ihrer Bestimmung aufgewandt wird. Das Ziel dieser Arbeiten ist zunächst die Schaffung eines Fundamentalsystems von Sternen, deren Temperaturen mit größter Schärfe bekannt sind, damit diese weiteren Messungen als Vergleichsobjekte dienen können. Das gleiche Interesse wie die Temperatur dürfte später auch die Abweichung der Sterne vom schwarzen Körper beanspruchen, da sich aus dieser weitere Schlüsse über die physikalische Beschaffenheit der Sterne ziehen lassen.

(Schluß folgt.)

Einiges weitere zur Zeitrechnung und Astronomie bei den Maya.

Von Dr. P. Schellhas.

(Mit einer Abbildung.)

Seit der Abfassung des Artikels „Zeitrechnung und Astronomie bei den Maya“ (Jg. 30, H. 10/11) sind neue interessante Forschungsergebnisse auf diesem Gebiet veröffentlicht worden, die nicht unerwähnt bleiben sollen, zumal sie wieder von deutscher Seite ausgegangen sind. Waren es damals im wesentlichen die Arbeiten H. Ludendorffs, denen wir die neuen Ergebnisse zu verdanken hatten, so sind es diesmal die Arbeiten E. P. Dieseldorffs in seinem Werk „Kunst und Religion der Mayavölker“ Band II, Berlin 1931, die eine Ergänzung jenes ersten Artikels erwünscht erscheinen lassen. Es ist bemerkenswert, daß gerade die Arbeiten deutscher Forscher diese entlegenen und schwierigen Gebiete so wesentlich aufgehellt haben. Wie schon erwähnt, war es Ernst Förstemann, der zuerst in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts die Bedeutung des chronologischen und astronomischen Inhalts der Mayahandschriften erkannte und zahlreiche Entdeckungen auf diesem Gebiet veröffentlichte¹⁾. Ed. Seler und andere setzten diese Arbeiten fort und erzielten weitere überraschende Forschungsergebnisse über die kunstvolle Zeitrechnung und die astronomischen Kenntnisse der Maya²⁾. Auch die bedeutende Arbeit M. Meinshausens sei erwähnt, der die Entdeckung machte, daß in der Dresdener Mayahandschrift ein Finsterniskalender enthalten war, dem ein Saros von 135 Lunationen = 3986/3987 Tage zugrunde lag.

Die neuesten Forschungen Dieseldorffs stützen sich im wesentlichen auf die Steindenkmäler in den Ruinen der alten Mayastadt Copan. Copan liegt im äußersten Westen von Honduras, nahe der Grenze von Guatemala, also im Gebiet der Mayavölker. Es zeigt die Mayakultur in ihrer Blüte, es besitzt großartige Ruinen von Tempeln und Palästen und besonders zahlreiche, äußerst kunstvoll bearbeitete, überreich mit Figuren, Ornamenten und Hieroglyphen bedeckte Stelen und Altäre, viele Zentner schwere Monolithen mit Daten in Mayaziffern. Copan muß einst, wie Dieseldorff mit Recht vermutet, wichtige Kult-

stätte und Wallfahrtsort der Maya gewesen sein. Entdeckt und bekannt wurden diese Ruinen zuerst im Jahre 1840, besonders durch den amerikanischen Reisenden Stephens, der sie, versunken und vergessen und von der tropischen Vegetation völlig verschlungen, im Urwald auffand. Amerikanische Gelehrte, Alfred P. Maudslay und Sylvanus G. Morley, haben sie in mustergültiger Weise photographisch reproduziert und ihre Zeitangaben untersucht.

Alle diese Denkmäler, Stelen und Altäre, bieten reiches und hochinteressantes Material für die Forschung auf dem Gebiet der geistigen Kultur der Mayavölker; sie zeigen, daß die Maya ein hochbegabtes Volk waren, namentlich in mathematischer Beziehung, sie enthalten viele chronologische und astronomische Angaben, ja, Dieseldorff hält die Stelen teilweise geradezu für Götterbilder mit astronomischer Bedeutung. Welches Volk auf der Erde hat wohl sonst seinen Göttern astronomische Denkmäler gesetzt? Die Inschriften beginnen in der Regel mit einer Zeitangabe, dem sogenannten Anfangsdatum (initial series der Amerikaner), dem das Ergänzungsdatum (supplementary series), das Mondesalter enthaltend, folgt, Angaben, die wir bereits in dem ersten Aufsatz besprochen haben. Die Daten erstrecken sich in Copan nach der Zeitrechnung der Maya ungefähr von dem Tage 9.0.0.0.0. 8 *Ahau*, 13 *Ceh*, bis zum Tage 10.0.0.0.0. 7 *Ahau*, 18 *Zip*, also nach der Spindenschens Korrelation vom 10. Februar 176 nach Chr. bis zum 17. Mai 570 nach Chr. Die Blütezeit der Stadt Copan muß danach ungefähr vom zweiten bis zum siebenten Jahrhundert nach Chr. gedauert haben. Dann wurde die Stadt mit allen ihren kunstvollen Tempeln, Palästen und Denkmälern von den Bewohnern aus unbekanntem Gründen verlassen. Eine Eroberung oder Zerstörung hat nicht stattgefunden. Sie blieb bis auf unsere Zeit im Urwald begraben. Es ist interessant, daß uns diese Daten auf den Denkmälern genau auf den Tag die Geschichtszahlen einer sonst völlig unbekanntem Stadt berechnen lassen, von der kein Geschichtsschreiber, kein Lied und kein Heldenbuch meldet. Andere Daten auf den Copaner Stelen geben die Finsternisperiode, den Mayasaros, an. Die bezüglichen Angaben datieren von 9.9.0.0.0., dem 13. Juli 353 nach Chr., bis zum Tage 9.13.10.0.0., dem 27. März 442 nach Chr. Interessant ist es, daß der Finsterniskalender in der Dresdener Maya-

¹⁾ Vgl. auch „Das Weltall“: Jg. 4, H. 19/20 „Die Astronomie der Mayas“; Jg. 5, H. 11 „Die Schlangenzahlen der Dresdener Mayahandschrift“; Jg. 5, H. 21 „Zur Chronologie der Azteken“; Jg. 6, H. 2 „Mayahieroglyphen als Bezeichnung für Zeiträume“; Jg. 6, H. 16 „Blatt sechzig der Dresdener Mayahandschrift“.

²⁾ Nicht zuletzt ist der Verfasser dieses Aufsatzes als einer der erfolgreichsten Maya-Forscher zu nennen.

handschrift ungefähr 60 Jahre später mit dem Tage 9.16.4.10.8. beginnt, sich also dem Copaner anschließt.

Dieseldorff nimmt an, daß die Maya zwei Kalender besaßen, einen volkstümlichen, bei dem jeder Tag und jeder Monat auf dieselbe Jahreszeit fiel, und einen hieratischen, den die Priester benutzten, und in welchem jeder einzelne Tag weitergezählt wurde. Alle Zeitangaben auf den Steindenkmälern und in den Handschriften sind in der Zeitrechnung der Priester gegeben. Beide Zeitrechnungen begannen mit einem Tage 4 *Ahau*, 8 *Cumku*, nach der Spindenschen Korrelation dem 14. Oktober 3373 vor Chr.

Daß die Maya mit ihren unzulänglichen optischen Mitteln die Umlaufzeiten der Gestirne in erstaunlich genauer Weise berechnet haben, ist bereits in dem früheren Artikel erwähnt. Da sie keine Bruchrechnung konnten, haben sie diese Umlaufzeiten in geschickter Weise derartig in ganzen Zahlen ausgedrückt, daß sie sie mit den Zeitabschnitten des Kalenders kombinierten. Sie setzten z. B.

- 65 Venusumläufe zu 584 Tagen gleich 104 Mayajahren zu 365 Tagen = 37 960 Tage,
- 73 Merkurumläufe zu 115 Tagen gleich 23 Jahren = 8395 Tage,
- 73 Marsumläufe zu 780 Tagen gleich 156 Jahren = 56 940 Tage und
- 73 Jupiterumläufe zu 400 Tagen gleich 80 Jahren = 29 200 Tage.

In ähnlicher Weise kombinierten sie die Planetenumläufe mit den Zeitabschnitten des *Tzolkin*, des *Tun* usw.

Die wichtigste Aufgabe für die alten Astronomen war natürlich die genaue Berechnung des tropischen Jahres. Die erste der Copaner Stelen, die gewöhnlich mit A bezeichnet wird, gibt nach dem Amerikaner Teeple folgende Gleichsetzung des tropischen Jahres mit Mondumläufen: 235 Lunationen = 19 Mayajahre = 6940 Tage, in Mayaziffern ausgedrückt 19.5.0. Danach wurde also der Mondumlauf zu 29,5319 Tagen und das tropische Jahr zu 365,263 Tagen angenommen.

Um nun die den Maya wohlbekannte Ungenauigkeit der Kalenderzählung in vollen Tagen auszugleichen, haben sie, wie Dieseldorff aus den Angaben einer anderen Stele (B) entnimmt, bestimmte Schaltungen benutzt. Die Stele B zeigt eine Anzahl Götterköpfe, in welchen Dieseldorff eine Personifikation des Planeten Mars erblickt. Ihre hieroglyphischen Darstellungen enthalten danach die Korrektur des tropischen Jahres durch die Marsumläufe. Wie sich daraus ergibt, wurden nach 6 Marsumläufen zu 780 Tagen = 4630 Tage, in Mayaziffern 13.0.0., jedesmal 3 Schalttage eingefügt, nach 120 Marsumläufen = 93 600 Tage, in Mayaziffern 13.0.0.0., jedesmal 2 Tage, und nach 2400 Marsumläufen = 1 872 000 Tage, in

Mayaziffern 13.0.0.0.0., jedesmal 1 Tag. Nach dieser Berechnung ergibt sich die Länge des tropischen Jahres zu 365,24213 Tagen.

Wie Teeple ferner nachgewiesen hat, ist das Anfangsdatum auf der Stele A zu Copan 9.14.19.5.0. derjenige Tag, der im tropischen Jahre die Bezeichnung 9.15.0.0.0. hat, nach der Spindenschen Korrelation der 22. Oktober 471 nach Chr. Aus der Differenz zwischen diesen beiden Daten ersieht man, daß an diesem Tage seit dem Beginn der Mayatageszählung im Jahre 3373 vor Chr. 930 Schalttage verflossen waren. Das ergibt ferner, daß nach dieser Berechnung die Länge des tropischen Jahres zu 365,24193 Tagen angenommen wurde. Man sieht, wie eifrig jene alten Astronomen beobachtet und berechnet haben, und man muß die Genauigkeit ihrer Resultate immer wieder bewundern.

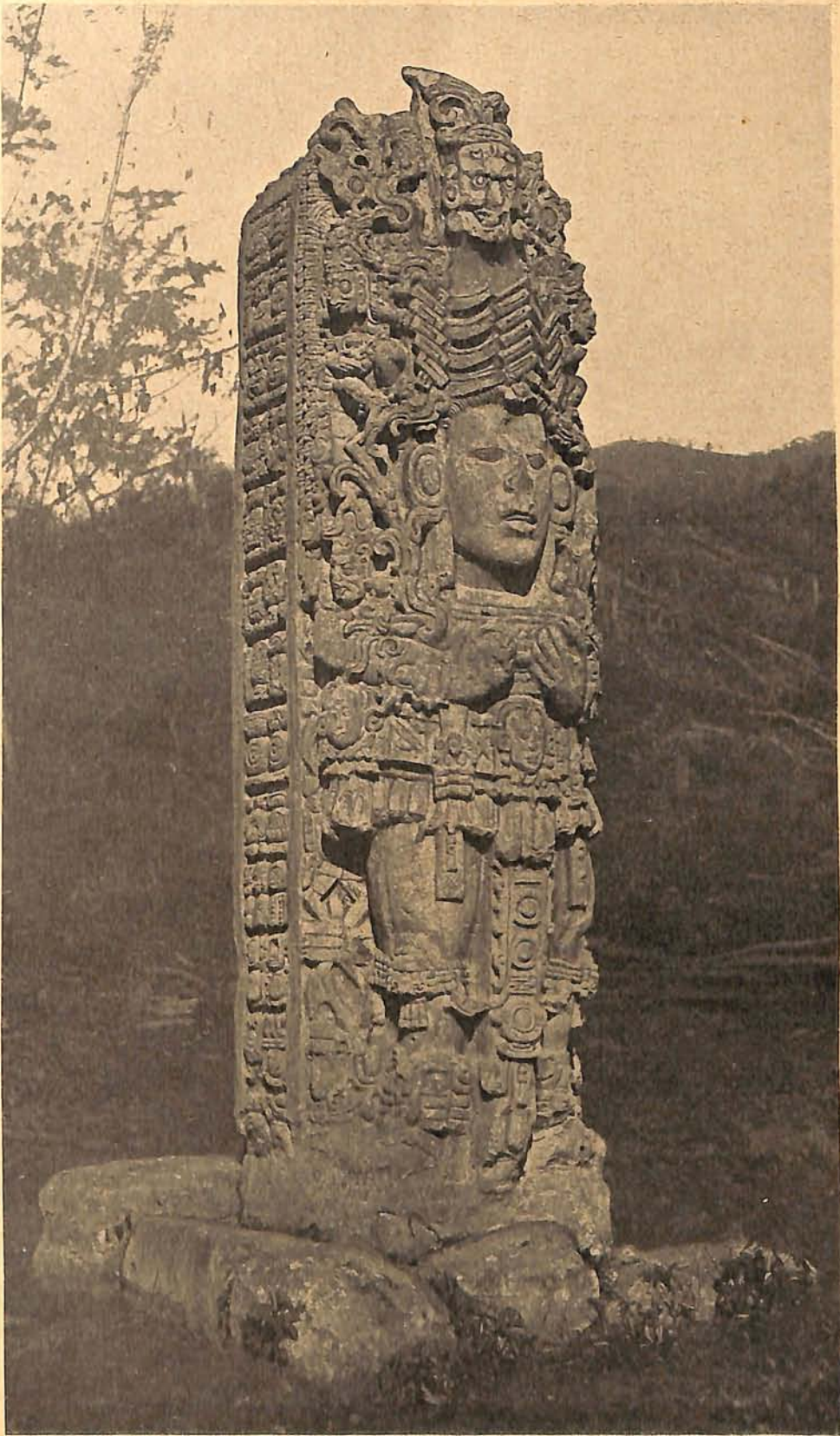
Andere Bildwerke zu Copan deutet Dieseldorff als Personifikationen der Sonne und der Venus als Morgen- und Abendstern und ihre hieroglyphischen Inschriften als astronomische und kalendarische, auf diese Gestirne bezügliche Daten.

Unsere Abbildung zeigt die ausgezeichnete Aufnahme einer der künstlerisch schönsten Stelen von Copan, die wir mit freundlicher Genehmigung C. Dieseldorffs, des Autors von „Kunst und Religion der Mayavölker“ wiedergeben.

Sie stellt nach Dieseldorff die Venus als Abendstern dar. Ihr Anfangsdatum lautet 9.14.8.0.0., fällt also in die zweite Hälfte des fünften Jahrhunderts nach Chr. Sie zeigt ferner ein Datum, das 260 Tage vor diesem Hauptdatum liegt und die Dauer der Herrschaft des Abendsterns bezeichnet.

Im volkstümlichen Sonnenkalender der Maya wurden die Schalttage nicht mitgezählt. Sie galten als unheilvoll, als tote Tage, und das Volk fürchtete, daß die Sonne selbst an diesen Tagen stillstehen könnte. Große Opfer wurden den Gottheiten des Firmaments gebracht, um dieses Unheil abzuwenden, und das Volk atmete erst wieder auf, nachdem das gelungen war.

Erwähnt sei noch aus dem Gebiete der aztekischen Altertümer, daß außer dem bereits in dieser Zeitschrift Jg. 30, S. 158, behandelten und abgebildeten aztekischen Kalenderstein neuerdings ein zweiter, ähnlicher Stein aufgefunden ist, der im Regierungsgebäude zu Mexiko eingemauert war. Er wird als „la piedra del teocalli“ bezeichnet und läßt ebenfalls Zeiträume von 52 und 104 Tagen erkennen, die im Kultus der Azteken eine wichtige Rolle spielten. In der Mitte ist die Sonnenscheibe dargestellt, links davon steht der Kriegsgott Huitzilopochtli, rechts der Mond- und Nachtgott Tezcatlipoca.



(Aus Dieseldorff „Kunst und Religion der Mayavölker“.)

Stele zu Copan mit der Darstellung der Venus als Abendstern.

Kosmische Bindungen, tierischer Magnetismus, das Rutenphänomen und die moderne Geophysik.

Von Prof. Dr. A. Nippoldt,

Leiter des Magnetischen Observatoriums Potsdam.

Alle Zeiten haben neben der offiziellen Wissenschaft der Gelehrten noch eine inoffizielle Laienwissenschaft aufzuweisen. Zwischen beiden bestand ein stetiger Kampf. Eine jede Disziplin suchte den Beifall der großen Menge zu erlangen. Als kurz vor dem Dreißigjährigen Kriege die bibelfreien Rosenkreuzer in die vor dem geschlossene Reihe der eigentlichen Gelehrtenschaft eindringen, war hohe Gefahr für die offizielle Wissenschaft der damaligen Zeit. Die Verödung der gesamten Wirtschaftslage während des Krieges schwächte sie noch mehr, setzte zugleich aber auch die Gesamtbildungstiefe der Völker derartig herab, daß die „okkulten“ Wissenschaften in Vorteil kamen. Jeder glaubte an Zauberei und Hexenwesen, auch die Gebildeten und offiziellen Gelehrten. Die Aufklärung des folgenden Jahrhunderts brachte den wunderbaren Aufstieg der auf Experiment und reiner Logik aufgebauten Naturwissenschaft. Da aber ihre Denkweise (die mathematische) den meisten Menschen nicht liegt, konnten um die Wende des 19. Jahrhunderts die neuen Rosenkreuzer mit ihrem Mesmerismus und dem tierischen Magnetismus weite Kreise der Gebildeten für sich einnehmen.

Erst die rapiden, sich überstürzenden Erfolge der offiziellen Wissenschaft im Zeitalter der Maschine hat sie zum Siege geführt, hat ihr jene bedingungslose Hochachtung der breiten Masse gebracht, die wir alle noch in Erinnerung haben. Der Vorteil der exakten Naturwissenschaft sprach sich zu lebendig aus; sie schuf unzählige neue Berufe und ernährte so eine größere Fülle von Menschen als je vorher.

Doch alle diese Menschen drangen nun auch bis zu einem gewissen Grade in die offizielle Wissenschaft ein. Sie fingen selbst an, erklären zu wollen, und erneut erhob sich die inoffizielle Wissenschaft. Wieder hat ein großer Krieg die Geister durchgerüttelt. Uralte Autoritäten werden angegriffen.

Wir befinden uns erneut in einer Krisis. Allein, so heftig die Krisis ist, so ist es eben doch nur eine Wende, und zwar eine Wende zu neuem Fortschritt, wie jeder exakte Naturforscher tiefinnerlich fühlt. Sie hat dazu geführt, daß der Schulgelehrte sich eingehender als zuvor die Frage vorlegt, ob er wirklich mit Recht alles abgelehnt hat, was seither von der inoffiziellen Wissenschaft vorgebracht wurde. Und so wollen wir heute einmal neuerlich die Frage untersuchen, wie die Naturforschung zu den Dingen stehen muß, welche unsere Überschrift aufzählt.

Ein Urgroßvater des Verfassers hat ein durchaus ernst zu nehmendes Buch über Ex-

perimental-Physik herausgegeben (1840), dessen Schlußabschnitt gleich hinter dem Erdmagnetismus den tierischen Magnetismus behandelt. Er gibt ihn zu, und daran ist auch nicht zu zweifeln, nur bestreitet er, daß er ein Gegenstand der Physik sei; er gehöre zur Psychologie oder Heilkunde. Und so ist es auch. Der Name Magnetismus für den Hypnotismus ist eben vom Standpunkt des Physikers aus ein ganz unangebrachtes Wort, eine irreführende Bezeichnung. Sie kommt daher, daß der hypnotische Schlaf durch Bestreichen mit den Händen erzielt wird und dies eine äußerliche Ähnlichkeit mit dem alten Magnetisierungsverfahren hat. In Wahrheit ist zwischen dem Zustand des in magnetischen Schlaf Versenkten und dem, was der Physiker Magnetismus nennt, nicht die Spur von Ähnlichkeit.

Aber es war nun seitens der offiziellen Wissenschaft falsch, erstens, zu behaupten, die Phänomene der Hypnose seien Sinnestäuschung und zweitens, das Tier und der Mensch habe keinen echten Magnetismus.

Es ist seitens der Physiologen einwandfrei festgestellt, daß die Organismen, solange sie leben, dauernd von elektrischen Strömen durchsetzt sind. Vor allem ist die Muskelkontraktion mit elektrischen Umsetzungen verbunden, die physikalisch durch die Oberflächenänderung der Körperkolloide beim Quellen verursacht sind. Elektrische Ströme sind aber stets mit magnetischen Kräften verbunden. Sind diese auch so klein, daß sie sich m. W. bis jetzt der Messung entzogen haben, so sind sie doch da! Wir werden uns ihrer nicht bewußt, das rührt aber nur daher, daß wir ein Zellstaat aus Billionen Zellen sind. Das einzellige Tier dagegen empfindet diese Ströme, wie man aus Versuchen schließen kann. Bei uns bleiben sie im Unterbewußtsein.

In abnormen Zuständen, z. B. im hypnotischen Schlaf, treten unterbewußte Dinge ins Bewußtsein. Möglich, daß dann auch jener elektrisch-magnetische, d. i. der tierische Magnetismus, empfunden wird. Möglich, aber meines Wissens noch nie nachgewiesen. Immerhin soll man vorsichtig sein im völligen Absprechen.

Weiter muß im schnell bewegten tierischen Körper ein elektrischer Induktionsstrom dadurch entstehen, daß er sich durch das magnetische Feld der Erde bewegt. Daran ist physikalisch nicht zu zweifeln. Haben nun irgendwelche Tiere noch ein Feinempfinden für ihre elektrischen Lebensströme, dann mögen sie auch diese fühlen. Damit sucht man in neuester Zeit zu erklären, daß Zugvögel sich

über Gegenden mit starken erdmagnetischen Anomalien verfliegen.

Wir haben nach den Ergebnissen der luftelektrischen Forschung eine elektrische Ladung der Erdoberfläche, die sich dauernd in die Luft entladet, wobei sie vornehmlich aus allen spitzen Gegenständen austritt. Solche natürliche, spitze Gegenstände sind aber die Pflanzen. Sie sind also dauernd von einem elektrischen Strom luftelektrischer Natur durchflossen. Da auch die Pflanzen eigene elektrische Ströme durch ihren Lebensprozeß schon haben, so werden sie dafür empfindlich sein. Es ist daher kein Wunder, daß es gelungen ist, ihr Wachstum durch künstlich in sie eingeleitete Ströme zu beeinflussen. Die wirtschaftliche Zweckmäßigkeit dieser „Elektro-Kulturen“ unterliegt noch der Prüfung, aber an der Tatsache ist nicht zu zweifeln. Es kommt bei all diesen „Stimulierungen“ auf die Dosierung an, d. h. auf die Menge Strom. Bis zu einer gewissen Menge erfolgt Anregung des Wachstums, von einem Grenzwert an Lähmung (Narkose), von einem weiteren Punkt an Absterben.

So sehen wir die ganze organische Welt von elektrischen Einflüssen abhängig. Da nun die Geophysik entdeckt hat, daß ein Teil der elektrischen Strahlung aus dem Weltall stammt, so ist auch die von der Laienwissenschaft behauptete „kosmische Bindung“ sicher vorhanden. Aber von da bis zu der strikten Behauptung, jedes einzelne Gestirn, und besonders die Planeten, wirke auf die einzelnen Menschen (Astrologie), ist ein sehr weiter Weg. Außerdem ist sicher, daß eine Art kosmische Wirkung alle anderen derart überwiegt, daß sie daneben fast ganz zurücktreten. Das ist der Einfluß des Sonnenlichts, wie es sich in seinen wesentlichsten Bestandteilen der Wärme und dem Licht, namentlich dem ultravioletten, durch das Klima äußert. An dieser kosmischen Bindung zu zweifeln, fällt natürlich niemand ein.

Haben wir oben den Vögeln eine besondere Feinfühligkeit für elektrische und magnetische Kräfte zugeschrieben, so können wir nicht gut etwas dagegen sagen, wenn einige Menschen behaupten, besonders feinfühlig für „magnetische Strahlen“ zu sein, die von verborgenen, unterirdischen Wasseradern, Öl-, Gas- und Metallvorkommen ausgehen. — Ich meine die *Rutengänger*. — Man darf sich auch hier als exakter Physiker nicht an dem mißbrauchten Wort „magnetische Strahlen“ stoßen, das

ist nur ein laienhafter Ausdruck. Tatsächlich senden diese unterirdischen Vorkommen Kräfte aus, die wir auch mit Magnetometern und Elektrometern messen können, und das Rätselhafte ist nicht hierin zu suchen, sondern in der behaupteten Empfindungsmöglichkeit für sie. Denn der Mensch kann auch dann magnetische Kräfte nicht empfinden, wenn sie mehrere tausendmal stärker sind als die der unterirdischen Vorkommen. Anders mit den elektrischen, hier empfinden wir selbst schwache Kräfte, wenn sie nur rasch wechseln. Allerdings gibt es da, gerade wie bei den Tönen, eine obere und eine untere Grenze, und bis jetzt haben wir keinen Anhalt dafür, daß die unterirdischen Vorkommen Wechselströme aussenden; unmöglich ist das aber nicht, denn ihr Wesen besteht zum mindesten in disruptiven Vorgängen.

Man hat von physikalischer Seite aus die Arbeit der Rutengänger experimentell geprüft. Die Ergebnisse sind vom Standpunkt der Praxis nicht sehr befriedigend ausgefallen. Die Treffer überwogen den reinen Zufall nicht erheblich, und die Rutengänger erhoben den Einwand, schon durch die Prüfung allein ihre innere Ruhe zu verlieren. Man kommt also hier nicht weiter, wenn man nicht ganz neue Prüfungsverfahren ersinnt.

Das nämlich bleibt von der exakten, also der offiziellen Wissenschaft trotz allem Entgegenkommen gegen die Laienwissenschaft übrig: das Entscheidende ist die Prüfung an der Erfahrung. Auch die inoffizielle Meinung kann keine andere Entscheidung erwarten als durch die kritische Methode der exakten Forschung.

Die Krisis, die die offizielle Forschung durchmacht, erstreckt sich nämlich durchaus nicht auf ihre Forschungsweise, sondern nur auf ihre Erkenntniskraft, auf den philosophischen Teil ihrer Arbeit. Nie wird der Mensch die exakte Methode der Forschung je verlassen können, und stets wird er sie, und nur sie, zur Hilfe rufen, um sich in der Fülle der Erscheinungen zurechtzufinden.

Eine völlige Beherrschung der Naturkräfte werden wir nie erringen, aber, wo wir etwas erreichen, gelingt dies nur durch Experiment und klare Logik. Die Aufgabe der Zukunft besteht also darin, auch die von der inoffiziellen Wissenschaft vorgebrachten Phänomene der exakten Forschung zu unterziehen.

Die Einführung in das Studium der Astronomie.

Von Professor Dr. Fr. Dannemann.

Es ist auffallend, daß im Altertum und im Mittelalter mehr wirkliche Kenntnis der astronomischen Erscheinungen zu finden war als heutzutage, obwohl jetzt jedes Kind einige

Beweise für die Kugelgestalt und die Drehung der Erde hersagen kann. Ist es nicht ein bedauerliches Beispiel für die Macht des Buchstabens, wenn man Worte herleiern hört,

ohne daß der Schüler mit diesen eine Anschauung verbindet, es sei denn diejenige, welche er der Sternkarte und einer dogmatisch betriebenen Globuslehre verdankt. Von Sexta an sollten der Geograph oder der Naturwissenschaftler oder auch beide, jeder unter Betonung seines Standpunktes, die Schüler zur selbsttätigen Beobachtung des Himmels anleiten. Ist der Lehrer nicht selbst etwas Astronom, so können ihm die monatlichen Übersichten, welche pädagogische und Fachzeitschriften¹⁾ sowie mitunter auch größere Tageszeitungen bringen, mit dem bekannt machen, worauf er die eigene und die Aufmerksamkeit seiner Schüler zu lenken hat.

Von Vorteil, wenn auch nicht etwa unentbehrlich für die astronomischen Beobachtungen, ist die Einrichtung einer Schulsternwarte, worunter nicht etwa die Ausrüstung der Schule mit teuren Instrumenten verstanden werden darf. Es handelt sich vielmehr darum, daß Schulneubauten mit einer, am besten kreisförmigen Plattform versehen werden. Eine solche Plattform muß einen möglichst freien Überblick über den Himmel gestatten und so groß sein, daß eine Klasse darauf Platz findet. Die Nähe einiger Türme, Giebel usw. ist nicht hinderlich. Solche irdischen Marken bieten vielmehr den Vorteil, daß die ersten, ganz einfachen Beobachtungen auf sie bezogen werden können. Keine Wetterfahne darf die Mitte auszeichnen, sondern nur eine Steinplatte, auf der gelegentlich ein Tisch Aufstellung findet.

Sehr geeignet für den Beginn gemeinsamer Beobachtungen ist ein klarer Abend, an dem nach Neumond die schmale Sichel unseres Trabanten in der Dämmerung wieder zum Vorschein kommt (Stellung der Sichel zur Sonne, Irradiation, Entfernung des Mondes von benachbarten Sternen). Nach Zunahme der Dunkelheit mustert man dann von der Mondsichel nach Osten gehend den südlichen Himmel. In der Regel fällt dabei der eine oder der andere der größeren Planeten ins Auge, die man mit den Schülern an ihrem ruhigen Licht und ihrem Erscheinen vor den Fixsternen erkennt. Ist ein Planet gefunden, so ist seine Stellung zu einigen benachbarten Fixsternen durch eine Zeichnung festzuhalten. Die Schüler sind an die Vorstellung zu gewöhnen, daß der Fixsternhimmel gleichsam ein großes Zifferblatt ist, auf das die Bewegungen von Sonne, Mond und Planeten bezogen werden müssen. Der erste Abend würde deshalb auch dazu dienen, um die Schüler über eine Reihe wichtiger Sternbilder zu orientieren. Da man die Schüler ferner nur hin und wieder zu astronomischen Beobachtungen versammeln kann, so wird man ihnen

an den betreffenden Abenden eine Anzahl von Beobachtungsaufgaben geben, mit denen sich jeder selbst an klaren Abenden zu beschäftigen hat. Über die Befunde hat der Schüler, da manche Beobachtungen sich über Monate und Jahre erstrecken (z. B. die Änderungen der Planeten in ihrer Stellung zu den Fixsternen), ein Tagebuch zu führen. Es handelt sich dabei um keine Arbeit, sondern um eine geistige Erholung, da es genügt, daß man an jedem klaren Abend zu bestimmten Zeiten (etwa um 6 und um 9 Uhr) seinen Blick auf den Himmel richtet und die Vorgänge zu beobachten sucht, auf welche der Lehrer die Aufmerksamkeit gelenkt hat. Dabei muß nach Möglichkeit selbsttätig und heuristisch verfahren werden. An die gemeinsame Beobachtung der Mondsichel würden sich z. B. folgende, von den Schülern zu lösende Aufgaben schließen:

1. Man blicke jeden Abend zur selben Stunde wieder nach dem Monde. In welcher Himmelsrichtung entfernt er sich von der Sonne? Wie ändert sich dabei seine Gestalt?

2. Um wieviel Bogengrade ist der Mond von der Sonne entfernt, wenn gerade die halbe Mondscheibe zu sehen ist? Einfache Winkelmeßinstrumente, die eine vollauf genügende Genauigkeit bis auf einen Grad verbürgen, sind für wenige Mark käuflich. Eifrigen Schülern macht es ein besonderes Vergnügen, sich solche Instrumente selbst anzufertigen. Durch die Messungen wird das Interesse für die Astronomie und die Mathematik in gleicher Weise angeregt.

3. Indem man die der Mondbahn benachbarten Fixsterne oder Planeten als Vergleichspunkte benutzt, ermittle man, um wieviel Bogengrade etwa der Mond sich von Tag zu Tag von Westen nach Osten bewegt.

4. Den Durchmesser des Mondes läßt man ermitteln, indem der Schüler die Zeit bestimmt, welche das Vorüberziehen der Mondscheibe an einer Mauerkante beansprucht. Aus dem gefundenen Wert von zwei Minuten wird dann der Durchmesser gefunden ($1/2^{\circ}$). Die gleiche Beobachtung wird an der Sonne mit Benützung eines berußten Glasstücks wiederholt. Es ergibt sich auch hier $1/2^{\circ}$ als Durchmesser. Die Beobachtung bietet Gelegenheit, auf die babylonische Minute als Grundlage unserer Zeitrechnung einzugehen.

Für eine Schulsternwarte ist ein Fernrohr nicht unbedingt erforderlich. Kann man bei einer abendlichen Zusammenkunft den Schülern die Monde des Jupiters und die Saturnringe zeigen, so ist dies zwar sehr anregend. Derartige Beobachtungen haben aber mit der eigentlichen Aufgabe der Schulsternwarte wenig zu schaffen. Ihr Hauptzweck ist es nämlich, den Schülern Anleitung zum unmittelbaren selbständigen Beobachten zu geben.

¹⁾ Ganz besonders verdient „Das Weltall“ zu diesem Zwecke empfohlen zu werden. Es darf in keiner Lehrerbibliothek fehlen und ist auch für die Bibliothek der oberen Klassen geeignet. Der Verfasser.

Wenn manche Schulen ein Fernrohr für Tausende von Mark beantragen, so ist dies nur bedauerlich, weil dadurch die Behörden von der Einrichtung ganz einfacher Schulsternwarten, die sich mit sehr geringen Kosten erzielen läßt, abgeschreckt werden. Den Schülern muß man durch gelegentliche geschichtliche Betrachtungen zum Bewußtsein bringen, daß die Astronomie schon vor der Erfindung des Fernrohrs eine so hochentwickelte Wissenschaft war, daß sie ohne teleskopische Hilfsmittel die Gesetze der Planetenbewegung aufzufinden und Messungen bis auf eine Bogenminute auszuführen vermochte (Tycho, Kepler)²⁾.

Will man auf teleskopische Beobachtungen nicht verzichten, so genügen auch dafür ganz bescheidene Mittel. So liefert die Treptow-Sternwarte ein für Schulzwecke vollständig ausreichendes Fernrohr für den mäßigen Preis von 165 M., das sich mit einigen Ergänzungen, wie Teilkreise, Photokamera und einfaches Mikrometer, zu einem selbst höheren Ansprüchen genügenden Instrument ausbauen läßt. Das zweizöllige Instrument hat den Vorteil, leicht transportabel zu sein, wodurch der

²⁾ Zu diesem Zwecke eignen sich die astronomischen Abschnitte von F. Dannemann, Aus der Werkstatt großer Forscher, W. Engelmann, Leipzig 1922.

Die Redaktion.

stets höhere Kosten verursachende Bau einer Kuppel, wie er für größere Instrumente erforderlich wäre, überflüssig wird.

Der Schüler sollte zunächst geozentrisch beobachten lernen, weil er sonst niemals in die Lage kommt, wirklich heliozentrisch zu denken. Beide Ziele lassen sich aber nur erreichen, wenn der Lehrer der Naturwissenschaften die Einführung in die mathematische Erd- und Himmelskunde, von der Unterstufe, wenigstens aber von der Tertia an, in die Hand nimmt und immer wieder, ohne dafür eine bestimmte Reihe von Stunden anzusetzen, die Schüler praktisch-heuristisch mit dem Ablauf der Himmelserscheinungen bekannt macht. In einer Reihe von aufeinanderfolgenden Stunden wären schließlich die durch wiederholte gründliche Beobachtung bekannt gewordenen Tatsachen in elementarer Weise vom Standpunkte des Kopernikanischen Systems aus zu erklären. Dies hätte im Naturlehreunterricht der Sekunda zu geschehen. Auch auf der Oberstufe sollte man die mathematische Erd- und Himmelskunde nicht, wie es so oft geschieht, als bloße Anwendung der sphärischen Trigonometrie betreiben, sondern immer wieder an die früheren Beobachtungen anknüpfen und diese unter Zuhilfenahme etwas genauerer Meßinstrumente wiederholen lassen.

Die Finsternisse des Jahres 1932.

Von Prof. Dr. August M a d e r.

(Mit zwei Figuren.)

Im Jahre 1932 finden vier Finsternisse statt: zwei Sonnenfinsternisse, das ist die geringste Anzahl von derartigen Erscheinungen, welche in einem Kalenderjahre eintreten können, und zwei fast totale Mondfinsternisse. In unseren Gegenden wird nur die letzte Mondfinsternis sichtbar sein.

Die Finsternisse dieses Jahres bilden wieder zwei zeitlich voneinander getrennte Gruppen mit je einer Sonnen- und einer in 14 Tagen folgenden Mondfinsternis, die eine im März, die andere Ende August und Mitte September.

I. Die erste diesjährige Erscheinung ist eine ringförmige Sonnenfinsternis, die am Montag, dem 7. März, stattfindet. Zu jener Zeit ist der scheinbare Halbmesser des Mondes $14'53''{,}4$ und der der Sonne $16'6''{,}7$, so daß bei zentraler Bedeckung ein $1'13''{,}3$ breiter Ring der Sonnenscheibe frei bleibt. Die Phase des Neumondes tritt an dem genannten Tage ein um $8^h44^m{,}3$ M.E.Z. Am 10. März um 23^h befindet sich der Mond in seiner Bahn in Erdferne, wodurch sich sein kleiner Halbmesser zur Zeit der Finsternis erklärt.

Die Finsternis selbst beginnt nach den Angaben des Berliner astronomischen Jahrbuches, umgerechnet in M.E.Z., um $6^h31^m{,}0$ in einem Punkte auf dem Meere südlich von Afrika, dessen geographische Koordinaten sind: $\lambda = 2^{\circ}14'$ geographischer Länge westlich von Greenwich und $\varphi = -66^{\circ}14'$ südlicher Breite. Die zentrale Verfinsterung nimmt ihren Anfang um $8^h27^m{,}1$ im südlichen Eismeeere südlich von Australien ($\lambda = 179^{\circ}13'$, $\varphi = -74^{\circ}37'$), in dem gerade die Sonne aufgeht, und endet in einem Meerespunkt südlich von Australien ($\lambda = 207^{\circ}31'$, $\varphi = -47^{\circ}8'$) um $9^h24^m{,}2$ bei Sonnenuntergang. Die Finsternis überhaupt endet um $11^h20^m{,}1$ südöstlich der Insel Java ($\lambda = 241^{\circ}21'$, $\varphi = -9^{\circ}34'$).

Die Zone der Erdoberfläche, in der die Finsternis ringförmig erscheint, liegt ganz auf dem Meere südlich von Australien. Die längste Dauer der ringförmigen Verfinsterung beträgt $5^m18^s{,}9$ und findet statt um 9^h0^m für einen Punkt ($\lambda = 225^{\circ}17'0$, $\varphi = -58^{\circ}34'9$) südlich von Australien.

Als teilweise Verfinsterung ist die Erscheinung sichtbar im übrigen Teile des südlichen Eismeres, auf der Südspitze Neuseelands, in

Australien, im mittleren Teile des Indischen Archipels und im südlichen Teile des Indischen Ozeans.

Obwohl die Erscheinung in ihrem ganzen Verlaufe in die mitteleuropäischen Tagesstunden fällt, ist sie doch nicht für unsere Gegenden sichtbar, da der Mond zu weit südlich steht.

II. Zwei Wochen darauf folgt in der Karwoche, am Dienstag, dem 22. März, andert-halb Tage nach Beginn des astronomischen Frühlings, eine in Europa unsichtbare teilweise Mondfinsternis. Auch im Vorjahre fiel eine Mondfinsternis mit dem Ostervollmond zusammen. Die diesjährige beginnt um $10^h58^m,7$ mit dem Eintritt des Mondes in den Halbschatten der Erde und endet um $16^h5^m,6$.

Die Größe der Finsternis in Einheiten des Monddurchmessers beträgt 0,973, so daß die Finsternis fast total ist.

Der Anfang der Finsternis ist sichtbar im östlichen Asien, in Australien, im Stillen Ozean, in Nordamerika mit Ausnahme der nordöstlichen Teile und in den westlichen Teilen von Südamerika. Das Ende ist sichtbar in Asien mit Ausnahme der südwestlichen Teile, im Indischen und Stillen Ozean und in den nordwestlichsten Teilen von Nordamerika.

III. Nach Ablauf von fünf Monaten und neun Tagen folgt am Mittwoch, dem 31. August, als dritte Finsternis des Jahres eine totale Sonnenfinsternis. Da der Mond bald darauf, am 3. September, in seiner Bahn in Erdnähe gelangt, erscheint uns die Mondscheibe diesmal im Gegensatze zur ersten Finsternis etwas größer als die Sonnenscheibe: der scheinbare Halbmesser der ersteren ist $16'5'',8$, der der letzteren $15'51'',0$, so daß die Sonne vom Monde ganz verdeckt werden kann.

Die Finsternis beginnt um $18^h44^m,5$ M.E.Z. an der Nordküste des Beringsmeeres ($\lambda = 190^\circ42'$ westlich von Greenwich, $\varphi = +59^\circ15'$). Die zentrale Verfinsterung nimmt um $20^h4^m,2$ nördlich der Taimyrhalbinsel ($\lambda = 250^\circ44'$, $\varphi = +79^\circ36'$) ihren Anfang. Der schmale Streifen auf der Erdoberfläche, von welchem aus die Erscheinung als totale Verfinsterung der Sonne sichtbar sein wird, geht von dem letztgenannten Punkte aus in einem Bogen durch den Nordosten Nordamerikas mitten durch die Hudsonbai bis zu einem Punkte im Atlantischen Ozean mit den geographischen Koordinaten: $\lambda = 40^\circ59'$, $\varphi = +28^\circ27'$, in welchen die totale Finsternis für die Erdoberfläche überhaupt um $22^h2^m,6$ ihr Ende findet. Der letzte Kontakt ist sichtbar in Venezuela ($\lambda = 64^\circ45'$, $\varphi = +5^\circ0'$) um $23^h22^m,1$.

Die Totalität dauert am längsten für den Ort: $\lambda = 80^\circ31',6$, $\varphi = +55^\circ48',2$ in der Hudsonbai; dort wird um 21^h0^m die Sonne $1^m44^s,6$ lang bedeckt sein.

Sonst ist die Finsternis sichtbar in der östlichen Spitze Asiens, im nördlichen Eismeer, in Grönland, an der Westküste Großbritanniens, in Nordamerika und im nördlichen Teile von Südamerika.

IV. Vierzehn Tage darauf folgt am Mittwoch, dem 14. September, als letzte Finsternis des Jahres eine teilweise Mondfinsternis, die auch in Berlin sichtbar sein wird.

Der Mond tritt in den Halbschatten der Erde um $19^h5^m,2$ M.E.Z. Der Eintritt in den Kernschatten erfolgt um $20^h18^m,2$, der Austritt aus ihm um $23^h42^m,8$ und der aus dem Halbschatten um $24^h55^m,7$.

Der Positionswinkel, gemessen vom nördlichsten Punkte der Mondscheibe über Osten und Süden gegen Westen, ist für den Eintritt 89° , für den Austritt 213° .

Die Größe der Finsternis in Einheiten des Monddurchmessers ist 0,982, so daß also auch diese Mondfinsternis fast total ist, ähnlich wie die erste dieses Jahres.

Der Anfang der Finsternis ist sichtbar in Europa, in Afrika, im östlichen Teile des Atlantischen Ozeans, im Indischen Ozean, in Asien und Australien. Das Ende ist sichtbar im nordöstlichen Teil von Nordamerika, in Südamerika, im Atlantischen Ozean, in Europa, in Afrika, im westlichen Asien und im Indischen Ozean.

Zur Zeit des Eintritts des Mondes in den Kernschatten steht der Mond im Zenit des Ortes im Indischen Ozean mit den geographischen Koordinaten $\lambda = 291^\circ36'$ westlicher Länge von Greenwich, $\varphi = -3^\circ18'$; zur Zeit des Austritts aus dem Kernschatten im Zenit des Punktes im Kongostaate: $\lambda = 341^\circ20'$, $\varphi = -2^\circ27'$.

Da diese Finsternis von ihrem Anfang bis zu ihrem Ende in unseren Gegenden sichtbar sein wird, soll an der Hand einer einfachen Zeichnung ihr Verlauf dargestellt werden.

Dazu entnimmt man aus dem Jahrbuche folgende Angaben, die für $22^h30^m19^s,5$ M.E.Z., der Zeit der Opposition des Mondes in Rektaszension am 14. September, gelten.

	Für den Mond:	Für die Sonne:
Rektaszension	$\alpha_1 = 23^h29^m58^s,88$	$\alpha_2 = 11^h29^m58^s,88$
Stündl. Änderung	$\Delta\alpha_1 = 1^m49^s,69$	$\Delta\alpha_2 = 8^s,97$
Deklination	$\delta_1 = -2^\circ45' 3'',4$	$\delta_2 = +3^\circ14'33'',7$
Stündl. Änderung	$\Delta\delta_1 = +14'51'',8$	$\Delta\delta_2 = -0'57'',7$
Scheinb. Halbm.	$r_1 = 15' 4'',3$	$r_2 = 15'54'',5$
Parallaxe	$\pi_1 = 55'21'',6$	$\pi_2 = 8'',8$

Da, von der Erde aus gesehen, die Achse des Schattenkegels der Erde genau gegenüber der Sonne liegt, so erhält man Rektaszension und Deklination des Mittelpunktes des Erdschattenkreises, wie er uns auf dem Himmelsgewölbe erscheinen würde, wenn dort in der Mondentfernung eine Projektionsebene gedacht wird, dadurch, daß die Rektaszension der

Sonne um 12^h vermehrt und ihre Deklination mit entgegengesetztem Vorzeichen genommen wird.

Daher ist für den Mittelpunkt des Erdschattenkreises:

$$\alpha_0 = 23^{\text{h}}29^{\text{m}}58^{\text{s}},88$$

$$\delta_0 = -3^{\circ}14'33'',7$$

zur Zeit der Opposition von Sonne und Mond. Die stündlichen Änderungen beider Koordinaten sind entsprechend:

$$\Delta \alpha_0 = +8^{\text{s}},97,$$

$$\Delta \delta_0 = +0'57'',7.$$

Beide Werte stehen in Übereinstimmung mit den für die Sonne geltenden Werten, nur hat der letzte das entgegengesetzte Vorzeichen.

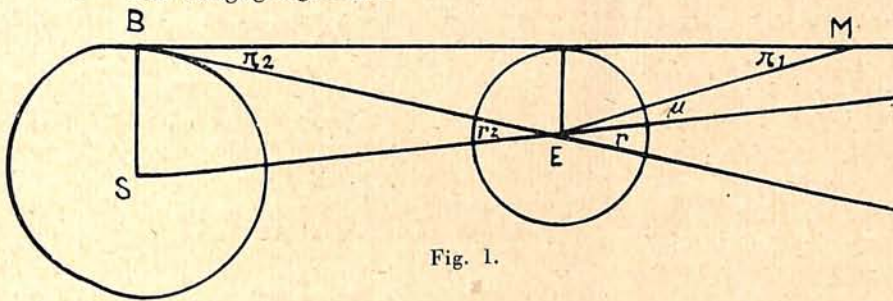


Fig. 1.

Um nun den scheinbaren Halbmesser des Erdschattenkreises zu erhalten, betrachten wir beistehende Figur (Fig. 1), in der Sonne und Erde mit ihren Mittelpunkten S und E sowie eine Mantellinie des Kernschattenkegels dargestellt sind. Bei M ist der Mondmittelpunkt zu denken. r_2 ist, wie bereits in der obigen Tabelle angegeben, der scheinbare Halbmesser der Sonne, gesehen vom Mittelpunkte der Erde aus. π_1 und π_2 sind die Äquatorial-Horizontal-Parallaxen des Mondes bzw. der Sonne, das sind jene Winkel, unter denen, vom Monde bzw. von der Sonne aus gesehen, der Halbmesser der Erde erscheinen würde. Durch Verlängerung der Geraden BE über E hinaus erhält man mit der ebenfalls verlängerten Zentralen einen Winkel r , der als Scheitelwinkel \angle zu r_2 diesem gleich ist. μ ist jener Winkel, unter dem der Halbmesser des Erdschattenkreises vom Erdmittelpunkte E aus erscheint. Nun ist der Winkel, der aus der Summe der beiden Winkel μ und r besteht, Außenwinkel für das Dreieck MEB und daher gleich der Summe der beiden nicht anliegenden Innenwinkel $\pi_1 + \pi_2$. Daher ist $\mu = \pi_1 + \pi_2 - r_2$ (Hipparch'sche Gleichung). Die die Erde umgebende Lufthülle bedingt eine Vergrößerung

des Erdschattenkegels um $\frac{1}{50}$, so daß für den maßgebenden Halbmesser des Erdschattenkreises zu setzen ist

$$\mu = \frac{51}{50} (\pi_1 + \pi_2 - r_2).$$

Für unsere Finsternis ergibt sich durch Einsetzen der oben angegebenen Werte:

$$\mu = \frac{51}{50} (55',36 + 0',15 - 15',91) = \frac{51}{50} \cdot 39',60 = 40',39.$$

In Figur 2 fällt die vertikale Achse des rechtwinkligen Achsenkreuzes mit dem Himmelsmeridian, sein Mittelpunkt O mit dem oben berechneten Mittelpunkte des Erdschattenkreises zusammen. Der Halbmesser des letzteren von 40',39 wird in einer entsprechenden Einheit dargestellt, z. B. 1' durch eine Strecke von 1 mm, so daß um O ein Kreis von 40',39 mm Halbmesser zu schlagen ist. Damit erhalten wir das Bild des Erdschattenkreises. Dieser bleibt am Himmel keineswegs in Ruhe, weil die Sonne in Bewegung ist, doch ist diese ungefähr 12 mal langsamer als die des Mondes. Wir denken uns daher die Zeichnung mit dem Erdschattenkreise fortbewegt und bestimmen nun den Weg des Mondes relativ zu diesem.

Nach den oben mitgeteilten Zahlen ist zur angegebenen Zeit der Abstand der Mittelpunkte der Mondscheibe und des Erdschattenkreises

$$\delta_1 - \delta_0 = \delta_1 + \delta_2 = 29'30'',3.$$

Es ist also in der Zeichnung vom Punkte O aus auf der vertikalen Achse nach aufwärts eine

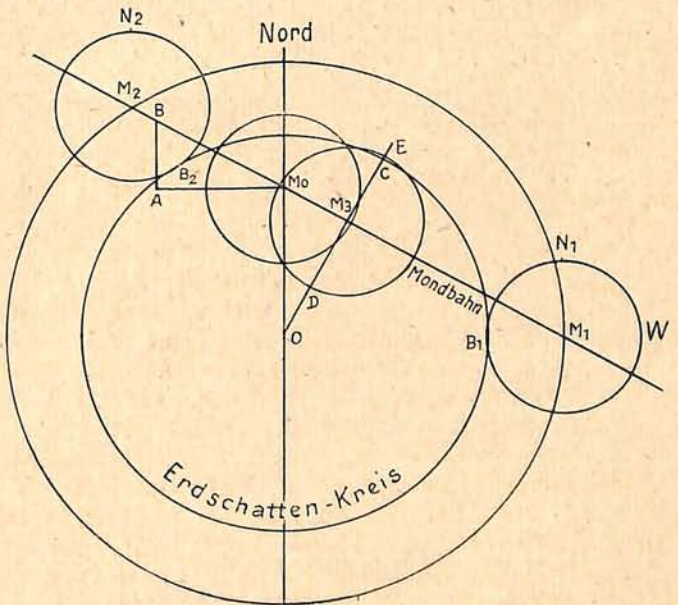


Fig. 2.

Strecke von 29,5 mm aufzutragen, wodurch man für den Ort des Mittelpunktes des Mondes den Punkt M_0 erhält. Um diesen Punkt beschreibt man einen Kreis mit dem Halbmesser von 15,1 mm, wodurch Lage und Größe der Mondscheibe im Erdschattenkreise zur angegebenen Zeit erhalten wird.

Zur Festlegung der *M o n d b a h n* relativ zum Erdschattenkreise berechnen wir den Unterschied der stündlichen Bewegungen beider in Rektaszension und Deklination, wobei die Verkürzung der Parallelkreise mit wachsender Deklination berücksichtigt werden muß, was durch Multiplikation der Rektaszensionsdifferenz mit $\cos \delta$ erreicht wird. So bekommen wir:

$$\begin{aligned} (\Delta a_1 - \Delta a_0) \cos \delta &= 25',2 \text{ und} \\ \Delta \delta_1 - \Delta \delta_0 &= \Delta \delta_1 + \Delta \delta_2 = + 13',9. \end{aligned}$$

Entsprechend der Bedeutung dieser Zahlen wird nun in der Zeichnung vom Punkte M_0 aus in der Richtung des Parallelkreises die Strecke $M_0A = 25,2$ mm und senkrecht darauf $AB = 13,9$ mm nach oben aufgetragen. Die Gerade durch die beiden Punkte M_0 und B gibt dann den Weg des Mondmittelpunktes relativ zum Erdschattenkreise, wobei die Strecke M_0B in einer Stunde zurückgelegt wird.

Ein Kreis um O, dessen Halbmesser um den der Mondscheibe größer als μ , das ist also gleich 55,5 mm, genommen wird, gibt in den Durchschnittspunkten mit der verlängerten Geraden M_0B jene Lagen M_1 und M_2 des Mondmittelpunktes, die er beim Eintritte in den Kernschatten um $20^h18^m,2$ sowie beim Austritte aus demselben um $23^h42^m,8$ einnimmt.

Diese Zeiten lassen sich, zum mindesten angenähert, ebenfalls aus der Zeichnung ermitteln durch Ausmessung der betreffenden Strecken und Vergleich derselben mit der in einer Stunde zurückgelegten Strecke M_0B , wenn noch berücksichtigt wird, daß der Mond um $22^h30^m,3$ in M_0 steht.

Die beiden Berührungspunkte B_1 und B_2 der Mondscheibe um M_1 und M_2 mit dem Erdschattenkreise geben ferner jene Stellen des Mondrandes an, an denen die Finsternis be-

ginnt bzw. endet. Sie sind bestimmt durch die vom Punkte der größten Deklination der sichtbaren Mondscheibe aus gemessenen Winkel $N_1M_1B_1 = 89^\circ$ und $N_2M_2B_2 = 213^\circ$.

Fällt man vom Punkte O eine Senkrechte auf die Gerade M_1M_2 , so findet man jenen Punkt M_3 dieser Geraden, der von O den kleinsten Abstand hat. Erreicht daher der Mondmittelpunkt bei seiner Wanderung auf der Geraden M_1M_2 diesen Punkt, was um $22^h0^m,5$ der Fall ist, so ist die Mitte der Finsternis erreicht. Die verlängerte Senkrechte bis zu den Schnittpunkten C und D einerseits mit dem Erdschattenkreise, andererseits mit dem Mondrande ist dann ein Maß für die „Größe der Finsternis in Einheiten des Monddurchmessers“. Es findet sich $CD = 0,982$ ED. Zur Erhöhung der Genauigkeit kann die Zeichnung entsprechend größer angelegt werden.

Zum Schluß folgt noch eine Zusammenstellung der Finsternisse im 18jährigen *S a r o s*-Zyklus mit den in Klammern angegebenen Größen der einzelnen Mondfinsternisse:

	1878	1896	1914	1932	1950
I. Ringf. Sonnenf.					
vor dem Durchgange des Mondes durch den aufsteigenden Knoten.	2. Febr.	13. Febr.	24/25. Febr.	7. März	18. März
II. Teilweise (totale) Mondf.					
nach dem Durchgange des Mondes durch den absteigenden Knoten.	17. Febr. (0,86)	28. Febr. (0,87)	11/12. März (0,92)	22. März (0,97)	2. April (1,06)
III. Totale Sonnenf.					
vor dem Durchgange des Mondes durch den absteigenden Knoten.	29. Juli	9. Aug.	21. Aug.	31. Aug.	12. Sept.
IV. Teilweise (totale) Mondf.					
nach dem Durchgange des Mondes durch den aufsteigenden Knoten.	13. Aug. (0,62)	23. Aug. (0,75)	4. Sept. (0,86)	14. Sept. (0,98)	26. Sept. (1,08)

Die beiden Mondfinsternisse nehmen von einer Erscheinung zur nächsten an Größe immer mehr zu, so daß sie im Jahre 1950 bereits total sein werden.

Der gestirnte Himmel im Februar und März 1932.

Von Günter Archenhold.

(Mit Sternkarten und Karten des Laufes von Sonne, Mond und Planeten für beide Monate.)

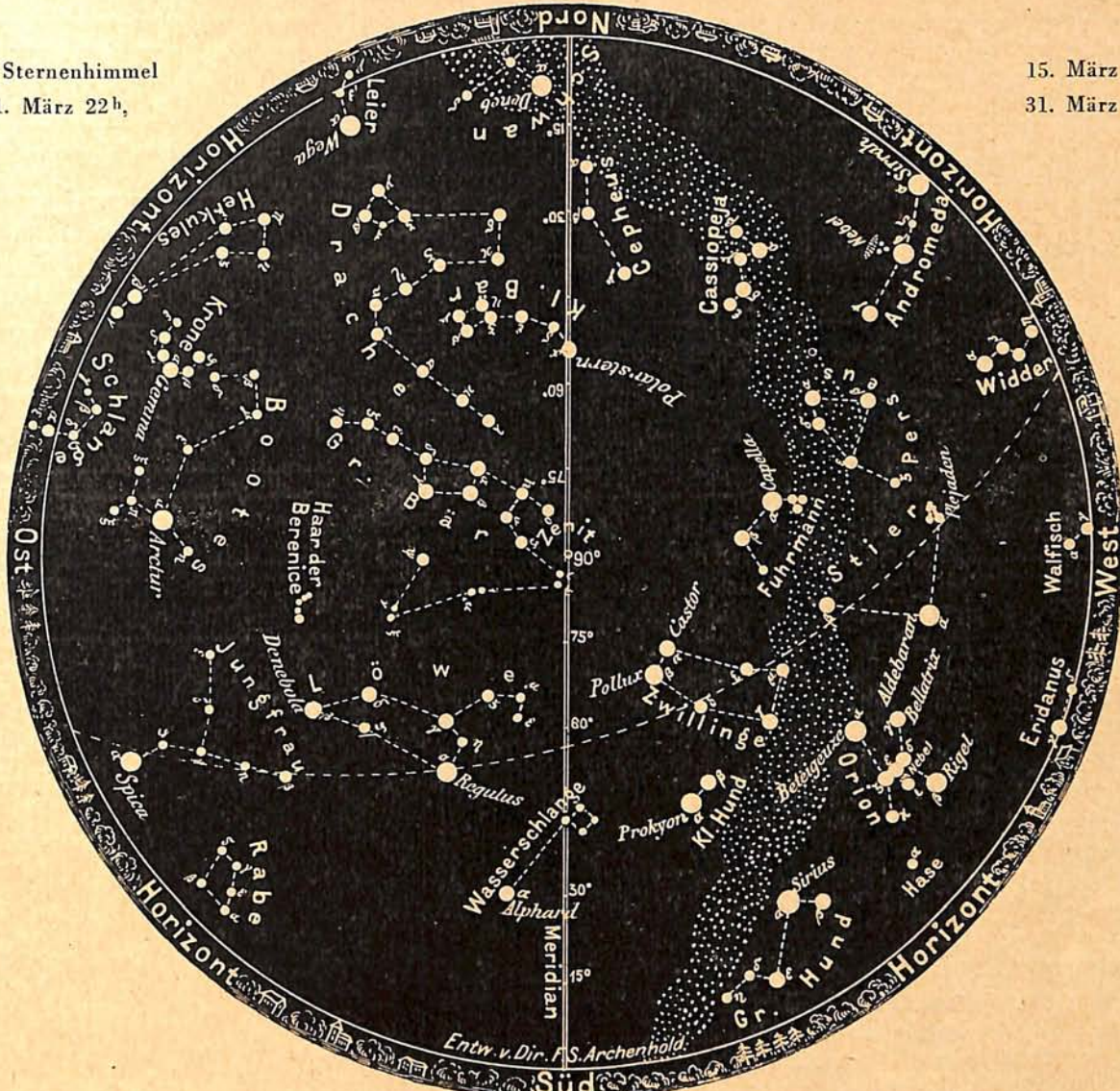
Der Sternenhimmel entfaltet seine schönste Pracht in den frühen Abendstunden, weil dann zu dem Sternenreichtum der am südwestlichen Himmel sichtbaren Winterbilder der Glanz der Venus und des Jupiter hinzutritt. Der Vergleich unserer beiden Sternkarten, von denen die eine am 1. Februar um 22^h , am 15. um 21^h und am 29. Februar um 20^h , die andere zu den entsprechenden Zeiten am 1., 15. und 31. März Gültigkeit hat, zeigt uns, welche Veränderung der Fortschritt der Jahreszeit im Anblick des Sternenhimmels bewirkt. Das Himmelsgewölbe ist um ein Zwölftel seines Umfanges verschoben. Andromeda, Widder, Walfisch, Eridanus haben sich auf der Westseite des Himmels zum Horizont herabgesenkt, während im Osten Herkules, Krone, Bootes,

Schlange, Jungfrau und Rabe unserer Betrachtung zugänglich geworden sind. Am Nordhorizont ist an die Stelle der Wega, die im Februar ungefähr im Meridian stand, der Stern Deneb getreten, im Süden finden wir an Stelle der Zwillinge und des Großen Hundes die Wasserschlange in der Mittagslinie. Eine Veränderung macht sich auch in der Lage der Ekliptik zum Horizont bemerkbar, deren Schnittpunkt mit dem Horizont im Westen mehr nach nördlicher Richtung, im Osten mehr nach südlicher Richtung verschoben erscheint. Wir können ihren Verlauf am Himmel dadurch am leichtesten feststellen, daß wir Venus und Jupiter durch eine Linie verbinden. Wenn der Mond am Himmel steht, haben wir auch an ihm einen gewissen Anhalt. Allerdings kann er

Abb. 2.

Der Sternenhimmel
am 1. März 22h,

15. März 21h,
31. März 20h.



(Polhöhe $52\frac{1}{2}^{\circ}$)

bis zu 11 Vollmondsbreiten von der Ekliptik abweichen. Augenblicklich ist das der Fall, wenn er aus dem Sternbild des Stiers in die Zwillinge eintritt. Ein Blick auf unsere Planetenkarte zeigt uns die Abweichung der ausgezogenen Mondbahn von der gestrichelt dargestellten Ekliptik. Bemerkenswert ist die hohe Deklination des Mondes um die Zeit seines Ersten Viertels. Dadurch wird seine Beobachtung besonders günstig, weil die Wirkung der Luftunruhe stark herabgemindert ist. Aber auch für das bloße Auge bietet er einige bemerkenswerte Konstellationen, so besonders am 9. Februar, wenn die junge Mondsichel mit der hellen Venus zusammentrifft.

In den mondlosen Nächten ist in beiden Monaten das Abendzodiaklicht am Westhimmel zu sehen; auch die Milchstraße ist zunächst noch in günstiger Stellung. Die Lichtminima des veränderlichen Sternes Algol im Perseus treten zu den folgenden Zeiten ein:

Febr. 2.	17h	Febr. 17.	1h	Febr. 22.	18h
„ 14.	4h	„ 19.	22h		

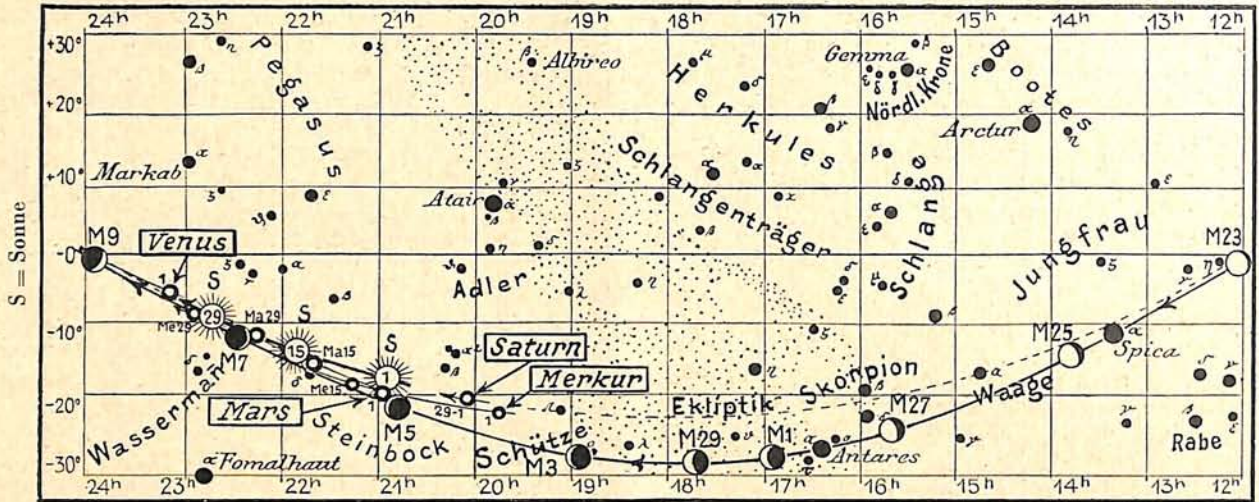
März 5.	6h	März 10.	23h	März 28.	4h
„ 8.	2h	„ 13.	20h	„ 31.	1h

Die Planeten.

Merkur, der im Februar unsichtbar bleibt, weil am 26. seine obere Konjunktion mit der Sonne stattfindet, wird in der zweiten Hälfte des März am Abendhimmel unter so günstigen Beobachtungsbedingungen wie kein zweites Mal in diesem Jahre mit bloßem Auge leicht aufzufinden sein.

Am 23. März, dem Tage seiner größten östlichen Abweichung von der Sonne, geht er 1 Stunde und 50 Minuten nach dem Tagesgestirn unter. Seine Helligkeit ist trotz seines stetigen Näherkommens in Abnahme begriffen, weil der Einfluß der Phase überwiegt. Die Helligkeit in Größenklassen beträgt am 11. März $-1^m,2$, am 21. März $-0^m,3$ und am 31. März $+1^m,3$. Am 15. März erscheint die Planetenscheibe dreiviertel beleuchtet; am 21. März

Abb. 3a. Lauf von Sonne, Mond und Planeten



sehen wir nur noch die Hälfte und am 28. ein Viertel der vom Sonnenlicht erhellten Planetenzone. Wer ein Fernrohr zur Verfügung hat, verfolge den Wechsel im Anblick des sonnennächsten Planeten.

Venus ist das glänzendste Gestirn am Abendhimmel. Sie wandert aus dem Sternbild des Wassermanns durch Fische und Widder bis in den Stier hinein. Ihre Sichtbarkeitsdauer nimmt mit dem Emporsteigen in der Ekliptik ständig zu. Anfang Februar geht sie um 20^h, Ende März um 23^h unter. Ein besonders reizvolles Bild bietet die Konjunktion des Abendsterns mit dem Mond am 9. Februar.

Mars, der am 1. Februar in Konjunktion mit der Sonne steht, bleibt unsichtbar.

Jupiter gelangt am 7. Februar in Opposition zur Sonne und ist fast die ganze Nacht hindurch zu sehen. Er bewegt sich rückläufig aus dem Sternbild des Löwen in den Krebs. Sein Durchgang durch den Meridian erfolgt am 1. Februar $\frac{3}{4}$ Stunden nach Mitternacht, am 1. März um 22 $\frac{1}{2}$ ^h und am 31. März um 20 $\frac{1}{2}$ ^h. Die Stellungen und Verfinsterungen seiner vier hellen Monde geben wir nachstehend an:

Verfinsterungen			Stellungen			
Febr.	M.E.Z. h m	Mond	Febr.	1 ^h 0 ^m M.E.Z.	Febr.	1 ^h 0 ^m M.E.Z.
1	0 31	III E	1	21 04	16	0 134
1	6 09	I E	2	4 123	17	1 234
1	18 44	II E	3	4 23	18	2 143
3	0 38	I E	4	421 03	19	24 3
4	19 06	I E	5	423 01	20	431 2
9	0 12	II A	6	431 02	21	43 12
10	4 50	I A	7	43 21	22	4231 0
11	23 19	I A	8	4213 0	23	42 13
13	17 47	I A	9	4 213	24	41 23
16	2 46	II A	10	41 23	25	42 13
17	6 45	I A	11	2 43	26	42 3
19	1 13	I A	12	23 14	27	31 2
20	19 42	I A	13	31 24	28	3 124
23	5 21	II A	14	3 214	29	231 4
26	3 08	I A	15	213 4		
26	18 38	II A				
27	21 37	I A				
29	20 07	III A				

E = Eintritt, A = Austritt

Verfinsterungen			Stellungen			
März	M.E.Z. h m	Mond	März	24 ^h 0 ^m M.E.Z.	März	24 ^h 0 ^m M.E.Z.
4	5 03	I A	1	1 234	17	21 34
4	21 13	II A	2	2 134	18	3 14
5	23 31	I A	3	21 34	19	31 24
8	0 06	III A	4	3 24	20	321 4
11	23 48	II A	5	3 142	21	23 14
13	1 26	I A	6	3241 0	22	1 23
14	19 55	I A	7	42 1	23	4 213
14	20 41	IV E	8	41 23	24	421 3
15	1 35	IV A	9	4 213	25	432 1
15	4 05	III A	10	421 3	26	431 2
19	2 22	II A	11	43 12	27	432 1
20	3 22	I A	12	34 2	28	423 1
21	21 50	I A	13	3241 0	29	41 23
22	4 25	III E	14	2 1	30	4 123
26	4 57	II A	15	1 234	31	21 43
27	5 17	I A	16	0 2134		
28	23 46	I A				
31	19 38	IV A				

E = Eintritt, A = Austritt

Saturn taucht allmählich am Morgenhimmel aus den Strahlen der Sonne hervor. Er erscheint anfangs nur $\frac{1}{2}$ Stunde, zuletzt $1\frac{3}{4}$ Stunden vor Sonnenaufgang über dem Horizont, so daß sich seine Sichtbarkeitsbedingungen nur wenig verbessern.

Uranus kann anfangs noch am Abendhimmel aufgesucht werden. Er steht am 15. Februar in Rekt. = 1^h1^m,9 und Dekl. = + 5°56'.

Neptun steht am 26. Februar in Opposition zur Sonne und ist daher für eine Aufsuchung mit kleinen Fernrohren günstig. Der langsam laufende Planet verändert seinen Ort vom 15. Februar mit Rekt. = 10^h35^m,8 und Dekl. = + 9°42' bis zum 15. März nur wenig auf Rekt. = 10^h32^m,8 und Dekl. = + 10°0'.

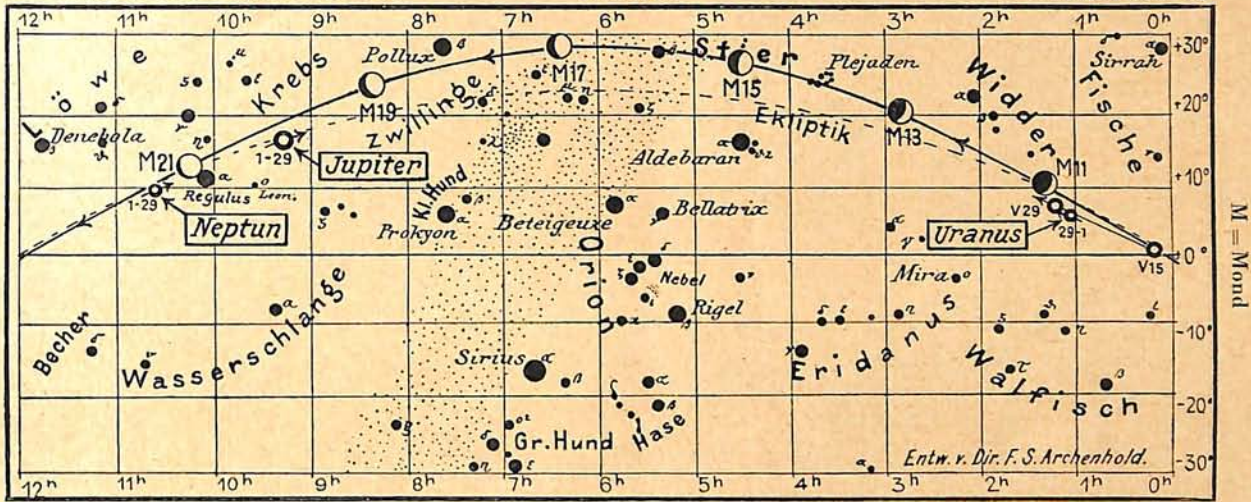
Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne bewegt sich aus dem Sternbild des Steinbocks in das der Fische. Sie überschreitet dabei am 20. März den Himmelsäquator. Tag und Nacht sind dann auf der ganzen Erde gleich lang, und es beginnt der kalendarische Frühling.

für den Monat Februar 1932.

Abb. 3b.

Nachdruck verboten.



Die Tageslänge beträgt am 1. Februar 9 Stunden, am 1. März 10 $\frac{1}{4}$ Stunden und am 31. März 13 Stunden. In Berlin geht die Sonne zu folgenden Zeiten auf und unter:

	Aufgang	Untergang
Febr. 1.	7 ^h 50 ^m	16 ^h 50 ^m
„ 15.	7 25	17 17
März 1.	6 54	17 44
„ 15.	6 21	18 10
„ 31.	5 ^h 44 ^m	18 ^h 37 ^m

Weitere wichtige Angaben finden sich in nachstehender Tabelle:

Datum	Rektasz.		Deklin.		Sternzeit		Zeitgleichg. wahre minus mittlere Zeit
	0 ^h Weltzeit	0 ^h Weltzeit	0 ^h Weltzeit	0 ^h Weltzeit	Berlin, Mittag	Berlin, Mittag	
	h	m	o	'	h	m	m
Febr. 1.	20	53,5	-17	30	20	41,8	-13 35
„ 5.	21	9,8	16	21	20	57,6	14 3
„ 10.	21	29,8	14	48	21	17,3	14 21
„ 15.	21	49,5	13	10	21	37,0	14 19
„ 20.	22	8,9	11	26	21	56,7	13 59
„ 25.	22	28,0	9	37	22	16,4	13 21
„ 29.	22	43,1	8	7	22	32,2	12 40
März 1.	22	46,9	7	45	22	36,2	12 29
„ 5.	23	1,8	6	13	22	51,9	11 38
„ 10.	23	20,4	4	16	23	11,6	10 25
„ 15.	23	38,7	2	18	23	31,4	9 4
„ 20.	23	57,0	- 0	20	23	51,1	7 36
„ 25.	0	15,2	+ 1	39	0	10,8	6 5
„ 30.	0	33,4	+ 3	36	0	30,5	- 4 33

Eine ringförmige Sonnenfinsternis am 7. März, über die auf S. 63 dieses Heftes nähere Angaben gemacht werden, ist für uns unsichtbar.

Der Mond ist mit seinen Lichtgestalten von zwei zu zwei Tagen in unsere Planetenkarten eingetragen.

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Neumond:	Febr. 6.	15 $\frac{3}{4}$ ^h	März 7.	8 $\frac{3}{4}$ ^h
Erstes Viertel:	„ 14.	19 $\frac{1}{4}$	„ 15.	13 $\frac{3}{4}$
Vollmond:	„ 22.	3	„ 22.	13 $\frac{1}{2}$
Letztes Viertel:	„ 28.	19 ^h	„ 29.	4 $\frac{3}{4}$ ^h

Wie im vergangenen Jahre ist der Frühlingsvollmond mit einer Finsternis verbunden, die jedoch diesmal in Europa nicht gesehen werden kann. Über ihr Sichtbarkeitsgebiet berichtet Prof. Dr. Mader auf S. 64 dieses Heftes.

Am 12. Februar und 10. März steht der Mond in Erdferne. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt an diesen beiden Tagen 29'34" und 29'30", die Horizontalparallaxe 54'10" bzw. 54'2". In Erdnähe steht der Mond am 24. Februar und 23. März mit einem scheinbaren Durchmesser von 33'2" und 33'25" und einer Horizontalparallaxe von 60'32" bzw. 61'13".

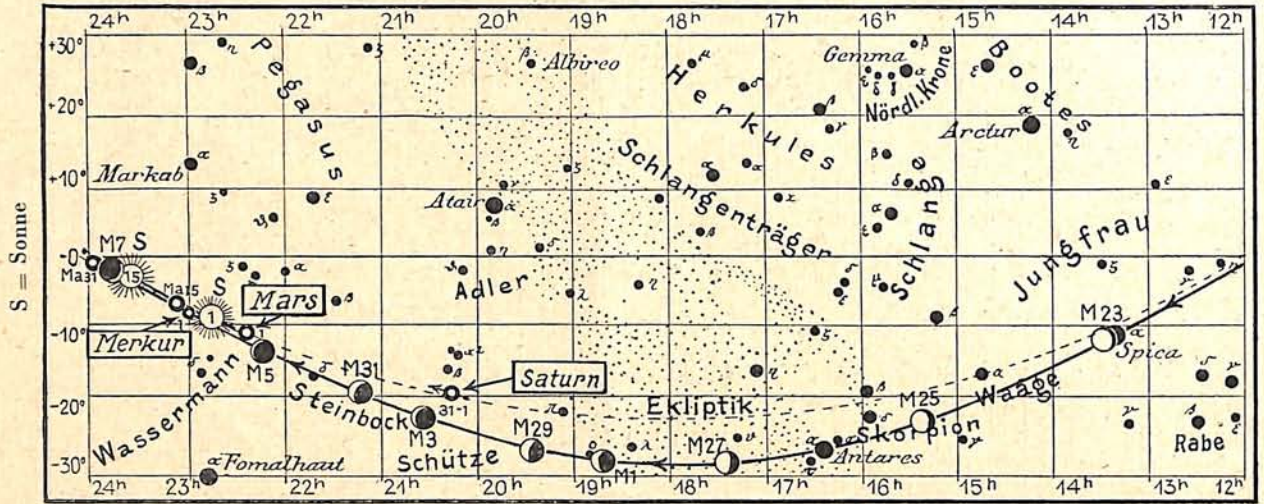
Im Februar und März sind folgende Bedeckungen heller Fixsterne durch den Mond zu beobachten:

Tag	Name	Gr.	Rekt. 1932		Dekl. 1932		Phase	Zeiten für Berlin M. E. Z.		Winkel	Mondalter	Hilfsgrößen	
			h	m	o	'		h	m			a	b
Febr. 14.	66 Arietis	6,1	3	24,5	+ 22	34	E	18	49,5	148	8,1	—	—
16.	354 B. Tauri	6,4	5	16,7	+ 27	53	E	20	59	88	10,2	- 1,5	- 0,6
18.	134 B. Geminorum	6,5	7	12,8	+ 26	49	E	19	39	131	12,2	- 1,4	- 0,8
März 14.	38 B. Aurigae	6,5	5	0,4	+ 27	36	E	23	4	48	7,6	- 0,7	- 0,5
27.	τ Scorpii	2,8	16	31,6	- 28	5	E	3	49	117	19,8	- 1,3	- 0,0
27.	τ Scorpii	2,8					A	5	1	270	19,9	- 1,5	- 0,3

E = Eintritt, A = Austritt

Die Hilfsgrößen a und b dienen dazu, genäherte Ein- und Austrittszeiten für ganz Deutschland zu berechnen. Den für Berlin geltenden Zeitangaben ist die Korrektur a (13 $^{\circ}$,1 - λ) + b (φ - 52 $^{\circ}$,4) hinzuzufügen, wobei λ und φ die geographische Länge und Breite des Beobachtungsortes bedeuten.

Abb. 4a. Lauf von Sonne, Mond und Planeten



Bemerkenswerte Konstellationen.

Febr. h	März h
1. 7 Mars in Konjunktion mit der Sonne.	3. 15 Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
3. 12 Merkur in Konjunktion mit Saturn.	6. 16 Mars in Konjunktion mit dem Monde.
5. 3 Saturn in Konjunktion mit dem Monde.	7. — In Europa unsichtbare ringförmige Sonnenfinsternis.
5. 8 Merkur in Konjunktion mit dem Monde.	8. 6 Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
6. 12 Mars in Konjunktion mit dem Monde.	10. 1 Uranus in Konjunktion mit dem Monde.
7. 16 Jupiter in Opposition zur Sonne.	11. 7 Venus in Konjunktion mit dem Monde.
9. 22 Venus in Konjunktion mit dem Monde (Venus 58' südlich).	19. 5 Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
11. 16 Uranus in Konjunktion mit dem Monde.	20. 19 Neptun in Konjunktion mit dem Monde (Neptun 1°9' nördlich).
20. 23 Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.	20. 21 Sonne tritt in das Zeichen des Widders; Frühlingsanfang.
21. 2 Merkur in Konjunktion mit Mars.	21. 21 Merkur in Konjunktion mit Uranus.
22. 10 Neptun in Konjunktion mit dem Monde.	22. — In Europa unsichtbare partielle Mondfinsternis.
26. 11 Neptun in Opposition zur Sonne.	23. 13 Merkur in größter östlicher Abweichung 18°40'.
26. 22 Merkur in oberer Konjunktion mit der Sonne.	31. 1 Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
27. 8 Venus in Konjunktion mit Uranus.	

KLEINE MITTEILUNGEN

873 neue veränderliche Sterne enthält eine von den Professoren Guthnick und Prager für die AG-Kommission herausgegebene Benennungsliste. Die vorhergehende, im November 1930 erschienene Liste umfaßte 550 Veränderliche. Die überwiegende Mehrzahl der neuen Veränderlichen ist durch photographische Aufnahmen aufgefunden worden. Zum Teil handelt es sich um lichtschwache Sterne, die selbst im Maximum die 14. Größenklasse nicht überschreiten. Da bisher nur kleine Areale des Himmels auf so schwache Veränderliche hin untersucht sind, so ist zu erwarten, daß ihre Zahl bei Durchforschung des ganzen Himmels weiter beträchtlich zunehmen wird. Die Anzahl der im „Katalog und Ephemeriden veränderlicher Sterne für 1932“ aufgeführten Veränderlichen beträgt nunmehr 5461. Innerhalb von 5 Jahren hat sich ihre Zahl also nahezu verdoppelt.

G. A.

Die Verteilung der Spiralnebel. Aus dem umfangreichen Plattenmaterial des Mount Wilson-Observatoriums hat Hubble 900 Aufnahmen ausgewählt, um eine Zählung der auf ihnen vorhandenen Nebel vorzunehmen. Die Aufnahmen sind mit dem 60zölligen und dem 100zölligen Spiegelteleskop mit Belichtungszeiten

von 20 Minuten bis zu 3 Stunden erhalten worden. In der Nähe der Milchstraße wurden keine Nebel gefunden. Die Ausdehnung der nebelleeren Zone schwankt zwischen 10° und 40° und scheint mit der bekannten Verteilung dunkler Wolken zusammenzuhängen, von denen die im Stier und Ophiuchus am bekanntesten sind. Außerhalb dieser Zone ist die Verteilung der Nebel ziemlich gleichförmig. Nur hin und wieder finden sich besondere Nebelhaufen. Im Mittel zeigt eine einstündige Aufnahme mit dem 100-Zöller auf den Quadratgrad umgerechnet 237 Nebel, während der 60-Zöller unter den gleichen Bedingungen eine Anzahl von 109 ergibt. Das Gesetz, nach dem mit zunehmender Belichtungszeit die Zahl der sichtbar werdenden Nebel ansteigt, bestätigt die Vermutung, daß die Nebel gleichmäßig im ganzen Raum verteilt sind. Eine nennenswerte Lichtabsorption scheint daher im Gegensatz zu den Verhältnissen innerhalb der Milchstraße nicht vorzuliegen.

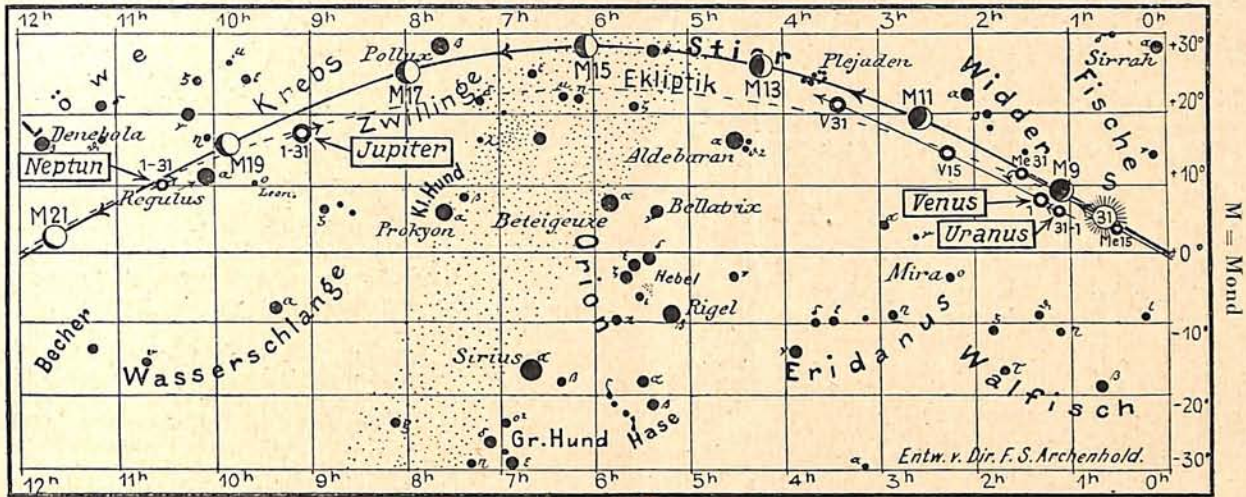
G. A.

Die heliozentrischen Längen der großen Planeten für 1932. Während von der Erde aus gesehen die Bahnen der Wandelsterne merkwürdige Schleifen am Himmel bilden, würden sie sich einem gedachten Beobachter auf der Sonne in ihrer einfachsten Gestalt dar-

für den Monat März 1932.

Abb. 4b.

Nachdruck verboten.



bieten. Alle Planeten bewegen sich, von ihr aus gesehen, stets in derselben Richtung mit nahezu gleichbleibenden Geschwindigkeiten durch den Tierkreis. Merkur würde 88 Tage zu einer Durchquerung des Tierkreises benötigen, die Venus 224 Tage, die Erde 1 Jahr, d. h. die Zeiten stimmen für alle Planeten mit ihrer Umlaufzeit um die Sonne überein. Diese Verhältnisse werden uns sofort klar, wenn wir uns in einem Modell oder einer Zeichnung ein verkleinertes Abbild des Planetensystems schaffen. Zu diesem Zwecke brauchen wir die Angaben über die Entfernungen der Planeten von der Sonne und die Richtung, in der sie von der Sonne aus gesehen erscheinen. In der untenstehenden Tabelle sind sowohl die mittleren Entfernungen (a) als auch die heliozentrischen Längen der großen Planeten für das Jahr 1932 zusammengestellt. Der Angabe 0° entspricht die Richtung nach dem Frühlingspunkt, der im Sternbild der Fische liegt, 90° zeigt in Richtung der Zwillinge, 180° in die der Jungfrau und 270° weist auf den Schützen.

Im Jahre 1932 zurückerwartete Kometen. Nachdem die Beute des vergangenen Jahres mit zwei neuen und zwei wiederaufgefundenen periodischen Kometen nur sehr gering war, verspricht das Jahr 1932 ereignisreicher zu verlaufen, denn es werden allein neun periodische Kometen zurückerwartet. Von ihnen sind sechs bei ihrer letzten Sonnennähe beobachtet worden, so daß die Sicherheit der Voraussage sehr groß ist. Es sind dies die Kometen Grigg-Skjellerup, Neujmin, Kopff, Borelly, Brooks und Faye. Weniger bestimmt läßt sich die Wiederkehr der Kometen Schorr, Wolf II und Tempel 1866 I voraussagen, doch würde gerade die Auffindung des letzten das größte Interesse beanspruchen, weil durch ihn der Sternschnuppenschwarm der Leoniden hervorgerufen wird. Seine Umlaufzeit beträgt bekanntlich $33\frac{1}{3}$ Jahre, und es wird vermutet, daß er bereits im Jahre 1366 beobachtet worden ist. Seine diesjährige Wiederkehr bringt möglicherweise wie in früherer Zeit eine stärkere Entfaltung des Novembersternschnuppenschwarms mit sich. G. A.

1932	Merkur a = 0,39	Venus a = 0,72	Erde a = 1,00	Mars a = 1,52
Januar 1.	149°	348°	99°	292°
Februar 1.	255	37	131	311
März 1.	350	84	160	329
April 1.	164	134	191	349
Mai 1.	261	183	220	8
Juni 1.	10	232	250	27
Juli 1.	177	280	279	44
August 1.	272	329	309	61
September 1.	32	18	338	77
Oktober 1.	192	66	8	92
November 1.	283	117	38	107
Dezember 1.	49°	165°	69°	121°

1932	Jupiter a = 5,20	Saturn a = 9,55	Uranus a = 19,22	Neptun a = 30,11
Januar 1.	135°	295°	18°	156°
April 1.	142	298	19	157
Juli 1.	149	301	20	157
Oktober 1.	156°	304°	21°	158°

Pluto hat im Jahre 1932 einen Abstand von 40,8 astr. Einh. und eine heliozentrische Länge von 110°.

G. A.

Was muß der Amateur vom Bau und von den Einzelteilen einer Kamera wissen?

Viele kleine einzelne Teile sind es, aus denen eine moderne gute Kamera entsteht. Je besser eine Kamera, um so präziser sind die Einzelteile hergestellt, um so stabiler ist nachher der Apparat und auch um so teurer. Was wichtig an jeder Kamera ist, behandelt in umfassender Weise der neue Zeiss Ikon-Amateur-Katalog mit Ratgeber. Er wird damit gleichzeitig ein kleines Lehrbuch, in dem selbstverständlich die gesetzmäßigen Abhängigkeiten von Lichtstärke, Brennweite, Schärfentiefe, Belichtungszeit und vielen anderen Sachen, die für jeden Photo-Amateur für seine Praxis wichtig sind, aufgeführt sind. Die zum Teil völlig neuartige Illustration des Textes sorgt dafür, daß auch Anfängern und Leuten, die überhaupt noch nie eine Kamera in der Hand gehabt haben, alle kleinen Feinheiten und damit auch die Bedienung einer Kamera anschaulich werden. Solch ein Ratgeber fehlte bisher; und unsere Leser werden sich über die Mitteilung der Zeiss Ikon-Gesellschaft freuen, daß dieser Katalog auf Verlangen kostenfrei abgegeben wird.

BÜCHERSCHAU*)

Eddington, A. S.: Das Weltbild der Physik und ein Versuch seiner philosophischen Deutung. Übersetzt von Marie Freifrau Rausch v. Traubenberg und H. Diesselhorst. 356 S. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1931. Pr. geb. 12,80 M.

Ein Buch von Eddington bedarf keiner Empfehlung. Wir wollen aber unsere Leser darauf aufmerksam machen, daß sein Werk „The nature of the physical world“, der Versuch einer philosophischen Deutung der Vorgänge in der Welt der Physik, unter dem Titel „Das Weltbild der Physik“ in deutscher Übersetzung vorliegt. Eddingtons Geschick, schwerste Probleme mit Leichtigkeit und Humor lebendig darzustellen, ist bekannt. Auch dieses Werk führt in die tiefsten Tiefen physikalischer Erkenntnisse. Da aber Eddington auf dem Wege dorthin auch bei den „Blumen am Wegesrand“ verweilt, kommt dem Leser erst zum Bewußtsein, wieweit er geführt worden ist, wenn er das unerhörte Neue und Großartige, das noch vor kurzem die Gemüter der Wissenschaftler erregt hat, staunend erkennt. In 15 Kapiteln, in denen die Relativität, Quantentheorie, Atomistik, die letzten Errungenschaften der Astronomie, die neuen Gedanken in der Geometrie und Philosophie entwickelt werden, formt sich unser heutiges Weltbild. Al.

Jeans, James: Der Weltenraum und seine Rätsel (The mysterious Universe). Übersetzt von Rudolf Nutt. 215 S. m. 3 Fig. u. 2 Taf. Deutsche Verlags-Anstalt Stuttgart, Berlin 1931. Pr. geb. 5,50 M.

Die philosophische und kosmologische Ausdeutung physikalischer und astronomischer Erkenntnisse erregt immer wieder das Interesse weitester Kreise. Wenn nun ein Mann, wie der Cambridger Professor Sir James Jeans, sich in gemeinverständlicher, einprägsamer Darstellungsweise dieser Aufgabe unterzieht, darf er eines großen Erfolges gewiß sein. Die Tatsachen selbst, auf die er sich stützt, werden als gesichert unterstellt und sind es auch in den allermeisten Fällen. Durch Allegorien aus dem täglichen Leben werden sie verdeutlicht und wecken dadurch in dem Leser das Gefühl, sie auch wirklich verstanden zu haben. Dem interessanten Buche wäre eine bessere Übersetzung zu wünschen gewesen. Al.

Eberl, Barthel: Die Eiszeitenfolge im nördlichen Alpenvorlande. Ihr Ablauf, ihre Chronologie auf Grund der Aufnahmen im Bereich des Lech- und Illergletschers. 427 S. m. 19 Abb., 2 Taf. und einer Übersichtskarte. Verlag Dr. Benno Filser, Augsburg 1930. Pr. geb. 30 M.

Die eiszeitlichen Ablagerungen im nördlichen Alpenvorlande sind nirgends vollständiger zu beobachten als in dem Raum zwischen Lech und Iller. Hier ist die eiszeitliche Schichtenfolge nicht nur voll entwickelt, sondern auch günstig erhalten. Ihr Studium gestattet eine weitgehende Gliederung des Ablaufs der Eiszeit und bietet den Schlüssel, das nicht gegliederte Neben- und Aufeinander anderer Gletschergebiete zu erkunden. Von besonderer Bedeutung ist es auch, daß für die nordische Vereisung eine Parallelgliederung in Frage kommt. Die Chronologie der eiszeitlichen Ablagerungen beruht z. T. auch auf astronomischer Basis. In ihrem Werke „Die Klimate der geologischen Vorzeit“ haben W. Köppen und A. Wegener eine auf den Arbeiten von Milankovitch fußende astronomische Gliederung des

Eiszeitalters vorgelegt. Sie gründet sich auf den in langen, rednerisch festlegbaren Perioden wechselnden Betrag der Sonnenstrahlung, der einen bestimmten Breitengrad der Erdoberfläche trifft und sich mit den periodischen Änderungen der Ekliptikschiefe, der Erdbahnexzentrizität und der heliozentrischen Länge des Perihels ändert. Milankovitch hatte zunächst diese Rechnungen für einen zurückreichenden Zeitraum von 650 000 und dann bis hinauf zu einer Million Jahren ausgeführt. Köppen deutet nun die periodisch wiederkehrenden Strahlungsminima als Zeiten diluvialer Eisvorstöße. Das auf der Lech-Iller-Platte gewonnene stratigraphische Diagramm der glazialen Ablagerungen zeigt nun eine überraschende Übereinstimmung nicht nur mit der von Köppen veröffentlichten Strahlungskurve, sondern auch mit dem von Milankovitch neu berechneten Teile. Es ist hier der Beweis erbracht, daß sich die eiszeitlichen Ablagerungskomplexe mit der astronomisch errechneten Zeitteilung decken. Al.

Henseling, Robert: Kosmische Heimat (Unser Sonnensystem); **Kosmische Ferne** (Die Wunder der Sterne). Astronomische Bildatlanten mit Text. Je 48 S. Verlag „Der Eiserne Hammer“, Königstein i. Taunus. Pr. geh. 1,20 M.

Die beiden Bändchen bringen dem Freunde der Himmelskunde die Gestalten des gestirnten Himmels in ihrer Schönheit und Mannigfaltigkeit durch Meisterphotographien und das Wort eines Berufenen nahe. Sie sind dazu angetan, der Astronomie neue Freunde zu gewinnen, und man möge sich ihrer erinnern, wenn man ein Geschenk zu machen hat. Al.

Bei der Schriftleitung eingegangene Bücher (ausführliche Besprechung vorbehalten):

Eddington, A. S.: Sterne und Atome. 2. Aufl. Übersetzt von Dr. O. F. Bollnow. 125 S. m. 11 Abb. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Pr. 5,60 M., geb. 6,80 M.

Plaßmann, Prof. Dr. J.: Himmels-Almanach für 1932. 40 S. Verlag Ferd. Dümmler, Berlin 1931. Pr. brosch. 2,50 M.

Heckmann, Otto: Photographische Vermessung der Sterngruppe Coma Berenices. (Abhandl. d. Ges. d. Wissensch. z. Göttingen, Math.-Physik. Klasse, N. F. Bd. XVI, 1.) 40 S. Verlag Weidmannsche Buchhandlung, Berlin 1929. Pr. brosch. 3 M.

Meyermann, Bruno: Örter und Eigenbewegungen von 329 Sternen der Coma Berenices. (Abhandl. d. Ges. d. Wissensch. z. Göttingen, Math.-Physik. Klasse, N. F. Bd. XVI, 4.) 23 S. Verlag Weidmannsche Buchhandlung, Berlin 1931. Pr. brosch. 2 M.

Orthner, Dr. R.: Der Michelson-Versuch, seine Deutung und seine Konsequenzen. Gemeinverständlich dargestellt. 82 S. m. 18 Fig. Verlag Franz Winkler, Linz a. D. 1931. Pr. brosch. 5,40 M.

Kosmos-Sternkarte. Drehbar mit durchbrochenem Deckblatt. Format 24×24 cm. Franckh'sche Verlags-handlung, Stuttgart. Pr. 1,80 M.

*) Alle Werke können von der „Auskunfts- und Verkaufsstelle der Treptow-Sternwarte“ Berlin-Treptow, bezogen werden.

„Das Weltall“ erscheint monatlich (Januar/Februar und Juli/August in je einem Doppelheft). Bezug durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow (Postcheckkonto Berlin Nr. 4015) sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten. Preis jährlich 8 M. (Ausland 10 M.) Einzelheft 1 M., Doppelheft 1,50 M. — Über Anzeigengebühren erteilt der Verlag bereitwilligst Auskunft.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Günter Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: Otto Rathe, Berlin-Treptow. Druck von Carl Fr. Berg vorm. J. Windloff, Berlin SW 68.

DAS WELTALL

Herausgegeben von Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

Schriftleiter: Günter Archenhold.

31. Jahrgang Heft 6

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

März 1932

Inhaltsverzeichnis:

1. Polarlichterscheinungen in der Natur, in der Theorie und im Experiment. Von Walter M. H. Schulze. (Mit 12 Abbildungen.)	Seite 73	auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.)	Seite 84
2. Die Temperatur und die Temperaturäquivalente in der Astronomie. Von Dr. Werner Schaub. (Schluß)	„ 80	5. Aus dem Leserkreise: Das Wetter im Jahre 1931	„ 86
3. Heinrich Herg zum Gedächtnis. Von Chefingenieur Felix Linke	„ 82	6. Kleine Mitteilungen: Streifende Sternbedeckung durch den Mond. — Die Sonnenfleckenrelativzahlen für das Jahr 1931. — Venus am Tage. — Feinkorn-Emulsionen und Feinkorn-Entwicklung.	„ 87
4. Der gestirnte Himmel im April 1932. Von Günter Archenhold. (Mit einer Sternkarte		7. Bücherschau	„ 88

Nachdruck nur mit Genehmigung der Schriftleitung, Auszüge nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Polarlichterscheinungen in der Natur, in der Theorie und im Experiment.

Von Walter M. H. Schulze.

(Mit 12 Abbildungen.)

Die eigenartigen und gewaltigen Leuchterscheinungen, die oft ganz plötzlich sich am nächtlichen Himmel der nördlichen Länder zu einem wundervollen Spiel der Formen, Farben und Bewegungen entwickeln und den langen polaren Winternächten ihr charakteristisches Gepräge geben, werden wohl stets in der Seele eines Menschen, der Zeuge eines solchen Naturschauspiels ist, einen tiefgehenden Eindruck hinterlassen. Das Nordlicht — oder allgemeiner ausgedrückt das Polarlicht — dürfte daher seit alters her besonders in den polaren Gebieten bekannt gewesen sein.

In der Literatur findet man die erste Angabe über die Beobachtung eines Polarlichtes bei Pytheas von Massilia im 4. Jahrhundert v. Chr. In mittelalterlichen Berichten werden Nordlichter mehrfach erwähnt, wenngleich man sie bis 1527 noch häufig mit Kometen und Meteoren verwechselte. Eingehende Erkenntnisse über diese Naturerscheinung, ihre Natur und Ursache, wie sie im folgenden kurz dargestellt werden sollen, blieben jedoch erst der neueren Zeit vorbehalten.

I. Beobachtungsergebnisse.

Die Erscheinungsformen der Polarlichter sind von großer Mannigfaltigkeit und zudem von beträchtlicher Veränderlichkeit. Eine eingehende formale Klassifikation begegnet daher gewissen Schwierigkeiten, wie es stets bei unbeständigen, veränderlichen Naturerscheinun-

gen (z. B. den atmosphärischen Wolken) der Fall ist. Bei einiger Abstraktion läßt sich trotzdem der ganze Formenreichtum auf nur wenige Formenelemente zurückführen und die Aufstellung einer verhältnismäßig geringen Anzahl von Haupttypen durchführen. Störmer unterscheidet zwischen Formen ohne Strahlenstruktur und solchen mit Strahlenstruktur. Zu



Abb. 1. Nordlichtdraperie.

den ersteren zählen: ruhige oder in der Lichtstärke regelmäßig schwankende (pulsierende) Bogen; ruhige, diffuse oder pulsierende „leuchtende Flächen“ verschiedenster Formen; diffuses Nordlichtleuchten des Himmels ohne bestimmte Begrenzung, auch Nordlichtdunst genannt. Zur zweiten Gruppe gehören: neben den eigentlichen Strahlen, von Strahlen gebildete sog. „Draperien“ (Abb. 1); von Strahlen

oder „Draperien“ gebildete Nordlichtkronen und Bögen mit senkrechten Streifen in der Längsrichtung — als Bänder bezeichnet —. Daneben faßt er dann noch einige sehr bewegliche Formen als „flammendes Nordlicht“ zusammen. Vegard unterteilt diese Haupttypen in ruhige und bewegte Formen¹⁾.

Die Höhe, in welcher sich die Polarlichterscheinungen abspielen, wird in neuerer Zeit in der Weise bestimmt, daß von zwei Stationen aus, deren Entfernung genau bekannt ist und die während der Beobachtung in dauernder telephonischer Verbindung stehen, das Polarlicht gleichzeitig photographiert wird. Aus den Differenzen der Abstände der Polarlichtformen von mitphotographierten Sternen, wie sie sich aus den Aufnahmen beider Stationen ergeben, lassen sich dann die Höhen der verschiedenen Teile des Nordlichts errechnen. Diese Methode war 1910 von C. Störmer eingeführt worden, nachdem es ihm gelungen war, die Aufnahmeapparatur soweit zu verbessern, daß die Expositionszeit meist nur noch einige Sekunden betrug. Vorher mußte zur Höhenbestimmung dieselbe Polarlichtstelle von beiden Stationen aus gleichzeitig visuell beobachtet werden, was bei den veränderlichen und mannigfaltigen Gebilden wie den Polarlichtern immer mit einer gewissen Unsicherheit — insbesondere bei diffusen oder sehr beweglichen Formen — verknüpft war. Trotzdem stimmen im allgemeinen viele der älteren Bestimmungen mit den neueren Ergebnissen der modernen photogrammetrischen Höhenbestimmung ganz gut überein.

Der untere Rand der Polarlichter liegt nach dem bis jetzt vorliegenden Beobachtungsmaterial meist in einer mittleren Höhe von ca. 100 km. Zuweilen kommen Nordlichter auch bis auf ca. 80 km herab. Daß Nordlichter in noch bedeutend niedrigeren Höhen, z. B. sogar unterhalb einer Wolkendecke, vorkommen, wie es namentlich von früheren Beobachtern angegeben wird und auch neuerdings vereinzelt behauptet worden ist, konnte durch einwandfreie Höhenbestimmungen bisher noch nicht bestätigt werden. Wesentliche Höhenunterschiede zwischen den einzelnen Nordlichttypen sind nicht vorhanden. Bei Strahlen und Draperien liegen die Mittelwerte der Basishöhe etwas höher als bei den üblichen Formen. Die Festlegung einer oberen Höhenlage ist nicht so einfach, da die obere Begrenzung meist nicht so scharf ausgeprägt ist wie die Basislinie. Als Mittelwerte gibt Vegard für diffuse Bögen

¹⁾ Näher auf die Formen der Polarlichter einzugehen, gestattet der Raum nicht und dürfte auch kaum die Anschaulichkeit von dem Formenreichtum geben, wie es die unmittelbare Anschauung in der Natur oder als Ersatz derselben der vom Forschungsinstitut der AEG (Dr. Brüche) herausgebrachte Nordlichtfilm geben kann. Dieser Film gelangt Mittwoch, den 9. März 1932, am 764. Vortragsabend des „Verein von Freunden der Treptow-Sternwarte“ im großen Hörsaal des Instituts zur Vorführung.

143 km, für Draperien und draperieförmige Bogen 175 km und für Strahlen 229 km als Höhe der oberen Grenze an. Von Störmer sind jedoch noch Strahlen gemessen worden, die noch bedeutend höher herauf sichtbar und photographierbar waren und danach bis zu ca. 800 km, ja sogar bis zu 1000 km heraufreichten. Diese außergewöhnlich hohen Nordlichter erscheinen entweder am westlichen Horizont nach Sonnenuntergang oder in den Morgenstunden am östlichen Horizont und liegen nach Berechnungen von Störmer im vollen Sonnenlicht, während die üblichen, niedrigeren Nordlichterscheinungen sich in der im Erdschatten liegenden Atmosphäre abspielen.

Die geographische Abhängigkeit der Nordlichthäufigkeit ist von Loomis 1860 zuerst erkannt und von Fritz 1867 systematisch studiert worden. Die Zone größter Häufigkeit mit weit über 100 Lichtern im Jahre berührt das Nordkap, das Kap Tscheljuskin (nördlichste Spitze Asiens), verläuft dann parallel mit der Nordküste Asiens weiter durch den Nordrand von Alaska, den Sklavensee, die Hudsonbai, Labrador und südlich von Island vorbei zurück. Nach noch höheren Breiten nimmt die Nordlichthäufigkeit wieder ab. Der sog. Nordlichtpol liegt in 81° n. Br. und 75° w. L. und fällt annähernd mit dem Punkte zusammen, in welchem die magnetische Achse auf der nördlichen Halbkugel die Erdoberfläche schneidet. Nach Süden zu nimmt, wie bekannt, die Nordlichthäufigkeit sehr schnell ab, so daß nach der Isochasmekarte (Linien gleicher Nordlichthäufigkeit) von Fritz in Schleswig-Holstein nur noch etwa 8 bis 10 Lichter im Jahre, in der Gegend von Berlin etwa 2 bis 4 und in Süddeutschland nur mehr 1 Nordlicht jährlich auftreten. Dabei sind solche Nordlichter, welche auch in unseren Breiten noch wahrnehmbar sind, stets „allgemein“, d. h. sie erstrecken sich über ausgedehnte Gebiete, oftmals unter gleichzeitigem Auftreten von starken „Südlichtern“ auf der anderen Erdhälfte. Dagegen werden in den eigentlichen Nordlichtgegenden vielfach auch nur örtlich beschränkte Lichter wahrgenommen.

Aber auch am gleichen Ort ist die Häufigkeit des Auftretens von Nordlichterscheinungen großen Schwankungen, z. T. periodischer Art unterworfen. Die meisten Formen weisen ein Abend- und ein Morgenmaximum auf, wobei bei den kräftigen, stark bewegten oder stark gefärbten Formen das erstere am ausgeprägtesten ist, während für diffuse, schwache und ruhige Typen das Morgenmaximum überwiegt. Das Hauptminimum scheint gegen 11^h vormittags zu liegen. Die jährliche Variation der Polarlichthäufigkeit verläuft analog derjenigen des Erdmagnetismus derart, daß in mittleren Breiten Maxima im März und Oktober erreicht werden, Minima in den Juni und Januar fallen. In hohen Breiten treten die beiden Teilmaxima zu einem Wintermaximum zusammen. Im Ver-

lauf der Jahre ändert sich die Polarlichthäufigkeit, wie schon frühzeitig erkannt, in einer elfjährigen Periode und deutet dadurch auf Zusammenhänge mit Erscheinungen auf der Sonne hin, doch ist in der eigentlichen Maximalzone der Zusammenhang mit der Sonnenperiode ziemlich verwickelt und dadurch schwer erkennbar.

Über Zusammenhänge zwischen Polarlichtern und anderen geophysikalischen Erscheinungen ist positiv noch wenig bekannt, obgleich die oben erwähnte elfjährige Periode vielfach dazu verführt hat, andere irdische Erscheinungen allein deshalb in ursächliche Beziehung zu den Nordlichtern zu bringen, weil auch diese eine elfjährige Periode besitzen. Selbst die Zusammenhänge der Polarlichter mit erdmagnetischen Vorgängen sind ziemlich kompliziert. Während z. B. in mittleren Breiten ausnahmslos Nordlichter von stärkeren magnetischen Störungen begleitet sind, werden in der eigentlichen Nordlichtzone auch Lichter ohne merkbare magnetische Störungen beobachtet. Stark bewegliche Nordlichter sollen jedoch nach Weyprecht fast stets von stärkeren magnetischen Störungen begleitet sein. Anscheinend werden die Nordlichtbewegungen in vielen Fällen gerade durch die magnetischen Störungen verursacht, denn eine direkte magnetische Wirkung der Nordlichter ist nach Vegard als sehr gering anzusprechen. Nordlichter sind also eher als eine Begleiterscheinung denn als Ursache der erdmagnetischen Störungen anzusehen.

In Hinsicht auf unsere nachher näher dargelegten Vorstellungen über die Entstehung der Polarlichter durch kosmische Korpuskularstrahlen verdient vielleicht auch die von Corlin und dem Verfasser aus Dauermessungen der Ultrastrahlung (Höhenstrahlung) des ersteren im nördlichen Schweden abgeleitete Beziehung zwischen der Ultrastrahlungsintensität und dem Auftreten von Polarlichtern gewisse Beachtung. Hiernach ist die mittlere Strahlungsintensität zu Zeiten von Polarlichtern gegenüber polarlichtfreien Tagen etwas erhöht. Die Intensitätszunahme scheint sogar von ruhigen Formen zu den bewegten Formen des flammenden Nordlichtes gesetzmäßig zu wachsen. Allerdings müssen erst noch weitere exakte Beobachtungen abgewartet werden, ehe diese Beziehung als sicher angesehen werden kann.

Für die Deutung der physikalischen Natur des Leuchtvorganges ist die Farbe und vor allen Dingen das Spektrum der Nordlichter von großer Bedeutung. Die Farbe ist bei den einzelnen Typen nicht vollständig gleichmäßig, doch herrscht im allgemeinen ein grün-gelber Ton vor, der zuweilen in bläulich-grün, aber auch in gelblich-weiß übergeht. Bei Formen mit Strahlenstruktur treten auch rote oder gar violette Färbungen auf. Die bereits erwähnten extrem hohen „sonnenbelichteten“ Nordlichter zeichnen sich durch eine außergewöhnliche

lilagraue Farbe aus. Das Spektrum des Nordlichts ist sehr lichtschwach, so daß oftmals nur die charakteristische Nordlichtlinie im grünen Spektralteil ($\lambda = 557,7 \mu\mu$) erkennbar ist. Diese grüne Linie sowie oftmals eine weitere im Grün ($\lambda = 523 \mu\mu$) und 2 rote Linien ($\lambda = 594,4$ und $632 \mu\mu$) sind typisch für das Nordlichtspektrum und lassen sich mit keinem der bekannten Gasspektren identifizieren, so daß man lange Zeit hindurch ein unbekanntes Gas „Geocoronium“ in jenen Höhen annahm. Heute neigt man mehr zur Ansicht, daß es sich bei den Nordlichtlinien um Linien des Sauerstoffs und Stickstoffs handelt, die nur unter sehr geringem Druck auftreten können.

II. Theorie der Polarlichtentstehung.

Über die Entstehung der Polarlichter sind im Laufe der Zeit die verschiedenlichsten Hypothesen aufgestellt worden. So glaubte de la Rive die Ursache der Polarlichter in der Luftelektrizität zu sehen. Während bei uns die elektrische Entladung lieber in der Form von Blitzen vor sich geht, sollte in den polaren Gegenden der Ausgleich durch Glimmentladungen in Form von Nordlichtern erfolgen. Nach Paulsen (1893) sollten die elektrischen Entladungen in der Atmosphäre nicht direkt den Polarlichtern entsprechen, sondern zur Bildung von Kathodenstrahlen führen, welche dann das Nordlicht bilden. Etwas verwandt mit dieser Annahme ist eine erst kürzlich von Hulburt aufgestellte Hypothese, wonach die intensive ultraviolette Sonnenstrahlung eine starke Erwärmung und Ionisierung der oberen Atmosphärenschichten bewirkt. Dies führt sekundär zu elektrischen Strömen um die Erde herum und damit zu Änderungen des erdmagnetischen Feldes sowie außerdem zu einer Bewegung von Elektronen auf die Pole zu, wo sie die Polarlichter erregen.

Von rein kosmischen Nordlichthypothesen sei nur noch die von Mairan, welcher materielle Teilchen (neutralen Meteorstaub) zur Grundlage seiner Nordlichttheorie annahm, erwähnt, bevor wir etwas ausführlicher auf die jetzt allgemein anerkannte Nordlichttheorie von Birkeland und Störmer eingehen.

Goldstein hatte bereits 1879 die Vermutung geäußert, daß „gewisse tellurische Erscheinungen elektrischer und magnetischer Natur sich möglicherweise zu elektrischen Strömen in Beziehung setzen lassen, welche den interplanetarischen Raum vom Zentralkörper aus durchfließen.“ Dieser kurze Hinweis ist jedoch unbeachtet geblieben. Birkeland kam unabhängig davon später zu derselben Anschauung, sprach sie jedoch deutlicher aus. Danach sollten elektrische Strahlen von der Sonne ausgehen, im magnetischen Erdfeld polwärts abgelenkt werden und dort zu Polarlichterscheinungen Anlaß geben. Die Natur der Strahlen wurde offen gelassen und ist heute noch nicht mit

Sicherheit bekannt. Arrhenius sprach die Vermutung aus, daß es sich bei diesen elektrischen Strahlen um geladenen Staub handle, der durch den Strahlungsdruck des Sonnenlichtes mit hoher Geschwindigkeit fortgeschleudert würde und dadurch Strahlencharakter bekäme. Becquerel nahm hingegen an, daß diese Ströme von der Sonne aus elektrisch geladenen Wasserstoff gebildet würden. Vegard glaubte zunächst,

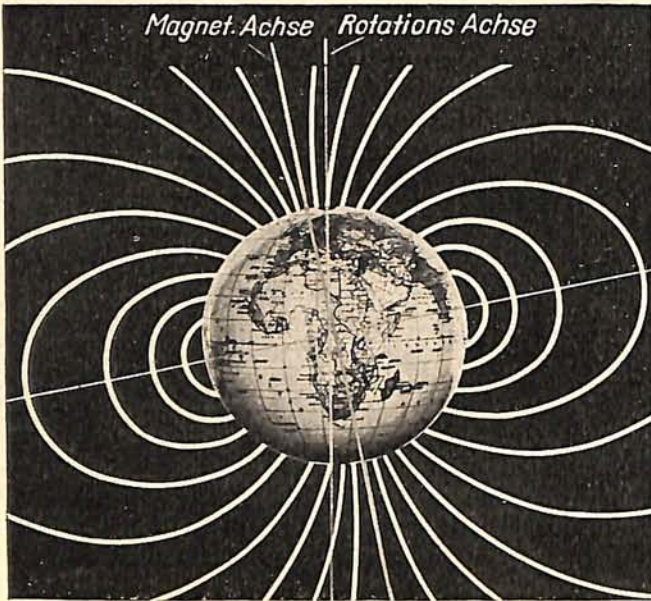


Abb. 2. Erdkugel und ihr magnetisches Feld.

daß die Eigenschaften des Nordlichts am besten durch positive Strahlen deutbar wären. Spätere Untersuchungen über die Richtung der Bogen und besonders über die Lichtverteilung und das Spektrum des Nordlichts sprechen jedoch zu Gunsten von Elektronenstrahlen.

1904 ging Störmer daran, die Gedankengänge Birkelands mathematisch zu entwickeln, indem er begann, die Bewegungsformen eines Elektronenstrahls in einem magnetischen Felde, wie es unsere Erde besitzt (Abb. 2) zu studieren. Um die Aufgabe zu erleichtern, wurden mehrere Vereinfachungen getroffen: erstens, daß die Korpuskeln so schnell fliegen, daß während ihres Fluges von der Sonne zur Erde sich ihre relative Lage nicht ändert, zweitens, daß es sich um lange und dünne Elektronenströme handelt, die sich gegenseitig nicht stören. Was den Erdmagnetismus betrifft, so wurde drittens angenommen, daß sich das magnetische Feld der Erde durch das Feld eines im Erdmittelpunkt befindlichen Elementarmagneten ersetzen läßt. Ein Elementarmagnet, kurz „Dipol“ genannt, ist ein Magnet, dessen Dimensionen verschwindend klein sind.

Ausgehend von den physikalischen Gesetzmäßigkeiten, daß ein Elektron, wenn es senkrecht zu den Kraftlinien eines Magnetfeldes fliegt, einen Kreis beschreibt, und daß die Feldstärke eines Dipols in den Hauptrichtungen mit der dritten Potenz der Entfernung abklingt, konnte Störmer nach mühseligen Berechnungen Klarheit darüber schaffen, wo und in welcher Weise Elektronen auf die Erde gelangen. Abb. 3 zeigt ein Modell Störmers, welches erkennen läßt, auf welchen Bahnen Elektronen die Erde erreichen können. Um ermessen zu können, welche Fülle von Arbeit von diesen weißen unscheinbaren Linien verkörpert wird, sei mitgeteilt, daß zur Berechnung einer Serie solcher Bahnen 5000 Arbeitsstunden notwendig waren.

Wie die Abbildung zeigt, treffen die Elektronen sowohl auf der Tag- wie auf der Nachtseite und ferner nur in einer polnahen Zone auf die Erde auf (Nordlichtzone), während in den äquatorialen Breiten unsere Erde symmetrisch zur magnetischen Achse von einem wulstartigen Raum umgeben ist, in den die Elektronen nicht eindringen können. Nun ergibt sich allerdings, daß die tatsächliche Polarlichtzone weiter herabreicht, als es nach den Störmerschen Berechnungen der Fall sein dürfte. Zur Beseitigung dieser Diskrepanz nimmt Störmer an, daß außerhalb des Elektronentorus die Erde in der Nähe der magnetischen Äquatorialebene von einem „Ringstrom“ umgeben ist, der

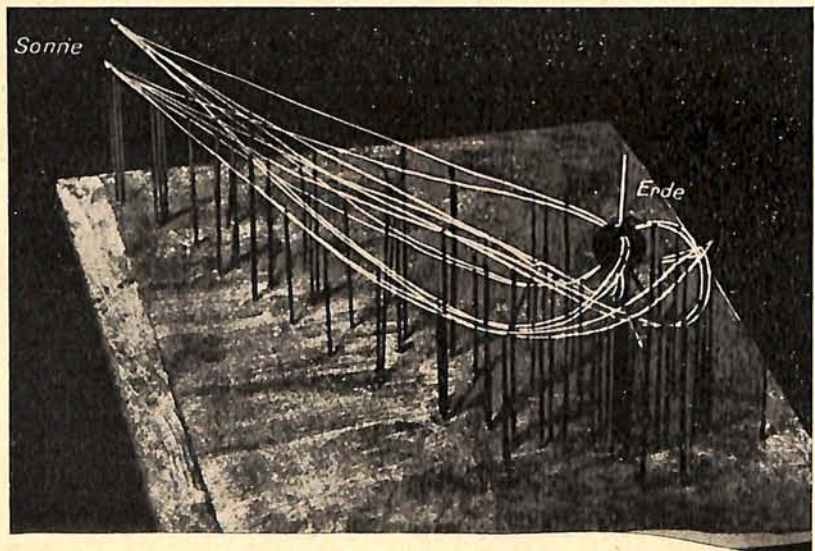


Abb. 3. Störmers Elektronenbahnen-Modell.

dadurch zustande kommt, daß Elektronen, die die Sonne in ganz bestimmten Richtungen verlassen, durch das Erdfeld gewissermaßen eingefangen werden, d. h. gezwungen werden, in verschiedenartigen räumlichen Bahnen die Erdkugel zu umkreisen. Durch die magnetischen Wirkungen dieses Ringstromes werden die Polarlichter in niedere Breiten abgelenkt. Außerdem lassen sich die sogenannten erdmagnetischen Nachstörungen durch ihn zwang-

los erklären. Die verspäteten Kurzwellenechos lassen sich ebenfalls durch Reflexion an den Flächen des Ringstromes deuten.

Auch in bezug auf die Frage der verschiedenartigen Formen der Nordlichter vermag die Störmersche Theorie einige Aufschlüsse zu geben. Sieht man von den diffusen Nordlichterscheinungen ab, so bleiben, wie wir im Anfang sahen, formal zwei Haupttypen übrig: Strahlen und Bogen. Die schönste Polarlichtform, die Nordlichtkrone, gehört, wie bereits anfangs erwähnt, zu den Strahlen. Sie entsteht, wenn parallele Strahlen auf den Zuschauer zukommen, wodurch infolge der Perspektive der Eindruck entsteht, als wenn diese Strahlen aus einem gemeinsamen Punkte kämen. Die Entstehung der Bogen und der in manchen Beziehungen mit diesen verwandten Draperien läßt sich aus der Theorie dahin erklären, daß Strahlen mit rundem Querschnitt durch Wirkung eines inhomogenen Magnetfeldes zu einem flächenhaften Gebilde auseinandergezogen werden müssen. Ein solches inhomogenes Magnetfeld ist in der Natur tatsächlich sehr oft durch Überlagerung von Störfeldern vorhanden. In der Tat treten Draperien gewöhnlich während der stärksten Entfaltung von magnetischen Störungen auf. Die große Beweglichkeit und die aufgerollten Formen der Draperien dürfte wohl ebenfalls zum größten Teil auf die Wirkung der Störfelder zurückzuführen sein, wengleich auch vielfach für die Pulsationen und manche Bewegungsvorgänge Strahlungsänderungen auf der Sonne verantwortlich gemacht werden müssen.

Damit berühren wir die Frage nach der genauen Herkunft der Strahlen. Obgleich die Sonnenflecke in irgendeinem näheren Zusammenhang mit dem ganzen irdischen Erscheinungskomplex der erdmagnetischen Störungen, der Polarlichter u. a. stehen, ist es noch absolut ungewiß, ob die Flecke selbst oder nur Begleiterscheinungen derselben, wie z. B. die Sonnenfackeln, als Ausgangspunkt der Strahlung anzusehen sind. Fragen nach dem näheren Mechanismus und den inneren Gründen der Entstehung und Loslösung der Strahlen sind ein noch völlig ungeklärtes Problem.

III. Polarlichter im Experiment.

Schon in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts versuchte de la Rive das Nordlicht im Laboratorium nachzuahmen. Im „Großexperiment“ versuchte etwas später Lemström an zwei Orten des nördlichen Finnland künstlich Nordlichter mittels einer Influenzmaschine und eines „Spitzenapparates“ zu erzeugen. Tatsächlich konnte man nachts über dem Berggipfel, auf dem die Apparatur aufgestellt war, ein gelblich-weißes Licht wahrnehmen. Ja, sogar einen „Nordlichtstrahl“ von 120 m Länge konnte er einmal über seinem

„Spitzenapparat“ erzielen. Wir wissen zwar heute, daß seine Leuchterscheinungen infolge Spigenentladung mehr ins luftelektrische Gebiet des „Elmsfeuers“ und „Andenleuchtens“ fallen, also dem Blitz näher stehen als dem Nordlicht, doch hatten die Versuche damals wenigstens den Beweis erbracht, daß das Polarlicht elektrischer Natur ist.

1896 begann Birkeland Versuche anzustellen, um seine Vermutung, das Polarlicht könnte durch Kathodenstrahlen von der Sonne erzeugt werden, experimentell zu prüfen. Er stellte sich eine künstliche Erde, „eine Terrella“, her, indem er einen besonders geformten Eisenkern mit einer kugeligen Wicklung umgab. Diese Terrella wurde oberflächlich mit Bariumplatinocyanür bestrichen und in einem großen Glasgefäß aufgestellt, in dem sich auch noch eine Anordnung zur Erzeugung von Kathodenstrahlen befand. So lange die Modellerde noch nicht magnetisch erregt wurde, leuchtete die ganze der Strahlenquelle zugewandte Seite ihrer Oberfläche auf. Sobald aber die Terrella magnetisch wurde, verschwand die allgemeine Erleuchtung und verdichtete sich in punktförmigen Flecken und Bändern in der Nähe der Pole. Abb. 4 zeigt den Birkelandschen Terrella-

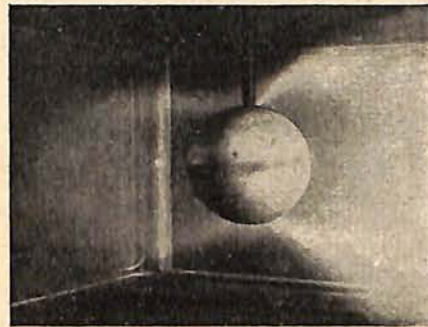


Abb. 4. Birkelands Terrella-Versuch.

versuch. Man erkennt deutlich das Auftreffen der Strahlen in der Polzone, und auch der Störmersche „Torus“-Raum ist bereits ganz gut sichtbar.

Dieser Birkelandsche Versuch konnte allerdings nur rein qualitativ die Polarlichterscheinungen nachbilden, da die benutzten Elektronenstrahlen erstens nicht von definierter Geschwindigkeit und zweitens zu breit waren. Eine Verfolgung und Nachbildung von einzelnen Elektronenbahnen und damit eine Prüfung und Ergänzung der Störmerschen Berechnungen blieb daher solange unmöglich, als man nicht in der Lage war, sichtbare und in der Geschwindigkeit wohl definierte Elektronenstrahlen von geringem Querschnitt zu erzeugen.

Versuche zur Erzeugung fadenförmiger Elektronenstrahlen wurden bereits 1904/05 von Wehnelt durchgeführt. 1906 wurden von Villard bereits Versuche mit dünnen Elektronenstrahlbündeln zur Nachbildung der Störmerschen Rechnungsergebnisse ausgeführt.

Die ausführlichsten Versuche zur Verifizierung der Birkeland-Störmerschen Polarlichttheorie wurden jedoch erst in den letzten Jahren im Forschungsinstitut der AEG von Brüche unternommen, nachdem es ihm in gemeinsamer Arbeit mit W. Ende gelungen war, sichtbare und gleichmäßig dünne Elektronenstrahlen, sogen. Fadenstrahlen, von bestimmter Geschwindigkeit und außergewöhnlich großen Reichweiten bis zu über 1 m herzustellen. Die Elektronen werden von einer Oxydkathode besonderer Bauart in einer argongefüllten Elektronenröhre erzeugt, erhalten auf dem Wege in das Innere einer kegelförmigen Anode eine Geschwindigkeit von 100—200 Volt und gelangen durch eine feine Öffnung in der Anoden-Kegelspitze in den Beobachtungsraum. Der Druck des Argons beträgt nur ca. $\frac{1}{1000}$ mm.

Als Modellerde wurde ein starker Elektromagnet verwendet, der in eine Kupferkugel eingebaut war. An Hand einiger Photographien, die uns von der AEG freundlichst überlassen wurden, wollen wir einige Ergebnisse der Brücheschen Versuche insbesondere in Hinsicht auf die Störmersche Theorie näher betrachten.

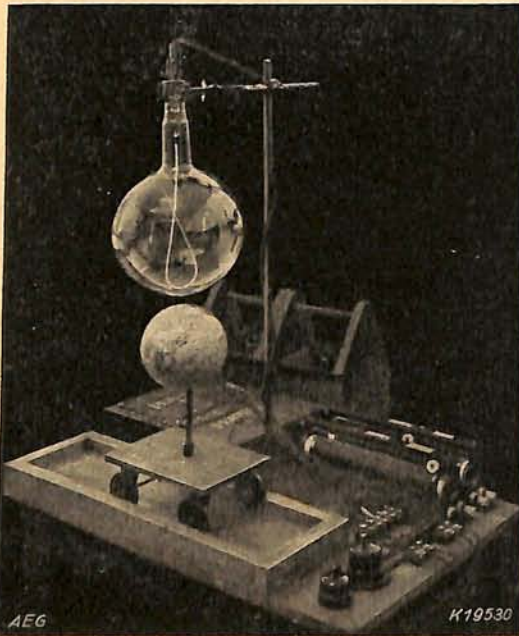


Abb. 5. Brüches Apparatur mit zurückkehrendem Strahl.

Abb. 5 zeigt eine Apparatur Brüches mit einer umkehrenden Bahn infolge Annäherung an den Pol. Abb. 6 zeigt uns einen solchen rückläufigen Strahl deutlicher. Ein solcher Strahl, der die Atmosphäre nicht mehr erreicht, also kein Polarlicht erzeugen kann, entsteht dadurch, daß bei bestimmten Abschußrichtungen allmählich die fortschreitende Bewegungskomponente verschwindet und sogar schließlich einer rückläufigen Platz macht. Die dabei entstehenden, manchmal mehrmals verschlungenen Elektronenbahnen, die mathematisch bereits genau entwickelt sind, hängen

in ihrer Form davon ab, unter welchem Winkel die Elektronenstrahlen gegen die magnetische Achse einfallen.

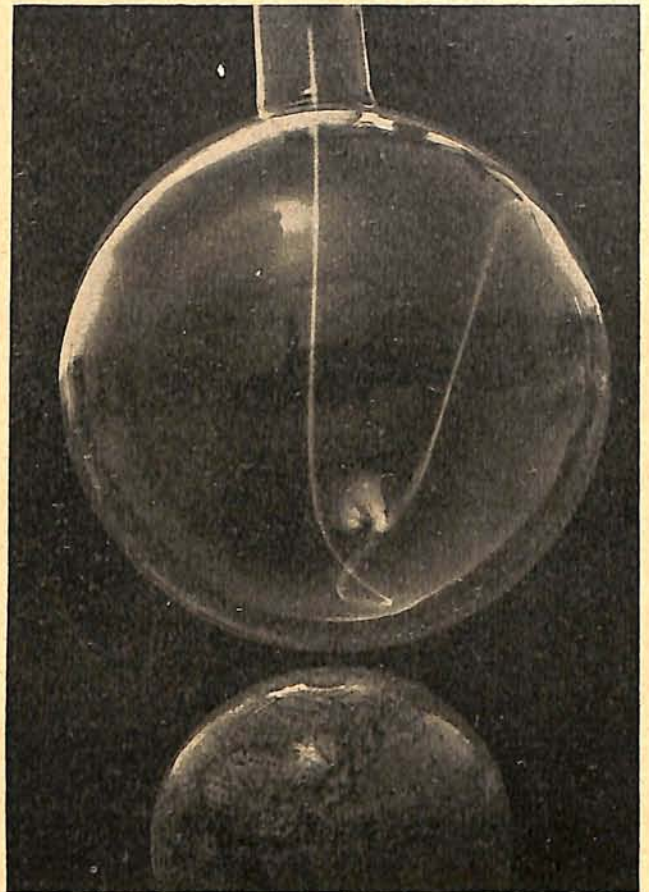


Abb. 6. Rückläufiger Elektronenstrahl.

Abb. 7 zeigt eine spiraliige Elektronenbahn, wie sie im Innern einer Stromspule entsteht. Diese Versuche wurden als Vorversuche zum Studium von periodischen Bahnen in der Äquatorebene ausgeführt. Diese periodischen

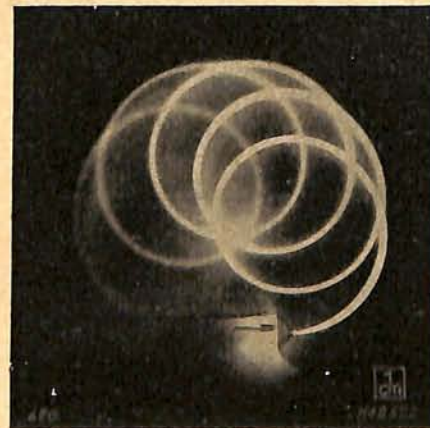


Abb. 7. Elektronenstrahl im Innern einer Stromspule.

Bahnen im Dipolfeld zu erhalten, bereitete anfangs Schwierigkeiten, weil der Strahl genau in der Ebene des magnetischen Äquators abgeschossen werden muß. Trotzdem gelangen Brüche zwei derartige Aufnahmen von periodischen Bahnen mit zwei bzw. vier Schleifen.

Wird dagegen ein Elektronenstrahl senkrecht zur magnetischen Äquatorebene abgeschossen, so bleibt er, solange er in Richtung der Kraftlinien fliegt, unabgelenkt. Erst durch das Umbiegen der Kraftlinien gegen den Pol

die Zone des Auftreffens der Elektronenstrahlen auf die Erde (Polarlichtzone) nach niederen Breiten herabzuziehen vermag. Der Ringstrom ist im Experiment durch einen äqua-

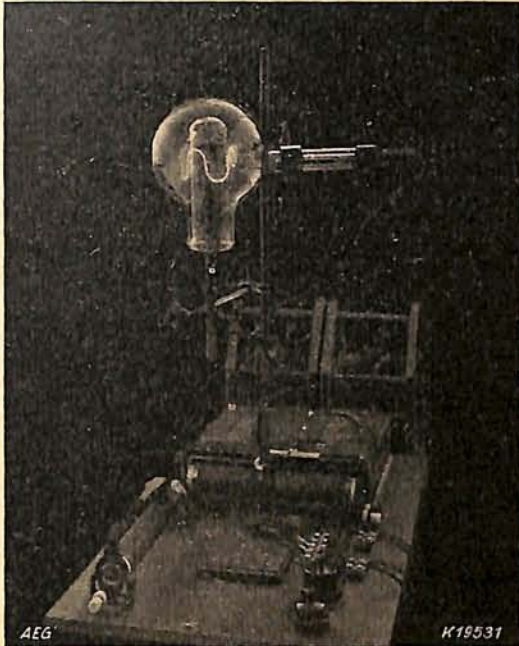


Abb. 8. Brüches Apparatur zur Erzeugung von äquatorialen Raumbahnen.

des Dipols macht sich eine seitwärts gerichtete Kraft bemerkbar, die schließlich bis zur Umkehr des Strahles führt, worauf sich das Spiel von neuem wiederholt. Auf diese Weise entstandene Strahlenbahnen sind in Abb. 8 und 9 wiedergegeben. Als Magnet diente in diesem

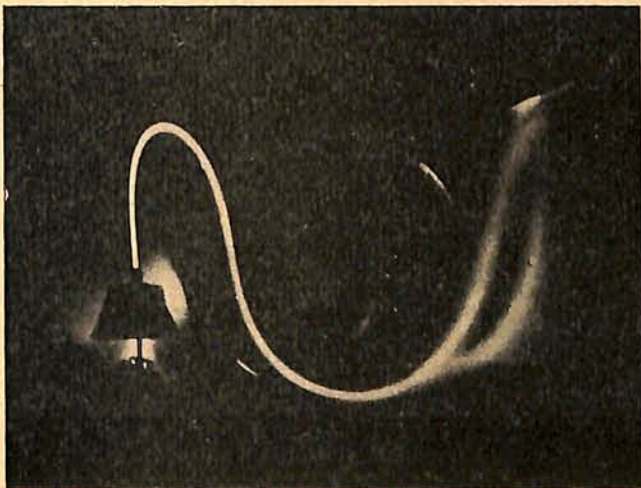


Abb. 9. Periodische Raumbahn.

Falle, wie aus Abb. 8 zu ersehen, eine zylindrische Magnetspule. Außer dieser einfachsten periodischen Raumbahn gibt es noch eine Menge anderer merkwürdiger Bahnformen.

Die Gesamtheit aller solcher periodischen Raumbahnen bildet den Ringstrom. Die Abbildungen 10 und 11 sollen nun im Experiment beweisen, daß ein solcher Ringstrom tatsächlich

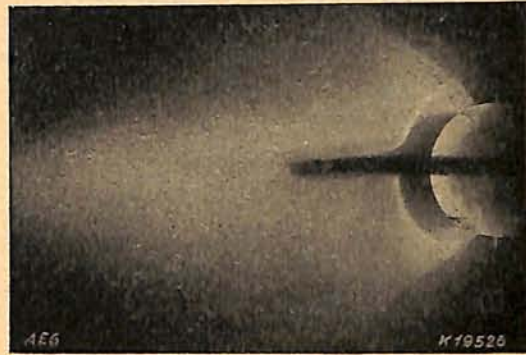


Abb. 10. Brüches Terrella mit Elektronentorus ohne Ringstrom.

torialen Kreisring (der dunkle Körper links und rechts vom Äquator!) ersetzt, durch den man einen elektrischen Strom schicken kann. In Abb. 10 ist dieser künstliche „Ringstrom“



Abb. 11. Brüches Terrella mit Elektronentorus nach Einschaltung des „Ringstromes“.

noch nicht eingeschaltet. In Abb. 11 dagegen fließt der „Ringstrom“ und bewirkt, wie deutlich sichtbar, eine Deformation des elektronenfreien Torusraumes, wodurch gleichzeitig die „Polarlichtzone“ weiter nach unten fällt.

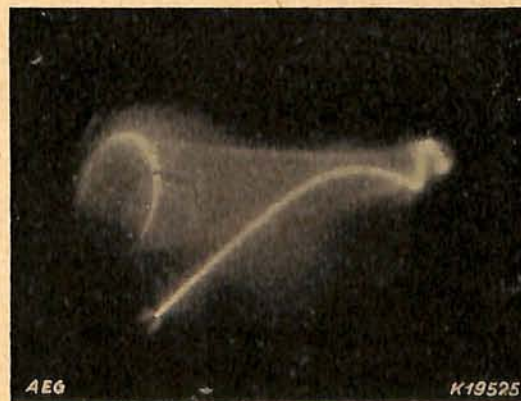


Abb. 12. Experiment zur Nachbildung von „Nordlichtbogen“.

Zum Schluß wollen wir noch in Abb. 12 auf die Brüchesche Verifizierung der Polarlichtbogen eingehen. Ein Elektronenstrahl wird

von vorn links nach einem rechts oben befindlichen Magneten, durch den ein inhomogenes Magnetfeld erzeugt wird, geschossen. Nach der Ablenkung kehrt er jedoch nicht mehr als Fadenstrahl zurück, sondern plattgedrückt, wie es die Theorie erfordert. Auf einem links entgegengehaltenen Leuchtschirm zeichnet sich daher an Stelle eines runden Leuchtpunktes ein deutlicher „Polarlichtbogen“ ab.

Dieser kurze Auszug²⁾ aus den zahlreichen

²⁾ Wer ausführlicher die Brücheschen Versuche kennenzulernen wünscht, sei auf die beiden Hauptveröffentlichungen von Brüche in der „Physik. Ztschr.“ 1930, Heft 22, S. 1011—1015, und in der „Ztschr. f. Astrophysik“ 1931, Bd. 2, Heft 1, S. 30—69, verwiesen. Über die Birkelandschen Versuche ist ausführlich von Carl Störmer im „Weltall“ Jg. 9, Heft 9 und 10, berichtet.

Versuchen Brüches zur experimentellen Darstellung der Störmerschen Polarlichttheorie mag genügen, um einmal den hohen Wert der Störmerschen Berechnungen, zum anderen die Bedeutung der Brücheschen „Fadenstrahlen“ für die weitere Aufklärung der Nordlichtvorgänge zu beweisen. Tatsächlich hat so Brüche auch bereits verschiedene theoretisch noch nicht erfaßte Bahnformen auffinden können. Auch für die Praxis hat sich eine wertvolle Anwendungsmöglichkeit der Fadenstrahlen durch Konstruktion eines Elektronenkompasses ergeben, der im Gegensatz zu allen anderen Richtungsweisern trägheitslos arbeitet und daher vor allem im Flugwesen von Bedeutung werden wird.

Die Temperatur und die Temperaturäquivalente in der Astronomie.

Von Dr. Werner Schaub.

(Schluß.)

Beobachtungstechnisch stellen sich der Temperaturmessung oft recht erhebliche Schwierigkeiten in den Weg. Die Helligkeitsmessungen im kontinuierlichen Spektrum, mögen sie photographisch oder visuell erfolgen, sind mancherlei Einflüssen systematischer Natur ausgesetzt, welche die abgeleiteten Intensitätskurven vollständig entstellen können.

Sternfarben. — Die Temperaturbestimmung aus dem Intensitätsverlauf im Sternspektrum ist durch die Lichtschwäche der Sterne begrenzt. Bei schwächeren Sternen versagt sie bald aus dem einfachen Grunde, weil die Herstellung asexponierter Spektren mit einigermaßen annehmbaren Belichtungszeiten nicht mehr möglich ist. Bei schwachen Sternen muß man daher versuchen, ohne vorherige spektrale Zerlegung des Lichtes die Temperatur zu bestimmen. Wir hatten oben schon bemerkt, daß der Sinn des Planckschen, insonderheit des Wienschen Gesetzes der ist, daß ein Körper bei der Erwärmung erst rot-, dann gelb- und weißglühend wird. Die Glühfarbe wird im wesentlichen durch die Lage des Maximums der Energiekurve bestimmt, welche wiederum eine Funktion der Temperatur ist. Man kann demnach auch umgekehrt aus der Farbe eines Sternes auf die Temperatur schließen. Zu diesem Zweck muß man natürlich zunächst eine exakte Aussage über die Farbe machen. Dieses ist erstmalig von dem Kölner Liebhaberastronomen Osthoff gemacht worden. Osthoff schätzte die Sternfarben so in eine 10-stufige Skala ein, daß die weißen Sterne die Bezeichnung 0° (c = color = Farbe), die tiefroten Sterne die Bezeichnung 10° erhielten. Der Zusammenhang zwischen Farbe und Temperatur wird dann ein für allemal mit Hilfe von solchen Sternen ermittelt, deren Temperatur

aus spektralphotometrischen Messungen bekannt ist. Nach den Untersuchungen Hertzsprungs liefert der Farbkatalog von Osthoff genauere Werte für die Temperatur als die älteren spektralphotometrischen Methoden.

Effektive Wellenlängen. — Bringt man vor das Objektiv eines Fernrohres ein Gitter aus parallelen Drähten, so erzeugt dieses, ähnlich wie ein Prisma, eine Anzahl von Spektren, welche symmetrisch zu dem geschwächten und unzerlegten Bild des Sternes liegen. Benutzt man ein grobes Gitter, d. h. macht man die Zwischenräume zwischen den Gitterstäben groß, so sind die Spektren sehr kurz, und die Spektren 1. Ordnung zeigen noch fast sternartiges Aussehen. Der Abstand der Spektren vom Zentralbild ist abhängig von der Ablenkung des Lichtes durch das Gitter, und diese wiederum ist bei ein und demselben Gitter um so größer, je länger die Wellenlänge ist. Da man nun in den Spektren 1. Ordnung Farben kaum unterscheiden kann, so wird deren Abstand vom Zentralbild im wesentlichen durch diejenige Wellenlänge bestimmt, bei der im Sternspektrum das Energiemaximum liegt. Für rote Sterne ist der Abstand größer als für weiße Sterne, und die exakte Messung gibt einen Wert für die sog. effektive Wellenlänge des Sternlichtes, welche ihrerseits wieder von der Temperatur abhängig ist. Die effektiven Wellenlängen geben kein genaues Temperaturäquivalent, da ihre Messung starken systematischen Fehlern ausgesetzt ist, welche von der Helligkeit des Sternes und von der Belichtungsdauer abhängen. Das genaueste Temperaturäquivalent liefert der Farbenindex.

Der Farbenindex. — Wir haben oben die gesamte Strahlungsenergie eines Körpers von der Temperatur T durch den Flächen-

inhalt gemessen, den die betreffende Plancksche Kurve einschließt. Praktisch wird diese Energie durch ein Instrument bestimmt, welches für alle Wellenlängen dieselbe Empfindlichkeit besitzt. Benutzt man ein Meßwerkzeug, welches nur in einem bestimmten Bereich λ_1 bis λ_2 empfindlich ist, so liefert dieses nur die in diesem Bereich ausgestrahlte Energie, also einen kleineren Wert als die Gesamtenergie. Allgemein bezeichnet man als Farbenindex eines Körpers das Verhältnis der in zwei verschiedenen Wellenlängenbereichen λ_1 bis λ_2 und λ_3 bis λ_4 ausgestrahlten Energie, also das Verhältnis:

$$\frac{E(\lambda_1 \lambda_2)}{E(\lambda_3 \lambda_4)} = F(T), \quad (9)$$

welches natürlich eine Funktion der Temperatur ist. Schreibt man (9) logarithmisch und dividiert durch 0,4, so wird

$$m(T) = \frac{\log E(\lambda_1 \lambda_2) - \log E(\lambda_3 \lambda_4)}{0,4}. \quad (9a)$$

$m(T)$ ist nach Gl. (1) dabei nichts anderes als der Helligkeitsunterschied des Lichtes der beiden Spektralbereiche, ausgedrückt in astronomischen Größenklassen. Diese Größe bezeichnet man in der Astronomie als Farbenindex. Je nach den benutzten Wellenlängenbereichen unterscheidet man eine ganze Anzahl von Farbenindizes, welche alle dieselbe Skala, die astronomische Größenklasse, gemeinsam haben, sich aber zunächst auf verschiedene Nullpunkte beziehen. Gleichheit der Skalen bedeutet dabei, daß einem Helligkeitsunterschied von einer Größenklasse definitionsgemäß ein Intensitätsverhältnis von 2,512 entspricht. Der Nullpunkt der Skala ist zunächst willkürlich, d. h. man kann den Helligkeitsunterschied in den beiden Spektralbezirken für einen beliebigen Stern gleich Null setzen. International ist vereinbart, daß für einen Stern vom Spektraltypus A0, das sind Sterne mit der effektiven Temperatur von 12 000°, der Farbenindex gleich Null sein soll, gleichgültig auf welche Spektralbezirke sich der Farbenindex bezieht.

Unter dem visuellen Farbenindex versteht man die Differenz der Helligkeiten ein und desselben Sternes, wenn diese einmal mit einem Blaufilter, dann mit einem Gelbfilter gemessen wird. Der Begriff des Farbenindex wurde eingeführt, als man begann, Sternhelligkeiten mit Hilfe photographischer Aufnahmen zu bestimmen. Die gewöhnliche photographische Platte ist bekanntlich für andere Strahlen empfindlich als das menschliche Auge. Die Differenz der mit beiden Instrumenten gemessenen Helligkeiten eines Sternes wird als photographischer Farbenindex bezeichnet. Bei Verwendung farbenempfindlicher Platten mit einem passend ausgewählten Gelbfilter lassen sich visuelle Helligkeiten auch auf photographischem Wege gewinnen. Der Vergleich dieser sog. photovisuellen Helligkeiten mit den photographischen führt auf den

sog. photovisuellen Farbenindex. Es würde hier zu weit führen, wenn wir alle Methoden zur Bestimmung von Farbenindizes anführen wollten. Jedes Instrument, welches Sternhelligkeiten zu messen gestattet und einen anderen Empfindlichkeitsbereich besitzt wie das Auge, liefert Farbenindizes, und durch Zuhilfenahme passender Filter kann man mit ihm auch direkt, ohne Kenntnis der visuellen Helligkeiten, Farbenindizes bestimmen. Alle diese verschiedenen Farbenindizes stehen in einer bestimmten Beziehung zur Temperaturskala.

Ein neuartiges Temperaturäquivalent ist in den letzten Jahren auf dem Mount Wilson eingeführt worden. Es ist dies der Wärmeindex und die Wasserzellenabsorption. Auf dem Mount Wilson sind mit Erfolg Versuche gemacht worden, die Gesamtstrahlung der Sterne mit dem Thermoelement zu messen. Lötet man die Enden zweier verschiedener Metalle zusammen und bringt ein empfindliches Ampere-meter in den Kreis, so zeigt dieses bei Erwärmen der einen Lötstelle einen elektrischen Strom an. Dieser fließt so lange, wie die beiden Lötstellen verschiedene Temperatur haben, und seine Stärke ist von der Temperaturdifferenz abhängig. Man kann also auch umgekehrt aus der Stromstärke auf die Temperaturdifferenz schließen. Setzt man eine Lötstelle einer Strahlung aus, so ist also die Stromstärke auch ein Maß für die Strahlungsenergie. Will man mit einem solchen Instrument die Sternstrahlung messen, so muß es natürlich winzig klein sein, damit überhaupt in kurzer Zeit eine meßbare Temperaturerhöhung eintritt. Die auf dem Mount Wilson benutzten Elemente bestehen aus Drähten von 0,03 mm Durchmesser, und sie haben einschließlich der Zuführungsdrähte ein Gewicht von nur 0,1 mg. Sie sind aber so empfindlich, daß die Strahlung von Sternen 7. Größe noch sicher gemessen werden kann, obwohl die Temperaturerhöhung in diesem Falle nur 0°,000009 C beträgt. Brauchbar sind diese Instrumente natürlich nur in Verbindung mit einem der großen Spiegelteleskope. Erwähnenswert ist noch, daß mit einem Thermoelement die Sternstrahlung auch am Tage gemessen werden kann, da das Tageslicht auf beide Lötstellen wirkt, also keine Temperaturdifferenz erzeugt. Das Thermoelement erfaßt beinahe das ganze sichtbare und unsichtbare Spektrum, mißt also tatsächlich die Gesamtstrahlung. Man kann daher auf diesem Wege die Sternhelligkeit der Gesamtstrahlung, die sog. radiometrische Helligkeit bestimmen. Als Wärmeindex wird dann die Differenz der radiometrischen und der visuellen Helligkeit bezeichnet. Dieser ist ebenso wie der Farbenindex ein Temperaturäquivalent. Weitere Äquivalente lassen sich durch Einschalten absorbierender Substanzen vor das Thermoelement gewinnen, welche nur begrenzte Bereiche des Spektrums durchlassen. Von Bedeutung ist

noch die Wasserzellenabsorption geworden, d. i. der Bruchteil der Strahlen, der von einer Wasserzelle von 10 mm Dicke durchgelassen wird. Eine solche Wasserzelle läßt nur Strahlen zwischen den Wellenlängen 1,3 μ und 0,3 μ durch.

Wir haben gesehen, wie sich auf verschiedenen Wegen eine ganze Anzahl von Temperaturäquivalenten gewinnen läßt. Diese ergeben die Temperatur ohne Lichtzerlegung oft genauer als die älteren spektralphotometrischen Messungen, weil sie weniger systematischen Fehlern ausgesetzt sind als jene. Wir wollen unsere Ausführungen nicht beschließen, ohne noch eine Methode der Temperaturmessung zu erwähnen, welche wieder auf die Farbe der Sterne zurückgreift und von Wilsing in Potsdam zuerst angewandt wurde. Statt die Farbe der Sterne zu schätzen, geht Wilsing dazu über, das Sternenlicht durch einen Keil aus einer Glassorte, welche wesentlich nur rotes Licht durchläßt, zu färben, bis seine Farbe der einer irdischen Lichtquelle mit bekannter Temperatur gleich ist. Das Meßprinzip ist also das gleiche wie das mit dem Graukeil bei der Helligkeitsmessung: Herstellung von Helligkeitsgleichheit im einen, von Farbgleichheit im anderen Falle. Farbgleichheit bedeutet aber, daß die Energieverteilung in den Spektren der beiden Lichtquellen die gleiche ist, d. h. daß der gefärbte Stern dieselbe Temperatur besitzt wie die Vergleichslichtquelle. Aus der Dicke des Keils an der benutzten Stelle läßt sich dann die wahre Temperatur berechnen. An das Absorptionsvermögen des Rotglases werden bestimmte Anforderungen gestellt. Die Absorption in Abhängigkeit von der Wellenlänge muß sich durch eine einfache Formel darstellen lassen, deren Konstanten im Laboratorium ermittelt werden. Ist dies der Fall, so braucht der Keil nicht erst mit Sternen bekannter Temperatur geeicht zu werden. Das Beobachtungsverfahren ist also ein absolutes. Statt das Sternenlicht mit dem Rotkeil röter zu färben, kann man auch das Licht der Vergleichslampe mit einem Blaukeil weißer machen. Ein solcher Blaukeil muß aber meistens mit Sternen bekannter Temperatur geeicht werden, da die Absorption der bis jetzt bekannten Blaugläser eine sehr komplizierte Funktion der Wellenlänge ist. Es können also nur relative Messungen angestellt werden.

Effektive Durchmesser der Sterne. — Wir haben früher schon bemerkt,

daß für die Fixsterne Strahlungstemperaturen im allgemeinen nicht abgeleitet werden können. Die durch das Stefan-Boltzmannsche Gesetz bestimmte Gesamtstrahlung S bezieht sich auf den qcm strahlender Oberfläche, S ist also nichts anderes als die sog. Flächenhelligkeit des Sternes. Ist daher die Temperatur des Sternes aus anderweitigen Messungen bekannt, so läßt sich umgekehrt die Flächenhelligkeit des Sternes aus Gl. (6) berechnen. Ist die Entfernung des Sternes bekannt, so läßt sich aus seiner scheinbaren Helligkeit auch die sog. absolute Helligkeit bestimmen, d. i. die Helligkeit, welche der Stern besitzen würde, wenn er in eine bestimmte Einheitsentfernung gerückt würde. Für die Sonne sind aber Strahlungstemperatur, absolute Helligkeit und Flächenhelligkeit bekannt. Das Verhältnis der Flächenhelligkeit von Stern * und Sonne \odot ist also nach (6):

$$\frac{S_*}{S_\odot} = \frac{T_*^4}{T_\odot^4}$$

Andererseits hängt das Verhältnis der Flächenhelligkeiten mit den absoluten Helligkeiten M , bzw. M_\odot und den Radien r_* und r_\odot in folgender Weise zusammen:

$$\frac{S_*}{S_\odot} = \frac{I_*}{I_\odot} \frac{r_\odot^2}{r_*^2}; \text{ wobei } \frac{I_*}{I_\odot} = 2,512^{M_\odot - M_*}$$

Bei bekannter Entfernung und Temperatur eines Sternes läßt sich also sein Durchmesser aus diesen beiden Gleichungen berechnen. Die so ermittelten Werte werden, da sie auf der effektiven Temperatur beruhen, als effektive Durchmesser bezeichnet. Auf dem Mount Wilson ist es gelungen, mit dem Interferometer die Durchmesser einer Anzahl von Riesensternen direkt zu messen. Die Tatsache, daß die interferometrischen und die effektiven Durchmesser gut übereinstimmen, zeigt nochmals, daß die Abweichungen der Sterne vom schwarzen Strahler gering sind, so daß den aus spektralphotometrischen oder kolorimetrischen Messungen (Kolorimetrie heißt der Zweig der Astronomie, der sich mit der Messung von Temperaturäquivalenten befaßt) unter Voraussetzung der Gültigkeit der Strahlungsgesetze des schwarzen Körpers abgeleiteten Temperaturen eine physikalische Bedeutung beizumessen ist, wengleich das Ziel der Wissenschaft sein muß, die Abweichungen der Sterne vom schwarzen Strahler zu bestimmen und in Rechnung zu stellen.

Heinrich Hertz zum Gedächtnis.

Von Chefingenieur Felix Linke.

Am 22. Februar waren 75 Jahre verflossen, seitdem Heinrich Hertz in Hamburg das Licht der Welt erblickte. Wohl alle unsere Leser wissen, daß wir diesem Manne wertvolle wissen-

schaftliche Erkenntnisse verdanken, die sich praktisch gradezu ungeahnt ausgewirkt haben. Sein Nachweis der Wellennatur der elektrischen Energie hat den Anstoß dazu gegeben, daß

binnen kurzer Zeit ein wissenschaftliches Gebiet und eine Technik von einer Fruchtbarkeit entstanden ist, die wir beispiellos nennen müssen. Auch für die astronomische Praxis ist die Schwingungstechnik überaus wertvoll geworden. Denn wo wir uns auf der Erde auch immer befinden mögen, immer haben wir die Möglichkeit, die genaue Zeitangabe unabhängig von unsern Chronometern zu beziehen.

Hertz stand mit seiner Arbeit in erster Linie auf den Schultern Faradays und Maxwells. Was Maxwell durch seine theoretische Grundlegung von Faradays Anschauungen vorhergesagt hat, hat Hertz zum großen Teil durch das Experiment nachgewiesen. Die glänzende Versuchsreihe, die er in seinem Laboratorium im Karlsruher Polytechnikum ausführte, hat die Welt aufgeregt und Hertzens Weltruhm begründet. Die Wesensgleichheit von Licht und Elektrizität erwiesen zu haben, erschien nicht bloß der breiten Öffentlichkeit, sondern sogar der Fachwelt als eine wissenschaftliche Großtat. — Die technische Auswertung seiner wissenschaftlichen Errungenschaften hat Hertz nicht mehr erlebt, denn er ist in der Blüte seiner Jahre, seiner Erfolge und seines Ruhms durch eine tückische Krankheit dahingerafft worden. Seine Bonner Zeit konnte deshalb äußere wissenschaftliche Erfolge der Karlsruher Art nicht mehr erbringen. Aber Hertz hat sich in Bonn mit theoretischen Problemen beschäftigt, die ihn als naturwissenschaftlichen Theoretiker und Erkenntniskritiker ersten Ranges kennzeichnen. Als Frucht dieser Arbeiten brachte sein Schüler Lenard nach dem Tode des Meisters ein Werk über „Die Prinzipien der Mechanik“ heraus, zu dem Hermann Helmholtz ein Vorwort geschrieben hatte, in dem auch die Persönlichkeit und die Arbeit seines bedeutenden Schülers gewürdigt wurde. Die Schwierigkeit der Aufgabe, die sich Hertz in seiner letzten Arbeit gesetzt hatte, war so groß, daß ihre Lösung auch heute noch nicht weiter gediehen ist. Und das System der Gedankenfolgen, zu denen Hertz gelangt war, stellt nur einen Versuch dar, von dem niemand recht befriedigt war, auch Helmholtz nicht. Um was es sich dabei handelt, sei im folgenden kurz auseinandergesetzt.

Hertz ist von den Grundlagen unserer theoretischen Mechanik nie befriedigt gewesen. Namentlich die völlige Unanschaulichkeit der Fernwirkungen erschien ihm einer restlosen Klärung dringend bedürftig. Niemand kann einsehen, wie ein Körper oder eine „Kraft“ in die Ferne wirken kann, ohne daß in dem dazwischen liegenden Raum Veränderungen hervorgebracht werden, die gewissermaßen als Übertrager dienen. Für die Fernwirkung der elektromagnetischen Kräfte hatte sich Maxwell, auf Faradays Kraftlinientheorie fußend, eine Theorie zurechtgelegt, die den zwischenliegenden Äther in Dehnungen, Spannungen und rotatorische Bewegungen geraten läßt.

Die Fernwirkung war dadurch in ein System einander berührender Elemente mit unmittelbarer Einwirkung aufeinander verwandelt, das man mechanisch verstehen konnte, ganz gleich, ob man es für wirklich bestehend ansah oder nicht. Will man alle rein mechanischen Fernwirkungen, wie sie z. B. in der Astronomie vorkommen und durch das Gravitationsgesetz dargestellt werden, auf ähnliche Weise erklären, so kommt man nach Hertzens Anschauung zu nicht wahrnehmbaren Massen, die zwischen den wahrnehmbaren liegen, und zwar müssen die nicht wahrnehmbaren dann auch unwahrnehmbare Bewegungen ausführen. Hertz hat seine Anschauungen zu einem ganzen System durchgeführt, von dem man den Eindruck einer außerordentlichen Originalität gewinnt. Er ging dabei u. a. auch von dem Leitgedanken aus, daß man die ganze Mechanik nur auf diejenigen Grundbegriffe aufbauen dürfe, die unmittelbar der Beobachtung zugänglich sind. Unsere übliche Galilei-Newtonsche Mechanik benutzt vier Grundbegriffe: Raum, Zeit, Masse und Kraft. Von diesen schied Hertz die Kraft aus seinen Grundelementen aus, da er sie in dem von ihm entwickelten Bilde als eine Wirkung von Masse und Bewegung darstellen konnte. Helmholtz wies in seinem schon erwähnten Vorwort darauf hin, daß für die Anwendung und das Verständnis der Hertzschen Mechanik große Schwierigkeiten bestehen, weil der Autor keine Beispiele gegeben habe, die man nur unter Aufwand großer wissenschaftlicher Phantasie vielleicht finden können. Aber er spricht dem Werke einen sehr großen heuristischen Wert zu. Es ist jedenfalls bedauerlich, daß es Hertz nicht vergönnt war, weitere wissenschaftliche Erfahrungen einiger Lebens- und Arbeitsjahrzehnte an diese Aufgabe zu verwenden; vielleicht hätte er uns dann bedeutsame Erkenntnisse geschenkt, die uns auch auf diesem Gebiete der theoretischen Naturforschung weiter gebracht hätten; seinem durchdringenden Geiste hätte man das wohl zutrauen dürfen.

Dem Fernstehenden erscheint eine solche Gedankenwelt wie die Hertzsche Dynamik ein wenig kraus. Bei näherer Beschäftigung mit den Dingen jedoch verliert sie diesen Charakter durchaus. Der große Wiener Physiker und Erkenntnistheoretiker Ernst Mach kommt in seinem Werke „Die Mechanik in ihrer Entwicklung“ natürlich auch auf Hertzens Dynamik zu sprechen. Er begrüßt trotz der erheblichen Mängel Hertzens neue Aufstellungen als einen großen Fortschritt, obwohl Hertz mit seinen Vorstellungen auf älteste Anschauungen zurückkommt, die bei der Betrachtung von Bewegungen die wirklich vorhandenen starren Verbindungen zwischen den Körpern nicht (wie in der Galilei-Newtonschen Mechanik) durch Kräfte ersetzen. Hertz geht in seiner Mechanik den umgekehrten Weg wie Galilei und Newton. Statt der hypothetischen Kräfte

denkt er überall starre Verbindungen — was allerdings ebenfalls hypothetisch ist. Man erkennt aus diesen wenigen Worten, wie nur die Gewohnheit uns dazu verführt, die Verbindungen, also die Hertzschen unsichtbaren Massen, als etwas Abstruses anzusehen; sie sind das nicht mehr als unsere Kräfte, mit denen die meisten Wissenschaftler und Techniker ganz bedenkenlos arbeiten. In sich geschlossen ist auch die Hertzsche Mechanik, die zugleich den großen Vorteil hat, auf einem einzigen allgemeinen Gesetz, einer Art verallgemeinertem Trägheitsgesetz, zu beruhen. Sie hat aber den Nachteil, daß sie ein formal-mathematisches System ist, bei dem die physikalisch-mechanischen Fragen gar nicht berührt sind. Und Mach fügt — für die Astronomen besonders interessant — hinzu: „In dem schönen Idealbild der Mechanik, welches Hertz entwickelt hat, ist der physikalische Gehalt bis auf einen scheinbar kaum merklichen Rest zusammengeschumpft. Es ist kaum zu zweifeln, daß Descartes, wenn er heute leben würde, in der Hertzschen Mechanik noch mehr als in der Lagrangeschen, der analytischen Geometrie von vier Dimensionen, sein eigenes Ideal wiedererkennen würde. Wollte doch Descartes, der, in Opposition gegen die verborgenen Qualitäten der Scholastik, der Materie keine anderen Eigenschaften zuerkannte als Ausdehnung und

Bewegung, die ganze Mechanik und Physik auf eine Geometrie der Bewegungen zurückführen, unter Voraussetzung einer einmal von Anfang gegebenen unzerstörbaren Bewegung“.

Und nachdem Lord Kelvin und Maxwell einmal in der Elektrophysik mit solchen mechanischen Anschauungen große Erfolge erzielt hatten, mußte ein ähnliches Beginnen in der Mechanik nicht weniger Erfolg versprechen, um so eher, als die ganze Richtung in der Physik sehr stark auf Vereinheitlichung hinstrebt. Doch der Wunsch allein entscheidet noch nicht über die Richtigkeit. Und niemand hat Hertzs Arbeit besser charakterisiert als der schon zitierte Ernst Mach, der sagt: „Als ideales Programm ist die Hertzsche Mechanik schöner und einheitlicher, für die Anwendung empfiehlt sich aber unsere gewöhnliche Mechanik, wie dies Hertz selbst mit der ihm eigenen Aufrichtigkeit hervorhebt.“

Ich glaube, daß mit der Betonung dieser Hertzschen Arbeit gerade an dieser Stelle manchem gedient ist, weil man von ihr fast nie zu hören pflegt. Denn die hell strahlenden Leistungen Hertzs in der Wissenschaft von den elektromagnetischen Wellen und Schwingungen verdunkeln alles andere, was sonst schon genügt hätte, den Namen des großen Physikers für immer bekannt zu machen.

Der gestirnte Himmel im April 1932.

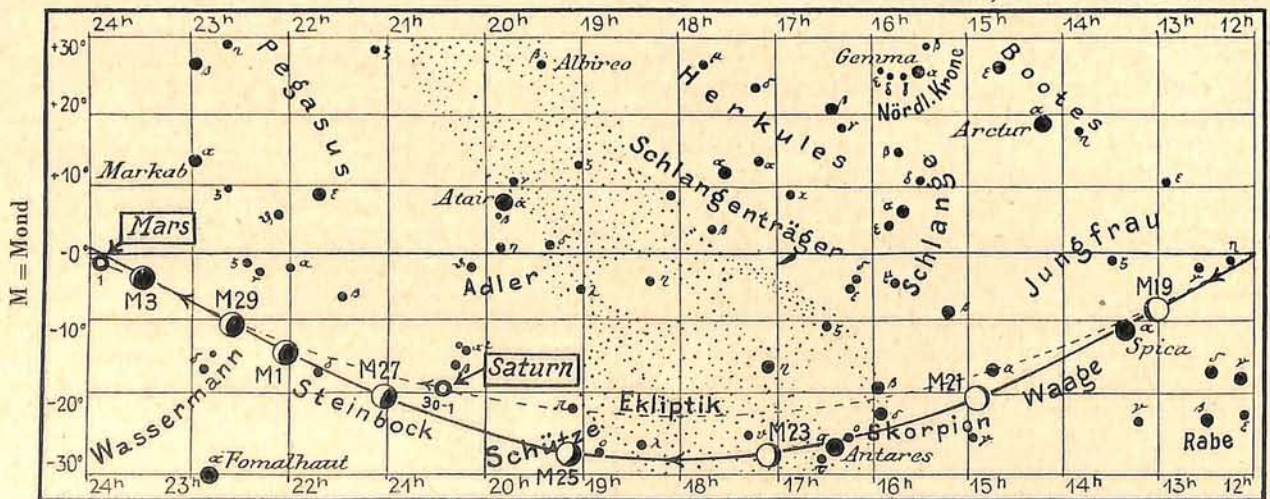
Von Günter Archenhold.

(Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.)

Die Sternbilder des Fixsternhimmels zeigen den Übergang vom Winter zum Frühling an. Am 1. April um 22^h, 15. April um 21^h und am 30. April um 20^h steht der Orion im Westen am Horizont, und mit ihm verschwinden der Große Hund und Stier aus unserem Gesichtskreis. Die Sternbilder des Südostquadranten, die wir als die Frühlingsbilder bezeichnen kö-

nen, lernt man am leichtesten kennen, wenn man von dem allbekannten Großen Bären ausgeht, der sich gerade um den Zenit herum befindet. Verlängert man nämlich die von seinen Schwanzsternen gebildete krumme Linie weiter nach unten, so trifft man auf Arktur, den hellsten Stern des Bootes, und in der Fortsetzung, den Bogen weiter verfolgend, auf Spika in der

Abb. 2a. Lauf von Sonne, Mond und Planeten



Jungfrau. Bootes sowohl wie Jungfrau sind recht ausgedehnte Bilder. Bootes enthält 142, Jungfrau 187 mit dem bloßen Auge sichtbare Sterne. Darunter befindet sich manches interessante Objekt. Im Bootes zeigen die Sterne $\delta, \epsilon, \iota, \zeta, \mu, \pi, \xi$, ferner i und 39 in kleineren Fernrohren sichtbare Begleiter. Die engeren Sternpaare ϵ und ξ , deren Distanz nur 3" beträgt, weisen einen starken Farbenkontrast der beiden Komponenten auf. Der Stern R, dessen Helligkeit zwischen der 6. und 13. Größe schwankt, gehört zu den langperiodischen Veränderlichen bei einer Periodenlänge von 225 Tagen. Sein größtes Licht wird am 9. Juni dieses Jahres erwartet. Im Sternbild der Jungfrau sind γ und 84 (die Zahl entspricht der Flamsteedschen Bezeichnung) Doppelsterne.

Außer diesen umfangreichen Sternbildern sehen wir im südöstlichen Himmelsviertel die kleineren Sternbilder Rabe rechts von Spika in der Jungfrau, das Haar der Berenice oberhalb von Denebola im Löwen und die Krone zwischen Bootes und Herkules. Waage und Schlange stehen zu den Gültigkeitszeiten unserer Karte noch nicht hoch genug über dem Horizont, um sie unter günstigen Bedingungen betrachten zu können.

Der veränderliche Stern Algol = β im Perseus ist im nordwestlichen Teil unserer Karte zu finden. Seine Lichtminima, die sich mit freiem Auge leicht verfolgen lassen, treten zu folgenden Zeiten ein:

April 2.	22 ^h
" 5.	19
" 20.	3
" 22.	23
" 25.	20 ^h

Die Planeten.

Merkur ist in den ersten Tagen des Monats noch etwa 20 Minuten lang am Abendhimmel sichtbar. Seine Sichtbarkeitsdauer verringert sich jedoch rasch, und vom 5. April ab bleibt er unsichtbar. Erst Ende August wird er

wieder mit bloßem Auge erkennbar werden, und zwar als Morgenstern.

Venus, die an Helligkeit immer noch zunimmt, ist von Sonnenuntergang an bis kurz vor Mitternacht sichtbar. Am 1. April finden wir sie in der Nähe der Plejaden. Ihre Stellungen am 15. und 30. des Monats sind in unseren Planetenkarten durch V 15 und V 30 kenntlich gemacht. Wir sehen, daß sie fast das ganze Sternbild des Stiers durchzieht, und finden in ihrer großen nördlichen Abweichung von der Ekliptik die Ursache für die besonders lange Sichtbarkeit.

Mars bleibt unsichtbar.

Jupiter gelangt im Sternbild des Krebses mit seiner rückläufigen Bewegung am 8. April zum Stillstand und läuft nunmehr rechtläufig auf Regulus im Löwen zu. Bei Eintritt der Dunkelheit steht er ungefähr im Meridian. Sein Untergang erfolgt anfangs um 4^h, zuletzt um 2¼^h. Die Stellungen und Verfinsterungen seiner vier hellen Monde geben wir nachstehend an:

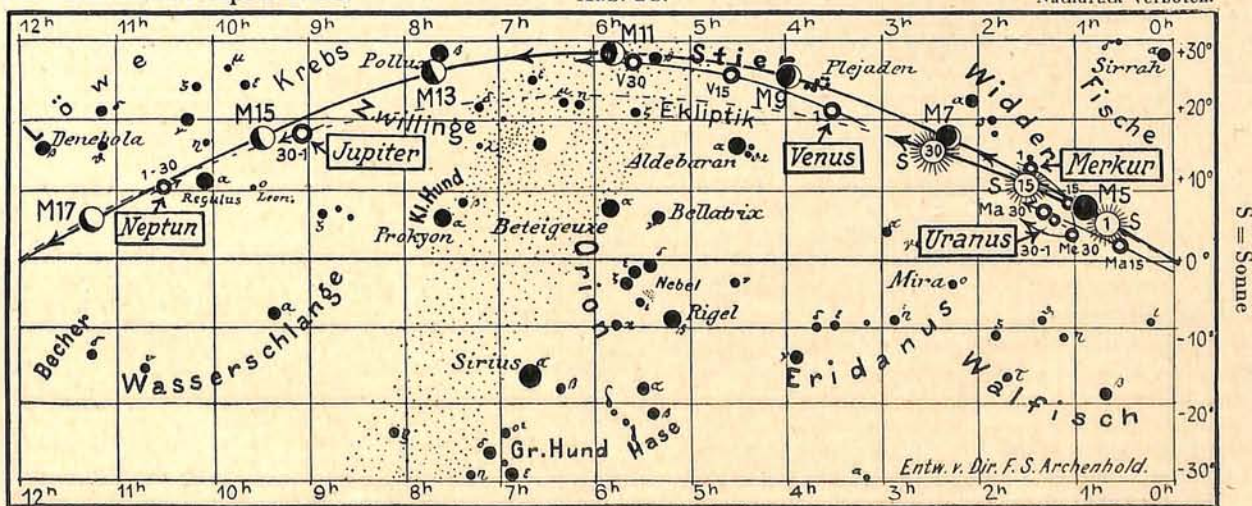
Verfinsterungen			Stellungen			
April	M.E.Z. h m	Mond	April	23 h 30 m M.E.Z.	April	23 h 30 m M.E.Z.
5	1 41	I A	1	23 0 14	16	31 0 2
5	20 49	II A	2	31 0 24	17	3 0 21 4
6	20 10	I A	3	3 0 14	18	231 0 4
12	20 03	III A	4	23 0 4	19	0 4
12	23 24	II A	5	1 0 23 4	20	0 23 4
13	22 05	I A	6	0 12 3 4	21	21 0 3 4
19	20 25	III E	7	21 0 43	22	2 0 31 4
20	0 03	III A	8	24 0 1	23	31 0 2 4
20	1 58	II A	9	431 0 2	24	3 0 42 1
20	24 00	I A	10	43 0 1	25	32 41 0
27	0 25	III E	11	42 31 0	26	4 0 31
28	1 56	I A	12	4 0 23	27	4 0 23
29	20 25	I A	13	4 0 12 3	28	42 1 0 3
		E = Eintritt,	14	42 1 0 3	29	42 0 13
		A = Austritt	15	42 0 31	30	43 1 0 2

Die Stellung der Monde ist in ihrer Reihenfolge so angegehen, wie sie im umkehrenden astronomischen Fernrohr erscheint. Jupiter selbst ist durch einen Kreis dargestellt. Steht der Mond vor der Scheibe, so ist seine Nummer in den Kreis hineingesetzt; befindet er sich hinter Jupiter, oder wird er durch den Schatten des Planeten verfinstert, so ist seine Ziffer fortgelassen.

für den Monat April 1932.

Abb. 2b.

Nachdruck verboten.



Saturn im Sternbild des Steinbocks ist am Morgenhimmel 1½ Stunden sichtbar. Sein Aufgang verfrüht sich von anfangs 3½h auf 1¾h.

Uranus steht am 9. April in Konjunktion mit der Sonne und ist daher nicht zu beobachten.

Neptun, im Löwen, kann des Abends aufgesucht werden. Er steht am 15. April in Rekt. = 10h30m,3 und Dekl. = + 10°15'.

Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne wandert höhersteigend aus dem Sternbild der Fische in den Widder. Ihre Fleckentätigkeit ist jetzt nur gering; oft ist kein einziger Fleck zu sehen. Die Tageslänge nimmt von 13 Stunden auf 15 Stunden zu.

In Berlin geht die Sonne zu folgenden Zeiten auf und unter:

	Aufgang	Untergang
April 1.	5h42m	18h39m
„ 15.	5h 9m	19h 4m
„ 30.	4h37m	19h30m

Weitere wichtige Angaben finden sich in nachstehender Tabelle:

Datum	Rektasz.		Deklin.		Sternzeit		Zeitgleichw.	
	0h Weltzeit		0h Weltzeit		Berlin, Mittag		wahre minus mittlere Zeit	
	h	m	o	'	h	m	m	s
April 1.	0	40,6	+	4 23	0	38,4	-	3 57
„ 5.	0	55,2		5 55	0	54,1		2 46
„ 10.	1	13,5		7 47	1	13,9		1 22
„ 15.	1	31,9		9 37	1	33,6	-	0 4
„ 20.	1	50,5		11 22	1	53,3	+	1 5
„ 25.	2	9,2		13 3	2	13,0		2 4
„ 30.	2	28,1	+	14 38	2	32,7	+	2 51

Der Mond ist mit seinen Lichtgestalten von zwei zu zwei Tagen in unsere Planetenkarte eingetragen.

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Neumond:	April 6.	2¼h
Erstes Viertel:	„ 14.	4¼h
Vollmond:	„ 20.	22½h
Letztes Viertel:	„ 27.	16¼h

Am 7. April steht der Mond in Erdferne, am 20. in Erdnähe. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt an diesen beiden Tagen 29'27" und 33'32", die Horizontalparallaxe 53'57" bzw. 61'27".

Im April sind in Berlin folgende Bedeckungen heller Fixsterne durch den Mond zu beobachten:

April	Name	Gr.	Rekt. 1932		Dekl. 1932		Phase	Zeiten für Berlin M. E. Z.		Winkel	Mondalter	Hilfsgrößen	
			m	h	m	o		'	h			m	o
9.	η Tauri	2,9	3	43,4	+ 23	54	A	18	57,5	192	3,6	—	—
12.	49 Aurigae	5,1	6	30,9	+ 28	5	E	20	20,5	53	6,7	- 1,6	+ 0,1

E = Eintritt, A = Austritt

Die Hilfsgrößen a und b dienen dazu, genäherte Ein- und Austrittszeiten für ganz Deutschland zu berechnen. Den für Berlin geltenden Zeitangaben ist die Korrektion a (13°,1 - λ) + b (φ - 52°,4) hinzuzufügen, wobei λ und φ die geographische Länge und Breite des Beobachtungsortes bedeuten.

Bemerkenswerte Konstellationen.

April	h		April	h	
4.	22	Mars in Konjunktion mit dem Monde.	15.	13	Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
6.	11	Uranus in Konjunktion mit dem Monde.	17.	5	Neptun in Konjunktion mit dem Monde.
6.	16	Merkur in Konjunktion mit dem Monde.	19.	20	Venus in größter östlicher Abweichung 45°42'.
8.	18	Jupiter stationär.	21.	9	Merkur in Konjunktion mit Mars.
9.	11	Uranus in Konjunktion mit der Sonne.	22.	21	Merkur stationär.
10.	4	Merkur in Konjunktion mit Uranus.	27.	10	Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
10.	7	Venus in Konjunktion mit dem Monde.	29.	20	Mars in Konjunktion mit Uranus.
10.	12	Merkur in unterer Konjunktion mit der Sonne.			

AUS DEM LESERKREISE

Das Wetter im Jahre 1931.

Kein Beruf ist so sehr vom Wetter abhängig wie gerade der des Astronomen. Manches bemerkenswerte Ereignis bleibt durch ungünstiges Wetter unbeobachtet. Es wird also ganz interessant sein, zu erfahren, wieviel klare Abende im Jahre 1931 gewesen sind. Ich habe in Berlin-Johannisthal das ganze Jahr hindurch mit Ausnahme des Juli das Wetter beobachtet, und zwar täglich dreimal, um 7, 14 und 21 Uhr. Die Zahlen der folgenden Tabelle geben an, wie oft jeder Bewölkungsgrad beobachtet worden ist, wobei man beachten muß, daß jeder Tag 3 Beobachtungswerte liefert. Für die Bewölkungsgrade „klar“ und „bedeckt“ sind außerdem in den beiden letzten Spalten die prozentualen Werte angegeben.

1931	klar	leicht be- deckt	halb be- deckt	stark wol- kig	be- deckt	klar in Prozent	bedeckt in Prozent
Januar	7	2	7	12	65	7,5	69,9
Februar	6	6	3	4	65	7,2	77,3
März	31	20	6	6	30	33,3	32,3
April	20	7	9	14	40	22,2	44,5
Mai	19	20	16	6	32	20,4	34,4
Juni	18	16	13	18	25	20,0	27,8
August	8	12	13	25	35	8,6	37,6
September . .	8	7	10	16	49	8,9	54,4
Oktober	16	14	9	14	40	17,3	43,0
November . . .	15	13	6	11	45	16,7	50,0
Dezember . . .	10	5	6	4	68	10,8	73,1
	158	122	98	130	494	15,7	49,5

Man erkennt, daß im Monat März der Himmel am klarsten war, da 31 von den 93 Beobachtungsterminen wolkenlosen Himmel aufwies. Dann folgen April, Mai, Juni. Der Monat Februar hatte das schlechteste Wetter, da von nur 84 Beobachtungsterminen 65 bewölkten Himmel hatten. Von 334 beobachteten Abenden

waren 67 klar, das sind 19,5%. Perioden von mindestens drei klaren Abenden waren 10 im Jahr. Sonnenhalos beobachtete ich 14, darunter ein sehr gut ausgeprägtes mit Nebensonnen und Horizontalkreis am 31. März, Mondhalos dagegen nur 4.

W. v. Bezold, V. F. T.-Mitglied.

KLEINE MITTEILUNGEN

Streifende Sternbedeckung durch den Mond.

Von besonderem Interesse war die vom „Weltall“ angezeigte Bedeckung des Sterns 66 Arietis durch den Mond am 14. Februar 1932. Während für Berlin eine Sternbedeckung stattgefunden hat, ereignete sich hier in Marburg lediglich ein sehr naher Vorübergang. Die Beobachtung begann gegen 18^h 40^m, wo der Stern im umkehrenden Fernrohr nahe dem Südpol des Mondes — also oben. — wenige Bogenminuten rechts von der Schattengrenze aufgefunden wurde. Immer näher schob sich der Mond an den Stern heran, bis gegen 18^h 48^m die nahestehende Stellung eintrat. In diesem Augenblick verschwand der Stern für einige Sekunden, und die Vermutung liegt nahe, daß — wenn auch von der Mondscheibe selbst nicht bedeckt — er sich hinter einem am Rande hervorspringenden Bergrücken oder dgl. verbarg. Bemerkenswert war noch die bei 50facher Vergrößerung sehr nahe Konjunktion mit einer erleuchteten doppelten Bergspitze, deren gelbliches ruhiges Licht sich von dem infolge nicht sehr guter Luftverhältnisse funkelnden Sternpünktchen deutlich unterschied. — Es wäre sehr wünschenswert, auch von anderen Orten zu erfahren, ob eine wirkliche Bedeckung oder nur sehr naher Vorübergang stattgefunden hat.

Walter Theile, stud. astr.

Die Sonnenfleckenzahlen für das Jahr 1931

weisen nur für den Monat Februar einen höheren Wert auf. Das Jahresmittel von 20,9 liegt beträchtlich unter dem vorjährigen von 35,9. Das nächste Minimum wird etwa für die Jahre 1933 oder 1934 zu erwarten sein. Wir führen nachstehend die provisorischen Sonnenfleckenzahlen der Züricher Sternwarte für die einzelnen Monate auf:

Januar	15,2	Juli	16,7
Februar	41,8	August	13,8
März	29,1	September	19,2
April	30,9	Oktober	9,7
Mai	24,1	November	17,2
Juni	15,3	Dezember	18,3

G. A.

Venus am Tage. Durch die günstige Stellung von Mond und Venus gelang es mir, die Venus am 10. Februar schon nachmittags zu finden. Sie stand rechts vom Mond, etwa in gleicher Höhe mit ihm. Die Beobachtungszeit war 14^h 1/2. Die Sonne war noch sehr hell, dennoch konnte ich die Venus als ganz kleines Lichtpünktchen sehen. Ich richtete nun meinen Zweißöller auf das Gestirn und hatte ein klares, lichtstarkes Bild des Planeten. Die Sichtbarkeit des Planeten wird immer besser, so daß sicher im nächsten Monat eifrigere Beobachter den Planeten am Tageshimmel finden werden.

W. v. B.

Feinkorn-Emulsionen und Feinkorn-Entwicklung.

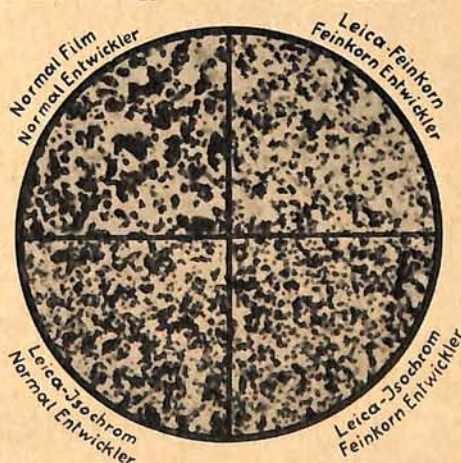
Für astronomische Zwecke werden je nach dem gewünschten Effekt verschiedene Emulsionen verwandt, und zwar: unsensibilisierte, orthochromatische und panchromatische. Oft wird eine besonders hohe Empfindlichkeit verlangt, um die schwächsten Lichteindrücke, die von anderen Weltkörpern zu uns gelangen, auf der photographischen Platte festhalten zu können. Mit zu-

nehmender Empfindlichkeit zeigt das Negativmaterial bekanntlich ein Größerwerden des Silberkornes, und man wird bei Aufnahmen, bei denen besonderer Wert auf Wiedergabe kleinster Details des Aufnahme-Objektes gelegt wird, weniger empfindliche Feinkorn-Emulsionen bevorzugen. Ein solches Negativmaterial ist der Agfa-Feinkorn-Film, der zur Zeit in Kinefilm-Breite von 35 mm für kinematographische Aufnahmen sowie für Aufnahmen mit der bekannten Leica-Camera verwandt wird.

Es gelingt jedoch auch, durch entsprechende Entwicklung höchstempfindliche Emulsionen feinkörnig zu entwickeln. Allgemein bekannt ist, wie weit sich z. B. der Schleier, die Gradation oder die Lichthofbildung durch die Art der Entwicklung beeinflussen lassen. Ebenso ist die Körnigkeit sehr erheblich von der Zusammensetzung der Entwickler-Lösung abhängig.

Wenn eine Platte in einem konzentrierten Rapid-Entwickler, der viel Alkali enthält, entwickelt wird, so resultieren stets ziemlich grobkörnige Negative. Ein Entwickler, der wenig Alkali und große Mengen Natriumsulfit enthält, arbeitet wesentlich feinkörniger. Allerdings wird durch die Verringerung der Alkali-Menge die Entwicklungszeit entsprechend verlängert. Beim Vergleich von einem gewöhnlichen Rapid-Entwickler-Rezept mit einem Feinkorn-Entwickler-Rezept ist dieser Unterschied klar zu erkennen:

Agfa 20	Agfa 14
1 Liter Wasser	1 Liter Wasser
2,0 g Metol	4,5 g Metol
4,0 g Hydrochinon	85,0 g Natriumsulfit sicc.
25,0 g Natriumsulfit sicc.	(170 krist.)
(50 kr.)	0,5 g Bromkalium
18,5 g Soda sicc. (50 kr.)	1,0 g Soda sicc. (2,7 kr.)
2,0 g Bromkalium	
Entwickl.-Zeit: 3-4 Min.	Entwickl.-Zeit: 15-18 Min.



Die Korngröße verschiedener photographischen Schichten bei Normal- und Feinkorn-Entwicklung (ca. 1000fache Vergrößerung).

Feinkorn-Entwickler-Rezepte sind von verschiedenen Seiten vorgeschlagen. Man braucht für Alkali nicht Soda oder Pottasche zu benutzen, sondern kann auch andere Substanzen, die schwach alkalisch reagieren,

verwenden, so z. B. Borax. Auch gebrauchsfertige Feinkorn-Entwickler sind im Handel erhältlich, von denen hier der Agfa-Final-Entwickler genannt sei. Dieser Entwickler hat noch den besonderen Vorzug, daß er nicht, wie die meisten anderen Feinkorn-Entwickler, eine längere Entwicklungszeit benötigt, sondern bereits in ca. 6 Minuten die Negative ausentwickelt.

Aus den beigegebenen Mikro-Aufnahmen ist deutlich der große Unterschied zu ersehen zwischen einer Emul-

sion, die in einem normalen Entwickler entwickelt ist und einer solchen, die in einem Feinkorn-Entwickler hervorgerufen wurde. Die Feinkorn-Entwickler geben uns die Möglichkeit, auch höchstempfindliche grobkörnigere Emulsionen mit erstaunlicher Feinkörnigkeit entwickeln zu können, doch wird die höchste Feinkörnigkeit naturgemäß mit einer Feinkorn-Emulsion, die in Feinkorn-Entwickler entwickelt ist, erreicht:

Dr. Riemann.

BÜCHERSCHAU*)

Lübke, Anton: Der Himmel der Chinesen. 141 S. m. Textabb. u. 76 Abb. auf 39 Tafeln. R. Voigtländers Verlag, Leipzig 1931. Pr. kart. 5,20 M., geb. 6 M.

Zur Kennzeichnung des obengenannten Buches mögen die folgenden Ausschnitte aus dem Vorwort und die Angabe des Inhaltsverzeichnisses dienen: „Wenn man von chinesischer Astronomie spricht, meint man damit zugleich auch die religiöse Auffassung, die Weltanschauung, die Erkenntnis der Dinge im Kosmos und vom Menschen, welche sich China im Laufe der Jahrtausende zu eigen gemacht hat. Mit dem Eindringen in dieses Wissensgebiet wird einem zugleich auch die Sinnesart, die Kultur und der wissenschaftliche Fortschritt eines alten Volkes offenbar, das wir als Menschen der Zivilisation und der hohen Technik manchmal mehr oder weniger als halbkultiviert und unter uns stehend betrachten, während in Wirklichkeit in diesem Volke ein Scharfsinn, ein tiefes Denken und eine große Erkenntnis vom Wesen des Weltalls und Demut vor der Schöpfung von seltener Größe zu finden ist.

Gerade die Astronomie war die einzige Wissenschaft, welche sich durch alle Jahrhunderte hindurch in logischer Fortentwicklung bemüht hat, die Rätsel über uns zu lösen. Kaum eine andere Wissenschaft gibt es, deren Geschichte ein so ehrenvolles Zeugnis für die geistige Begabung der Völker im einzelnen und des Menschengeschlechtes im ganzen und für deren Befähigung zu beständigem Fortschreiten auf der Bahn der Erkenntnis ablegt wie die Wissenschaft der Astronomie. In ihr haben alle Kulturvölker, auch die Chinesen, tief gedacht, und ihr Staunen wurde groß in Demut vor den Wundern des Himmels.

Dem Chinesen galt seit Jahrtausenden die Astronomie als eine Wissenschaft, die ihm nicht in erster Linie dazu bestimmt war, in die tiefsten Erkenntnisse des Weltalls vorzudringen, sondern ihm war es darum zu tun, zu wissen, wie dieses unermeßliche Himmelsuhrwerk funktionierte, und wie er diese Systematik der Schöpfung einordnen sollte in sein eigenes Leben, wie er sie als Vorbild benutzen konnte für die Harmonie in Staat und Gesellschaft.“

In den einzelnen Kapiteln wird ein klares und lebendiges Bild der wichtigsten Wissenschaft der Chinesen, der Himmelskunde, vermittelt. Die hauptsächlichsten Erscheinungen der chinesischen Astronomie hinsichtlich der Vorstellung vom Kosmos und der Verbindung mit religiöser und philosophischer Anschauung werden auf S. 11—34 herausgestellt. Der in China so bedeutungsvolle Kalender wird auf S. 35—47 einer Würdigung unterzogen, und besondere Äußerungen des praktischen Lebens, die bei den Chinesen in engem oder entferntem Sinne mit der Astronomie, den Erd- oder Himmelserscheinungen in Verbindung standen, kommen auf den S. 48—57 zur Sprache. Chinesische Uhren und astronomische Instrumente als Hilfsmittel der Astronomie, Glocken, Trommeln als Zeitkündler, das astronomische Tiersymbol, die Farben- und Zahlenmystik füllen S. 58—99, und auf S. 100—141 wird die

tiefe Bedeutung der chinesischen Schrift und ihr Ursprung, das Beziehungsverhältnis der chinesischen Musik und der Architektur zur Astronomie dargestellt. Das Bildmaterial ist zum größten Teil vom Verfasser selbst in China aufgenommen worden, anderes ist durch einige Bilder aus verschiedenen Chinawerken ergänzt. Al.

Bavink, Bernhard: Ergebnisse und Probleme der Naturwissenschaften. Eine Einführung in die heutige Naturphilosophie. 4. Aufl., neu bearbeitet und erweitert. 616 S. m. 88 Abb. Verlag S. Hirzel, Leipzig 1930. Pr. geh. 23 M., geb. 25 M.

Wenn des öfteren die Ansicht vertreten wird, daß es einem einzelnen heute nicht mehr möglich ist, das ganze naturwissenschaftliche Wissen zu verarbeiten, so muß man dem insofern beistimmen, als die Menge der Spezialforschungen fast unüberschaubar ist. Berücksichtigt man dagegen nur das Wesentliche der verschiedenen Forschungszweige, das für unser Weltbild grundlegend ist, so dürfte es heute dem erfahrenen Forscher doch nicht verwehrt sein, sich ein Universalwissen zu verschaffen. Das Werk Bavinks beweist, wie wertvoll eine solche einheitliche Darstellung und Durcharbeitung des gesamten naturwissenschaftlichen Problemkreises ist, weil dadurch die Grundlage zu einer philosophischen Vertiefung geschaffen wird. Der Leser erhält ein abgerundetes Gesamtbild sowohl der exakten wie der biologischen naturwissenschaftlichen Forschung und wird in die Lage versetzt, die Dinge in ihren Zusammenhängen zu schauen. Dem philosophisch interessierten Leser dürfte die Lektüre des Werkes einen kaum zu überbietenden Genuß bereiten. Die Klarheit der Darstellung ist bewundernswürdig, und so wird auch der neuen Auflage des Bavinkschen Werkes ein großer Erfolg beschieden sein. G. A.

Gutenberg, Dr. B.: Lehrbuch der Geophysik. Lieferung 5 (Prof. Weickmann „Mechanik und Thermodynamik der Atmosphäre“ und Prof. Gutenberg „Geophysik und Lebewesen“). S. 797—1017, 125 Abb. Verl. Gebr. Borntraeger, Berlin 1929. Pr. geh. 18 M.

Mit der vorliegenden 5. Lieferung ist das Lehrbuch der Geophysik abgeschlossen, und es erscheint daher angebracht, einen kurzen Gesamtüberblick über das Werk zu geben. Es setzt sich aus 18 Abschnitten zusammen, die, aus der Feder anerkannter Autoritäten stammend, eine aufschlußreiche Darstellung des durch physikalische Forschung erlangten Wissens von unserer Erde einschließlich ihrer Lufthülle geben. Die großen Fortschritte, welche die Geophysik in den letzten Jahrzehnten gemacht hat, treten deutlich hervor, da sie eine so klare Behandlung finden. Ebenso hervorragend wie die textliche Darstellung ist die äußere Ausstattung. Mehr als 400 Abbildungen schmücken das Werk, das den Interessenten nicht warm genug empfohlen werden kann. G. A.

*) Alle Werke können von der „Auskunfts- und Verkaufsstelle der Treptow-Sternwarte“, Berlin-Treptow, bezogen werden.

„Das Weltall“ erscheint monatlich (Januar/Februar und Juli/August in je einem Doppelheft). Bezug durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow (Postscheckkonto Berlin Nr. 4015) sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten. Preis jährlich 8 M. (Ausland 10 M.) Einzelheft 1 M., Doppelheft 1,50 M. — Über Anzeigengebühren erteilt der Verlag bereitwilligst Auskunft.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Günter Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: Otto Rathe, Berlin-Treptow. Druck von Carl Fr. Berg vorm. J. Windloff, Berlin SW 68.

DAS WELTALL

Herausgegeben von Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

Schriftleiter: Günter Archenhold.

31. Jahrgang Heft 7

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

April 1932

Inhaltsverzeichnis:

- | | |
|---|-----------|
| 1. Das Internationale Polarjahr 1932/33. Von Dr. Max Grotewahl u. Arnulf Scholz. (Mit einer Abbildung.) | Seite 89 |
| 2. Über den Ursprung der Woche. Von Konrektor L. W. Roose | „ 93 |
| 3. Studien über den Lichtwechsel von α Orionis. Von Prof. Dr. J. Plaßmann | „ 96 |
| 4. Charakterbilder aus der Geschichte der Astronomie. Von Professor Dr. F. Dannemann. III. Edmund Halley. (Mit einer Abbildung.) „ | 98 |
| 5. Die Ableitung des Newtonschen Anziehungsgesetzes aus dem dritten Keplerschen Satze. Von Albert Rosenstein | Seite 100 |
| 6. Der gestirnte Himmel im Mai 1932. Von Günter Archenhold. (Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.) . . | „ 101 |
| 7. Kleine Mitteilungen: Neuer Planet oder Komet. — Veränderlichkeit der Sonnenrotation? — Gute Sichtbarkeit des Zodiakallichts. — Halobeobachtungen auf der Treptow-Sternwarte. — Ein neuer Flugzeugkompaß. | „ 103 |
| 8. Bücherschau | „ 104 |

Nachdruck nur mit Genehmigung der Schriftleitung, Auszüge nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Das Internationale Polarjahr 1932/33.

Von Dr. Max Grotewahl u. Arnulf Scholz.

(Mit einer Abbildung.)

Das Jahr 1932 ist das bedeutendste und wichtigste für die Polarforschung aller Völker. Am 1. August 1932 wird nach 50 Jahren zum zweiten Male das Internationale Polarjahr beginnen. Der Gedanke, die Polargebiete unter systematische Beobachtungen zu stellen, stammt von dem österreichischen Polarforscher Weyprecht, der 1872—1874 die Tegetthoff-Expedition leitete. Da die Polarforschung stets eine kostspielige Angelegenheit ist, die viel Zeit erfordert, und andererseits die Fülle der Probleme gerade z. Z. unerschöpflich ist, so muß es wünschenswert sein, daß sämtliche Kulturenationen unter gemeinsamen Gesichtspunkten ihr Bestes an die Erforschung der polaren Regionen setzten.

Um die Bedeutung der Polarforschung bzw. dieses „Polarjahres“ einmal zu kennzeichnen, sei hier ein Satz Weyprechts angeführt, den er in Graz auf der 48. Versammlung der Naturforscher und Ärzte 1875 zur Begründung des 1. Internationalen Polarjahres aussprach: „Die arktische Forschung ist für die Kenntnis der Naturgesetze von höchster Wichtigkeit.“

Wir müssen feststellen, daß dies heute ebenso gilt wie vor 50 Jahren. Aber das unmittelbare, praktische Interesse ist heute z. T. noch größer als früher. Schifffahrt, Fischerei und Landwirtschaft sind an der Erforschung der Polargebiete, z. B. wegen ihres Einflusses auf unsere Wetterbildung, stark interessiert. Der transatlantische und natürlich der transpolare Luftverkehr erheischen ein gründliches Studium der meteorologischen Verhältnisse gerade der Polarregionen.

Die elektrischen und Polarlichterscheinungen sind ebenfalls von größter Bedeutung, und schließlich hat die Biologie eine ganze Reihe tiergeographischer Fragen zur Untersuchung zu stellen, die für die Fischerei von hoher Wichtigkeit werden dürften.

Geschichtliches vom Internationalen Polarjahr 1882/83.

Weyprecht sagte auf der genannten Versammlung in Graz: „Es ist wohl nicht zu viel gesagt, daß die Polargebiete für alle Zweige der Wissenschaft für das Studium der Naturkräfte die wichtigsten Gegenden unseres ganzen Erdballs sind. Die extremen Bedingungen, unter denen die Naturkräfte daselbst auftreten, rufen Erscheinungen hervor, welche das beste Mittel zum Studium der Naturkräfte sind.“ Er forderte meteorologische, geophysikalische, astronomische, geographische und biologische Arbeiten. Die rein geographischen Entdeckungsfahrten sollten gar keine besondere Rolle spielen. Gerade die Jagd nach unbekanntem Ländermassen, nach dem Pol, hatte bis dahin alle wissenschaftlichen Fragen stark zurücktreten lassen. Die oft mit bedeutenden Geldern versehenen Expeditionen waren meistens doch recht arm an Ausbeute zurückgekehrt, und weil sie eben nur vereinzelt vorkamen, handelte es sich jeweils nur um Einzelergebnisse, die für die wissenschaftliche Erschließung der Polargebiete fast wertlos waren. Weyprecht forderte deshalb einjährige Dauerstationen. Diese alle zusammen seien noch billiger auszurüsten, als eine große Polar-

expedition kostet. Die Beobachtungspunkte seien um so günstiger gewählt, je intensiver die Erscheinungen aufträten, die es zu studieren gäbe. Auf dem zweiten Internationalen Meteorologen-Kongreß in Rom 1879 faßte man den Entschluß, noch im selben Jahr in Hamburg eine internationale Polarjahrs-Kommission zusammenzutreten zu lassen. Diese wählte als ihren Präsidenten den Direktor der Deutschen Seewarte, von Neumayer. Ihm ist in allererster Linie der Erfolg zu danken, den das Internationale Polarjahr 1882/83 verzeichnen konnte. Es beteiligten sich an dieser ersten Sitzung Dänemark, Finnland, Frankreich, England und Kanada, Niederlande, Norwegen, Österreich-Ungarn, Rußland, Schweden und U. S. A. Auf der zweiten Tagung in Bern 1880 besprach man Einzelheiten zur Durchführung des Polarjahres, und in Petersburg auf der dritten Tagung setzte man die Arbeiten, die Orte und Beobachtungszeiten der einzelnen Expeditionen fest. Es sollten 13 Stationen in der Arktis und 2 im Südpolar-Gebiet errichtet werden. Nur 9 von diesen war damals die Verbindung mit der übrigen Welt möglich, die anderen waren völlig von ihr abgeschnitten. Auch Stationen zu Schiff waren beteiligt. Alle sollten 12 Monate hindurch meteorologische, erdmagnetische und Polarlichterscheinungen verfolgen, Beobachtungen der elektrischen Erdströme machen und zoologisches, botanisches, hydrographisches, geologisches und ethnographisches Material sammeln. Die Biologie wurde damals fast gar nicht berücksichtigt, nur Frankreich und die Vereinigten Staaten hatten Fachleute entsandt und machten entsprechende Ausbeute. Der ungeheure Ertrag dieser polaren Beobachtungen auf allen Arbeitsgebieten, die gemeinsame Arbeit der 11 beteiligten Nationen ist in 20 wissenschaftlichen Bänden niedergelegt. Das letzte Werk erschien 1910. Deutschland hatte 2 Stationen unterhalten, eine in der Arktis im Kingua Fjord auf Baffinsland, die andere in der Antarktis in Moltkehafen auf Südgeorgien an der Royal-Bucht. Dazu kamen noch 6 deutsche meteorologische Stationen 2. Ordnung an der Küste von Labrador, die von Missionaren der Herrnhuter Brüdergemeinde besetzt waren; diese führten noch 10 Jahre lang ihre wertvollen Beobachtungen fort. Dieses Jahr 1882/83 brachte aber schließlich auch eine große Erweiterung der polaren Erfahrungen.

Das Polarjahr 1932/33.

Der Präsident der Deutschen Seewarte Hamburg, Exzellenz v. Dominik, machte 1929, also fast 50 Jahre später, den Vorschlag, ein zweites internationales Polarjahr abzuhalten und fand damit überall große Zustimmung. Die gesamten Naturwissenschaften, insbesondere auch Meteorologie und Geophysik, sind seit dem ersten Polarjahr gewaltig fortge-

schritten. Die Kenntnisse der atmosphärischen Elektrizität und der Einflüsse der Sonnenstrahlung haben sich inzwischen beinahe zu selbständigen Wissensgebieten entwickelt. Die Aerologie kannte man vor 50 Jahren überhaupt noch nicht. Auch die Biologie, die 1882/83 zu kurz kam, stellt heute große Forderungen; und zwar handelt es sich, wie oben schon erwähnt, um ökologische, aber auch physiologische Probleme.

Wir besitzen heute schon zahlreiche Dauerstationen sogar mit Funkdienst in jenen hohen Breiten und konnten einen gewissen Einblick in die meteorologischen Fragen der Arktis gewinnen. Es ist jetzt aber nötig, das vorhandene Netz von Stationen um den Pol noch zu verengern und weiter nach Norden vorzuschieben; andererseits will man aber auch die Beobachtungsstationen unserer Breiten im Polarjahr mit heranziehen. Der Name „Polarjahr“ ist also gar nicht mehr korrekt, denn es werden auch eine ganze Reihe von Stationen in den gemäßigten Zonen und den Tropen an den geophysikalischen und meteorologischen Beobachtungen teilnehmen, so daß man die Vorgänge auf dem gesamten Erdball studieren wird.

Im September 1929 trat die von 34 Staaten besandte Internationale Meteorologen-Kommission in Kopenhagen zusammen, die eine Internationale Polarjahrs-Kommission ernannte, und diese wählte Direktor Prof. Dr. La Cour (Dänemark) zu ihrem Präsidenten. Eine Resolution etwa folgenden Inhalts wurde von den Teilnehmern gefaßt: Die Konferenz ist der Ansicht, daß magnetische, Polarlicht- und meteorologische Beobachtungen in einem Netz von Nord- und Südpolarstationen gemacht werden, die unsere meteorologischen und magnetischen Kenntnisse nicht nur der Polarkappen, sondern des gesamten Erdballs erweitern werden. Die Konferenz ist ferner der Meinung, daß die so gewonnenen neuen Kenntnisse praktische Anwendung in der Lösung der Probleme der See- und Luftfahrt, der Radiotelegraphie und der Wetterprognose finden werden. Die Unterstützung durch die nationalen Organisationen wurde ebenfalls in Kopenhagen zugesagt. Auch andere Vereinigungen, wie die Internationale Union für Geodäsie und Geophysik, die 1930 in Stockholm tagte, faßte den Beschluß, mit den internationalen meteorologischen Organisationen zusammen geophysikalische Beobachtungen anzustellen. Der ständige Rat zur Erforschung der Meere wird die Beobachtungen zur See unterstützen. Die Internationale Vereinigung der Radiotelegraphischen Wissenschaften bildete eine Unterkommission zur Erforschung der drahtlosen Telegraphie. Viele Länder haben eine besondere Polarkommission ernannt, in Deutschland führt Exzellenz v. Dominik den Vorsitz.

Wichtig ist die Verteilung der Stationen im Nord-Polargebiet. Es wurde bisher in dieser Frage nichts Abschließendes unternommen, weil wegen der Weltwirtschaftskrise ganz außerordentliche Schwierigkeiten vorhanden sind. Entgegen dem Internationalen Polarjahr 1882/83 ist ein großer Teil der damaligen Stationen heute regelmäßig erreichbar. Es kommen entsprechend den heutigen wissenschaftlichen Forderungen noch eine Reihe von neuen Stationen hinzu, die leicht erreichbar, aber in bedeutend höheren Breiten liegen werden. Trotz allem bleibt ein großes Gebiet im nördlichen Kanada und im polaren Meere unbesetzt. Hier müßten zum mindesten die Stationen des Ersten Inter-

Beobachtungen, Einrichtungen und allgemeine Pläne behandelt, sowie einheitliche Meß- und Beobachtungsverfahren besprochen. Das zunehmende Interesse aller Länder an diesem Unternehmen führte zur 2. Tagung der Internationalen Polarjahrs-Kommission in Innsbruck. 48 Nationen sagten bisher trotz der überall bedenklichen Wirtschaftslage ihre Teilnahme zu. Man beschloß einmütig, als Arbeitsperiode im Nord-Polargebiet die Spanne 1. 8. 32 bis 1. 8. 33, für das Süd-Polargebiet 1. 1. 33 bis 1. 1. 34 festzusetzen. In der Arktis wurden 43 Stationen empfohlen.

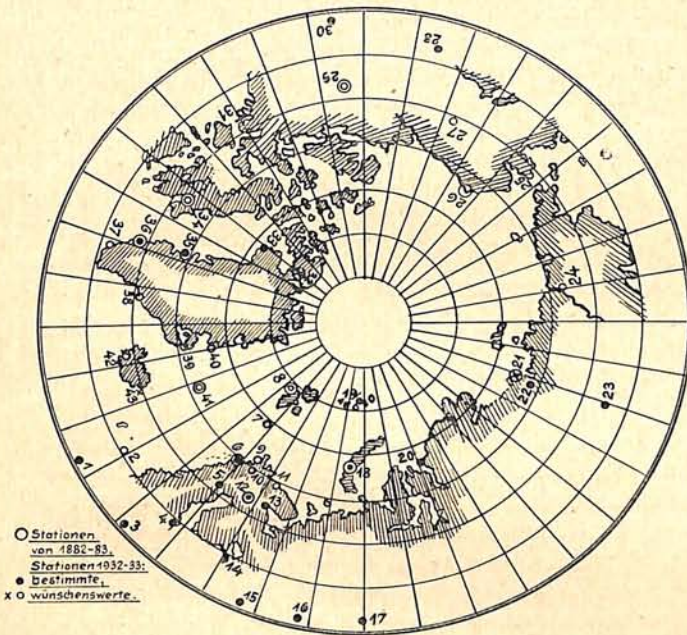
Von den sechs geplanten antarktischen Stationen ist eine schon auf den Südorkney-Inseln in Betrieb. Eine zweite wird von der Argentinischen Regierung auf der Neujahrs-Insel eingerichtet, ferner sind Stationen auf den Kerguelen, der Oster-Insel, auf Tristan da Cunha von Frankreich, Chile und Brasilien vorgesehen. Auf Graham-Land wird von der Regierung der Falkland-Inseln eine Station ausgesetzt. Man hofft, daß Neuseeland auf den Macquarie-Inseln und Cap Adare je eine Station übernimmt, und daß evtl. noch eine oder zwei Stationen durch private Expeditionen auf dem antarktischen Kontinent selbst besetzt werden.

Die Aufgaben des Internationalen Polarjahres 1932/33.

Der Aufgabenkreis des Polarjahres hat sich in den 50 Jahren seit dem ersten internationalen Polarjahr außerordentlich erweitert. Als Hauptarbeiten sind auch jetzt, wie schon mehrfach gesagt, meteorologische, erdmagnetische und Polarlichtbeobachtungen zu erledigen. Während man 1882/83 überhaupt erst Kenntnisse auf diesen Gebieten erlangen und das Wesen all dieser Dinge kennen lernen wollte, ist man heute darauf aus, Beobachtungsmaterial zu sammeln, das dazu dienen soll, bestehende geophysikalische Fragen zu entscheiden, die sich aber nicht auf die Polargebiete allein beschränken, sondern die Erde als Ganzes erfassen. Daher ja auch die Ausdehnung der Beobachtungen auf die gesamte Erdoberfläche. In diesem Zusammenhang muß man natürlich auch Beobachtungen zur See durchführen.

Mehrere Handels- und Kriegsschiffe werden außer den Fahrzeugen der Eispatrouille und den evtl. auch einzusetzenden russischen Eisbrechern und Fischereischutzfahrzeugen diesen Beobachtungsdienst wahrnehmen und gleichzeitig bei ihren Fahrten, wie die Aeroarktik vorschlug, Meerestiefenmessungen und ozeanographische Beobachtungen aller Art damit verbinden.

Auf allen Stationen werden zu gleichen Tageszeiten mit möglichst gleichartigen Instrumenten die meteorologischen und aerologischen Messungen vorgenommen. Es sollen möglichst alle Vorgänge in unserer Atmosphäre überwacht werden. Der Verlauf der Stromlinien der



Polarjahrs-Stationen nördl. 55° n. Br., nach der Karte des „Premier rapport de la Commission internationale de l'année polaire, 1932/33.“

1. Eskdalemuir; 2. Lerwick; 3. Rude Skov (Kopenhagen); 4. Lovö (Stockholm); 5. Abisko; 6. Bossekop-Tromsö; 7. Bären Insel; 8. Kap Thorsden; 9. Hammerfest; 10. Kautokeino; 11. Petsamo; 12. Sodankylä; 13. Kandalksha; 14. Slutsk; 15. Kutchino; 16. Kasan; 17. Swerdlowsk; 18. Matotschkin Küste; 19. Hooker Insel; 20. Dickson; 21. Lena-Mündung; 22. Bulun; 23. Jakutsk; 24. Nishni Kolymsk; 25. Jellen (Ost Kap); 26. Point Barrow; 27. Fairbanks; 28. Sitka; 29. Fort Rae; 30. Meanook; 31. Chesterfield; 32. Fort Conger (Lady Franklin Bay); 33. Kap York (Thule); 34. Kingua Fjord; 35. Godhavn; 36. Godthaab; 37. Ivigtut; 38. Angmagssalik; 39. Scoresby-Sund; 40. Mygbugden; 41. Jan Mayen; 42. Reykjavik; 43. Seydisfjord.

nationalen Polarjahres wieder besetzt werden und ferner die bewohnten Siedlungen, um jedenfalls die damaligen Leistungen wieder zu erreichen. England beabsichtigt, Fort Rae in Kanada, U. S. A., außer den Stationen Fairbanks und Point Barrow, die auch 1882/83 besetzt waren, Fort Conger auf Ellesmere Land durch Privat-Expeditionen zu besetzen. Damit sind jedenfalls die Stationen von 1882/83 gesichert.

Auf der Tagung im August 1930 in Leningrad kündigte U. S. S. R. an, 14 neue Stationen im russischen Sektor zu errichten. Weiter wurde die Ausdehnung der Polarjahrs-Beobachtungen auch auf die südlichen Breiten bis zu den Tropen beschlossen. Es wurden Programme für

Luft an der Erdoberfläche und in den höheren Luftschichten bis herauf in die Stratosphäre ist Gegenstand der aerologischen Forschung. Die Verfolgung der Kaltluftmassen, die von den relativ kleinen Polarkreisen herkommen, wird in Entstehung, Bewegung und Veränderung sehr aufschlußreich werden. Man kann sie, wenn sie über die einzelnen Stationen hinwegziehen, in ihren Änderungen in Stärke und Richtung und im Feuchtigkeitsgehalt unmittelbar beobachten. Es werden dazu auch einige Bergstationen errichtet, die mindestens in 1000 m Seehöhe außerhalb der unmittelbaren Einflußzone der Erdoberfläche liegen sollen. Flugzeug und Pilotballon werden auf den anderen Stationen wichtige Helfer sein, wenn man sie auch nur für begrenzte Zeiten einsetzen kann. Alle Stationen zu Lande und zur See werden aber in der Lage sein, das Moltchanoff-Gerät zu benutzen, das sich auf der Zepelin-Arktisfahrt 1931 so glänzend bewährte. In Fachkreisen erhofft man von seiner Anwendung, besonders bei Messungen in der Stratosphäre, ganz große und reiche Ergebnisse. Die gleichzeitige Registrierung von erdmagnetischen und Polarlichterscheinungen ist ebenso wie die der elektrischen Erscheinungen nur den Stationen niedriger Höhe vorbehalten. Die Beobachtung der erdmagnetischen Elemente macht es erforderlich, daß die Stationen entsprechend dem magnetischen Kraftfeld der Erde und dem Auftreten von Störungen ausgesucht werden. Die Zonen des häufigsten Auftretens von Polarlichtern werden aber bei der Stationswahl bevorzugt.

Die erdmagnetische Forschung hat in der Seefahrt und transpolaren Luftfahrt größte Bedeutung zur Gewinnung der magnetischen Weltkarten. Die reine Wissenschaft hat aber mindestens ein ebenso starkes Interesse daran, weil sie eine Neuberechnung des Erdkraftfeldes erstrebt. Die Polarzonen sind die Gebiete der stärksten erdmagnetischen Felder; die kosmischen Einflüsse sind hier am wirksamsten. Es ist zu hoffen, daß auch die Beziehungen aufgedeckt werden, die zwischen erdmagnetischen Störungen und dem Auftreten des Polarlichts bestehen oder die zwischen dem täglichen Gang der erdmagnetischen Variationen und den luft- und erdelektrischen Erscheinungen etwa vorhanden sind. Die Änderung der Stärke der drahtlosen Wellen, die besonders in diesen Breiten stattfindet, kann evtl. auch auf magnetische Erscheinungen und Auftreten erdmagnetischer Störungen zurückgeführt werden. Man hofft, auch Genaueres über die Erdströme zu erfahren, die wahrscheinlich als Induktionsströme den Kabelverkehr auf langen Strecken stark stören. Evtl. ergeben sich auch Zusammenhänge zwischen erdmagnetischen sowie elektrischen und meteorologischen Erscheinungen. Der Erdmagnetismus ist im Laufe der Jahrzehnte und Jahrhunderte Änderungen

unterworfen, den sog. Säkular-Variationen. Die Forschung vermag vielleicht auch den Ursachen dieser Änderungen auf die Spur zu kommen. Deshalb ist es erwünscht, daß dieselben Stationen des Polarjahres 1882/83 wiederbesetzt werden, bzw. alle jenen Punkte, an denen vor längeren Zeiträumen magnetische Messungen vorgenommen sind. Hier ist also noch wissenschaftliches Neuland zu bearbeiten. Das ist Sinn und Aufgabe des Internationalen Polarjahres.

Die Biologie, die, wie oben schon angedeutet, vor allem ökologische Probleme stellt, erhofft von küstennahen Stationen und vor allem den Seestationen gewinnbringende Arbeit. Abgesehen von tiergeographischen, systematischen usw. Forschungen sind die jahreszeitlichen Tierwanderungen, z. B. die Fischzüge, Vogelzüge, Renttier- und Lemmingwanderungen, der Einfluß des Lichtes und der Wärme, des Gas- und Salzgehaltes auf das Leben der niederen Organismen und der Kleintierlebewelt noch zu klärende Dinge.

Wir ersehen aus diesen Betrachtungen, daß das Internationale Polarjahr 1932/33 die größte wissenschaftliche Zusammenarbeit aller Kulturvölker bringen wird, die je in Angriff genommen wurde, und zwar in fast allen naturwissenschaftlichen Disziplinen.

Um so schmerzlicher ist es, daß Deutschland auf der Innsbrucker Tagung der Internationalen Polarjahrs-Kommission durch seinen Vertreter, Exzellenz v. Dominik, erklären mußte, daß infolge der Not das Reich und auch die Länder sich an dem größten gemeinsamen wissenschaftlichen Unternehmen sehr wahrscheinlich nicht beteiligen können. Soll etwa die deutsche Wissenschaft, die bis heute Weltgeltung hatte, absinken? Nach all den bösen Erfahrungen des letzten Jahres, in dem so viele deutsche wissenschaftliche Institute ihre Pforten schließen mußten, kann man sich diesen schweren Sorgen nicht entziehen. Darf es je möglich werden, daß Deutschland seine Kulturstellung aufgibt, wie es jetzt mit dem Rücktritt von der internationalen Polarjahrsarbeit geschehen kann? Im Lebenskampf unseres Volkes ist seine Wissenschaft sein stärkster und vielleicht einziger Trumpf.

Denjenigen aber, die den Mut in der augenblicklichen Lage so leicht verlieren, bzw. verloren haben und glauben, keine Zeit und Geld für Polarforschung verwenden zu dürfen, halten wir entgegen, daß die für die Polarforschung ausgegebenen Gelder ja restlos wieder der deutschen Volkswirtschaft zugute kommen. Die vielseitige Ausrüstung, die Meßgeräte und Instrumente und der gesamte Proviant, alle die vielen kleinen Dinge, die die Forscher ein Jahr lang zum Leben und Arbeiten und zur Ablenkung und Erholung in ewiger Einsamkeit brauchen werden, haben in Deutschland ihren Ursprung und bringen dem deutschen Arbeiter

Brot. Das angelegte Geld verzinst sich aber erst recht, wenn die meteorologischen und erdmagnetischen Forschungen in Luftfahrt, Fischerei, Schifffahrt und Landwirtschaft zur

Beherrschung der Wissenschaft der Naturkräfte geführt haben. Das und nichts Geringeres ist Sinn und Ziel des Internationalen Polarjahres 1932/33.

Über den Ursprung der Woche.

Von Konrektor L. W. R o o s e.

In London ist eine Broschüre von Moses B. Cotsworth, dem Direktor der „International Fixed Calendar League“, erschienen, die den Titel trägt „Die 7-Tage-Woche und der wöchentliche Ruhetag“. Wie der Untertitel „Ihr natürlicher vor-geschichtlicher Ursprung“ sagt, beschäftigt sich die Broschüre mit dem Problem der Entstehung der Woche.

Die Lektüre ist äußerst interessant; besonders lehrreich sind die Beziehungen der verschiedenen Kulturkreise zu einander, die sich in der oft ähnlichen, ja sogar gleichartigen Zeitmessung und -gruppierung ausdrücken. Es werden dort aber ausschließlich astronomische und religiöse Gesichtspunkte für die Entstehung der Woche geltend gemacht, während z. B. das Zählvermögen — das ist für den Anfang einer Kultur ein eng umgrenzter Zahlenkreis — unberücksichtigt gelassen worden ist. Und doch spielt der Zahlenraum einer Kultur für die Anfänge ihrer Zeitordnung eine große Rolle.

Zwar nehme auch ich an, daß bei den nördlichen Völkern die starke solare Abhängigkeit den größten Einfluß auf Religion und Zeiteinteilung gehabt hat. Sommer und Hitze einerseits, Winter und Kälte andererseits waren solch typische Perioden und dazu unverkennbar von der Sonne diktiert, daß Sonnenverehrung und Jahresrechnung daraus entstehen mußten. Bei den subtropischen Kulturen, denen keine so gewaltigen Jahreszeitenwechsel bekannt waren, wirkte dagegen der Mond mit seinem ständigen Wechsel anregend und sehr bald führend in Zeiteinteilung und Religion.

Jedoch setzen die Erfindungen von Jahr und Monat und die Operation mit diesen Begriffen eine hohe Kulturstufe, verbunden mit hochentwickelten Zahlenbegriffen voraus.

Da unserer dritten Zeiteinteilung, nämlich der Woche, aber keinerlei derartige Spuren anhaften, liegt die Annahme nahe, daß sie weit älter ist als die Einteilung der Zeit in Jahre und Monate.

Da nun Jahr und Monate, gebunden an bestimmte astronomische Erscheinungen, nicht miteinander korrespondierten, verursachten sie der Menschheit viel Kopfzerbrechen, und unzählige Ausgleichoperationen waren von Zeit zu Zeit nötig. Die Geschichte wimmelt darum von Schaltmonaten, Schaltwochen und Schalttagen. Die Religionen beugten sich zwar nicht immer

gleich der Wissenschaft, waren aber gewöhnlich so klug, sich sehr bald die von der Wissenschaft erarbeiteten Vorteile einer neuen Zeitregelung dienstbar zu machen. Ja, als die absolute Sonnenrechnung das Jahr nach Mondmonaten ablöste, der Monat also seine astronomische Bedeutung verlor und zur reinen Verwaltungseinheit herabsank, fügten sich die betreffenden Religionen auch hierin. Ausnahmen machen nur einige religiös stark betonte Kalender, z. B. der mohammedanische und der Hindu-Kalender; aber sie sind deshalb auch sehr kompliziert und in der Anwendung recht umständlich. Im allgemeinen ist also der Monat in den jahrtausendlangen Kämpfen um die Rivalität mit der Sonne unterlegen, eben weil das Jahr die großzügigere Zeiteinteilung darstellt. Merkwürdigerweise hat die Woche nicht das gleiche Schicksal gehabt. Vielmehr herrscht sie, man kann ruhig sagen, seit undenklichen Zeiten neben Monat und Jahr unumschränkt; denn sie hat sich nie den größeren Zeitabschnitten eingeordnet. Und dabei ist gerade die Woche am wenigsten erforscht: Ihr Wesen ist nicht geklärt, ihr Ursprung ist dunkel. Es scheint, daß gerade diese Verschleierung ihres Wesens ihre Stärke ist.

Der Arzt kann einen Zustand am besten beobachten und, wenn nötig, bekämpfen, wenn er Wesen und Ursache desselben kennt. Wollen wir die Woche beherrschen, so müssen wir ihren Ursprung ergründen, der nach meiner Ansicht weder in der Religion noch in der Astronomie, sondern vielmehr in dem beschränkten Zählvermögen längst vergangener Kulturen zu suchen ist.

Nicht allgemein bekannt ist es, daß wir neben unserer uns geläufigen Siebentageweche noch andere Wochen mit z. T. weniger, z. T. mehr Tagen gehabt haben und noch haben. Doch halten wir uns bei unseren Untersuchungen zuerst an unsere jüdisch-christliche Woche.

Über den Ursprung der orientalischen jüdisch-christlichen Siebentageweche gibt es viele Ansichten, von denen ich aber keine als stichhaltig anerkennen kann.

Nach der mosaischen Religion liegt der Woche die Erschaffung der Welt in 6 Tagen zugrunde. Der wochenbeschließende Ruhetag entspricht der Ruhepause des Weltenschöpfers. Abgesehen von der abweichenden Ansicht der Wissenschaft über die Entstehungsdauer des

gegenwärtigen Erdzustandes ist das Auftreten eines Ruhetages nach einer Periode der Arbeit ein Beweis dafür, daß diese Zeiteinteilung erst in einem sehr weit vorgeschrittenen Stadium der Kultur entstanden sein kann. Die junge Wissenschaft der Soziologie zeigt uns klar, daß es auf den Kulturstufen der Fischer, Jäger, Nomaden, Krieger, Seeräuber, Viehzüchter und primitiven Ackerbauer noch keinen periodischen Wechsel zwischen Arbeit und Ruhezeiten gegeben haben kann außer Tag und Nacht.

Auch ein periodisch wiederkehrender Tag ohne besondere sichtbare astronomische Zeichen für außerordentliche Gottesverehrung muß, da er sich durch nichts beweisen läßt, abgelehnt werden. Dagegen ist es erwiesen, daß die Zeiten der Voll- und Neumonde, der Sonnenwenden und anderer astronomischen Erscheinungen wie Finsternisse, Kometen, Sternschnuppenschwärme usf. die Menschheit für religiöse Empfindungen empfänglich machten und noch machen. Nicht nur im Buddhismus, auch in der christlichen Religion bilden solch astronomische Tage die Basis der ganzen Festkultur.

Die Woche aus den Phasen des Mondes ableiten zu wollen, scheint mir schon deshalb hinfällig, weil hierbei die Rechnung nie stimmt; denn von Neumond zu Neumond vergehen 29,53 Tage, was zwar in den Vierteln des Mondes ungefähr 7 Tage ausmacht, aber eben nur ungefähr. Ohne häufige Einschaltung eines achten Tages käme man also nicht aus. Es ist sehr wohl möglich, daß später, nach langer Gewöhnung an die 7-Tage-Periode, die Mondphasen zur Einprägung der ungefähren Wochendauer herangezogen wurden, genau so, wie wir unseren Kindern an den Fingerknebeln und deren Zwischenvertiefungen den Wechsel der Monatslängen von 30 und 31 Tagen klarmachen. Doch werden wir daraus nie die Begründung ableiten, daß deshalb der August 31 Tage haben müsse. Genau so verkehrt wäre es, die 7-Tage-Woche aus den Mondphasen oder, wie das auch oft geschieht, aus den 7 Wandelsternen (einschließlich Sonne und Mond) oder aus 7 indischen, griechischen, römischen oder germanischen Göttern ableiten zu wollen. Die Belegung der Wochentage mit Stern- und Götternamen ist etwa Sekundäres.

Auch die Trächtigkeitsperioden bei Tier und Mensch in ganzen Wochen sind nicht zutreffend und können darum nicht Veranlassung zur 7-Tage-Woche gegeben haben.

Ganz irrig ist die Ableitung der 7-Tage-Woche von der Einrichtung von Märkten in siebentägigen Abständen, weil rohes Fleisch sich 7 Tage frisch halte! In Rom wurden jahrhundertlang Märkte in achttägigem Abstände gehalten, weil Rom nach 8-Tage-Wochen zählte, aber sicher nicht deshalb, weil rohes Fleisch sich unter besonders günstigen Umständen so lange frisch halten läßt.

Außer 7- und 8tägigen Wochen kennt die Geschichte aber auch Wochen mit jeder beliebigen Anzahl von Tagen. So teilten die Ägypter ihre Monate in 3 Wochen zu 10 Tagen; die Indier zählten jahrhundertlang helle und dunkle Wochen zu 14 bis 15 Tagen nach dem zunehmenden und abnehmenden Mond. Bei den Römern kennen wir eine Ära mit 9tägigen, eine andere mit 8tägigen Wochen. Malayen, Mongolen und Maya rechneten nach 5tägigen Wochen, was weder mit dem Frischhalten des Fleisches noch mit den Mondphasen oder der Anzahl der Planeten in irgendeinem Zusammenhange zu stehen scheint. Ja, die Pygmäen Südafrikas haben „Wochen“ zu 2, andere niedere Kulturvölker Wochen zu 3 und 4 Tagen, ohne dabei an einen Wechsel von Arbeits- und Ruhetagen zu denken.

Doch noch immer sind wir dem Problem der Entstehung der Woche nicht nähergekommen.

Gute Fingerzeige geben uns Leo Frobenius und Kurt von Boeckmann in ihren Dokumenten zur Kulturphysiognomik. Die beiden Gelehrten bemühen sich, den Aufbau der Kulturen aus ihren primitivsten Anfängen zu erläutern. Dabei spielen bei Leo Frobenius die Grenzen des Zahlenbegriffes eine große Rolle. Nach ihm ist die ostasiatische Kultur auf der 4 aufgebaut, die abendländische auf der 3. Noch heute steht in China für den Begriff „alle“ die 4, bei uns dagegen die 3.

Die Bezeichnung „Sohn des Himmels“ für den chinesischen Kaiser hatte ursprünglich nichts mit dem Himmelsdom zu tun, sondern hieß „Beherrscher der 4 Meere“, wobei 4 = „alle“ Meere bedeutete. Über „alle“ Meere aber wölbt sich der Himmel; daher bekam der Himmel die gleiche Bedeutung. Unsere 4 Himmelsgegenden (Kompaß!), auch die Einteilung des Jahres in 4 Jahreszeiten ist östliches Leihgut. Vorher hatte bei allen abendländischen Völkern — bei Germanen, Römern, Griechen, Ägyptern — das Jahr 3 Teile. Überall war im Abendlande die 3 führend und ist es z. T. noch heute: 3 Schläge, 3 Parzen, 3 Tage, 3 Helden, 3 Brüder, Dreieinigkeit, 3 Bitten, 3 Verwünschungen, 3 Fragen, 3maliges Klopfen, Abzählen 1—2—3.

Die heute noch nachweisbaren sogenannten fossilen Kulturen in Südafrika, Australien und Feuerland gründen sich auf der 2. Ja, in einigen Sprachen dieser Kulturen gibt es heute noch keine Zahlenbegriffe, die über die 2 hinausgehen. 2 ist gleichbedeutend mit „viel“ und „alle“. Sehr interessant ist es nun, daß wir selbst in unserer Sprache noch Erinnerungen an die gleiche Kulturstufe haben, nämlich wenn wir „alle beide“ sagen. „Beide“ bedeutet „bi“ gleich „zwei“, aber auch — besonders in Verbindung mit „alle“ — die Erschöpfung, das Ende des Zahlenbegriffes. Das gleiche erleben wir bei dem Wort „paar“. Zwar machen wir den Unterschied „Paar“ =

zwei und „paar“ = einige, wenige. Doch war die ursprüngliche Bedeutung das Unübersehbare, das Unzählige, eben das über den Rand des Zahlvermögens „2“ Hinausgehende, bezeichnet mit „paar“. Später kam in dieses Chaos Ordnung hinein, nämlich durch das wiederholte Zählen bis 2, so entstand „Paar“.

Doch was hat das alles mit der Woche zu tun? Nun, es zeigt uns einen Weg. Es ist mir unbekannt, ob irgendein Forscher schon diesen Weg beschritten hat; mir hat er sich geradezu aufgedrängt.

Nehmen wir an, die Pygmäen können nur bis 2 zählen, so können sie auch nur 2 Tage aneinander reihen. Sie haben also Wechsel oder „Wochen“ zu zwei Tagen. Bei relativ höheren Kulturen mit größerem Zahlenraum wird der Wechsel nach 3 und 4 Tagen eingetreten sein. Die Chinesen vor mindestens 6000 Jahren hatten gelernt, an ihren Fingern bis 5 zu zählen und richteten die 5-Tage-Woche ein, aber sicher nicht als Wechsel zwischen Arbeit und Ruhe, den sie heute noch nicht nach Wochen kennen, auch nicht zu gottesdienstlichen Zwecken, sondern weil mit der 5 das Maß der Zahl und somit auch der Zeit voll war.

Ganz ebenso wird es in einer anderen Kultur mit der 7 gewesen sein. Das wäre dann der eigentliche Ursprung unserer Woche. Diese „babylonische“, auch „chaldäische“ Woche genannt, kam später nach Ägypten, zu den Juden, Griechen, Römern und wurde auch vom Christentum, das ja in diesem Kulturkreis entstand, übernommen. Doch steht schon heute fest, daß die Ägypter einen Wochenfeiertag nicht kannten. Vielleicht ist er eine Erfindung der Babylonier, vielleicht führten die Juden einen solchen erstmalig ein. In der mosaischen Gesetzgebung treffen wir meines Wissens seine Forderung zum ersten Male. Gesetzlich eingeführt wurde er aber in Israel erst nach der babylonischen Gefangenschaft.

Außer in der morgenländischen Kultur finden wir 7tägige Wochen auf den Philippinen (13 Monate zu je 4 Wochen) und im gekerbten Runenkalender der baltischen Kultur. Aber auch diese Wochen, wie auch die 8-Tage-Woche der Westeuropäer, waren durchaus kein Wechsel zwischen Arbeit und Ruhe oder Daseinskampf und Gottesverehrung. Sie waren vielmehr Rand der Zählkunst, also Ziel der Zeit. Als Rom schon lange ein geregeltes Staatswesen hatte, finden wir folgende Zeitregelung: 7 Tage der Woche waren der Feldarbeit gewidmet; der letzte Tag aber war dazu bestimmt, die landwirtschaftlichen Erzeugnisse zur Stadt zu bringen; er war also der Handeltag. Bei dieser Gelegenheit wurden auch etwaige Streitigkeiten geregelt. So kam zum Markttag der Gerichtstag. Ein Ruhetag war der 8. Tag also nicht. Doch konnten die religiösen Bedürfnisse an diesem Tage in anderer,

vielleicht besserer Weise befriedigt werden als sonst. Und die Priester werden sich auf diesen Tag des Volksandranges besonders vorbereitet haben. So entstand der Tag des gehobenen Gottesdienstes. Deutlich erkennen wir dieses Stadium auch aus der Bibel: Händler, Wechsler und Tempel sind stets dicht beieinander zu finden.

Dieser herausgehobene Tag wurde allmählich ein Festtag, ein Tag der Geselligkeit, der Arbeitsruhe, des Gottesdienstes. Aus dem Brauch wurde später Gesetz. Und Gesetz ist Regelung für alle; Zuwiderhandlungen werden bestraft. Gesetze aber sind schroff, der großen Masse außerdem mit ihren Segnungen nicht immer leicht verständlich zu machen; deshalb sucht man sie an andere leichter faßliche oder autoritative Dinge anzulehnen. Und solche Dinge findet man bald: Sterne, Mondphasen, Götter, göttliches Vorbild, göttliches Gebot. Eine solche Entwicklung gilt mit zeitgemäßen und örtlichen Varianten für Wochen mit 5, 7, 8, 10 oder 15 Tagen. Denjenigen aber, die trotzdem nur die ununterbrochene 7tägige Woche für eine unantastbare göttliche Einrichtung halten, sei gesagt, daß alle nützlichen Maßnahmen göttliche Einrichtungen sind; denn sie entspringen dem göttlichen Funken im Menschen, dem Verstande. In diesem Sinne waren eben auch die 10tägigen und später die 7tägigen Wochen der Ägypter und die 8tägigen der Römer und Germanen göttliche Einrichtungen.

Langgeübte, segensreiche Einrichtungen können bei Kulturumwälzungen aber schließlich ihren Wert verlieren, ja sich sogar ins Gegenteil verkehren und äußerst hinderlich werden. Haben die derzeitigen Kulturträger nicht die Kraft, diese Einrichtungen zu ändern, dann bewahrheitet sich das Dichterwort: „Es erben sich Gesetz und Rechte wie eine ewige Krankheit fort“, und die Menschheit leidet darunter. Darum ist es höchste Pflicht aller mit Verstand begabten Wesen, mit überlebten Formen aufzuräumen und sich dem neuen Lebensrhythmus anzupassen. Erlebt die gegenwärtige Generation doch gerade eine einschneidende Umstellung! Der Sabbat und Sonntag nach der 6-Tage-Arbeit der Agrarkultur erweitert sich zu einem 1½tägigen Wochenende der Industriekultur; denn die entnervende Fabrik-, Büro- und Laboratoriumsarbeit benötigt eine längere Ruhepause.

Die durch Monate und Jahre ununterbrochen durchgeführte Woche ist, da sie jedes folgende Jahr gegen das verflossene in der Wochenaufteilung verschiebt (Unbeständigkeit des Datums!), eine Erschwerung und Verteuerung der modernen Wirtschaft. Darum ersehnt unsere Kultur ein gleichbleibendes, durchsichtiges Jahr, das man dadurch erreicht, daß man die Woche dem Jahr unterordnet. Diese Forderung ist genau so

gottgewollt wie Einrichtungen früherer Zeiten; denn sie will uns erlösen von der Unsicherheit und Undurchdringlichkeit unserer jetzigen Zeitrechnung. Wenn nämlich die Woche mit dem alten Jahr aufhört, und jedes neue Jahr mit einer vollen Woche beginnt, liegt für alle Jahre jeder Tag klar und vorher kenntlich fest. Wir brauchen Wochentag und Datum nicht erst mühevoll im Kalender zu suchen.

Zusammenfassend sei zum Schluß gesagt: Die Woche hat keine astronomischen Grundlagen wie Monat und Jahr; sie ist allerältestes Kulturgut, nämlich Bündelung von Tagen nach Ausmaß eines einstmaligen Zählvermögens. Später wurde sie Rhythmus zwischen Arbeit

und Ruhe oder Arbeit und Erholung. Die Heilighaltung des Ruhetages als Sabbat, Sonntag, Tag des Herrn, wurde in manchen Kulturen erst durch Gesetz geregelt.

In der Zeitzählung hat die Woche stets eine untergeordnete Rolle gespielt. Diese beschränkte sich auf Brut- und Trächtigkeitsbestimmung, ferner auf Bemessung von Urlaub, Ferien und Freiheitsstrafen. Die eigentlichen Zeitmaße waren stets Monat und Jahr. Die Weiter- und Durchführung der Woche durch Monate und Jahre ist eine Inkonsequenz, entstanden durch Verquickung alter Kulturformen mit neuen; sie ist der heutigen Kultur hinderlich und muß deshalb beseitigt werden.

Studien über den Lichtwechsel von α Orionis.

Von Prof. Dr. J. P l a ß m a n n.

Hauptsächlich in der Absicht, zu weiteren Beobachtungen des merkwürdigen roten Riesensternes Beteigeuze (α Orionis) anzuregen, ist die nachstehende kleine Abhandlung geschrieben worden. Sie bringt eine Gegenüberstellung meiner langjährigen Beobachtungen mit einer neuen, von B. Kukarkin verfaßten Untersuchung*). Wenn er die darüber gemachte Mitteilung auch als vorläufig bezeichnet, so stellt sie doch bereits das Ergebnis aus einem ziemlich umfangreichen Material dar.

Die Helligkeit von α Orionis im Maximum schwankt von 0,46 bis 0,70 und im Minimum von 0,95 bis 1,14 Größenklassen. Übereinstimmend mit den Messungen der radialen Geschwindigkeiten zeigen die Schwankungen der Helligkeit eine Periode von 2070 Tagen. Es handelt sich hier nur um die größeren Schwankungen, nicht um die kleinen, für die nach Kukarkins Ansicht das Material noch nicht ausreicht. Die Elemente des Lichtwechsels sind: Zeit des Minimums = $2410600^d + 2070^d$ E. Die Tage sind hier nach der Julianischen Periode gezählt, wo 2410600^d mit 1887, November 24 nach üblicher Zählung identisch ist. Die Unsicherheit der Epoche wird auf 60, die der Periode auf 15 Tage angegeben. Man gestatte uns nun zunächst, eine geschichtliche Tatsache mitzuteilen, die wohl als Bestätigung der Formel gelten kann.

Schon einige Jahre, ehe John Herschel die Veränderlichkeit unseres Sternes feststellte, hat ihn ein deutscher Gelehrter, dessen Stärke auf anderem Gebiete lag, offenbar auffallend schwach gesehen. Wilhelm Grimm, der eine von den zwei Brüdern, denen die Erforschung unserer Muttersprache so vieles verdankt, hat im Januar 1825 an Jenny von Droste-Hülshoff, die Schwester der großen Dichterin Annette

und spätere Gattin des Germanisten von Laßberg, aus Kassel einen Brief gerichtet, in dem er die junge Freundin auf die Schönheit des Orion hinweist. Schon in dem unbeholfenen Kärtchen, das er zeichnet und das ja durch die typographische Wiedergabe in einer Sammlung (A. Reifferscheid: Freundesbriefe von Wilhelm und Jakob Grimm, Heilbronn 1878) entstellt sein könnte, fällt auf, daß β und γ Orionis, also Rigel und Bellatrix, kräftiger dargestellt sind als α . Bestätigt wird es durch Grimms ausdrückliche Angabe, daß „die zwei großen Sterne Rigel und Bellatrix“ heißen. Gürtel und Jakobsstab werden beschrieben, aber der rote Stern wird der Erwähnung nicht für wert erachtet. Ich habe hierauf vor einigen Jahren an anderer Stelle (Himmelswelt 1929, S. 238) hingewiesen; wir wollen nun mit Kukarkin vergleichen. Setzen wir Grimms Beobachtung der Einfachheit halber auf 1825, Januar 16 = 2387643^d nach Julianischer Zählung, so ist $2410600^d - 2387643^d = 22957^d = 11 \cdot 2070^d + 187^d$. Die Beobachtung ist also 11 Perioden und 187 Tage vor dem Kukarkinschen Normal-Minimum angestellt worden. Die 187 Tage bedeuten noch nicht den 11. Teil der Periode, so daß, auch wenn wir nicht die von Kukarkin gelassene kleine Unsicherheit berücksichtigen, wir ruhig sagen können, daß der rote Stern einem Haupt-Minimum recht nahe gewesen ist. Grimm scheint also richtig gesehen und dabei ahnungslos eine brauchbare Feststellung gemacht zu haben.

In der neuesten Pragerschen Zusammenstellung (Katalog und Ephemeriden veränderlicher Sterne für 1932, 10. kleinere Veröffentlichung der Berlin-Babelsberger Sternwarte) wird, in Übereinstimmung mit Kukarkin, die Periode zu 2070^d und das nächste photographische Minimum auf $2427160^d = 1932$ März 27 angesetzt. Die Anmerkung „unregelmäßige Schwankungen von einigen Wochen oder

*) Siehe: Veränderliche Sterne, Forschungs- und Informations-Bekanntmachungen, Bd. III, Nr. 7. Nishni-Nowgorod 1931, Juni 16.

Monaten“ hält sich gleichfalls im Rahmen der Kukarkinschen Untersuchung.

Die Schwierigkeiten beim Beobachten eines so hellen und dazu roten Veränderlichen sind groß. Die Vergleichssterne liegen weit entfernt, sind also nicht leicht richtig zu fassen, stehen auch in den verschiedensten Höhen; und die Unterschiede ändern sich im Laufe des Winterhalbjahres beständig, da man genötigt ist, den Stern in sehr verschiedenen Stundenwinkeln zu beobachten. Meine eigene Schätzungsreihe geht bis 1894 zurück; doch ist das Material in den ersten Jahren dürftig, und auch nachdem es reichlicher geworden, treten ab und zu magere Jahrgänge ein. Als Vergleichssterne für α Orionis dienten mir Kapella, β Orionis und Aldebaran. Dieser ist ja wohl selber etwas variabel; er wurde deshalb seinerseits auch an den schwächeren Stern γ Orionis angeschlossen, dieser wieder an den gleichfalls variablen Stern δ Orionis, der auch noch mit einigen schwächeren verglichen wurde. Die zahlreichen Anschlüsse von α Tauri an γ Orionis zeigen, daß jener kaum um einzelne Stufen veränderlich ist, jedenfalls viel schwächer als α Orionis. Prager führt Aldebaran überhaupt nicht als veränderlich auf. So wurde beschlossen, bei einer vorläufigen Berechnung des Lichtwechsels dieses Sternes α Tauri einfach als konstant anzusehen und ihm wie den übrigen Vergleichssterne die Helligkeit zu geben, die sie in der Harvard - Revision haben, nämlich:

α Aurigae	0,21
β Orionis	0,34
α Canis minoris	0,48
α Tauri	1,06
γ Orionis	1,70

Der Stern α Can. min. ist nicht so regelmäßig benutzt worden wie die anderen. Die einzelnen Anschlüsse nach dem bekannten Verfahren von Argelander wurden auf wahre Stufenzahlen umgerechnet nach der Formel, welche A. Pannekoek dafür aus meinen Beobachtungen des Algol abgeleitet hat. Dann wurden aber einfach die Mittelwerte aus den Anschlüssen gebildet, ohne Rücksicht auf die Färbung und namentlich auch auf die Höhe, deren Einfluß wohl meistens beim Beobachten selber instinktiv mitberücksichtigt worden ist. Lagen mehr als zwei Anschlüsse vor, so wurde gelegentlich ein stärker abweichender etwas weniger berücksichtigt; dasselbe gilt natürlich von Anschlüssen, die mit Rücksicht auf erheblichere Störung durch Mond oder Wolken stärker verdächtig sind als die anderen.

Wenn auch der Mittelwert aus zwei oder drei Anschlüssen für einen Abend schon etwas zuverlässiger ist als die einzelne Vergleichung, hängt er doch von allerlei Zufälligkeiten ab, die sich durch eine neue Mittelbildung einigermaßen unschädlich machen lassen. Handelte es sich um einen Zirkumpolarstern, der sich an jedem klaren Abend zweimal beobachten läßt,

im Winter auch an jedem guten Morgen wenigstens einmal, so könnte man leicht Gruppen von drei oder vier vollständigen Beobachtungen zur Mittelbildung heranziehen, wie ich das in der Untersuchung über den Granatstern im Kepheus (1904) gemacht habe. Sekundäre Mittel aus diesen primären gestatten dann manchmal eine recht sichere Kurvenziehung. Bei unserem Stern im Orion, wo z. B. selbst ein so günstiger Winter und Vorfrühling wie 1930/31 nur 56 vollständige Beobachtungen geliefert hat, mußte mit den übergreifenden Mitteln gleich begonnen werden. Wenn die Ergebnisse der einzelnen Morgen oder Abende mit a, b, c . . . bezeichnet werden, sind

$$\frac{1}{5} (a+b+c+d+e); \frac{1}{5} (b+c+d+e+f);$$

$$\frac{1}{5} (c+d+e+f+g) \dots$$

die sekundären Mittel. In schlecht besetzten Wintern lassen sie sich nicht immer bilden. Der wechselnde Einfluß des Mondes und der Dämmerung macht natürlich bei einem der Ekliptik so nahen Stern recht viel aus. Er bringt aber den Vorteil, daß allzu gewohnheitsmäßige Schätzungen, wie sie gerade bei schwach veränderlichen und auch sonst schwierigen Sternen leicht zustande kommen, hier einigermaßen verhindert werden, da der Beobachter, wenn er etwa zuletzt bei mondlosem Himmel gearbeitet hat, nun, nach der Unterbrechung durch Regentage, einem stark erleuchteten Himmel gegenübersteht. Besser ist es, er muß sich mit dieser Schwierigkeit abfinden, als er wird durch sein Unterbewußtsein dazu gebracht, ganz ähnliche Zahlen aufzuschreiben wie zuletzt.

Die von Kukarkin mitgeteilte Kurve der großen Lichtschwankung ist das Ergebnis der Schätzungen und Messungen zahlreicher Beobachter in verschiedenen Gegenden der Erde. Durch ihren summarischen Charakter werden die kleineren Wellen verwischt. Sollte deshalb unsere eigene Beobachtungsreihe mit ihr verglichen werden, so genügte es, da die Periode fast 6 Jahre beträgt, für jeden Beobachtungswinter einen Mittelwert zu bilden, der mit dem aus Kukarkins Kurve hervorgehenden Werte zu vergleichen war. Auch diese, die in seiner Veröffentlichung als Tafel I bezeichnet wird, besteht aus solchen Wintermitteln. Meine Mittel liegen im Durchschnitt 0,145 Größenklassen unter seinen; die verschiedene Bewertung roter Sterne durch die Augen verschiedener Beobachter ist eine bekannte Tatsache. Die größte Abweichung, im Winter 1911/12, beträgt 0,38 Klassen, die kleinste, im Winter 1923/24, beträgt — 0,07 Klassen; hier erschien mir also der Veränderliche heller als den anderen Beobachtern. Diese Vergleichung konnte für die 30 Winterhalbjahre vom Herbst 1901 bis zum Frühjahr 1930 durchgeführt werden. Der Vollständigkeit halber sei bemerkt, daß das Mittel der Beobachtungstage bei Kukarkin im allgemeinen auf eine etwas frühere Jahreszeit

fällt als bei mir, und zwar durchschnittlich um 21 Tage eher. Die größte Verfrühung, im Winter 1919/20, beträgt 89 Tage; ihr steht im vorhergehenden Winter die größte Verspätung von 41 Tagen gegenüber. Jeder, der veränderliche Sterne anhaltend beobachtet, und hoffentlich gilt das von recht vielen Lesern dieser Zeitschrift, sieht sich im Spätherbst vor die Frage gestellt, ob er für die spät aufgehenden Sterne abends lange aufbleiben oder morgens früh aufstehen will. Berufsbeobachter werden das erstere vorziehen, solche, die anderes zu tun haben, das zweite. Mich zwang mein damaliger Hauptberuf zum Frühaufstehen; es ist aber verständlich, daß das andere Verfahren sicherer ist, wenn es gilt, möglichst viele Beobachtungen zu erhalten.

Von den 8 beobachteten Minima der großen Schwankung, die von Kukarkin angegeben werden, ließ sich in meiner Reihe nur eins nachweisen, dieses aber auch ziemlich sicher. Es fällt bei K. rechnermäßig auf $2420590^d = 1927$, Juli 28, nach den Beobachtern auf $2425010 = 1927$, Mai 9; es wird also auf photometrischen Arbeiten beruhen, da Schätzungen um diese Jahreszeit nicht mehr möglich sind. Meine Reihe hat hier bei $2424921^d = 1927$, Februar 9, ein sehr schön ausgeprägtes tiefes Minimum in der Höhe 0,96, dem nach 40^d ein scharfes hohes Maximum mit nachfolgendem erheblichen Absturz folgt. Das Abbrechen der sekundären Mittel zu Ende März verhindert die Entscheidung der Frage, ob wirklich noch ein tieferes Minimum in diesem Frühjahr gefolgt ist.

Die Kurve, die sich durch meine Mittelwerte legen läßt, versagt in den schlecht besetzten Wintern, läßt aber in den anderen im ganzen 53 Maxima und 41 Minima erkennen, die sich zur Verwertung eignen. Von den Maxima lassen sich 25 durch die Formel

$$\text{Max} = 2412877^d,81 + 362^d,90 \text{ E} = \\ 1894, \text{ Februar } 17 + 362^d,90 \text{ E}$$

wiedergeben, von den Minima 28 durch die Formel

$$\text{Min} = 2412917^d,07 + 362^d,28 \text{ E} = \\ 1894, \text{ März } 29 + 362^d,28 \text{ E}.$$

Die Ähnlichkeit der Periode mit der Jahreslänge könnte befremden. Wenn wir aber bedenken, daß sich auch nach der etwas längeren Periode der Maxima die Erscheinungen jährlich um mehr als 2 Tage verfrühen, und daß sich die Beobachtungsreihe über 37 Jahre erstreckt, die Verfrühung also fast ein Vierteljahr ausmacht, werden wir berechtigt sein, diese Ähnlichkeit, die sich ja bei vielen langperiodischen roten Sternen findet, für einen Zufall zu halten. Folgende Maximal-Epochen sind mit Verfrühung gegen die Formel beobachtet: 0, 1, 2, 3; 11; 23, 24; 28, 29, 30, 31, 32; 37; dagegen die folgenden mit Verspätung: 9, 10; 12; 20, 21, 22; 25, 26; 33, 34, 35, 36. Bei der Aufstellung der Minima sind die Zeichenfolgen in ähnlicher Weise festzustellen, da die Epochen 0, 1, 2, 3; 9, 10; 12, 13; 15; 25, 26; 29; 32, 33 verfrüht eingetreten sind, die Epochen 16, 17; 20; 22, 23, 24; 27, 28; 30, 31; 34, 35, 36, 37 verspätet. Es scheint also eine übergeordnete Periode vorhanden zu sein, deren Wellenzug in den 37 Jahren vier- oder fünfmal abläuft. Sie ist kaum identisch mit der Periode der großen Schwankungen, die ja nach Kukarkin 2070^d , also noch etwas weniger als 6 Jahre beträgt. Die durchschnittliche Abweichung eines von mir beobachteten Maximums von der Kurve beträgt $25^d,26$, die eines Minimums $27^d,75$. Die Darstellung kann also für befriedigend gelten, ob- schon sie weder alle Maxima noch alle Minima umfaßt. Für eine genauere Darstellung durch harmonische Analyse ist das Material wohl noch nicht reif. — Die geringste Helligkeit unseres Sterns, Größe 1,10, verzeichnet Kukarkin zu Anfang 1927, die größte 0,42 Anfang 1903. Bei mir fällt die niedrigste Helligkeit mit 0,99 in die Winter 1905—1906 sowie 1927—1928, die höchste mit 0,17 in den Winter 1906—1907. Prager gibt im „Katalog und Ephemeriden veränderlicher Sterne“ 0,1 und 1,2 als Extreme an.

Die große sechsjährige Schwankung ist von Kukarkin auf überzeugende Weise mit der veränderlichen Radialgeschwindigkeit in Zusammenhang gebracht worden. Vielleicht wird daselbe später in Hinsicht auf die kleineren Wellen gelingen.

Charakterbilder aus der Geschichte der Astronomie.

Von Professor Dr. F. D a n n e m a n n.

(Mit einer Abbildung.)

III. Edmund Halley.

Halley wurde 1656 in der Nähe von London geboren. Seine Neigung für Astronomie, Mathematik und Physik zeigte sich sehr früh. Er studierte in Oxford und veröffentlichte mit 20 Jahren seine erste Abhandlung. Sie betraf die Exzentrizität der Planetenbahnen. Im sel-

ben Alter wußte er vornehme Gönner dafür zu gewinnen, daß man ihn mit dem Auftrag, einen Fixsternkatalog des südlichen Himmels herzustellen, nach St. Helena schickte. Die Kosten für diese Expedition übernahm die Ostindische Kompagnie. Nach seiner Rückkehr wurde Halley durch die Erscheinung der großen Kometen von 1680 und 1682 angeregt, sich der Er-

forschung dieser Himmelskörper zu widmen. Zunächst galt es noch, eine Methode zu finden, um aus einer Reihe von Beobachtungen die Bahn eines Kometen zu bestimmen. Zu diesem Zwecke trat Halley mit Newton in Verbindung. Nach der von Newton geschaffenen Theorie berechnete Halley aus den vorhandenen Beobachtungen die Bahnen von 24 Kometen, die in den Jahren 1337 bis 1608 erschienen waren. Der früheren Annahme entgegen, daß man es in diesen Weltkörpern durchweg mit Eindringlingen in das Planetensystem von ganz unbekannter Herkunft zu tun habe, die auf ihrem parabolischen Wege dem Sonnensystem einen kurzen Besuch abstatten sollten, machte Halley die überraschende Entdeckung, daß gewisse

land gesehene Meteor vorlagen, ergab sich eine solche Höhe für das Aufleuchten der Feuerkugel, daß Halley zu der erwähnten Annahme geführt wurde. Er drang indessen mit seiner Ansicht nicht durch, und es blieb Chladni vorbehalten, endgültig die Lehre zur Anerkennung zu bringen, daß wir es in den Meteoriten und in den Sternschnuppen mit kosmischen Gebilden zu tun haben.

Auch auf den Gebieten der Optik, des Magnetismus und der Wärmelehre hat sich Halley sehr verdient gemacht. Halley hatte sich seit frühester Jugend mit den Erscheinungen des Erdmagnetismus befaßt, und es war sein Lieblingswunsch, diese Erscheinungen auch in den Tropen eingehender zu erforschen. Sein



Die Halley-Kometen-Medaille der Treptow-Sternwarte.

Diese Medaille wurde anlässlich der Wiederkehr des Halleyschen Kometen im Jahre 1910 zum Zwecke der Förderung wissenschaftlicher Arbeiten der Treptow-Sternwarte von Dr. F. S. Archenhold unter dem Motto „Halley besiegt die Kometenfurcht“ herausgegeben. Sie ist von dem Künstler E. Torff ausgeführt worden und zeigt auf der Vorderseite das Bildnis Edmund Halleys. Auf der Rückseite ist das große Treptower Fernrohr auf den Punkt der abgebildeten Kometenbahn gerichtet, an dem sich der Halleysche Komet am 18. Mai 1910, dem Tage der größten Erdnähe, befand. Auf dem tellerförmigen Rand sind sämtliche rückwärts berechneten Daten der Erscheinungen des Kometen vom Jahre 240 vor Christi an eingraviert.

Kometen Glieder unseres Systems sind und sich wie die Planeten in elliptischen, wenn auch sehr langgestreckten Bahnen um die Sonne bewegen. Diese Entdeckung geschah an dem Kometen des Jahres 1682. War die Annahme Halleys, daß es sich hier um ein Gestirn handle, das sich innerhalb von 75 Jahren in elliptischer Bahn um die Sonne bewege, zutreffend, so war eine neue Wiederkehr im Jahre 1759 zu erwarten. Diese geniale Vorhersage, der im 19. Jahrhundert die Entdeckung des Neptun durch Leverrier an die Seite zu stellen ist, traf auch ein. Der Komet, der den Namen Halleys erhalten hat, erschien 1835 nach weiteren 75 Jahren und wurde auch im Jahre 1910 beobachtet.

Es war auch Halley, der zuerst die Meteore mit den Kometen in Parallele gebracht hat, indem er für sie gleichfalls einen kosmischen Ursprung annahm. Früher hatten sie für atmosphärische Erscheinungen gegolten. Aus den Beobachtungsdaten, die für ein 1708 in Eng-

Gedanke, von dem man sich Vorteile für die Nautik versprach, fand Anklang, und Halley wurde auf Kosten der Regierung zum Führer von zwei Expeditionen ernannt, auf denen er während der Jahre 1698 bis 1700 das tropische Amerika, mehrere Inselgruppen und Küstenpunkte Afrikas und Ostindiens besuchte. Das Ergebnis dieser Reisen, die sich in südlicher Richtung bis zum 53. Breitengrad erstreckten, war die erste Deklinationskarte. Sie ist das Muster für alle späteren Deklinationskarten geworden und ist noch heute für das Studium der säkularen Schwankungen der Deklination von Wert.

Wie kaum anders zu erwarten, hat Halley als Leiter mehrerer nautischen Unternehmungen sich auch Verdienste um die Meereskunde erworben. Er verbesserte die Taucherglocke und machte, als er sich selbst bis zu einer beträchtlichen Tiefe ins Meer hinabließ, die Beobachtung, daß das Meerwasser grünes Licht zurückwirft, das komplementäre rote dagegen

durchläßt, so daß z. B. seine Hände ihm in größerer Meerestiefe ganz rot erschienen. Auch die Regelmäßigkeit der Passat- und der Monsoonwinde regten das Nachdenken Halleys an, doch blieben seine Erklärungen hier unzulänglich.

Halley starb 1742 als Direktor der Sternwarte in Greenwich. Als Astronom ist Halley auch durch seinen Vorschlag bekannt geworden, die Sonnenparallaxe durch die Beobachtung eines Vorüberganges der Venus vor der Sonnenscheibe zu bestimmen. Halley selbst war es nicht mehr vergönnt, seinen Vorschlag ins Werk zu setzen, da zu seinen Lebzeiten kein

Venusdurchgang stattfand. Wie selten diese Ereignisse sind, geht daraus hervor, daß sie sich seit seinem Tode erst viermal wiederholt haben, nämlich in den Jahren 1761, 1769, 1874 und 1882.

Von der außerordentlichen Vielseitigkeit Halleys zeugt es auch, daß er grundlegende Untersuchungen über die Rentenversicherung anstellte und die arabische Sprache erlernte, um sich eindringender mit der Geschichte der Mathematik zu befassen. Dabei machte er Verbesserungsvorschläge zu arabischen Texten, welche die Bewunderung der Orientalisten erregten.

Die Ableitung des Newtonschen Anziehungsgesetzes aus dem dritten Keplerschen Satze.

Von Albert Rosenstein.

Professor Dannemann hat in seinen Abhandlungen „Marksteine auf dem Wege des Eindringens in das Weltall“ eine volkstümliche Erläuterung der Keplerschen Gesetze gegeben (Weltall, Jg. 30, H. 4/5) und auch den Weg gezeigt, der Newton zur Auffindung seines Weltgesetzes geführt hat (H. 6). Hier soll nachgewiesen werden, wie man aus dem dritten Keplerschen Satze unter Zugrundelegung des Huyghens'schen Gesetzes der Zentralbewegung das Newtonsche Gravitationsgesetz herleiten kann.

Nach dem dritten Keplerschen Gesetz haben ja Planeten, die 9, 16, 25, allgemein n mal so weit von der Sonne abstehen als die Erde, Umlaufzeiten von 9 mal $\sqrt{9}$, 16 mal $\sqrt{16}$, 25 mal $\sqrt{25}$, n mal \sqrt{n} Jahren. Der in der Entfernung von n Erdweiten die Sonne umkreisende Planet beschreibt auch eine n mal so lange Bahn als die Erde, und wenn er diese in n Jahren durchläufe, wäre seine Geschwindigkeit gleich derjenigen der Erde. Da er aber \sqrt{n} mal so viel Jahre braucht, so ist seine Geschwindigkeit \sqrt{n} mal so klein als die der Erde. Im Grunde zeigt demnach das dritte Keplersche Gesetz an, wie sich die Umlaufgeschwindigkeiten der Planeten mit ihren Entfernungen von der Sonne ändern: Der Planet, der von der Sonne n mal so weit entfernt ist als die Erde, hat eine Geschwindigkeit, welche von derjenigen der Erde nur der \sqrt{n} te Teil ist.

Entfernung und Geschwindigkeit sind nun die beiden Elemente, welche die durch die Kreisbewegung erzeugte Fliehkraft der Größe nach bestimmen $\left(\frac{c^2}{r}\right)$. Bei gleicher Entfernung verhalten sich die Fliehkräfte zweier kreisförmig bewegter Körper einfach wie die Quadrate ihrer Geschwindigkeiten. Unser Planet hat eine \sqrt{n} mal so kleine Geschwindigkeit

als die Erde, mithin wäre, wenn er sich an der Stelle der Erde befände, seine Fliehkraft nur der $(\sqrt{n})^2$ d. i. der n te Teil von der Fliehkraft der Erde. Tatsächlich aber hat er eine n mal so große Entfernung von der Sonne. Dadurch reduziert sich seine Fliehkraft noch einmal auf den n ten Teil, sie beträgt also nur den n^2 ten Teil von der Fliehkraft der Erde. Da nun, unter Voraussetzung von Kreisbahnen, die Fliehkräfte zu keiner Vergrößerung der Abstände führen, so müssen sie durch gleich große Attraktionskräfte der Sonne aufgehoben werden. Auch diese Attraktionskräfte, nämlich die, welche auf die Erde und auf den n mal so weit entfernten Planeten ausgeübt werden, haben also das Verhältnis 1 zu $\frac{1}{n^2}$.

Wäre das Huyghens'sche Gesetz der Zentralbewegung $\left(\frac{c^2}{r}\right)$ schon zu Keplers Lebzeiten bekannt gewesen, so hätte man wahrscheinlich nicht auf Newton zu warten gehabt; dem genialen Beschaffer der quantitativen Hauptsache wäre dann wohl auch deren Zergliederung in die mechanischen Faktoren geglückt. Übrigens bemerkt ja Newton im § 19 des ersten Buches der Prinzipien, daß schon Wren, Hooke und Halley das Attraktionsgesetz aus dem dritten Keplerschen Gesetz abgeleitet hätten.

Völlig eigentümlich gehört nun aber dem Newtonschen Geist die Schlagung einer Brücke zwischen dem gewöhnlichen Fall auf der Oberfläche eines Planeten und der in kosmischen Weiten wirksamen Attraktion. Die Probe auf den Mond, die sich im 6. Heft des „Weltall“ dargestellt findet, führte zunächst zu keiner hinreichend genauen Bestätigung. Newton ließ daher den Gegenstand als nicht genügend begründet liegen, und erst 20 Jahre später (1685), als sich aus der Picard'schen Gradmessung er-

gab, daß er mit einem um $\frac{1}{8}$ zu kleinen Erdradius gerechnet hatte, konnte Newton das Zutreffende seiner Vermutung erweisen und an die Ausarbeitung der „Prinzipien“ gehen. Dühning sagt in seinen „Grundmitteln“, daß es für das abstrakte Denkertum ein glänzender

Triumph gewesen wäre, wenn Newton, auf Grund seiner Überzeugung von der Identität der Schwere und der Attraktion, schon 1665 vorausgesagt hätte, daß eine genauere Wiederholung der Gradmessung auf einen um $\frac{1}{7}$ längeren Erdradius führen müsse.

Der gestirnte Himmel im Mai 1932.

Von Günter Archenhold.

(Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.)

Unsere Sternkarte auf der ersten Seite des Umschlages zeigt die Stellung der Sternbilder am 1. Mai um 22^h und am 15. Mai um 21^h. Im Meridian stehen im Süden Jungfrau und Rabe, im Norden Kassiopeia und Kepheus. Im Osten erscheinen Schwan, Leier, Herkules, Schlange und Schlangenträger. Im Westen senken sich Zwillinge und Kleiner Hund zum Horizont herab. Im Mai beginnen in unseren Breiten die hellen Nächte, in denen um Mitternacht sich ein heller Dämmerungsschein am nördlichen Horizont bemerkbar macht.

Der Lichtwechsel des veränderlichen Sterns Algol im Perseus ist im Mai nicht günstig zu beobachten. Es seien daher nur 3 Minima aufgeführt:

Mai 10.	4 ^h
„ 13.	1 ^h
„ 15.	22 ^h

Die Planeten.

Merkur steht westlich der Sonne und ist daher am Abendhimmel nicht sichtbar. Aber auch am Morgenhimmel bleibt er selbst zur Zeit der Elongation am 8. Mai dem bloßen Auge verborgen, da er sich zu weit südlich von der Ekliptik bewegt.

Venus erreicht am 22. Mai als Abendstern ihren größten Glanz. Sie ist in Berlin zu Anfang des Monats bis gegen Mitternacht, im westlichen Deutschland sogar bis nach Mitternacht zu sehen. Die Dauer ihrer Sichtbarkeit nimmt ab, und Ende Mai verschwindet Venus bereits gegen 23^h unter den Horizont. Im Laufe des Monats kommt sie der Erde um 33 Millionen km näher; am 31. beträgt ihr Abstand nur noch 60 Millionen km, und im Fernrohr erscheint sie ebenso groß wie Jupiter in Erdnähe, nämlich unter einem scheinbaren Durchmesser von 42". Im Gegensatz zu den äußeren Planeten, die in Erdnähe voll beleuchtet erscheinen, wendet uns die Venus bei ihrer Annäherung mehr und mehr ihre dunkle Seite zu. Am Monatsende sehen wir nur noch $\frac{1}{5}$ ihrer Scheibe vom Sonnenlicht erhellt.

Mars bleibt weiterhin unsichtbar.

Jupiter ist nach Sonnenuntergang anfangs bis 2^h morgens, zuletzt bis Mitternacht zu sehen. Seine Beobachtungsbedingungen ver-

schlechtern sich, weil er bei Sonnenuntergang immer weiter nach Westen herüberückt. Die Stellungen und Verfinsterungen seiner vier hellen Monde geben wir nachstehend an:

Verfinsterungen			Stellungen			
Ma	M.E.Z. h m	Mond	Ma	22 h 45 m M.E.Z.	Ma	22 h 45 m M.E.Z.
6	22 20	I A	1	43 0 12	17	423 0 1
7	20 25	II A	2	3241 0	18	41 0 32
14	0 15	I A	3	23 0 41	19	4 0 213
14	22 59	II A	4	1 0 234	20	2 0 3
20	20 55	IV E	5	① ② 34	21	1 ③ 4
22	20 40	I A	6	2 0 134	22	3 0 124
29	22 35	I A	7	13 0 24	23	312 0 4
			8	3 0 124	24	32 0 14
			9	321 0 4	25	1 0 324
			10	23 0 14	26	0 2134
			11	1 0 432	27	21 0 43
			12	4 0 213	28	2 ④ ⑤ 3
			13	42 0 3	29	43 0 12
			14	413 0 2	30	4312 0
			15	43 0 12	31	432 0 1
			16	4312 0		

E = Eintritt,
A = Austritt

Die Stellung der Monde ist in ihrer Reihenfolge so angegeben, wie sie im umkehrenden astronomischen Fernrohr erscheint. Jupiter selbst ist durch einen Kreis dargestellt. Steht der Mond vor der Scheibe, so ist seine Nummer in den Kreis hineingesetzt; befindet er sich hinter Jupiter, oder wird er durch den Schatten des Planeten verfinstert, so ist seine Ziffer fortgelassen.

Saturn ist vor Sonnenaufgang am südöstlichen Himmel zwei Stunden lang zu sehen. Am 1. Mai geht er um 1 $\frac{3}{4}$ ^h, am 31. um 23 $\frac{3}{4}$ ^h auf.

Uranus ist im Mai unsichtbar.

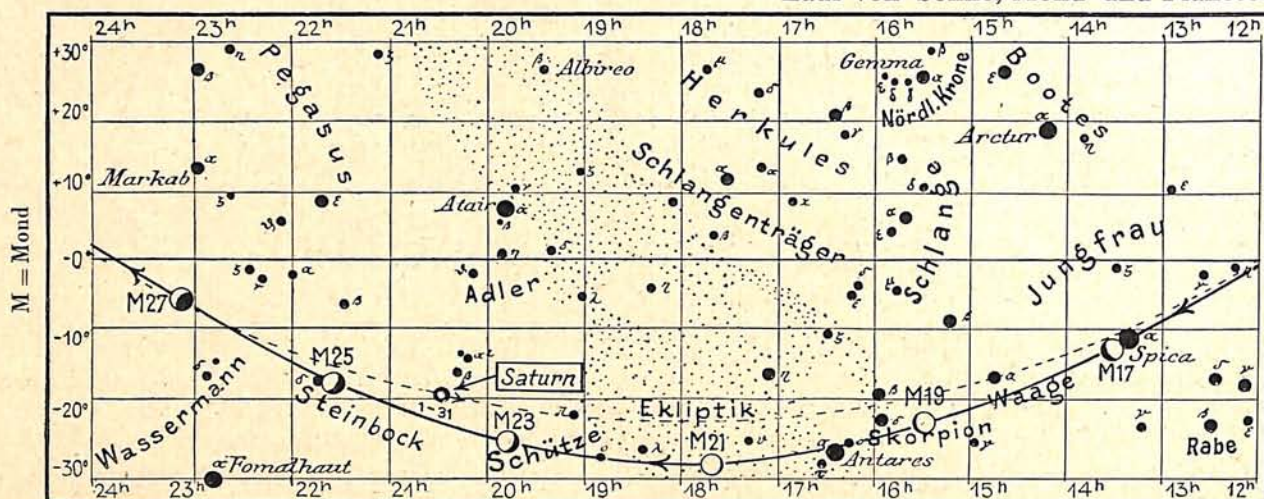
Neptun kann in den Abendstunden mit Hilfe des Fernrohrs aufgefunden werden. Er steht am 15. Mai in Rekt. = 10^h29^m,3 und Dekl. = +10°20'.

Der Lauf von Sonne und Mond.

Die **Sonne** steigt in der Ekliptik weiter empor und erreicht am Ende des Monats eine nördliche Deklination von 22°. Die Mittagshöhe für Berlin beträgt dann 59 $\frac{1}{2}$ ° und die Tageslänge 16 $\frac{1}{2}$ Stunden. Die Auf- und Untergangszeiten der Sonne für Berlin sind nachstehend aufgeführt:

	Aufgang	Untergang
Mai 1.	4h35m	19h32m
„ 15.	4h10m	19h55m
„ 31.	3h50m	20h18m

Abb. 2a. Lauf von Sonne, Mond und Planeten



Weitere wichtige Angaben finden sich in nachstehender Tabelle:

Datum	Rektasz. 0 ^h Weltzeit		Deklin. 0 ^h Weltzeit		Sternzeit Berlin, Mittag		Zeitgleichg. wahre minus mittlere Zeit	
	h	m	o	'	h	m	m	s
Mai 1.	2	31,9	+ 14	57	2	36,7	+ 2	58
„ 5.	2	47,3	16	8	2	52,4	3	23
„ 10.	3	6,6	17	31	3	12,1	3	42
„ 15.	3	26,2	18	46	3	31,9	3	47
„ 20.	3	46,1	19	53	3	51,6	3	38
„ 25.	4	6,2	20	52	4	11,3	3	16
„ 30.	4	26,4	+ 21	43	4	31,0	+ 2	40

Der Mond ist mit seinen Lichtgestalten von zwei zu zwei Tagen in unsere Planetenkarte eingetragen.

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

- Neumond: Mai 5. 19¹/₄h
- Erstes Viertel: „ 13. 15
- Vollmond: „ 20. 6¹/₄
- Letztes Viertel: „ 27. 6h

Am 4. und 31. Mai steht der Mond in Erdferne. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt an diesen beiden Tagen 29'27" und 29'30", die Horizontalparallaxe 53'57" bzw. 54'2". In Erdnähe steht der Mond am 19. Mai mit einem scheinbaren Durchmesser von 33'22" und einer Horizontalparallaxe von 61'9".

Im Mai sind in Berlin folgende Bedeckungen heller Fixsterne durch den Mond zu beobachten:

Mai	Name	Gr.	Rekt. 1932		Dekl. 1932		Phase	Zeiten für Berlin M. E. Z.		Winkel	Mondalter	Hilfsgrößen	
			h	m	o	'		h	m			a	b
17.	i Virginis	5,7	13	23,1	- 12	21	E	21	16	128	12,0	- 1,0	- 0,4
24.	o Sagittarii	4,8	19	51,7	- 26	29	A	2	57	212	18,3	- 1,3	+ 0,8

E = Eintritt, A = Austritt

Die Hilfsgrößen a und b dienen dazu, genäherte Ein- und Austrittszeiten für ganz Deutschland zu berechnen. Den für Berlin geltenden Zeitangaben ist die Korrektur a (13° - λ) + b (φ - 52°) hinzuzufügen, wobei λ und φ die geographische Länge und Breite des Beobachtungsortes bedeuten.

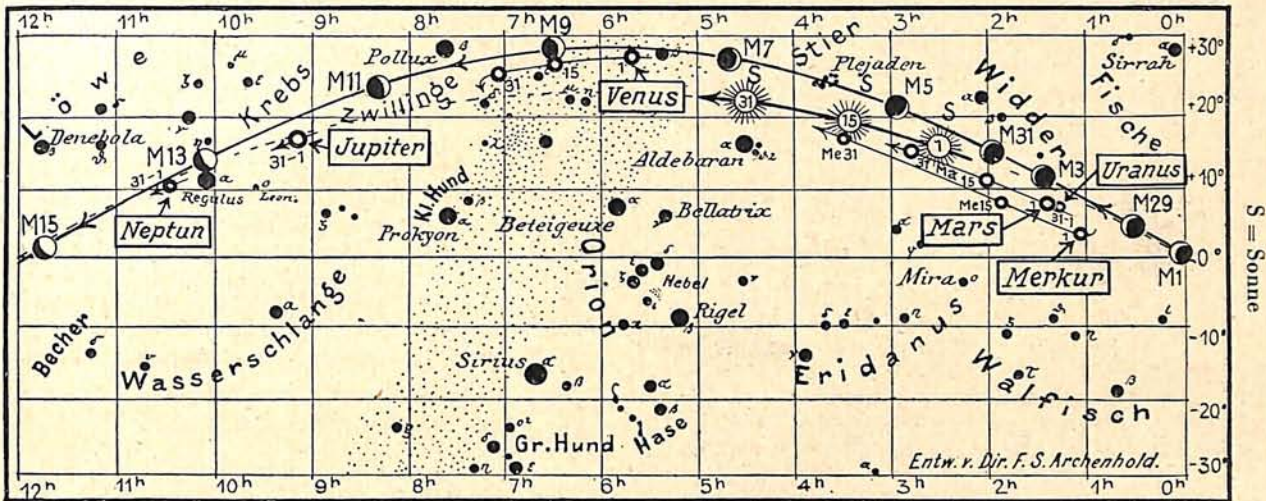
Bemerkenswerte Konstellationen.

Mai	h	
3.	15	Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
3.	20	Uranus in Konjunktion mit dem Monde.
4.	3	Mars in Konjunktion mit dem Monde.
6.	21	Merkur in Konjunktion mit Uranus.
8.	10	Merkur in größter westlicher Abweichung 26°25'.
9.	18	Venus in Konjunktion mit dem Monde (Venus 1°15' südl.).
12.	23	Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
14.	13	Neptun in Konjunktion mit dem Monde.
15.	1	Saturn stationär.
16.	17	Neptun stationär.
18.	21	Merkur in Konjunktion mit Mars.
22.	24	Venus in größtem Glanz.
24.	18	Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
31.	5	Uranus in Konjunktion mit dem Monde.

für den Monat Mai 1932.

Abb. 2b.

Nachdruck verboten.



KLEINE MITTEILUNGEN

Neuer Planet oder Komet. Auf einer in der Nacht vom 12. zum 13. März d. J. aufgenommenen Platte fand E. Delporte, der durch zahlreiche Planetoidenentdeckungen bekanntgewordene Astronom der belgischen Sternwarte zu Ukkel, ein Gestirn mit außerordentlich schneller Bewegung. Es stand in der Nähe des Sterns Beta in der Jungfrau und lief täglich mehr als 2 Grad in nordöstlicher Richtung. Die Helligkeit war bei der Auffindung 9. Größe, zeigte aber in den folgenden Tagen eine bedeutende Abnahme, so daß der Helligkeitsverlust in 5 Tagen rund 4 Größenklassen betrug. Das Aussehen des Objektes war vollkommen sternartig. Da weder ein Schweifansatz noch eine Nebelhülle zu erkennen war, so kann man das Gestirn nicht ohne weiteres zu den Kometen rechnen. Es dürfte sich daher wahrscheinlich um einen Planetoiden handeln, der der Erde ungewöhnlich nahe kam. Endgültiges hierüber wird sich jedoch erst sagen lassen, wenn eine genaue Bahnbestimmung vorliegt. G. A.

Veränderlichkeit der Sonnenrotation? Es ist seit langem bekannt, daß sich die Sonne nicht wie ein starrer Körper mit konstanter Geschwindigkeit um ihre Achse dreht, sondern daß die Umdrehungsdauer der verschiedenen Zonen der Sonnenoberfläche unterschiedliche Werte aufweist. So beträgt die Periode für Flecke in der Nähe des Sonnenäquators 25 Tage, in 35° Breite aber bereits 27 Tage. In höheren Breiten pflegen Sonnenflecke nicht aufzutreten; aber aus Beobachtungen an Fackeln und Kalziumflocken, sowie durch spektroskopische Messungen auf Grund des Dopplerschen Prinzips weiß man, daß sich die Verlangsamung des Umschwungs vom Sonnenäquator zu den Polen weiterhin fortsetzt. Das Gesetz der Geschwindigkeitsabnahme ergibt dabei für Sonnenflecke, Fackeln, Kalziumflocken usw. voneinander abweichende Werte.

In jüngster Zeit hat nun St. John auf dem Mount Wilson darauf aufmerksam gemacht, daß die spektroskopisch gemessene Rotationsgeschwindigkeit am Sonnenäquator zeitlichen Schwankungen unterworfen ist. In der Zeit von 1900 bis 1911 hat sie nach Messungen von Dunér, Halm, Adams und anderen über 2 km pro Sekunde betragen entsprechend einer Umdrehungsdauer von 25 Tagen. Damals ist die Rotationszeit der umkehrenden Schicht, in der ja die gemessenen Fraunhoferschen Linien des Spektrums entstehen, gleich der

aus den Sonnenflecken abgeleiteten gewesen. Dann zeigt sich zwischen 1911 und 1918 eine Abnahme auf 1,9 km pro sec, und dieser Wert hat sich bis 1928 erhalten. Die neueren Messungen seit 1929 weisen dagegen eine stärkere Zunahme auf, so daß die alten Werte aus der Zeit von vor 1911 schon fast wieder erreicht sind.

Sollte sich die Zunahme weiter fortsetzen, um in den nächsten Jahren nach Erreichung eines Höchstwertes wieder in eine Abnahme überzugehen, so könnte man auf eine Periode der Schwankungen von etwa 30 Jahren schließen. Dies erscheint etwas zu viel, um eine Beziehung mit der von Hale entdeckten 22jährigen Periode des Polaritätswechsels der Sonnenflecke aufzustellen, wie St. John zunächst vermutete.

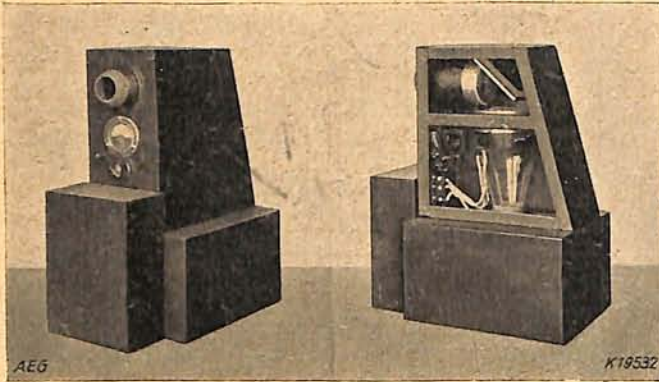
Der Wechsel der Rotationsgeschwindigkeit ist nach Ansicht des englischen Astronomen Evershed durch die Annahme zu erklären, daß die Höhe der umkehrenden Schicht sich verändert. Da die Umdrehungsgeschwindigkeit der Sonne nach außen wächst, so müßte sich die Schicht in den letzten Jahren gehoben haben, wodurch dann die Geschwindigkeitszunahme verursacht worden ist. G. A.

Gute Sichtbarkeit des Zodiakallichts. An den klaren, mondscheinlosen Abenden Ende Februar und Anfang März war das Zodiakallicht auf der Treptow-Sternwarte sehr gut zu beobachten. Die Spitze des Lichtkegels erstreckte sich bis zu den Plejaden. Die rechte Begrenzungslinie verschob sich im Laufe des Abends etwas in östlicher Richtung; sie verlief z. B. am 28. Februar um 19^h5^m durch das Sternbild des Dreiecks hindurch, während sie um 19^h30^m an den Widdersternen entlanglief. Venus leuchtete inmitten des Scheins, der fast die Helligkeit der Milchstraße erreichte. G. A.

Halobeobachtungen auf der Treptow-Sternwarte. Im Jahre 1931 bemerkte ich an insgesamt 76 Tagen Ringe oder Bruchstücke davon um Sonne oder Mond. Die Anzahl der im Vorjahre gesesehen Erscheinungen betrug 74, so daß keine große Veränderung eingetreten ist. Die Bearbeitung der Beobachtungen soll erst später erfolgen. G. Archenhold.

Ein neuer Flugzeugkompaß. Das Problem, einen richtigen Kompaß und Lageanzeiger für Flugzeuge zu konstruieren, ist bisher noch nicht vollkommen gelöst worden. Zwar existieren die geistreichen Arbeiten

Anschützens und anderer, auf denen ein Fliegerhorizont nach dem Kreiselprinzip beruht, aber diese Apparate haben noch immer ihre Schwächen und sind recht empfindlich. Für den Flugzeugführer ist es aber besonders im Nebel und bei Nacht von allergrößter Bedeutung, die Lage seines Apparats genau zu kennen,



Der Elektronenstrahl-Kompaß der AEG.

damit er weiß, ob er nach rechts oder links „hängt“ und ob die Gefahr des Abrutschens besteht. Die Kompaßnadel ist für die Lagebestimmung gar nicht verwendbar, weil ihre Masse den Schwer- und den Schleuderkräften unterliegt. Beim Fliegerhorizont nach dem Kreiselprinzip sind diese Kräfte kompensiert, aber das Vorhandensein von Massen ist noch immer störend. Neuerdings ist nun ein masseloser Kompaß

konstruiert worden, und zwar ein solcher, der auf der magnetischen Ablenkbarkeit der Kathodenstrahlen beruht. Diese Ablenkbarkeit ist seit langem bekannt. Man hat aber nie daran gedacht, daß auch der Erdmagnetismus die Kathodenstrahlen ablenkt und daß man dieses Prinzip benutzen könne, um einen Kompaß zu konstruieren, dessen Anzeiger masselos ist. Denn selbst wenn man nur langsame Kathodenstrahlen benutzt, so bewegen sich in diesen die Elektronen doch immerhin 1000 km bis 10 000 km in der Sekunde, so daß dagegen alle Bewegungen des Flugzeugs verschwindend klein sind. Es kam nur darauf an, den Apparat so einzurichten, daß durch den Einfluß des Erdmagnetismus bei einer Lagenänderung des Flugzeugs eine genügende Wirkung auf den Elektronenstrahl ausgeübt wird. Dieser Apparat liegt jetzt vor und wird von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft hergestellt.

Entstanden ist er auf Grund von Arbeiten über das Nordlichtproblem, über die in Heft 6 berichtet ist.

Der Kompaß besteht im wesentlichen aus einem Elektronenrohr, das den sichtbaren Elektronenstrahl auf einen Spiegel wirft, in dem man ihn von der Seite durch ein Guckloch betrachten kann. Dieser Spiegel hat zugleich eine Skala. Der Apparat wird auf dem Flugzeug so montiert, daß die angegebenen Abweichungen auf der Skala richtig erscheinen. Neigt sich das Flugzeug, so tritt sofort eine Ablenkung des als Fleck auf der Skala erscheinenden Kathodenstrahls ein, und ihre Art gibt an, wie das Flugzeug im Augenblick liegt.

F. Linke.

BÜCHERSCHAU*)

Stobbe, Dr. J.: Astronomische Beobachtungsmethoden. (Lieferung 372 von Abderhalden: Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden.) 170 S. mit 49 Abb. und 2 Tafeln. Verlag Urban und Schwarzenberg, Berlin-Wien 1931. Pr. geh. 11 M.

Das vorliegende Werk bietet eine vorzügliche Übersicht über die in der Astronomie üblichen Methoden zur Bestimmung der Gestirnsörter sowie ihrer Strahlung. Ohne sich in instrumentelle Einzelheiten zu verlieren, beschreibt der Verfasser die den Messungen zu Grunde liegenden Prinzipien soweit, daß die Bedeutung der verschiedenen Beobachtungsarten klar hervortritt. Auch der Nichtfachmann wird aus der Abhandlung wertvolle Anregungen schöpfen können.

G. A.

Beßmertny, Alexander: Das Atlantisrätsel. Geschichte und Erklärung der Atlantishypothesen. 212 S. m. 29 Abb. i. Text und 9 Abb. auf 8 Taf. R. Voigtländers Verlag, Leipzig 1932. Pr. 5,50 M., geb. 6,50 M.

Die Wahrheit zu finden ist wahrlich schwer. Drum streiten mit Gründen sie hin und her; Und wenn nun endlich der Streit ist aus, Geht jeder mit seiner Ansicht nach Haus.

Bei den Versuchen, das Atlantis-Rätsel zu lösen, treffen sich gewissenhafte Gelehrte, interessierte Laien, gutgläubige Phantasten und geltungsbedürftige Schwindler. Wollte der Leser des obengenannten Buches die verschiedenen dargestellten Hypothesen auf den wahren Wert ihrer Grundlagen hin prüfen, müßte er erschöpfende Kenntnisse besitzen in Geologie, Mythologie,

Religionsgeschichte, in Tier- und Pflanzengeographie. Er müßte Prähistoriker, Ethnograph, Philosoph, Sprachwissenschaftler, Geograph sein. Er müßte zur Klärung der geheimnisvollen Atlantis-Kultur kosmologische Betrachtungen anstellen und Übereinstimmungen von Mythe, Kult, Sitte und Brauch herausfinden können. Und nicht zuletzt müßte er imstande sein, alle Gefühlsbewertungen auszuschalten und sich gegen den Einfluß zu wehren, den allein durch die Kraft ihrer Darstellung manche Autoren auf sein Urteil auszuüben suchen.

Das Buch ist hochinteressant für jeden naturwissenschaftlich Gebildeten und wird gewiß auch viele auf astronomische oder kalendarische Forschungen hinweisen, bei denen der Atlantisgedanke — wie bei der Paläoepigraphik H. Wirths — nur nebenbei eine Rolle spielt. Der Wert dieser Anregungen ist nicht zu unterschätzen. Der Nachteil des Buches aber ist, daß es kein Führer für den Teil der Leser ist, die über den Wert oder die Unzulänglichkeit der zur Erklärung der Frage herangezogenen Theorien unterrichtet sein wollen. Der Gesichtspunkt, Exaktwissenschaftliches, Halbwissenschaftliches, Okkultes und Dilettantisches heranzuziehen, nur weil es die Atlantisfrage berührt, erscheint mir nicht richtig, um so weniger, als nur ein winziger Bruchteil der Atlantisliteratur, die bei einer Zählung im Jahre 1926 schon 1700 Schriften umfaßte, ausgewählt werden konnte, und weil Beßmertny manchmal aus seiner Stellung als objektiver Sichter heraustritt.

Al.

*) Alle Werke können von der „Auskunfts- und Verkaufsstelle der Treptow-Sternwarte“, Berlin-Treptow, bezogen werden.

„Das Weltall“ erscheint monatlich (Januar/Februar und Juli/August in je einem Doppelheft). Bezug durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow (Postcheckkonto Berlin Nr. 4015) sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten. Preis jährlich 8 M. (Ausland 10 M.) Einzelheft 1 M., Doppelheft 1,50 M. — Über Anzeigengebühren erteilt der Verlag bereitwilligst Auskunft.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Günter Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: Otto Rathe, Berlin-Treptow. Druck von Carl Fr. Berg vorm. J. Windloff, Berlin SW 68.

DAS WELTALL

Herausgegeben von Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

Schriftleiter: Günter Archenhold.

31. Jahrgang Heft 8

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

Mai 1932

Inhaltsverzeichnis:

- | | |
|--|---|
| 1. Bedeutsame Kleine Planeten. (Objekt Delporte, der kleinste bisher gefundene Planet. — Neues Objekt Reinmuth kreuzt Erd- und Venusbahn. — Neue Trojaner. — Planetoiden und Kometen. — Gibt es Kleine Planeten innerhalb der Merkurbahn oder jenseits des Neptun?) Von Studienrat R. Sommer. (Mit einer Abbildung.) Seite 105 | 3. Neue Untersuchungen aus der Welt der Nebelhaufen. Von Dr. Arthur Beer . . . Seite 114 |
| 2. Der Sternenhimmel der Griechen. Neue Astrognosie. I. Die Sternbilder des Frühlings. Von E. Wolff-Beselin. (Mit einer Abbildung.) „ 112 | 4. Der gestirnte Himmel im Juni 1932. Von Günter Archenhold. (Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.) „ 117 |
| | 5. Kleine Mitteilungen: Zwei neue Kometen (1932b und 1932c). — Die definitive Bezeichnung der Kometen. — Eine neue Natrium-Lichtquelle mit monochromatischem Licht von großer Flächenhelle. „ 119 |
| | 6. Bücherschau „ 120 |

Nachdruck nur mit Genehmigung der Schriftleitung, Auszüge nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Bedeutsame Kleine Planeten.

Objekt Delporte, der kleinste bisher gefundene Planet. — Neues Objekt Reinmuth kreuzt Erd- und Venusbahn. — Neue Trojaner. — Planetoiden und Kometen. — Gibt es Kleine Planeten innerhalb der Merkurbahn oder jenseits des Neptun?

Von Studienrat R. Sommer.

(Mit einer Abbildung.)

Das Hauptgebiet astronomischer Arbeit sind zur Zeit unbestritten die Fixsterne, deren innerer Aufbau nach Temperatur und Dichte, nach etwaiger Scheidung in Kern und Hülle immer auf neue, weiterführende Probleme führt. Die Erforschung des Sonnensystems tritt dagegen vollkommen zurück. Die mathematische Theorie der Planetenbewegung ist ebenso wie die visuelle Beobachtung der Planetenscheiben soweit gefördert worden, wie dies mit landläufigen Mitteln möglich ist. Die Kleinen Planeten, einst bevorzugte Meßobjekte, werden nur noch auf ganz wenigen Sternwarten systematisch verfolgt. Auch unter den Liebhabern der Himmelskunde finden sie leider nur wenig Beachtung. Wieviele haben wohl bemerkt, daß der Planetoid 4 Vesta bei seiner letzten Opposition im Juli 1931 sogar ohne Fernrohr sichtbar war? Ein italienischer Amateur, A. Bernasconi in Cagno, konnte das Gestirn damals 14 Tage lang mit bloßem Auge verfolgen, also seine Natur als Wandelstern feststellen. Er schätzte Vesta heller als 50 Sagittarii (5^{m,6}). Tatsächlich meldete Lacchini in Astr. Nachr. 5829, daß nach Aufnahmen der Sternwarte Turin Vesta 5^{m,5} war oder eine halbe Größenklasse heller als die Ephemeride erwarten ließ.

Der Schwerpunkt der Planetoidenüberwachung liegt in Heidelberg, wo M. Wolf und seine Mitarbeiter nunmehr 4 volle Jahrzehnte auf diesem Gebiet tätig sind. Jahraus, jahrein

werden der Zentralstelle beim Astronomischen Recheninstitut in Berlin-Dahlem neue Funde gemeldet. Schon von rund 1200 dieser kleinen Himmelskörper liegen die vollständigen Bahnellipsen vor, nach denen die Oppositionsephemeriden gerechnet werden. Aber noch ist keine Abnahme der Entdeckungen zu bemerken. Im Gegenteil, infolge der verbesserten Aufsuchungsmethoden und der Verwendung lichtstärkerer Instrumente steigt die Zahl überraschend schnell, wenn auch zugegeben werden muß, daß die Mehrzahl der Neuerwerbungen lichtschwächer als früher ist. Im Laufe des letzten Jahres, über das ein abgeschlossener Bericht vorliegt, d. h. in der Zeit vom 1. 7. 1930 bis zum 30. 6. 1931, erfolgten nicht weniger als 180 Funde, von denen 170 tatsächlich neu waren. Die verteilten sich im wesentlichen auf die Sternwarten Heidelberg (mit 60), Simeiskrim (45), Ukkel bei Brüssel (21), Johannesburg in Südafrika (19) und Williamsbay-Yerkes (12). Bei fast der Hälfte aller Meldungen blieb es bei der Entdeckungsbeobachtung, nur für 11 Planetoiden gelangen 5 oder mehr genaue, sich über einige Wochen erstreckende Beobachtungen, um eine zur endgültigen Numerierung ausreichende Bahnbestimmung durchzuführen. Überwiegend handelt es sich bei den Neuen um Dutzendware ohne tiefergehendes Interesse. Von wenigen Rechnern in Deutschland, Rußland und Schweden

wird eine Riesenarbeit geleistet, um alles Material zu sichten, zu prüfen, ob eine Neumeldung auch wirklich zu einem neuen Gestirn gehört oder sich mit irgendeinem älteren Planeten identifizieren läßt. So stellte es sich z. B. heraus, daß die Funde 1930 SA und 1930 QP in Wahrheit die Planeten 647 und 939 waren, die trotz Nachsuchens seit ihren Entdeckungsjahren 1907 und 1920 nicht mehr gesehen worden waren. Ein anderes Gestirn entpuppte sich als der 6. Jupitermond.

Bei dem ermüdenden Gleichmaß aller Arbeiten, die mit den Kleinen Planeten zusammenhängen, muß man sich fragen, warum denn manche Astronomen jede klare Nacht am Fernrohr bei der Überwachung von Himmelsaufnahmen verbringen, warum sie Stunde um Stunde opfern, um die mit zahllosen Sternspuren besäten Platten nachzuprüfen, warum andere in ebenso geduldiger Rechenarbeit einen in die Millionen gehenden Ziffernballast bewältigen. Die Antwort lautet: das alles wird geleistet, weil durch solche Gemeinschaftsarbeit — und nur durch diese! — gelegentlich Entdeckungen gelingen, die unser höchstes theoretisches und praktisches Interesse erwecken. Über einen solchen Fall, das „Objekt Delporte“, konnte bereits im Aprilheft des „Weltall“ kurz berichtet werden. Schon einmal, im Herbst 1930, war von einem Objekt Delporte die Rede. Damals wurde ein schnell bewegtes Gestirn 12. Größe angezeigt, von dem man zunächst nicht wußte, ob man es als einen Kometen oder Planeten ansprechen sollte. Die Bahnelemente zeigten große Ähnlichkeit mit dem seit 1892 verschollenen Planeten 330 Adalberta. Hinterher stellte es sich heraus, daß beide Gestirne doch nicht identisch sein konnten, worauf man dem neuen Planetoiden die Nr. 1170 gab.

Diesmal ist es wieder ein schnellbewegtes Objekt, auf das Delporte am 12. März bei seiner üblichen Überwachungsarbeit stieß. In Heidelberg hatte man die gleiche Himmelsgegend in derselben Nacht, nur eine Stunde früher zweimal fotografiert. Während aber Delporte die Helligkeit zu 9^m angab, wurde bei der ersten in Heidelberg gewonnenen Aufnahme nichts erkannt. Erst eine genaue Positionsangabe aus Ukkel führte zur Bestätigung der Entdeckung. Die eine Heidelberger Platte zeigte die Spur kaum meßbar, die zweite war nur wenig besser. In den nächsten Tagen wurde das Gestirn sowohl in Ukkel als auch in Heidelberg verfolgt. Es stand fast in Opposition zur Sonne und bewegte sich, anders als sonst Planetoiden, *rechtläufig*! Der Betrag des täglichen Weiterwanderns erreichte fast 2½°, d. h. mehr als doppelt so viel, wie Eros in extremer Erdnähe aufweist. Danach mußte das Objekt der Erde ungemein nahe sein, so nahe wie sonst nur Kometen kommen. Die kometenähnliche Geschwindigkeit im Verein mit der durch die Beobachtungen angedeuteten raschen

Helligkeitsabnahme ließen das Gestirn zunächst als Kometen ansehen, und so wurden den ersten Bahnberechnungen von B. Strömgen in Kopenhagen, von Reverend Davidson in England und von Arend in Ukkel die üblichen Kometenparabeln zugrunde gelegt. Es ergab sich, daß das Objekt Delporte im ersten Drittel des April im Perihel sein würde bei einem Sonnenabstand von etwa 1,12 astr. Einheiten. Neigung und Knotenlänge erinnerten stark an den Kometen 1858 III Tuttle, für den Schulhof früher eine Umlaufszeit von 6,6 Jahren und Crommelin neuerdings eine solche von 6,0 Jahren berechnet hatten, der aber seit dem Entdeckungsjahr nicht mehr beobachtet worden war. W. H. Pickering glaubte ihn in dem Kometen 1907 III Giacobini wiederzuerkennen, der aber nur ganze 11 Tage verfolgt werden konnte. Wollte man eine Identität beider Gestirne annehmen, so hätten in der Zwischenzeit von 49,1 Jahren 8 Umläufe stattgefunden und der Komet wäre nach 4 weiteren Umläufen 1931 wieder erschienen (Observatory Bd. 51, S. 354). Daß aber Delportes Objekt gerade dieser Komet und überhaupt ein Komet sein sollte, mußte wegen des Fehlens einer Nebelhülle fraglich erscheinen. Andererseits waren einige Fälle bekannt, in denen auch Planetoiden nahe der Oppositionstellung beträchtlich schnell *rechtläufig* waren, wenn sie auch die Geschwindigkeit des Objekts Delporte nicht erreichten. Es handelt sich dabei um die 4 Mitglieder der Albertgruppe: 719 Albert, 887 Alinda, 1036 Ganymed und 1134 Kepler, die alle ihr Perihel zwischen der Erd- und Marsbahn haben und die in Sonnenferne bis weit in die Hauptzone der Asteroiden ziehen. Aus Beobachtungen in Ukkel und Heidelberg zwischen dem 13. März und dem 10. bzw. 11. April berechneten A. Kahrstedt (Recheninst. Zirk. 594) und Crommelin (Nature 1932, S. 621) elliptische Bahnelemente, welche die Vermutung bestätigten, daß das Objekt Delporte ein Planetoid ist. Es hat die vorläufige Bezeichnung 1932 EA₁ erhalten. Die Elemente lauten abgekürzt:

Objekt Delporte		
Gr. Halbachse	1,9712 astr. Einh.	—
Umlaufszeit	—	2,767 Jahre
Mittl. tägl. Bewegung	1282",1	—
Exzentrizität	0,4484	0,4482
Perihelabstand	(1,0874 a. E.)	1,0868 a. E.
Aphelabstand	(3,0585 a. E.)	—
Neigung	12°10'48"	12°10'16"
Knoten	171° 9' 1"	171° 8'51"
Perihel vom Knoten	25°15'26"	25°18'49"
Berechner	Kahrstedt	Crommelin

Diese Elemente stellen die bisherigen Beobachtungen in Ukkel, Heidelberg, auf der Yerkes- und der Licksternwarte bis Ende April recht gut dar, können also von der Wirklichkeit nicht sehr abweichen. Der geozentrische Lauf des Gestirns, den die Leser sich in die jedem Weltallheft beigegebenen Karten eintragen mögen, ist ganz eigenartig. Von der Stelle

11^h —10° (1. März) steigt der Weg ziemlich geradlinig bis 15^h +35° (4. April, Perihel) an, macht dann bis zum 12. Mai einen flachen Bogen in fast gleichbleibender Deklination (38°) bis 17^h, um danach auf 17^h 10^m fast senkrecht zum Himmelsäquator abzustiegen. Vom 24. Mai bis zum 20. Juni ist der Planet rückläufig, am 9. Juni steht er zur Sonne in Opposition. Der geringste Abstand von der Erde ist nur 0,11 astr. Einheiten oder 16 Millionen km. In großen östlichen und westlichen Stundenwinkeln gewonnene Aufnahmen derselben Nacht lassen in den Positionen, wenn sie wegen Bahnbewegung korrigiert worden sind, eine Schwankung erkennen, die einer Äquatorialhorizontalparallaxe von 80" entspricht, während die Erosparallaxe 1931 „nur“ 50" erreichte.

Wäre das Gestirn heller, so hätte man ein hervorragendes Mittel an der Hand, die Sonnenparallaxe daraus zu bestimmen, da alle Meßfehler im Verhältnis 1 : 9 verkleinert werden, wenn man von der Planetenparallaxe auf die der Sonne schließt. Leider besteht aber für die Zukunft nur wenig Aussicht dazu. Zunächst ist die Helligkeit zu gering. Zwar meldete Delporte bei der Entdeckung die 9. Größe und am Tage darauf noch die 10., aber Mündlers visuelle Beobachtung in Heidelberg vom 16. März lieferte nur 12^{m,5} und die ähnliche von Steavenson in England vom 18. März 13^{m,2}, während Ukkel vom gleichen Tage noch 12^m photographisch meldet. Mit wachsender Entfernung wird die Helligkeit weiter abnehmen. Ende März war das Objekt 15. Größe, am 24. April schätzte Wolf es nur noch 16^m. Das ist eine Helligkeit, wie sie dem fernsten Planeten, Pluto, zukommt. Wenn der erdnächste Planet nur die gleiche Lichtmenge reflektiert, muß seine Oberfläche entsprechend winzig sein. 1932 EA₁ ist der kleinste bisher gefundene Planet! Bei Annahme einer Albedo gleich der des Mars wäre sein Durchmesser nur 2 km; legt man eine Rückstrahlungsfähigkeit wie die des Mondes zu Grunde, der einer der schwärzesten Körper des Sonnensystems ist, so steigt der Durchmesser auf ganze 3 km.

Zu dieser geringen Ausdehnung wird eine ungemein kleine Masse gehören. Unter normalen Annahmen über die Dichte wird die Fallbeschleunigung (pro Sekunde) auf der Oberfläche dieses Weltkörpers nur 1,5 mm betragen. Ein Stein würde ganz sanft zu Boden sinken. Ein erwachsener Mensch würde dort nur 10 Gramm wiegen, ein tüchtiger Springer könnte sich mit seiner irdischen Kraft so hoch erheben wie Piccard bei seinem Stratosphärenflug. Ein von Menschenhand geschleudertes Stein könnte zur „Weltraumrakete“ werden, kurz, 1932 EA₁ ist selbst unter Planetoiden ein richtiger Liliputaner. Die geringe Größe hat auch zur Folge, daß das Gestirn für unsere Instrumente überhaupt nur in Erdnähe sichtbar sein wird. Möglicherweise

müssen wir warten, bis Erde und Planet wieder in eine ähnliche Stellung zueinander kommen, was als nächstes Mal April 1943 der Fall sein wird. Der vorher genannte Planet 719 Albert, der der Erde bis auf 0,20 astr. Einheiten nahe kommen kann, wurde nur in der Opposition 1911 beobachtet und ist trotz sorgfältigster Bahnbestimmung seitdem verloren. Nr. 887 Alinda ist zwar bisher in 3 günstigen Oppositionen gesehen worden; die von Prof. Stracke durchgeführte Bahnverbesserung kann aber nicht mit der wünschenswerten Genauigkeit erfolgen, da die Beobachtungen immer nur dasselbe Bahnstück nahe dem Perihel erfassen. In erhöhtem Maße wird dies für 1932 EA₁ zutreffen. Die Zwischenzeit bis 1943 ist beträchtlich lang; die durch die eigenartigen Bahnverhältnisse bedingten Störungen werden ungemein anwachsen. Die mittlere tägliche Bewegung des Planeten 1932 EA₁ ist nämlich genau $\frac{2}{9}$ der mittleren Bewegung der Venus, d. h. immer nach 2 Umläufen des Planetoiden steht Venus in genau gleicher Lage; die einmal von Venus ausgeübten Störungen kehren in immer gleicher Weise wieder, so daß sie sich einseitig summieren. Nach je 3 Umläufen des Planetoiden ist Mars in nahezu gleicher Stellung, bei jedem 4. Umlauf wirkt die Erde und diese wegen des geringstmöglichen Abstandes besonders stark, nach je 17 Umläufen wiederholen sich die Störungen durch Jupiter, der inzwischen 4 Umläufe gemacht hat. Durch alle diese Störungen, deren exakte Auswertung eine sehr genaue Kenntnis der Bahnelemente voraussetzt, wird die Vorausberechnung des Planetenlaufs ungemein erschwert, ja, so sehr, daß die Verwendung der Beobachtungen zur Bestimmung der Sonnenparallaxe die aufgewendete Rechenarbeit nicht lohnen dürfte.

Auch mit Eros besteht eine nahe Kommensurabilität. 7 Umläufe des Planeten Delporte dauern mit 19,37 Jahren genau so lange wie 11 des Eros. Beide Bahnen zeigen außerdem eine unverkennbare Verbindung. In der Gegend um 150° Länge kommen sich beide Himmelskörper bemerkenswert nahe. Ihr kleinster Abstand beträgt nur 19 Mondweiten. Eine Nachrechnung ergibt, daß Eros im April 1928 nur wenige Wochen nach dem Planeten Delporte diese Stelle passierte, ein Vorgang, der sich alle 19 Jahre und 4½ Monate wiederholt. Es ist nicht ausgeschlossen, daß in vergangenen Zeiten die Zusammenkunft noch enger war. Möglicherweise haben beide Körper den gleichen Ursprung, sind durch Zerfall eines und desselben Gestirns entstanden in ähnlicher Art, wie dies Olbers für die beiden zuerst bekannt gewordenen Planetoiden Ceres und Pallas angenommen hatte. Eine gewisse Stütze für eine solche Ansicht könnte man in der unregelmäßigen Gestalt des Eros erblicken, die man teils durch visuelle Beobachtung, teils aus den Eigenschaften des Lichtwechsels in Verbindung mit einer Rotation

Bei der Überwachung der hinter Jupiter in 60° Abstand ziehenden Planetoiden entdeckte Reinmuth auf einer am 17. Oktober 1930 exponierten Platte außer Priamus und drei weiteren, schon bekannten Planeten nicht weniger als fünf neue Objekte, von denen zwei, die 1930 UA und UB benannt wurden, von der Größe 14^m,5 genau die gleiche langsame Bewegung wie Priamus (—0^m,5 —2' täglich) aufwiesen. Bahnberechnungen von A. Kahrstedt bzw. von Krieger für 1930 UA, die sich aus Beobachtungen über 5 Monate erstreckten, und von Prof. Stracke für 1930 UB bestätigten den vermuteten Trojanertyp. Als endgültige Benennungen wurden 1172 Aeneas und 1173 Anchises (Vater des Aeneas) gewählt.

Am 31. Dezember 1931 fand Reinmuth ein Gestirn 15. Größe, das er und Wolf zunächst für einen Kometen mit schwacher Nebelhülle ansahen. Erst einige Wochen danach änderten sie ihre Meinung, und seitdem gilt es als Planet 1931 YA. Kahrstedts Bahnberechnung zeigte, daß es der 10. Trojaner ist, und daß es mit Patroklos, Priamus, Aeneas und Anchises in rund 60° hinter Jupiter wandert.

Der Planet 1931 RA wies bei seiner Aufindung durch Reinmuth ebenfalls die langsame Bewegung der Trojaner auf. Es stellte sich aber heraus, daß dies nicht etwa eine Folge der großen Entfernung war, sondern im Gegenteil von relativer Nähe herrührte, wodurch der Unterschied der Bewegungen von Planet und Erde nur gering wurde. Dagegen könnte ein Objekt 1909 FU, das Kopff s. Z. zweimal mit 23 Tagen Zwischenzeit aufgenommen hatte, nach der neuerdings von Asplind in Schweden gerechneten Kreisbahn ebenfalls ein Trojaner sein, dessen Winkelabstand von Jupiter allerdings kleiner als üblich wäre.

Nachstehend findet man die wichtigsten Angaben über die beiden Trojanergruppen in abgekürzter Form:

Nr. und Name	Gr.Halb- achse	Mittl.tgl. Beweg.	Knoten	Neigung	Exzentr.	Läng.geg. Jupit. z. Z.
588 Achilles	5,24 a.E.	296 "	316 °	11 °	0,15	+ 57 °
624 Hektor	5,19	300	342	18	0,03	+ 39
659 Nestor	5,20	299	350	4	0,11	+ 73
911 Agamem- non	5,13	306	337	22	0,09	+ 45
1143 Odysseus	5,16	303	220	3	0,10	+ 63
(Jupiter)	5,20	299	100	1	0,05	0
617 Patroklos	5,19	300	43	22	0,14	— 57
884 Priamus	5,26	294	301	9	0,12	— 66
1172 Aeneas	5,22	298	246	17	0,10	— 70
1173 Anchises	5,10	308	284	7	0,14	— 72
... 1931 YA	5,25	295	47	33	0,04	...

Alle Trojaner außer Patroklos, der in mittlerer Opposition 12^m,6 erreicht, sind wegen der weiten Entfernung von der Sonne und der Erde nur Gestirne 14. bis 15. Größe. Ständen sie an der Innenseite des Planetoidenringes, so würden sie zu den helleren Asteroiden zählen. Wie man aus der Zusammenstellung ersieht,

laufen alle diese Körper fast in derselben Bahn wie Jupiter, aber nicht in genau 60° Abstand von Jupiter. Das muß zu eigenartigen Störungen durch diesen großen Planeten führen. Soweit Störungen durch die übrigen großen Planeten in Frage kommen, haben Mikhalsky in Odessa und Rügemer in Bamberg die absoluten Störungen für Nestor bestimmt. Aber die durch Jupiter erzeugten Wirkungen lassen sich nicht so leicht bewältigen. Der erste, der dies unter stark vereinfachenden Annahmen wie, daß die Neigungen und Exzentrizitäten Null seien und daß die Trojaner sich dauernd in der Nähe der Librationsstelle ($\pm 60^\circ$ von Jupiter entfernt) aufhalten, tat, war Charlier. Er fand, daß die Trojaner im Verlauf von rund 150 Jahren um den Librationspunkt hin- und herpendeln, ein Resultat, das Wilkens 1918 auf anderem Wege bestätigen konnte und das nur als eine grobe Annäherung an die Wirklichkeit gelten kann. Kürzlich ist es Thüring in München gelungen, einen Schritt weiter zu kommen, indem er eine Lösung fand, ohne die Beschränkung stellen zu müssen, daß der Abstand der Trojaner vom Librationspunkt dauernd klein bleibt. Die Schwingungszeit ist dann von der Schwingungsweite abhängig, und die Ausschläge um den Librationspunkt sind nach beiden Seiten verschieden groß. Z. B. schwankt die Längendifferenz gegen Jupiter im Lauf der Periode bei

Achilles von +52° bis +68°	Patroklos von —56° bis —64°
Hektor +38 +93	Priamus —48 —74
Nestor +48 +74	Aeneas —51 —71
Agamemnon +43 +82	Anchises —40 —88
Odysseus +51 +71	

Die Trojaner drängen sich danach gar nicht so eng um die Librationsstellen, wie früher angenommen wurde, was besonders bei Hektor und Anchises auffällt. Es sind möglicherweise noch unbekannt vorhanden, die sich außerhalb der obengenannten Grenzen befinden. Es lohnt sich vielleicht in solchen Gegenden Nachforschungen anzustellen. Gerade derartige Planeten würden vom Standpunkt der Himmelsmechanik besonders interessante Prüfobjekte der mathematischen Bewegungstheorie darstellen.

Steht ein Planetoid dem Jupiter noch erheblich näher, so wird er u. U. so starke Störungen erleiden, daß er von dem großen Planeten als Trabant eingefangen wird. Umgekehrt hat N. Boneff in Sofia eine Theorie entwickelt, wonach die heutigen Trojaner ursprünglich rückläufige Begleiter des Jupiter gewesen seien. Um die Umwandlung zu erklären, setzt Boneff in Astr. Nachr. 5858 voraus, daß nach der Seeschichten Entstehungsweise die Sonne und die äußeren Planeten mit ihren Monden vorhanden waren, als ein anderer Fixstern auf einer Parabel oder Hyperbel durch das Sonnensystem flog. Die fremde Masse, die Boneff zu 0,1 \odot berechnet, war einerseits zu klein, um das Gefüge der äußeren Planetenbahnen zu zerstören, andererseits aber groß genug, um von der Sonne

gewaltige Flutberge abzureißen, aus denen die inneren Planeten und die Asteroiden sich bildeten. Unterstützt von der Gravitation der eingedrungenen Masse verwandelte die Sonne die äußeren Jupitermonde in Trabanten der Sonne, in Asteroiden. Später hat Jupiter deren Bahnen erheblich gestört, manche Körper hat er wieder eingefangen und nur diejenigen blieben selbständig, die in $\pm 60^\circ$ Längenunterschied, sozusagen unter dem Schutze des Lagrangeschen Dreiecksfalls, standen.

Diese Hypothese erklärt nicht, warum zwischen den Trojanern und den übrigen Planetoiden hinsichtlich der Helligkeit und der wahren Größe keine Unterschiede bestehen, wie man dies nach dem gänzlich verschiedenen Ursprung erwarten sollte. Andererseits ist es für jede Kosmogonie des Sonnensystems eine Schwierigkeit darzulegen, warum zwischen Mars und Jupiter an Stelle eines großen Planeten ein ganzer Ring von Asteroiden sich gebildet hat. Bobrovnikoff hat in Publ. Astr. Soc. Pac. 1931, S. 324, eine andere Idee von der — gemeinsamen — Herkunft dieser kleinen Himmelskörper weiter entwickelt, die in einzelnen Andeutungen schon von W. Herschel, Schulhof, Callandreaux und Leuschner vertreten worden ist. Danach sollen diese schier unzähligen Weltenstäubchen (P. Stroobant schätzt über 100 000) durch Zerfall eines größeren Himmelskörpers entstanden sein. Die Gesamtmasse muß, nach den unmerklichen Störungen des Mars zu urteilen, recht gering sein. Die Untersuchungen von Bauschinger, Stracke, Stroobant und Staude geben als obere Grenze etwa den 1000. Teil der Erdmasse. Wenn das zersprungene Gestirn nach Olbers ein Planet gewesen sein soll, müßte bei der Katastrophe mehr als $\frac{9}{10}$, ja eigentlich 99% seiner Materie zu Staub zerstreut worden sein; die Explosion wäre also sehr heftig gewesen. Das paßt aber schlecht zu der Tatsache, daß die größeren Trümmer bis heute so nahe beieinander geblieben sind, daß ihr Hauptteil sich auf den bekannten Asteroidenring mit seinen durchschnittlich kleinen Neigungen und Exzentrizitäten beschränkt. Eine einmalige Explosion könnte auch nicht das zweifellose Bestehen der Planetenfamilien erklären, deren Mitglieder sich durch nach Größe und Form nahe verwandte Bahnen auszeichnen. So fand Hirayama z. B. nicht weniger als 57 Angehörige des Floratyps, die sicherlich einen gemeinsamen Ursprung besitzen. Darum meint Bobrovnikoff, der Urkörper sei gar kein Planet, sondern ein Komet gewesen. Deren Masse reicht in oberen Grenzfällen an den vorher genannten Betrag heran. Von den Kometen wissen wir, daß ihr Kopf aus einzelnen Stücken besteht, und daß sie ihre gasige Umhüllung mit der Zeit verlieren. Das Spektrum der helleren Asteroiden, das Bobrovnikoff mit dem Lickspektrographen untersuchen konnte, zeigte im Gegensatz zum Sonnenspektrum in der Gegend der Fraunhofer-

schen Linien G bis H (blau-violett) eine charakteristische Lichtschwäche, die sich in genau gleicher Weise bei den Kometen bemerkbar macht, wenn sie nahe der Sonne sind, das reflektierte Licht also das Eigenlicht übertrifft. Genau dasselbe Verhalten weist das Eisen bei Laboratoriumsversuchen auf. Man kann danach vermuten, daß ein Teil der Asteroiden wie die kometarischen Meteorsteine aus Eisen besteht.

Hinzu kommt, daß gelegentlich behauptet wurde, gewisse Planetoiden hätten eine Nebelhülle gezeigt. W. Herschel und Schroeter behaupteten dies von Ceres und Pallas, während Vesta ausdrücklich ein anderes Verhalten zeigen sollte. An den benutzten Instrumenten kann es demnach nicht gelegen haben. Ähnlich hat 1928 Comas Solá bei 224 Oceana und 182 Elsa eine Nebelhülle zu sehen geglaubt. Spezielle Nachforschungen auf der Yerkessternwarte durch Van Biesbroeck und auf der Licksternwarte durch Bobrovnikoff ließen nichts dergleichen erkennen. Vielleicht hat es sich nur um eine vorübergehende Gasbildung gehandelt. Dafür sah der Komet 1913 III Neujmin für mittlere Instrumente vollkommen sternähnlich aus, Barnard konnte am 40-zölligen Yerkesrefraktor nur mit Mühe eine Hülle erkennen. Lediglich die hohe Exzentrizität von 0,79 bewirkte, daß das Objekt als Komet bezeichnet wurde. Dieser früher scharf gezogene Trennungsstrich nach der Bahnform ist nach unseren heutigen Kenntnissen nicht mehr vertretbar, seitdem wir Planeten (z. B. 944 Hidalgo mit 0,65) mit kometarischer Exzentrizität und Kometen (z. B. 1927 j Schwaßmann-Wachmann mit 0,14) mit planetarischer Exzentrizität beobachten konnten. Zweifellos haben Bobrovnikoffs Untersuchungen die Grenze zwischen Asteroiden und Kometen weiter verwischt. Nun bleibt aber die Frage offen, warum der große Komet sich gerade in der Lücke zwischen Mars und Jupiter ansiedelte, so daß der Hauptteil der Trümmer sich der Titius-Bodeschen Reihe einordnete, die alle Planeten von Merkur bis Uranus darstellt. Wie kommt es, daß die Mehrzahl der Restkörper so schwach geneigte und wenig exzentrische Bahnen um die Sonne beschreibt? Für das „Alter“ der Kometen, die Zeit ihrer Zugehörigkeit zum Sonnensystem will man ja nur wenige Millionen Jahre zugehen, die Anordnung der Planetoiden nach Ringen, die offenbar ein Werk der störenden Wirkungen der großen Planeten ist, kann aber nur das Ergebnis einer viel längeren Zeit sein.

Vor allem ist unser Wissen um die Planetoiden noch recht gering. Statistische Untersuchungen über Anhäufungen der Asteroiden, wie die von Klose in Riga und von Stumpff in Breslau, mögen da manches klären. Stellt man die Lage aller bekannten Planetoiden in einem bestimmten Augenblick fest, so zeigt sich, daß sie sich an einigen Stellen mehr sammelndrängen.

gen als anderswo, an Stellen, die sich mit der Zeit verschieben, auflösen und neu bilden. Während Klose als Zeitraum 2 Jahre wählte, nahm Stumpff in abgekürzter Rechnung ein ganzes Jahrhundert. Die beobachteten Eigentümlichkeiten lassen sich aber noch nicht durchschauen; man weiß nicht, wieweit der Zufall mitspielt oder Gesetzmäßigkeiten vorliegen. Wenn es möglich wäre, über das Verhalten solcher Ansammlungen in weiter Vergangenheit näheres zu ermitteln, könnte man vielleicht auch in der Frage nach dem Ursprung klarer sehen. Sicher aber ist, daß man nicht weiterkommt, wenn man nicht weiß, in welchen Gegenden des Sonnensystems derartige Körper überhaupt existieren, insbesondere, ob sie sich lediglich auf den Raum zwischen Mars und Jupiter beschränken.

Vor einem halben Jahrhundert suchte man nach einem intramerkurialen Planeten, für den man schon den Namen Vulkan bereit hielt und der noch heute in sogenannten populären Himmelskunden herumspukt. Jetzt kann man sagen, daß dieser „Planet“ endgültig gestrichen werden muß. Die letzte Sonnenfinsternisexpedition der Potsdamer Sternwarte nach Takengon auf Sumatra zum 9. Mai 1929 diente vornehmlich der Untersuchung der Lichtablenkung im Schwerefeld der Sonne, bot aber wegen der Größe des fotografierten Gebiets und der langen Dauer der Totalität eine ausgezeichnete Gelegenheit, die Frage nach dem Vorhandensein sonnennaher Planeten zu prüfen. Es wäre nicht verwunderlich, wenn intramerkuriale Asteroiden bisher der Aufmerksamkeit der Astronomen entgangen wären, die sich in den wenigen Augenblicken der vollständigen Finsternis mit anderen Problemen befassen, die mehr Erfolg versprechen. Planetoiden von etwa 100 km Durchmesser würden als Sterne 6. bis 8. Größe leuchten. Bei etwaigen Vorübergängen an der Sonnenscheibe würden sie als „Sonnenfleckchen“ von 0,3 Größe vollkommen überstrahlt werden. Was diesmal die Nachforschung sehr erleichterte, ob ein Pünktchen auf der Platte ein Fixstern, ein Planetoid oder ein Schichtfehler sei, war der Umstand, daß mehrere Finsternisaufnahmen mit solchen derselben Himmelsgegend verglichen werden konnten, die mit denselben Instrumenten am gleichen Ort einige Monate später gemacht worden waren. v. Klübers Ergebnis (Astr. Nachr. 5847) stimmt mit dem überein, was verschiedene Lickexpeditionen zwischen 1901 und 1922 unter Perrine, Campbell und Trümpler bereits gefunden hatten, nämlich, daß bis zur 10. Größe hinab Planetoiden in der Nähe der Sonne nicht vorkommen.

Den an der anderen Grenze des Planetensystems stehenden Pluto hat man wohl auch

als Planetoiden bezeichnet, wie z. B. Pozdena in Astr. Nachr. 5799. Da ist einmal die starke Neigung seiner Bahn, die große Exzentrizität, die nicht zu den „richtigen“ Planeten passen. Da ist zum anderen die auffallende Lichtschwäche, die auf eine recht geringe Größe schließen läßt. Pluto ist so dunkel, daß er aus Eisen bestehen könnte, seine vermutete Masse wieder so groß, daß eine hohe Dichte wahrscheinlich ist, während die äußeren Planeten ungemein lockeres Gefüge haben. Alles das zeigt, daß Pluto von anderer Art ist, und wir vielleicht in ihm nur das Hauptglied eines zweiten Planetoidenringes zu erblicken haben, der sich jenseits der Neptunbahn erstreckt. Nach ihrer Bahnlage zueinander verhalten sich Pluto und Neptun wie etwa Eros und Erde; und wenn Pluto 1989 im Perihel sein wird, hat er dieselbe Entfernung von der Sonne wie Neptun und bildet mit Sonne und Neptun ein gleichseitiges Dreieck. Und da auch der Neptunmond nach Nicholson und van Maanen eine beträchtliche Masse und hohe Dichte, dazu eine sehr geringe Albedo hat, läßt sich vermuten, daß auch dieses Gestirn ursprünglich dem zweiten Planetoidenring angehörte.

W. H. Pickering, dessen Anteil an der Voraussage des Transneptun unvergessen ist, hat in verschiedenen Arbeiten Gründe für das Vorhandensein weiterer Planeten P und O jenseits des Neptun ins Feld geführt. P soll nach ihm 1932 bei dem Stern Xi im Bilde des Teleskops zu finden sein (Dekl. $-54^{\circ}1'$). Aus den Positionsbeobachtungen des Saturn an den Meridiankreisen in Washington und Greenwich hat er weiter auf einen Planeten U geschlossen, der sein Perihel innerhalb der Jupiterbahn hätte und im Aphel in Saturnentfernung stände. Dessen Masse wäre nur 4 mal so groß wie die des Erdmondes. Man könnte diesen Körper nicht anders als einen großen Planetoiden bezeichnen (Pop. Astr. 1932, S. 69).

Auf einen ganz anderen Ausblick verweist Perrine in Astr. Nachr. 5868. Nach dem neuen Katalog von Cecchini über Fixsternparallaxen hat er alle gemessenen Zwergsterne (abs. Hell. unter 12^m) graphisch nach ihrer Lage am Himmel zusammengestellt. Es überrascht, daß von den 14 Beispielen nicht weniger als 12 sich der Ekliptik anschmiegen und nur 2 der Milchstraßenebene. Vielleicht deutet dies darauf hin, daß die Lage der Ekliptik und damit auch die der Hauptebene des Sonnensystems nicht willkürlich ist, sondern in noch unerkannter Verknüpfung mit der lokalen Sternwelt steht.

Die absolute Größe eines Objekts darf nicht als Maßstab seiner Wichtigkeit genommen werden. Die Wissenschaft verdankt wesentliche Fortschritte der Welt des Kleinen.

Der Sternenhimmel der Griechen.

Neue Astrognosie.

Von E. Wolff-Beselin.

(Mit einer Abbildung.)

I. Die Sternbilder des Frühlings.

Der Anfang aller Astronomie ist die Lehre von den Sternbildern und das Auffinden und sichere Kennenlernen derselben am Himmel.

Für diesen Zweck gibt es eine Anzahl verschiedener Hilfsmittel, und jeder Sternfreund sucht sich zunächst solche zu verschaffen. Die besten sind die drehbaren Sternkarten, auf denen die Sterne mit irgendwelchen punktierten Linien zu geometrischen Figuren verbunden sind, die aber kaum eine Beziehung zu dem bezeichneten Bilde haben. Außerdem hat man die Bayerschen, Flamsteedschen und andere Bilderatlanten, die mehr oder weniger künstlerisch schöne Bilder geben. Diese lassen durch die Ausführlichkeit der Figuren die Sterne selbst ganz in den Hintergrund treten, so daß sie zum Aufsuchen der Sterngruppen ungeeignet sind. Außer diesen beiden gibt es noch Karten, die in Anlehnung an die alten Himmelsgloben des 17. Jahrhunderts alle Sternbilder umgekehrt zeigen, so daß rechts und links vertauscht ist, was für den Anfänger ganz unbrauchbar ist. Wissenschaftlich orientierte Sternatlanten kommen für den Fortgeschrittenen natürlich stets in Betracht.

Für die Sterngruppen sind heute noch die griechischen Bezeichnungen üblich, unter denen sie Hipparch 150 Jahre v. Chr. beschrieb. Aber schon lange vor Hipparch verbanden Priester-astronomen die einzelnen Sterngruppen durch gedachte Linien. Jede Linie hatte Bedeutung und stellte etwas Bestimmtes dar. In den uns erhalten gebliebenen Namen einzelner Sterne (meist verstümmeltes Arabisch) ist uns eine treffliche Anleitung gegeben, wie wir mit ein paar Strichen jedes Sternbild charakterisieren können. Wenn wir z. B. für den Pegasus überlieferte Namen haben wie *scheat* = Vorderfuß, *markab* = Sattel, *al garib* = der Flügel, *enif* = Nase, so ist es ein leichtes, die Hilfslinien so zu ziehen, daß sie ein geflügeltes Roß ergeben. Welch ungeheure mnemotechnische Hilfe dies für den Lernenden bedeutet, liegt auf der Hand. Außerdem ergibt sich nun das Bild des Sternhimmels, wie die Griechen gewohnt waren, ihn zu erschauen, ganz von selbst; diese Strichfiguren lassen sich in der Phantasie leicht zu den Gestalten umformen, die sie darstellen sollen.

Ptolemäus schreibt in seinem Kapitel über den Himmelsglobus: „Die Umrißzeichnungen der einzelnen Sternbilder werden wir so einfach wie möglich ausführen, indem wir die unter dasselbe Bild fallenden Sterne nur durch Linien

umreißen, und zwar durch Linien, die sich von der Farbe, in welcher der ganze Globus gehalten ist, nicht allzusehr abheben, damit weder der praktische Zweck, der sich aus dieser charakteristischen Linienführung ergeben soll, verfehlt werde, noch die Aufsetzung bunter Farben die Ähnlichkeit des Bildes mit der Wirklichkeit beeinträchtige. Dadurch erreichen wir, daß der auf den ersten Blick in das Auge fallende Vergleich uns leicht werde und un-schwer im Gedächtnis zu behalten sei.“

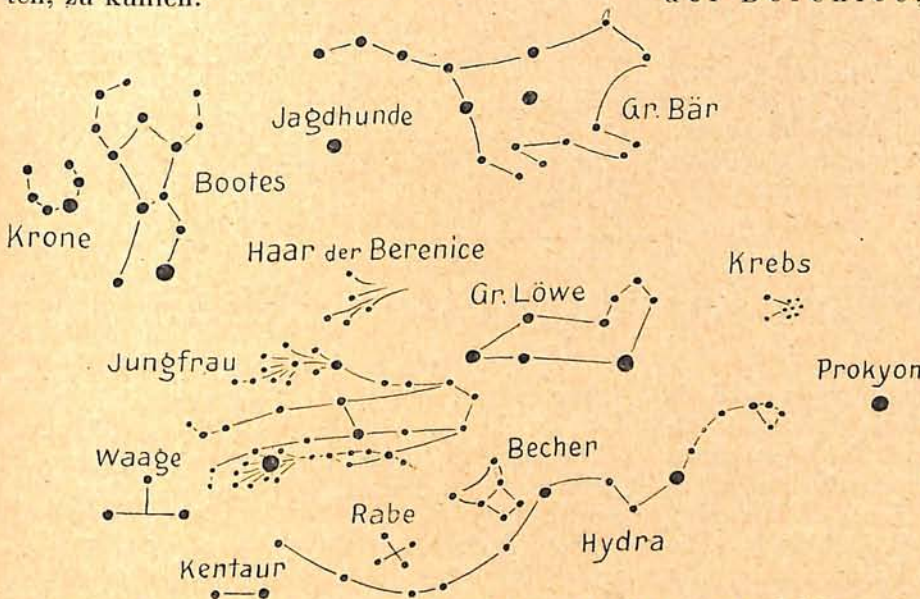
Zu einer menschlichen Figur gehören zwei Schultersterne, ein Kopfstern, zwei bis drei Gürtelsterne und zwei hauptsächlich für die Füße nötige; dazu kommen schwächere Sterne für Arme, Waffen und dgl. Ein Kreuz stellt einen Vogel dar (Schwan, Adler, Rabe), ein Rhombus ein vierfüßiges Tier (Löwe, Bär, großer Hund).

Wir teilen wie üblich die Sternbilder nach den Jahreszeiten in vier Gruppen ein. Die entsprechende Gruppe ist jedesmal diejenige, die bei Beginn der Nacht den Südhimmel einnimmt, im Februar, März, April also die Bootes- oder Bären-Gruppe. Im Westen stehen noch alle hervorragenden Winterbilder, wie Fuhrmann, Zwillinge, Stier, Orion mit Sirius und Prokyon. Nur die schwächeren, wie Hase und Eridanus, sind schon verschwunden, dafür sehen wir von den Herbstbildern noch den Perseus. Im Osten tauchen die Sommerbilder auf. Schon leuchten die strahlende Wega und der Deneb.

Der Held der Frühlingsgruppe ist *Bootes*. Er ist gut als Männergestalt zu erkennen. Man sieht mit bloßem Auge einen Kopfstern, zwei Schultersterne, zwei Gürtelsterne und zwei Fußsterne, von denen der eine der rötlich leuchtende Arkturus ist. Folgen wir der Krümmung der Deichsel des großen Wagens, und verlängern wir diesen flachen Bogen, so treffen wir, wie bekannt sein dürfte, mit Sicherheit auf den Arkturus und haben damit den rechten Fuß des Bootes gefunden. In ältesten Zeiten wurde das ganze Bild Arkturus benannt. Er ist der Bärenjäger, der die große Bärin jagt. Um diese zu finden, ziehen wir von den beiden untersten Sternen des großen Wagens je eine Hilfslinie recht weit nach rechts unten, da finden wir, paarweise geordnet, auffallend gleiche Sterne, das sind die Tatzen der großen Bärin. Nun haben wir einen Begriff von ihrer ganzen Größe. Über den Vordertatzen befindet sich Vorderrumpf und Kopf des Tieres.

Der Sage nach wurde die Nymphe Kallisto, eine Gefährtin der Diana, der an Reinheit und

Schönheit keine andere gleich kam, von Juno aus Rache in eine Bärin verwandelt, weil sie sich von Zeus verführen ließ. Trotz ihrer Bärengestalt noch mit menschlichen Gefühlen begabt, floh sie ängstlich in die dichtesten Wälder. Hier traf ihr Sohn Arkas (Arkturus), als er erwachsen war, auf ihre Spur und verfolgte sie, ohne natürlich zu ahnen, daß es seine Mutter sei. Sie floh und rettete sich in den Tempel des Zeus. Arkas folgte ihr auch dahin. Die entsetzten Priester waren im Begriff, beide zu töten, da erbarmte sich Zeus und versetzte Mutter und Sohn an den Himmel. Aber beide müssen nun in alle Ewigkeit um den Pol herumjagen, ohne sich, wie andere Sterne, manchmal in der Flut Okeanos, die sich die Alten rings am Horizont ausgebreitet dachten, zu kühlen.



Sinngemäße Linienführung zur Kennzeichnung der Frühlingssternbilder.

Bootes hebt mit heftiger Bewegung beide Arme, sein rechtes Bein setzt er zum Laufen an. Zwischen ihm und der Bärin die Jagdhunde. Der Löwe ist liegend zu denken. Die mächtige Mähne seines großen Hauptes fällt bis auf Regulus herunter.

Nach einer zweiten griechischen Sage ist Bootes der Ikarios, der erste, der von Bacchus den Weinbau erlernte. Seine Tochter war die Jungfrau Erigone, auch Vindemiatrix, d. h. Winzerin, genannt. In der einen Hand hält sie eine Traube (der entsprechende Stern heißt Vindemiatrix), in der anderen eine Kornähre (Spika), das Zeichen der reifenden Felder. Beide Beigaben deuten auf die Ernte hin, weshalb sie auch mit Demeter, der Ackergöttin, identifiziert wird. Die großen Flügel und die Palme sind Verunstaltungen, die sich bis Ptolemäus verfolgen lassen.

Das langgestreckte Bild liegt zu den Füßen des Bootes-Ikarios, nach rechts hin abweichend, der Kopf genau unter Denebola im großen Löwen. Die weißglühende Spika, einen herrlichen Stern 1. Größe, findet man leicht, wenn man den flachen Bogen, der vom Schwanz der großen Bärin zum Arkturus führt, um etwa das gleiche Maß verlängert.

Ikarios wurde von Hirten, denen er den Göttertrank brachte, und die er im Weinbau unterrichten wollte, erschlagen, weil sie meinten, er habe die im Rausche liegenden Brüder vergiftet. Seine Tochter Erigone, beunruhigt durch das lange Ausbleiben ihres Vaters, suchte ihn mit seinem zu ihr zurückgekehrten Hündchen Maïra, den wir im Cor Caroli-Stern*) sehen, und als sie ihn gefunden und sein trauriges Ende erfahren hatte, gab sie sich selbst den Tod.

Dionysos versetzte dann alle an den Himmel, den Ikarios mit seinem großen Wagen, die Jungfrau Erigone und das Hündchen Maïra.

Über der Vindemiatrix sehen wir ein lichtiges Gewimmel von Sternchen, das man nicht gut im Bilde wiedergeben kann, es ist das Haar der Berenice, der Gemahlin des Königs Ptolemäus Euergethes. Als Weihegeschenk für die großen Siege ihres Gemahls in Asien brachte sie der Aphrodite ihr herrliches, von vielen Dichtern besungenes Haupthaar dar. Am andern Morgen war es aus dem Tempel verschwunden und, wie die Priester aussagten, von der Göttin an den Himmel versetzt worden.

Rechts über der Jungfrau, unter den Tatzen des großen Bären, ist der große Löwe zu finden. Es ist der Nemäische Löwe, den Herkules besiegte. Auf seiner Brust sehen wir einen schönen Stern 1. Größe, den Scharru, d. h. König, seit dem Mittelalter Regulus genannt. Der Schwanzstern heißt Denebol ased, genannt Denebola (Schwanz des Löwen).

Die Hydra gehört wie der große Löwe zur Herkules-Sage. Nachdem der Held den Nemäischen Löwen erwürgt hatte, wurde er ausgesandt, die Lernäische Schlange, die gefürchtete Hydra, zu töten. Es war ein furchtbarer Kampf. Sie wickelte sich um seine Schenkel, und aus jedem Kopf, den er ihr abhieb, erwachsen ihr zwei neue. Außerdem stieg aus dem Sumpf ein ungeheurer Krebs, der den Helden von hinten angriff, aber dieser zertrat ihn mit dem Fuß und besiegte schließlich die mächtige Sumpfschlange. Das ganze Land jauchzte dankbar auf, von der Plage befreit. Die Hydra zieht sich von der Spika unter der Jungfrau und dem großen Löwen fast bis zum kleinen Hund, einem Wintersternbild, hin. Sie erhebt ihr kantiges Haupt zum Procyon. Über ihrem Kopf befindet sich der Krebs, ein

*) α in den Jagdhunden.

ziemlich unscheinbares und doch sehr wichtiges Tierkreisbild. Der mit bloßem Auge sichtbare Sternnebel Präsepe wird auch Krippe genannt, und die beiden Sterne links von ihm die Eselchen. Diese trugen durch ihr unartikulierte Geschrei zum Siege der Götter über die Titanen bei und wurden dafür mit einer stets gefüllten Krippe an den Himmel versetzt.

Unter der Jungfrau, auf der Hydra stehen zwei kleine Bildchen, Rabe und Becher, der Becher als Wasserbehälter, und der Rabe in seiner Beziehung zur Sintflut, zur Wasserregion gehörend, die sich am Horizont entlang zieht.

Eine köstliche Sage erzählt, der Rabe sei von Apoll ausgesandt, in dem Becher Trinkwasser zu holen. Er fand unterwegs einen Feigenbaum, dessen Früchte, auf die er große Lust hatte, noch nicht reif waren. So saß er denn und wartete, bis sie reiften, fraß sie und holte dann erst das Wasser. Dem Gott log er vor, die große Wasserschlange hätte ihm immer wieder den Becher leer getrunken. Der Gott des Lichts durchschaute aber den Betrug und

verurteilte den Raben, mit einem Riesendurst neben dem gefüllten Becher zu sitzen, ohne trinken zu können. Die Hydra mußte den Sträfling bewachen.

Links unter diesem Bilde, so tief am Horizont, daß wir in den höheren Breiten nur zwei seiner Sterne zu sehen bekommen, steht der Kentaure, halb Mensch, halb Pferd, also zur einen Hälfte geistbegabtes Wesen, zur andern Trieb-Tier-Wesen. Er stellt einen Menschen dar, der noch nicht Herr über seine Naturtriebe geworden ist.

Der Sage nach hatte dieser Kentaure einmal die Gattin des Herakles über einen Fluß zu tragen und wurde, als er sie zu entführen versuchte, von dem Helden getötet.

Hiermit schließen wir die Frühlingsgruppe ab, die im März, April und Mai am besten zu sehen ist. Wir merken uns aber gleichzeitig zu den Füßen der Jungfrau die Waage der Tag- und Nachtgleichen und an der linken Schulter des Bootes die Krone der Ariadne, denn diese führen uns zu den Sommerbildern, deren Held Herakles ist.

Neue Untersuchungen aus der Welt der Nebelhaufen.

Von Dr. Arthur Beer.

Zwei bedeutsame Untersuchungen sind in letzter Zeit im *Astrophysical Journal*¹⁾ erschienen. In der einen behandelt M. L. Humason „Scheinbare Geschwindigkeitsverschiebungen in den Spektren der schwachen Nebel“. Die zweite, sich anschließende und von E. Hubble gemeinsam mit Humason geführte Untersuchung gibt eine sehr eingehende Diskussion aller bisherigen Ergebnisse dieses neuen Forschungsgebietes. Die in der letzten Zeit an immer weitergreifender Bedeutung gewinnenden Fragen der scheinbaren Geschwindigkeitseffekte in fernen Spiralnebeln und in neu entdeckten Nebelhaufen werden in grundlegender Weise erneut aufgeworfen. Eine Verknüpfung mit den Fragen nach der Struktur unseres Raumes wird hier in bewußter Weise unterlassen; Hubble läßt grundsätzlich zunächst „die Frage nach der Bedeutung des Ganzen noch offen“.

Das Beobachtungsmaterial, das zugrunde gelegt werden kann, ist durch Humason und Pease auf die Spektralvermessungen von 46 extragalaktischen Nebeln ausgedehnt worden. Durchweg zeigen sich auch jetzt alle Linienverschiebungen nach dem Rot hin gerichtet; das besagt nach dem Dopplerschen Prinzip, daß sich die Nebel von uns fort bewegen. Die Höchstwerte unter allen bisher gefundenen Fluchtgeschwindigkeiten erreichten der hellste Nebel des von W. H. Christie aufgefundenen Haufens im Löwen mit 19 700 km in der

Sekunde und ein neuerdings von Hubble in den Zwillingen untersuchtes Objekt mit etwa 24 000 km/sec (über das bisher nur kurz in „*Science News Letters*, Washington“, berichtet wird).

Die Aufnahmen erfolgten in der Hauptsache im Cassegrain-Fokus des 100zölligen Hookerspiegels mit verschiedenen Spektrographen. Die besten Erfahrungen machte man bei Verwendung eines von Rayton konstruierten neuen Spektrographenobjektivs von $F : 0,6$, das mit 2 Prismen bei $\lambda 4500$ eine Dispersion von 418 Å/mm und mit 1 Prisma eine solche von nur 875 Å/mm lieferte. Mit dieser Kombination zeigen die Bilder im allgemeinen die 4 Linien H, K, H δ , G, und manchmal noch H γ , $\lambda 4383$ Fe, H β .

Das umfangreiche Beobachtungsprogramm umfaßte sowohl die Haufennebel (24 Objekte im Perseus, Krebs, Löwen, Gr. Bären, Jungfrau, Haar der Berenice, Pegasus), ferner 4 Nebel einer Gruppe in den Fischen sowie 18 isolierte Objekte. Die letzteren wurden vor allem deshalb in das Programm aufgenommen, um etwaige systematische Unterschiede gegenüber den Haufennebeln untersuchen zu können. Die Formen der einzelnen Nebel gehen von denen irregulärer Gestalt und Spiralen später Typen, wie etwa M 101, bis zu den frühen elliptischen Nebeln, welche in Nebelhaufen überwiegen.

Die Geschwindigkeitsmessungen selbst zeigen eine gute innere Übereinstimmung; sie

¹⁾ Bd. 74, S. 35—82, 1931.

wurden unabhängig von zwei Beobachtern und an allen verfügbaren Linien durchgeführt. Sehr wichtig ist der hierbei u. a. gelungene Nachweis, daß der gemessene Geschwindigkeitseffekt nicht von der Wellenlänge abhängt. — Die Genauigkeit der Messungen hängt ab von der Skala, der Belichtungszeit, der Anzahl der vermessenen Linien usw. und beträgt bei den geringen Geschwindigkeiten wenige Zehner von Kilometern, erreicht aber selbst bei der Geschwindigkeit von 19 700 km/sec nur etwa 300 km/sec.

Augenblicklich sind Arbeiten im Gange, um die Geschwindigkeitsmessungen auf noch schwächere Nebel auszudehnen. Bisher war die Grenzgrößenklasse $16^m,8$, leider aber wird bereits bei der photographischen Helligkeit von $17^m,5$ die Leistungsgrenze des Mount Wilson-Spiegels erreicht sein. Der obengenannte Nebel im Löwen wurde 13 Stunden belichtet; aber die künftig zu erwartenden Belichtungszeiten werden gar nicht unverhältnismäßig länger zu sein brauchen, da ja glücklicherweise die H- und K-Linien durch die großen Rotverschiebungen gerade nach jenen Stellen des Spektrums hingebraucht werden, in denen die Photoplatte besonders empfindlich ist. Gerade deshalb wird man auch größere Dispersionen anwenden können. Die Hauptschwierigkeit ist wohl nur die, daß schwache Nebel nur noch sehr schlecht am Spalt des Spektrographen gesehen werden können, so daß die Einstellung und Nachführung schwierig ist.

Bevor das eben besprochene neue Material zur Ableitung einer Beziehung zwischen Geschwindigkeit und Entfernung herangezogen wird, behandeln Hubble und Humason in der zweiten Arbeit einleitend das Problem der Entfernungsbestimmung der Nebel. — Nebelentfernungen ergeben sich bekanntlich heute durch Benutzung von veränderlichen Sternen bestimmter Typen, soweit solche Sterne im Nebel aufgefunden werden können. Ein weiterer gangbarer Weg verwendet die obere Grenze der Leuchtkraft der Sterne eines Nebels als ein Kriterium der Entfernung. Endlich kann auch noch die Gesamtleuchtkraft der Nebel in demselben Sinne nutzbar gemacht werden.

Zunächst wird festgestellt, daß bisher in Nebeln folgende verschiedene Sterntypen erkannt werden konnten: Cepheiden, irreguläre Veränderliche, Heliumsterne, P Cygni - Sterne. Die besten Distanzen liefern die Cepheiden, aber auch die anderen Typen sind mindestens zur Sicherung der Größenordnung sehr wichtig. (Die „Entfernungseinheit“ hat sich zwar durch Shapleys neue Kurve um 10 % verkleinert; weitere Änderungen sind noch zu erwarten, sobald die Untersuchungen, die jetzt über die Bewegung der Cepheiden im Gange sind, beendet sein werden.) Aus den 10 durch Cepheiden bisher bestimmten Nebelentfernungen ergibt sich als Mittel die absolute Leuchtkraft zu $-14^m,7$, bei einer Schwankung von 5 Größen-

klassen. Das Mittel aus den hellsten Sternen wird $-6^m,1$, bei einer Schwankung von $1^m,8$.

Nebel, in denen sich keine Sterne zeigen, liefern als einziges Kriterium die scheinbaren Dimensionen und Helligkeiten der Nebel selbst. Die Dimensionen variieren mit der Klassifikationsfolge Sb, Sc, Irr., so daß Photographien verfügbar sein müssen, die alle Details zeigen. Die Durchmesser wachsen aber mit zunehmender Belichtungszeit, da sich ja dann immer weiter außerhalb des Zentrums liegende Partien abbilden. Es zeigt sich, daß der scheinbare Durchmesser nur in Ausnahmefällen als Distanzkriterium dienen kann, während die totale scheinbare Helligkeit wesentlich günstigere Ausichten bietet.

Was die bei Nebeln verfügbaren visuellen Helligkeiten anbelangt, so liegen diese heute bis zur 12. Größenklasse bereits vor. Die photographischen Helligkeiten wurden meist am Mount Wilson mittels extrafokaler Aufnahmen erhalten. — Der Vergleich mit den zwei bisher vorhandenen Harvardlisten zeigt systematische Differenzen. Die Verfasser weisen darauf hin, wie wichtig endlich internationale Festsetzungen über photographische Sternphotometrie wären, die möglichst auf extrafokalen Methoden basieren sollten.

Bereits 1929 hat Hubble sehr interessante Ergebnisse veröffentlicht, die sich aus einem Vergleich der Geschwindigkeits- und Distanzwerte ferner Nebel ergaben: die Geschwindigkeiten scheinen für jede neue Million Parsec Entfernungszuwachs um etwa 500 km/sec zuzunehmen. Jetzt treten nach der Durchführung des eben skizzierten großzügigen Beobachtungsprogramms über 40 neue Geschwindigkeiten hinzu, die 8 verschiedenen Nebelhaufen angehören und die außerdem 16 isolierte Nebel umfassen. Die letzteren wurden dabei in 2 Gruppen zusammengefaßt, von denen die eine Nebel mit bekannten visuellen Helligkeiten, die andere solche mit photographischen Werten enthält. Die Mittelwerte der Geschwindigkeiten stimmen nur bei der ersten dieser beiden Gruppen mit den Resultaten aus den Haufen überein, bei der anderen Gruppe sind sie wesentlich größer.

Es erscheint von Interesse, die wichtigsten Daten, die sich für die einzelnen Nebelhaufen ergaben, im einzelnen zu charakterisieren.

Der Haufen in der Jungfrau umfaßt mehrere hundert Mitglieder auf einer Fläche von 12×10 Grad; er ist der nächste und größte aller Nebelhaufen und enthält die verschiedensten Nebel-Typen. Seine Distanz ergab sich nach älteren Harvarduntersuchungen zu etwa 3 Millionen Parsec, nach den neuen Mount Wilson-Messungen definitiv zu 1,8 Millionen Parsec. Herangezogen wurde bei letzteren die häufigste scheinbare Helligkeit und ferner die obere Grenze der Leuchtkraft sichtbarer Sterne,

schließlich auch der hier gut benutzbare scheinbare Durchmesser. Die Radialgeschwindigkeit wurde als Mittel aus 7 Einzelnebeln mit $+890$ km/sec ermittelt.

Etwa 100 Nebel drängen sich auf 1 Grad Fläche im Pegasus zusammen. Der hellste von ihnen, N.G.C. 7619, ergab durch Benutzung der häufigsten scheinbaren Helligkeiten eine Distanz von 7,25 Millionen Parsec und eine Geschwindigkeit von $+3800$ km/sec.

Nur 25 Nebel umfaßt auf gleichem Raum eine Gruppe in den Fischen; eine Distanz von 7 Millionen Parsec und eine Fluchtgeschwindigkeit von 4630 km/sec wurde hier errechnet.

Der vierte untersuchte Haufen liegt im Krebs und enthält innerhalb eines Quadratgrades 150 Nebel. Aus 2 von ihnen wurde eine Geschwindigkeit von $+4800$ km/sec ermittelt bei einer Entfernung von 9 Millionen Parsec. Im übrigen ist dieser Haufen noch nicht so gründlich untersucht wie die anderen.

Der wichtige Haufen im Perseus wurde bekanntlich schon 1905 von Max Wolf entdeckt. Heute stehen für die Untersuchung der Geschwindigkeits-Distanz-Beziehung 4 Nebel zur Verfügung, deren hellster $13^m,8$ ist; als Mittel ergab sich $+6000$ km/sec. Nicht weniger als 60 Nebel wurden für die Distanzabschätzung benutzt, die zwischen $13^m,8$ und $19^m,0$ liegen und als häufigste Helligkeit $16^m,4$ ergeben, entsprechend einer Haufendistanz von 11 Millionen Parsec. Auffallend sind die hier auftauchenden sehr großen Farbenindizes. Da der Nebelhaufen aber an ein Gebiet grenzt, das starke Kalziumabsorptionen zeigt, so wird von den Mount Wilson-Astronomen vermutet, daß der anormale Farbenindex durch Lichtzerstreuung in interstellarer Materie des galaktischen Systems hervorgerufen werde. Dadurch würden dann die photographischen Helligkeiten schwächer erscheinen als normal, und die aus ihnen abgeleitete Distanz würde zu groß sein. Es wird daher eine Korrektur von $-0^m,4$ angebracht, wodurch sich die Entfernung auf 9,1 Millionen Parsec und die Geschwindigkeit auf 5200 km/sec reduziert, auf einen Wert, der allein mit der Kurve der Beziehung zwischen Radialgeschwindigkeit und Entfernung übereinstimmt.

Das gewaltige Nebelfeld im Haar der Berenice umfaßt auf 1,7 Quadratgrad Fläche über 800 Nebel. Allein auf einem Gebiet von $40' \times 50'$ findet Duncan mit dem 100-Zöller 400 Nebel auf. Als Haufendistanz ergibt sich aus der Helligkeitsverteilung, die hier mit besonderer Umsicht untersucht wurde, ein Wert von 13,8 Millionen Parsec. Dies entspricht dem aus der Verteilungsfunktion der Helligkeiten ermittelten Hauptwert $17^m,0$. Die Schwankungen der einzelnen Geschwindigkeitswerte sind hier recht groß; aus 8 Nebeln wurde als Mittel $+7360$ km/sec angenommen.

Besonderes Interesse findet der von W. Baade entdeckte und untersuchte Haufen im Großen Bären. 300 Nebel verteilen sich auf ein Gebiet von 0,7 Grad Durchmesser und auf einen Helligkeitsbereich von $16^m,0$ bis $20^m,0$. Die größte Häufigkeit bei $18^m,0$ führt auf 22 Millionen Parsec Entfernung. Dieser neue Wert entspricht etwa 75 % des seinerzeit von Baade angegebenen. Die Radialgeschwindigkeit wurde aus der Kurve zu 11800 km/sec vorausgesagt und durch Messung des Spektrums im Baade-Nebel Nr. 24 zu 12000 km/sec ausgezeichnet bestätigt!

Der als letzter zu nennende Haufen ist das von W. H. Christie entdeckte Objekt im Löwen. Seine schwächsten Nebel sind wahrscheinlich weit unterhalb der Grenze, die der Photographie erreichbar wird, so daß die Form der Häufigkeitskurve nur sehr schwer zu bestimmen ist. Aber die größten und die häufigsten Helligkeiten sind jedenfalls um $1^m,0$ kleiner als im Bären-Haufen, so daß sich $19^m,0$ als häufigste Helligkeit angeben lassen dürfte und demgemäß eine Entfernung von nicht weniger als 32 Millionen Parsec. Wir haben also im Löwenhaufen und im neuentdeckten Haufen in den Zwillingen die beiden bis heute „fernsten Objekte dieser Welt“ vor uns! — Der Spektrograph ergab mit einer Dispersion von 875 Å/mm im hellsten Nebel des Haufens im Löwen eine Linienverschiebung von 19600 km/sec und beim Zwillingshaufen eine solche von 24000 km/sec, die mit den aus der Kurve vorauszusagenden Werten in vollständiger Übereinstimmung stehen!

Welche allgemeinen Schlüsse gestattet nun dieses neue reiche Material? — Zunächst ist klar, daß derartig ungeheure Rotverschiebungen in den Spektren auch eine beträchtliche Neuverteilung der Intensitäten hervorrufen müssen. Vorausgesetzt ist dabei natürlich, daß das Leuchten der Nebel ungefähr dem eines schwarzen Strahlers entspricht. Die Neuverteilung im Spektrum wird dann dargestellt werden können durch neue Strahlungskurven, die niedrigeren Temperaturen bzw. späteren Spektraltypen entsprechen. In sehr übersichtlicher Weise wird in der neuen Arbeit eine theoretische Ableitung der sich daraus ergebenden Effekte durchgeführt. Die Formeln und Tabellen zeigen, daß sich erst für Entfernungen von mehr als 10 Millionen Parsec Einflüsse ergeben, die an die photographischen Helligkeiten als Korrektur angebracht werden müssen. Aber selbst bei den größten bisher beobachteten Rotverschiebungen liegen diese Korrekturen nahe der Grenze der möglichen Beobachtungsfehler. Erst bei etwa 60000 km/sec ist ein Effekt von etwa 1 Größenklasse zu erwarten!

Interessant ist hier der Hinweis Hubbles, daß die Grenze des 100-Zöllers bei Entfer-

nungen liegen dürfte, denen Geschwindigkeiten von 40 000 km/sec zukommen, d. h. 72 Millionen Parsec. Die eben erwähnten 60 000 km/sec würden mit 108 Millionen Parsec Distanz den Grenzmöglichkeiten des in Aussicht genommenen neuen 200-Zöllers entsprechen.

Der neue Wert für den durchschnittlichen Geschwindigkeitszuwachs für je 1 Million Parsec Entfernungszunahme beträgt 560 km/sec. Die Unsicherheit dieses Ergebnisses beträgt höchstens 20 %, wahrscheinlich aber ist sie sogar noch kleiner als 10 %. Bemerkenswert ist die weitgehende Übereinstimmung mit dem schon früher abgeleiteten Wert. Achtzehnmal weiter aber führen die neuen Daten in den Raum hinaus, und wir nähern uns jetzt schon sehr den Grenzen des den bisherigen Instrumenten überhaupt zugänglichen Raumgebietes.

Hubble führt weiter aus, daß die Form der Beziehung überhaupt als ein ganz allgemeines Charakteristikum dieses für uns beobachtbaren Raumgebietes erscheint. Auch außerhalb ihrer kosmologischen Bedeutung bietet die neue Gesetzmäßigkeit eine wichtige Methode dar, um neue kosmische Distanzen von bisher unzugänglichen Einzelobjekten zu bestimmen. Der prozentuale Fehler wird dabei bemerkenswerterweise mit zunehmender Distanz beständig

kleiner. Das eröffnet jetzt ganz neue Möglichkeiten für die Untersuchung der Nebel, wobei man am Mount Wilson u. a. an folgendes denkt: An die Bestimmung der Leuchtkraftfunktion in Nebeln, an die Untersuchung der Absorption des Lichtes in niedrigen galaktischen Breiten (vgl. hierzu die vorige Bemerkung über den Perseus-Haufen!), und auch an Möglichkeiten, um die Masse der Nebel zu bestimmen. In dieser Hinsicht wurden spektrographisch bisher Rotationen bei M 31 und M 33 sowie bei N.G.C. 4594 festgestellt. Aus der scheinbaren Geschwindigkeit können dann gemäß der Geschwindigkeits-Distanz-Beziehung die Entfernungen dieser Nebel abgeleitet werden, und dadurch dann unmittelbar die Winkelabstände jener einzelnen Nebelpartien, deren Rotationsgeschwindigkeit gemessen wurde, in Kilometer umgerechnet werden. Daraus wäre dann die Masse errechenbar.

Auf allen diesen Gebieten sind weitere Beobachtungsreihen im Gange. Wir erleben jetzt durch die Mount Wilson-Astronomen einen ähnlich großzügigen Vorstoß in den Raum, wie ihn Shapley einst gegen die Welt der Kugelhaufen unternahm. Diesmal aber werden uns die weitesten Fernen des Weltalls erschlossen.

Der gestirnte Himmel im Juni 1932.

Von Günter Archenhold.

(Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.)

Im Juni macht sich die lange Dämmerung bei der Sternbetrachtung noch mehr bemerkbar als im Mai. Die schwächeren Sterne treten besonders über dem Nordhorizont kaum hervor. Im Süden nehmen die Tierkreisbilder Jungfrau, Waage und Skorpion den größten Teil des Himmels ein. Nach Osten zu schließen sich Schlangenträger mit Schlange, Herkules, Leier, Schwan und Adler an. Die Hauptsterne dieser drei zuletzt genannten Bilder bilden das bekannte große rechtwinklige Sommerdreieck. Mit ihnen steigt im Laufe der Nacht die Milchstraße höher, doch kommt sie erst in den dunkleren Augustnächten stärker zur Geltung.

Der Lichtwechsel des veränderlichen Sterns Algol im Perseus ist im Juni nicht günstig zu beobachten, so daß die Angaben über seine Lichtminima fortbleiben.

Die Planeten.

Im Juni tritt eine wesentliche Veränderung in den Sichtbarkeitsverhältnissen der großen Planeten ein. Venus, bisher die Zierde des Abendhimmels, verschwindet am Tage der Sommersonnenwende in den Strahlen der

Sonne, und Jupiter nähert sich gleichfalls dem Tagesgestirn, so daß er nur noch kurze Zeit über dem Dämmerungshorizont zu beobachten ist. Dafür taucht Mars in den letzten Junitagen am Morgenhimmel auf, nachdem er fast ein ganzes Jahr unseren Blicken entzogen war, und Saturn wird in den Vormitternachtsstunden sichtbar.

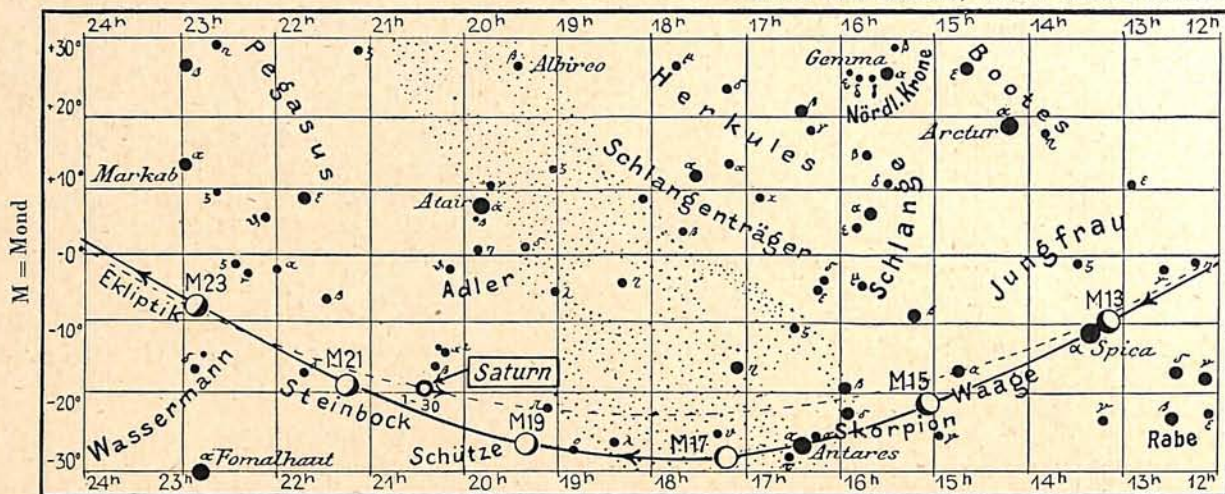
Merkur ist unsichtbar. Am 13. Juni steht er in oberer Konjunktion mit der Sonne.

Venus ist am Monatsanfang als Abendstern noch über 2 Stunden sichtbar. Ihre Sichtbarkeitsdauer nimmt schnell ab, und vom 21. Juni ab kann sie nicht mehr gesehen werden. Bereits am 29. findet ihre untere Konjunktion mit der Sonne statt.

Mars, der während des größten Teils des Monats nicht zu sehen ist, taucht am 27. Juni vor Sonnenaufgang auf. Seine nächste Erdnähe tritt am 3. März 1933 ein.

Jupiter ist am Abendhimmel anfangs $2\frac{1}{2}$ Stunden, zuletzt $\frac{1}{2}$ Stunde lang sichtbar. Sein Untergang verfrüht sich von 0^h15^m auf 22^h30^m . Die Stellungen und Verfinsterungen seiner vier hellen Monde geben wir umstehend an:

Abb. 2a. Lauf von Sonne, Mond und Planeten



Verfinsterungen				Stellungen			
Jun	M.E.Z.	Mond		Jun	22 h 0 m	Jun	22 h 0 m
	h m				M.E.Z.		M.E.Z.
1	24 0	III A	1	41 0 2	16	4 0 123	
15	22 36	II A	2	4 0 123	17	41 2 0 3	
21	22 49	I A	3	42 1 0 3	18	42 0 13	
			4	42 0 13	19	41 3 0 2	
			5	34 0 2	20	43 0 12	
			6	31 0 4	21	34 2 0	
			7	32 0 14	22	31 4 0	
			8	1 0 24	23	0 13 42	
			9	0 12 3 4	24	12 0 34	
			10	21 0 34	25	2 0 13 4	
			11	2 0 13 4	26	1 0 24	
			12	31 0 24	27	3 0 12 4	
			13	3 0 24	28	32 0 4	
			14	32 4 0 1	29	32 1 0 4	
			15	41 3 0	30	0 14 32	

Die Stellung der Monde ist in ihrer Reihenfolge so angegeben, wie sie im umkehrenden astronomischen Fernrohr erscheint. Jupiter selbst ist durch einen Kreis dargestellt. Steht der Mond vor der Scheibe, so ist seine Nummer in den Kreis hineingesetzt; befindet er sich hinter Jupiter, oder wird er durch den Schatten des Planeten verfinstert, so ist seine Ziffer fortgelassen.

Saturn, im Sternbild des Steinbocks, geht anfangs um 23³/₄h, zuletzt um 21³/₄h auf und bleibt dann die ganze Nacht über sichtbar. Sein Ring ist gut zu sehen; das Verhältnis der kleinen zur großen scheinbaren Achse beträgt etwa 1 : 3.

Uranus steht für eine Aufsuchung nicht günstig.

Neptun befindet sich im Sternbild des Löwen an der Stelle Rekt. = 10^h30^m,1 und Dekl. = + 10°15'.

Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne erreicht am 21. Juni den höchsten Punkt ihrer Jahreslaufbahn. Wir haben den längsten Tag und die kürzeste Nacht. Es beginnt der astronomische Sommer. Zur

Sommersonnenwende dauert der Tageslauf der Sonne für Berlin 16³/₄ Stunden, und wenn wir die helle Dämmerung berücksichtigen, bleiben für die Nacht nur 5 Stunden. Aber selbst während dieser kurzen Spanne wird es nicht ganz dunkel, weil bei der geringen Tiefe der Sonne unter dem Horizont unser Himmel dauernd erhellt bleibt.

In Berlin geht die Sonne zu folgenden Zeiten auf und unter:

	Aufgang	Untergang
Jun 1.	3h49m	20h19m
„ 15.	3h42m	20h31m
„ 30.	3h46m	20h32m

Weitere wichtige Angaben finden sich in nachstehender Tabelle:

Datum	Rektasz. 0 ^h Weltzeit	Deklin. 0 ^h Weltzeit	Sternzeit Berlin.Mittag	Zeitgleichg. wahre minus mittlere Zeit
	h m	o ' "	h m	m s
Jun 1.	4 34,6	+ 22 0	4 38,9	+ 2 23
„ 5.	4 51,0	22 30	4 54,6	1 43
„ 10.	5 11,7	22 59	5 14,4	+ 0 47
„ 15.	5 32,4	23 18	5 34,1	- 0 15
„ 20.	5 53,2	23 26	5 53,8	1 19
„ 25.	6 14,0	23 25	6 13,5	2 23
„ 30.	6 34,7	+ 23 13	6 33,2	- 3 25

Der Mond ist mit seinen Lichtgestalten von zwei zu zwei Tagen in unsere Planetenkarte eingetragen.

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

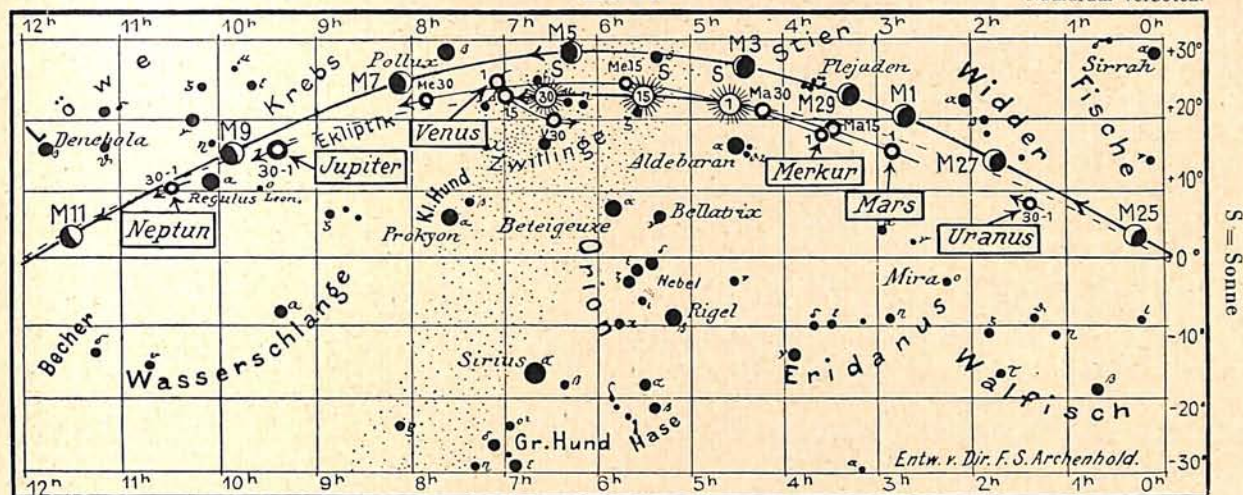
Neumond:	Jun 4.	10 ^h 1 ^h / ₄
Erstes Viertel:	„ 11.	22 ^h 3 ^h / ₄
Vollmond:	„ 18.	13 ^h 3 ^h / ₄
Letztes Viertel:	„ 25.	21 ^h 1 ^h / ₂

Am 16. Juni steht der Mond in Erdnähe, am 28. in Erdferne. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt an diesen beiden Tagen 33'1" und 29'34", die Horizontalparallaxe 60'29" bzw. 54'10".

für den Monat Juni 1932.

Abb. 2b.

Nachdruck verboten.



Im Juni ist in Berlin folgende Sternbedeckung durch den Mond zu beobachten:

Juni	Name	Gr.	Rekt. 1932		Dekl. 1932		Phase	Zeiten für Berlin M. E. Z.		Winkel	Mondalter	Hilfsgrößen			
			h	m	o	'		h	m			o	d	m	m
13.	49 Virginis	5,2	13	4,3	-10	23	E	21	59	123	9,5	—	1,0	—	1,4

E = Eintritt

Die Hilfsgrößen a und b dienen dazu, genäherte Ein- und Austrittszeiten für ganz Deutschland zu berechnen. Den für Berlin geltenden Zeitangaben ist die Korrektur a ($13^{\circ},1 - \lambda$) + b ($q - 52^{\circ},4$) hinzuzufügen, wobei λ und q die geographische Länge und Breite des Beobachtungsortes bedeuten.

Bemerkenswerte Konstellationen.

Juni h

- 2. 5 Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- 3. 12 Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- 6. 23 Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 7. 7 Venus stationär.
- 9. 11 Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- 10. 19 Neptun in Konjunktion mit dem Monde.
- 13. 8 Merkur in oberer Konjunktion mit der Sonne.

Juni h

- 21. 2 Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- 21. 16 Sonne tritt in das Zeichen des Krebses; Sommersanfang.
- 22. 6 Merkur in Konjunktion mit Venus.
- 27. 15 Uranus in Konjunktion mit dem Monde.
- 29. 6 Venus in unterer Konjunktion mit der Sonne.

KLEINE MITTEILUNGEN

Zwei neue Kometen (1932b und 1932c). Nachdem in diesem Jahre von den zurück erwarteten periodischen Kometen nur der Grigg-Skjellerupsche Komet aufgefunden worden war, wurde am 2. April durch Houghton in Kapstadt ein Komet 9. Größe entdeckt, der sich nur 14° von dem Südpol des Himmels befand. Sein Lauf war nordwärts gerichtet, so daß er am 10. Mai den Himmelsäquator überschritten hat. In Sonnennähe ist der Komet bereits am 29. Februar d. J. gewesen. Mit abnehmender Helligkeit wird er noch Ende Mai am Abendhimmel bei uns zu beobachten sein. Am 25. Mai steht er in Rekt. = $12^{\text{h}}47^{\text{m}},8$ und Dekl. = $+12^{\circ}29'$ unfern des Sterns Vindemiatrix in der Jungfrau.

Der andere neue Komet wurde von Carrasco in Madrid am 22. April gesichtet. Er war 12. Größe und stand im Sternbild Haar der Berenice. Auch dieser Komet hat seine größte Sonnennähe bereits hinter sich; er durchlief sein Perihel mit angenähert $2\frac{1}{2}$ astron. Einh. Abstand von der Sonne am 14. Dezember 1931.

Diesem verhältnismäßig großen Abstände entsprechend zeigt sich der Komet als ein kleiner runder Nebel von etwa $0,5$ Durchmesser mit zentraler Verdichtung.

G. A.

Die definitive Bezeichnung der Kometen mit Jahr und römischer Nummer richtet sich bekanntlich nach ihrer Perihelzeit. Wenn aber diese mit dem Ende eines Jahres so nahe zusammenfällt, daß ein Zweifel über das Jahr bleibt, dem der Komet zuzurechnen wäre, so soll die nach der Beobachtung der ersten Zeit getroffene Regelung nicht mehr geändert werden. Nach diesem Beschluß, den die Astronomische Gesellschaft auf ihrer Tagung 1867 in Bonn faßte, wird der Komet 1924 IV Wolf seine Benennung behalten, obwohl nach Kandas Bahnrechnung sein Perihel auf den 3. Januar 1925 fiel. Anderenfalls müßten alle Kometen des Jahres 1925 umbenannt werden. Der im „Weltall“ Jg. 31, S. 2, erwähnte Komet Schwaßmann-Wachmann 1927 i heißt demnach definitiv 1925 II. So.

Eine neue Natrium-Lichtquelle mit monochromatischem Licht von großer Flächenhelle. Die zum Osram-Konzern gehörige „Studiengesellschaft für elektrische Beleuchtung“ hat eine neue Natrium-Lichtquelle mit monochromatischem (einfarbigem) Licht von großer Flächenhelle (Leuchtdichte, Glanz, d. i. das Verhältnis der Lichtstärke zur lichtausstrahlenden, scheinbaren Oberfläche) herausgebracht. Die neue Lichtquelle, die sich besonders für Arbeiten mit optischen Instrumenten, wie z. B. Polarisationsinstrumenten, wie auch für gewisse, von etwaiger Farbenwiedergabe unabhängige Mikroskopierzwecke eignet, dürfte auch für Schleif- und Polierzwecke von größter Wichtigkeit sein, weil sich in ihrem monochromatischen Licht Unebenheiten, Schram-

men und Risse ungleich besser als in jedem anderen künstlichen Licht oder auch im Tageslicht erkennen lassen.

Bisher hatte man als monochromatische Lichtquellen neben Geißlerschen Röhren mit einer Edelgasfüllung (Helium etc.) und neben Quecksilberlampen mit Hochdruck-Lichtbogen eine Natrium-Lichtquelle verwandt, die in der Weise erzeugt wurde, daß man der Flamme eines Bunsenbrenners Natriumsalze zuführte. Alle Methoden führten unliebsame Nachteile mit sich, die jetzt bei der neuen Natrium-Lampe vermieden werden. Sie wird auch den Astronomen bei der Prüfung von Objektiven gute Dienste leisten können.

Förster.

BÜCHERSCHAU*)

Zinner, Prof. Dr. Ernst: Die Geschichte der Sternkunde von den ersten Anfängen bis zur Gegenwart. 673 S. m. 54 Abb. u. 13 Taf. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Pr. 18,60 M., geb. 21,30 M.

Das Erscheinen einer Geschichte der Sternkunde ist schon deshalb ein besonderes Ereignis, weil die letzte deutschsprachige von R. Wolf über 50 Jahre alt und in mancher Hinsicht vollkommen überholt ist. Zinner, einer der besten Kenner des astronomischen Schrifttums, hat bei der Darstellung des Stoffes ganz neue Wege beschritten. Die geschichtlichen Tatsachen werden nicht einfach aneinandergereiht, sondern unter bestimmten Gesichtspunkten zu einer organischen Darstellung verarbeitet. Die Geschichte der Sternkunde für die einzelnen Kulturkreise ist in 15 Teilen wiedergegeben, die einheitlich gegliedert sind in die Abschnitte: Erfassung der Zeit, Erfassung des Raumes, Sternglaube und Sterndeutung, Gelehrte und Unterrichts, Instrumente und Sternwarten. Wir finden die Sternkunde der Ägypter auf 32 Seiten behandelt; die Geschichte der Babylonier umfaßt 37 Seiten, die der Griechen 83, der Römer 8, der Juden 5, der Perser 4, der Inder 29, der Chinesen 44, der übrigen ostasiatischen Völker 5, der Naturvölker 14, der Maya 7, der Araber 45 Seiten, der Kelten 1 Seite, der Slaven 3 Seiten. Der umfangreichste Teil mit fast 300 Seiten trägt die Überschrift „Die Sternkunde der Germanen“. Hierin wird aber nicht nur die ursprüngliche Sternkunde der Germanen behandelt, sondern auch die gesamte mittelalterliche und neuzeitliche Entwicklung der Astronomie; dies hätte in der Überschrift deutlich zum Ausdruck kommen müssen.

Die Leistung des Verfassers, auf relativ geringem Raum die Entwicklung der himmelskundlichen Anschauungen darzustellen, ist eine ganz gewaltige und wird besonders auch für den Liebhaber der Himmelskunde von großem Werte sein, der aus diesem Buche vieles lernen kann. Fremdwörter sind fast vollständig vermieden worden, sogar Fachausdrücke sind verdeutscht worden, was allerdings die Lektüre erschwert. Den vollständigen Mangel an Literaturhinweisen im Text wird jedoch jeder bedauern, der sich in Spezialgebiete tiefer einarbeiten will. Wenn auch die Ansicht des Verfassers, daß die Beifügung zahlreicher Fußnoten eine zu große Belastung des Werkes bedeuten würde, nicht von der Hand zu weisen ist, so wäre doch eine Zusammenstellung der Spezialliteratur am Ende eines jeden Teils begrüßenswert gewesen. Ein Versehen in

dem außerordentlich zuverlässigen Werke sei noch erwähnt: Die führenden Jahrbücher zählen nicht seit 1919, sondern erst seit 1925 den Tag von Mitternacht zu Mitternacht.

Wir sprechen die Hoffnung aus, daß das aufschlußreiche Buch von recht vielen gelesen werde. Druck und Ausstattung entsprechen dem hohen Niveau des Inhalts.

G. A.

Nowák, Karel: Karte des nördlichen Sternhimmels mit den neuen, durch die International Astronomical Union festgesetzten Grenzen der Sternbilder. (Wandkarten-Format 66×85 cm.) Ferd. Dümmers Verlag, Berlin 1930. Pr. 10 M.

Die Karte gibt die Sterne zwischen dem Nordpol und 30° südlicher Deklination weiß auf blauem Grunde wieder. Die Benennung der Sternbilder ist mit ihren lateinischen Namen erfolgt. Die helleren Sterne sind mit ihren Namen bzw. Bayerischen Buchstaben wiedergegeben. Dabei ist versehentlich Kastor als β Geminorum, Pollux als α Geminorum bezeichnet worden. Sehr auffallend treten die weißen Linien, die die Umgrenzungen der Sternbilder nach der neuen Festsetzung (vgl. „Weltall“ Jg. 30, S. 83) andeuten, hervor. Die Milchstraße sowie zahlreiche Veränderliche, Doppelsterne, Nebel und Sternhaufen sind eingetragen. — Dieselbe Karte ist im Format 30×30 cm auch als drehbare Sternkarte erschienen.

G. A.

Anděl, Karel: Mappa Selenographica, bestehend aus 2 Teilen mit Index. (Wandkarten-Format 66×85 cm.) Ferd. Dümmers Verlag, Berlin 1927. Pr. zus. 10 M.

Auf der einen Karte sind mehr als 4000 Formationen der Mondoberfläche so eingezeichnet, wie sie bei zunehmendem Lichte sichtbar sind, wenn sie an der Schattengrenze liegen. Als Unterlagen bei der Anfertigung der Zeichnungen dienten photographische Aufnahmen der Pariser Sternwarte sowie von Lick und Mount Wilson. Die andere Karte enthält dasselbe Bild mit den Benennungen der wichtigsten Mondgebilde. Ein Index erleichtert das Aufsuchen der bekannteren Mondkrater.

G. A.

*) Alle Werke können von der „Auskunfts- und Verkaufsstelle der Treptow-Sternwarte“, Berlin-Treptow, bezogen werden.

„Das Weltall“ erscheint monatlich (Januar/Februar und Juli/August in je einem Doppelheft). Bezug durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow (Postcheckkonto Berlin Nr. 4015) sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten. Preis jährlich 8 M. (Ausland 10 M.) Einzelheft 1 M., Doppelheft 1,50 M. — Über Anzeigengebühren erteilt der Verlag bereitwilligst Auskunft.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Günter Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: Otto Rathé, Berlin-Treptow. Druck von Carl Fr. Berg vorm. J. Windolf, Berlin SW 68.

DAS WELTALL

Herausgegeben von Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

Schriftleiter: Günter Archenhold.

31. Jahrgang Heft 9

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

Juni 1932

Inhaltsverzeichnis:

- | | | | |
|--|-----------|--|-----------|
| 1. Die Rotation der Milchstraße. Von Dr. J. Larink. (Mit 3 Abbildungen.) | Seite 121 | 6. Der gestirnte Himmel im Juli 1932. Von Günter Archenhold. (Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.) . . | Seite 133 |
| 2. Die rote Venus der Maya und der rote Sirius der Klassiker. Von Professor Dr. Ernst Dittrich. (Mit 5 Figuren.) | „ 126 | 7. Kleine Mitteilungen: Neue Untersuchungen über die Atmosphären der Planeten. — Ein neuentdecktes Meteoritenfeld in Australien. — Wie groß ist der von den Sternen eingenommene Teil des Himmels? — Komet Kopff 1932 d. | „ 135 |
| 3. Charakterbilder aus der Geschichte der Astronomie. Von Professor Dr. F. Dannemann. IV. Herschel | „ 129 | 8. Bücherschau | „ 136 |
| 4. Die Zeit- und Sturmsignalstationen an Deutschlands Küsten. Von Dr. Rudolf Wegner . . | „ 130 | | |
| 5. Die Bedeutung der Ultraviolettstrahlen für die Gesundheit. Von Oberingenieur F. A. Förster | „ 132 | | |

Nachdruck nur mit Genehmigung der Schriftleitung, Auszüge nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Die Rotation der Milchstraße.

Von Dr. J. Larink.

(Mit 3 Abbildungen.)

Daß das leuchtende Band der Milchstraße, das schon in den Mythologien und Kosmogonien der Naturvölker eine Rolle spielt, eine tiefe Bedeutung für unser Verständnis vom Geschehen im Weltall besitzt, ist allen Lesern dieser Zeitschrift bekannt. Man weiß seit langer Zeit, daß nach der Milchstraße hin die helleren Sterne sich zusammendrängen, daß aber das eigentliche optische Phänomen, das „schimmernde Band“, von sehr schwachen Sternen hervorgerufen wird. So offenbaren sich die Einzelheiten im Aufbau der Milchstraße, soweit man sie durch direkte Abzählung feststellen kann, im allgemeinen erst bei Sternen, die schwächer als 12. Größe sind. Daraus folgt ohne weiteres, daß die einzelnen „Wolken“ der Milchstraße sehr weit von uns entfernt sind. Über diese ganz grobe Aussage hinaus hat W. Herschel versucht, die genauere Form des durch die Milchstraße dargestellten Sternsystems aus Abzählungen der in seinem Fernrohr sichtbaren Sterne abzuleiten. Die Linsenform, auf die er dabei geführt wurde, kehrt in den verschiedensten Untersuchungen, bei denen die Milchstraße eine Rolle spielt, wieder. Ich erinnere nur an die Auffassungen von Kant und Lambert, wo gleichzeitig eine Wiederkehr der Linsenform beim Aufstieg von den kleinen Einzelsystemen zu den Systemen immer höherer Ordnung angenommen wird.

Den größten Einfluß auf unsere Vorstellungen vom Wesen der Milchstraße haben ohne Zweifel die Entdeckungen der Spiralnebel ausgeübt. Seit der Anwendung der Photographie auf diesem Gebiete hat sich herausgestellt, daß Spiralnebel nicht etwa ganz selten vor-

kommende Objekte am Himmel sind, sondern man schätzt, daß etwa eine halbe Million heute schon mit unseren instrumentellen Hilfsmitteln erkennbar sind.

Seit der Jahrhundertwende ungefähr ist nun darüber gestritten worden, ob alle diese teilweise sehr schwachen Gebilde ferne Milchstraßen, ferne Weltinseln sind, oder ob sie nur verhältnismäßig kleine Systeme darstellen, ob sie etwa gar nur in der Entwicklung begriffene Planetensysteme sind. Noch vor 10 Jahren konnte man darüber im Zweifel sein, ja eine Zeitlang schien es sogar, daß die Weltinseltheorie aufgegeben werden müßte. Damals glückte es nämlich van Maanen, einem Astronomen der Mount Wilson-Sternwarte in Kalifornien, durch direkten Vergleich von weit auseinander liegenden Aufnahmen einiger Spiralnebel Bewegungen in ihnen nachzuweisen in dem Sinne, daß sich die Spiralarme nach außen hin abrollen. Die Dauer einer Rotation ist danach von der Größenordnung von 100 000 Jahren. Da nach den Abschätzungen von Seeliger — die wohl eine untere Grenze darstellen — der Umfang unseres Milchstraßensystems etwa 100 000 Lichtjahre beträgt, so würden wenigstens die äußeren Teile unseres Milchstraßensystems mit Lichtgeschwindigkeit rotieren, falls es mit den von van Maanen untersuchten Spiralnebeln vergleichbar wäre. Da das nicht möglich ist, sieht man ohne weiteres, daß es sich bei den Spiralnebeln um verhältnismäßig kleine, also auch nicht allzu weit entfernte Gebilde handeln muß, jedenfalls nicht

um Weltinseln, die mit unserem Milchstraßensystem vergleichbar sind.

Gegen die Ergebnisse der Messungen von van Maanen sind aber schwerwiegende Einwände erhoben worden. Zunächst ist es rein meßtechnisch sehr schwierig, zwei Aufnahmen miteinander zu vergleichen, da es sich in jedem Fall um mehr oder weniger verwaschene Knoten in den Armwindungen der Nebel handelt. Man kann ohne weiteres verstehen, daß bei diesen an der Grenze des Möglichen liegenden Messungen systematische Meßfehler sich einschleichen, die in der Richtung der Spiralarme verlaufen und dann die Rotation vertauschen. So hat denn auch eine Wiederholung der von Maanenschen Messungen durch Lundmark eine Rotation im umgekehrten Sinne ergeben. Außerdem ist es in den letzten Jahren Hubble, gleichfalls auf der Mount Wilson-Sternwarte, geglückt, bei den hellsten Spiralnebeln die bisher immer vergeblich versuchte Auflösung in einzelne Sterne direkt nachzuweisen. Damit ist aber bereits die Vergleichbarkeit der Spiralnebel mit unserer Milchstraße sehr wahrscheinlich gemacht. Zur Gewißheit wird sie dadurch, daß es Hubble weiter gelang, in einigen hellen Spiralnebeln veränderliche Sterne aufzufinden, die sich genau so verhalten wie die δ Cephei-Veränderlichen in unserer näheren Umgebung. Aus dem Gesetz, das bei diesen Sternen zwischen der Periode des Lichtwechsels und ihrer absoluten Helligkeit durch Miß Leavitt nachgewiesen wurde, konnte Hubble dann die Entfernung des Andromedanebels auf etwa 1 Million Lichtjahre abschätzen und seinen Durchmesser auf rund 50 000 Lichtjahre.

Nehmen wir nun als erwiesen an, daß unser Sternsystem einem Spiralnebel gleichgesetzt werden kann, so folgt daraus, daß es rotieren muß; denn nur so läßt sich die Spiralform der Nebel erklären, wenn auch damit noch gar nichts Näheres über die Kräfte und den Mechanismus der Bildung der Spiralarme ausgesagt werden kann.

Die ersten Astronomen, die überhaupt über die Rotation des Fixsternsystems nachgedacht haben, sind ohne Zweifel aus Analogiegründen darauf geführt worden. Indem sie von der Planetenfamilie der Sonne in ihrer Phantasie weitergingen, wurden sie auf den Begriff einer Zentralsonne geführt, die sich zu den Fixsternen verhalten sollte wie die Sonne zu den Planeten. So kam Kant dazu, den Sirius, den hellsten Fixstern des Himmels, als den Mittelpunkt anzunehmen, um den unser Sternsystem kreist. Argelander verwendete zum ersten Mal das damals vorliegende sehr dürftige Beobachtungsmaterial an Eigenbewegungen. Er nahm an, daß alle Bewegungen im Sternsystem in der Milchstraßenebene vor sich gehen. Ferner nahm er einfach an, daß der Mittelpunkt des Sternsystems in einer Richtung liegt, die senkrecht steht auf der Richtung, in der

die Sonne sich unter den Fixsternen bewegt. Das führte ihn dazu, eine Zentralsonne in der Gegend des Perseus anzunehmen. Mädler leugnete die Existenz einer besonders massenreichen Zentralsonne ganz und gar und verlegte den Mittelpunkt ungefähr in die Gegend der Plejaden. Es ist also nicht ganz richtig zu sagen, Mädler habe Alkyone zur Zentralsonne unseres Fixsternsystems machen wollen.

Der Vollständigkeit halber seien noch die Namen der Forscher erwähnt, die seit etwa 1890 sich mit dem Aufbau des Fixsternsystems beschäftigten. Es sind vor allem Seeliger, Kapteyn, Charlier und Schwarzschild. Gekennzeichnet werden diese Untersuchungen am besten, wenn man darauf hinweist, daß bei allen unsere Sonne als nahe im Mittelpunkt des Systems liegend angenommen wird. Da das an sich sehr unwahrscheinlich ist, so ist man im Laufe der Zeit zu der Überzeugung gekommen, daß sich alle diese Untersuchungen nur auf einen „local cluster“, auf eine rein „örtliche“ Verdichtung von Fixsternen in der Nähe unserer Sonne beziehen. Mit anderen Worten, man nimmt an, daß das nächst höhere System in dem Sinne, wie das Wort von Lambert gebraucht wurde, ein Sternhaufen sei, etwa wie die Hyaden oder die Präsepe, und daß eine große Reihe solcher Sternhaufen oder Sternwolken erst die eigentliche Milchstraße bilden.

Zunächst ist das freilich eine reine Vermutung. Das erste Anzeichen dafür, daß diese Vermutung wenigstens in großen Zügen richtig ist, lieferten die Untersuchungen von Shapley über die kugelförmigen Sternhaufen. In dieser Zeitschrift ist schon wiederholt über die Ergebnisse der Untersuchungen von Shapley, die uns mit einem Schlage ein ganz neues Weltall haben erkennen lassen, berichtet worden. Es gelang Shapley, mit ziemlicher Sicherheit die Entfernung der etwa 100 kugelförmigen Sternhaufen zu bestimmen und daher aus ihrer scheinbaren Verteilung am Himmel auf ihre wahre Verteilung im Raum zu schließen. Aus der auffälligen Beobachtungstatsache, daß die kugelförmigen Sternhaufen fast ausschließlich auf einer Hälfte der Himmelskugel vorkommen mit einer starken Bevorzugung der Richtung, in der das Sternbild des Schützen liegt, folgt sofort, daß unsere Sonne und unsere nähere Sonnenumgebung, also unser lokales Sternsystem, in diesem größeren System der kugelförmigen Sternhaufen sehr exzentrisch liegt. Shapley nimmt daher den Mittelpunkt des eigentlichen Milchstraßensystems im Schützen an, wo in der Tat ja auch durch die großen und hellen Milchstraßenwolken eine besonders starke Konzentration der Massen angedeutet ist.

Es erhebt sich nun die Frage, ob sich eine Rotation dieses großen Shapleyschen Milchstraßensystems nachweisen läßt. Bei näherem

Sie sind am größten in den Punkten A und G, in der Richtung zum Mittelpunkt des Systems und dem gegenüberliegenden Punkt. Die Eigenbewegungen verlaufen — soweit sie nicht verschwinden — in demselben Sinne, in unserer Zeichnung entgegen dem Sinne des Uhrzeigers.

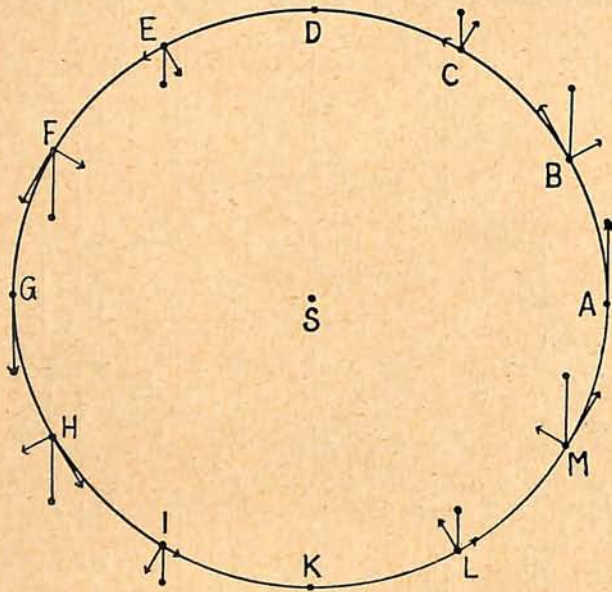


Abb. 2.

In der Abb. 3a ist der Kreis AB...M in eine gerade Linie abgerollt, und die einzelnen Punkten entsprechenden Eigenbewegungen sind als Senkrechte aufgetragen und miteinander verbunden. Man sieht dann in übersichtlicher Weise, daß eine Doppelwelle in den Eigenbewegungen der Sterne, die in der Milch-

bewegungen, nämlich weil in diesen Punkten überhaupt keine relativen Bewegungen der Sterne gegen unsere Sonne auftreten können. In den Punkten A und G wirken sich die Relativbewegungen ganz in der transversalen Komponente aus. Von A bis D und von G bis K bewegen sich die Sterne von der Sonne weg, in den beiden andern Quadranten auf die Sonne zu. Der Kreis AB...M wird wie durch eine mechanische Zerrung in eine Ellipse verwandelt. Aus der Abb. 3b, die ganz entsprechend wie Abb. 3a hergestellt ist, sieht man, daß auch in den Radialbewegungen eine Doppelwelle längs der Milchstraße auftreten muß. Der fundamentale Unterschied in beiden Fällen liegt in den Amplituden. Bei den Eigenbewegungen sind sie in Bogensekunden ausgedrückt, und zwar liegen sie unter $0'',005$ im Jahr für alle Sterne, ganz gleich, in welcher Entfernung die Sterne sich von uns befinden. Denn der lineare Betrag der Bewegungen wächst zwar mit wachsender Entfernung von uns, das liefert aber gerade die für alle Entfernungen konstante Winkelbewegung. Bei den Radialbewegungen ist die Amplitude der Doppelwelle unmittelbar in Kilometern ausgedrückt. Nehmen wir an, wir könnten in der Milchstraßenebene einen Ring von Sternen, die alle genau 2000 Lichtjahre von uns entfernt wären, auf ihre Radialbewegungen untersuchen, so wäre die Verschiebung der Spektrallinien, die wir bei der Untersuchung auf Dopplereffekt finden würden, doppelt so groß, als wir für einen andern Ring von Sternen finden würden, die nur 1000 Lichtjahre von uns ent-

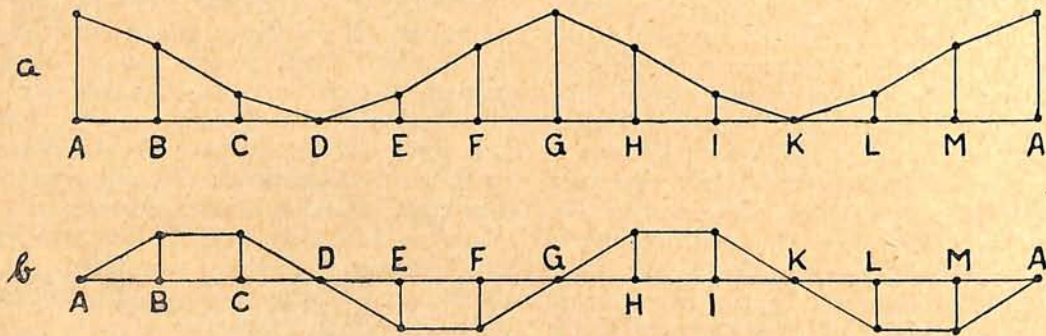


Abb. 3.

straße oder in der Nähe der Milchstraße liegen, auftreten muß. Leider ist die Amplitude der Doppelwelle sehr klein, so klein, daß man sie noch nicht mit voller Sicherheit hat nachweisen können, wenn ihr Vorhandensein auch durch einige Untersuchungen sehr wahrscheinlich gemacht worden ist.

Wesentlich günstiger liegen die Verhältnisse bei den Radialbewegungen. Man sieht zunächst, daß an 4 Punkten die durch die Rotation hervorgerufenen radialen Verschiebungen der Sterne verschwinden. In den beiden Punkten D und K verschwinden sie aus demselben Grunde wie die transversalen Eigen-

fernt sind. Man sieht sofort, daß die Methode immer günstiger wird, wenn wir sie auf immer entferntere Objekte ausdehnen. Ihre Grenze findet sie zunächst in der Lichtschwäche der Sterne, schließlich dann auch daran, daß unsere einschränkenden Voraussetzungen aufhören, richtig zu sein.

Im Gegensatz zu den Eigenbewegungen zeigen nun in der Tat die Radialgeschwindigkeiten, wenn man sie nach der galaktischen Länge ordnet, ganz einwandfrei das Verhalten, wie es von der Theorie gefordert wird. Das Beobachtungsmaterial ist in den letzten Jahren vor allem von Lindblad und Oort sehr ein-

gehend zusammengestellt und geprüft worden, und an der Beobachtungstatsache, dem Auftreten der Doppelwelle in den Radialgeschwindigkeiten, ist heute ein Zweifel wohl nicht mehr möglich.

Wir haben oben angegeben, daß die durch die Rotation der Milchstraße hervorgerufene maximale Eigenbewegung etwa $0'',005$ beträgt. Dabei haben wir schon stillschweigend vorausgesetzt, daß wir die Rotationsgeschwindigkeit kennen. Man kann diese Größe abschätzen, wenn man annimmt, daß es außerhalb des Milchstraßensystems noch selbständige Systeme gibt. Als solche selbständigen Systeme haben wir die Spiralnebel erkannt, deren große Radialgeschwindigkeiten ja schon seit längerer Zeit den Astronomen aufgefallen sind. Betrachten wir das System der Spiralnebel als ruhend, so können wir die Bewegung unserer Sonne dagegen ableiten und die große Geschwindigkeit von 200 bis 300 km/sec als die Rotationsgeschwindigkeit der Milchstraße in der Nähe unserer Sonne deuten.

Man wird nicht erwarten dürfen, daß die einfache Darstellung, die ich soeben gegeben habe, mehr sein kann als eine ganz rohe Skizze der Hypothese von der Rotation der Milchstraße. So haben wir als Bahnen der Sterne um das Zentrum einfache Kreisbahnen angenommen. Daß das nicht richtig ist, lehrt schon die Bewegung der Sonne im Raum. Denn würde die Bahn unserer Sonne im Milchstraßensystem ein Kreis um den Mittelpunkt sein, so müßte ja der Punkt, auf den sie sich hinbewegt, genau 90° entfernt liegen von der Richtung zum Mittelpunkt des Systems, der, wie schon erwähnt, im Sternbild des Schützen, genauer in etwa 330° galaktischer Länge angenommen wird. In Wirklichkeit liegt der Apex der Sonnenbewegung um 50 bis 60 Grad von jenem Punkt im Schützen entfernt. Die Sonne bewegt sich also in einer Ellipse um den Mittelpunkt des Systems.

Durch die elliptischen Bahnen der Sterne wird natürlich das einfache Bild, das wir von der Rotation der Milchstraße aufzubauen versuchten, bedeutend komplizierter. Dabei findet aber andererseits eine merkwürdige Beobachtungstatsache eine überraschende Erklärung, ja man kann wohl sagen, daß sie eine unmittelbare Stütze der Rotationshypothese wird. Es handelt sich darum, daß die Sterne mit hohen Raumgeschwindigkeiten ganz einseitig eine bestimmte Bewegungsrichtung bevorzugen.

Nehmen wir 200 km/sec als Rotationsgeschwindigkeit der Milchstraße in der Nähe unserer Sonne an, so können zwar größere und kleinere Geschwindigkeiten vorkommen, wenn die Sterne keine Kreisbahnen, sondern elliptische Bahnen beschreiben, aber nach einem einfachen mechanischen Gesetz ist die größte Geschwindigkeit, die vorkommen kann,

$200 \times \sqrt{2}$ km/sec, also ungefähr 280 km/sec. Sterne mit noch höheren Rotationsgeschwindigkeiten würden nämlich eine Parabel oder Hyperbel um das Zentrum des Systems beschreiben, also das Milchstraßensystem verlassen. Nun würde ja ein Stern, der eine Rotationsgeschwindigkeit von 250 km/sec hat, unserer Sonne vorausziehen, ein anderer mit 150 km/sec hinter unserer Sonne zurückbleiben; ihre relative Geschwindigkeit gegen die Sonne würde — wenn man davon absieht, daß auch die Sonne nicht genau eine Kreisbahn beschreibt — in beiden Fällen 50 km/sec, aber nach entgegengesetzten Richtungen betragen. Überhaupt wird eine Relativgeschwindigkeit bis zu 80 km/sec gegen die Sonne nach allen Richtungen möglich sein. Relativbewegungen mit Geschwindigkeiten über 80 km/sec werden aber nur in einer bestimmten Richtung vorkommen. Denn es können überhaupt nur solche Sterne hohe relative Geschwindigkeiten gegen die Sonne zeigen, die hinter der Sonne zurückbleiben. Diese Beobachtungstatsache, daß die raschbewegten Sterne eine ganz bestimmte Bewegungsrichtung bevorzugen, ist besonders von Strömberg nachgewiesen worden, ohne daß er eine befriedigende Erklärung dafür hätte geben können.

Auf das eigentümliche Verhalten der Radialgeschwindigkeiten in den verschiedenen galaktischen Längen sind zuerst Freundlich und von der Pahlen aufmerksam geworden. Eine ungezwungene Erklärung konnten sie freilich nicht dafür geben. Noch viel früher hat Gylden in einer Arbeit über die Verteilung der Eigenbewegungen in der Milchstraßenebene die Rotation des Milchstraßensystems vermutet, aber seine Untersuchungen sind kaum beachtet worden. Die eigentlichen Schöpfer der Rotationshypothese sind Lindblad und Oort.

Es läßt sich in einer so kurzen und gedrängten Darstellung nicht vermeiden, daß Tatsachen, die durchaus einwandfrei erwiesen sind, mit weniger sicheren Vermutungen zusammengeworfen werden. Daher muß zum Schluß noch einmal ausdrücklich darauf hingewiesen werden, daß die Rotation der Milchstraße einstweilen eine sehr geistreiche und fruchtbare Arbeitshypothese, aber eben doch nur eine Hypothese ist! Man kann, wenn man die Rotationsgeschwindigkeit der Sterne in der Nähe der Sonne zu 200 km/sec annimmt, die „Umlaufzeit“ dieser Sterne zu etwa 300 Millionen Jahren abschätzen. Da das Alter unserer Erde mindestens 1500 Millionen Jahre beträgt, und man sicher nicht zuviel sagt, wenn man der Sonne das doppelte Alter zuschreibt, so heißt das, daß die Sonne mindestens schon 10 Umläufe, wahrscheinlich aber sehr viel mehr gemacht hat. Da nun die inneren Teile des Systems sehr viel schneller rotieren als die äußeren, so müßten in der Zwischenzeit eigent-

lich alle zu Beginn der Entwicklung vorhandenen Unregelmäßigkeiten im Sternsystem abgeschliffen und verschwunden sein. Statt des unregelmäßigen, aus Sternhaufen und Sternwolken zusammengeballten Milchstraßensystems müßten wir ein nahezu rotationssymmetrisches Gebilde vor uns haben, vergleichbar dem Ringssystem des Saturn. Es bleibt also kaum etwas anderes übrig, als entweder anzunehmen, daß unsere ganze Zeitskala vollständig falsch ist, daß Sonne und Erde verhältnismäßig junge Gebilde sind, so daß die Sonne noch gar nicht einmal einen vollständigen Umlauf ausgeführt hat. Diese kurze Zeitskala wird aber sicher bei Astronomen, Geologen und Physikern den lebhaftesten Widerspruch finden. Oder man

muß, wie Eddington es ausgesprochen hat, annehmen, daß Sternhaufen und Milchstraßenwolken nur ganz vorübergehende, verhältnismäßig schnell sich bildende und schnell wieder vergehende Ansammlungen von Sternen sind, etwa den Wirbeln vergleichbar, die man im strömenden Wasser beobachten kann. Dabei darf man aber nicht übersehen, daß gerade die Spiralnebel, bei denen noch am ersten die wirbelartige Entstehung glaubhaft wäre, nicht zu unserem Milchstraßensystem gehören. Umgekehrt machen die kugelförmigen Sternhaufen, die sich als so wichtig für unsere Kenntnis vom Bau des Milchstraßensystems erwiesen haben, den Eindruck von durchaus stabilen, in sich gefestigten Gebilden.

Die rote Venus der Maya und der rote Sirius der Klassiker.

Von Professor Dr. Ernst Ditt rich.

(Mit 5 Figuren.)

Es ist nicht lange her, seit sich die vielbehandelte Frage aufgeklärt hat, warum in den Klassikern Sirius oft als roter Stern bezeichnet wird. Die Alten beobachteten Sterne zunächst am Horizont, den einzigen naturgegebenen Himmelskreis. Wenn man auf den heliakischen Aufgang des Sirius wartete, so erschien schließlich der Stern im Horizont und in der Regel rot, aus denselben Gründen, warum die Horizontsonne rot ist.

Als man die Planeten mehr beachtete, behandelte man sie zunächst nicht anders als die Fixsterne. Man beobachtete ihre heliakischen Auf- und Untergänge oder bei den inneren Planeten das Auftauchen aus den Strahlen der Sonne bzw. das Verschwinden in ihnen. Ebenso beachtet wie Sirius unter den Fixsternen ist die Venus unter den Planeten. Ist die obige Erklärung des Epitheton rot für Sirius richtig, so muß wenigstens hier und da die Venus als roter Stern angesprochen werden.

Soviel mir bekannt, gibt es keine solche Nachricht in den Klassikern. Die Keiltexthe von etwa 2000 vor Chr. bezeichnen die Venus als NIN. DAR. AN. NA*). Kugler übersetzt diese Bezeichnung als „Herrin der Buntfarbigkeit des Himmels“. In der Erklärung erwähnt er, daß sich in ihr die Göttin Sarpanitu, „die Silberglänzende“, manifestiert. Daraus folgt, daß um 2000 vor Chr. die Venus so blendend weiß war wie heute für uns. Aus Keiltafeln, welche aus der Zeit des Königs Ammi-zaduga stammen, wissen wir, daß man schon damals das erste und letzte Erscheinen der Venus als Morgen- bzw. Abendstern sorgfältig beachtete. Diese vier Sternphasen werden aber immer im Morgen- oder Abendrot am Horizont beobach-

tet. Das erklärt den Namen NIN. DAR. AN. NA. Die Venus ist Herrin der Buntfarbigkeit des Morgen- bzw. Abendhimmels.

Auch die Maya-Indianer beobachteten den letzten Untergang und den ersten Aufgang, welche die kurze Unsichtbarkeit der Venus um die untere Konjunktion einschließen, sowie den letzten Aufgang und den ersten Untergang, welche die lange Unsichtbarkeit der Venus um die obere Konjunktion begrenzen. Ein Täfelchen zur Voraussage dieser Phänomene mit den einfachsten Mitteln, die etwa dem Niveau unserer Volksschule entsprechen, enthält der berühmte Dresdener Kodex. Auf den Seiten, über welche die Venustafel läuft, erscheint wiederholt eine besondere Hieroglyphe, die wegen dieser Ortsbeziehung von den Amerikanisten für das Symbol der Venus gehalten wird.

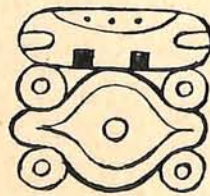


Fig. 1.

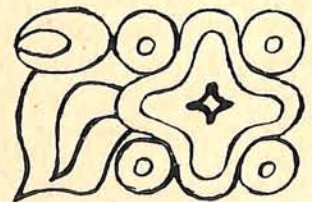


Fig. 2.

Es ist in Fig. 1 der untere Teil, in Fig. 2 der rechte Teil, also der den Figuren 1 und 2 gemeinsame Bestandteil. Die Vierteiligkeit der Figur ist wohl eine Anspielung darauf, daß in einem synodischen Venusumlauf, also in der Periode, die alle möglichen Stellungen von Venus, Erde und Sonne umfaßt, dieselbe viermal am Horizont beobachtet wird (Erscheinen und Verschwinden als Morgen- und Abendstern). Nun genügt von einer symmetrischen Figur die Hälfte, um sie zu erkennen. Davon

*) F. X. Kugler, Sternkunde und Sterndienst in Babel, Buch II, Teil 2, S. 261, 1912.

machten die Maya Gebrauch, wenn Platmangel war, wie Fig. 3 und 4 zeigen.



Fig. 3.

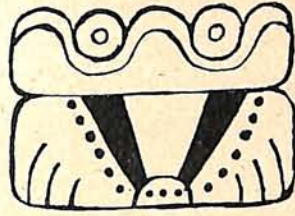


Fig. 4.

In den drei uns erhaltenen Handschriften erscheint die Venushieroglyphe fast immer in Verbindung mit einem Zeichen von ovaler Form (siehe Fig. 1 und 3). Manchmal erscheint sie allein oder mit anderen Zugaben (siehe 2 und 4). Auf den Monumenten erscheint sie allein. Mayadatierungen solcher Monumente weisen entweder auf eines der vier Venus-horizontphänomene oder auf die Mayatafeln, welche einst diese Erscheinungen voraussagten. Wohl sind die Tafeln mit der Zeit veraltet, aber auch im Gebiete des Psychischen gibt es Beharrungsvermögen. Die Tafeln übten immer noch einen Einfluß aus, ähnlich wie die veralteten Mondtafeln im 16. Jahrhundert auf die Lage des Osterfestes.

W. Gates widmet in seinem 1931 erschienenen Werke „An outline dictionary of Maya glyphs“ der Venus zwei Abschnitte. Die ovale Hieroglyphe, die in der Regel das Venusymbol begleitet, ist das Zeichen der roten Farbe. Wir finden also in den Mayaschriften fast regelmäßig die Kombination „rote Venus“. Ob das Zeichen für rot als Präfix oder Superfix auftritt, hat keinen Einfluß auf die Bedeutung. Ich fasse nun die „rote Venus“ der Neuen Welt genau so auf wie den „roten Sirius“ der Alten. Es handelt sich um die Horizontröte, die durch die Absorption in der Erdatmosphäre verursacht wird. Mit weiß, schwarz oder gelb verbindet sich das Venuszeichen nicht. Nur ein einziges Mal gesellt es sich zu dem Farbensymbol für grün (siehe Fig. 4). Das ist uns ein willkommenes Anzeichen dafür, daß nicht etwa die Venus wirklich rot war, wie man bis vor kurzem manchmal von Sirius meinte. Wie man Sirius auch als caeruleus = bläulich bezeichnete, wenn er hoch am Himmel stand, so bezeichnete man die Venus als grün. — Übrigens, das Begriffszeichen für grün bedeutet bei den Maya gleichzeitig blau. Jedenfalls kann die blau-grüne Venus die hochstehende Venus bedeuten. Auch der Orient kennt den „grünen“ Mond. Reisende bestätigen, daß man dort wirklich den Vollmond grün sehen kann**).

Auch könnte man an den sogenannten „grünen Strahl“ denken. Dr. Link, der am Pic-du-Midi beobachtet, bemerkte, daß der grüne Strahl nur irrtümlich für selten gehalten

wird. Jeder Stern am Horizont wird durch das Brechungsvermögen der Luft in ein kurzes vertikales Spektrum verwandelt. Die Absorption schwächt das violette, obere Ende etwa zehnmal mehr als das rote, untere. Deshalb geht für das unbewaffnete Auge jeder Stern rot unter. Im letzten Moment, wenn schon die roten Strahlen durch den Horizont abgeblendet werden, erscheint der Stern grün. An dieser Farbe hat allerdings auch der Umstand einen Anteil, daß das menschliche Auge das Maximum der Empfindlichkeit im Gelb-Grün hat. Link schreibt, daß er auf dem Pic-du-Midi (2860 m ü. d. M.) mit unbewaffnetem Auge sehr deutlich den grünen Strahl beim Untergang der Venus und des Sirius gesehen hat. Schön zeigt sich die Farbenänderung der roten Gesamtstrahlung über grün und blau zu violett, wie es die sukzessive Abschattung des Spektrums durch den Horizont verursacht.

Das Mayazeichen für grün bedeutet auch noch: neu, frisch, plötzlich. An das Leuchtmassimum der Venus denke ich nicht. Die Mittelamerikaner fürchteten die Venus. Sie deckten die Kamine zu, damit ihr Licht nicht in das Haus eindringt***).

Beachten wir nun Fig. 5, welche einen Ausschnitt aus Blatt 49 des Dresdener Kodex darstellt. Dieses Blatt ist ganz der Venus gewidmet. Am unteren Rande stehen rote Mayazahlen. Jeder Strich bedeutet 5, jeder Punkt gilt 1, also zwei Punkte 2, Strich und Punkt 6, usw. Die rote Farbe ist durch Umreißen angedeutet. Ich übertrage die zwei Zeilen der roten Zahlen in arabische Ziffern:

11	4	12	0
16	10	10	8

Die Zahlen sind kolonnenweise im Zwanzigersystem zu deuten. Das ist Regel in den Kodizes. Unten stehen die Einer, oben die Zwanziger. Der untere Rand von Fig. 5 bietet also die roten Zahlen:

236	90	250	8
-----	----	-----	---

Die Summe dieser Zahlen gibt 584, den synodischen Umlauf der Venus in Tagen. Dieses Intervall wird aufgespalten in 236 Tage, wo Venus Morgenstern ist, in 90 Tage, ihre Unsichtbarkeit zur oberen Konjunktionszeit, in 250 Tage, wo sie Abendstern ist, und in 8 Tage, wo sie zum zweiten Mal unsichtbar ist, aber in unterer Konjunktion. Die Mayazahlen zählen in der Regel Tage. Hier wird dies noch erhärtet durch die Hieroglyphenzeile über unseren Zahlen. Die Zeile bringt vier Daten des 365tägigen Mayajahres:

6 Kankin	16 Cumhu	1 Mac	9 Mac
----------	----------	-------	-------

Die Daten folgen in natürlicher Ordnung aufeinander, und ihre Intervalle sind:

90	250	8	Tage.
----	-----	---	-------

Beachten wir nun den oberen Rand unseres Ausschnittes auf Fig. 5. Er enthält schwarze

***) Siehe: A. Jeremias, Handbuch der altorientalischen Geisteskultur.

*** Ginzler, Chronologie, I, S. 447, 1906.

Zahlen und darunter wieder vier Daten in natürlicher Ordnung.

5	5	6	6
9	13	8	8
8	18	8	16
16 Yaxkin	6 Ceh	11 Xul	19 Xul

Vertikal gelesen, erhalten wir nach der bei den Maya üblichen Zählweise über den Daten die Zahlen:

1988	2078	2328	2336
90	250	8	

Die zweite Zeile gibt die Intervalle der Nachbarzahlen, welche gleichzeitig die Intervalle der

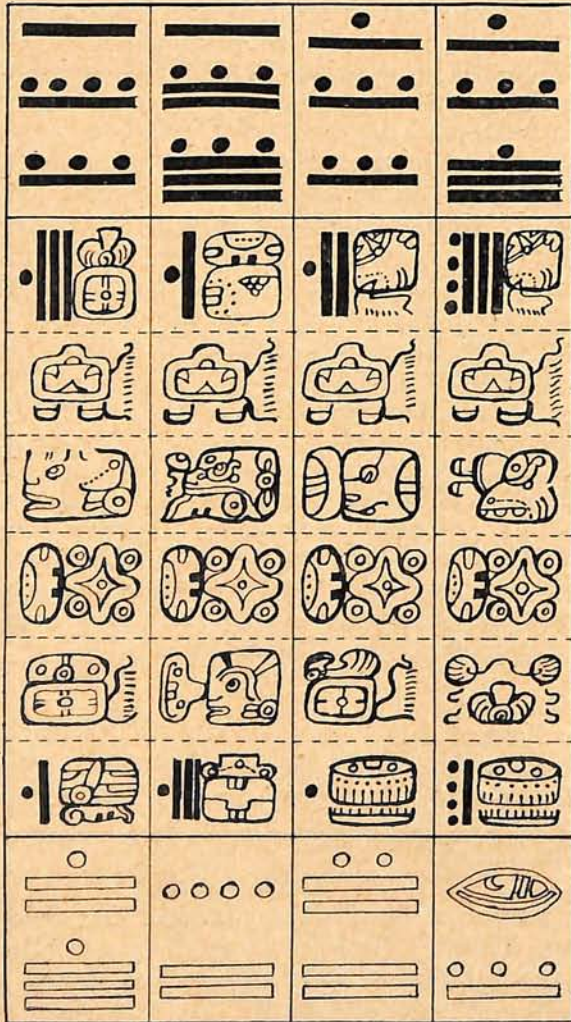


Fig. 5.

Kalenderdaten sind, an, genau so, wie es bei den roten Zahlen und ihren Daten war. Es handelt sich wieder um Kalenderdaten, an denen die vier Sternphasen der Venus nach und nach erschienen sind, wo man Venus zum ersten oder letzten Mal als Morgen- oder Abendstern wahrnahm.

Den oberen sowie den unteren Rand unseres Ausschnittes auf Fig. 5 verstehen wir. Was aber bedeuten die Hieroglyphen im Innern? Zunächst: wie sollen wir den noch nicht bearbeiteten Rest von Fig. 5 lesen? Horizontal oder vertikal? Wahrscheinlich ist die vertikale

Lesung richtig, weil man über und unter dem Text vertikal zu lesen hat. Übrigens, wie sollte man horizontal lesen, wenn in der mittleren Zeile viermal nebeneinander die rote Venus vorkommt? Es enthält also jede Kolonne eine Mitteilung über die Venus am Horizont, was mit den roten und schwarzen Zahlen übereinstimmt, die ja die Daten des Hervortretens bzw. des Verschlungenwerdens der Venus von den Strahlen der Sonne angeben.

Die erste Zeile von unten ist wohlbekannt. Sie bringt die Hieroglyphen der vier Weltgegenden. Von links nach rechts, wie wir selbst lesen, bedeuten die Zeichen: Ost, Nord, West, Süd. Es wird also jeder Venusphase eine Weltgegend zugeordnet. Dem heliakischen Untergang gehört Westen an, die Richtung, wo der Untergang wirklich stattfindet. Die anderen Weltrichtungen sind in der Folge der wirklichen Sonnenbewegung angeführt, von Ost nach Nord, usw. Dabei entspricht Osten dem heliakischen Verschwinden der Venus in den Strahlen der Morgensonne, also wirklich einem Ostphänomen.

Betrachten wir nun die oberste von den noch nicht aufgeklärten Zeilen. Auch hier wiederholt sich viermal dasselbe Zeichen. Sein Hauptbestandteil ist (siehe Gates S. 37) die Hieroglyphe des 11. Tages im Tzolkin, genannt Chuen-Affe. Um eine Datierung handelt es sich nicht, denn es fehlt die Nummer, der Zahlenkoeffizient. Vielleicht wollten die Maya ausdrücken, daß man bei jeder Hauptphase der Venus einen Affen opferte. — Ganz unabhängig von diesen Studien, früher als sie ausgearbeitet wurden, sagt E. P. Dieseldorff in „Kunst und Religion der Mayavölker“ II, S. 31, 1931, vom Altar R seiner 10. Figur, daß sich an den Schläfen des dargestellten Schädels Löcher befinden, durch welche man einen Stab durchsteckte, um die Schädel aufzureihen. An der Anzahl der im Tempel aufgereihten Schädel konnten dann die Priester erkennen, wieviel Venusumläufe verflossen sind, wenn bei jedem heliakischen Aufgang ein Affe oder vielleicht ein Mensch geopfert wurde. Ein Bild der aufgereihten Affenschädel findet sich auf einem Topf aus Alta Verapaz.

Unter der Affenzeile befindet sich die letzte unbearbeitete, welche abwechselnd Menschen- und Tierköpfe zeigt. Alle habe ich sorgfältig in Gates Hieroglyphenlexikon gesucht. Das ist nicht so leicht, wie das übliche Nachschlagen im Wörterbuch. Hier ist keine alphabetische Ordnung möglich, da es sich um eine Bilderschrift handelt. Man muß sich die gesuchte Hieroglyphe fest einprägen und dann das ganze Lexikon geduldig durchblättern, so lange, bis man das gewünschte Zeichen unter tausenden findet. Findet man nichts, so kann man von neuem anfangen, weil der Mißerfolg ja auch ein Übersehen des vorhandenen Zeichens sein kann.

Wirklich gefunden habe ich nur das dritte von links und das letzte. Das dritte bedeutet „Tod“, das letzte ist ohne nähere Angabe unter den „Animal figures“ angeführt.

Die dritte Kolonne ist also die einzige, die wir lesen können. Sie bietet die Zeichen:

West — Rote Venus — Tod — Affe.

Und nun brauchen wir den Sherlock Holmes, damit er uns in die Spuren den Gedanken hindeutet. Es kann sein, daß ausgedrückt werden sollte:

Steht die Venus rot am Westhorizont, droht Tod. Opfere einen Affen.

Es kann aber genau so gut gedeutet werden:

Droht Venus der Tod am Westhorizont (das Verschlungenwerden von der Sonne), so opfere einen Affen zu ihrer Rettung.

Und bis wir mehr wissen werden über die Deutung der Mayazeichen, kommt man vielleicht auf eine ganz andere Deutung, die von unserer nicht mehr bewahrt als den astrologischen Einschlag und die „rote Venus“.

Charakterbilder aus der Geschichte der Astronomie.

Von Professor Dr. F. D a n n e m a n n.

IV. Herschel.

Friedrich Wilhelm Herschel wurde am 15. November 1738 in Hannover geboren. Sein Vater war ein armer, mit zahlreichen Nachkommen gesegneter Musiker, der eine große Bewunderung für die Astronomie an den Tag legte. Herschels Schwester erzählt, der Vater habe sie und ihre Geschwister in klaren Nächten auf die Straße geführt, um sie mit den schönsten Sternbildern bekannt zu machen. Auch sei er ihrem Bruder Wilhelm bei seinen Studien an die Hand gegangen.

Letzterer war gleichfalls zum Musiker bestimmt. Ein lebhaftes Interesse für die Theorie seiner Kunst veranlaßte ihn, sich eingehend mit der Mathematik zu befassen. Fünfzehn Jahre alt, wurde Wilhelm Mitglied der Kapelle eines Regiments, mit dem er bald darauf nach England ging. Nachdem er seinen Dienst aufgeben, bekleidete er eine Organistenstelle in Bath, wohin ihm seine Schwester folgte. Letztere hing mit schwärmerischer Bewunderung an dem Bruder und half ihm als treue Mitarbeiterin den Ruhm gewinnen, der seinen Namen später verherrlichen sollte.

Trotzdem Herschel durch seine Stellung in Bath sehr in Anspruch genommen war, fand er doch Zeit zur Fortsetzung seiner Studien. Der Umstand, daß der Mann, der auf musiktheoretischem Gebiet sein Lieblingsschriftsteller war, auch ein Werk über Optik geschrieben hatte, führten Herschel im Verein mit den Anregungen, die er in seiner Jugendzeit empfangen, dazu, daß er sich mit immer größerem Eifer und Verständnis der Astronomie zuwandte. „Als ich mit dieser Wissenschaft bekannt wurde“, schrieb er später, „faßte ich den Entschluß, nichts auf Treu und Glauben anzunehmen, sondern alles, was andere vor mir erblickt hatten, mit meinen eigenen Augen zu sehen“. Da indessen die Kosten der Anschaffung eines Fernrohrs zu bedeutend waren, beschloß Herschel, selbst ein solches anzufertigen. Nach vielen Mühen brachte er im 37. Jahre seines Lebens ein Spiegelteleskop zustande, mit dem man

den Saturnring erblicken konnte. Herschels Fleiß verdoppelte sich jetzt; sein ganzer Stolz bestand darin, Teleskope zu bauen, von denen immer eins das andere übertraf.

Einige kleinere astronomische Abhandlungen waren schon aus seiner Feder hervorgegangen, als er mit einem Schlage durch die Entdeckung eines neuen, jenseits des Saturn umlaufenden Planeten zum berühmten Manne wurde. Diese Entdeckung des Uranus erfolgte 1781. Es war ein astronomisches Ereignis, dem sich nichts Ähnliches an die Seite stellen ließ. Der König ernannte Herschel, nachdem er dessen Teleskop gesehen und nachdem sich herausgestellt hatte, daß es die besten Instrumente übertraf, zum Königlichen Astronomen und stellte 4000 Pfund Sterling für ein Riesenteleskop zur Verfügung.

Die Konstruktion, die Herschel hierbei wählte, war eine eigenartige. Das neue Instrument besaß nur einen Spiegel; dieser war gegen die Achse des Instruments ein wenig geneigt, so daß das Bild am unteren Rande der Öffnung entstand und dort durch das Okular betrachtet werden konnte. Allerdings ging hierbei ein Teil des Lichtes verloren, da der Beobachter von vorn in das Rohr hineinschauen mußte, doch war dieser Verlust bei genügendem Durchmesser des Spiegels nicht so beträchtlich, um die Konstruktion in Frage zu stellen.

Bis zu seinem 1822 erfolgten Tode blieb Herschel auf der in der Nähe von Windsor errichteten Sternwarte unermüdlich mit der Durchmusterung des Himmels beschäftigt. Diese Arbeitsstätte verließ er nur, um von Zeit zu Zeit der Royal Society über die Ergebnisse seiner Forschungen zu berichten.

Zunächst reihte sich an die Auffindung des Uranus noch manche wertvolle, unser Planetensystem betreffende Beobachtung. So entdeckte Herschel mehrere Trabanten des Uranus sowie zwei Monde des Saturn. Ferner ermittelte er die Rotationszeit des Saturn zu 10 Stunden und 29 Minuten.

Was die Sonne anbetraf, so suchte Herschel sowohl deren physische Natur als ihre Bewegung und Stellung im Weltraum zu bestimmen. Seine Theorie über die Beschaffenheit des Sonnenkörpers, die er auf die Beobachtung der Flecken gründete, hat die Mitte des 19. Jahrhunderts jedoch nicht überlebt. Herschel verließ nämlich die alte, heute wieder als richtig geltende Ansicht, daß wir es in der Sonne mit einem Körper von sehr hoher Temperatur zu tun haben. Er nahm an, daß sie aus einem festen, nicht leuchtenden Kern bestehe, der von einer durchsichtigen Atmosphäre und einer darüber befindlichen lichtspendenden Photosphäre umgeben sei.

Eng verknüpft mit dem Problem der Sonnenbewegung ist der gleichfalls von Herschel erbrachte Nachweis, daß manche der von den früheren Astronomen für nur scheinbar benachbart gehaltenen Doppelsterne wirklich zusammengehören, binäre Systeme bilden. Herschel hat nicht weniger als 846 Doppelsterne

katalogisiert. Spätere Forschungen haben ergeben, daß die Bewegung innerhalb solcher binären Systeme nach dem Gravitationsgesetz erfolgt, das damit erst als das wahre Weltgesetz erkannt wurde.

Mühevollste Studien über die Nebelflecke führten Herschel zu der Erkenntnis, daß die Milchstraße nichts anderes als eine Schicht von Fixsternen ist, innerhalb deren sich die Sonne, wenn auch nicht genau im Mittelpunkt, befindet. Seit Herschel beginnt die Astronomie sich mit der räumlichen Verteilung dieser Weltkörper zu beschäftigen. Auf Grund seiner Sterneichungen gelangte Herschel zu der Annahme, daß die Milchstraße eine linsenförmige Schicht von etwa 20 Millionen Fixsternen sei.

An Nebelflecken waren vor Herschel etwa 100 bekannt. Er selbst entdeckte mit seinen Teleskopen mehrere tausend Nebel, von denen er manche als Sternhaufen erkannte. Herschels Ansichten über den Bau des Weltalls können auch heute noch trotz mancher Änderungen und Ergänzungen als grundlegend betrachtet werden.

Die Zeit- und Sturmsignalstationen an Deutschlands Küsten.

Von Dr. Rudolf Wegner.

Wenn wir die deutschen Küsten besuchen, so werden uns hier und dort Türme und andere Vorrichtungen auffallen, die an einer Stange große Bälle tragen, die zu bestimmten Zeiten herabfallen, ferner hohe Masten, an denen bei unruhiger Witterung Bälle und kegelförmige Körbe hochgezogen und Flaggen gehißt werden. Wer einmal an der See war, wird diese Einrichtungen gewiß kennen, ohne etwas über ihre Bedeutung erfahren zu haben. Sie dienen teils zur Übermittlung der genauen Zeit, teils sind sie Warnungszeichen vor zu erwartendem Sturm.

Es ist heute sowohl an Land wie auf See möglich, mit Hilfe des Rundfunks die richtige Zeit zu erhalten. Außerdem gibt es Zeitsignalstationen, die besonders für den Seefahrer bestimmt sind und ihm zu festgesetzten Stunden die Angabe der genauen Zeit machen. Nach den Veröffentlichungen des Nautischen Jahrbuchs bestehen in Deutschland mehrere solcher Stationen. Die Einrichtung des Zeitdienstes ist folgende:

Von der Großfunkstelle Nauen aus werden Funkzeitsignale auf Welle 18 130 m ungedämpft gegeben. Ihr Kennzeichen sind die Buchstaben DFY. Auf der Station erfolgen täglich um 1^h mittags und 1^h nachts nach mitteleuropäischer Zeit selbsttätig Zeitsignale durch eine Vorrichtung, die von der deutschen Seewarte in Hamburg geleitet wird. Bei fehlerhafter Angabe wird die Meldung „Zeitsignal ungültig“ nachtelegraphiert. Fernerhin werden

im Anschluß an die eigentlichen Signale täglich mittags etwa 5 Minuten lang sogenannte Koinzidenzsignale für wissenschaftliche Zwecke gegeben, die die genaueste Kontrolle der Uhren ermöglichen.

An anderen Stellen werden Zeitbälle, Lichtsignale, telephonische Zeitsignale, Pendeluhren und Chronometer verwendet. Die Zeitbälle haben schwarze Farbe, einen Durchmesser von 1,5 bis 2 m, hängen in einer weit sichtbaren Höhe — in Hamburg mehr als 50 m über dem Erdboden — und werden 10 Minuten vor der Abgabe des Signals halb und 3 Minuten vorher ganz hochgezogen, um im entscheidenden Moment herabzufallen. Der Fallweg beträgt fast durchweg 3—4 m, und die Ankündigung der Zeit geschieht um 12 und um 1 Uhr mittags. Der Anfang der Abwärtsbewegung gibt den betreffenden Zeitpunkt an. Bei fehlerhafter Abgabe eines Signals wird auf allen Stationen innerhalb 5 Minuten ein kleinerer roter Ball bzw. ein schwarzer Korb an einem Drahtseil 5 Minuten lang gehißt, und die Fallzeit später amtlich in einer Zeitschrift bekannt gemacht. Versagt das Signal überhaupt, so werden die Fehlanzeiger in derselben Zeit halb gehißt und bleiben in dieser Stellung, bis der Zeitball herabgelassen ist. Erscheint die Abgabe des nächsten vorschriftsmäßigen Signals nicht gesichert, so wird der rote Ball bzw. der schwarze Korb halb gehißt und bleibt in dieser Stellung, bis die Störung beseitigt ist. Viele Orte geben auch Lichtzeitsignale. Hier veranlaßt

eine Pendeluhr das Aufleuchten von Glühlampen, die kurze Zeit brennen. Als maßgebende Zeit gilt der Augenblick des Verlöschens.

Weiter richtet man sich nach telephonischen Zeitsignalen. In Wilhelmshaven, Bergedorf und Kiel werden Tag und Nacht selbsttätig durch eine Pendeluhr Signale erteilt, die auch im ganzen deutschen Reichstelegraphengebiet vernommen werden können. Sie sind am Ende einer jeden Minute als sirenenartige Töne zu hören, deren Ausklingen einer vollen Minute entspricht. Die einzelnen Minuten und Stunden kennzeichnet man unmittelbar darauf durch besondere Merkmale.

Schließlich können noch an vielen Stellen Zeitmesser mit solchen Normaluhren, die genaue mitteleuropäische Zeit angeben, verlichen werden.

Wir wollen uns jetzt zu den Sturmwarnungs-Signalstellen wenden. Bekanntlich hängen Richtung und Stärke des Windes von der Verteilung des Luftdruckes ab, und wir unterscheiden auf den Wetterkarten barometrische Minima und Maxima. Die ausgesprochene, mehr oder weniger rasche Fortpflanzung der Tiefdruckgebiete ist von größter Bedeutung für die Änderung der Witterung. Diese Fortpflanzung geschieht gewöhnlich aus westlicher nach östlicher Richtung, selten in rein südlicher oder nördlicher und noch seltener in der Richtung nach der Westseite des Horizontes.

Schon seit 1864 ist an den Küsten ein Sturmwarnungsdienst eingerichtet, der von Hamburg aus geregelt wird. An der Nordseeküste bestehen etwa 40 und an der Ostseeküste noch einmal soviel Sturmwarnungsstellen; außerdem gibt es einige Nebenstellen und Windsemaphorstationen. Diese Sturmwarnungsstellen haben die Hauptaufgabe, durch Signale und durch Anschlag die ihnen von der Zentralanstalt zugehenden Warnungen den Schiffen und überhaupt der daran interessierten Küstenbevölkerung zu übermitteln. Es ist zu beachten, daß die Sturmwarnung vorläufig noch keinen Anspruch auf volle Gewißheit des Eintreffens machen kann. Sie besagt nur, daß begründete Aussicht auf die Einwirkung einer atmosphärischen Störung vorhanden ist, die für die Schifffahrt und Fischerei gefährlich werden könnte. Sie zeigt ferner an, daß ein den Hafen verlassendes Fahrzeug wahrscheinlich innerhalb eines Umkreises von rund 90 km Halbmesser Sturm aus der angegebenen Richtung vorfinden werde; die Warnung bezieht sich also nicht allein auf den betreffenden Ort, sondern auch auf dessen Umgebung. Die Treffsicherheit beträgt 85—90%.

Schauen wir uns eine Sturmwarnungsstelle näher an: Wir sehen einen hohen Signalmast, die erforderlichen Signalkörper, einen Sturmwarnungskasten, ferner ein Barometer mit großem Zifferblatt, ein Thermometer und oft

zwei Regenschirme. Am Tage werden Kegelsignale oder ein Ball gehißt, und nachts muß eine rote Laterne ihre Stelle vertreten. Kegelsignale werden gegeben, wenn z. Z. des Erlasses einer Sturmwarnung ein hoher Grad der Wahrscheinlichkeit für den Eintritt stürmischer Winde aus bestimmten Richtungen besteht. Für Stürme aus westlicher Richtung wird ein schwarzer Kegel und aus östlicher Richtung werden zwei schwarze Kegel hochgezogen. Wird der Sturm aus Nordwesten erfolgen, so steht die Kegelspitze oben, bei zu erwartenden Südweststürmen unten, bei Nordoststürmen erblicken wir zwei übereinanderstehende Kegel mit der Spitze nach oben, bei Südoststürmen mit der Spitze nach unten. Als Zusatzsignale zu den Kegelsignalen dienen rote Flaggen, die die mutmaßliche Drehung des Windes anzeigen sollen. Eine rote Flagge bedeutet, daß der Wind rechtsdrehend, d. h. von Norden über Osten und Süden nach Westen wehen wird, zwei rote Flaggen sagen an, daß der Wind zurückdrehen wird, also von Norden über Westen und Süden nach Osten. Wo ein Signalmast mit einer Rahe vorhanden ist, werden die Körpersignale, also die Kegel, an dem einen, die Flaggensignale an dem anderen Ende der Rahe gehißt; wo dagegen ein einfacher Arm zum Hissen der Signale benutzt wird, werden die Flaggensignale unterhalb der Körpersignale gesetzt. Ein Sturmsignal gibt an, daß in den nächsten 36 Stunden wahrscheinlich Sturm zunächst aus der durch die Kegel angedeuteten Richtung eintreffen wird, dessen Umgehen in dem von den Flaggen angegebenen Sinne zu erwarten ist. Der Ball wird in der Regel dann als Signal gegeben, wenn geringere Gefahr z. Z. der Sturmwarnung zu bestehen scheint, wobei jedoch auf Grund der weiteren Entwicklung der Wetterlage schwere Stürme nicht ausgeschlossen sind. Bei den Sturmwarnungsnebenstellen findet ein Signalisieren nicht statt. Die Signale bleiben hängen bis zum Eintritt der Dunkelheit an demjenigen Tage, der auf den Aufgabetag des Sturmwarnungstelegramms folgt; sie werden gesenkt, wenn nicht Anordnungen wegen neuen Hängenlassens der Signale erfolgen.

Hier und dort sehen wir auch Windsemaphore, die gewöhnlich mit einer Sturmwarnungsstelle verbunden sind und zur Ergänzung dienen. Der Windsemaphor besteht aus einem Mast mit Signalisiervorrichtung. Der Mast trägt auf jeder Seite einen Kreis mit einem in dessen Mittelpunkt drehbaren Zeiger, der die Windrichtung angibt, und fernerhin vier bis sechs bewegliche Flügel, die die Windstärke bezeichnen sollen. Sind z. B. 4 Flügel horizontal gestellt, so haben wir stürmischen Wind zu erwarten. Um Windstille zu signalisieren, wird bei herunterhängenden Windstärkeflügeln der Windrichtungszeiger auf Süd eingestellt. Wohl an allen Nord- und Ostseebädern finden wir die beschriebenen Signalstellen.

In Monaco wurden von einem internationalen Hydrographischen Büro Küstensignale für alle Länder der Erde festgesetzt, die aber

von Deutschland nur teilweise angenommen sind. Alle 5 Jahre findet dort eine entsprechende Konferenz statt.

Die Bedeutung der Ultraviolettstrahlen für die Gesundheit.

Von Oberingenieur F. A. Förster.

Die Sonnenanbeter unter den älteren Naturvölkern hatten bei der offenkundigen Primitivität ihres religiösen Kultes doch immerhin einen von gesunder Naturbeobachtung zeugenden, vernünftigen Grundgedanken, den sie in den rituellen Manifestationen ihres Glaubensbekenntnisses zum Ausdruck brachten. Es ist anzunehmen, daß sie zum mindesten eine dunkle Ahnung davon gehabt haben mochten, was erst in viel späteren Tagen auf Grund einwandfreier Ergebnisse wissenschaftlicher Forschungen zur unumstößlichen Gewißheit wurde, nämlich: daß der Ursprung und die Erhaltung alles Lebens und Blühens, alles Wachstums und Gedeihens auf unserem Planeten einzig und allein auf die Wirkungen der strahlenden Sonnenenergie zurückzuführen ist.

Der moderne Mensch, besonders der Großstädter, leidet erfahrungsgemäß unter dem Mangel an Sonne. Solange das alles erhaltende Tagesgestirn vom Firmament leuchtet, arbeitet der Angestellte und der Fabrikarbeiter, sowie fast jeder Werktätige überhaupt, meist in geschlossenen Räumen, der Bergmann sogar oft viele hundert Meter unter Tag, tief, im staubigen und von mancherlei Gefahren bedrohten Schacht, in den kein Tageslicht, geschweige denn ein Sonnenstrahl dringt. Die Stunden der Ausspannung und Erholung werden überdies zumeist bei künstlichem Licht verbracht, besonders im Winter. Es ist danach auch wohl einleuchtend, daß diese Volkskreise über eine beträchtliche Widerstandskraft und robuste Gesundheit verfügen müssen, wenn sie bei der Entbehrung der lebenswichtigen, heilkräftigen Agentien der Sonnenenergie dauernd gesund bleiben wollen. Denn: Wo die Sonne nicht hinkommt, da kommt der Arzt hin!

Was wir und unsere Kinder von einem mehrwöchigen Erholungsurlaub oder Ferienaufenthalt im Gebirge, an der See oder auf dem Lande an aufgefrischten Lebensenergien, an Lebenswillen und Schaffensfreude und an wirklichem gesundheitlichen Gewinn mit heimbringen, das ist — von den gewiß nicht zu unterschätzenden allgemeinen klimatischen und psychischen Imponderabilien des Milieus abgesehen — in der Hauptsache auf die in der Sonnenenergie biologisch-wirksamen, heilkräftigen ultravioletten Strahlen zurückzuführen. Alles übrige sind mehr oder weniger Erscheinungen von sekundärer Bedeutung. Diese ultra-

violetten Strahlen, die in der reinen Luft an den Meeresküsten und in noch höherem Maße in der Hochgebirgssonne als heilkräftiges Agens, als gesundheitsfördernder Faktor auf unseren ganzen Organismus und nicht zuletzt auch auf die Psyche ihre Wirkung ausüben, diese ultravioletten Strahlen fehlen dem Sonnenlicht der Ebene des Binnenlandes, inmitten der großen Städte und ihrer nächsten Umgebung, fast gänzlich aber in den Industriebezirken, weil sie durch Staub, Rauch, Dämpfe, Dünste und andere Verunreinigungen der Luft absorbiert werden. Je reiner die Luft, um so größer ist der Anteil der im Sonnenlicht wirkenden ultravioletten Strahlen. Was Wunder, wenn, angesichts der am eigenen Leibe erfahrenen gesundheitlichen Wirkungen des Sonnenlichtes, die natürliche Sehnsucht der Menschheit unseres sonnenarmen Klimas nach reiner Luft und nach Sonnenschein gerichtet ist.

Dank den Fortschritten der Technik sind wir heute in der Lage, uns bis zu einem gewissen Grade diese der Wirkung der Sonnenenergie zugeschriebenen Heilkräfte, wie sie uns ein längerer Erholungsaufenthalt an der See, im Gebirge oder in einem von weiten Wald-, Wiesen- oder Wasserflächen umgebenen ländlichen Luftkurort vermittelt, auf künstlichem Wege zu verschaffen.

Auf der von allen einsichtigen Ärzten, Klinikern und Hygienikern längst anerkannten Heilwirkung der ultravioletten Strahlen, die in der Lichtemission der als „künstliche Höhen-sonne“ weit und breit bekannten Hanauer Quarzlampe in viel größerem Maße enthalten sind als im natürlichen Sonnenlicht, gründet sich deren heutige vielseitige therapeutische Anwendung auf den verschiedensten medizinischen Spezialgebieten. Von sichtlich belebender Wirkung ist die Ultraviolettbestrahlung mit der Quarzlampe als „künstliche Höhen-sonne“ auf unsere Großstadtkinder. Hier ist es eine Freude zu beobachten, wie die Kinder zusehends unter der Ultraviolettbestrahlung in bestimmter Dosierung und unter ärztlicher Überwachung sich zu lebensfrohen Menschenkindern erholen.

Die Hanauer Quarzlampe ist seit einigen Jahren in einem kleinen handlichen Modell, gewissermaßen für die Gesundheitspflege im Hausgebrauch ausgebildet worden. Selbstverständlich wird ihre Anwendung in der Hand

des Laien erst auf Grund ärztlicher Befragung und Beratung und nach genauen ärztlichen Anweisungen erfolgen können, sofern der Betreffende nicht schon über die Handhabung und den technischen Gebrauch der Lampe sowie auch hinsichtlich ihrer therapeutischen Anwendungsmöglichkeiten hinreichend unterrichtet ist.

Durch tägliche Bestrahlungen mit Ultraviolettlicht von nur wenigen Minuten ist jedem die Möglichkeit gegeben, sich den für die Erhaltung der Gesundheit erforderlichen Anteil an Sonnenenergie unabhängig von der Jahreszeit und vom Wetter auf künstlichem Wege im Hausegebrauch zu beschaffen.

Der gestirnte Himmel im Juli 1932.

Von Günter Archenhold.

(Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.)

Unsere Sternkarte auf der ersten Umschlagseite gibt den Stand der Sterne am 1. Juli um 22^h und am 15. Juli um 21^h wieder. Unfern des Nordpunktes steht Kapella im Fuhrmann. Den westlichen Teil des Himmels nehmen die herabsinkenden Frühlingsbilder Löwe, Jungfrau usw. ein. Nach Süden zu finden wir die Tierkreisbilder Waage, Skorpion, Schütze und Steinbock. Der rötlich funkelnde Antares im Skorpion kann uns zu diesen Stunden als Südmarke dienen. Scheitelnah flammt Wega im Sternbild der Leier. Die anderen Sterne dieses kleinen Bildes erscheinen neben dem Stern 1. Größe recht schwach. Unter ihnen ist der Stern ϵ , der sich links oberhalb der Wega befindet, von besonderem Interesse. Ein gutes Auge erkennt nämlich, daß dieser Stern aus zwei Komponenten zusammengesetzt ist, die bei Verwendung eines Opernglases oder Fernrohres immer weiter auseinander rücken. Bei etwa 100facher Vergrößerung erkennt man, daß jedes dieser beiden Gestirne wiederum aus zwei Doppelsonnen besteht. Wir haben es also mit einem vierfachen System zu tun. Auch der Stern ζ , der mit Wega und ϵ zusammen ein gleichseitiges Dreieck bildet, ist zu den Doppelsternen zu rechnen. Der Hauptstern 4. Größe hat in einem Abstand von 44" einen um 1½ Größenklassen schwächeren Begleiter. Der Stern β , der zu den Bedeckungsveränderlichen gehört, hat in beträchtlichem Abstand einen wahrscheinlich nur optisch mit dem Hauptstern verbundenen Begleiter. Zwischen den Sternen β und γ steht der berühmte Ringnebel, für lichtstarke Fernrohre eines der schönsten Objekte. Er gehört zur Klasse der planetarischen Nebel, von denen in unserem Milchstraßensystem nur etwa 100 bekannt sind. Fast alle Nebel dieser Gruppe enthalten einen sehr heißen Zentralstern, der wegen seiner hohen Temperatur und der damit verbundenen stärkeren Ausstrahlung von blauem Licht photographisch stärker wirksam ist als visuell. Daher kommt es zum Beispiel, daß der Zentralstern im Ringnebel der Leier auf Photographien stets deutlicher hervortritt als bei der Betrachtung im Fernrohr. Diejenige Milchstraßengegend, die in diesen Monaten sichtbar ist, ist

besonders reich an planetarischen Nebeln. Unter ihnen ist der planetarische Nebel N.G.C. 6543 auch kleineren Fernrohren zugänglich. Er steht fast genau am Pol der Ekliptik zwischen δ und ζ Draconis in Rekt. = 17^h59^m und Dekl. = + 66°38'. In einem kleinen Fernrohr hat er das Aussehen eines verwaschenen Sternes 8. Größe. Bei stärkerer Vergrößerung erkennt man eine blaue elliptische Scheibe von etwa 30" Durchmesser mit einem Zentralstern 10. Größe. Auf Photographien hat der Nebel ein spiral- oder schneckenförmiges Aussehen. Von den übrigen planetarischen Nebeln seien noch die beiden hellsten bei uns sichtbaren: N.G.C. 6853 und N.G.C. 7009 genannt. N.G.C. 6853 ist der Hantel-(Dumbbell-)Nebel im Fuchs. Er ist 7. Größe und von bedeutender Ausdehnung. N.G.C. 7009 steht unfern des Sterns ν im Wassermann in Rekt. = 20^h59^m und Dekl. = - 11°48'. Auch er ist etwa 7. Größe und zeigt eine verwaschene Scheibe von etwa 20" Durchmesser. Zwei seitliche Ansätze lassen den Nebel saturnähnlich erscheinen.

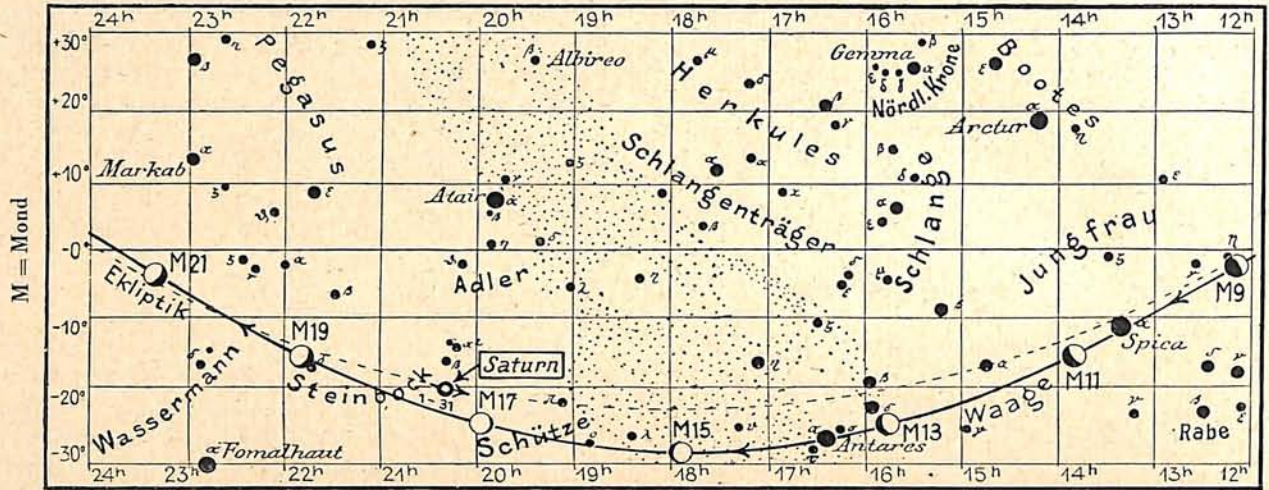
In den Stunden um Mitternacht tritt die Milchstraße, die wir auf unserer Karte durch Perseus, Kassiopeia, Kepheus, Schwan, Adler bis zum Schützen verfolgen können, deutlicher hervor. — Die Lichtminima des veränderlichen Sternes Algol geben wir wegen der kurzen Nächte und der niedrigen Stellung des Perseus am Nordhorizont in diesem Monat nicht an.

Die Planeten.

Merkur hat am 20. Juli mit fast 27° seine größte östliche Abweichung von der Sonne; trotzdem bleibt er bei uns für das bloße Auge unsichtbar, weil seine Deklination um etwa 10° geringer ist als die der Sonne.

Venus taucht am 10. Juli am Morgenhimmel auf. Am Ende des Monats ist sie von ihrem Aufgang um 1¼^h an 2 Stunden lang sichtbar. Am 1. Juli hat sie einen Abstand von 43,5 Millionen km von der Erde, am 31. beträgt er 62,2 Millionen km. Venus bleibt bis in den Anfang des nächsten Jahres hinein Morgenstern.

Abb. 2a. Lauf von Sonne, Mond und Planeten



Mars ist am Morgenhimmel anfangs $\frac{1}{4}$ Stunde, zuletzt 2 Stunden lang sichtbar. Er wandert rechtläufig mit ziemlich großer Geschwindigkeit durch das Sternbild des Stiers. Bei einem Abstand von 324 Millionen km ist sein scheinbarer Durchmesser nur $4'',3$ groß.

Jupiter ist nur noch in den ersten Tagen des Monats am Abendhimmel sichtbar. Am 10. Juli verschwindet er in den Strahlen der Sonne, aus denen er erst wieder im September hervortritt.

Saturn, im Sternbild des Steinbocks, ist die ganze Nacht hindurch sichtbar. Am 24. Juli steht er in Opposition zur Sonne und hat zugleich seinen geringsten Abstand von der Erde mit 1340 Millionen km. Seine Helligkeit übertrifft dann die des Atair um $\frac{1}{2}$ Größenklasse und kommt fast derjenigen der Wega gleich. Von seinen 10 Monden ist nur Titan, dessen Umlaufszeit 16 Tage beträgt, in kleinen Fernrohren mit Leichtigkeit zu sehen. Titan befindet sich am 8. und 24. Juli in westlicher Elongation vom Ringplaneten.

Uranus, im Sternbild der Fische, kann vor Sonnenaufgang aufgesucht werden. Er steht am 15. in Rekt. = $1^h 27^m,2$ und Dekl. = $+8^\circ 29'$.

Neptun, im Löwen, verschwindet in der Abenddämmerung.

Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne hat ihren Abstieg aus dem höchsten Teile der Ekliptik begonnen. Am 1. Juli beträgt ihre Deklination noch $+23^\circ$, bis zum 31. nimmt diese auf $+18\frac{1}{2}^\circ$ ab. Die

Tageslänge geht von $16\frac{3}{4}$ Stunden auf $15\frac{3}{4}$ Stunden zurück, und am 26. Juli ist bei uns die Zeit der hellen Nächte beendet.

In Berlin geht die Sonne zu folgenden Zeiten auf und unter:

	Aufgang	Untergang
Juli 1.	3 ^h 47 ^m	20 ^h 32 ^m
" 15.	4 ^h 0 ^m	20 ^h 23 ^m
" 31.	4 ^h 23 ^m	20 ^h 0 ^m

Weitere wichtige Angaben finden sich in nachstehender Tabelle:

Datum	Rektasz.		Deklin.		Sternzeit		Zeitgleichg. wahre minus mittlere Zeit
	0 ^h Weltzeit		0 ^h Weltzeit		Berlin, Mittag		
	h	m	o	'	h	m	m s
Juli 1.	6	38,9	+23	9	6	37,2	- 3 37
" 5.	6	55,4	22	50	6	52,9	4 21
" 10.	7	15,9	22	18	7	12,6	5 9
" 15.	7	36,2	21	36	7	32,4	5 46
" 20.	7	56,4	20	46	7	52,1	6 10
" 25.	8	16,3	19	46	8	11,8	6 20
" 30.	8	36,0	+18	38	8	31,5	- 6 16

Der Mond ist mit seinen Lichtgestalten von zwei zu zwei Tagen in unsere Planetenkarte eingetragen.

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Neumond:	Juli 3.	23 $\frac{1}{4}$ ^h
Erstes Viertel:	" 11.	4
Vollmond:	" 17.	22
Letztes Viertel:	" 25.	14 $\frac{3}{4}$ ^h

Am 13. Juli steht der Mond in Erdnähe. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt $32'34''$, die Horizontalparallaxe $59'40''$. In Erdferne steht der Mond am 26. Juli mit einem scheinbaren Durchmesser von $29'37''$ und einer Horizontalparallaxe von $54'15''$.

Im Juli ist in Berlin folgende Sternbedeckung durch den Mond zu beobachten:

Juli	Name	Gr.	Rekt. 1932		Dekl. 1932		Phase	Zeit für Berlin M. E. Z.	Winkel	Mondalter	Hilfsgrößen	
			h	m	o	'					a	b
30.	406 B. Tauri	5,6	5	46,7	+27	57	A	2 50,5	302	26,2	- 0,2	+ 0,9

A = Austritt

Die Hilfsgrößen a und b dienen dazu, genäherte Ein- und Austrittszeiten für ganz Deutschland zu berechnen. Den für Berlin geltenden Zeitangaben ist die Korrektion $a(13^\circ,1 - \lambda) + b(\varphi - 52^\circ,4)$ hinzuzufügen, wobei λ und φ die geographische Länge und Breite des Beobachtungsortes bedeuten.

Ein neuentdecktes Meteorkraterfeld in Australien.

Bei Henbury in einem schwer zugänglichen Gebiete Zentralaustraliens sind 13 dicht beieinanderliegende Einschlaglöcher entdeckt worden. Auf Grund des in ihnen vorgefundenen Meteoreisens ist für sie der gleiche Ursprung wie für den Meteorkrater in Arizona oder die Einschlaglöcher des Tunguska-Meteors sichergestellt. Die Durchmesser der Krater schwanken zwischen 10 und 200 m. Alle sind fast genau kreisförmig mit Ausnahme des größten, dessen langgestreckte Gestalt sich wohl durch zwei verschiedene Einschläge erklären dürfte. Der Meteorfall muß bereits vor langer Zeit stattgefunden haben, da das Nিকেisen stark oxydiert und die Form der Krater stark verwaschen ist. Ihr Inneres ist mit Gras und Bäumen bewachsen. Trotz des hohen Alters, das man auf viele hundert oder gar tausend Jahre schätzen kann, sind die Wände eines Kraters noch immer ca. 16 m hoch.

Bei der näheren Untersuchung des Trichterfeldes fand man mehrere hundert Bruchstücke im Einzelgewichte von wenigen Gramm bis zu einem halben Zentner. Aus ihrer Form scheint hervorzugehen, daß sie zu den Trümmern einer größeren Masse gehören. Eine Untersuchung darüber, ob im Innern der großen Krater größere Stücke liegen, konnte bisher noch nicht vorgenommen werden. Es sind auch einige glasartige Stücke gefunden worden, die wahrscheinlich durch die Hitze des Aufprallens entstanden sind. Aus der Lage der Meteoriten am westlichen Rande der Krater ist zu schließen, daß der Einsturz in westöstlicher oder ostwestlicher Richtung erfolgte. Die Krater des Trichterfeldes bei Henbury übertreffen teilweise diejenigen des Tunguska-Meteors an Größe und reichen an den in Texas aufgefundenen Krater (vgl. Weltall Jg. 29, S. 54/56) heran, wenn sie sich auch nicht mit dem großen Arizona-Krater vergleichen lassen.

G. A.

Wie groß ist der von den Sternen eingenommene Teil des Himmels? Die Antwort auf diese Frage, die

im „Journal of the British Astronomical Association“ gestellt wird, dürfte jeden überraschen. Sie lautet: Alle uns bekannten Sterne zusammen bedecken nur eine Fläche, die einem Kreis von nicht einmal 1 Bogensekunde Durchmesser gleichkommt. Dieses Resultat ist leicht zu erhalten. Die Gesamtlichtmenge, die uns von den Milliarden Sonnen unseres Sternsystems zugestrahlt wird, entspricht der Helligkeit von 1100 Sternen der 1. Größe oder einem Stern — 6,6. Größe. Als mittlere Spektralklasse der Sterne kann der G- oder Sonnentyp angenommen werden, und ein Stern von der angegebenen Helligkeit, welche um 20 Größenklassen geringer ist als die der Sonne, würde 10^8 mal weniger leuchten und demnach im Durchmesser um $10^4 = 10\,000$ mal kleiner sein als diese. Ein Zehntausendstel des scheinbaren Sonnendurchmessers ist aber weniger als $\frac{1}{5}$ Bogensekunde. Die gesamte von den Sternen bedeckte Fläche beträgt demnach nur etwa den zwanzigbillionsten Teil der Himmelskugel, oder anders ausgedrückt, ein Lichtstrahl, der von der Sonne in den Weltenraum ausgesandt wird, hat nur die Wahrscheinlichkeit von einem Zwanzigbillionstel, auf einen anderen leuchtenden Stern zu treffen. Das Vorhandensein interstellarer Materie, wie Gasnebel, Staub und Meteore, sowie kühlerer Sterne, die uns wegen ihrer geringen absoluten Leuchtkraft unbekannt geblieben sind, ist bei der Berechnung nicht berücksichtigt worden.

G. A.

Komet Kopff 1932 d. Die Wiederauffindung dieses periodischen Kometen gelang J. Bobone auf der Sternwarte in Cordoba am 25. Mai d. J. nahe dem vorausberechneten Orte. Die Helligkeit des Kometen entsprach derjenigen eines Sterns 12. Größe. Da sich der Komet sehr weit südlich des Himmelsäquators im Sternbilde der Waage aufhält, und zudem sein Abstand von der Erde zunimmt, ist nicht damit zu rechnen, daß er kleineren Fernrohren zugänglich wird. Seine Umlaufzeit um die Sonne beträgt 6,6 Jahre. Seit seiner Entdeckung im Jahre 1906 ist er mit Ausnahme der ersten Wiederkehr regelmäßig aufgefunden worden.

G. A.

	<h2 style="margin: 0;">BÜCHERSCHAU*)</h2>	
---	---	---

Henseling, R.: Neue Stereoskopbilder vom Sternhimmel. Reihe I: Der Mond. Reihe II: Das Sonnensystem. Reihe III: Sterne und Nebel. Je 12 Bilder mit 12 bzw. 16 Seiten Text. Verlag J. A. Barth, Leipzig 1931. Preis jeder Reihe 8 RM.

Durch die im gleichen Verlage erschienenen Stereoskopbilder von Prof. Max Wolf ist die Bedeutung des stereoskopischen Effekts für astronomische Anwendungen bekannt geworden. Man kann den Mond plastisch sehen, erkennt die Stellung der Trabanten zu den Hauptplaneten oder sieht einen Kometen vor dem Sternhintergrund schweben; Sterne mit großer Eigenbewegung und Veränderliche heben sich aus der Schar der anderen heraus. Das dreidimensionale Bild, wie es uns durch das Stereoskop vermittelt wird, ist ein Anschauungsmittel von größtem Wert. Daher ist die Zusammenstellung der vorliegenden neuen Reihen sehr zu

begrüßen. Die erste umfaßt eine Gesamtansicht des Vollmondes und elf Teilbilder; die zweite zeigt Mars, Jupiter, Saturn, Pluto, einen Planetoiden und die Sonne in mehreren Bildern sowie als Zeichnungen die Bahnen von Pluto und Neptun, von Eros und die Jahresbahn der Erde; die dritte gewährt uns einen Einblick in den Aufbau des Sternsystems sowohl in der Umgebung der Sonne als auch in entfernteren Sternhaufen und Nebeln. Auch diejenigen Bilder, bei denen der stereoskopische Effekt nicht groß ist, gewinnen doch im Stereoskop an Deutlichkeit. Dies tritt besonders bei der außerordentlich schönen Aufnahme der Kleinen Magellanschen Wolke in Erscheinung, wo bei zweimaliger Verwendung der gleichen Aufnahme überhaupt kein stereoskopischer Effekt vorhanden ist.

G. A.

*) Alle Werke können von der „Auskunfts- und Verkaufsstelle der Treptow-Sternwarte“, Berlin-Treptow, bezogen werden.

„Das Weltall“ erscheint monatlich (Januar/Februar und Juli/August in je einem Doppelheft). Bezug durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow (Postscheckkonto Berlin Nr. 4015) sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten. Preis jährlich 8 M. (Ausland 10 M.) Einzelheft 1 M., Doppelheft 1,50 M. — Über Anzeigengebühren erteilt der Verlag bereitwilligst Auskunft.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Günter Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: Otto Rathe, Berlin-Treptow. Druck von Carl Fr. Berg vorm. J. Windolff, Berlin SW 68.

DAS WELTALL

Herausgegeben von Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

Schriftleiter: Günter Archenhold.

31. Jahrgang Heft 10/11

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

Juli/August 1932

Inhaltsverzeichnis:

- | | |
|--|-----------|
| 1. Ein seltsames Gestirnspar. Zeta Aurigae, der Stern mit der durchsichtigen Riesenhülle. Von Studienrat Richard Sommer | Seite 137 |
| 2. Ergebnisse der Potsdamer Sonnenfinsternis-Expedition 9. Mai 1929. Von D. Wattenberg. (Mit 2 Abbildungen.) | „ 141 |
| 3. Neue Astrognosie. Der Sternenhimmel der Griechen. Von E. Wolff-Beselin. II. Die Sternbilder des Sommers. (Mit 3 Abbildungen.) | „ 147 |
| 4. Charakterbilder aus der Geschichte der Astronomie. Von Professor Dr. F. Dannemann. V. Laplace | „ 149 |
| 5. Mirasterne. Von stud. astron. Walter Theile | „ 151 |
| 6. Astronomie und Photographie. Von Heinz-Eberhardt Deuckler | „ 153 |
| 7. Der gestirnte Himmel im August und September 1932. Von Günter Archenhold. (Mit Sternkarten und Karten des Laufes von Sonne, Mond und Planeten für beide Monate.) | Seite 155 |
| 8. Kleine Mitteilungen: Ueber die Gestalt der Sonnenflecken. — Graphische Vorausbestimmung des Ein- und Austritts einiger Mondkrater bei der Finsternis am 14. September 1932. — Mitteilungen über die bisherigen Kometen dieses Jahres und zwei Neuentdeckungen. — Kleine Planeten im August und September 1932 | „ 159 |
| 9. Bücherschau | „ 160 |

Nachdruck nur mit Genehmigung der Schriftleitung, Auszüge nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Ein seltsames Gestirnspar.

Zeta Aurigae, der Stern mit der durchsichtigen Riesenhülle.

Von Studienrat Richard Sommer.

Bei der Beobachtung der Sonne im Fernrohr sieht man eine Scheibe mit scharf begrenztem Rand, der den Eindruck erweckt, daß eine wohldefinierte kugelförmige Oberfläche die Sonnenmaterie vom vollkommen leeren Weltenraum trennt. In Wirklichkeit jedoch erheben sich über den Sonnenrand noch die Protuberanzen. Zuweilen beobachtet man im Spektroskop gewaltige Eruptionen, bei denen Wolken aus Wasserstoff und Kalziumdampf weit in den Raum geschleudert werden, wo sie versprühen. Außerhalb der Protuberanzen zeigt wieder das Spektroskop den Raum leer, der sich bei totalen Sonnenfinsternissen als Ort der Korona erweist. Aus allem muß man den Schluß ziehen, daß die eigentliche Sonnenkugel von einer weit ausgedehnten, ungemein dünnen Hülle umgeben ist, zu deren Untersuchung aber besondere instrumentelle Mittel und Umstände erforderlich sind.

Treten derartige Schwierigkeiten schon bei dem Versuch auf, die Beschaffenheit und den Bau der Hülle unserer Sonne zu erforschen, in deren nächster Nachbarschaft wir doch leben, so müssen die Hindernisse unüberwindbar erscheinen, einiges über die etwaigen Hüllen von Fixsternen zu erfahren. Bedenkt man, daß das Bild eines Fixsterns im Fernrohr wegen der unvorstellbaren großen Entfernung immer nur punktförmig erscheint, so erregt es Bewunderung, wenn es nunmehr dem Astronomenstab der Sternwarte Babelsberg gelungen ist, nicht nur das Vorhandensein, sondern auch die räum-

liche Ausdehnung einer solchen Hülle festzustellen. Dem Fall wohnt noch eine besondere Bedeutung inne, weil es auf dem eingeschlagenen Wege möglich sein wird, den Durchmesser und die Masse eines Überriesen zum erstenmal ohne Zuhilfenahme von Parallaxenwerten zu bestimmen. Es handelt sich um den Stern ζ (Zeta) Aurigae, der in alten Sternkarten zur Gruppe der Böckchen zählt. Vor der Darlegung der neuen Untersuchungen, die zu einem Teil in den Astronomischen Nachrichten, zum anderen in den Sitzungsberichten der Preussischen Akademie der Wissenschaften veröffentlicht worden sind, seien einige allgemeine Bemerkungen vorausgeschickt.

Das aus dem Innern eines Fixsterns stammende Licht wird beim Durchlaufen der äußeren Hülle insofern verändert, als Schwingungen von ganz bestimmten Wellenlängen gehemmt werden, wodurch die bekannten dunklen Fraunhoferschen Linien im Spektrum entstehen. Aus der Lage und Stärke dieser Linien kann man auf die Natur der absorbierenden Stoffe schließen. So gewinnt man einen Einblick in die Beschaffenheit der Sternatmosphären. Freilich liefert dieser Weg nur ein unvollkommenes Bild, weil sich aus dem Fehlen von Linien irgendeines Elements nicht etwa das Nichtvorhandensein dieses Stoffes behaupten läßt. Vielmehr spielt die Temperatur der Hülle eine ausschlaggebende Rolle. Zwei stofflich vollkommen gleichgebaute Sterne besitzen verschiedene Spektren, je nach dem in

ihren Atmosphären herrschenden Wärmegrad. Darauf fußt bekanntlich die Einteilung der Sterne nach den Spektralklassen B, A, F, G, K und M. Für jeden Typ sind besondere Kennzeichen herausgesucht worden. Dabei zeigt es sich, daß alle möglichen Übergänge vorkommen, die man im allgemeinen durch Anhängen der Zahlen 0 bis 9 zum Ausdruck bringt.

So wurde das Spektrum des Sterns Zeta von den Astronomen der Mount Wilson-Sternwarte nach der relativen Stärke der Kalzium-, der Wasserstoff- und der Metalllinien zunächst zu G8p eingeschätzt. Der Stern steht demnach zwischen den Klassen G und K, und zwar näher bei K. Das angehängte p (englisch peculiar) besagt, daß das Farbband vom gewöhnlichen Spektrum dieser Gruppe durch irgendeine Besonderheit abweicht. Weil die Wasserstofflinien stärker als bei sonstigen G8-Sternen auftreten, entschied man sich zur definitiven Bezeichnung G1. Das war aber nicht die richtige Deutung. Miss Maury von der Harvard-Sternwarte erkannte nämlich, daß sich hier zwei Spektren überlagern. 1908 hatte Campbell auf Lickspektrogrammen die veränderliche Radialgeschwindigkeit des Sterns entdeckt. Aus Bonner Aufnahmen 1910—13 konnte Küstner dies bestätigen. Das deutet im allgemeinen auf einen Doppelstern, paßt allerdings auch auf einen pulsierenden einfachen Stern. Wenn aber das Spektrum zusammengesetzt erscheint, so ist es natürlich, zwei Komponenten anzunehmen. Es gilt nun, die beiden Einzelspektren aus dem Gesamtbild herauszuschälen. Späte G-Sterne fallen im Spektrum durch ein sehr schwaches Violett und Ultraviolett auf. Von λ 3500 ab zeigt sich immer ein starker Helligkeitsabfall. Für Zeta gilt das nicht, offenbar weil das kurzwellige Ende des Farbbandes von einem Begleiter, und zwar einem heißeren Stern, herrührt. Die Annahme drängt sich auf, daß man es bei Zeta mit einem gelben oder orangefarbenen K-Stern zu tun hat, der mit einem B-Stern verbunden ist. Dadurch wird auch zwanglos das Verhalten der Wasserstofflinien erklärt, die bei einem K-Stern nur unbedeutend zu sein pflegen, für B-Sterne jedoch kräftig sind. Die überwiegende Zahl der Absorptionslinien gehört dem gelben Stern an; sie bestimmen seinen Typ als K5. Außer den Wasserstofflinien hat sich bisher nur eine Heliumlinie bei λ 3705 mit Sicherheit dem Begleiter zuweisen lassen. Die Verwaschenheit dieser Linien hat eine nähere Klassifizierung, ob B2 oder B5, noch nicht ermöglicht.

Aus einer von 1917 bis 1924 durchlaufenden Reihe von in Ottawa und Victoria gewonnenen Spektrogrammen hat W. E. Harper die Bahnelemente des Doppelsterns berechnet, indem er die Dopplerverschiebung der Linien des K-Sterns verfolgte. Die Umlaufzeit ergab sich zu 2,670 Jahren oder 973 Tagen, die Exzentrizität zu 0,411. Es ist eine Eigentümlichkeit der spektroskopischen Beobachtungen,

daß sie nicht die große Halbachse a der Bahn selber liefern, sondern nur den Anteil, der in die Gesichtslinie fällt, also das Produkt $a \cdot \sin i$, das in diesem Fall 294 Millionen km oder rund den doppelten Abstand Sonne-Erde wird. Das ist zugleich der kleinste denkbare Wert. Auch die Massen werden nicht selbst erhalten, sondern nur in Verbindung mit dem Sinus der Bahnneigung. Drückt man die Massen der beiden Komponenten in Sonneneinheiten aus und bezeichnet sie mit m_1 und m_2 , so gilt nach Harper

$$\frac{m_2^3 \sin^3 i}{(m_1 + m_2)^2} = 1,03.$$

Diese sogenannte Massenfunktion ist auffällig groß; wenn man nicht zu unwahrscheinlich großen Massenwerten kommen will, muß man folgern, daß die Neigung i nahe bei 90° liegt. Dann aber besteht die Möglichkeit, daß gelegentlich die eine Komponente die andere verdeckt, wie das bei den Algolveränderlichen der Fall ist. Darauf hat als erster K. F. Bottlinger in Babelsberg verwiesen. Er stützte seine Vermutung auf eine Beobachtung Harpers vom 18. Januar 1924, wo in dem Spektrum die B-Kennzeichen fehlten. Da der Zeitpunkt nur 7 Tage vor der unteren Konjunktion der K-Komponente war, lag die Annahme auf der Hand, daß die B-Komponente damals verdeckt wurde, zugleich aber auch, daß der Hauptstern gegen den Begleiter ungewöhnlich groß sein muß, weil die Bedeckung eine ganze Reihe von Tagen dauert. Der K-Stern muß demnach nicht nur ein Riese, sondern sogar ein Überriese sein. Dafür sprach weiter die ungewöhnlich geringe Eigenbewegung von nur $2''$ in einem ganzen Jahrhundert, wie sie erfahrungsgemäß den massereichen Gestirnen zu eigen ist.

Wenn dieses Bild zutrifft, haben wir in Zeta Aurigae einen überaus merkwürdig aussehenden Doppelstern vor uns: ein räumlich ungemein ausgedehnter, sicher aus sehr lockerer Materie aufgebaute Hauptstern von geringer Temperatur ist mit einem kleinen, dichten, in höchster Weißglut befindlichen Begleiter verbunden.

Über die relative Größe der beiden Komponenten läßt sich eine Aussage machen, wenn man ihre mutmaßlichen scheinbaren Helligkeiten abschätzt und vergleicht. Die Gesamthelligkeit des Systems ist $3^m,9$. Im Spektrum überwiegt unstreitig die K-Komponente bis auf den ultravioletten Teil. Nach dessen Stärke, die in der erforderlichen Belichtungsdauer der Spektralaufnahmen zum Ausdruck kommt, kann man die B-Komponente zu 6^m schätzen. Dann würde der Hauptstern allein $4^m,1$ haben, und der Begleiter wäre um 2 Größenklassen schwächer, hätte also nur den 6. Teil der Helligkeit. Wären nun die Temperaturen beider Sterne gleich, so besäßen sie gleiche Flächenhelligkeit, und ihre leuchtenden

Flächen würden sich ebenfalls wie 1:6 verhalten. Daraus könnte man durch einfache Rechnung das Größenverhältnis der Durchmesser finden. Nun ist aber der B-Stern beträchtlich heißer und strahlt darum erheblich mehr. Schätzungsweise dürften die Außentemperaturen beider Sterne 3400° und 20 000° sein. Nach dem Stefan-Boltzmannschen Gesetz ist dann jedes Flächenstückchen des B-Sterns 1200 mal so leuchtend wie ein gleich großes Flächenstück des K-Sterns. Mithin kann die leuchtende Fläche des Begleiters nur der 7200. Teil der Leuchtfläche des Hauptsterns sein. Das ist der Fall, wenn beide Durchmesser sich wie 1:85 verhalten. Beide Sterne nehmen sich nebeneinander ungefähr so aus wie Sonne und Erde. Während deren Massen aber sehr verschieden groß sind, sich wie 330 000:1 verhalten, kann von einem solchen extremen Wert bei Zeta unter keinen Umständen die Rede sein. Setzt man in die oben angegebene Massenfunktion für $i = 90^\circ$ ein, so wird $m_3^2 = 1,03 (m_1 + m_2)^2$. Das ist eine Gleichung mit zwei Unbekannten, die allein zur Bestimmung der beiden Massen nicht ausreicht. Nimmt man jedoch das gegenseitige Größenverhältnis $m_2:m_1$ hinzu, das man der Reihe nach 1:1, 1:2, 1:3 usw. setzt, so gewinnt man eine Vorstellung von den Einzelmassen. Eine kurze Rechnung liefert die folgende Tabelle:

Massenverhältnis	Hauptstern	Begleiter
1:1	4 \odot	4 \odot
1:2	19	9
1:3	49	16
1:4	103	26
1:5	185	37
1:6	303	50

Überblickt man die Zahlenreihe, so erkennt man sofort, daß das Verhältnis nicht viel von 1:3 abweichen kann; sonst erhielte man phantastische Massenwerte. Da von beiden Sternen Linien im Spektrum sichtbar sind, besteht an und für sich die Möglichkeit, durch Vergleich der Dopplerverschiebungen das gegenseitige Verhältnis und damit die absoluten Massen herzuleiten. Wenn es weiter gelingt, die Dauer der Bedeckung des Begleiters zu beobachten, so könnte man einen Minimalwert für den Durchmesser des Hauptsterns in Kilometern und somit auch für seine Dichte erhalten, ohne die Parallaxe als bekannt vorauszusetzen.

Alle früheren Versuche, die Entfernung des Sternsystems Zeta zu bestimmen, müssen mit Mißtrauen behandelt werden. Die trigonometrischen Parallaxen werden durch die bisher nicht in Rechnung gestellte Bahnbewegung in unbekannt starkem Maß verfälscht sein, da der Bahnradius unter allen Umständen ein Mehrfaches der Parallaxe ist. Die drei bekanntgewordenen Messungen gehen daher auch weit auseinander. Sie deuten nur an, daß Zeta recht fern sein muß. Die auf spektroskopischen

Wege auf Mount Wilson gefundene Parallaxe, 0",035 oder 93 Lichtjahre, gilt nur, wenn ein Einzelstern das Spektrum liefert, nicht aber, wenn durch Überlagerung zweier Spektren die relative Stärke der benutzten Linien verändert worden ist. Daher ist es in diesem Falle besonders wichtig, daß Größe, Masse und Dichte unseres Riesensterns unabhängig von jeglicher Annahme über die Entfernung herauskommen.

Gelegenheiten zur Bestimmung der eben genannten Werte treten entsprechend der langen Umlaufszeit von 973 Tagen nur alle 2 Jahre und 8 Monate ein. Nach der von Harper im Januar 1924 beobachteten Konjunktion hätte man im September 1926 aufpassen sollen. Beobachtungen darüber sind aber nicht bekannt geworden. Das folgende Mal, Mai 1929, war wegen der tiefen Stellung des Sternbilds Auriga ungünstig. Um so mehr mußte der Januar 1932 beachtet werden, wo die Mitte der Bedeckung nach Harpers Elementen am 22. Januar zu erwarten war. Es galt da zu prüfen, ob und wie sich die Bedeckung des Begleiters in der Gesamthelligkeit ausprägen würde.

Eine mehrjährige Überwachung des Sterns Zeta durch Dr. Schneller in Babelsberg zeigte, daß auch außerhalb einer Konjunktion die Helligkeit nicht völlig konstant ist, daß vielmehr unregelmäßige Schwankungen bis zu einem halben Zehntel einer Größenklasse auftreten. Mitte Dezember 1931 wurde der Stern auf extrafokalen Astrographenplatten noch so hell wie sonst angetroffen. Schlechtes Wetter und Mondschein ließen eine weitere Nachprüfung erst am 7. Januar 1932 zu, wo der Stern bereits $\frac{1}{2}$ Größenklasse unter Normal war. So blieb er bis zum Ende des Monats Januar, am 5. Februar war er wieder von gewöhnlicher Helligkeit. Diese Beobachtungen wurden durch die photographische Himmelsüberwachung der Sternwarte Bamberg bestätigt und in glücklicher Weise ergänzt. Dr. Rügemer konnte dort feststellen, daß der Stern bereits am 31. Dezember 1931 im Minimum war und weiter, daß der Helligkeitsaufstieg am 5. Februar sehr schnell erfolgt sein muß; denn die erste Platte von diesem Tage zeigte den Stern nur noch wenig geschwächt ($0^m,2$), die zweite, unmittelbar darauf aufgenommene aber schon im vollen Licht. Danach scheint es, als wenn die gesamte Bedeckungsdauer 36 Tage beträgt. Die Mitte wird auf den 17. Januar 1932 gefallen sein.

Der Betrag der Helligkeitsschwankung — $\frac{1}{2}$ Größenklasse — bezieht sich auf photographische Beobachtung, d. h. auf ein Spektralgebiet, das im wesentlichen aus blau und violett besteht. Nach der vorher geschilderten eigenartigen Zusammensetzung des Spektrums ist es leicht verständlich, wenn die Amplitude in anderen Farben erheblich davon abweicht. In

dem für unsere Augen hellsten Teil des Farbbandes, im gelben und grünen Gebiet, überwiegt der Anteil des K-Sterns derart, daß die Bedeckung des Begleiters nur noch $0^m,2$ ausmacht. Visuelle Helligkeitsschätzungen können danach nur von geringem Wert sein. Im ultravioletten Teil des Spektrums, der fast ganz von der B-Komponente herrührt, muß die Bedeckung sich enorm ausprägen. So zeigen die Babelsberger Triplettaufnahmen eine Amplitude von nicht weniger als $1^m,76!$ Lichtelektrisch fand Prof. Guthnick die Schwankung zu $0^m,390$.

Außerordentlich interessant sind die Beobachtungen, die mit dem Spektrographen am 125-cm-Spiegel in Babelsberg gelangen. Seit einiger Zeit stehen Intensitätsschwankungen der K-Linie des Kalziums in Sternspektren auf dem Programm. Da lag es nahe, das gleiche für Zeta Aurigae zu untersuchen. Die von E. J. Meyer erlangten Aufnahmen ergeben einen deutlichen Wandel der genannten Linie unmittelbar nach dem Ende der Bedeckung. Am 5. Februar 1932 war die K-Linie verhältnismäßig breit und kräftig; 10 Tage später war sie schwächer und schmaler, am 17. Februar war sie ganz schmal geworden. Bis zum 5. März hat dann ihre Intensität weiter abgenommen. Eine Ortsvermessung ergab, daß sie in der Zeit vom 5. bis zum 20. Februar sich etwas verlagerte, so wie es zu erwarten war, wenn sie von dem bewegten Hauptstern herrührte. Daß sich zwei Wochen nach dem Aufhören der Bedeckung im violetten Teil des B-Spektrums noch ein Einfluß des Hauptsterns zeigt, kann nur mit einer durchsichtigen Kalziumhülle des Riesensterns erklärt werden. Der Begleiter steht dahinter; sein Licht muß erst die Hülle durchdringen, ehe es zu uns gelangt, und dabei erleidet es am Ort der K-Linie eine Absorption. Nach der Dauer der Bedeckung zu schließen, kann man annehmen, daß der Begleiter 15 Tage nach dem Auftauchen etwa um einen Radius des Hauptsterns von dessen Rand entfernt war. Soweit muß sich also die Hülle nachweislich erstrecken.

Deutet man die Verschiebung der K-Linie als Rotationseffekt, der naturgemäß von außen nach innen zunimmt, so kann man den Betrag für das nicht genau beobachtete Ende der Bedeckung — also für den Rand des Hauptsterns — zu 13 km/sec mit einer Unsicherheit von 1,5 km/sec extrapolieren. Unter der weiteren Annahme, daß wie sonst bei engen Doppelsternen Umlaufzeit und Rotationszeit übereinstimmen, erhält man den Umfang des Riesensterns und somit seinen Durchmesser. Wählt man den 5. Februar als Ende der Bedeckung, so folgt der Radius des Hauptsterns zu 156 Millionen km (etwa Abstand Sonne-Erde!); für den 3. Februar würden sich 175 Millionen km ergeben. Das sind Zahlen von genau derselben Größenordnung, wie sie Wilsing in Potsdam aus theoretischen Gründen und die Astronomen des Mount Wilson

aus Interferometermessungen unter plausiblen Parallaxenannahmen für die roten Überriesen gefunden haben. Der Radius des Begleiters ist nach den oben auseinandergesetzten Gründen 2 Millionen km groß; er besitzt 3 Sonnendurchmesser.

Auf einer Spektralaufnahme vom 5. März 1932 erscheint neben der K-Linie des Hauptsterns auf der violetten Seite eine ganz feine Absorptionslinie, die vielleicht als Kalziumlinie des Begleiters zu deuten ist. Wegen der Bahnbewegung des B-Sterns muß sie natürlich eine Dopplerverschiebung zeigen. Genaue Ortsmessungen liefern dazu ein Massenverhältnis der beiden Komponenten von 1 : 3. Es hat vorläufig wenig Zweck, hieraus die Massen selber zu berechnen. Man kann nur sagen, daß der Hauptstern zwischen 15 und 50 Sonnenmassen besitzt, während die wahrscheinlichen Werte für den Begleiter zwischen 8 und 17 Sonnenmassen liegen. Obwohl diese Grenzen reichlich weit erscheinen, genügen sie doch, eine ungefähre Vorstellung von den Dichten zu geben. Die ist beim B-Stern etwa $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{3}$ des Sonnenwertes; beim Hauptstern sinkt sie unter den 500. Teil der irdischen Luftdichte! Das ist wohlgerneht die Durchschnittsdichte für den ganzen Sternkörper; die Außenschichten müssen viel dünner sein. Man versuche einmal, sich eine Gaskugel von der Größe der Erdbahn mit einer Dichte vorzustellen, die ein Techniker nicht anders denn als „Vakuum“ bezeichnen würde! Und trotzdem ist der Stern undurchsichtig und hat sogar einen scharfen Rand, wie aus dem schnellen Auftauchen des Begleiters hervorgeht. Außen herum erstreckt sich eine Hülle von Marsbahngröße gewissermaßen aus „Nichts“, vielleicht eine „Korona“ oder ein „Zodiakallicht“?

Daß manche Sterne, und zwar K-Riesen wie Aldebaran oder Arktur, aber auch K-Zwerge wie 61 im Schwan, weit ausgedehnte Kalziumhüllen besitzen, hat man bereits aus der Struktur der H- und K-Linien ihrer Spektren behauptet, allein der Grad der Sicherheit dieses Schlusses war gering. Bei Zeta Aurigae liegt der Fall jedoch klar zu Tage. Man gewinnt den Eindruck, daß korona- oder zodiakallichtähnliche Hüllen bei Fixsternen keine Seltenheit sind.

Aus den bestimmten Werten kann man rückwärts die Parallaxe ausrechnen. Die ändert sich nur wenig mit den genannten Massengrenzen. Es folgt ein trigonometrisch nicht meßbarer Wert von rund $0",003$ oder von 1000 Lichtjahren. Der Hauptstern hat danach eine absolute Helligkeit — $3^m,5$ und der Begleiter — $1^m,5$. Der Massen-Helligkeitskurve Eddingtons (vgl. „Weltall“, Bd. 28, S. 123) fügen sich beide Sterne befriedigend ein.

Im Oktober dieses Jahres wird der Begleiter vor dem Hauptstern stehen. Dann wird aber ein so geringer Teil der leuchtenden Fläche des K-Sterns verdeckt, daß die Änderung der

Gesamthelligkeit nicht einmal lichtelektrisch erfaßbar sein wird. Das nächste Hauptminimum wird im September 1934 stattfinden. Die Bedeckung wird vom 12. August bis zum 15. Oktober dauern. Man darf gespannt sein, welche verbesserten Ergebnisse und Folgerungen dann gewonnen werden.

Nachschrift bei der Korrektur. Nach einer Mitteilung in Astr. Nachr. Nr. 5580 ist es Dr. R. Müller in Potsdam gelungen, zwei frühere Minima von Zeta Aurigae ausfindig zu machen. Ein Minimum fiel nach Beobachtungen von Argelander, Heis und Schmidt in den Januar 1848, ein anderes nach Schwab und Luizet in den Oktober 1902. Aus diesen Daten geht hervor, daß die Periode merklich länger geworden ist.

Ergebnisse der Potsdamer Sonnenfinsternis-Expedition 9. Mai 1929.

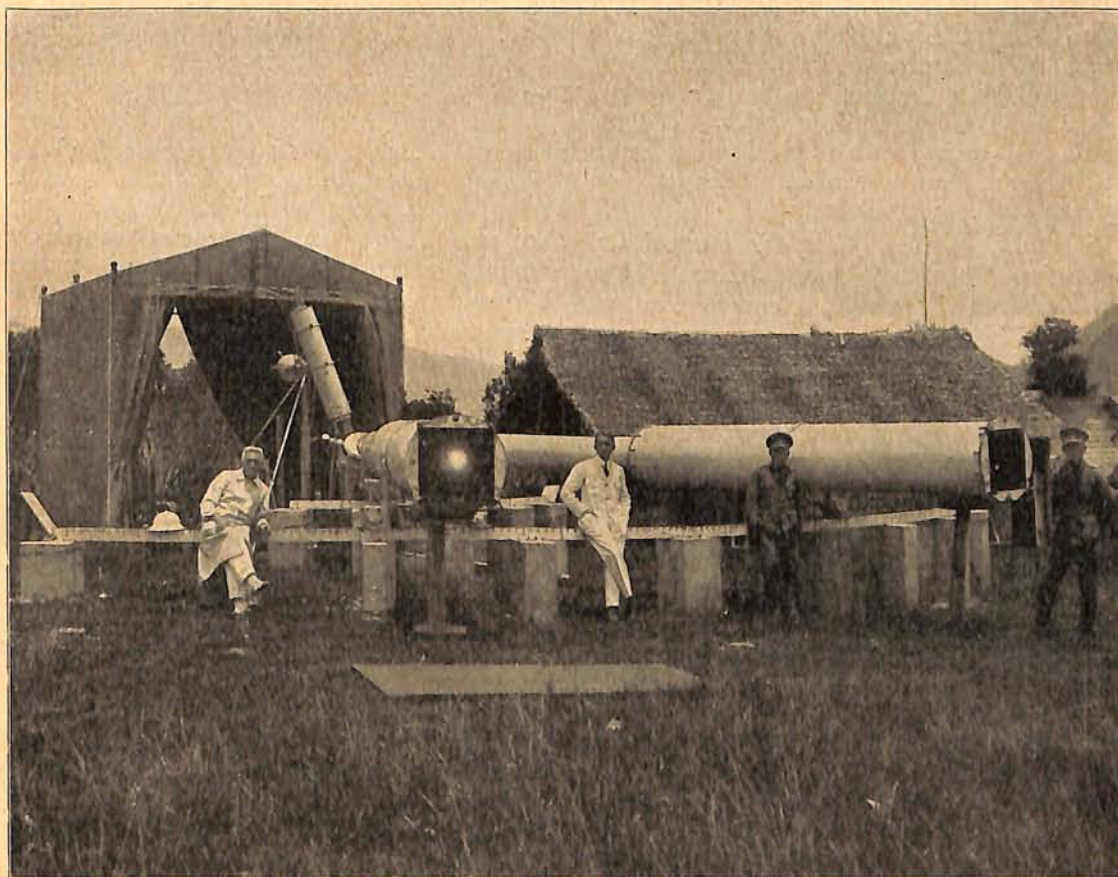
Von D. W a t t e n b e r g.

(Mit 2 Abbildungen.)

Zur Beobachtung der letzten bedeutungsvollen totalen Sonnenfinsternis am 9. Mai 1929 hatte die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft drei Expeditionen¹⁾ entsandt. Die

im Schwerefeld der Sonne Klarheit zu gewinnen.

Als Standort war Takengon (Nordsumatra) gewählt worden. Die Hauptinstrumente be-



Die Horizontal-Doppelkamera der Potsdamer Sonnenfinsternis-Expedition nach Takengon (Nordsumatra).

besten Resultate erzielten die Potsdamer Astronomen Prof. Dr. E. F. Freundlich, Prof. Dr. W. Grotrian und Dr. H. v. Klüber, die sich die schwierigen Aufgaben gestellt hatten, über das Linienspektrum der Korona, die Lichtverteilung innerhalb der Korona und die von der Relativitätstheorie geforderte Lichtablenkung

standen aus einer großen 8,5-m-Horizontal-Doppelkamera, einem Zeiß-Astrographen von 3,4 m Brennweite, beides Instrumente für Koronaufnahmen bzw. Aufnahmen zur Prüfung des Einstein-Effektes, und vier Sternspektrographen, die an eine eigens zu diesem Zweck konstruierte Polachse montiert waren. An diesem letzten Instrument erhielt Prof.

¹⁾ Vgl. G. Archenhold, Das Weltall, Jg. 28, 1929, S. 135.

Grotrian²⁾ während der Finsternis 6 brauchbare Spektralaufnahmen im Wellenbereich zwischen λ 3200 und λ 6800. In diesem Bereich treten noch etwa 30 unbekannte Linien auf, für die auch durch sog. „verbotene Übergänge“ nach dem Beispiel der Nebulium-Linien³⁾ keine Klärung erreichbar war. Das konnte nur durch neue Beobachtungen geschehen, wofür die Finsternis 1929 besonders geeignet war. Durch Zufall gelang dabei auch die Aufnahme eines Spektrums der inneren Korona in unmittelbarer Nähe des Sonnenrandes, wonach die Fraunhoferschen Linien vollständig fehlen und erst in einer Höhe von 5' ab sichtbar werden.

Auf den Platten wurden 15 Linien gefunden, die das kontinuierliche Spektrum, dem sich die Intensitätsverteilung innerhalb des Linienspektrums gut anschmiegt, überlagern. Die Bestimmungen der Wellenlängen erheben keinen allzu großen Anspruch auf Genauigkeit, doch zeigte sich allgemein eine gute Deckung mit älteren Bestimmungen, speziell denen von H. A. Rowland. Sehr auffällig war die grüne Linie $\lambda = 5303$, die auf zwei Platten sogar über den Mondrand hinausreichte. Außerdem wurde eine bisher unbekannte Linie mit $\lambda = 6704$ gefunden, die neuerdings auch C. R. Davidson und F. J. M. Stratton auf ihren Aufnahmen von 1926 Januar 14 festgestellt haben.

Die besten Ergebnisse über die Intensitätsverteilung im Koronaspektrum hatte bisher Prof. H. Ludendorff⁴⁾ zu verzeichnen, wie aus den folgenden Zitaten, die auf Untersuchungen während der Finsternis 1923 Sept. 10 beruhen, hervorgeht:

- „1. Die Lage des Schwärzungsmaximums im Koronaspektrum ist innerhalb der Genauigkeitsgrenzen unabhängig von der Höhe der Korona,
2. Das Intensitätsmaximum fällt genau mit dem Intensitätsmaximum des Sonnenspektrums zusammen,
3. Der Verlauf der Intensitätskurve des kontinuierlichen Koronaspektrums ist abhängig von der Höhe der Korona,
4. Zwischen λ 3820 Å und λ 4840 Å stimmt die Intensitätskurve des kontinuierlichen Spektrums innerhalb der Grenzen der Beobachtungsgenauigkeit überein mit derjenigen des Sonnenspektrums. Die beobachteten Abweichungen gehen nirgends über $0^m,10$.“

Diese wichtigen Erkenntnisse hat Grotrian⁵⁾ auch nach Photometrierung seiner eigenen Aufnahmen bestätigt gefunden. Aus den Mittelwerten des Korona- und Sonnenspektrums er-

gibt sich ein nahezu identischer Verlauf beider Intensitäten. Ein Einfluß der Höhe der Korona auf den Wert der Intensität ist nicht feststellbar, womit Punkt 4 der Ludendorffschen Ergebnisse bestätigt wird und wegen der auf einen größeren Bereich ausgedehnten Untersuchungen noch folgenden Zusatz erhält: „Zwischen λ 6000 und λ 4000 stimmt die Intensitätsverteilung des kontinuierlichen Spektrums innerhalb der Genauigkeitsgrenzen von $\pm 0^m,1$ mit der Intensitätsverteilung des Sonnenspektrums überein.“

Es handelte sich nun um die Frage der Lichtenregung in der Korona. Gegen Eigenstrahlung sprechen in erster Linie die Fraunhoferschen Linien. Als erster hat K. Schwarzschild⁶⁾ den Leuchtvorgang für Streuung an freien Elektronen gehalten, weil Atome und Ionen in der Korona zur Emittierung des Linienspektrums vorhanden sein müssen. Die Atome werden aber zum Streulicht nur geringe Quanten beitragen; denn wären sie von Einfluß auf die spektrale Intensitätsverteilung, so müßte eine Abhängigkeit vom Rayleighschen λ^4 -Gesetz folgen, was aber unwahrscheinlich ist.

Zur Erklärung des Fehlens der Fraunhoferschen Linien in unmittelbarer Nähe des Sonnenrandes haben Ludendorff⁷⁾ und Grotrian⁸⁾ den Doppler-Effekt „bei der Streuung an schnellbewegten Elektronen“ herangezogen, zumal die Einsenkung der Intensitätskurve des Koronaspektrums an Stelle der Fraunhoferschen Linien (bei $\lambda < 3967$) mit einer Größe erfolgt, die der von diesen Linien absorbierten Energie gleichkommt. Ein Versuch, die den Doppler-Effekt bewirkende Geschwindigkeit der Elektronen zu bestimmen, führte für die Verschiebung bei λ 4000 zu einem Wert von $7,5 \cdot 10^8$ cm, der aber in bezug auf die mittlere Elektronengeschwindigkeit bei 6000° Temperatur ($= 5,5 \cdot 10^7$ cm) zu erheblichen Schwierigkeiten führt. Die große Geschwindigkeit und die Möglichkeit der Verschleierung der Fraunhoferschen Linien durch den Doppler-Effekt wird aber gewährleistet durch die He⁺-Linie 4686 der Chromosphäre, zu deren Anregung eine Elektronengeschwindigkeit von $5,2 \cdot 10^8$ cm erforderlich ist. Wenn nun das Spektrum der äußeren Korona auch auf Streuung der freien Elektronen beruht, so muß für dieses Gebiet eine geringe Geschwindigkeit bestimmend sein. Bei 3000° beträgt die mittlere Elektronengeschwindigkeit $3,7 \cdot 10^7$ cm, wodurch bei λ 4000 ein Doppler-Effekt von $\Delta\lambda = 5,0$ entstehen würde. Diese Verschiebung kann schwächere Fraunhofersche Linien völlig auslöschen und starke Linien völlig verwischen, wie auch Ludendorff feststellen konnte.

²⁾ W. Grotrian, Zeitschrift f. Astrophysik, Bd. 2, 1931, S. 106.

³⁾ Vgl. Das Weltall, Jg. 27, 1928, S. 98.

⁴⁾ H. Ludendorff, Sitz.-Ber. d. Preuß. Akad. d. Wissensch. 1925, V, S. 83, 103, 109.

⁵⁾ W. Grotrian, Zeitschr. f. Astrophysik, Bd. 3, 1931, S. 199.

⁶⁾ K. Schwarzschild, Astron. Mitt. der Sternwarte Göttingen, XIII, 1906, S. 63.

⁷⁾ H. Ludendorff, Sitz.-Ber. d. Preuß. Akad. d. Wissensch. 1925, V, S. 113.

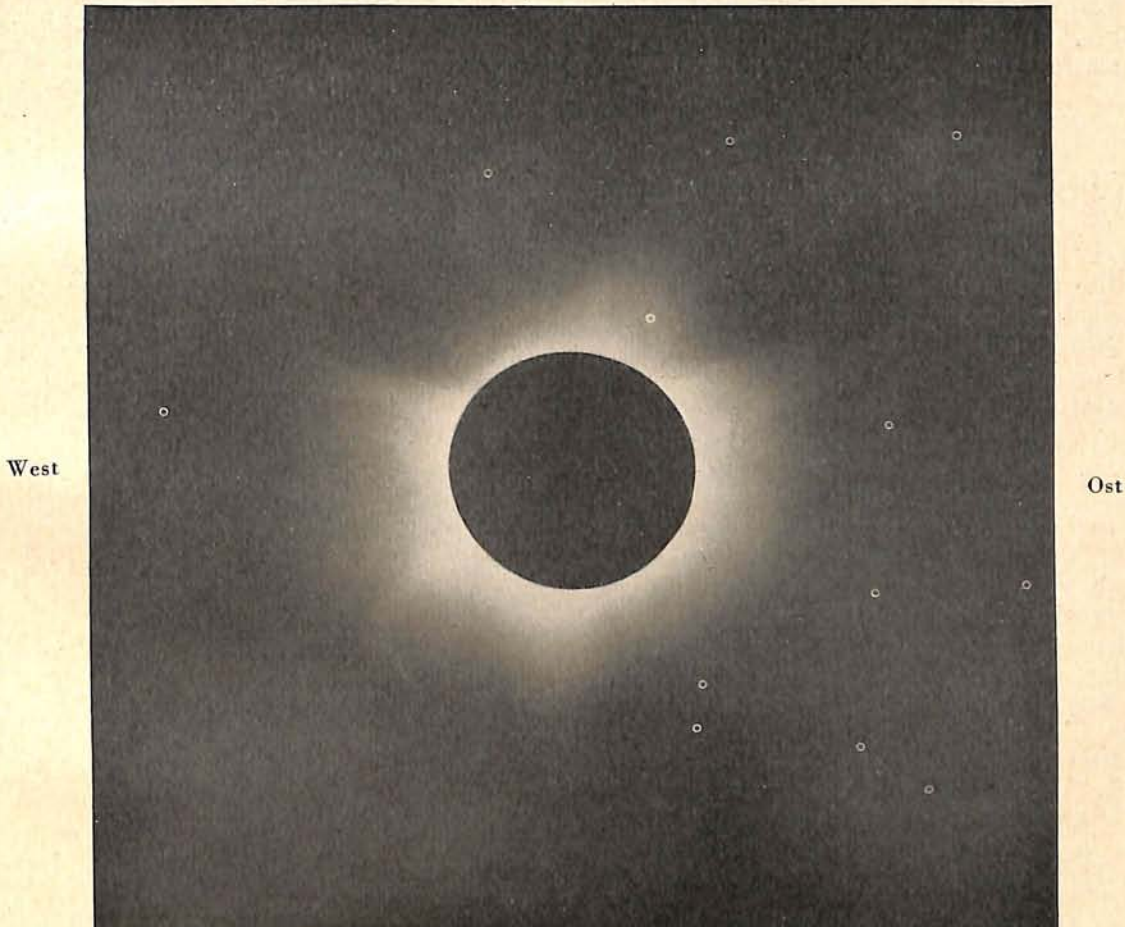
⁸⁾ W. Grotrian, Zeitschr. f. Astrophysik, Bd. 3, 1931, S. 220.

Neben diesen hohen Geschwindigkeiten vermutet Ludendorff noch einen von der Sonne fortgerichteten Elektronenstrom mit kleineren Geschwindigkeiten, wodurch die Fraunhofer'schen Linien in Höhen von mehr als 5' sichtbar werden. Ungeklärt ist aber die Eigenschaft dieses Stromes; denn „freie“ Elektronen würden durch die auftretenden elektrischen Felder zur Sonne zurückgebogen werden. Das Linienspektrum spricht aber auch für das Dasein einer geringen Zahl positiver Ionen, die zur

nutzbare Fingerzeige für ähnliche Arbeiten späterer Expeditionen.

Die vorzüglichen Aufnahmen der Korona, die Prof. Freundlich an der Horizontalkamera und Dr. v. Klüber am Astrographen erhalten hatten, sind in Potsdam von Dr. v. Klüber¹⁰⁾ photometrisch vermessen worden, um über die Helligkeitsverteilung in der Korona ein Urteil zu gewinnen, zumal bisherige Resultate, über die Prof. H. Kienle¹¹⁾ in seiner vom Verfasser¹²⁾ in dieser Zeitschrift behandelten Arbeit

Nord



Die Sonnenkorona vom 9. Mai 1929. Die Aufnahme ist mit der Horizontalkamera gewonnen worden. Die Kreise geben die Lage eines Teils der zur Bestimmung des Einstein-Effektes benutzten Sterne an.

Kompensierung der Raumladungen dienen. Viele Einzelheiten bleiben jedoch völlig dunkel, besonders die Fragen nach der das Gleichgewicht innerhalb der Korona haltenden Energie und der Eigenstrahlung. Kürzlich hat M. Minnaert⁹⁾ angegeben, die Eigenstrahlung sei bei 1' am größten, bei 4' am kleinsten und bei 8' wieder größer (2,04 : 0,23 : 0,42); doch ist dieses Verhältnis wenig wahrscheinlich und durch Beobachtungen noch gänzlich ungeklärt. Im großen und ganzen bestätigen die Grotrian'schen Ergebnisse die Ludendorff'schen Untersuchungen und geben neben neuen Erfahrungen

⁹⁾ M. Minnaert, Zeitschr. f. Astrophysik, Bd. 1, 1930, S. 209.

einen Überblick gegeben hat, wenig befriedigten. Das sicherste empirische Gesetz über die Helligkeitsverteilung bzw. die Helligkeitsabnahme nach außen hin hat H. Turner aufgestellt, wonach der Intensitätsabfall mit der 6. Potenz des Abstandes vom Sonnenzentrum erfolgt.

Die Photometrierung vereinfacht die sonst so komplizierte Struktur der Korona erheblich, wenn auf der Platte gleiche Schwärzungs-

¹⁰⁾ H. v. Klüber, daselbst Bd. 2, 1931, S. 289; Bd. 3, 1931, S. 142.

¹¹⁾ H. Kienle, Veröff. d. Univ.-Sternw. Göttingen, Bd. I, 1928, H. 4.

¹²⁾ D. Wattenberg, Das Weltall, Jg. 29, 1929, S. 33.

grade durch Isophoten verbunden werden. Die stärkste Schwärzung war $= 0^m,0$ und der geringste Wert $= 8^m,0$. Diese Größen verlangen allerdings die Anbringung einer Anzahl Korrekturen, die in photographisch-instrumentellen Effekten, Streulicht und Plattenverschleierung durch diffuses Himmelslicht, das sich nie genau ermitteln läßt, begründet sein können. Immerhin läßt sich über den Intensitätsverlauf wegen der wechselvollen Struktur der Korona von Finsternis zu Finsternis ein einheitliches Gesetz nicht aufstellen. Auf den Potsdamer Platten wurden auf jeder Platte 16 Strahlen von je $22^{\circ},5$ Abstand auf den Intensitätsabfall hin untersucht und dabei zunächst das Abfallgesetz früherer Beobachter angenommen:

$$I = \frac{C}{(h + a)^n} + C',$$

wo C und C' = Konstanten und h = Abstand vom Sonnenrand bedeuten; a ist ebenfalls eine Konstante, weil die Messungen nur bis $r = 0,8$ an den Sonnenrand heranreichen. Die Potenz n ist aus Beobachtungen zu ermitteln und ergab sich im Mittel zu:

$$\begin{array}{l} \text{Horizontalkamera : } n = 2,1 \pm 0,2 \\ \text{Astrograph : } n = 2,4 \pm 0,2. \end{array}$$

Allgemein erfolgt also der Helligkeitsabfall mit der zweiten Potenz des Abstandes. Streng genommen ist n nur im Polargebiet $= 2,0$, während in anderen Positionen Schwankungen zwischen $n = 1,9 : 2,9$ bestehen. Als Mittel ergibt sich daraus für die Sonnenpole $n = 2,0$ und für die Äquatorialgebiete $n = 2,4$, beide für einen Abstand vom Sonnenrande zwischen $8'$ und $70'$. Diese Ergebnisse stimmen mit den Ableitungen von Ö. Bergstrand¹³⁾ während der Finsternis 1914 gut überein. Bergstrand fand am Pol $n = 1,7$ und am Äquator $n = 2,0$. Daher konnte v. Klüber¹⁴⁾ aus seinen Messungen für den Intensitätsabfall in der Korona folgendes Gesetz ableiten, in dem h den Abstand vom Sonnenrand in Einheiten des Sonnenradius bedeutet:

$$I = \frac{C}{h^{2,5}} \text{ für den Bereich } 0,8 < h < 4,7.$$

Im Jahre 1928 wies Prof. Ludendorff¹⁵⁾ nach, daß zwischen der Form der Korona und der Sonnenfleckenhäufigkeit enge Beziehungen bestehen. Zu diesem Zwecke teilte er die Korona in Isophoten, aus denen er den Wert der Abplattung an den Polen ermittelte. Der aus umfangreichem Material abgeleitete lineare Verlauf zwischen Durchmesser und Abplattung hat sich nach der für den Maximumtypus der Korona gültigen Regel auch bei den vorliegenden Untersuchungen bestätigt. Dasselbe Gesetz

stellte v. Klüber¹⁶⁾ später für seine Koronaaufnahmen während der Finsternis 1926 Januar 14 fest.

Zu bemerken wäre hier noch, daß Dr. v. Klüber¹⁷⁾ die Platten ebenfalls auf Spuren intramerkurieller Planeten untersuchte. Es fand sich aber kein Körper in nächster Nähe der Sonne, der heller wäre als 10. Größe. Damit wäre in großen Zügen ein Bild von den Ergebnissen der Koronauntersuchungen der Potsdamer Expedition entworfen. Weit größere Beachtung verdient freilich der andere und wichtigste Teil des Programms der Expedition: Die Prüfung der relativistischen Lichtablenkung im Sonnenschwerefeld!

Die allgemeine Relativitätstheorie fordert eine Unterwerfung des Lichtstrahls unter das Gravitationsgesetz. Praktisch läßt sich ein solcher Vorgang im Laboratorium natürlich nicht nachweisen, sondern man muß dafür andere Dimensionen wählen, eine totale Sonnenfinsternis, während der das Licht der hinter der Sonnenscheibe stehenden Sterne beim Durchlaufen des Schwerefeldes der Sonne eine Ablenkung von seiner geraden Bahn erfahren soll, die am Sonnenrande nach der Relativitätstheorie $1'',753$ beträgt.

Die praktische Prüfung dieser theoretischen Forderung war der Hauptzweck der Expedition, nachdem sich zuvor Prof. Freundlich wiederholt um die Klärung dieser Frage bemüht hatte und ihm daher gute Erfahrungen zur Seite standen. Um nun eine Veränderung der Sternpositionen an der Sphäre während der Totalität nachzuweisen, bedient man sich am besten der differentiellen Methode, die darin besteht, die Aufnahme des Finsternisfeldes mit einer Aufnahme derselben Gegend im ungestörten Zustand zu vergleichen. Diese letzte Aufnahme kann natürlich nur zur Nachtzeit erlangt werden, also etwa ein halbes Jahr vor oder nach der Finsternis. Gerade dem Umstand, daß zwischen den beiden entscheidenden Aufnahmen eine halbjährige Pause liegt, fällt ein wichtiger theoretischer und auch praktischer Faktor zu, denn während dieser langen Zeit kann sich der mechanische und optische Zustand der Instrumente derartig verändert haben, daß der Maßstab oder Skalenwert der Platten infolge einer Veränderung der Brennweite der Kamera während dieser Zeit ein anderer wird und das Ergebnis unangenehm beeinflusst. Daher muß sich der Beobachter vorher darüber klar werden, wie derartige Fehler zu eliminieren sind, um eine Realität des gefundenen Effektes zu gewährleisten. Aus diesem Grunde ist während der Finsternis auch noch die Aufnahme eines sonnenfernen Kontrollfeldes erforderlich.

¹³⁾ Vgl. Ö. Bergstrand, Die Naturwissenschaften, Jg. 18, 1930, S. 126.

¹⁴⁾ H. v. Klüber, Zeitschr. f. Astrophysik, Bd. 2, 1931, S. 323.

¹⁵⁾ H. Ludendorff, Sitz.-Ber. d. Preuß. Akad. d. Wiss. 1928, XVI, S. 185; vgl. Das Weltall, Jg. 28, 1929, S. 102.

¹⁶⁾ H. v. Klüber, Zeitschr. f. Astrophysik, Bd. 4, 1932, S. 1.

¹⁷⁾ H. v. Klüber, A.N., Bd. 244, 1932, S. 307.

Den Anschluß der Finsternisaufnahme an die Nachtaufnahme erleichtert man sich dadurch, daß außer der normalen Nachtaufnahme noch eine Aufnahme durch die Glasseite gemacht wird, damit beide Platten Schicht auf Schicht zur Vermessung gelangen können. So werden also beide Nachtaufnahmen an die Finsternisplatte angeschlossen und die Verschiebungsvektoren Δx und Δy der Sternpaare (auf Tag- und Nachtaufnahme) als Ausdruck ihres gegenseitigen Abstandes ermittelt. Außer der Skalenwertkorrektur sind noch andere Faktoren, wie Veränderungen der Plattenlage im Meßapparat, Refraktion, Aberration, Schichtverzerrungen usw. zu berücksichtigen, um das Ergebnis von systematischen Fehlern hinreichend zu befreien. Die größte Schwierigkeit besteht aber zweifellos in der scharfen Trennung des gesuchten Einstein-Effektes (E) und des Skalenwert-Effektes (S), denn beide Effekte wirken in radialer Richtung. E ist in der Plattenmitte bzw. am Sonnenrand am größten und strebt mit Annäherung an den Plattenrand seinem Nullpunkt zu, während S, mit dem Nullpunkt in der Plattenmitte, zum Rand hin ständig wächst. Diese Tatsache rechtfertigt den von den Potsdamer Astronomen eingeschlagenen Weg, den E-Effekt mit seinem absoluten Wert mit möglichster Schärfe zu bestimmen, ohne den Wert S in die Ausgleichungen einzubeziehen, den Skalenwert der photographischen Aufnahmen beider Serien aber durch zusätzliche Beobachtungen, jedoch unabhängig von den Sternbeobachtungen, zu ermitteln.

Die Aufnahmen der Potsdamer Expedition wurden an einem Astrographen von 3,4 m Brennweite und an einer Horizontalkamera gewonnen. Während die Schlußergebnisse der Astrographen-Aufnahmen erst später zu erwarten sind, sollen hier nur die Ergebnisse der Horizontalkamera behandelt werden. Dieses von Prof. Freundlich bediente Instrument besteht aus zwei horizontal gelagerten Rohren von je 8,6 m Brennweite und 20 cm Öffnung. Mittels eines Zölostaten wird das Licht in die Kamera-Röhre gespiegelt, wobei freilich der Nachführungsmechanismus äußerst präzise arbeiten muß, wie es für ein Fernrohr von $2 \times 8,6 = 17,2$ m Brennweite erforderlich ist. Das Instrument fand bereits bei den Expeditionen 1922¹⁸⁾ und 1923¹⁹⁾ Verwendung. Mit dem Hauptrohr wurde das Finsternisfeld während der Totalität aufgenommen. Auf diesen Platten (45 : 45 cm) mußte sich also der Einstein-Effekt zeigen. Die zweite Kamera hatte ein 25^o entferntes Vergleichsfeld zu photographieren, womit entschieden werden sollte, ob die Finsternisaufnahme von instrumentellen Fehlern hinreichend frei war, denn für das Vergleichsfeld konnte der E-Effekt nicht mehr

wirksam sein. In diesem Verfahren liegt eine methodische Abweichung. Während man bei Aufnahmen an kleineren Instrumenten wie auch beim Astrographen der Potsdamer Expedition die Aufnahme des sonnenfernen Vergleichsfeldes durch Umschwenken des Rohres mit auf die zuvor exponierte Finsternisplatte bringt, erhält man an der Horizontalkamera, wenn auch über denselben Zölostaten, eine separate Aufnahme der Kontrollgegend. Um nun die verschiedenen Aufnahmen zueinander in Beziehung zu setzen, wurden sämtliche Platten der Horizontalkamera zur Ableitung des Skalenwertes nach der Totalität mit einem Strichnetz versehen. Das hierzu nötige Gitter (9 : 9 cm) war in einem Kollimatorfernrohr angebracht. Das Rohr hatte 20 cm Öffnung (Triplet) und 170 cm Brennweite, so daß das in der Brennweite des Kollimators befindliche Gitter mittels einer feinen Glühbirne über den Zölostaten Spiegel auf die Platten kopiert wurde, die unter dem richtigen Azimut eingestellt waren. Genau so wurde bei den Nachtaufnahmen, die Dr. v. Klüber in den Monaten Oktober bis Dezember 1929 anfertigte, verfahren²⁰⁾.

Während der Finsternis gelangen 4 Aufnahmen vom Finsternisfeld und 3 Aufnahmen von der Kontrollgegend, die später in Potsdam vermessen wurden. Eine Prüfung des Gitters lieferte den Beweis, daß das Material von groben Fehlern wie Abbildungsfehlern und Schichtverzerrungen nicht beeinflusst ist. Mehr als 100 000 Einzelpointierungen sind in der Folgezeit von den Expeditionsteilnehmern unter Mitwirkung von Prof. v. Brunn am Einstein-Institut in Potsdam zu diesem Zweck bewältigt worden.

Die Totalitätsaufnahmen zeigen 21 Sterne, die sämtlich im A.G.-Katalog verzeichnet sind; 18 Sterne wurden zur Diskussion ausgewählt, wovon der sonnennächste Stern (Nr. 13) nur 8' vom Rande der Sonne entfernt ist. Bei der Vermessung wurde ohne jegliches Vorurteil so verfahren, als sei kein Effekt vorhanden. Es ergab sich für die Kontrollplatte, die 50 Sterne aufwies, daher auch keine Wirkung des Einstein-Effektes, dagegen zeigten die Sterne der Finsternisplatte sofort eine merkliche Verschiebung des Sternortes, die weit größer war, als die Theorie forderte. In Tabelle 1²¹⁾ finden wir die Abweichungen der Sternörter des Finsternisfeldes verzeichnet. Spalte 1 bezieht sich auf die Sternnummer der Platte, Spalte 2 auf den Abstand von der Sonne, Spalte 3 auf den mittleren radialen Vektor und Spalte 4 auf den theoretisch geforderten Wert der Lichtablenkung.

²⁰⁾ E. F. Freundlich, Die Naturwissenschaften, Jg. 18, 1930, S. 313.

²¹⁾ E. Freundlich, A. v. Brunn, H. v. Klüber, Abh. d. Preuß. Akad. d. Wissensch.; math. phys. Kl. 1931, Heft 1, S. 32 u. 34; Zeitschr. für Astrophysik, Bd. 3, 1931, S. 171.

¹⁸⁾ E. F. Freundlich, A.N., Bd. 218, 1923, S. 13.

¹⁹⁾ H. Ludendorff, A.N., Bd. 220, 1924, S. 77.

Tabelle 1:

Mittel der Verschiebung auf den Platten des Finsternisfeldes

Nr.	Abst. v. Sonnenmitte	Mittl. rad. Vektor	Theorie	Nr.	Abst. v. Sonnenmitte	Mittl. rad. Vektor	Theorie
2	3,25	+0",84	+0",54	26	3,53	+0",78	+0",49
10	2,62	+0",74	+0",67	28	4,42	+0",42	+0",39
13	1,52	+1",30	+1",15	30	4,21	+0",54	+0",41
17	3,20	+0",73	+0",55	33	5,89	+0",51	+0",30
19	2,42	+0",78	+0",72	34	4,04	+0",48	+0",43
20	2,76	+0",83	+0",63	35	5,08	+0",50	+0",34
22	5,06	+0",70	+0",34	36	6,42	+0",26	+0",27
24	2,76	+0",75	+0",63	37	7,54	+0",42	+0",23
25	2,86	+0",88	+0",61	40	5,89	+0",60	+0",30

Die verfinsterte Sonne stand nicht im Mittelpunkt der Platten, sondern ihr Ort war um $1^m 27^s,6$ nach Westen und $9' 53''$ nach Osten verschoben, weil die Verteilung der Sterne in der Umgebung der Sonne auffallend unsymmetrisch war. Dieser Zustand wurde durch die Verschiebung der Kamera behoben, weil dadurch eine größere Sternanzahl erfaßt wurde. Es ergeben sich nun nach Tabelle 2 aus den Messungen auf allen 4 Finsternisplatten folgende Werte der Ablenkung:

Tabelle 2:

Platte FT ₁₀	: E = 2",25 ± 0",19 m. F.
" FT ₉₀	: E = 2",17 ± 0",20 "
" FT ₆₀	: E = 2",61 ± 0",26 "
" FT _{40a}	: E = 1",81 ± 0",19 "
Mittel	: E = 2",24 ± 0,10

Dieses Ergebnis war völlig überraschend. Der Schlußwert liegt 25% höher, als die Relativitätstheorie fordert. Die Fehlergrenze ist klein. Die Autoren halten es aber für völlig ausgeschlossen, daß den Schlußergebnissen ein Skalenwertfehler anhaftet und daher sei dieses Resultat als endgültig anzusehen als eine radial wirkende Erscheinung der Umgebung der Sonne mit hyperbolischem Abfall nach außen.

Die wichtigste Aufgabe nach diesem Resultat war nun, einen Anschluß an die bisherigen Ergebnisse zu finden. Im Jahre 1919 hatten die englischen Astronomen F. W. Dyson, A. S. Eddington und C. Davidson an Hand von 7 Sternen, die sich auf ihren Finsternisaufnahmen in Brasilien abgebildet hatten, einen Einstein-Effekt von $1",98$ gefunden, den später J. Hopmann²²⁾, nachdem der genannte Wert für unsicher gehalten wurde, auf $E = 2",16$ errechnete. Die Lick-Expedition zur Sonnenfinsternis vom 21. Sept. 1922 unter Leitung von W. W. Campbell und R. J. Trümpler²³⁾ nach Australien fand einen Effekt von $E = 1",72$ bzw. $1",82$, der sich mit der Theorie gut deckte. Es ist nun aber interessant zu erfahren, daß dieser Wert durch fehlerhafte Reduktionen so sehr verfälscht ist, daß nur der theoretische Wert

übriggeblieben ist. Die Beobachter leiteten damals aus den Sternpositionen gleichzeitig den E-Effekt und den Skalenwertunterschied der Platten ab. In Potsdam ist dieses Material erneut geprüft worden. Es ergab sich bei dieser Reduktionsarbeit, wobei der von den Amerikanern vernachlässigte Skalenwerteffekt, der den E-Effekt am Sonnenrand praktisch völlig verdeckt, präzise in Rechnung gestellt wurde, ebenfalls für die Lickaufnahmen von 1922 eine Lichtablenkung von $E = 2",2$. Damit wurde den Potsdamer Originalarbeiten eine gewisse Festigkeit und Bestätigung verliehen. Gleichzeitig entstand aber ein scharfer Widerspruch zur Einsteinschen Relativitätstheorie, wie sich aus Tabelle 3 ergibt, in der die bisherigen Beiträge mit ihren ursprünglichen und neu reduzierten Werten geordnet sind.

Tabelle 3:

Übersicht über die bisherigen Werte des E-Effektes

Datum	Expedition	Brennweite	E beobachtet	E Freundlich
1919 Mai 29	Greenwich	19 Fuß-Kamera	1",98	2",0 resp. 2",2
1922 Sept. 21	Lick	15 " "	1",72	2",2
"	"	15 " "	1",77	2",3
"	"	5 " "	1",82	2",1
1929 Mai 9	Potsdam	8,5 m "	—	2",2 ± 0",10

Es ist erklärlich, daß die so geschaffene Situation zu scharfen Kritiken führen würde. Als erster wendet sich der Lickastronom R. J. Trümpler²⁴⁾ gegen das Potsdamer Ergebnis und greift zunächst die Methode, den Skalenwert ohne Sterne zu bestimmen, scharf an. Die Potsdamer Autoren sagten in ihren Berichten ja selbst aus, daß die Aufnahmen der Hilfskamera nicht restlos befriedigend seien, und daß sich später aufgetretene Verspannungen des Objektivs nicht restlos beiseitigen ließen und daher auf den Nachtplatten unsymmetrische Bilder ergaben. Vor allen Dingen aber glaubt Trümpler die Kopierung des Gitters am Finsternistage nicht einwandfrei kontrollieren zu können, da vor der Finsternis keine einzige Aufnahme gemacht worden sei. Es scheint ihm daher kaum ein Zweifel daran möglich zu sein, daß systematische Fehler das Potsdamer Ergebnis nicht unerheblich beeinflußt haben. Schon wegen der bekanntgewordenen Abbildungsfehler hätte daher der Plan, den Skalenwert in seinem absoluten Betrag zu bestimmen, aufgegeben werden müssen. Daher hat Trümpler versucht, aus dem Potsdamer Material nach seinen Erfahrungen (aus den Beobachtungen selbst) den Skalenwert abzuleiten und gelangte dabei zu einem Einstein-Effekt von $E = 1",75 ± 0",19$. Damit hätte also Trümpler eine Bestätigung seiner Beobachtungen von 1922 gefunden und gleichzeitig erkannt, daß der Skalenwert aus den Beobachtungen mit größerer Näherung an die theoretische Voraussetzung ableitbar ist.

²²⁾ J. Hopmann, Physikalische Zeitschr., Bd. 24, 1923, S. 476.

²³⁾ Vgl. Das Weltall, Jg. 27, 1928, S. 158.

²⁴⁾ R. J. Trümpler, Zeitschr. f. Astrophysik, Bd. 4, 1932, S. 208.

Es scheint daher auch keine Berechtigung vorzuliegen, an dem ursprünglichen Resultat der Lickexpedition Änderungen vorzunehmen, denn man muß sich immer vergegenwärtigen, daß die Sternverteilung 1922 weit günstiger war als 1929. Wir wollen uns hier jeglicher Kritik enthalten; denn die Sachlage ist in der vorliegenden Art noch wenig diskutierbar, bevor nicht die Auswertungen der Aufnahmen des Astrographen eine klare Entscheidung möglich machen. Letzten Endes ist doch in diesem Falle immer zu bedenken, daß „der theoretische Wert Gegenstand der Forschung ist, aber nicht Mittel der Beweisführung“!

In einer zweiten Arbeit kritisiert Prof. H. Ludendorff²⁵⁾ die Ergebnisse der Freundschaftlichen Expedition. Er untersucht die Differenzen zwischen den beobachteten und theoretischen Verschiebungen der einzelnen Sterne

²⁵⁾ H. Ludendorff, A.N., Bd. 244, 1932, S. 321.

und gelangt zu dem Resultat, daß die Ergebnisse der Potsdamer Expedition von systematischen Fehlern nicht ganz frei sind. Unter gewissen Annahmen über die Art der systematischen Fehler hält er einen Wert von E zwischen $1",9$ und $2",0$ für wahrscheinlich.

Die Einwände Trümpfers und Ludendorffs führen also vom Standpunkt einer falschen Skalenwertkorrektur als auch unter Voraussetzung systematischer Fehler zu einer Diskrepanz. Die Potsdamer Autoren²⁶⁾ verteidigen zwar ihren Standpunkt, da sich eine wissenschaftliche Erklärung etwaiger Fehler nicht geben lasse. Daher bleibt abzuwarten, wie das Resultat der Astrographen-Aufnahmen ausfallen wird, und wie sich dann ein Anschluß an die theoretische Forderung der Lichtablenkung finden läßt.

²⁶⁾ Zeitschr. f. Astrophysik, Bd. 4, 1932, S. 221; A.N., Bd. 244, 1932, S. 415.

Neue Astrognosie.

Der Sternenhimmel der Griechen.

Von E. Wolff-Beselin.

(Mit 3 Abbildungen.)

II. Die Sternbilder des Sommers.

Die hellen Nächte des Mai, Juni, Juli sind der Sternbeobachtung ungünstig. Erst spät abends können wir mit unserer Betrachtung beginnen. Im August aber zeigen sich die Sommerbilder schon prächtiger. Sie bieten viel Interessantes. Wir gehen wieder vom Großen Wagen aus und finden mit seiner Hilfe den Bootes und an seiner linken Schulter die *K r o n e*, ein überaus ansprechendes Bildchen. Es ist der Stirnreif der Ariadne, den Bacchus ihr mit liebender Hand aus dem Haar nahm und an den Himmel warf, um sie von seiner göttlichen Herkunft zu überzeugen. In der Mitte des Halbbogens sehen wir einen Edelstein, die *Gemma*, auf arabisch *al phecca*.

Jetzt wird der *Drache* aufgesucht. Er windet sich als langes Sternband zwischen dem Großen und Kleinen Wagen hindurch, um den Kleinen Wagen herum, so daß er diesen an drei Seiten umschließt. Mit seinem Kopfe bedroht er die *Leier* und den *Herakles* (*H e r k u l e s*), den großen Helden der Sommergruppe. Der *Drache* *Ladon* bewachte den Garten der *Hesperiden*, wo die goldenen Äpfel des ewigen Lebens wuchsen, und er mußte von *Herakles* überwunden werden. In der Nähe des *Drachenhauptes*, und zwar südöstlich davon sehen wir einen hellen Stern, die *Wega* in der *Leier*. Außer *Wega* nimmt man mit bloßem Auge noch 5 kleinere Sterne wahr, die ungefähr wie 2 *Troddeln* an der *Wega* hängen. Die *Araber* stellten sich darunter die herab-

hängenden Flügel eines fallenden Adlers vor, die Griechen die goldene *Leier* des *Apollo*.

Unter dem *Drachenkopf* sehen wir nun zwischen *Leier* und *Krone* das riesige Bild des *Herakles*. Man hat sich den Helden in knien-der Stellung mit dem Kopf nach unten zu denken. Er setzt den einen Fuß auf das Haupt des Tieres, streckt den linken Arm mit dem *Löwenfell*, das ihm als *Schild* dient, waagrecht aus und schwingt die hoch erhobene *Keule*, um das Haupt des Ungeheuers zu zerschmettern.

Wie die *Leier* von oben her durch den *Drachen* bedroht wird, so die *Krone* von unten durch die *Schlange*. *Herakles* in der Mitte der beiden *Kleinodien* hat also reichlich Arbeit, die ihm anvertrauten Güter zu verteidigen, denn unter der *Schlange* lauert auch noch der *Skorpion*. Die Griechen lösten die Frage auf einfache Weise, indem sie einen zweiten *Herakles* erdachten, Kopf an Kopf mit dem Helden, gleichsam sein Spiegelbild, und dieses, der *Ophiuchus*, erwürgt die *Schlange* und setzt den Fuß auf den *Skorpion*. Oft wird diese Gestalt auch *Asklepios* (*Äskulap*) genannt, doch ist diese Auffassung wohl neuer als jene, daß er einfach ein zweiter *Herakles* sei. Einen dritten *Herkules*, angetan mit der charakteristischen *Löwenhaut*, bewaffnet mit der *Keule*, lernen wir später im *Orion* kennen, die *Arme* kämpfend gegen den (*kretischen*) *Stier* erhoben, der mit gesenktem Haupt auf ihn einstürmt. *Herakles* war eben die bedeutendste Gestalt des griechischen Altertums, das Ideal eines Helden, der unter fortwährenden Mühen

und Kämpfen das Höchste, die Unsterblichkeit, erreichte. Er ist der Gilgamesch der Babylonier.

Ras al gethi = Haupt des Riesen, marfik = Ellbogen, masym = Vorderarm, kajam = Keule sind die uns überlieferten Sternnamen im Bilde des Herkules, die uns das Rätsel auch dieser Gestalt überraschend lösen, ebenso im Ophiuchus ras al Hague = Haupt des Schlangenträgers, yed = Hand, marfik = Ellbogen. Beide Bilder bestehen mit Ausnahme der Kopfsterne

Babylonier nannten ihn, dem sie ebenfalls einen Stachel andichteten, und den Skorpion mit dem Oberleib eines Weibes die Skorpionriesen und dachten sich zwischen beiden den Eingang zur Unterwelt. Zu meiner größten Freude fand ich einmal die Abbildung eines alten babylonischen Reliefs von großer Schönheit, das haargenau meine Zeichnung vom Schützen bestätigte.

Rechts vom Skorpion, links von den Füßen der Jungfrau, finden wir die Waage der Tag-und-Nachtgleichen, die untrügliche Waage des Osiris, auf der die Herzen der Menschen gewogen werden. Wir finden sie als sehr bedeutsames Tierkreisbild an der Stelle, wo die Sonne im Herbst steht, wenn sich Tag und Nacht das Gleichgewicht halten. Ihre Hauptsterne heißen: Zuben el schemali = die nach Norden gerichtete Schere, zuben el schenubi = die nach Südengewandte Schere, zuben el akrab = die dem Skorpion zugewandte Schere (nicht Schere des Skorpions).

Zu den Sommerbildern gehört auch die Schwanengruppe mit Leier, Schwan, Pfeil, Delphin, Adler, sämtlich dem Apollo, dem Lichtgott, heilig.

Der Schwan ist Cygnus, der verwandelte

Halbbruder des Phaeton, der sich zu Tode klagte über das traurige Geschick des geliebten kühnen Phaeton. Apollo selber versetzte ihn an den Himmel, um dem Leid ein Ende zu machen. Der Schwan steht mitten in der Milchstraße, dort, wo sie sich teilt. In dem linken Arm derselben, unter dem schönen, großen Kreuz des Schwans, sehen wir einen andern großen Vogel von mehr gedrungener Gestalt, den Adler. Im Kopfe trägt er den strahlenden Atair, einen Stern 1. Größe, leicht kenntlich als der größte von drei Sternen, die in gleichem Abstand wie ein Stab nahe beieinander stehen. Als Geier dem Apollo, als Adler dem Zeus geheiligt, galt er für den königlichen Vogel, in dessen Gestalt Zeus den geliebten Ganymed raubte.

Zwischen Schwan und Adler lernen wir zwei überaus zierliche Bildchen kennen, Pfeil und Delphin. Apollo schenkte einen seiner

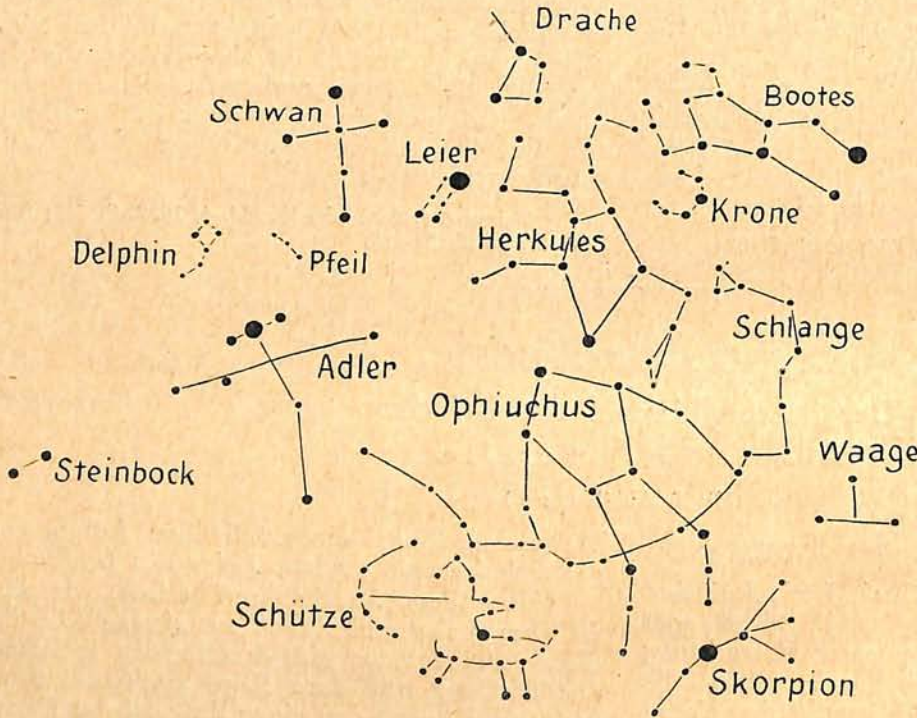


Abb. 1. Die Sommersternbilder.

Man beachte die Stellung des Ophiuchus (Schlangenträger). Er hat die charakteristische Haltung eines Menschen, der oberhalb seiner Knie etwas zerbricht; er knickt die Knie ein und kehrt die Ellbogen nach außen.

Der Herkules ist, übereinstimmend mit der Beschreibung des Ptolemäos, mit dem Kopf nach unten dargestellt.

aus lauter kleineren Gestirnen und sind deshalb nicht leicht zu entziffern. Den Herkules sucht man zwischen Krone und Leier, beim Ophiuchus fängt man am besten mit der Schlange an, deren dreieckiger Kopf sich unter der Krone befindet. Von hier folgt man dem Sternband senkrecht nach unten, biegt dann nach links ab, bis der Schwanz in der Milchstraße beim Adler endet.

Der Skorpion unter dem rechten Fuß des Ophiuchus hat einen prachtvollen Stern 1. Größe, den Antares (anti Ares), mit rötlichem Glanz. Der Skorpion ist ein Schreckwesen der Unterwelt von fast menschlicher Größe.

Ebenfalls am Horizont, links vom Skorpion, wie dieser in der Milchstraße stehend, befindet sich der Schütze, ein lebhaftes Bild mit 12 Sternen 3. und einem Stern 2. Größe. Der Schütze ist ein Kentaur, ein Pferdewensch. Die

wunderbaren Pfeile seinem Priester Abaris. Dieser befreite Griechenland von einer furchtbaren Pest zur Zeit des Krösus. Er konnte auf dem goldenen Pfeile, ohne Speise und Trank nötig zu haben, von Land zu Land, von Stadt zu Stadt fliegen und seine Heilungen vollbringen.

Nach dem Erlöschen der Seuche befestigte Apollo den Pfeil am Himmelszelt. Der Delphin besteht aus einem kleinen schiefen Viereck mit einem Schwänzchen dran. Er ist der Retter des Arion, den er durch Meereswogen ans heimische Gestade trug.

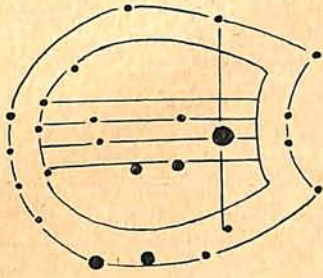


Abb. 2. Die Leier.

Wir kehren nun zum Adler zurück und ziehen eine Hilfslinie durch die drei Sterne, die das Haupt des Vogels bilden. Verlängern wir diese Linie, so treffen wir auf zwei nahe untereinander stehende Sterne, die die hauptsächlichsten Kopfsterne des Steinbocks darstellen. Mit einem gewöhnlichen Fernglas sieht man, daß der obere der beiden Sterne aus drei einzelnen Sternen besteht, und erkennt in dem ziemlich langgestreckten Bilde, nach links wandernd, den prächtigen geringelten Fischschwanz. Diesen Genuß sollte man sich

nicht entgehen lassen. Der Steinbock wurde gedacht als Ziegenfisch mit dem Leib und Kopf einer Ziege und dem Schwanz eines Fisches. Die Sage erzählt, daß einer der Götter sich in dieses Tier verwandelt hätte, um zu Wasser und zu Lande gleich schnell vorwärts zu kom-

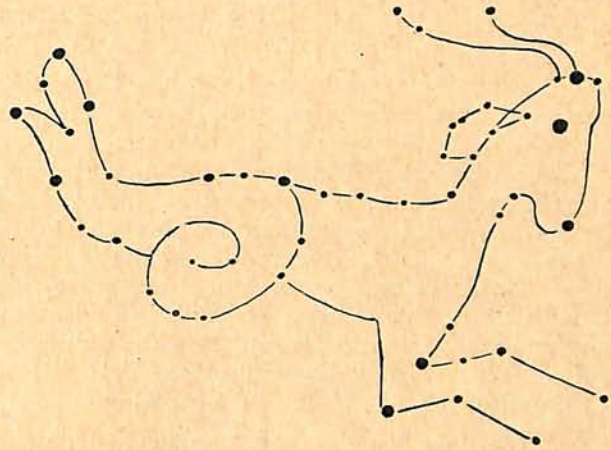


Abb. 3. Ziegenfisch oder Steinbock.

men, als Typhon, der Gott des Schreckens, die Himmlischen so in Angst versetzte, daß sie nach Ägypten entflohen.

Wir setzen den Steinbock als Übergang zu den Herbstbildern hierher, weil er mit Hilfe des Adlers am leichtesten zu finden ist.

Charakterbilder aus der Geschichte der Astronomie.

Von Professor Dr. F. Dannemann.

V. Laplace.

Pierre Simon Laplace wurde am 28. März 1749 in einer kleinen Stadt der Normandie als Sohn eines armen Landmannes geboren. Die außerordentliche Begabung, die Laplace auszeichnete, wird schon dadurch beleuchtet, daß er von seinem 18. bis zur Vollendung des 20. Lebensjahres mehrere Abhandlungen aus dem Gebiete der Integralrechnung veröffentlichte, die ihm den Ruf eines bedeutenden Mathematikers eintrugen.

Laplace wurde infolgedessen zum Lehrer der Mathematik ernannt. Als solcher wirkte er zunächst in seiner Vaterstadt; bald darauf berief man ihn an die Militärschule zu Paris. Seit dieser Zeit stellte Laplace seine außerordentliche mathematische Befähigung vorzugsweise in den Dienst der theoretischen Astronomie, die erst durch seine Untersuchungen in den Stand gesetzt wurde, eine befriedigende Erklärung der in unserem Planetensystem auftretenden säkularen Änderungen zu geben. Während manche Astronomen schon geneigt waren, gewisser, bei der Bewegung der Planeten

in die Erscheinung tretender Umstände wegen eine nur annähernde Gültigkeit des Newtonschen Gravitationsgesetzes anzunehmen, lieferte Laplace, der sich dabei auf die Vorarbeiten Eulers stützen konnte, den Nachweis, daß jene scheinbaren Abweichungen von der Regel letztere erst vollauf bestätigen. Newton selbst hatte nämlich nur die Bewegung eines Planeten um seinen Zentralkörper untersucht und gezeigt, daß sie in einem Kegelschnitte erfolgen muß. Das Dreikörperproblem war dadurch gegeben, daß bei dem Umlauf des Mondes um die Erde der Einfluß der Sonne in Rechnung zu stellen ist, um zu einer Übereinstimmung zwischen Theorie und Beobachtung zu gelangen. Diese Untersuchung hatte schon Euler beschäftigt und ihn zu Ergebnissen geführt, die später den von Tobias Mayer entworfenen Mondtafeln als Unterlage dienten. Durch eine seiner frühesten Abhandlungen aus dem Bereich der theoretischen Astronomie lieferte Laplace den wichtigen Nachweis, daß die mittlere Entfernung der Planeten von der Sonne zwar Änderungen erleidet, im Mittel jedoch konstant ist.

Bald darauf wurde Laplace, kaum 24 Jahre alt, zum Mitglied der Akademie der Wissenschaften ernannt. Nachdem er ein Lehramt an der „École normale“ erhalten, sehen wir ihn an den großen Aufgaben, mit denen sich damals die französische Nation trotz der politischen Gärung beschäftigte, den hervorragendsten Anteil nehmen. So gehörte Laplace der aus dem Schoße der Akademie gewählten Kommission für Maß und Gewicht an. Diese erhielt von der Nationalversammlung im Jahre 1790 den Auftrag, eine unveränderliche Grundlage für ein neues Maß- und Gewichtssystem in Vorschlag zu bringen. Die Bemühungen, das schon von Huygens hierfür in Aussicht genommene Sekundenpendel zu wählen, wurden durch Laplace gekreuzt. Letzterer, der offenbar eine neue Gradmessung wünschte, bestimmte die Kommission, von dem Meridianquadranten auszugehen. Die Akademie brachte daher im Jahre 1791 den zehnmillionsten Teil dieses Erdquadranten als Meter in Vorschlag.

Unter dem Vorsitz von Laplace wurde die „École polytechnique“, eine der hervorragendsten Pflanzstätten der Wissenschaft und Technik, umgestaltet. Napoleon übertrug Laplace, den er sehr schätzte, sogar das Ministerium des Innern und erhob ihn in den Grafenstand. Auch nach dem Sturz des Kaisers wurde Laplace mit Ehren überhäuft. Er schied am 5. März des Jahres 1827 mit den Worten aus dem Leben: „Was wir wissen, ist wenig, aber was wir nicht wissen, ist ungeheuer viel.“

Die Schriften dieses größten Astronomen, den Frankreich hervorgebracht hat, wurden später auf öffentliche Kosten herausgegeben. Die ersten fünf Bände enthalten das von 1799 bis 1825 erschienene Hauptwerk von Laplace, die „Mécanique céleste“. Nach einer Ableitung der aus dem Gravitationsgesetze folgenden allgemeinen Gleichungen für die Bewegung der Himmelskörper entwickelte Laplace in diesem Werke seine schon erwähnte Theorie der Störungen. Hierbei boten ihm die Beobachtungen an den großen Planeten Saturn und Jupiter sowie den Jupitermonden die willkommenste Unterlage für seine theoretischen Erwägungen.

Da die Jupitertrabanten mit ihrem Zentralkörper ein Ganzes ausmachen, das dem Planetensystem sehr ähnlich ist, die Umläufe hier aber in verhältnismäßig kurzer Zeit erfolgen, so ließen diese Laplace in einem kurzen Zeitraum jene großen Veränderungen erkennen, die sich im Planetensystem im Verlaufe von Jahrhunderten abspielen. War Newton noch geneigt, die trotz aller gegenseitigen Störungen im Sonnensystem offenbar vorhandene Stabilität auf übernatürliche Einflüsse zurückzuführen, so gelang es Laplace, diese Stabilität als eine Notwendigkeit nachzuweisen und damit die der Gravitationsmechanik gestellte Aufgabe erst endgültig zu lösen.

Auch das Problem der Gezeiten, für das Newton die erste, indes in mancher Hinsicht mit den Tatsachen noch nicht ganz im Einklang stehende Theorie gegeben hatte, wurde durch Laplace zu einem gewissen Abschluß gebracht. Dabei stand ihm in den über mehrere Jahre sich erstreckenden täglichen Beobachtungen, die auf Veranlassung der Akademie der Wissenschaften in den französischen Häfen, insbesondere in Brest, stattgefunden hatten, ein vortreffliches Material zur Verfügung.

Seine Ansicht von der Bildung der Welt aus einem chaotischen Urnebel entwickelte Laplace wie folgt: Sämtliche Planeten kreisen fast in der gleichen Ebene von West nach Ost um die Sonne. Die Monde bewegen sich ferner um die Planeten im gleichen Sinne und fast in derselben Ebene wie die letzteren. Endlich drehen sich Sonne, Planeten und Monde sämtlich in einerlei Richtung um ihre Achse, und zwar geschieht dies fast bei allen in der Ebene ihrer Umlaufbewegungen. Eine solche außergewöhnliche Erscheinung könne kein Spiel des Zufalls sein; sie deute auf eine gemeinsame Ursache hin.

Die Ursache der Bewegungen der Planeten und der Monde müsse, welcher Art sie auch sei, für alle diese Körper gelten. In Anbetracht der gewaltigen Zwischenräume, welche die Planeten trennen, könne diese, so führte Laplace aus, nur in einem Fluidum von ungeheurer Ausdehnung bestanden haben. Sollte dieses Fluidum den Planeten fast kreisförmige, gleichgerichtete Bewegungen um die Sonne verleihen, so müßte es einst die Sonne wie eine Atmosphäre umgeben haben. Durch diese Überlegungen wurde Laplace zu der Annahme geführt, daß die Sonnenatmosphäre sich uranfänglich über sämtliche Planetenbahnen hinaus erstreckt habe und allmählich bis auf ihren jetzigen Umfang zusammengeschrumpft sei.

Um zu erklären, wie die Sonnenatmosphäre den Umlauf und die Rotation der Planeten hervorrief, nahm Laplace an, daß die Planeten an den aufeinander folgenden Grenzen jener Atmosphäre durch die Verdichtung derjenigen Zonen entstanden seien, die sich in der Äquatorebene infolge von Abkühlung und Zusammenziehung bilden mußten. Die Monde sollten auf ähnliche Weise aus der Atmosphäre der Planeten hervorgegangen sein. Die beobachteten Erscheinungen erklärten sich also sämtlich ungezwungen aus dieser Annahme, welche durch die Saturnringe eine weitere Stütze erhielt.

Ein Versuch, auf deduktivem Wege zu einer Vorstellung von dem Weltbildungsprozesse, insbesondere der Entstehung unseres Planetensystems zu gelangen, wurde schon mehrere Jahrzehnte vor Laplace in Deutschland durch Immanuel Kant gemacht. In seiner „Allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels“ vom Jahre 1755 nimmt Kant als

Urzustand die feinste Verteilung der Materie durch den gesamten Raum des Sonnensystems an. Doch wird die erste Ursache der Rotation durch Kant nicht erklärt. Laplace gibt zwar für das Zustandekommen der Rotation auch

keine Erklärung, aber er geht von einem in Drehung begriffenen Gasball aus und gelangt im wesentlichen zu demselben Ergebnis wie Kant, so daß wir mit Recht von einer Kant-Laplace'schen Theorie sprechen.

Mirasterne.

Von stud. astron. Walter Theile.

Unter diesem Namen faßt man die heute weitaus größte Klasse von langperiodischen Veränderlichen zusammen, deren Hauptvertreter der Stern Omikron im Walfisch ist. Dabei war α Ceti der erste beobachtete Veränderliche überhaupt, dessen periodischer Lichtwechsel erstmalig im Jahre 1596 von dem ostfriesischen Pfarrer David Fabricius erkannt wurde. Sein seltsames Verhalten schien damals völlig rätselhaft, weswegen dieser Stern, der heute zu den am besten untersuchten Vertretern seiner Art gehört, den Namen Mira erhielt (mirastella = wunderbarer Stern). Bis zu unseren Tagen ist hierzu eine große Zahl von Sternen mit gleichem oder ähnlichem Verhalten gekommen, die meist eine gelbrote bis tiefrote Färbung besitzen. Die durchschnittliche Dauer der Periode hat man zu ungefähr 300 Tagen gefunden, wobei unter Periode der zeitliche Abstand zweier aufeinanderfolgender Maxima zu verstehen ist. Den kürzesten bekannten Wert dieser Gruppe für die Zeitdauer eines Lichtwechsels hat der Stern τ Centauri mit 91, den längsten S Cassiopeiae mit 610 Tagen. Dabei ist sowohl die Länge der Periode als auch die Größe des Helligkeitswechsels, die Amplitude, mitunter recht beträchtlichen Schwankungen unterworfen. Im allgemeinen ist die Maximalhelligkeit weit mehr veränderlich als die Minimalhelligkeit, wobei nicht ausgeschlossen scheint, daß hierbei ebenfalls wieder Periodizitäten vorliegen. Beispielsweise erreichte bisher Mira im Maximum Werte zwischen der 2. und 5. Größenklasse, und im Minimum schwankte das Licht zwischen der 8. und 9,5. Größe. Die größte bisher bekannte Amplitude erreicht wohl der Stern ζ im Schwan mit fast 9,5 Größenklassen. Da nun definitionsgemäß zwei Sterne einen Helligkeitsunterschied von einer Größenklasse haben, wenn der eine Stern 2,512 mal so hell ist wie der andere, so leuchtet ζ Cygni im Maximum 2,512^{9,5}, d. i. mehr als 6000 mal heller als im Minimum. Es soll jedoch gleich hier gesagt werden, daß es sich dabei lediglich um Lichtstrahlung und nicht um die gesamte Energiestrahlung handelt. Außerdem wird ein großer Teil dieser Veränderlichen während der Periode bei Annäherung an das Minimum wahrscheinlich noch intensiver rot, so daß auf diese Weise die photographische Amplitude wegen der geringeren Empfindlichkeit der

Platten für rote Strahlen die visuelle noch sogar um einige Größenklassen übertrifft.

Nach der auf der Harvard-Sternwarte ausgearbeiteten und heute allgemein gebräuchlichen Cannonschen Einteilung der Sternspektren gehört weitaus der größte Teil der Mirasterne (88 %) der Klasse Me an. Hierunter versteht man alle Sterne der Klassen K5 bis K9, Ma, Mb, Mc, deren kontinuierliches Absorptionsspektrum von hellen Emissionslinien überlagert ist. Früher wurde dieser Typus mit Md angeführt, doch ist man heute wohl richtiger zu der angegebenen Bezeichnungsweise Me übergegangen, da es sich ja bei diesen Objekten um eine Eigenart handelt und nicht die fortschreitende Entwicklung angegeben wird, wie das ja die Harvardreihe im allgemeinen tut. Außer der Klasse Me kommen noch reine K, Ma, Mb, Mc und vereinzelt auch N und die sehr seltenen Se-Sterne vor. Wenn wir also im folgenden von Mirasternen sprechen, so wird es sich allgemein immer um Sterne vom Typus Me handeln, zumal da sich durch eingehende Untersuchungen gezeigt hat, daß die langperiodischen Veränderlichen der anderen Typen mehr oder weniger als Sonderfälle betrachtet werden dürfen.

Bei allen Sternen zeigt die Länge der mittleren Periode P_m einen ausgesprochenen Gang mit dem Spektraltypus. Folgende Tabelle¹⁾ gibt zunächst einen Überblick des Zusammenhangs innerhalb der Me-Klasse, wo also die kleinen Buchstaben a, b, c fortschreitende Entwicklung und das kleine e die erwähnte Tatsache der hellen Spektrallinien angeben. n bedeutet die Zahl der benutzten Sterne. Es ergab sich für

die Klasse Mae	$P_m = 270^d$	n = 77
Mbe	297 ^d	120
Mce	344 ^d	62

und für die anderen Spektralklassen, wobei Me die eben angegebenen Unterabteilungen mit enthält, für

K, Ma, Mb	$P_m = 207^d$	n = 24
Mc	305 ^d	15
Me	302 ^d	314
Se	361 ^d	18
N, R	404 ^d	24

Man ersieht hieraus, daß die Mirasterne der Spektralklassen Se, N, R durchschnittlich

¹⁾ Ludendorff, A. N. Bd 228, 1926, S. 374.

die längsten Perioden haben, und daß auch nach der ersten Zusammenstellung für die M-Sterne einem fortschreitenden Spektraltypus die längere mittlere Periode entspricht. Da die Sterne in der eben angegebenen Reihe immer röter werden, so entspricht diese Feststellung völlig der schon lange bekannten Tatsache, daß mit stärkerer Färbung die Periode wächst. Manche Forscher glauben sogar, daß die ausgesprochen rot gefärbten Sterne der Klasse N fast ausnahmslos veränderlich sind.

Ein weiterer Zusammenhang besteht zwischen Amplitude und Periode. Zunächst zeigen die K, S und die reinen Ma- bis Mc-Sterne systematisch kleinere Helligkeitsschwankungen als die Me-Sterne gleicher Periode. Gerade dieser letzte Zusatz, nur Sterne verschiedener Spektralklassen mit gleicher Periode zu vergleichen, erwies sich als besonders wichtig, da außerdem ein starker Zusammenhang zwischen Periode und Form der Lichtkurven besteht. Bei der großen Zahl der Me-Sterne nimmt die Helligkeitsamplitude mit wachsender Periode und daher auch mit dem Spektraltypus zu. Stellt man diese Tatsache graphisch dar, so zeigt sich, daß die Kurve der mittleren Amplituden in Abhängigkeit von der Periodenlänge zuerst ziemlich schnell ansteigt, dann längere Zeit horizontal verläuft und erst für große Werte ($P_m > 400^d$) wiederum ansteigt.

Über die Gestalt der Lichtkurven hat Prof. H. Ludendorff, Direktor des Astrophysikalischen Observatoriums in Potsdam, in der vorher zitierten Abhandlung eingehende Untersuchungen angestellt und 3 Haupttypen mit insgesamt 10 Unterabteilungen vorgeschlagen, auf die wir hier nicht näher eingehen wollen. Zusammenfassend läßt sich sagen, daß bei dem größten Teil der Mirasterne mit glatten Kurven die Lichtabnahme durchschnittlich langsamer verläuft als die Zunahme.

Eine weitere Klassifikation der Lichtkurven, die noch kurz erwähnt sei, hat Leon Campbell von der Harvard-Sternwarte vorgeschlagen, wonach die vorkommenden Fälle in 7 Typen eingereiht werden, die ineinander übergehen und alle auf gleiche Amplitude und Periode reduziert sind.

Schon sehr früh hat man versucht, die periodischen Lichtänderungen der Veränderlichen mit Hilfe von mathematischen Formeln festzulegen. Da aber die Längen der Perioden im Laufe der Zeit ebenfalls Schwankungen unterworfen zu sein scheinen, hat die Erfahrung gelehrt, besser von diesem Wege abzugehen und statt dessen mit größerem Erfolge plötzliche Periodensprünge anzunehmen, d. h. konstante Elemente für begrenzte Zeitabschnitte einzuführen. In der Tat wurden bei einigen Sternen wirkliche Änderungen wahrgenommen; so verkürzte sich beispielsweise nach R. Müllers Untersuchungen bei R Aquilae

die Periode zwischen den Jahren 1856 und 1924 von 347^d auf 310^d . Bei Mira selbst soll sich die Periode von 1596 bis 1923 achtmal sprungweise geändert haben. Diese Unstetigkeiten sind sehr merkwürdig, und es wäre nur zu wünschen, wenn sich recht viele Beobachter finden würden, diese interessanten Sterne dauernd zu überwachen und ein möglichst lückenloses Beobachtungsmaterial zu sammeln. Leider gibt es bei uns in Deutschland keinen einheitlichen Zusammenschluß der Beobachter wie z. B. in Amerika, wo die 1911 gegründete „American association of variable star observers“ mit ihren über die ganze Welt verteilten Mitgliedern heute fast sämtliche Mirasterne und noch dazu einen großen Teil unregelmäßige Veränderliche kontrolliert.

Aus Spektraluntersuchungen fand Merrill, daß die Mirasterne durchschnittlich sehr große unveränderliche Radialgeschwindigkeiten haben. Hierunter versteht man die Bewegung eines Himmelskörpers in der Gesichtslinie; bei Vergrößerung des Abstandes wird sie positiv, bei Verkürzung negativ gerechnet. Bei den Mirasternen ergab sich die Beziehung, daß in der Regel Sterne mit kürzerer Periode die größeren Radialgeschwindigkeiten besitzen. Auch die seitlichen Eigenbewegungen schließen sich diesem Gesetz im allgemeinen an. Beiläufig sei erwähnt, daß die δ Cephei-Veränderlichen dieselbe Abhängigkeit zeigen. Während aber bei diesen Sternen die Radialgeschwindigkeit im Rhythmus des Lichtwechsels sich ändert, konnte bisher bei den Langperiodischen nur bei α Ceti ein näherer Zusammenhang dieser beiden Eigenschaften festgestellt werden. Das Verhalten ist gerade umgekehrt wie bei den Cepheiden, denn die größte positive Geschwindigkeit ergab sich kurz nach dem Helligkeitsmaximum. Allerdings ist die Sachlage augenblicklich noch weit komplizierter, so daß erst noch weitere Forschungen angestellt werden müssen. Im Spektrum der typischen Me-Sterne treten fast während der ganzen Periode helle Wasserstofflinien auf, die ihre größte Helligkeit kurz nach dem Maximum erreichen und gegen die Absorptionslinien zum violetten Teil des Spektrums hin ein wenig verschoben sind. Diese hellen Emissionslinien sind sehr eng mit der Lichtänderung verbunden, erreichen bei Mira ihre größte Helligkeit kurz nach dem Maximum, werden dann schwächer und treten nahe dem Minimum als dunkle Absorptionslinien hervor. Besonders auffällig sind die beiden Wasserstofflinien H_γ und H_δ , an denen einige Forscher Aufspaltung festgestellt haben, d. h. die Linien erscheinen bei hinreichend hoher Dispersion doppelt oder dreifach. Diese Erscheinung ist in der Physik seit 1896 unter dem Namen Zeeman-Effekt bekannt und hat ihre Ursache in magnetischen Einflüssen. Mit sinkender Helligkeit treten dann oft noch Emissionslinien anderer Ele-

mente auf, wie helle Eisen- und Magnesiumlinien.

Es besteht wohl heute kein Zweifel mehr, daß wir die mit wenigen Ausnahmen über den ganzen Himmel gleichmäßig verstreuten Mirasterne zu den Riesen unter den Sternen mit geringer Dichte zu rechnen haben, die überdies noch sehr große Entfernungen haben. Die absolute Helligkeit, die bekanntlich die Größenklasse der Sterne für die gedachte Entfernung von 10 Parsec (32,6 Lichtjahre) angibt, hat für die Maxima der typischen Me-Sterne im Mittel den Wert $0^m,0$, d. h. etwa 100 mal so groß wie für unsere Sonne. Nehmen wir als durchschnittliche Amplitude 5,5 Größenklassen an, so ergibt sich für das Minimum als absolute Größe $+ 5^m,5$, die dann allerdings etwas unter dem für die roten M-Riesen verlangten Wert liegt.

Die wichtigste Folgerung aus den Spektraluntersuchungen war die, daß die Helligkeitsabnahme des Veränderlichen mit einer Temperaturabnahme verbunden ist. Nach Joy soll die effektive Temperatur bei Mira im Maximum 2300° absolut, im Minimum 1800° absolut betragen. Allerdings ist die Gesamtstrahlung des Sternes, wie nochmals betont werden soll, nicht so großen Veränderungen unterworfen, wie es wohl auf den ersten Blick zu sein scheint, denn in der Phase des kleinsten Lichtes ist die Energiekurve erheblich nach Ultrarot verschoben. Außerdem müssen wir bedenken, daß die als Licht für uns erscheinende Strahlung nur einen kleinen Teilbereich im großen Spektralbande der Energiestrahlung ausmacht.

So sorgfältig die Mirasterne auch untersucht sind, bis heute hat sich noch keine auch nur irgendwie befriedigende Erklärung des Lichtwechsels geben lassen, von den vielen Einzelheiten und Sonderfällen ganz zu schweigen. Wenige Erklärungsversuche seien kurz angedeutet. Eine der ältesten Hypothesen ist die Schlackentheorie von Zöllner. Hiernach soll die Lichtschwankung ihre Ursache in der Rotation eines Himmelskörpers mit ungleichförmig leuchtender Oberfläche haben, doch ergaben sich hierbei physikalische Unwahrscheinlichkeiten. Andere Theorien suchen bei den

veränderlichen Sternen eine Übereinstimmung mit unserer Sonne, indem sie wechselnde Befleckung annehmen. Auf diese Art würde vielleicht unser Zentralgestirn, aus weiter Ferne betrachtet, ebenfalls als Veränderlicher mit etwa 11jähriger Periode, aber erheblich geringerer Amplitude erscheinen. Anlaß zu diesen Überlegungen war die Tatsache, daß sowohl in dem Spektrum der Sonnenflecken als auch in dem der Mirasterne Titanoxydbanden auftreten. Die Me-Sterne sind aber Riesen von sehr geringer Dichte, während doch unsere Sonne ein Zwergstern ist, und es bleibt die Frage offen, ob zwischen beiden wirklich eine Analogie besteht. Die Klinkerfuß-Wilsingsche Fluthypothese geht von der Annahme aus, daß durch Annäherung eines Begleiters in der Atmosphäre des Hauptsterns Umwälzungen stattfinden, die bisweilen die Oberfläche freilegen und so die Leuchtkraft vergrößern. Bisher ist aber noch kein Mirastern spektroskopisch doppelt gesehen worden. Auch die Eddington'sche Pulsationstheorie, die ursprünglich nur für δ Cephei-Sterne gedacht war, ließe sich vielleicht auf die Mirasterne anwenden.

Nach neueren Überlegungen sind vielleicht alle Sterne zu Beginn der Entwicklung einmal Mirasterne, wobei das Minimum der ursprüngliche Zustand ist, der durch die Urform der Lichtkurve, die Schwächung der Wasserstoffemissionslinien und ihr Zusammenfallen mit den Absorptionslinien bestätigt wird²⁾. Danach wäre auf die Sterne mit den längsten Perioden, die ja den jüngsten Spektraltypus haben und daher nach der Russelschen Theorie am Anfang der Entwicklung stehen, besonderes Augenmerk zu richten und die Miraveränderlichkeit nur als eine Übergangsform zu den hellen Riesensternen anzusehen. Doch sind wir noch sehr weit davon entfernt, heute schon mehr als nur bloße hypothetische Bemerkungen zu machen. Zunächst muß einmal ein großes, möglichst umfangreiches Beobachtungsmaterial geschaffen werden, und gerade auf diesem Gebiete können Liebhaber der Astronomie der wissenschaftlichen Forschung die allergrößten Dienste leisten.

²⁾ Nach A. Nielsen in A. N. Bd. 227, 1926, S. 190.

Astronomie und Photographie.

Von Heinz-Eberhardt D e n c k l e r.

Wohl keine Wissenschaft hat der Photographie so viele Fortschritte und Erkenntnisse zu verdanken, ja, ist in gewissem Maße von ihr abhängig geworden, wie die Astronomie. Millionen Sterne, die selbst mit den stärksten Fernrohren noch kein Menschenauge am Himmel hat sehen können, kennen wir nur durch photographische Aufnahmen.

Der Vergleich des Auges mit einer Kamera ist schon oft gebraucht worden und soll auch hier zum besseren Verständnis der nachfolgenden Zeilen angewendet werden. Im Auge sind Blende, Linse und Platte wie bei einer richtigen Kamera enthalten. Die Blende des Auges, die Pupille, stellt sich selbsttätig ein, d. h. sie erweitert oder verengert sich, je nachdem es

dunkler oder heller wird. Ähnlich ist es mit dem Objektiv, der Linse des Auges. Während bei einer photographischen Aufnahme bei einem gegebenen Abstand des aufzunehmenden Objektes die Linse einen ganz bestimmten Abstand von der Platte haben muß, ist dies beim Auge nicht nötig und auch gar nicht möglich. Die Entfernung zwischen Linse und Platte ist im Auge eine unveränderliche. Aber die Natur schuf in der Linse des Auges ein Objektiv, das selbständig seine Krümmung und somit seine Brennweite verändern kann. Diese Einstellfähigkeit der Augenlinse — Akkomodation — und die automatische Verengung und Erweiterung der Pupille sind Fähigkeiten, die kein optisches Instrument aufzuweisen hat. Aber bei dem dritten Teil, der Platte, ist menschliches Schaffen in einem Punkt der Natur überlegen.

Auf der Platte des Auges, der Retina oder Netzhaut, entsteht das von der Linse entworfene und von der Pupille abgeblendete scharfe Bild des betrachteten Gegenstandes, das durch die Nervenstränge zum Gehirn weitergeleitet wird und uns zum Bewußtsein kommt. Der bedeutende Unterschied zwischen der Netzhaut des Auges und der photographischen Platte besteht nun darin, daß durch die chemische Wirkung des Lichtes eine Veränderung der photographischen Platte hervorgerufen wird, die durch weitere chemische Behandlung zur Fixierung oder Festhaltung des Bildes führt, während das Bild auf der Netzhaut fast augenblicklich vergeht, wenn die Lichtwirkung nachläßt oder verschwindet.

Ist ein Objekt, beispielsweise irgendein Stern, zu schwach, um vom Auge wahrgenommen zu werden, so können wir nach der betreffenden Stelle stundenlang hinsehen, ohne daß wir etwas wahrnehmen können. Der Lichtindruck, auf den die Netzhaut unseres Auges nicht reagiert, kann noch so oft wiederholt werden, er bleibt für uns unwahrnehmbar. Anders dagegen bei der photographischen Platte. Auf ihr summieren sich die aufeinanderfolgenden Lichteindrücke, und wenn sie einzeln zu schwach sind, um den chemischen Umwandlungsprozess einzuleiten, so ist ihre Summe wohl dazu imstande. Deshalb kann von einer Himmelsgegend, in der unser Auge nichts wahrnimmt, durch die photographische Platte, wenn sie nur lange genug auf die betreffende Himmelsstelle gerichtet ist, sehr viel zur Wahrnehmung gebracht werden.

Die Sterne werden nach ihrer Helligkeit in Größenklassen eingeteilt, wobei jede Klasse die nächstfolgende um das 2,5fache übertrifft. Das schärfste Auge kann Sterne der sechsten Größenklasse noch gerade wahrnehmen, und wenn wir die Sterne, die mit unbewaffnetem Auge zu erkennen sind, zählen, so stellt sich heraus, daß es nur wenige tausend sind.

Das Fernrohr hat die Kraft unseres Auges verzehntausendfacht. Die große Objektivlinse

eines Fernrohrs oder bei den großen Reflektoren der Sammelspiegel sind mit einer erweiterten Pupille zu vergleichen, die viel mehr Licht aufnehmen kann, als es unsere kleine Augenpupille vermag. Diese aufgefangene Lichtfülle wird durch die optische Einrichtung eines Fernrohrs in einem Punkt vereinigt und also verstärkt in unser Auge geschickt. Hierdurch können wir selbst Sterne der sechzehnten bis siebzehnten Größenklasse noch erkennen. Das 100zöllige Hookerteleskop auf dem Mount Wilson reicht sogar bis zur neunzehnten Größe. Damit sind wir an die Grenze der visuellen Leistungsfähigkeit unserer Fernrohre gekommen. Die photographische Platte jedoch zeigt uns noch Bilder von Sternen bis zur einundzwanzigsten Größenklasse. Was das bedeutet, wird uns klar, wenn wir hören, daß auf diese Weise anderthalb Milliarden Sterne gezählt werden. Damit ist unsere Einsicht in den Bau der Sternenwelt bedeutend vergrößert worden. Aber auch in unserem Planetensystem verdanken wir der Himmelsphotographie Erweiterung unseres Wissens. Prof. Wolf, der Direktor der Heidelberger Sternwarte, war der erste, der die Photographie in den Dienst der Planetensuche stellte und eine Einrichtung schuf, die es ermöglichte, Aufnahmen dieser kleinen Wandelgestirne von längerer Dauer zu machen.

Bei allen Daueraufnahmen muß das astrophotographische Fernrohr mit einer Einrichtung versehen sein, welche es ermöglicht, das Fernrohr der scheinbaren Drehung des Himmels nachzuführen, in Wirklichkeit also der Drehung der Erde entgegenzuführen. Bei den ausschließlich für Himmelsaufnahmen bestimmten Instrumenten wird diese Drehung durch ein exakt arbeitendes Uhrwerk oder durch eine besondere elektrische Einrichtung besorgt. Jedes Fernrohr besitzt noch ein Leitfernrohr, das eine Visiervorrichtung enthält, ein Fadenkreuz, das auf einen helleren Stern im Gesichtsfeld der aufzunehmenden Himmelsgegend eingestellt wird. Weicht der anvisierte Stern von dem Mittelpunkt des Fadenkreuzes ab, d. h. ist die Stellung des Fadenkreuzes und des Sternes nicht dieselbe wie bei der Einstellung, so wird das Fernrohr entsprechend nachgedreht. Vermutet man nun an einer Himmelsstelle einen Kleinen Planeten oder irgendein anderes interessantes Objekt, so wird das astrophotographische Fernrohr auf die betreffende Himmelsstelle gerichtet und die Platte mehrere Stunden belichtet, wobei das Triebwerk das Instrument den Sternen nachbewegt. Da die Fixsterne ihren Ort nicht verändern, erscheinen sie auf der Platte als Punkte, während ein Planet, der sich während der Aufnahme weiterbewegt hat, als Strich erkennbar wird. Von den mehr als zwölfhundert bisher entdeckten Kleinen Planeten sind gut zwei Drittel mit Hilfe der Photographie aufgefunden worden.

Wie sehr die Daueraufnahmen unsere Kenntnisse von den Einzelheiten im Weltall bereichern, zeigen namentlich die Aufnahmen der sogenannten Nebelflecke, jener mattschimmernden mehr oder weniger ausgedehnten wolkenartigen Gebilde am Himmel. Ja, die Kenntnis und das Studium der Nebelflecke ist durch die Anwendung der Photographie so gefördert worden, daß dieser Teil der Himmelsforschung nur noch auf photographischem Wege mit Erfolg betrieben werden kann. Mit unbewaffnetem Auge sind von den Nebeln nur sehr wenige zu erkennen, aber bei Betrachtung mit großen Fernrohren erweisen sie sich als ungeheure Sternanhäufungen. Da es mit der zunehmenden Kraft unserer Fernrohre gelang, immer mehr Nebel in Sternhaufen aufzulösen, glaubte man einige Zeit, daß sämtliche Nebelflecke Sternhaufen seien. Aber ein anderes Hilfsmittel der Himmelsforschung, die Spektralanalyse, bewies, daß es außer den scheinbaren Nebeln, den Sternhaufen, auch echte, aus einer gasigen Materie bestehende Nebel gibt.

Die erste Anwendung der Himmelsphotographie galt der Erforschung der Sonne und des Mondes. Das erste brauchbare Verfahren zur Erzeugung photographischer Bilder wurde im

Jahre 1839 von Daguerre erfunden, wobei auf einer mit Jod- und Bromdämpfen behandelten Kupferplatte ein Bild durch feine Quecksilbertropfchen hervorgerufen wurde. So umständlich dieses Verfahren auch gewesen sein mag, so diente es doch schon 12 Jahre nach seiner Erfindung zur Aufnahme einer Sonnenfinsternis, nämlich der vom 28. Juli 1851, die Hermann Krone in Leipzig, wo sie partiell zu sehen war, aufnahm. Die damals angefertigten Bilder befinden sich im Museum der Treptow-Sternwarte.

Wirkliche Vorteile hatte die Astronomie von der Photographie aber erst, als sich zwanzig Jahre später die Bromsilbergelatine-Methode, eine Trockenplatten-Methode von Maddox, einführte. Mit dieser Methode verschwand das lästige Präparieren der Platten, d. h., daß der Photograph die Platten vor jeder Aufnahme erst in der Dunkelkammer mit dem lichtempfindlichen Überzug versehen mußte.

Die Aufgaben der Photographie in der Astronomie sind so mannigfaltig und vielseitig, daß es unmöglich ist, dieses Thema im Rahmen eines Artikels zu behandeln. Die vorstehenden Zeilen sollen auch nur ein kurzer Hinweis auf die Bedeutung der Photographie für die Astronomie sein.

Der gestirnte Himmel im August und September 1932.

Von Günter Archenhold.

(Mit Sternkarten und Karten des Laufes von Sonne, Mond und Planeten für beide Monate.)

Der frühere Eintritt der Dunkelheit und die milden Nächte machen die kommenden Monate zur Sternbeobachtung besonders geeignet. Unsere Leser werden daher sicher die Gelegenheit benutzen, um sich an Hand der von E. Wolff-Beselin an anderer Stelle dieses Heftes gegebenen Ausführungen über die neue Astrognozie mit den Sommersternbildern vertraut zu machen. Aus unseren Sternkarten, die zu den bekannten Zeiten Gültigkeit haben, ist zu ersehen, in welcher Himmelsrichtung die Bilder zu suchen sind. Besonders verschönt wird die Himmelsbetrachtung durch die günstige Stellung der Milchstraße und das Auftreten der Auguststernschnuppen, den Perseiden.

Der veränderliche Stern Algol ist wieder leichter zu beobachten. Seine Lichtminima treten zu den folgenden Zeiten ein:

Aug. 7.	2 ^h	Sept. 1.	21 ^h
"	9.	"	16.
"	27.	"	19.
"	30.	"	21.
	0 ^h	"	23
		"	24.
		"	20 ^h

Die Planeten.

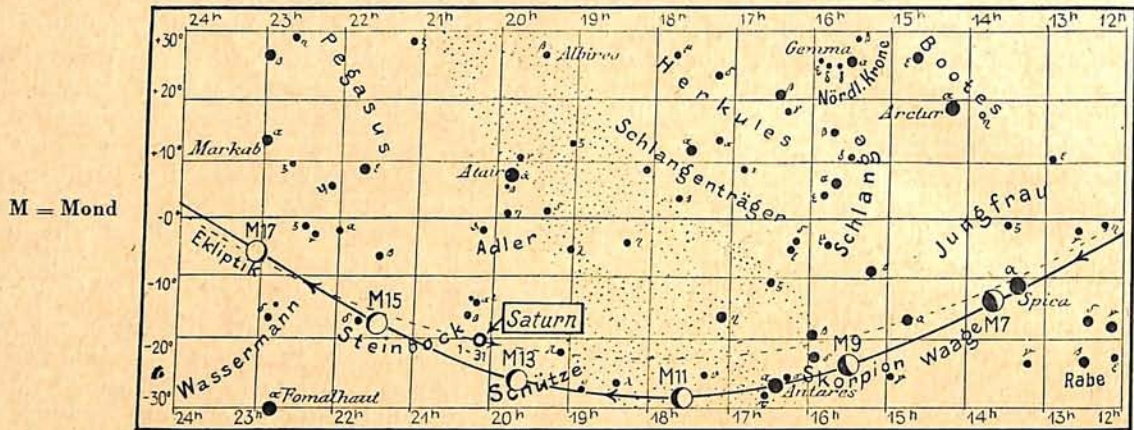
Merkur zieht am 17. August in unterer Konjunktion zwischen Sonne und Erde hindurch und ist daher zunächst unsichtbar. Am 27. August taucht er am Morgenhimmel auf

und kann nach wenigen Tagen bereits eine halbe Stunde mit bloßem Auge gesehen werden. Die günstigste Gelegenheit, den Schnellläufer unter den großen Planeten aufzufinden, ist am 7. September. An diesem Tage geht er um 3³/₄^h auf und bleibt etwa 40 Minuten lang sichtbar. Dann verringert sich die Sichtbarkeitsdauer wieder, und vom 18. September ab ist Merkur unsichtbar. Am 29. steht er hinter der Sonne in oberer Konjunktion.

Venus wird am Morgenhimmel immer schöner sichtbar. Anfang August leuchtet sie 2 Stunden lang nach ihrem um 1³/₄^h erfolgten Aufgang, Ende September sind es 3³/₄ Stunden. Sie bewegt sich rechtläufig durch die Zwillinge und den Krebs in den Löwen hinein. Ihre größte Helligkeit hat sie am 5. August bei einem Abstand von 67 Millionen km von der Erde.

Mars ist rechts oberhalb von der Venus am Morgenhimmel zu finden. Er durchwandert die Zwillinge und den Krebs. Anfang August geht er ³/₄ Stunden nach Mitternacht auf, Ende September genau um Mitternacht. Sein Abstand von der Erde verringert sich von 315 Millionen km auf 268 Millionen km; aber noch immer ist sein scheinbarer Durchmesser von 5" für feinere Beobachtungen als zu gering zu bezeichnen.

Abb. 2a. Lauf von Sonne, Mond und Planeten



Jupiter kommt am 26. August in Konjunktion mit der Sonne und bleibt bis zum 10. September unsichtbar. Dann taucht er am Morgenhimmel auf. Seine Sichtbarkeitsdauer steigert sich rasch bis zum Ende des Monats auf 1½ Stunden.

Saturn ist vom Eintritt der Dunkelheit an zu beobachten. Er steht im Sternbild des Steinbocks und bewegt sich rückläufig. Sein Durchgang durch den Meridian erfolgt Anfang August um 23½h, Ende August um 21½h und Ende September um 19½h. Sein hellster Trabant, Titan, steht am 9. und 25. August sowie 10. und 26. September in westlicher Elongation.

Uranus, in den Fischen, erreicht erst nach Mitternacht seine höchste Stellung über dem Horizont. Sein genauer Ort ist aus der folgenden Ephemeride zu entnehmen:

	Rekt.	Dekl.		Rekt.	Dekl.
	h m	°		h m	°
Aug. 1.	1 27,5	+8 30	Sept. 2.	1 25,8	+8 19
" 9.	1 27,4	8 29	" 10.	1 24,9	8 14
" 17.	1 27,0	8 27	" 18.	1 24,0	8 08
" 25.	1 26,5	+8 24	" 26.	1 22,9	+8 02

Neptun steht am 31. August in Konjunktion mit der Sonne und kann daher nicht aufgesucht werden.

Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne steigt in der Ekliptik herab und passiert dabei am 23. September den

Himmelsäquator. Mit der Tag- und Nachtgleiche beginnt der kalendarische Herbst. Die Tageslänge, die Anfang August noch 15½ Stunden beträgt, verkürzt sich rasch, so daß wir Ende September nur noch 11¼ Stunden lang das Licht der Sonne genießen können.

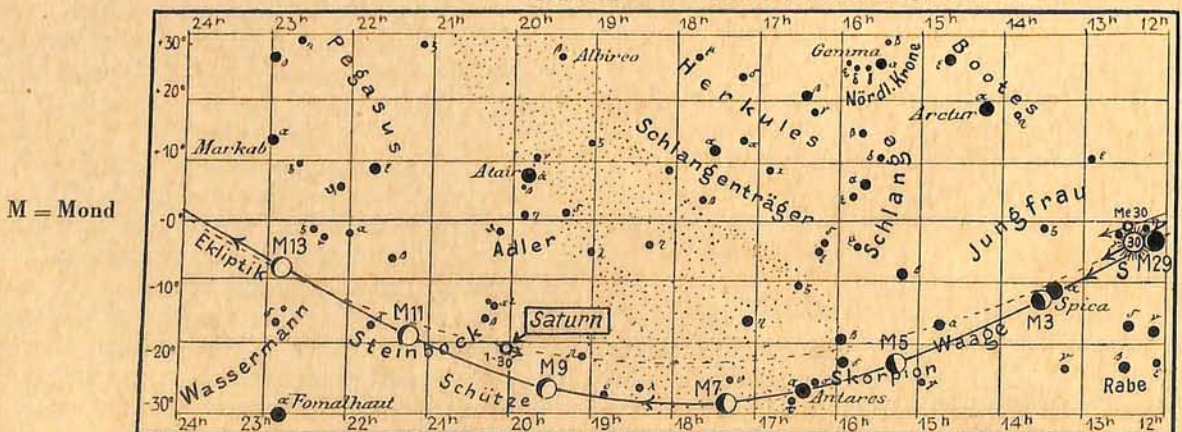
In Berlin geht die Sonne zu folgenden Zeiten auf und unter:

	Aufgang	Untergang
August 1.	4h25m	19h59m
" 15.	4 48	19 32
September 1.	5 16	18 55
" 15.	5 40	18 22
" 30.	6h 4m	17h47m

Weitere wichtige Angaben finden sich in nachstehender Tabelle:

Datum	Rektasz.		Deklin.		Sternzeit		Zeitgleichg. wahre minus mittlere Zeit
	0h Weltzeit	h m	0h Weltzeit	o ' "	Berlin, Mittag	h m	
Aug. 1.	8	43,8	+18	9	8	39,4	- 6 11
" 5.	8	59,2	17	6	8	55,1	5 52
" 10.	9	18,4	15	42	9	14,9	5 15
" 15.	9	37,2	14	12	9	34,6	4 23
" 20.	9	55,9	12	36	9	54,3	3 18
" 25.	10	14,3	10	55	10	14,0	2 2
" 30.	10	32,6	9	10	10	33,7	- 0 35
Sept. 1.	10	39,9	8	27	10	41,6	+ 0 2
" 5.	10	54,4	6	59	10	57,4	1 19
" 10.	11	12,4	5	7	11	17,1	3 1
" 15.	11	30,4	3	12	11	36,8	4 47
" 20.	11	48,3	+ 1	16	11	56,5	6 33
" 25.	12	6,3	- 0	41	12	16,2	8 18
" 30.	12	24,3	- 2	38	12	35,9	+ 9 58

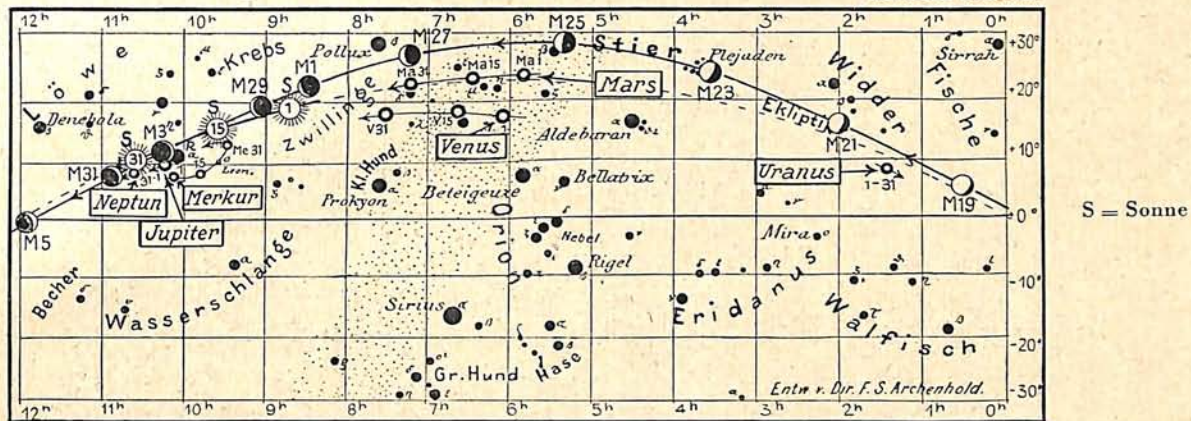
Abb. 3a. Lauf von Sonne, Mond und Planeten



für den Monat August 1932.

Abb. 2b.

Nachdruck verboten.



Der Mond ist mit seinen Lichtgestalten von zwei zu zwei Tagen in unsere Planetenkarten eingetragen.

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Neumond:	Aug. 2.	10 ^{3/4} h		
Erstes Viertel:	" 9.	8 ^{3/4}	Sept. 7.	13 ^{3/4} h
Vollmond:	" 16.	8 ^{3/4}	" 14.	22
Letztes Viertel:	" 24.	8 ^{1/4}	" 23.	1 ^{3/4}
Neumond:	" 31.	21h	" 30.	6 ^{1/2} h

Der Neumond am 31. August und der Vollmond am 14. September haben Finsternisse zur Folge. Die Sonnenfinsternis am 31. August ist in Nordamerika total, bei uns jedoch überhaupt nicht sichtbar. Die Mondfinsternis am 14. September verläuft da-

gegen für uns sehr günstig. Sie beginnt etwa 2 Stunden nach dem Aufgang des Mondes um 20^h18^m, erreicht ihren Höhepunkt um 22^h und endet um 23^h43^m. Es handelt sich um eine teilweise Finsternis; doch werden immerhin 98 Prozent des Mondes vom Schatten der Erde verdunkelt.

Am 8. August und 3. September steht der Mond in Erdnähe. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt an diesen beiden Tagen 32'23" und 32'45", die Horizontalparallaxe 59'20" bzw. 60'0". In Erdferne steht der Mond am 22. August und 19. September mit einem scheinbaren Durchmesser von 29'36" bzw. 29'32". Die Horizontalparallaxe beträgt 54'13" und 54'6".

In Berlin sind im August und September folgende Sternbedeckungen durch den Mond zu beobachten, von denen besonders auf diejenigen in den Plejaden am 24. August hingewiesen sei.

Datum	Name	Gr.	Rekt. 1932		Dekl. 1932		Phase	Zeiten für Berlin M. E. Z.		Winkel	Mondalter	Hilfsgrößen	
			h	m	o	'		h	m			o	d
Aug. 24.	q Tauri	4,3	3	41,2	+ 24	15	E	2	48,5	55	21,7	— 0,6	+ 2,1
24.	20 Tauri	4,1	3	41,8	+ 24	9	E	3	3,5	90	21,7	— 1,2	+ 1,3
24.	16 Tauri	5,4	3	40,8	+ 24	5	A	3	37	228	21,7	— 0,8	+ 2,2
24.	q Tauri	4,3	3	41,2	+ 24	15	A	4	2	257	21,7	— 1,3	+ 1,3
24.	20 Tauri	4,1	3	41,8	+ 24	9	A	4	14	223	21,7	— 0,9	+ 2,3
Sept. 11.	27 Capricorni	6,1	21	5,7	— 20	50	E	20	2	91	11,0	— 1,5	+ 1,0
13.	ι Aquarii	4,4	22	2,8	— 14	12	E	1	34	340	12,2	—	—
27.	α Leonis	1,4	10	4,8	+ 12	18	E	15	36	186	26,8	—	—
27.	α Leonis	1,4					A	15	56,5	231	26,8	—	—

E = Eintritt, A = Austritt

für den Monat September 1932.

Abb. 3b.

Nachdruck verboten.

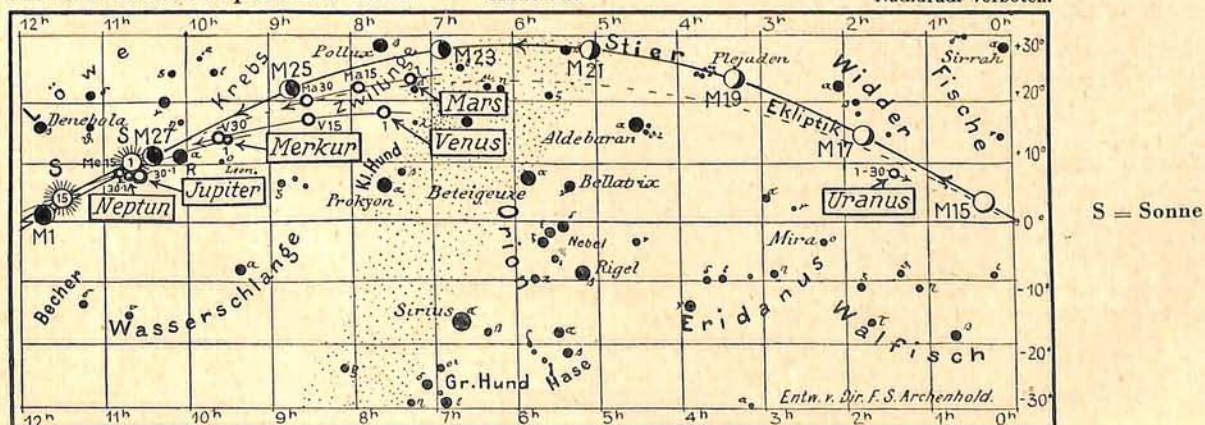
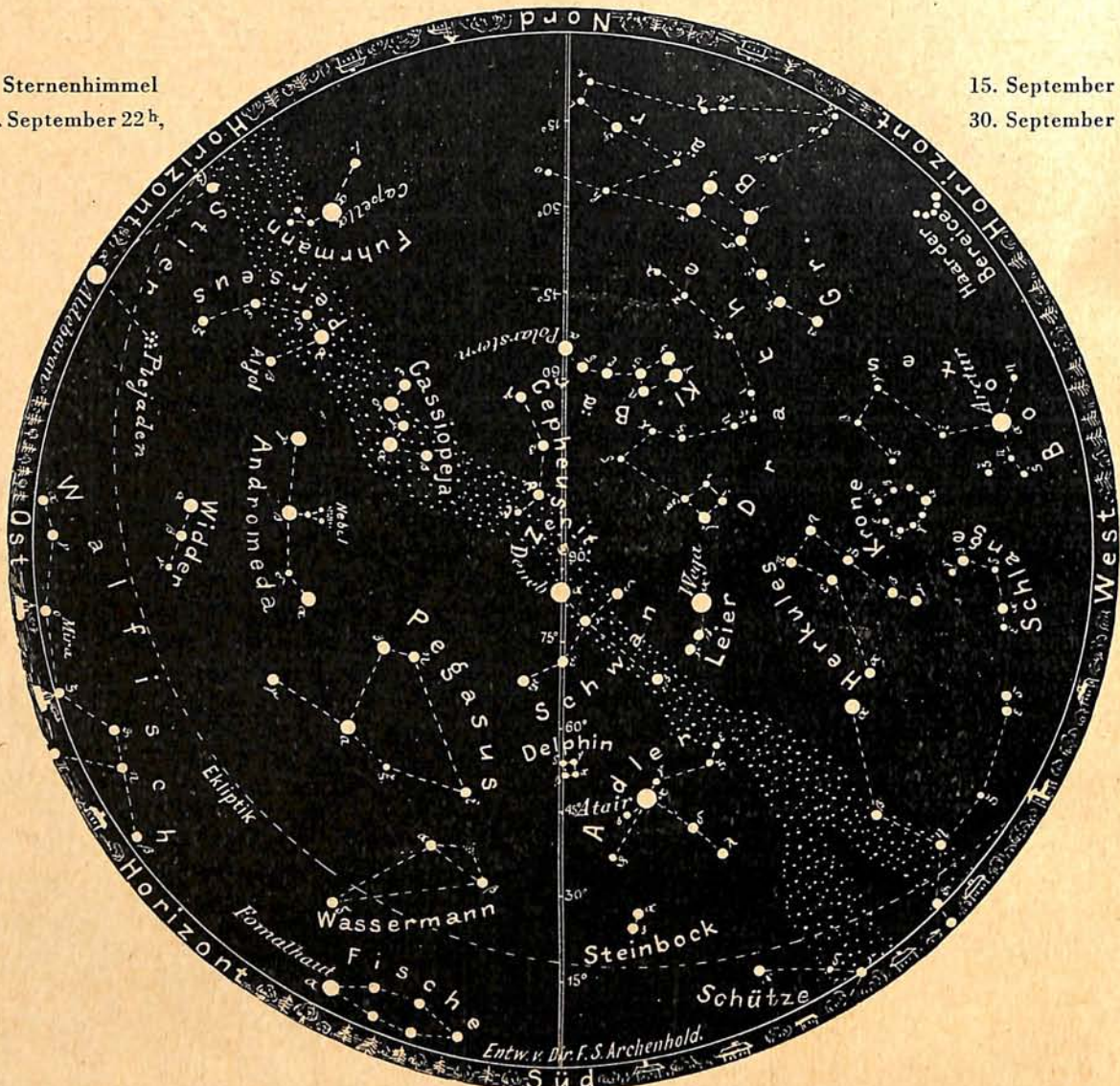


Abb. 4.

Der Sternenhimmel
am 1. September 22^h,

15. September 21,
30. September 20^h.



(Polhöhe 52¹/₂°)

Bemerkenswerte Konstellationen.

Aug.	h	Sept.	h
2.	22	3.	17
3.	19	7.	23
3.	22	10.	17
4.	10	13.	13
5.	2	14.	—
7.	18	14.	2
14.	13	17.	13
17.	15	18.	22
21.	7	23.	7
26.	17	25.	16
26.	22	26.	19
27.	22	28.	8
28.	4	28.	11
30.	11	29.	10
31.	—	30.	10
31.	10		
31.	14		
31.	20		

KLEINE MITTEILUNGEN

Ueber die Gestalt der Sonnenflecken. Bei der großen Verschiedenheit im Bau der Sonnenflecken erschien es mir interessant, meine Beobachtungen im Hinblick auf die prozentuale Verteilung der einzelnen Typen durchzusehen. Ich teilte zu diesem Zweck die Fleckengruppen auf Grund meiner Zeichnungen in folgende 6 Typen ein:

- I. Poren; einzelne sowie Gruppen.
- II. Regelmäßig gebaute Flecken („Typische Flecken“), einschließlich derjenigen mit Lichtbrücken über den Kern, sofern eine gemeinsame Penumbra vorhanden ist und die ursprüngliche Struktur klar hervortritt.
- III. Bipolare Gruppen.
- IV. Drei- und mehrfache Gruppen.
- V. Große, unregelmäßige Flecken bzw. Gruppen.
- VI. Nicht in die Typen I bis V passende Flecken und Fleckengruppen, insbesondere gestreckte Gruppen, kleine unregelmäßige Flecken und Übergangsformen.

In der Zeit von 1925 bis einschließlich September 1931 wurden von mir 2040 Detailzeichnungen von Sonnenflecken erhalten. Nach diesen ergab sich folgende Häufigkeitsverteilung der einzelnen Typen:

Tabelle 1.

Typ	Fälle	Prozent
I	280	13,72
II	795	38,97
III	585	28,68
IV	124	6,08
V	122	5,98
VI	134	6,57
Summe	2040	100,00

Man sieht aus Tabelle 1, daß weitaus die meisten Gruppen zu den regelmäßigen zu zählen sind, was ohne weiteres verständlich erscheint, wenn man bedenkt, daß die meisten Gruppen anderen Typs im Laufe ihrer Entwicklung ein Stadium durchmachen, währenddessen sie regelmäßig gebaut sind. An zweiter Stelle folgen in der Häufigkeit die bipolaren Gruppen und erst an dritter stehen die Poren. Die großen unregelmäßigen und die mehrfachen Gruppen sind mit je rund 6% vertreten. 6½% endlich lassen sich nicht in die Typen I bis V einreihen.

Weiterhin untersuchte ich, inwieweit und in welchem Sinne sich diese Verteilung im Verlaufe einer Fleckenperiode von Jahr zu Jahr verschiebt. Das Ergebnis ist in Tabelle 2 zusammengefaßt.

Tabelle 2.

Jahr	Prozentuale Häufigkeit der Typen					
	I	II	III	IV	V	VI
1925	12,91	40,32	30,65	8,60	1,61	5,91
1926	12,73	43,19	31,06	5,33	2,66	5,03
1927	14,78	41,09	25,10	5,67	7,08	6,28
1928	11,92	38,74	22,85	5,96	13,24	7,29
1929	11,88	36,02	29,88	7,28	6,51	8,43
1930	14,98	33,61	31,98	6,07	5,67	7,69
1931	16,98	36,32	34,43	4,72	1,89	5,66

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich folgendes Bild: Der Unterschied in der prozentualen Häufigkeit der Poren (Typ I) ist gering; sie treten offenbar am seltensten zur Zeit des Fleckenmaximums auf. Die regelmäßig gebauten Gruppen von Typ II weisen keinen deutlichen Gang auf; nach obiger Zusammenstellung hätten sie ihre größte Häufigkeit auf dem ansteigenden Ast der Sonnentätigkeitskurve (1926, also 2 Jahre vor dem Fleckenmaximum) und ihre geringste Zahl auf dem absteigenden Ast (1930), jedoch möchte

ich nicht entscheiden, ob hier tatsächlich eine Gesetzmäßigkeit vorliegt, oder ob diese Verteilung nur rein zufällig ist. Anders bei den Typen III und V. Typ III, die bipolaren Gruppen, haben ein ausgesprochenes Häufigkeitsminimum zur Zeit der größten Sonnentätigkeit, im Gegensatz zu Typ V (große, unregelmäßige Gruppen), der in dieser Epoche ein sehr scharfes Maximum seiner Häufigkeit aufweist. Letzteres war nicht anders zu erwarten, und es ist anzunehmen, daß die Zahl der zu Typ V gehörigen Gruppen während der Zeit geringster solarer Tätigkeit ganz auf Null herabsinken wird. Typ IV (mehrfache Gruppen) läßt keinen deutlichen Gang erkennen; da es sich bei diesen Gebilden häufig um Auflösungsprodukte von Gruppen anderer Konstitution handelt, ist dieses Resultat kaum verwunderlich. Die nicht ohne weiteres in dieses Schema einzureihenden Gebilde sind zu allen Zeiten gleich häufig vertreten.

Dr. Werner Sandner.

Graphische Vorausbestimmung des Ein- und Austritts einiger Mondkrater bei der Finsternis am 14. September 1932. Die Zeitangaben in M. E. Z. gelten, wenn nicht anders angegeben, für den Ostrand des Kraters. Die Nummern beziehen sich auf die Franz'sche Mondkarte in Schurigs Atlas.

A. Eintritt.

Nr.	Krater	h	m	Nr.	Krater	h	m
142	Byrgius	20	21	14	Hipparch A	20	57
145	Crueger		21	14	Hipparch C		58,5
148	Grimaldi		22	82	Carlini		21 01
137	Schikard O		25	52	Godin		02
143	Mersenius		26	23	Piccolomini		02
146	Billy		26		Sinus Iridum SO		02
107	Olbers a		26,5	15	Theon sen. Mitte		05
137	Schikard W		28	16	Theon jun. Mitte		05
144	Gassendi A		30,5	81	Helicon		06
147	Flamsteed, Mitte		31	83	Archimedes O		07
108	Kepler		38	51	Dionys		07
114	Clavius O		38,5	80	Leverrier		07,5
117	Tycho O		40	48	Manilius		07,5
133	Landsberg		40	83	Archimedes W		10
117	Tycho W		41,5		Sinus Iridum SW		10
123	Thebit C		42	41	Autolycus		12
114	Clavius W		42	25	Petavius		13
102	Aristarch SO		42,5	40	Aristillus		13
91	Hortensius		43	32	Censorinus		13,5
123	Thebit B		44	47	Plinius		16
123	Thebit A		45	39	Cassini		19
93	Gambart		47	79	Plato SO		20
90	Copernicus O		47,5	30	Langrenus		21
131	Lalande		49	79	Plato NW		23
90	Copernicus W		50	77	Taruntius A		25
101	Diophant		51	72	Proclus		26,5
132	Mösting A		51	73	Picard		29,5
130	Herschel		52	74	Condorcet		32,5
100	Delisle		53	69	Cleomedes		34
87	Pytheas		54	62	Hercules		37,5
88	Eratosthenes		55,5	64	Cepheus		37,5
5	Nicolai A		55,5	63	Struve		43
85	Lambert		56,5	60	Endymion		46

B. Austritt.

Nr.	Krater	h	m	Nr.	Krater	h	m
	Sinus Iridum N	22	24	107	Olbers a	22	33,5
79	Plato N		25,5	82	Carlini		34,5
	Sinus Iridum SO			101	Diophant		35,5
	u. SW		27	39	Cassini		40
79	Plato S		29	148	Grimaldi N		40,5
81	Helicon		30,5	85	Lambert		41
80	Leverrier		31,5	62	Hercules		42
60	Endymion		33	108	Kepler		44
102	Aristarch		33	83	Archimedes NO		44
100	Delisle	22	33,5	40	Aristillus	22	44

Nr.	Krater	h	m	Nr.	Krater	h	m
87	Pytheas	22	44	130	Herschel	23	06,5
83	Archimedes SW	46		123	Thebit C		09
41	Autolyceus N	46		52	Godin		09,5
145	Crueger	47,5		123	Thebit B		10,5
147	Flamsteed	47,5		123	Thebit A		12
91	Hortensius	49		14	Hipparch A		12
146	Billy	50		51	Dionys		12
90	Copernicus NO	50		14	Hipparch C		13
64	Cepheus	51		16	Theon jun.		13
88	Eratosthenes	51		15	Theon sen.		14
142	Byrgius	51		72	Proclus		14
90	Copernicus S	52,5		117	Tycho O		15,5
133	Landsberg	53		117	Tycho W		17
63	Struve	53		73	Picard		18
143	Mersenius	54		114	Clavius O		18,5
144	Gassendi A	54,5		32	Censorinus		20,5
93	Gambart	57		77	Taruntius A		21,5
48	Manilius	23	01	114	Clavius W		21,5
137	Shikard NO	01,5		74	Condorcet		22
131	Lalande	02		5	Nicolai A		29
132	Mösting A	04		23	Piccolomini		30,5
137	Shikard SW	06		30	Langrenus		32,5
69	Cleomedes	06,5		25	Petavius	23	38
47	Plinius	23	06,5				

A. Hagedorn.

Mitteilungen über die bisherigen Kometen dieses Jahres und zwei Neuentdeckungen. Bei den Nachforschungen nach dem Grigg-Skjellerupschen Kometen hatte van Biesbroeck am 6. März d. J. in der Nähe des Ortes der Aufsuchungsephemeride einen verwachsenen Nebelfleck 16. Größe gefunden. Nach den Berechnungen von Crommelin kann es sich bei diesem Objekt nicht um den zurück erwarteten Kometen handeln, so daß es als ein neuer Komet, der inzwischen die Bezeichnung 1932a (van Biesbroeck) erhalten hat, angesehen werden muß. Wegen Behinderung durch Mondschein konnte das lichtschwache Gestirn leider nicht weiter verfolgt werden. Der Grigg-Skjellerupsche Komet wurde von van Biesbroeck am 28. April als eine verwachsene Nebelmasse 11. Größe aufgefunden. Er erhielt die Bezeichnung 1932d, während der Kopfsche Komet, der zuerst diese Bezeichnung erhalten hatte, 1932e genannt wurde. — Die Reihe der Kometenentdeckungen wurde fortgesetzt von Newman am Lowell-Observatorium, der am 20. Juni den Kometen

1932f auffand. Auch dieser Komet ist sehr lichtschwach. Er erscheint wie ein runder Nebelfleck von der 13. Größenklasse mit geringer Ausstrahlung. Das Vorhandensein dieses Kometen ist von verschiedenen deutschen Beobachtern bestätigt worden. Ein von Schmitt angezeigtes Objekt ist dagegen vergeblich gesucht worden, so daß man sein Vorhandensein vorläufig noch in Frage stellen muß. Schließlich ist die Entdeckung eines Kometen in der Nähe des Südpols zu melden, der von der 10. Größenklasse ist und von G e d d e s am 22. Juni 1932 beobachtet wurde. Auch über diesen Kometen 1932g lagen bei Redaktionsschluß keine weiteren Mitteilungen vor.

G. A.

Kleine Planeten im August und September 1932.

Die kommenden Monate bieten wieder Gelegenheit, einige der helleren Planetoiden aufzufinden. Der im Jahre 1856 von Goldschmidt in Paris entdeckte Kleine Planet Harmonia bewegt sich südlich der Ekliptik im Sternbild des Wassermanns und erreicht die 8,9. Größe. Zwei weitere Planeten, die beide von Hind in London zuerst gesehen wurden, stehen weiter nördlich und erreichen eine noch größere Helligkeit. Ihre Ephemeriden lassen wir nachstehend folgen:

(40) Harmonia				(7) Iris			
	Rekt.	Dekl.		Rekt.	Dekl.		
Juli 24.	22 ^h 31 ^m	— 14° 56'	Aug. 1.	22 ^h 57 ^m	+ 2° 55'		
Aug. 1.	22 27	15 46	9.	22 54	3 11		
9.	22 21	16 42	17.	22 49	3 14		
17.	22 14	17 40	25.	22 43	3 2		
25.	22 7	18 34	Sept. 2.	22 36	2 35		
Sept. 2.	22 0	19 21	10.	22 28	1 57		
10.	21 ^h 53 ^m	— 19° 56'	18.	22 ^h 22 ^m	+ 1° 14'		

Opposition August 23.
Größe Helligkeit 8^m,9.

Opposition August 31.
Größe Helligkeit 7^m,5.

(12) Victoria			
	Rekt.	Dekl.	
Aug. 17.	23 ^h 30 ^m	+ 13° 45'	
25.	23 26	13 34	
Sept. 2.	23 20	13 0	
10.	23 14	12 3	
18.	23 7	10 49	
26.	23 1	9 25	
Okt. 4.	22 ^h 58 ^m	+ 7° 58'	

Opposition September 10.
Größe Helligkeit 8^m,5.

G. A.

BÜCHERSCHAU*)

Barneck, Dr. Alfred: Die Grundlagen unserer Zeitrechnung. (Mathematisch-Physikalische Bibliothek, Bd. 29). 2. Aufl., 49 S. m. 9 Fig. Verlag B. G. Teubner, Leipzig 1932. Preis kart. 1,08 M.

In diesem handlichen und übersichtlichen Bändchen werden in verständlicher Weise die Grundbegriffe der Sternzeit, Sonnenzeit und Bürgerlichen Zeit dargelegt. Da über diese Gebiete im allgemeinen noch manche Unklarheit herrscht, ist das Büchlein zur Einführung bestens zu empfehlen. An Hand leichter Beispiele dringen wir schnell in den Text ein, und gute Abbildungen erläutern die Worte. Dr. W.

Hettner, Alfred: Die Klimate der Erde. (Geographische Schriften, Heft 5.) 115 S. m. 69 Kartenskizzen und Diagrammen. Verlag B. G. Teubner, Leipzig 1930. Preis kart. 4,85 M.

Über die Klimate der Erde sind schon manche Werke erschienen, aber dieses Buch hat in seiner physiologisch-genetischen Behandlung der Klimate neben dem gleichnamigen Buche von Köppen Platz und füllt eine Lücke aus. Es eignet sich vorzüglich zum Studium, wobei vorausgesetzt wird, daß die Elemente der Meteorologie bekannt sind. Der Inhalt gliedert sich in sieben

Abschnitte, die folgende Themen behandeln: Sonnenstrahlung; Atmosphärische Zirkulation; Chemische Zusammensetzung und Staubgehalt der Luft; Wasserdampf, Bewölkung und Niederschläge; Licht und Himmelsfarbe; Wärme; Klima. Als Einleitung dienen Abhandlungen über die Kenntnis der Klimate, die klimatologische Darstellung, die Erkenntnis der Ursachen und über das System der klimatischen Erscheinungen. So ist in diesem lehrreichen Werke alles vorhanden, was man zur eingehenden Beschäftigung mit der Klimakunde braucht. Jeder ist vom Klima abhängig, und besonders unsere Gesundheit steht mit ihm in enger Beziehung; man wird also gewissermaßen gezwungen, sich mit dieser Materie zu befassen. Der Verfasser hat in jeder Weise seine Aufgabe bestens erfüllt, und wir folgen gern seinen klaren und anschaulichen Darlegungen. Sehr übersichtlich sind die Klimakarten im letzten Abschnitt, und besonders interessant ist die Karte über die jährliche Dauer des Sonnenscheins in Europa, denn von der Sonnenstrahlung hängen doch in erster Linie alle Witterungsvorgänge ab. Dr. W.

*) Alle Werke können von der „Auskunfts- und Verkaufsstelle der Treptow-Sternwarte“, Berlin-Treptow, bezogen werden.

„Das Weltall“ erscheint monatlich (Januar/Februar und Juli/August in je einem Doppelheft). Bezug durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow (Postcheckkonto Berlin Nr. 4015) sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten. Preis jährlich 8 M. (Ausland 10 M.) Einzelheft 1 M., Doppelheft 1,50 M. — Über Anzeigengebühren erteilt der Verlag bereitwilligst Auskunft.

Zum Aufsatz von Walter M. H. Schulze: „Ergebnisse der deutschen Nordlichtexpedition im Winter 1931/32“.

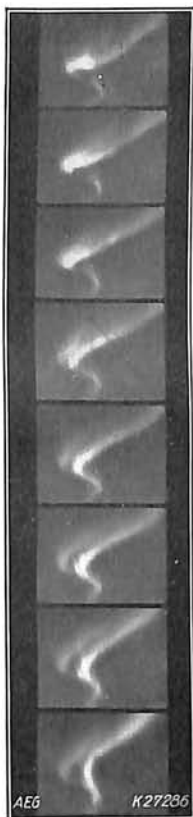


Abb. 2.



Abb. 3.



Abb. 4.

Einige der schönsten Photographien der deutschen Nordlichtexpedition, aufgenommen von W. Bauer.

Abb. 2. Nordlichtbogen vom 8. 3. 1932 im Filmbild.

Abb. 3. Nordlichtstrahlen vom 7. 2. 1932, in Tennes aufgenommen.

Abb. 4. Nordlichtdraperie vom 25. 12. 1931.



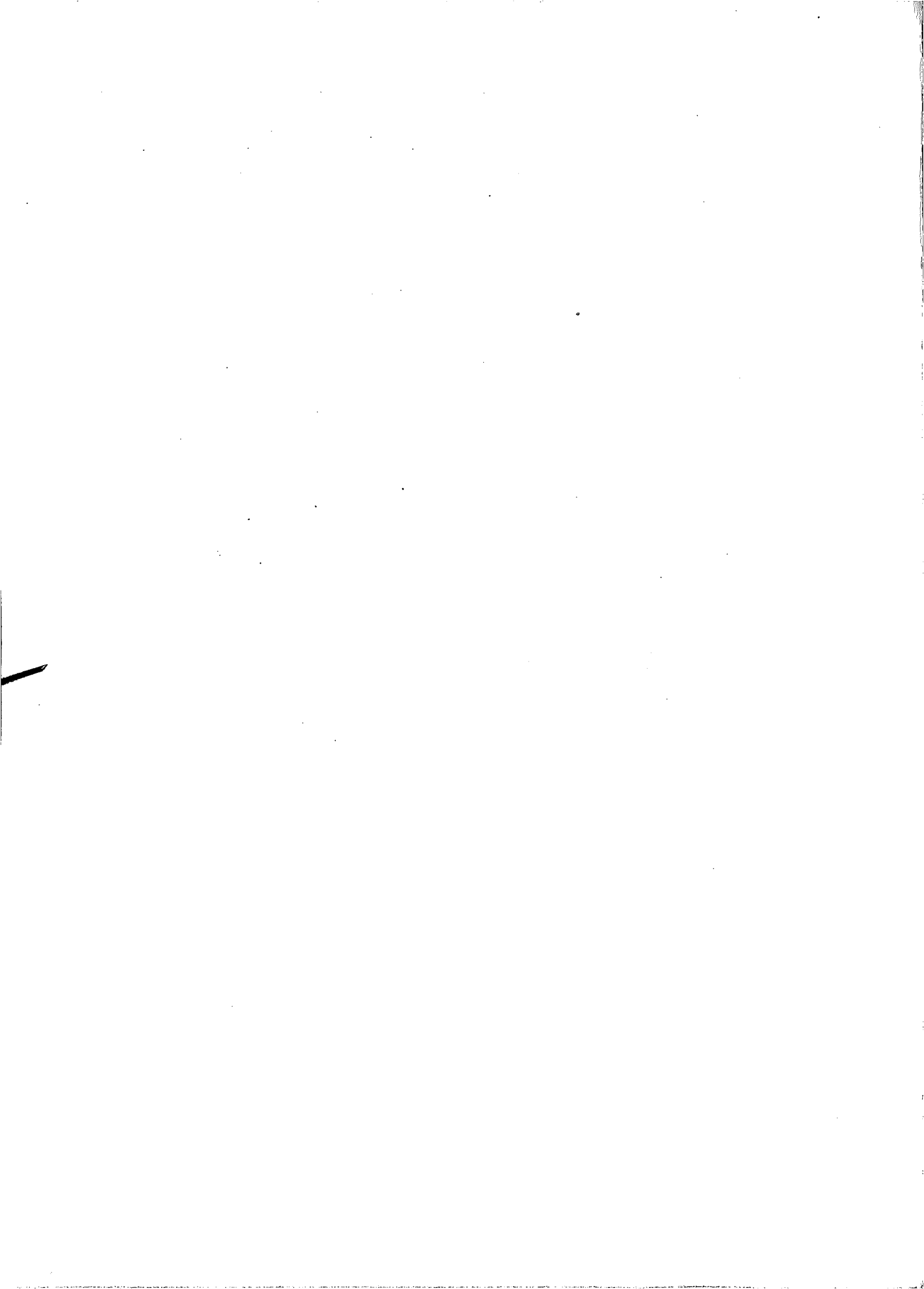
Abb. 5.

Nordlichtstrahlen vom 7. 2. 1932, in Tromsø aufgenommen.



Abb. 6.

Nordlichtdraperie mit wandernden Lichtmaxima vom 1. 1. 1932.



DAS WELTALL

Herausgegeben von Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

Schriftleiter: Günter Archenhold.

31. Jahrgang Heft 12

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

September 1932

Inhaltsverzeichnis:

- | | |
|---|-----------|
| 1. Ergebnisse der deutschen Nordlichtexpedition im Winter 1931/32. Kinematographie und Ultrarotphotographie des Nordlichts. Von Walter M. H. Schulze. (Mit einer Beilage und einer Abbildung im Text.) | Seite 161 |
| 2. Neue Astrognosie. Der Sternenhimmel der Griechen. Von E. Wolff-Beslin. III. Die Sternbilder des Herbstes. (Mit einer Abbildung.) .. | 163 |
| 3. Das photographische Problem der Hagenschen Dunkelwolken. Von Karl Haidrich . | 165 |
| 4. Charakterbilder aus der Geschichte der Astronomie. Von Professor Dr. F. Dannemann. VI. Gustav Kirchhoffs Forschungen über die physikalische und chemische Natur der Sonne. .. | 170 |
| 5. Der gestirnte Himmel im Oktober 1932. Von Günter Archenhold. (Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.) | Seite 171 |
| 6. Aus dem Leserkreise: Einheitliche Bezeichnung der Himmelsrichtungen auf anderen Weltkörpern. — Nordlichtbeobachtung? . . | 174 |
| 7. Kleine Mitteilungen: Heller Komet Peltier-Whipple (1932 k). — Neuer Komet Schmitt (1932 h). — Wiederauffindung zweier periodischer Kometen. — Ein neuer Kugelsternhaufen. — Orientierung nach dem Monde. — Piccard und die Venus | 175 |
| 8. Bücherschau | 176 |

Nachdruck nur mit Genehmigung der Schriftleitung, Auszüge nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Ergebnisse der deutschen Nordlichtexpedition im Winter 1931/32.

Kinematographie und Ultrarotphotographie des Nordlichts.

Von Walter M. H. Schulze.

(Mit einer Beilage und einer Abbildung im Text.)

Es ist verständlich und liegt in der Natur der Sache, daß den Hauptanteil an der Erforschung des Nordlichtes bisher zweifellos die Nordländer getragen haben — man denke nur an das Dreigestirn: Birkeland, Störmer, Vegard —, wengleich auch in der älteren Zeit gerade deutsche und österreichische Forscher wie Goldstein, Weyprecht und Fritz und neuerdings auch Amerikaner beträchtliche Verdienste um die Nordlichtforschung aufzuweisen haben.

Bedauerlich ist es daher, daß Deutschland infolge seiner katastrophalen Wirtschaftslage an der soeben unter der Bezeichnung „2. Polarjahr“ eröffneten großzügigen internationalen Polarforschung offiziell keinen Anteil nehmen konnte. Um so erfreulicher ist es, daß durch Zusammenschluß von Heinrich-Hertz-Institut, AEG-Forschungsinstitut und Photophysikalisches Laboratorium der Technischen Hochschule Danzig zu einer „Arbeitsgemeinschaft zur Erforschung der Elektrophysik der hohen Atmosphäre“ der Plan einer Nordlichtexpedition möglich wurde. Schon im vergangenen Winter haben die beiden letztgenannten Institute durch Unterstützung der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft und der Heinrich-Hertz-Gesellschaft Vorarbeit leisten können. Diese erste deutsche Nordlichtexpedition hatte ihr Arbeitsfeld in Tromsö in der Nähe des Nordkaps aufgeschlagen, wo sie als Gast des dortigen

Nordlichtobservatoriums (Abb. 1) wertvolle Unterstützung durch die norwegische Nordlichtforschung erfuhr.

Ihre Arbeit kann man, wie die jetzt vorliegenden Ergebnisse erkennen lassen, als äußerst fruchtbar bezeichnen, vor allem dadurch, daß neue Wege, die auf photographisch-optischem Gebiet liegen, der Erforschung der Nordlichterscheinungen zugänglich gemacht wurden. Bekanntlich ist die Lichtintensität der Nordlichterscheinungen ziemlich gering, so daß zu photographischen Aufnahmen derselben bisher etwa $\frac{1}{2}$ — 1^s notwendig waren. Filmaufnahmen von Nordlichtern waren daher nicht möglich, so daß bei dem vor etwa Jahresfrist vom Forschungsinstitut der AEG herausgebrachten Lehrfilm „Das Nordlicht“¹⁾ noch zu Mitteln des Trickfilms²⁾ unter Benützung von echten Nordlichtphotographien gegriffen werden mußte, um dem Zuschauer einen plastischanschaulichen und naturwahren Eindruck von diesen wechselvollen Leuchtvorgängen zu geben. Jetzt gelang es, durch besondere Verfahren die

¹⁾ Der letzte, dritte Teil des Films ist nunmehr fertiggestellt und wird auf der diesjährigen 92. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte vorgeführt.

²⁾ Dies geschah in der Weise, daß die Aufnahmen nach Nordlichtphotographien gemacht wurden, wobei das allmähliche An- und Abschwellen der Intensität des Nordlichtes durch Änderung der Beleuchtung bei der Verfilmung der Photographien erzielt wurde.

photographische Emulsion derart lichtempfindlich zu machen, daß unter Anwendung äußerst lichtstarker Objektive zum ersten Male Nordlichter in ihrem gesamten Verlauf durch kinematographische Zeitrafferaufnahmen festgehalten werden konnten. Abb. 2 bringt einen Ausschnitt aus einem solchen natürlichen „Nordlichtfilm“ zur Darstellung. Er stellt die zeitliche Entwicklung eines Nordlichtbogens dar. In den Abbildungen 3—6 werden noch einige wohlgelungene Aufnahmen von besonders

Art und den physikalischen Zustand der Gase, welche unter dem Einfluß der solaren Korpuskularstrahlung das Leuchten hervorrufen, und damit auch in den näheren Mechanismus des Leuchtvorganges. In der Tat wurden durch die ersten Aufnahmen dieser Art schon neue Strahlen im Spektrum des Nordlichts entdeckt, welche im Ultrarot liegen und mit großer Wahrscheinlichkeit dem Stickstoff angehören.

Die Bedeutung der Nordlicht-Kinematographie liegt neben der Verwendung für den



Abb. 1. Nordlichtobservatorium Tromsø.

schönen Nordlichtformen wiedergegeben, welche deutlich den Fortschritt der Aufnahmetechnik gegenüber den älteren Nordlichtphotographien zeigen*).

Ein weiterer bedeutender Fortschritt, den die Expedition zu verzeichnen hat, besteht darin, daß es ihr gelang, Nordlichter in verschiedenen Spektralgebieten, vor allem auch im Gebiet des Rot und Ultrarot aufzunehmen. Für gewöhnlich wirken die Strahlen des roten Lichts und die noch langwelligeren, nicht mehr sichtbaren des ultraroten Spektralgebiets auf die photographische Platte nicht mehr ein. Durch besondere Sensibilisationsverfahren konnte man jedoch die photographische Schicht auch im Gebiet dieser langwelligeren Strahlen lichtempfindlich machen. Geeignete Filter sorgten sodann für eine Ausblendung der übrigen Teile des Strahlenspektrums.

Welche Bedeutung kommt nun diesen beiden neuen Forschungsmethoden für ein weiteres Eindringen in die Geheimnisse des Nordlichtes und der obersten Atmosphäre zu? Die Methode der photographischen Aufnahme in bestimmten Spektralgebieten gestattet ein Eindringen in die

Anschauungsunterricht in der Hauptsache ebenfalls im rein Wissenschaftlichen, in der Verfeinerung der bestehenden Arbeitsmethode. Bisher machte man bekanntlich von zwei Stationen aus gleichzeitig (erzielt durch telefonische Verbindung) fortlaufend Aufnahmen des Nordlichtes, um möglichst viel Höhenbestimmungen ausführen zu können. Irgendwelche Besonderheiten, die während des Verlaufes der Erscheinung auftraten, mußten dabei nach der Beobachtung vermerkt werden. Jetzt kann man die Kameras durch Filmaufnahmeapparate ersetzen und das Nordlicht in seinem Gesamtverlauf in allen seinen Einzelheiten und Besonderheiten aufnehmen und so aufs genaueste nachträglich sämtliche im Verlauf aufgetretenen Höhen- und Intensitätsänderungen bestimmen. So konnte in der Tat auch schon nach den ersten wenigen Filmen bereits eine Erweiterung unserer Kenntnisse über die vorkommenden Minimalhöhen verzeichnet werden. Galt bisher als untere Grenze, bis zu der herab Nordlichterscheinungen bei den photographischen Höhenbestimmungen aufgetreten waren, 80 km, so gelang es jetzt, auf zwei, an verschiedenen Orten gleichzeitig aufgenommenen Filmen einen Bogen in seinem Verlauf zu verfolgen, der bis auf ca. 65 km herabreichte.

*) Sämtliche Abbildungen sind uns freundlichst von der AEG überlassen worden. Die Schriftleitung.

Vor allem dürfte durch die Kinematographie des Nordlichtes auch ein eingehendes Studium der mannigfachen Veränderungen während des Nordlichtverlaufes sowie der Beziehungen zu anderen kosmischen oder irdischen physikalischen Vorgängen ermöglicht werden. Da die Nordlichtvorgänge sich ganz allgemein in Höhenlagen abspielen, in welchen sich die für die Funkübertragung wichtigen reflektierenden Schichten befinden, so glaubt man, daß das gemeinsame Studium von Nordlicht und Wellenausbreitung für beide Gebiete wichtige Auf-

schlüsse erzielen wird. Daß tatsächlich während des Auftretens von Nordlichtern abweichende Empfangsbedingungen herrschen, konnte B. Düll durch Funkpeilungen während seines etwa 8tägigen Aufenthalts im März 1931 in Abisko, im nördlichsten Schweden, dartun. Die Arbeit der deutschen Expedition im kommenden Winter wird daher auch diesen für die Technik wichtigen Beziehungen der Nordlichtvorgänge zur Wellenausbreitung gelten. Hoffen wir, daß diese zweite Expedition der genannten Arbeitsgemeinschaft von ebensoviel Erfolg gekrönt sein wird wie die des Vorwinters.

Neue Astrognosie.

Der Sternenhimmel der Griechen.

Von E. Wolff-Beselin.

(Mit einer Abbildung.)

III. Die Sternbilder des Herbstes.

Die Leitsterne der Herbstbilder sind leicht zu merken. Wir suchen den großen Wagen auf, von diesem ausgehend den Polarstern. Nun ziehen wir vom mittelsten Deichselstern des Wagens eine Linie durch den Polarstern hindurch, bis wir auf das lateinische, etwas schiefe *W* kommen, das wir *Kassiopeia* nennen. Eine Linie durch den vierten und fünften Stern derselben führt auf ihren Gemahl, den König *Kepheus*, den wir uns an einem Rhombus aus 4 Sternen merken, dessen eine Spitze in der Milchstraße steht. Umgekehrt weist der fünfte und vierte Stern auf den Fuß der *Andromeda*, und der dritte und zweite auf den *Perseus*, dessen großer, gezackter Bogen von der *Kassiopeia* bis zum Siebengestirn reicht. Das Leitbild der *Andromeda* besteht aus dem schon genannten Fuß (*Alamak*), aus *Mirach* (Gürtel oder Mitte) und *Sirrah*, auch *Alphas* genannt, welcher das Haupt der Gefesselten angibt.

Versenkt man sich prüfend in jedes einzelne Bild, so wird man auch hier die eigentlichen Figuren herausfinden. Von *Bayer* sowie von *Ptolemäus* muß man ganz absehen. Die königliche Mutter mit übergeschlagenem Bein auf ihrem Thron sitzend, mit einem Spiegel oder einer Blume in der Hand, ist ganz widersinnig, wenn man bedenkt, daß es der Augenblick ist, der den Tod ihrer Tochter bringt. Im Gegenteil, es ist eine Gruppe voll dramatischer Handlung. König *Kepheus* sitzt auf einem Thron und hebt beide Arme, um die Königin zu halten, die sich von ihrem Sessel auf die Knie stürzt, die Arme gegen ihre hilflose Tochter ausgestreckt, die gefesselt zu ihren Füßen liegt. Das Bild des *Perseus* ist besonders schön und wichtig. Angetan mit den Flügelschuhen des *Hermes*, das Demantschwert des Gottes hoch über seinem Kopf schwingend, in der steif ausgestreckten

Linken das Medusenhaupt haltend, eilt er herbei, um das Ungeheuer, das *Andromeda* verschlingen will, zu erschlagen. Das linke Bein ist, korrespondierend mit dem linken Arm, lang ausgestreckt, das rechte im Laufen gebeugt. Der *Algenib* (Seite), umgeben von sechs kleineren Sternen, bildet die Agraffe seines Wehrgehänges; am Ellbogen des rechten Armes finden wir zwei Sternhaufen, entzückende Kränzlein, die auf Sternkarten mit *z* und *h* bezeichnet werden. — Nach der griechischen Sage hatte die ebenso schöne wie eitle Königin *Kassiopeia* behauptet, sie sei schöner als die *Nereiden*, die wunderlieblichen Töchter des *Nereus*. *Amphitrite*, eine Tochter dieses Meer-gottes und Gattin des *Poseidon*, wurde dadurch aufs tiefste gekränkt, und *Poseidon* sandte der übermütigen Königin als Strafe ein Meerungeheuer, das Menschen und Tiere verschlang, wo es sie nur antraf, und alles Land umher verwüstete. Dem Orakel nach sollte diese Plage erst aufhören, wenn dem Untier die Königstochter zum Opfer fiel. So wurde, um Land und Volk zu retten, *Andromeda* nahe am Meeresufer an einen Felsen geschmiedet. Das Bild zeigt, wie sie sich vor Entsetzen krümmt, den rechten Fuß anzieht und die linke Hand vor das Gesicht hält, um das sich nahende Ungeheuer nicht zu sehen. Da, im letzten Augenblick, erscheint *Perseus*, der Retter, und erlöst *Andromeda*. — Noch manche Feinheiten lassen sich herausfinden; so kann man Krone und Gürtelschild des *Kepheus*, die Ketten der *Andromeda*, die Schlangenhaare der *Medusa* sowie die *Amphora* des Meer-gottes sehen.

Zur *Perseussage* gehört der *Pegasus*. Als *Perseus* auf Geheiß des Königs *Polidektes* die *Gorgo Medusa* getötet hatte, entsprang aus ihrem Blut ein geflügeltes Roß, der *Pegasus*. Zunächst stellte dieses den Rausch dar, der den Menschen bei Vollbringung heldenhafter Taten

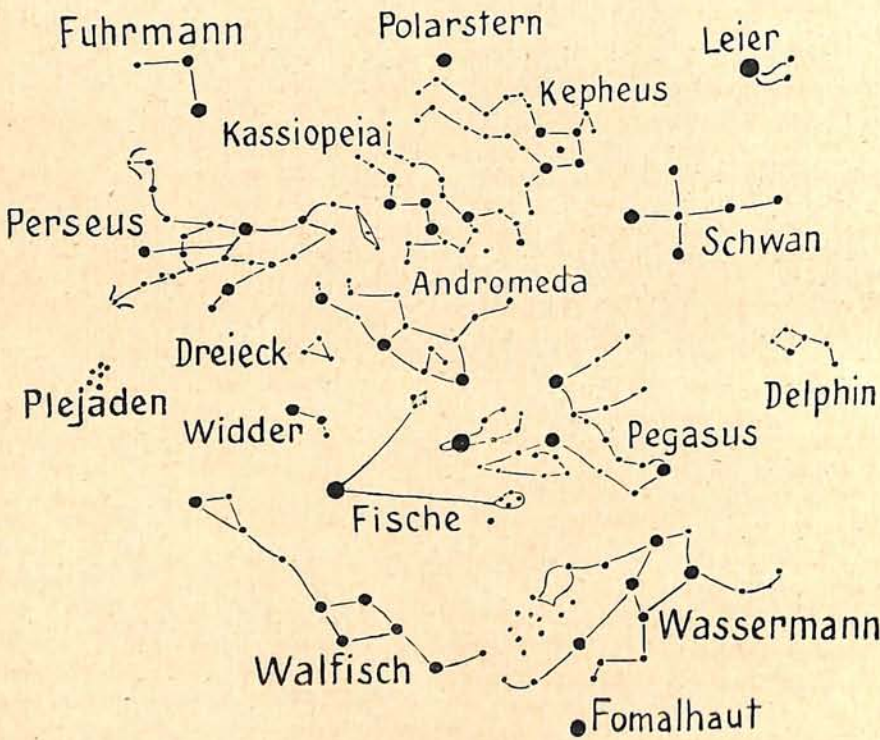
erfaßt, später jede Begeisterung, die ihn wie mit Flügeln aufwärts trägt.

Wir finden den Pegasus ganz in der Nähe der Andromeda, die ja auch den Perseus zur Begeisterung hinriß. Der Kopfstern der Andromeda (Sirrah oder Alpheras) bildet mit den drei größten Sternen des Pegasus ein mächtiges Viereck. An dieses reißen sich noch andere Sterne an, die Vorderfuß (Scheat), Flügel (algarib), Hals und Nase (Enif) des Pferdes be-

Stellung mit langen, gewellten Haaren, die wie fließendes Wasser aussehen.

Ziehen wir eine Hilfslinie durch den Gürtel der Andromeda und den Widder, so finden wir Menkar, die Schnauze des Walfisches, und kommen somit zu dem Ungeheuer, das die Andromeda verschlingen sollte. Sehen wir dieses Bild an, so fällt uns ein langer Hals, ein langer Schwanz und der gedrungene Leib eines Vierfüßers, ein Rhombus, auf. Ziehen wir nun noch in Betracht, daß dieses Tier das Land verwüstete und Menschen und Tiere fraß, so sind wir überzeugt, keinen Walfisch, sondern einen großen Saurier vor uns zu haben, der später, als die Kenntnis von diesen verlorengegangen war, Walfisch genannt wurde, ebenso wie jenes Tier, das den Jonas verschlang.

Genau unter dem Pegasus erstreckt sich weithin mit unbedeutenden Sternen der Wassermann. Es ist der Poseidon, der das Meerungeheuer, den sogenannten Walfisch, absandte, um den Übermut der Kassiopeia zu rächen. Zu denken ist er als liegender Wassergott, der eine Wasserurne ausgießt. Das Wasser sehen wir in unzähligen Tropfen der feuchten Region des Horizontes zufließen. Sein aufgestützter Arm befindet sich genau über dem



Die Herbststernbilder.

deuten. Das ganze ergibt bei näherer Betrachtung die vordere Hälfte eines geflügelten Rosses, das, von uns gesehen, auf dem Rücken liegt.

Unter dem Fuß der Andromeda sehen wir das Dreieck (Nildelta), unter ihrem Rücken den einen der Fische und unter diesen beiden Bildern den Widder, über den wir folgende Sage hören: Athanos, der Sohn des Windgottes, war mit Nephele, der Wolke, vermählt. Sie schenkte ihm zwei Kinder, Phrixos und Helle. Seine zweite Frau war den Kindern eine böse Stiefmutter; sie ersann den Plan, sie mit Hilfe der Priester dem Zeus zu opfern, um sie los zu werden. Nephele sah die Not ihrer Kinder und sandte einen goldenen Widder, der die beiden durch die Luft entführte. Auf dem Fluge nach Asien stürzte Helle in das Meer, das nach ihr Hellespont heißt, und sie wurde dem Meergott vermählt. Phrixos kam glücklich hinüber nach Kleinasien und opferte in Kolchis dem Zeus diesen Widder, dessen goldenes Vlies im heiligen Haine des Kriegsgottes aufgehängt wurde und später den Argonautenzug veranlaßte. Abgebildet wird der Widder in liegender

Schwanz des Steinbocks. Zwei Sterne 3. Größe bilden die Schultern und zwei 4. Größe den Gürtel. Der obere dieser beiden Sterne heißt Anka = Hüftknochen.

Zwischen Wassermann und Pegasus finden wir den einen und unter der Schulter der Andromeda den anderen der beiden Fische. Es sind zarte Bildchen, kaum mit dem bloßen Auge wahrzunehmen, kleine Ovale, verbunden durch ein geknicktes Band aus kleinen Sternchen, dessen Knoten, ein Stern 2. Größe mit dem Namen Okda (Knoten), nahe am Walfisch liegt. Die Sage berichtet, daß Aphrodite mit ihrem Söhnchen Eros am Ufer des Euphrat lustwandelte, als plöglich der Typhon, ein Unterweltdämon, sie erschreckte. Schnell verwandelte sie sich und Eros in zwei Fische und rettete sich ins Wasser.

Unter dem Wassermann, in der Linie Scheat — Markab des Pegasus, leuchtet in klaren Herbstnächten ein Stern 1. Größe, Fomalhaut (Fischmaul) im südlichen Fisch. Er ist in unseren Breiten selten zu sehen und deshalb eine besondere Freude für die Monate September und Oktober.

Am Westhimmel verschwinden nach und nach die Sommerbilder, und am Osthimmel tauchen die prächtigen Winterbilder auf. Zu diesen führt uns der Perseus, dessen großer, gezackter Bogen sich von der Kassiopeia bis zu

den Plejaden erstreckt. Diese gehören zum Stier und somit zu den Winterbildern. Kassiopeia, Kepheus und die nördlichsten Sterne des Perseus bleiben als Zirkumpolarsterne immer sichtbar.

Das photographische Problem der Hagenschen Dunkelwolken.

Von Karl Haidrich.

Die Erforschung der Hagenschen Dunkelwolken, deren geschichtliche Entwicklung in der vorliegenden Zeitschrift¹⁾ von D. Wattenberg erschöpfend dargestellt wurde, steht noch immer nach wie vor im Vordergrund des Interesses, gehört sie doch innerhalb der Astrophysik zu den interessantesten und schwierigsten Problemen, vor allem im speziellen Falle ihrer photographischen Erfassung. Denn trotz aller Bestätigungen der visuellen Beobachtungen stehen oder fallen diese mit der Möglichkeit oder Unmöglichkeit der photographischen Darstellung. Lichteindrücke im menschlichen Auge, die nicht photographisch erfaßt werden können, gibt es nicht; die modernen Ergebnisse der wissenschaftlichen Photographie haben diesen Satz mehr denn je erhärtet.

Rein theoretisch betrachtet, gibt es drei Möglichkeiten, die Expositionszeit einer ausgedehnten Nebelmasse verkürzen zu können: Steigerung des Öffnungsverhältnisses (F) der Optik, der Empfindlichkeit der Platte und der Steilheit ihrer Gradationskurve. Die sich an diese Bedingungen anknüpfenden Versuche sollen im folgenden kurz erläutert werden.

Was zunächst die Steigerung des Öffnungsverhältnisses betrifft, so hat man nicht ohne Grund speziell diese Möglichkeit auch bei vorliegendem Problem in erster Linie in Betracht gezogen, war es doch dadurch möglich, leuchtende Nebelmassen in viel größerer Ausdehnung in den Bereich der Untersuchungen zu ziehen als früher durch visuelle Beobachtungen an selbst größeren Instrumenten. Als Beispiel möge die Geschichte des Nebels N.G.C. 1499 im Perseus dienen, dessen hellster Teil 1886 von Barnard visuell gefunden wurde. Archenhold gelang es 1891, mit einem Objektiv von 8 cm Durchmesser und einem Öffnungsverhältnis von 2,5 bei nur 30^m Expositionszeit den Nebel in beträchtlich größerer Ausdehnung zu photographieren. Trotz aller Bemühungen konnte Scheiner mit dem astrophotographischen Normalrefraktor bei $F:10$ selbst bei äußerst ausgedehnter Expositionszeit eine photographische Schwärzung dieses Objektes nicht erhalten, hingegen zeigte eine Platte, die mit einem auf diesem Instrument befestigten 4" Petzval-Objektiv $F:3\frac{1}{3}$ 6^h

lang exponiert wurde, die hellen Teile des Nebels. Außer einer Photographie Roberts aus dieser Zeit ist die Aufnahme mit dem Crossley-Reflektor $F:5,8$ interessant, die eine Ausdehnung des Nebels von $30' \times 4'$ erkennen läßt, und schließlich Barnards Photographie vom 21. 9. 1895 mit der Willard-Linse von 6", $F:5$, die bei 6^h Expositionszeit den Nebel in seiner Gesamtausdehnung von $2^0 \times 0,5$ mit den feinen, sich anschließenden Nebelteilen wiedergibt.

N.G.C. 1499 ist mit den Hagenschen Dunkelwolken nahe verwandt, da er innerhalb der Nebelgruppen zu derjenigen der kosmischen diffusen Materie gehört. Ebenso wie der große Nebel im Orion besitzt der Perseusnebel ein Emissionsspektrum ($N_1, N_2, H_{\alpha}, H_{\beta}$), nur daß bei ihm diese Linien eine weit aus geringere Helligkeit aufweisen. Man erkennt aus obigem Beispiel, daß zur photographischen Darstellung eines solchen Nebelobjektes eine um so kürzere Expositionszeit notwendig ist, und die Ausdehnung des Nebels auf der Platte, durch immer bessere Erfassung seiner lichtschwächeren Außenteile, um so mehr steigt, je mehr das Öffnungsverhältnis der Optik vergrößert wird. Setzt man bei den Dunkelwolken eine gleiche oder mindestens ähnliche spektrale Zusammensetzung des Lichtes wie bei diesen Nebeln mit Emissionsspektren voraus, so kann, wie Hopmann²⁾ ausführlich gezeigt hat, auf Grund der visuellen Helligkeits-schätzungen derselben, wie sie die verschiedenen Beobachter angeben, dieses Öffnungsverhältnis mit der zugehörigen Expositionszeit berechnet werden. Es ergibt sich bei $F:0,5$ 1^h, bei $F:1$ 5^h und bei $F:2$ bereits 20^h Expositionszeit, wobei Hopmann voraussetzt, daß das menschliche Auge infolge der gesteigerten Kontrastwirkung bei der Wiedergabe leuchtender Nebelmassen (also flächenförmiger Objekte) um volle 5^m der Platte überlegen ist.

Eine praktische Lösung des Problems durch diese theoretisch errechneten Angaben ist jedoch, wie ich gezeigt habe³⁾, nicht möglich, weil auf die Platte nicht allein das Licht der Dunkelwolken, sondern auch die durch das Sternenlicht, Zodiakallicht, Nordlicht usw. be-

¹⁾ Das Weltall 1931, Jg. 31, H. 3.

²⁾ A. N. 238, 1930, S. 285/294.

³⁾ A. N. 245, 1932, S. 337.

dingte allgemeine Erhellung des Himmels einwirkt. Bei kleinem Öffnungsverhältnis erweist sich, wie Kapteyn gezeigt hat, dieses Licht bei astrophotographischen Aufnahmen nicht besonders hinderlich. So wird z. B. bei $F : 10$ erst nach 2^h der Schwellenwert der Platte überschritten, aber bei steigendem Öffnungswert verkürzt sich diese Zeit nach dem bekannten optischen Gesetze im Quadrat und erreicht bei $F : 2$ bereits in 2^m den Schwellenwert. Zugrunde liegt diesen Angaben eine Plattenempfindlichkeit von 17° Scheiner; dementsprechend sinkt dieser letzte Wert bei Verwendung einer höchstempfindlichen 23° Sch.-Platte bereits auf 40^s . Es läßt sich nun die Expositionszeit berechnen⁴⁾, innerhalb welcher jener Punkt der Gradationskurve im Teile der Überexposition erreicht wird, der keine Darstellung von Schwärzungsunterschieden mehr gestattet. Es ergab sich für eine 17° Sch.-Platte bei $F : 2$ eine Expositionszeit von 31^m , d. h., die Platte ist bereits im 40. Teil der für die Darstellung der Dunkelwolken errechneten Expositionszeit total ausexponiert. Aufnahmen der Plejadennebel mit meinem Spiegel von 211 mm Durchmesser, $F : 2,5$, bei 75^m Expositionszeit bestätigten diese Zahlen⁵⁾.

Es darf schließlich auch nicht vergessen werden, daß es speziell bei so ausgedehnten Objekten, wie sie die Dunkelwolken darstellen, nicht möglich ist, das Öffnungsverhältnis beliebig zu steigern, weil damit eine rapide Verkleinerung des brauchbaren Gesichtsfeldes beim Spiegel⁶⁾ oder eine starke Verkürzung der Brennweite beim Anastigmaten, der bei dem geforderten Öffnungsverhältnis nur mit relativ kleinem Durchmesser hergestellt werden kann, verbunden ist.

Die zweite Möglichkeit besteht in der Steigerung der Empfindlichkeit der Platte. Da 4° Sch. einer Helligkeitsänderung von einer Größenklasse entsprechen, so ist es möglich, die Expositionszeit bei dem gleichen Objekt bei gleichem Öffnungsverhältnis auf $\frac{2}{5}$ zu reduzieren, wenn statt einer 17° Sch.-Platte eine solche von 21° Sch. verwendet wird. Die Erzeugung höchstempfindlicher Trockenplatten von längerer Haltbarkeit war um 1920 ermöglicht, nachdem Sheppard durch Beifügung von äußerst geringen Mengen schwefelhaltiger Substanzen zur Bromsilberemulsion den Weg hierzu gewiesen hatte. Immerhin war für astrophotographische Zwecke erst 1926 durch die Imperial 1200 (Blauplatte) eine brauchbare Emulsion mit 27° Sch. gegeben. Ich hatte damals deren Eignung zur Verkürzung der Expositionszeit bei intragalaktischen Nebeln und Milchstraßen-aufnahmen in Erwägung gezogen und zugleich die hier zum Zwecke der

restlosen Empfindlichkeitsausnutzung unbedingt erforderlichen neuen Entwicklungsmethoden, die dem allgemeinen Himmelschleier besonders angepaßt sein mußten, ausgearbeitet⁷⁾. 1927 wurde nach den hierbei sich ergebenden Erfolgen diese Platte angewandt, um die photographische Darstellung hellerer Dunkelwolken (Herschel-Felder Nr. 23, 24, 25 und 27 im Orion, 20 und 21 im Taurus, die Dunkelwolke um ξ Cygni mit den Herschel-Feldern Nr. 44 und 46 sowie B 355 und B 358) zu versuchen, wobei alle Errungenschaften der modernen Photographie betreffs weiterer Steigerung der Empfindlichkeit angewendet wurden. Das im Fabrikationsprozeß der Emulsion zwecks Schleierreduzierung beigefügte Bromkalium wurde durch Wässern entfernt und die Platte mittels Ammoniak hypersensibilisiert. Während der Belichtung wurde zwecks Ausschaltung jeder Feuchtigkeit, durch die die Empfindlichkeit der Platte erheblich herabgesetzt würde, das Innere der Kamera (Zeiß Astro-Triplet 104 mm \varnothing , $F : 4,8$) durch einen eingebauten elektrischen Heizkörper dauernd erwärmt. Die Objekte wurden bis zur Grenze einer noch möglichen Schwärzungsdifferenz (90^m) exponiert. Trotzdem war ein photographischer Effekt in bezug auf die Dunkelwolken nicht zu erhalten, wenn es auch möglich war, selbst bei sehr schwachen galaktischen Nebeln die bisher üblichen Expositionszeiten sehr stark zu verkürzen. So gelang es mir z. B., N.G.C. 7000 (Amerika-Nebel) bei $F : 2,8$ innerhalb 15^m in seinen Umrissen zu erhalten.

Wenn nun, wie in verschiedenen über dieses Problem bereits erschienenen Abhandlungen behauptet wird, gerade die dem Auge eigentümliche größere Kontrastwirkung gegenüber der Platte diesem seine Überlegenheit in der Darstellungsleistung sichert, so kann doch andererseits diese Kontrastwirkung auch bei der Platte gesteigert, d. h., die Steilheit der Gradationskurve erhöht werden, womit die dritte Möglichkeit zur Diskussion gestellt ist. Nun ist aber bekanntlich diese Steilheit nicht durchaus gleich, sondern verflacht sich gerade im Teile der Unterexposition der Gradationskurve, wo die photographische Erfassung der Dunkelwolken wegen ihrer Lichtschwäche zu erwarten ist. Diese Flachheit in der Unterexposition wird naturgemäß größer, wenn die Lichteindrücke so schwach sind, daß zu ihrer Darstellung an eine Erhöhung der Empfindlichkeit gedacht werden muß, weil eben eine Steigerung der Sch.-Grade untrennbar nicht nur mit einem größeren, für vorliegenden Zweck nicht besonders hinderlichen Korn, sondern auch mit einer, sich stetig steigenden Flachheit der Gradationskurve namentlich im Teile der Unterexposition verbunden ist. In der gewöhnlichen Photographie wird die Steilheit durch Bromkaliumzusatz zum

⁴⁾ A. N. 245, 1932, S. 338.

⁵⁾ A. N. 245, 1932, S. 340.

⁶⁾ Über extreme Fälle: Sirius 1904, S. 87 und 1914, S. 257.

⁷⁾ Die Sterne 1929, Jg. 9, S. 138.

Entwickler erhöht, der die Oberflächenentwicklung zurückhält und dadurch indirekt den Effekt der Kontraststeigerung hervorruft, eine Methode, die hier nicht anwendbar ist, weil ja gerade das Bild der Dunkelwolken sich infolge seiner Lichtschwäche an der Oberfläche der Schicht befindet. Die notwendige Erhöhung der Steilheit kann aber auch durch stärkere Konzentration des Entwicklers erreicht werden. Meine Untersuchungen im Eder-Hecht-Graukeil-Sensitometer ergaben den maximalen Erfolg bei Anwendung von Paramidophenol (Rodinal) 1 : 10 bei 5^m Entwicklungsdauer. Der weiteren Steigerung der Entwicklerkonzentration und der damit verbundenen Entwicklungsrapidität wird durch die sich steigernde Korngröße, den steigenden Alkaligehalt und die zunehmende Schwärzung durch den Himmelsschleier ein Ende gesetzt.

Nun ist aber die photographische Platte keineswegs, wie man anzunehmen geneigt ist, unter allen Umständen an Kontrastwirkung dem Auge unterlegen, sondern es gibt Fälle, wo diese noch darüber hinaus gesteigert werden kann. Wir wissen, daß gerade bei Anwendung mittelempfindlicher Platten (bis 17° Sch.) durch weiche Entwicklung mit abnorm verdünnter Entwicklersubstanz in der Nebelphotographie gegen Ende des vorigen Jahrhunderts (Barnard) speziell auf dem Gebiete der Darstellung geringerer Helligkeitsdifferenzen bedeutende Erfolge erzielt wurden, die eine glatte Überlegenheit der Photographie gegenüber dem Auge ergaben. 1926 hat Eberhard⁸⁾ nachgewiesen, daß zwei verschieden große Flächen bei gleicher Belichtungszeit und Lichtintensität nicht gleiche, sondern verschiedene Schwärzungen aufweisen, und zwar derart, daß die Schwärzungen bei kleiner Fläche stärker sind als bei größerer. Er nannte dies den Nachbareffekt (N.-E.) und zeigte, daß durch steigende Verdünnung des Entwicklers, durch Verkleinerung der zu belichtenden Fläche, durch Steigerung der Schichtdicke der Platte, durch geeignete Wahl des Entwicklers und durch die Dauer seiner Einwirkung dieser Nachbareffekt fast beliebig vergrößert werden kann, so daß Schwärzungsunterschiede von 8^m—12^m erhalten werden können. Es ist damit die Möglichkeit gegeben, Lichtkontraste zu erzeugen, die die des Auges um mehr als das Doppelte übertreffen, und Eberhard hat auch auf die Schädlichkeit des Nachbareffektes bei photometrischen Messungen hingewiesen. Handelt es sich aber bloß darum, mit Hilfe des Nachbareffektes zuerst einmal überhaupt Schwärzungsdifferenzen zu erzeugen, so kann er, wie dies bereits früher in der Nebelphotographie geschehen ist, für das vorliegende Problem in Verwendung gezogen werden, zumal ja das Bild zunächst nur in der Unterexpositionscurve zu erwarten ist, demnach photometrische Messungen nicht in Frage kom-

men. Daß stark verdünnte Entwickler im übrigen trotz ihrer Schädlichkeit für photometrische Messungen verwendet werden, ergibt sich schon aus den Veröffentlichungen über Nebelphotographien mit Hilfe großer Spiegel⁹⁾. Wir kommen hier bereits den Anregungen Hagens sehr nahe¹⁰⁾, der die Anwendung verschiedener Entwicklungsmethoden speziell zur Lösung des vorliegenden Problems mehrmals anregte. Die Anwendung des Nachbareffektes bietet somit den Vorteil, auf abnorm große Öffnungsverhältnisse zu verzichten und mit den zur Verfügung stehenden normalen arbeiten zu können. Aber auch Versuche mit bewußter Steigerung des Nachbareffektes haben wenigstens meinerseits zu keinem Resultat geführt.

Nach dem Versagen aller dieser theoretischen Möglichkeiten blieb nur die einzige Erklärung offen, daß die Empfindlichkeit der Platte in jenen Spektralbezirken, in denen das Licht der Dunkelwolken auftritt, zur photographischen Erfassung derselben nicht ausreicht. Die in den letzten Jahren veröffentlichten visuellen Farbenschätzungen verschiedener Beobachter waren keineswegs eindeutig bestimmt, sondern differierten bei den verschiedenen Objekten stark. Es ergab sich im allgemeinen, daß dieses Licht von λ 540 aufwärts, also im langwelligen Teil des Spektrums liegen muß. P. Hagen selbst gibt die Farbe ganz eindeutig als gelblichgrau an¹¹⁾; Hartmann sucht zu beweisen, daß der Lichteffect der Dunkelwolken im wesentlichen durch Kalziumlinien bestimmt wird¹²⁾, was aber Hagen bestreitet¹³⁾. In den Jahren 1926 bis 1928 zog ich nach und nach fast sämtliche höchstempfindliche Platten heran, deren Empfindlichkeiten in den einzelnen Spektralbezirken erst sensitometrisch¹⁴⁾ bestimmt werden mußten, da für vorliegenden Zweck brauchbare Messungen noch nicht vorlagen. Unter besonderer Berücksichtigung obiger Resultate wurde als höchstempfindliche Gelbplatte schließlich die Gevaert SSS mit einer Gelbempfindlichkeit von 16° Sch. (v -Wert = 0,57) in Verwendung genommen. Endlich wurden Platten, die höchste Empfindlichkeit auch in den übrigen Spektralbezirken bis ins Ultrarot hinein aufwiesen, erprobt, jedoch ohne Resultat. Ebenso negativ waren die Bemühungen Baades am 1 m-Spiegel (F : 3) in Bergedorf, so daß sie auch nach dieser Richtung hin eingestellt werden mußten.

J. Stobbe hat nun 1931 bei seinen Laboratoriumsversuchen nachgewiesen¹⁵⁾, daß der Wert der mit dem bloßen Auge wahrzunehmenden

⁹⁾ Mount Wilson Contributions Nr. 132, S. 2 usw.

¹⁰⁾ Miscellanea Astronomica 2, Parte VI, 1931.

¹¹⁾ A. N. 227, 1926, S. 391.

¹²⁾ Popular Astronomy 33—34, 1925/6; Astrophysical Journal 65, 1927, S. 163.

¹³⁾ A. N. 232, 1928, S. 173.

¹⁴⁾ Der Photofreund 1931, Nr. 16.

¹⁵⁾ Zeitschr. f. Astrophysik 1931, 2, S. 165.

⁸⁾ Publ. Astroph. Observ. Potsdam Nr. 84, S. 45 ff.

Schwärzungsdifferenzen, der bisher mit $0^m,25$ angegeben wurde, in Wirklichkeit $0^m,02$ beträgt, was sich für das vorliegende Problem als außerordentlich günstig erweist. Der zweite Teil seiner Arbeiten über die Empfindlichkeiten der Platten, z. B., daß sich die Belichtungszeiten von Blau zu Orange wie 1:20 verhalten, ist inzwischen durch neue Fabrikate als überholt zu betrachten. Ganz abgesehen davon, daß durch geeignete Hypersensibilisierung, deren Technik heute bereits eine erstaunliche Höhe erreicht hat, für jeden Teil des Spektrums die Empfindlichkeit der Platte beliebig erhöht werden kann, ist es möglich, auch für das langwellige Spektrum mit Hilfe moderner Ultrarotplatten bis $\lambda 810$ die Belichtungszeit den kurzwelligen anzupassen, wie ich gelegentlich bei Untersuchungen über die photographische Erfassung roter Variabler gezeigt habe¹⁶⁾. Auch die schwache Empfindlichkeit der Platte in einigen Teilen des grünen Spektralbezirkes, die man den Grünsattel nennt, und auf den gelegentlich der Dunkelwolken hingewiesen wurde, ist heute bereits technisch überwunden¹⁷⁾.

Diese Mißerfolge der modernen Astrophotographie auf dem Gebiete der Dunkelwolken sind trotzdem durchaus nicht begreiflich, wenn man bedenkt, daß es heute möglich ist, galaktische Nebelmaterie innerhalb 1^h auch dann, wenn sie hauptsächlich in der N_1 - und N_2 -Linie leuchtet, zu photographieren, welche weit außerhalb der Grenze jener Instrumente liegt, die bereits eine visuelle Erfassung der Dunkelwolken verbürgen. Es sei da nur wieder an N.G.C. 1499, an die feinen Nebelmassen um γ Cygni, an die spiraligen Ausläufer des Ringnebels in der Leier erinnert. Wenn es also möglich ist, weit schwächere Lichteindrücke mit den Mitteln, die uns die modernen Errungenschaften der Photographie zur Verfügung stellt, zu erfassen, so muß irgendein unbekannter, bisher nicht ins Kalkül gezogener Faktor diese Bemühungen bei den Dunkelwolken vereiteln. Er ist in dem bereits erwähnten Himmelschleier zu suchen.

Das Licht desselben überdeckt gemäß seines Ursprunges fast gleichmäßig das ganze Spektrum in flachen Wellenkurven, da es in seiner Gesamtheit im wesentlichen durch einzelne kontinuierliche Spektren (mit Ausnahme des Polarlichtes, das aber nur 14% beträgt) bestimmt wird. Das Licht der Dunkelwolken aber bedeckt, wie die visuellen Farbenschätzungen zeigen, nur einen kleinen Teil des Spektrums, muß aber hier an Stärke den Himmelschleier übertreffen, denn sonst wäre eben eine visuelle Entdeckung derselben niemals möglich gewesen. Würden wir nun wissen, in welchem Teile des Spektrums sich diese Lichtintensitäten überlagern, dann müßte es rein theoretisch möglich sein, diesen Spektralbezirk herauszufiltern.

Alle übrigen Lichtwirkungen des Himmelschleiers würden dann von der Platte ferngehalten und dementsprechend der durch das Himmelslicht erzeugte Plattenschleier stark vermindert werden. Damit würde aber die Kontrastwirkung auf der Platte nicht nur indirekt stark gesteigert werden, sondern auch eine photographische Erfassung der Dunkelwolken möglich sein, weil eben nicht schon vor der Schwellenwertüberschreitung durch das Wolkenlicht die Platte bereits durch den Himmelschleier ausexponiert ist. Der Erfolg wird um so eher zu erwarten sein, je enger der gefilterte Spektralbezirk ist und je genauer er sich der Wellenlänge des Wolkenlichtes anpaßt, je strenger also gefiltert wird. Hnatek hat in seinen Untersuchungen über die Absorptionsspektren von Anilinfarben gezeigt, daß die Konstruktion solcher strengen Absorptionsfilter für alle Wellenlängen praktisch möglich ist. Es steigt aber zugleich damit der Schwarzgehalt des Filters in einem solchen Maße, daß bei der Schwäche des Wolkenlichtes die dadurch bedingten Expositionszeiten einfach nicht durchführbar sind.

Trotzdem liegt in der Umgehung dieser letzten Schwierigkeit die Lösung des Problems¹⁸⁾. Es ist bekannt, daß die Wirkung der Sensibilisierung sich nicht über das ganze Spektrum gleichmäßig erstreckt, sondern daß sich hierbei im Spektrum Zonen ergeben, die sich durch besonders erhöhte Empfindlichkeit auszeichnen. Man nennt dies die Schwärzungskurven und ihren höchsten Anstieg die Schwärzungsmaxima des Sensibilisators. Es ist nun möglich, durch geeignete Wahl desselben fast jeden beliebigen Teil des Spektrums durch ein solches Schwärzungsmaximum darzustellen. Wäre nun die spektrale Zusammensetzung des Wolkenlichtes bekannt, dann könnte durch die geeignete Wahl des Sensibilisators das für dieses charakteristische Schwärzungsmaximum der Platte aufgedrückt werden, wodurch, da die Platte dann an Empfindlichkeit gerade in diesem Teil des Spektrums überlegen ist, die Möglichkeit der Lösung des Problems gegeben ist. Wir sehen schon, an Stelle der Anwendung strenger Selektivfilter tritt das Schwärzungsmaximum des Sensibilisators ohne den Nachteil der starken Filterabsorption. Aber dieses Schwärzungsmaximum allein genügt nicht, wie ich weiter nachgewiesen habe, denn die der Stammemulsion eigene Blauempfindlichkeit kann nicht unterdrückt werden; sie wird sich zur Gelbempfindlichkeit noch immer, auch bei der besten orthochromatischen Platte, wie 1:1 (v -Wert = 1,0) verhalten. Nun ist es möglich, durch moderne Hypersensibilisierungsmethoden die Empfindlichkeit der Platte im Schwärzungsmaximum des Sensibilisators zu steigern. Es läuft dann die Empfindlichkeitskurve nicht mehr mit der der gewöhnlichen Platte parallel,

¹⁶⁾ Die Sterne 1932, Jg. 12, S. 113—115.

¹⁷⁾ A. N. 241, 1931, S. 399.

¹⁸⁾ A. N. 245, 1932, S. 340—342.

sondern erreicht bei der hypersensibilisierten Platte gerade über den Schwärzungsmaxima ihre höchste Steigerung. Die Blauempfindlichkeit wird übertroffen, und es war mir möglich, diesen Unterschied bis 6° Sch. zu steigern.

Aber diese Empfindlichkeitssteigerung der Hypersensibilisierung ist in ihrer Wirkung schließlich nicht nur chemisch. Sie ist auch dadurch begrenzt, daß sich bei fortschreitender Steigerung nicht nur das Korn vergrößert, sondern auch die Gradationskurve immer mehr, besonders in dem für das Problem wichtigen Teil der Unterexposition, verflacht. Es ist schließlich ein Empfindlichkeitsmaximum denkbar, in dem im vorliegenden Falle eine Schwärzungsdifferenz auch bei gesteigerter Gelbempfindlichkeit nicht mehr erzeugbar ist, trotz Anwendung stärkster Entwicklerkonzentration.

Wir können jedoch diese erforderliche Steigerung noch weiter durch folgende theoretischen Überlegungen fortsetzen. Bestimmte Teile eines Spektralbezirkes — wir denken da wieder nach obigen Ausführungen an Gelb — können nicht nur durch die empfindlichkeitssteigernde Wirkung zweier Sensibilisatoren im Verlaufe ihrer Schwärzungskurven, sondern auch durch ihre Schwärzungsmaxima überdeckt werden (z. B. Pinachrom und Pinaverdol bei $\lambda 530$ und $\lambda 560$ usw.). Aber es wird in beiden Fällen innerhalb der sich überdeckenden Schwärzungsmaxima die Gradationskurve nicht gleich sein, und wir werden wieder jenen Sensibilisator zu wählen gezwungen sein, der den Vorteil einer steileren Kurve besitzt, denn nur beide Bedingungen, Maximum der Schwärzungsintensität und eine gewisse Steilheit unmittelbar nach Überschreitung des Schwellenwertes, werden das Problem zu lösen imstande sein, wobei wieder in erster Linie diese Werte nicht bei der normalen, sondern bei der hypersensibilisierten Platte zu berücksichtigen sind.

Aus diesen vorstehenden Betrachtungen ergibt sich die Fülle der Laboratoriumsarbeit, die den astrophotographischen Arbeiten vorangehen mußte, um jenes Aufnahmematerial zu schaffen, das die maximalen Voraussetzungen für ein Gelingen derselben verbürgt. Auf diese kann hier nicht näher eingegangen werden, da sie ja nur von reinem photographischen Interesse ist. Ich hatte schließlich nach 250 Plattensensitometrierungen hypersensibilisierte Pinaverdolplatten hergestellt¹⁹⁾, die im Eder-Hecht-Graukeil-Sensitometer 104° E.-H. (= 26° Sch.) unter dem Gelbfilter Hübl IV bei ca. zweitägiger Haltbarkeit zeigten. Mit diesen Platten wurde am 18. 10. 1930 bei 100^m Expositionszeit mit dem Zeiß Astro-Triplet F : 4,8 und einem Petzval F : 2,8 der dunkle Nebel um ξ Cygni östlich vom Amerikanebel aufgenommen und dieser sowie das Herschel-Feld 44 und B 358 als graue Fläche erhalten.

In dieser Photographie, die wir hier leider nicht wiedergeben können, da bei einer Vervielfältigung im Druckverfahren die feinen Nebelschleier verlorengehen würden²⁰⁾, ändert sich das Bild, wie man es vom Amerikanebel zu sehen gewohnt ist, völlig. Es zeigt sich, daß er nicht isoliert ist, sondern nur einen Teil einer großen zusammenhängenden Nebelmasse bildet, die sich innerhalb der Milchstraße zwischen $\alpha = 20^h 50^m$ bis $21^h 15^m$ und $\delta = +41^{\circ}$ bis $+45^{\circ}$ erstreckt, mit der auch die westlich von ihm liegenden schwachen Nebel verbunden sind. Diese Aufnahme läßt erkennen, daß durch die nunmehr gelungene photographische Erfassung der Dunkelwolken unsere bisherigen Vorstellungen über die Zusammenhänge und Verteilung kosmischer Materie einer völligen Änderung unterworfen sein werden.

Wenn die 1930 publizierte theoretische Annahme Hartmanns²¹⁾, daß wir es bei den Dunkelwolken mit ionisierten Natriumatomen zu tun haben, eine Ansicht, die sich noch am besten z. B. mit den Untersuchungen Wolfs über die Dunkelwolke um ξ Cygni²²⁾, und anderen decken würde, richtig ist, dann wären die D-Linien im Emissionsspektrum als Charakteristikum des Wolkenlichtes aufzufassen. Die Schwärzungskurven des Pinaverdols erstrecken sich nun von $\lambda 505$ bis $\lambda 535$ und von $\lambda 545$ bis $\lambda 575$ derart, daß die Schwärzungsmaxima sich bei $\lambda 520$ und $\lambda 555$ befinden. Die D-Linien fallen also bei dieser Platte nicht mit den Schwärzungsmaxima zusammen, sondern liegen demgemäß in dem absteigenden Teil der zweiten Schwärzungskurve des Pinaverdols.

Nach diesen Resultaten wird es offensichtlich, daß die leichtere visuelle Wahrnehmung der Dunkelwolken nicht in der höheren Lichtempfindlichkeit des Auges und in der damit verbundenen größeren Kontrastwirkung bei flächenförmigen Objekten begründet liegt, sondern darin, daß das Auge Gelb neunmal heller als Blau empfindet. Würde die Möglichkeit bestehen, eine Platte mit analogem Tonwert herzustellen (v-Wert = 9,0), so könnte man von einer vollständigen Lösung des Problems sprechen.

Allerdings wäre noch ein Fortschritt gegenüber der oben angegebenen photographischen Methode denkbar. Wir haben gesehen, daß die D-Linien nicht in die Schwärzungsmaxima des Pinaverdols fallen. Ein Sensibilisator, der diese Bedingung restlos erfüllt, würde eine noch größere Kontraststeigerung ermöglichen. Wir besitzen im Pinacyanol einen solchen Sensibilisator. Allerdings liegen auch bei ihm die D-Linien nicht im Schwärzungsmaximum, aber sie liegen innerhalb der Schwärzungskurve

²⁰⁾ Ein Abzug ist im Museum der Treptow-Sternwarte ausgestellt.

²¹⁾ A. N. 239, 1930, S. 61.

²²⁾ A. N. 223, 1924, S. 89, und 219, 1923, S. 109.

¹⁹⁾ A. N. 241, 1931, S. 399.

wesentlich höher als beim Pinaverdol. Deshalb hatte ich 1931 meine Versuche auch auf diesen Sensibilisator ausgedehnt²³⁾. Aber er erwies sich trotz dieser Eigenschaft als nicht geeignet, weil es nicht möglich ist, die Empfindlichkeit der mit ihm sensibilisierten Platten über 16° Sch. im Gelb zu steigern, weshalb auch alle Versuche auf solchen Platten mit meinem 211 mm-Spiegel scheiterten. Außerdem verträgt das Pinacyanol starke Rapidentwicklung, namentlich mit längerer Entwicklungsdauer, nicht und reagiert mit starkem Plattenschleier.

Die endgültige Lösung der photographischen Erfassung des Lichtes der Hagenschen Dunkelwolken liegt also in der Ermöglichung einer Schwärzungsdifferenz zwischen Wolkenlicht und Plattenschleier durch möglichst vollständige Anpassung der photographischen Farbensensibilitäten an die des Auges. Die Herstellung des hierzu notwendigen Sensibilisators ist aber nicht mehr ein astrophotographisches, sondern ein Problem, dessen Lösung dem Chemiker vorbehalten bleibt.

²³⁾ A. N. 245, 1932, S. 343.

Charakterbilder aus der Geschichte der Astronomie.

Von Professor Dr. F. D a n n e m a n n.

VI. Gustav Kirchhoffs Forschungen über die physikalische und chemische Natur der Sonne.

Im Anfang des 19. Jahrhunderts wurde die Kenntnis des Sonnenspektrums um eine Entdeckung von der allergrößten Tragweite bereichert. Man bemerkte in England und bald darauf in Deutschland, daß das Sonnenspektrum von zahlreichen dunklen Linien durchzogen ist. Sie werden nach ihrem deutschen Entdecker als Fraunhofersche Linien bezeichnet. Auch die erste wissenschaftliche Untersuchung dieser Linien, für die man zunächst keine Erklärung finden konnte, rührt von Fraunhofer her. Er bezeichnete die stärksten Linien mit den Buchstaben A bis H. Dann erhob sich die Frage, ob sich nicht durch irgendwelche Mittel in dem Lichte irdischer Lichtquellen jene dunklen Linien hervorrufen lassen. Dies gelang Bunsen und Kirchhoff, und so schufen sie, auf Fraunhofers Untersuchungen weiterbauend, durch die Spektralanalyse eins der wichtigsten Hilfsmittel der astronomischen und der chemisch-physikalischen Forschung. Einige Jahre nach ihrer gemeinsamen Arbeit veröffentlichte Kirchhoff Untersuchungen über das Sonnenspektrum. Bot nämlich die Spektralanalyse einerseits ein Mittel von bewunderungswürdiger Einfachheit, um die kleinsten Spuren von Elementen in irdischen Substanzen nachzuweisen und bisher unbekannte Elemente aufzufinden, so eröffnete sie andererseits der chemischen Forschung ein bis dahin verschlossenes Gebiet, das über die Grenzen der Erde, ja selbst des Sonnensystems hinausreicht. Da es bei der in Rede stehenden analytischen Methode genügt, das glühende Gas, um dessen Analyse es sich handelt, durch das Spektroskop zu beobachten, so lag der Gedanke nahe, diese Methode auch auf die Atmosphäre der Sonne und die helleren Fixsterne anzuwenden. Diesen Gedanken verwirklicht zu haben, ist das große Verdienst Kirchhoffs.

Gustav Robert Kirchhoff wurde 1824 in Königsberg geboren. Er war zuerst Privatdozent

in Berlin; 1854 wurde er Professor der Physik in Heidelberg. 1875 siedelte Kirchhoff wieder nach Berlin über, wo er 1887 starb. In Heidelberg machte er seinem Amtsgenossen Bunsen, der die Flammenfärbungen verschiedener Salze zum Nachweis der Metalle benutzte, den Vorschlag, nicht die Flammen durch farbige Gläser und Lösungen zu betrachten, sondern an ihrer Stelle ein Prisma anzuwenden. Beide Männer vereinigten sich zur Ausführung dieses Gedankens und erfanden 1859 das Spektroskop. Auf Grund der an den Metallspektren und deren Umkehrungen gewonnenen Ergebnisse vermochte Kirchhoff auf die Natur der absorbierenden Dämpfe und damit auf die materielle Beschaffenheit der Sonne, sowie der fernen Weltkörper überhaupt, zu schließen. Der Astronomie wurde dadurch ein ungeahnter Ausblick eröffnet. Dem Ausspruch Humboldts, daß die Weltkörper für unsere Erkenntnis nur gravitierende Materie ohne elementare Verschiedenheit der Stoffe seien, war jetzt die Berechtigung entzogen. Kirchhoff lieferte eine sehr genaue Untersuchung des Sonnenspektrums, indem er die Lage von mehr als 2000 Fraunhoferschen Linien nach einer von ihm gewählten Skala bestimmte. Dabei ergab sich, daß eine große Anzahl ausgezeichneter Fraunhoferscher Linien mit den Linien bekannter Metallspektren zusammenfallen. Die von Kirchhoff entworfene Tafel zeigt viele derartige Koinzidenzen. Besonders auffallend war es, daß sich an den Stellen aller von ihm beobachteten Eisenlinien im Sonnenspektrum scharfe dunkle Linien befinden. Jede dieser Koinzidenzen ließ sich mit einer Sicherheit feststellen, welche derjenigen gleichkam, mit der bisher die Koinzidenz der Natriumlinien mit den D-Linien erwiesen war. Die beobachtete Tatsache erklärte Kirchhoff durch die Annahme, daß die Lichtstrahlen, die das Sonnenspektrum liefern, durch Eisendämpfe gegangen sind und hier die Absorption erlitten haben, welche Eisendämpfe ausüben. „Der Annahme solcher Dämpfe in der Atmosphäre der

Sonne," sagt Kirchhoff, „steht bei der Temperatur, die wir diesem Weltkörper zuschreiben müssen, nichts entgegen. Die Beobachtungen des Sonnenspektrums scheinen mir die Gegenwart von Eisendämpfen in der Sonnenatmosphäre mit einer so großen Sicherheit zu beweisen, wie sie in den Naturwissenschaften überhaupt erreichbar ist.“ Nachdem die Gegenwart eines irdischen Stoffes in der Sonnenatmosphäre festgestellt und dadurch eine große Zahl von Fraunhoferschen Linien erklärt war, lag die Vermutung nahe, daß auch andere irdische Stoffe sich an der Zusammensetzung der Sonne beteiligen und durch die Absorption, die sie ausüben, entsprechende Fraunhofersche Linien erzeugen. Dies ergab sich in der Tat für Kalzium, Magnesium und Natrium. Allerdings ist die Zahl der hellen Linien in dem Spektrum eines jeden dieser Metalle nur klein. Aber diese Linien sowie diejenigen des Sonnenspektrums, mit denen sie zusammenfallen, sind so deutlich, daß diese Koinzidenzen sich mit ganz besonderer Schärfe beobachten lassen. Es lag nahe zu untersuchen, ob auch Nickel und Kobalt, welche die steten Begleiter des Eisens in den Meteoriten sind, einen Bestandteil der Sonnenatmosphäre bilden. Mit gleicher Bestimmtheit, wie es für das Eisen geschehen, konnte indessen Kirchhoff in diesem Falle den Beweis nicht liefern. Für Barium, Kupfer und Zink machte er es wahrscheinlich, daß sie in der Sonnenatmosphäre vorhanden sind.

Spätere Untersuchungen haben das Vorhandensein von Kobalt und Nickel in der Sonnenatmosphäre dargetan. Durch die Spektralanalyse ist die Anwesenheit von mehr als 30 Elementen in der Sonne mit Sicherheit nachgewiesen; darunter befinden sich Eisen, Nickel, Mangan, Chrom, Kobalt, Kohlenstoff (200 Linien), Kalzium, Magnesium, Natrium, Sili-

zium, Strontium, Barium, Aluminium, Zink, Kupfer, Silber, Zinn, Blei, Kalium, Wasserstoff, Germanium, Platin, Wolfram, Sauerstoff, Stickstoff und andere.

Man ist aus den Ergebnissen der Spektralanalyse in höherem Maße als durch die Analyse der Meteoriten zu dem Schlusse berechtigt, daß das übrige Weltall, soweit es sich den Sinnen offenbart, denselben elementaren Aufbau wie die Erde besitzt. Der Gesamtverlauf der Untersuchung mußte Kirchhoff zu der Annahme führen, daß die Sonne aus einem festen oder tropfbar flüssigen, in der höchsten Glut befindlichen Kern besteht, der für sich ein kontinuierliches Spektrum geben würde, der aber umgeben ist von einer das Licht zum Teil absorbierenden Atmosphäre von etwas geringerer Temperatur¹⁾.

Diese Vorstellung von der Beschaffenheit der Sonne stimmt mit der von Laplace begründeten Hypothese über die Bildung unseres Planetensystems überein. Wenn die Masse, die jetzt in den einzelnen Körpern dieses Systems verdichtet ist, in früheren Zeiten einen zusammenhängenden Nebel von ungeheurer Ausdehnung bildete, durch dessen Zusammenziehung die Sonne, die Planeten und die Monde entstanden sind, so müssen alle diese Körper im wesentlichen von der gleichen chemischen Zusammensetzung sein²⁾.

1) Auch Rowland, dem man die besten Spektralapparate (Rowlandsche Gitter) und sehr zuverlässige Untersuchungen verdankt, war der Meinung, daß unsere Erde, auf die Temperatur der Sonne erhitzt, ein dem Sonnenspektrum sehr ähnliches Spektrum zeigen würde.

2) Am Schluß dieser Reihe der „Charakterbilder“ wollen wir noch einmal auf Prof. Dannemanns Werke „Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung und in ihrem Zusammenhange“, 4 Bände, „Vom Werden der naturwissenschaftlichen Probleme“, „Aus der Werkstatt großer Forscher“ als Quelle naturwissenschaftlicher Belehrung hinweisen.
Die Schriftleitung.

Der gestirnte Himmel im Oktober 1932.

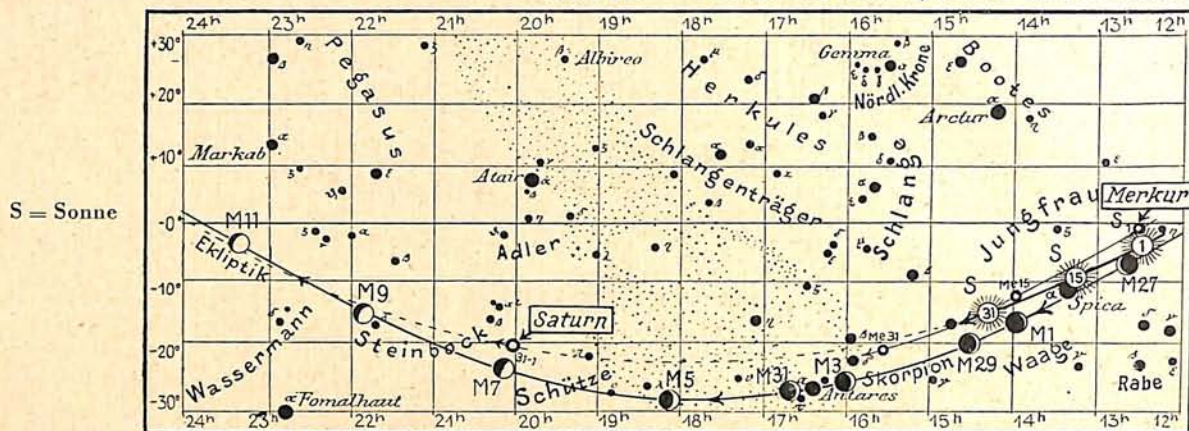
Von Günter Archenhold.

(Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.)

Im Oktober findet eine höchst bemerkenswerte Planetenbegegnung statt. Venus und Jupiter, beide in großem Glanze, kommen sich bei ihrem Laufe durch das Sternbild des Löwen am 20. Oktober so nahe, daß sie dem bloßen Auge fast wie ein Stern erscheinen. Beide Planeten sind rechtläufig, d. h., sie bewegen sich in demselben Sinne durch den Tierkreis wie Sonne und Mond. Jupiter, der fernstehende, läuft nur langsam, während Venus täglich über 2 Vollmondsbreiten unter den Sternen weiterwandert. So kommt es, daß sie, die im Anfang des Monats an der westlichen Grenze des Löwenbildes steht, am 6. Oktober an Regulus vorbeizieht und am 20. Oktober mit dem im südlichen Teil des Löwen stehen-

den Jupiter zusammentrifft. Die Konjunktion findet an diesem Tage um 4^h früh statt, wobei die Venus nur 7' südlich von Jupiter vorbeigeht. Man kann sie also selbst bei stärkerer Vergrößerung mit Jupiter gleichzeitig im Gesichtsfeld beobachten. Venus hat an diesem Tage einen Durchmesser von 16", da sie etwa 152 Millionen km von der Erde entfernt steht. Jupiter, dessen Abstand 912 Millionen km beträgt, ist etwa doppelt so groß, aber bedeutend lichtschwächer. Besonders gut wird sich die verschiedene Farbe und Helligkeit der beiden Planeten bei dieser Gelegenheit feststellen lassen. Im Moment der Konjunktion stehen die Gestirne für uns günstig über dem Horizont, da sie bereits gegen 2^{1/2}^h früh auf-

Abb. 2 a. Lauf von Sonne, Mond und Planeten



gehen. Aber nicht nur an diesem Tage wird die himmlische Begegnung für den Beobachter sehr reizvoll sein, sondern fast während des ganzen Monats. Insbesondere möchten wir auch diejenigen Leser, die einen photographischen Apparat besitzen, dazu anregen, das sich allmählich ändernde Bild auf die Platte zu bannen. Unfern von Venus und Jupiter ist der rötliche Mars zu finden, dessen Helligkeit vorläufig noch gering ist, da er 247 Millionen km von der Erde entfernt steht. In der astronomischen Größenskala hat Venus die Helligkeit - 3,6, Jupiter - 1,4, der Mars dagegen nur + 1,3. Wenn Mars in größter Erdnähe steht, wie zuletzt im Jahre 1924, kann er Jupiter sogar an Helligkeit übertreffen. Mars hatte damals die Sterngröße - 2,7.

Während der frühen Morgenstunden können wir bereits die Wintersternbilder erkennen, die im Laufe der Nacht den östlichen Horizont überschritten haben. Man kann daher wohl sagen, daß der Anblick des Morgenhimmels im Oktober von besonderer Schönheit ist. Am 24. Oktober sehen wir den schmalen, abnehmenden Mond an Mars, am 26. an Jupiter und Venus vorbeiziehen.

In den Abendstunden nehmen die Sternbilder den Stand zum Horizont ein, den unsere, auf dem Umschlag wiedergegebene Sternkarte anzeigt. Die Sommersternbilder befinden sich auf der westlichen Hälfte des Himmels. Der Meridian schneidet im Norden den Großen Bären, geht durch den Polarstern, Kepheus, Pegasus und Wassermann zum Südhorizont, wo Fomalhaut im Fisch die Südrichtung weist. Den größten Teil der östlichen Himmelshälfte nehmen die Herbststernbilder ein. Unsere Leser finden über sie in diesem Heft einen besonderen Aufsatz. Als Vorbote der Winterbilder erscheint der Stier mit den Plejaden im Osten über dem Horizont.

Algol ist im Oktober günstig zu beobachten. Seine Lichtminima treten zu folgenden Zeiten ein:

Oktober 9.	4 ^h	Oktober 17.	18 ^h
„ 12.	1 ^h	„ 29.	5 ^h
„ 14.	21 ^h		

Die Planeten.

Merkur bleibt im Oktober unsichtbar.

Venus ist als Morgenstern sichtbar. Anfang Oktober geht sie um 1^{3/4}^h auf; am Monatsende erfolgt ihr Aufgang erst um 3^h. Sie ist noch immer von großer Helligkeit. Am 20. des Monats findet eine bemerkenswerte nahe Konjunktion mit Jupiter statt, über die eingangs Näheres mitgeteilt ist.

Mars wandert aus dem Krebs auf Regulus im Löwen zu. Er geht bereits kurz vor Mitternacht auf. Sein scheinbarer Durchmesser vergrößert sich von 10" auf 12", da er sich jetzt der Erde etwas schneller nähert. Wir blicken auf seine nördliche Halbkugel, auf der gerade der Frühling begonnen hat.

Jupiter ist wie Venus und Mars am Morgenhimmel sichtbar. Der Aufgang erfolgt anfangs um 3^{1/2}^h, später um 2^h. Da er nunmehr wieder längere Zeit, zuletzt fast 4 Stunden, zu beobachten ist, geben wir wieder die Verfinsterungen und Stellungen seiner vier hellsten Monde an.

Verfinsterungen			Stellungen			
Okt.	M.E.Z.	Mond	Okt.	5 ^h 45 ^m M.E.Z.	Okt.	5 ^h 45 ^m M.E.Z.
	h m					
13	2 59	I E	1	43 12	17	42 13
18	5 4	II E	2	1 23	18	41 3
20	4 53	I E	3	2 143	19	41 32
23	4 1	III E	4	1 234	20	32 4
			5	324	21	321 4
			6	32 14	22	3 124
			7	321 4	23	1 24
			8	3 124	24	2 134
			9	1 324	25	12 34
			10	2 413	26	1324
			11	41 3	27	31 4
			12	4 132	28	324 1
			13	432 0	29	43 12
			14	4321 0	30	413 2
			15	43 12	31	42 13
			16	41 2		

Die Stellung der Monde ist in ihrer Reihenfolge so angegeben, wie sie im umkehrenden astronomischen Fernrohr erscheint. Jupiter selbst ist durch einen Kreis dargestellt. Steht der Mond vor der Scheibe, so ist seine Nummer in den Kreis hineingesetzt; befindet er sich hinter Jupiter, oder wird er durch den Schatten des Planeten verfinstert, so ist seine Ziffer fortgelassen.

Bemerkenswerte Konstellationen.

Okt.	h
2.	17 Saturn stationär.
7.	22 Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
14.	18 Uranus in Konjunktion mit dem Monde.
14.	24 Uranus in Opposition zur Sonne.
15.	13 Venus in Konjunktion mit Neptun.
20.	4 Venus in Konjunktion mit Jupiter.

Okt.	h
24.	7 Mars in Konjunktion mit dem Monde.
25.	20 Neptun in Konjunktion mit dem Monde.
26.	7 Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
26.	19 Venus in Konjunktion mit dem Monde.
31.	0 Merkur in Konjunktion mit dem Monde.

AUS DEM LESERKREISE

Einheitliche Bezeichnung der Himmelsrichtungen auf anderen Weltkörpern.

Von Horst Fehre.

Es mag überflüssig erscheinen, auf diese an sich belanglose Frage einzugehen, doch halte ich es für nötig, da es hier nicht um willkürliche Festsetzungen, sondern um grundsätzliche Klarheit geht. Leider bestehen im astronomischen Schrifttum heute noch zwei verschiedene Arten, die gegenseitige Lage von Punkten auf den Weltkörpern anzugeben. Man richtet sich entweder nach dem Anblick von der Erde aus oder nach der wirklichen Lage der Bezugsstücke auf den betreffenden Gestirnen. Den Bedürfnissen der Beobachtung scheint es zu entsprechen, wenn alle Weltkörper in das Neg der Erdhimmelsrichtungen eingesponnen werden, doch ergeben sich sofort geradezu falsche Lagebeziehungen, sobald man nach diesem Verfahren Ortslagen auf den beobachteten Weltkörpern selbst angibt. Es tritt dann immer der Widerspruch in Erscheinung, daß scheinbare (von der Erde aus gesehene und den Erdhimmelsrichtungen angepaßte) und wirkliche (auf dem beobachteten Gestirn tatsächlich vorhandene) Lage von Ost und West sich nicht entsprechen. Dies ist ein Mangel, der gelegentlich zu Verwirrungen führt und beseitigt werden muß.

Die Vertauschung von Ost und West hängt mit der einfachen Tatsache zusammen, daß wir uns auf der Erde selbst befinden, die übrigen Himmelskörper hingegen von außen sehen. Für uns schweben sie frei im Raume. Sehen wir einmal zu, wie sich die Himmelsrichtungen auf der Erde verhalten, wenn wir uns diese als schwebende Kugel vorstellen. Um uns diesen Anblick zu verschaffen, brauchen wir nur einen Globus aufzustellen. Der Längengrad durch Greenwich sei gerade auf uns zu gewölbt. Er erscheint als Durchmesser der kreisförmig umrissenen Erde. Europa und Afrika befinden sich etwa in der Mitte der sichtbaren Halbkugel. Teile von Amerika scheinen, um einen uns geläufigen Ausdruck anzuwenden, auf der „linken“, Asien hingegen auf der „rechten“ Hälfte zu liegen. Mit Recht werden wir, auf den Zentralmeridian von Greenwich Bezug nehmend, die uns links erscheinende Halbkugel als die westliche, die rechte hingegen als östliche Erdhalbkugel bezeichnen.

Zwei Versuche wollen wir mit unserer Erdkugel anstellen. Wir lassen die Erde sich drehen, also von Westen nach Osten. Das bedeutet, daß Asien für uns am rechten Rande verschwindet, während auf der anderen Seite Amerika vollständig sichtbar wird. Stellen wir uns vor, der Globus sei die Erde selbst und wir beobachteten sie vom Weltall aus, so stellten wir fest, daß sich die Einzelheiten der Erdoberfläche, die der Umdrehung folgen, mit ihr gleichsinnig von Westen nach Osten sich bewegen. Sie tauchen also am Westrande auf und verschwinden am Ostrand.

Jetzt beleuchten wir unseren Erdball von der Seite so, daß die Schattengrenze durch Europa geht. Asien soll beleuchtet sein, Amerika im Dunkel liegen. Drehen

wir den Globus und bewegen uns gleichzeitig in der Weise, daß sein Anblick für uns unverändert bleibt, dann bemerken wir, wie die Schattengrenze von Europa hinüberwandert nach Amerika und schließlich am linken Rande verschwindet, sogleich aber ihr Gegenstück am Ostrand des Globus hervorkommt. Wir folgern daraus, daß der Schatten, wie es sein muß, sich der Achsendrehung entgegenbewegt. Er wandert also auf der Kugel von O nach W, auf der vom Weltall gesehenen Erde von rechts nach links.

Denken wir den Globus an den Himmel versetzt und in einen Weltkörper verwandelt, so wird sich dieser hinsichtlich seiner Himmelsrichtungen genau so verhalten wie die verbildlichte Erde, sofern dessen Achse nicht wesentlich verschieden von der Erdachse gerichtet ist, und er sich in gleichem Sinne dreht wie die Erde. Sonne, Mond und alle Planeten erfüllen diese Bedingung, allein Uranus und womöglich Neptun bilden Ausnahmen. Auf beide kommen wir noch zurück. Übertragen wir unsere Beobachtungen am Globus auf die Himmelskörper, so folgt allgemein, daß wir Bewohner der nördlichen Erdhalbkugel den linken Teil ihrer Scheibe als westliche, den rechten als östliche bezeichnen müssen. Dabei ist zu beachten, daß wir uns nicht nach dem Scheitelpunkt zu richten haben, sondern nach dem Himmelsnordpol, da sonst alle zwischen Pol und Zenit kulminierenden zirkumpolaren Sterne auf ihrem oberen Kulminationsbogen gerade umgekehrte Verhältnisse aufwiesen. Jetzt tritt der Widerspruch augenscheinlich hervor, daß für den Beobachter auf der Erde Erdost und Gestirnwest und umgekehrt einander zugeordnet sind. Ferner gilt für die Beobachtung anderer Weltkörper: Sämtliche Einzelheiten auf rechtssinnig umdrehenden Gestirnen scheinen auf ihrer Scheibe von W (links) nach O (rechts) zu wandern, indessen die Lichtgrenze sich umgekehrt von O nach W, also von rechts nach links bewegt. Im Fernrohr, wo das Bild eines Planeten, wie durch einen Lichtbildwerfer geschickt, oben mit unten vertauscht und zugleich seitenverkehrt erscheint, erhalten wir den umgekehrten Anblick. Süden ist oben, jedoch entsprechen sich jetzt W und O genau mit den irdischen Richtungen.

Wie sind die Lageverhältnisse auf den bekannten Himmelskörpern? Es leuchtet ein, daß beim Mond die bei zunehmendem Licht beschienene Hälfte die östliche ist. Mare Crisium liegt also nahe dem Ost-, nicht dem Westrande der Mondscheibe; denn wir müssen uns ostwärts bewegen, um vom scheinbaren Mittelmeridian das Mare Crisium zu erreichen. Obwohl die Angaben über die gegenseitige Lage von Orten auf dem Monde selenographisch ganz verkehrt sind, wie sie aus der erd-anpassenden Einrichtung des Mondes folgen, herrschen sie heute noch vor.

Auch über die Lagebezeichnung auf der Sonne herrscht noch keine Einstimmigkeit. Während Hopmann*) die Richtungen angibt, wie sie tatsächlich auf der Sonne vorliegen, wird in Newcomb-Engelmann**) die entgegengesetzte Meinung vertreten. Sonnen- wie auch Jupiterflecken erscheinen am Westrande und verschwinden am Ostrand. Auch äußert sich der Dopplereffekt auf der Osthälfte als Fortbewegung und auf der Westhälfte als Annäherung.

Ebenfalls wünschenswert erscheint es, bei der Zuordnung auf dem Mars in Beobachtung und Kartenwerken sich nach den wirklichen Lageverhältnissen zu richten.

Uranus ist ein merkwürdiger Fall. Seine Achsendrehung erfolgt abweichend von den übrigen Planeten nicht im Sinne des Umlaufes um die Sonne, sondern umgekehrt. Da die Achse stets die Richtung N—S bestimmen soll, müssen wir dem Uranus eine Umdrehung von O nach W zusprechen.

Nach diesen Ausführungen empfiehlt es sich, von den beiden Bezeichnungen die als alleingültige auszuwählen, die den wirklichen Lageverhältnissen auf anderen Gestirnen gerecht wird, während die andere als unwissenschaftlich abgelehnt werden muß, da sie auf dem Boden fremder Weltkörper versagt. Sie verspricht

*) Hopmann: „Weltallkunde“, S. 104: „Die tägliche Verfolgung der Sonnenflecken zeigt ihr Wandern über die Scheibe von West nach Ost . . .“

**) Newcomb-Engelmann: „Populäre Astronomie“, Ausgabe 1922, S. 281: „Schon eine oberflächliche Betrachtung zeigte bald, daß die Flecken sich auf der Sonnenscheibe in der Richtung von O nach W bewegen . . .“

dem Beobachter auf der Erde nur scheinbare Vorteile und stellt einen Rest geozentrischen Denkens dar. Dem auf optische Beobachtungsmittel angewiesenen Astronomen bietet die gewählte Art die Erleichterung, als im umgekehrten Bilde Erdost mit Sternost und Erdwest mit Sternwest zusammenfallen, während die Drehachse NS nach beiden Bezeichnungen umgekehrt erscheint.

Anmerkung der Schriftleitung: Obwohl wir im einzelnen den Ausführungen nicht ganz zustimmen, geben wir der obenstehenden Zuschrift gern Raum, da sie auf einen zu Irreführungen Anlaß gebenden Mißstand in der Ausdrucksweise aufmerksam macht, der einer Verbesserung bedarf. Da es sich bei den Himmelsrichtungen um relative Begriffe handelt, so würde nach unserer Meinung der beste Ausweg der sein, daß man für die Himmelsrichtungen auf anderen Planeten die neue Bezeichnung Planetenost, Planetenwest einführt, also z. B. Marsost, Sonnenwest. Diese Bezeichnungsweise ist um so mehr am Platze, als dadurch zum Ausdruck käme, daß die Richtungen auf ein anderes Bezugssystem, nämlich auf die jeweiligen Planetenmeridiane bezogen sind. Für alle auf den Erdmeridian oder die Himmelsmeridiane bezogenen Richtungen könnte man dann die einfachen Richtungsangaben Ost und West beibehalten.

Nordlichtbeobachtung? In der Nacht vom 5. zum 6. Juni beobachtete ein Leser in Freiberg i. Sa. ein Nordlicht. Die Art der Erscheinung war wolkenartig, von weißer Farbe, und zuweilen schossen einige Strahlen senkrecht in die Höhe. Es dürfte von großem Interesse sein, ob dieses Nordlicht auch anderwärts beobachtet worden ist, da die Beobachtung durch starkes Nebenlicht beeinträchtigt wurde und daher nicht ganz sicher ist.

KLEINE MITTEILUNGEN

Heller Komet Peltier-Whipple (1932 k). Als zehnter Komet dieses Jahres wurde am 8. August von dem Liebhaberastronomen Peltier, einem eifrigen Beobachter veränderlicher Sterne, der auch bereits durch einige Kometenentdeckungen bekanntgeworden ist, visuell und von Whipple photographisch ein Komet 8. Größe entdeckt. Er stand damals im südlichen Teil des Perseus, lief dann an Algol und Algenib vorbei in das Sternbild der Giraffe und hält sich jetzt im Sternbild des Drachen auf. Ende des Monats wird er nördlich von Mizar im Großen Bären aufzufinden sein. Anfang September hatte der Komet mit 6^m,5 seine größte Helligkeit, so daß er gerade an die Grenze der Sichtbarkeit mit freiem Auge heranreichte. Bei 60facher Vergrößerung zeigte der Komet in unserem 6-Zöller einen hellen Kern und Kopf und einen über einen Grad langen Schweif. Im großen Fernrohr hatte der Kometenkopf ein bemerkenswertes Aussehen. Von dem sehr kleinen Kern, also dem festen Bestandteil des Kometen, strömte auf der der Sonne zugewandten Seite die gasförmige Materie heraus und verbreiterte sich, gleichzeitig an Helligkeit verlierend. Unter der Wirkung einer von der Sonne fortgerichteten Kraft — wie wir wissen, handelt es sich um den Lichtdruck — änderte sie die Richtung, so daß ein von der Sonne abgewandter Schweif entstand. Er war fast geradlinig von der Sonne fortgerichtet, wie auch einige von mir aufgenommene Photographien zeigen. Der vorläufigen Bahnberechnung nach handelt es sich um einen nichtperiodischen Kometen. Er erreichte am 1. September seine größte Sonnennähe bei einem Abstände von 155 Millionen km. Nunmehr entfernt sich der Komet sowohl von der Sonne als auch von der Erde.

Ende September wird er voraussichtlich etwa ebenso hell wie bei seiner Auffindung, nämlich 8. Größe, sein. Wir geben nachstehend seine Ephemeride an:

		Rekt.	Dekl.			Rekt.	Dekl.	
		h	m	°	′	h	m	
Sept. 14.	13	3,6		+68	14	Sept. 22.	13 32,1	+61 42
„	16.	13	12,9	66	26	„	24. 13 36,7	60 19
„	18.	13	20,5	64	45	„	26. 13 40,7	59 2
„	20.	13	26,8	+63	10	„	28. 13 44,2	+57 50

Günter Archenhold.

Neuer Komet Schmitt (1932 h). In der Nähe des Kometen Newman, der weiter ein unscheinbares Objekt geblieben ist, entdeckte Schmitt am 25. Juni einen Kometen, der gleichfalls außerordentlich schwach ist. Es liegen nur wenige Beobachtungen von ihm vor. Sie zeigen, daß er nahezu dieselbe Bewegungsrichtung wie der Komet Newman hat, so daß es sich möglicherweise um einen Teil desselben handelt.

G. A.

Wiederauffindung zweier periodischer Kometen. Am 30. Juli wurde von van Biesbroeck auf der Yerkes-Sternwarte der Borrellysche Komet, der eine Umlaufzeit von 7 Jahren um die Sonne hat, wieder aufgefunden. Er erhielt die Bezeichnung 1932 i. Seine Helligkeit war 12. Größe.

Der Faye'sche Komet, dessen Umlaufdauer 7¹/₃ Jahre beträgt, wurde auf der Sternwarte Hamburg-Bergedorf am 30. August als ein Objekt 12. Größe durch eine 2¹/₂stündige Aufnahme, die von Schwaßmann, Wachmann und Guyot gemacht worden ist, wiederaufgefunden. Der Komet (1932 l) befand sich nahe dem vorausberechneten Orte.

G. A.

Ein neuer Kugelsternhaufen ist von Clyde W. Tombaugh, dem Entdecker des Pluto, bei der Fortsetzung der Durchmusterung der Ekliptikzone mit dem neuen Lawrence-Lowell-Teleskop aufgefunden worden. Dieses Fernrohr bildet ein großes Gesichtsfeld mit vorzüglicher Definition ab, und die kleinen und scharfen Bilder der Sterne ermöglichen es, sehr kleine Nebel von schwachen Sternen zu unterscheiden. So konnten viele schwache Nebel und besonders auch mehrere Haufen von außergalaktischen Nebeln neu entdeckt werden. Die Natur des neuen Kugelsternhaufens wurde bei der Durchmusterung einer Platte mit dem Blink-Komparator vermutet und konnte von Lampland auf einer Photographie mit dem 42zölligen Reflektor bestätigt werden. Das neue Objekt fehlte bisher in den Listen der etwa 100 bekannten kugelförmigen Sternhaufen, und es scheint, daß seine Auflösbarkeit bis jetzt nicht bekannt gewesen ist. In Dreyers Neuem General-Katalog der Nebel- und Sternhaufen trägt das Objekt die Nummer 5694. Es wurde von Herschel, dem großen Nebelforscher, als „mäßig hell, ziemlich klein, rund, in der Mitte heller, gesprenkelt aber nicht aufgelöst“ bezeichnet. Der Sternhaufen steht in Rekt. = $14^{\text{h}}33^{\text{m}},8$ und Dekl. = $-26^{\circ}6'$. Die Helligkeit ist nach einer Schätzung mit dem 13zölligen Lawrence-Lowell-Teleskop $9^{\text{m}},3$, mit dem 42zölligen Reflektor, der die schwächeren äußeren Partien mit abbildet, jedoch $7^{\text{m}},5$. Der scheinbare Durchmesser der zentralen Partien beträgt nur $45''$, doch mag er sich bei längerer Belichtung beträchtlich größer ergeben. Veränderliche Sterne sind bisher in ihm noch nicht entdeckt worden, so daß eine genaue Entfernungsbestimmung auf Grund der bekannten Eigenschaften dieser Sterne nicht möglich ist. Auch die übrigen Daten über Durchmesser, Helligkeit usw. müssen erst noch mit einem noch größeren Instrument genauer festgestellt werden, damit auf Grund der Shapleyschen Methode die Entfernung bestimmt werden kann. Der kleine Durchmesser läßt vermuten, daß es sich um einen sehr weit entfernten Sternhaufen handelt. G. A.

Orientierung nach dem Monde. Im Militär-Wochenblatt wurde kürzlich ein Verfahren mitgeteilt, nach welchem man mit Hilfe der Mondphase und der Zeit die Himmelsrichtung feststellen kann. Dieses Verfahren hat manchen Vorteil gegenüber dem Richtungfinden nach dem Polarstern, das nur dann möglich ist, wenn die Gegend des Himmels unbewölkt ist, an der der Polarstern steht. Zur Einortung nach dem Monde genügt es, wenn nur der Schein des Mondes durch eine dünne Wolkendecke seinen Ort angibt; seine Phase kann man nach dem Taschenkalender finden. Zunächst muß man feststellen, wieviel Zwölftel der Mondfläche beleuchtet sind, z. B. kurz vor oder nach Neumond $\frac{1}{12}$, bei Halbmond $\frac{6}{12}$, usw. Nach einer richtiggehenden Uhr stellt man die Zeit fest und zählt dann bei zunehmendem Mond die Zahl der sichtbaren Mondzwölftel ab, bei abnehmendem Mond zu. So erhält man die Zeit, zu der die Sonne an dem Ort stehen würde, wo der Mond gerade steht. Da die Sonne ungefähr um 6^{h} im Osten, um 12^{h} im Süden, um 15^{h} im Südwesten steht, kann man dadurch die Himmelsrichtung ermitteln. Als Beispiel soll folgender Fall dienen: Der Mond sei kurz vor dem Ersten Viertel zu $\frac{5}{12}$ beleuchtet, und wir beobachten um 17^{h} . Nach der obigen Regel müssen 5 Stunden abgezogen werden. Der Mond steht an derjenigen Stelle, wo die Sonne um 12^{h} sich befindet. Wir erhalten also durch den Mond die genaue Südrichtung. Bei größerer Entfernung vom Stargarder Meridian wird es ratsam sein, den Unterschied zwischen Ortszeit und M.E.Z. mit in die Rechnung einzusetzen. W. v. B.

Piccard und die Venus. Unter der Überschrift „Piccard ist aber nicht die Venus“ ging die folgende Notiz durch die Tagespresse, die wir unseren Lesern nicht vorenthalten wollen:

„Ein ergötzlicher Zwischenfall ereignete sich bei der Verfolgung des Piccardschen Höhenballons durch fünf Presse- und Filmautos, die von dem bekannten Gordon-Bennett-Ballonführer Major Gerber geführt wurden. Es waren schon in den letzten Tagen fortlaufend Meldungen eingegangen, der Piccardsche Ballon sei gesichtet worden, während sich Piccard noch wohl und munter in Dübendorf befand.

Das Phänomen wurde dann aufgeklärt: Astronomen stellten fest, daß um diese Zeit die Venus am Tage besonders hell sichtbar sei; die Piccard-Beobachter hatten also den Stern für einen Ballon angesehen. Bei der Verfolgung Piccards durch die fünf Autos passierte dem gewiegten Ballonführer Gerber dasselbe Pech: in Sargans an der Schweizer Ostgrenze beobachtete er den Ballon, der stundenlang regungslos in der Luft stand. Als sich der Ballon nach mehr als drei Stunden kaum vom Fleck bewegt hatte, rief man in großer Besorgnis in Zürich an und erhielt von dort Bescheid, daß Piccard bereits auf dem Wege nach Italien sei. Sogar gewiegte Fachleute hatten also stundenlang trotz aller guten Ferngläser die Venus für den Stratosphärenballon angesehen!“

Daß die Venus am Tage mit bloßem Auge gesehen werden kann, ist durchaus nicht selten. Wir haben in dieser Zeitschrift bereits des öfteren darüber berichtet, und im 24. Jahrgang, S. 172, ist ein ähnlicher Fall mitgeteilt worden, wo die Venus für ein Kriegsflugzeug gehalten wurde.

Über die Ergebnisse der Strahlungsmessungen, die Piccard bei seinem zweiten Höhenflug vorgenommen hat, werden wir berichten, sobald Veröffentlichungen darüber vorliegen.

BÜCHERSCHAU*)

von Ficker, H.: Wetter und Wetterentwicklung. („Verständliche Wissenschaft“, Band 15.) 140 S. m. 42 Abb. u. 11 Karten. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Pr. geb. 4,80 M.

Der bekannte Berliner Universitätsprofessor und Direktor des Preuß. Meteorologischen Instituts hat die einschlägige Literatur um ein wertvolles Buch bereichert. Das Werk zeichnet sich dadurch aus, daß es so wenig wie möglich Zahlen enthält und fast nichts über Instrumente und Beobachtungsmethoden berichtet. Der Inhalt gliedert sich in zehn Abschnitte: Die Lufthülle unserer Erde; Die Sonne heizt; Es weht der Wind; Das Reich der Wolken; An der Kampffront der Luftmassen; Es braust der Föhn; Wirbel und Wirbelstürme; Die Zyklogen der mittleren Breiten; Im Hochdruckgebiet; Wetterkarte und Wettervorhersage. Den Schluß bilden einzelne Wetterkarten, die typische Beispiele über das Vorhergesagte anführen. Interessant ist, daß man wieder zu den alten Anschauungen des Berliner Meteorologen Dove, die er vor vielen Jahrzehnten über die Wetterbildung aussprach, zurückgekehrt ist. Dieser Gelehrte schilderte die Wettervorgänge als einen Kampf der polaren Kaltluft mit tropischer Warmluft. Weiterhin erfahren wir, daß die kältesten Luftmassen unserer Atmosphäre mit einer Temperatur von etwa 80° Kälte sich über dem Äquator und der Tropenzone befinden. Über die Temperaturen von 30 km bis zur Grenze unserer Lufthülle wissen wir wenig. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß bei 40 bis 50 km die Temperaturen oberhalb 0° liegen. Das kleine Buch ist sehr anschaulich geschrieben und verdient weiteste Verbreitung.

Dr. Wegner.

*) Alle Werke können von der „Auskunfts- und Verkaufsstelle der Treptow-Sternwarte“, Berlin-Treptow, bezogen werden.

„Das Weltall“ erscheint monatlich (Januar/Februar und Juli/August in je einem Doppelheft). Bezug durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow (Postcheckkonto Berlin Nr. 4015) sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten. Preis jährlich 8 M. (Ausland 10 M.) Einzelheft 1 M., Doppelheft 1,50 M. — Über Anzeigengebühren erteilt der Verlag bereitwilligst Auskunft.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Günter Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: Otto Rathe, Berlin-Treptow. Druck von Carl Fr. Berg vorm. J. Windolff, Berlin SW 68.

