

D
W
a

5
192
192

05
11
11

2
12
13

6521

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

Wenn uns auch das Ganze unerreichbar
ist, so bleibt doch die teilweise Lösung
des Problems, das Streben nach dem
Verstehen der Welterscheinungen
der höchste und ewige Zweck aller
Naturforschung. A. v. Humboldt.

32. Jahrgang

Oktober 1952 bis September 1953

Mit 78 Abbildungen



Verlag der Treptow-Sternwarte

Berlin-Treptow

E

Mitarbeiter.

| | Seite | | Seite |
|--|--------------------|-----------------------------------|------------------|
| Archenhold, Dr. F. S. | 17 | Kutscher, M. | 154 |
| Archenhold, Direktor Günter 6, 11, 14, 15, 16, 26, 27, 30, 31, 32, 42, 46, 47, 48, 67, 71, 72, 84, 88, 100, 103, 104, 116, 118, 120, 121, 131, 134, 135, 156, 154, 157, 159, 160, 168, 174, 176 | | Lambrecht, cand. astr. H. | 61, 112 |
| Baur, Prof. Dr. Franz. | 4 | Lange, Artur | 172 |
| Bezold, W. von | 72, 102 | Lange, Dr. E. | 105, 144 |
| Bomke, Dr. | 124, 130, 152, 170 | Lehmann, Dr. Ing. G. | 5 |
| Brandt, Dipl.-Opt. Rudolf. | 129 | Loewe, Dr. Fritz | 36 |
| Bungart, Dr. Fritz. | 127 | Mader, Prof. Dr. August. | 65 |
| Burkert, Dr. P. | 35 | Miczaika, G. R. | 155 |
| Dittrich, Prof. Dr. Ernst. | 25 | Pauly, J. | 15 |
| Ebert, G. | 87 | Peltier, L. C. | 75 |
| Engert, Eduard | 45, 141 | Roose, Konrektor L. W. | 10 |
| Fauth, Ph. | 52 | Sandner, Dr. Werner. | 45, 82 |
| Fedtke, Carl | 87 | Schif, Dipl.-Ing. Curt | 40 |
| Fehre, H. | 87 | Schmid, Karl | 95 |
| Feldhaus, Gilbert W. | 99 | Schulze, Walter M. H. | 50, 89, 104, 157 |
| Gaposchkin, Dr. S. | 46, 119 | Sommer, Studienrat Richard. | 55, 75 |
| Gengler, Dr. G. Thomas | 49 | Spangenberg, W. W. | 50, 86, 154 |
| Hügeler, Paul | 19 | Sticker, Dr. Bernhard | 164 |
| Klumak, Dr. Robert. | 98 | Theile, stud. astr. Walter. | 78 |
| Krug, Erich. | 109, 160 | Tomaschek, Prof. Dr. Rudolf. | 54 |
| Kruse, Dr. W. | 1 | Wattenberg, D. | 8, 157 |
| Kulik, Prof. L. A. | 95 | Weber, Dr. A. | 161 |
| | | Wegner, Dr. Rudolf. | 16 |
| | | Weiken, Dr. Karl | 39 |
| | | Wolff-Beselin, E. | 22, 97 |

Sach- und Namenregister.

| | Seite | | Seite |
|--|------------|---|---------------|
| Atmosphäre: | | (Kometen) | |
| Dämmerungsstörungen durch Vulkanausbrüche in den Cordilleren 1952 April | 88 | Peltier-Whipple 1952 k | 48 |
| Einfluß auf astronomische Beobachtungen | 51 | Pons-Winnecke 1953 b..... | 104 |
| Ionisation durch Meteorfälle..... | 50 | Tempel 1866 I..... | 48 |
| Streulicht, Intensitätsuntersuchungen auf der Adlersruhe | 119 | Längenbestimmung, internationale 1955 | 49 |
| Bishopscher Ring 1952 Juli 25 | 88 | Lehrmittel: | |
| Elektrizität, Umwandlung von Licht in — | 152 | Flaschenhimmel von Dr. Westphal..... | 159 |
| Energiekreislauf im Weltall | 141 | Himmelsatlas von Schurig-Götz | 160 |
| Erde: | | Kosmos-Sonnenuhr | 160 |
| Anblick vom Monde aus | 67 | Universalplanetarium von Kiehlmann | 159 |
| Aufrechterhaltung der elektrischen Ladung (von Schweidler) | 104 | Zellonhimmel von Dr. Westphal | 159 |
| Blitzschlagstellen, Grundwasseradern und Wünschelrute | 5 | Leuchtende Nachtwolken: | |
| Deutsche Grönlandexpedition Alfred Wegener — | 34, 40 | 1952 Juli | 47, 154 |
| Eisdickenmessung | 54 | Bewegungsrichtung | 154 |
| meteorologische Ergebnisse..... | 56 | Licht, Umwandlung in Elektrizität..... | 152 |
| Schweremessungen | 59 | Liebhäberastronomen, Aus der Arbeit von — 75, 161 | |
| trigonometrische Höhenmessungen..... | 40 | Luftelektrizität: | |
| Grönland, eine Rieseneisinsel | 16 | Die Aufrechterhaltung der elektrischen Ladung der Erde (von Schweidler)..... | 104 |
| Kontinentalverschiebungstheorie | 55 | Magnetische Charakterzahlen oder Sonnen- fleckenzahlen? | 46 |
| Längenbestimmung 1955..... | 49 | Materie: | |
| Oszillationstheorie | 156 | Neutronen | 150 |
| zeitliche Schwankungen der Schwerkraft..... | 54 | Positronen | 150 |
| Foerster, Wilhelm, zum 100. Geburtstag | 17 | Meteore und Sternschnuppen: | |
| Funkempfang: | | Feuerkugel, helle, 1952 Nov. 26 | 47 |
| Meteorfälle und — | 50 | Leoniden | |
| Sonnenflecken und — | 51 | 1952 | 8, 11, 47, 87 |
| Geschichte der Astronomie: | | Geschichte | 6 |
| Araber, Zirkumpolarsterne | 97 | Meteorfälle, Bedeutung für die Ionisation der oberen Atmosphäre | 50 |
| Griechen, Der Sternenhimmel der | 22, 97 | Meteorfälle und Funkempfang | 50 |
| Maya, rote Venus | 25 | Sternschnuppe, außergewöhnliche, 1950 April 9 | 72 |
| Mecklenburgischer Steintanz..... | 105 | Sternschnuppe, teleskopische, 1952 Okt. 4 | 15 |
| Nordlicht | 164 | Sternschnuppen-Beobachtungen, Karten für .. | 120 |
| Orientation | 104 | Sternschnuppen, Erforschung..... | 150 |
| Sonnentempel Kalasasaya..... | 155 | Tunguska-Meteor 1908 Juni 30 | 72, 95 |
| Sternbild „Nebiger“..... | 99 | Meteorologie: | |
| Haloerscheinungen: | | Sonneneinfluß auf Wolkenbildung..... | 168 |
| 1955 März 29 | 156 | Wetter 1952 in Berlin-Johannisthal | 102 |
| 1955 Juni 5 | 156 | Witterungsvorhersage, langfristige..... | 4 |
| 27-tägige Periodizität..... | 168 | Mond: | |
| — und Erdmagnetismus..... | 169 | Finsternis 1952 Sept. 14 | 14 |
| Höhenstrahlung: | | Formationen vom „Wargentini“-Typ | 105, 154 |
| Energieverhältnisse | 157 | Karten von Fauth..... | 32 |
| Probleme | 89 | Kraterentstehung, Wegeners Theorie..... | 54 |
| Kometen: | | Masse und Bewegung..... | 56 |
| 1955 zurück erwartete — | 42 | Mondlicht, aschgraues | 67 |
| Brooks 1952 m | 48 | scheinbare Größe | 14 |
| Dodwell 1952 n | 71, 86, 87 | Nebel: | |
| Giacobini-Zinner 1955 c | 155 | Dunkelnebel im Ophiuchus | 47 |
| Peltier 1955 a | 88 | Nebellinien, Deutung, Leuchtprozeß | 64 |
| | | planetarische —..... | 61, 112 |
| | | Spiralnebel | |
| | | Durchmusterung des Südhimmels | 88 |
| | | Flucht | 121 |
| | | Kugelsternhaufen in Spiralnebeln | 1 |

| | Seite | | Seite |
|--|-------------|---|----------------|
| Photographie: | | Sterne: | |
| photographischer Effekt, anormaler | 156 | absolute Leuchtkraft | 20 |
| Sonnenkamera, einfache | 98 | Antares | 152 |
| Photozellen: | | Deutung des kontinuierlichen Spektrums | 170 |
| — in der Astronomie | 124 | Doppelsterne | |
| Sperrschicht — | 152 | α Arietis, spektroskopischer Doppelstern | 16 |
| Planeten: | | Generalkatalog, neuer von Aitken | 135 |
| Bestimmung der relativen Entfernungen aus | | γ Leonis, mehrfaches System? | 100 |
| den rückläufigen Bewegungen | 127 | Durchmesser | 21 |
| heliocentrische Längen für 1955 | 48 | Kapella | 151 |
| Jupiter | | Neue Sterne | |
| Konjunktion mit Mars, 1955 Juni 4 | 116 | Nova Geminorum, vermeintliche | 118 |
| Konjunktion mit Venus, 1952 Okt. 20 | 30 | RS Ophiuchi | 176 |
| Trabanten | 57 | Ortsbestimmung, photoelektrische Methode | 127 |
| Mars | | Radialgeschwindigkeiten | 20 |
| Konjunktion mit Jupiter, 1955 Juni 4 | 116 | Rotation | 21 |
| Trabanten | 57 | Spektrien | 19 |
| Merkur, Tagesbeobachtung | 30 | Sternphotometrie, photoelektrische | 126 |
| Neptun, Trabant Triton | 76 | Ultraviolett-Spektrum, Untersuchungen | 119 |
| Saturn | | Veränderliche | |
| heller Fleck 1955 | 161 | 115 neue | 72 |
| Trabanten | 75 | η Aquilae | 155 |
| Trabanten | | Bedeckungsveränderlichen, Die | 46 |
| Größe, Masse und Dichte | 55, 75 | Beobachtungen, Bearbeitung | 78 |
| kosmogonische Betrachtung | 77 | Mira | 174 |
| Uranustrabanten | 76 | RS Ophiuchi | 176 |
| Venus | | Sternhaufen, Kugel — in Spiralnebeln | 1 |
| Atmosphäre, Zusammensetzung | 15 | Sternschnuppen (siehe Meteore) | |
| Beobachtungen 1952—1955 | 154 | Sternsystem, Bau | 157 |
| Konjunktion mit Jupiter, 1952 Oktober 20 | 30 | Sternwarten: | |
| rote — der Maya | 25 | Beobachtungsbedingungen auf einigen großen — | 51 |
| Planetoiden: | | Heidelberg | 9, 26 |
| 1955 HH = 192 Nausikaa | 176 | Höhenstation auf dem Großglockner | 119 |
| Benennung von 1952 EA ₁ (Amor) | 48 | Treptow | |
| Beobachtungen 1951 in Heidelberg | 27 | Astronomisches Museum, Büste Foersters .. | 18 |
| Ephemeriden heller — | 16, 32, 159 | Astronomisches Museum, Neueinrichtung | 109 |
| Lichtschwankungen bei 1951 PH | 157 | Bilderschau | 172 |
| Polarjahr 1952/55, deutsche Station | 32 | Halobeobachtungen | 168 |
| Polarlicht: | | Komet Peltier 1952 k, Zeichnung | 74 |
| Nordlicht in Sage und Forschung | 164 | Mondfinsternis 1952 Sept. 14, Beobachtung .. | 14 |
| Nordlichter in geringen Höhen? | 72 | Mondformation vom „Wargentin“-Typ, | |
| Nordlichter und Sonnenflecken 1950—1952 | 82 | Beobachtung | 104 |
| Sonne: | | Nachrichtendienst | 16 |
| Bewegung | 20 | Nordlandschau | 55 |
| Einfluß auf Wolkenbildung | 168 | Venus-Jupiter-Konjunktion 1952 Okt. 20, | |
| Finsternis 1955 Februar 24 | 66 | Beobachtung | 50 |
| Finsternis 1955 August 21 | 42, 66, 155 | Strebel, Dr. Hermann, Auszeichnung | 72 |
| Flecken | | Uhren, Präzisionsuhrenbau (Riefler-, Hayn-, | |
| Größenverhältnisse | 45 | Shortt-, Schuler-Uhr, Uhren ohne Pendel) 105, 144 | |
| Gruppe 1952 Dezember/1955 Januar .. | 44, 69 | Wegener, Alfred: | |
| Relativzahlen oder magnetische Charakter- | | — | 54, 56 |
| zahlen? | 46 | Deutsche Grönland-Expedition | 54, 56, 59, 40 |
| und Funkempfang | 51 | Kontinentalverschiebungstheorie | 55 |
| und Nordlichter 1950—1952 | 82 | Theorie der Entstehung der Mondkrater | 54 |
| Korona, Nachweis am Tage | 120 | Weltall: | |
| Mittagshöhe und Schattenlänge | 27 | Begrenzung | 125 |
| Sonnenkamera, einfache | 98 | Energiekreislauf im — | 141 |
| Spektroskopie: | | Wolf, Prof. Dr. Max † | 8 |
| Fortschritte der astronomischen — | 19 | Wünschelrutenphänomen, physikalische Erklärung .. | 5 |
| kontinuierliche Gasspektren | 170 | Zeitrechnung: | |
| Sternbilder: | | Gregorianischer Kalender, 550jähriges Jubiläum .. | 10 |
| „Nebiger“ | 99 | Vorschlag einer neuen astronomischen Stunden- | |
| Winter — | 22 | bezeichnung | 45 |
| Zirkumpolar — | 97 | Zodiakallicht | 67, 129 |

DAS WELTALL

Herausgegeben von Dr. F. S. Archenhold, Schriftleiter: Günter Archenhold.

32. Jahrgang Heft 1

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

Oktober 1932

Inhaltsverzeichnis:

| | | | |
|---|---------|---|----------|
| 1. Kugelsternhaufen in Spiralnebeln. Eine wichtige Entdeckung der Mount Wilson-Sternwarte. Von Dr. W. Kruse | Seite 1 | 7. Der gestirnte Himmel im November 1932. Von Günter Archenhold. (Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.) | Seite 11 |
| 2. Aufgabe und Tätigkeit der staatlichen Forschungsstelle für langfristige Witterungsvorhersage in Frankfurt a. M. Von Prof. Dr. Franz Baur | 4 | 8. Aus dem Leserkreise: Eine Sternschnuppe im Prismenglas | 13 |
| 3. Blitzeinschlagstellen, Grundwasseradern und Wünschelrute. Eine physikalische Erklärung des Rutenphänomens. Von Dr. Ing. G. Lehmann | 5 | 9. Kleine Mitteilungen: Die Mondfinsternis am 14. September 1932. (Mit 5 Abbildungen.) — Über die Zusammensetzung der Venusatmosphäre. — Alpha Arietis, ein spektroskopischer Doppelstern. — Der Planetoid Vesta. — Eine Rieseneisinsel | 14 |
| 4. Zum bevorstehenden November-Sternschnuppenfall. Von Günter Archenhold | 6 | 10. Bücherschau | 16 |
| 5. Prof. Dr. Max Wolf †. Von D. Wattenberg. (Mit einer Abbildung.) | 8 | 11. An unsere Leser! | 16 |
| 6. Das 350 jährige Jubiläum unseres Kalenders. Von L. W. Roose | 10 | | |

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

Kugelsternhaufen in Spiralnebeln.

Eine wichtige Entdeckung der Mount Wilson-Sternwarte.

Von Dr. W. Kruse.

Die kugelförmigen Sternhaufen sind etwas sonderbare Mitglieder unseres Sternsystems. Daß sie zum Milchstraßensystem gehören, ist nicht zweifelhaft, da sie völlig symmetrisch zur Ebene der Milchstraße liegen und alles sonst zum System Gehörige zwischen sich einschließen. Ihre charakteristischen Eigenschaften, der nahezu kugelsymmetrische Aufbau und die Sternfülle in ihnen, erscheinen jedoch ungewöhnlich im Vergleich mit allen anderen Gebilden im galaktischen System. Ebenso merkwürdig erscheint ihre begrenzte Zahl. Es sind bisher nur 93 bekannt, und es scheint nicht, daß eine Vergrößerung der optischen Mittel noch einen großen Zuwachs bringen würde. Diese Besonderheiten lassen die Frage aufkommen, ob Kugelhaufen als selbstverständliche Formen in einem Sternsystem anzusehen sind oder besonderen Bedingungen in unserem galaktischen System ihre Entstehung verdanken.

Man ist kühn genug gewesen, die Antwort auf dem geradesten Wege zu suchen, indem man in anderen Sternsystemen nach Kugelsternhaufen geforscht hat. Wie kühn ein solches Unternehmen in technischer Hinsicht ist, ergibt sich aus der Erinnerung, daß man noch vor wenigen Jahren mit den Spiralnebeln nicht viel anzufangen wußte. Wohl zeigten die Aufnahmen Verdichtungen und „Knoten“ in den diffusen Nebelmassen, mit denen man sich erfolglos abmühte, aber erst 1925 ist es gelungen, auf den langbrennweitigsten Aufnahmen des Mount Wilson-Spiegels die Randpartien des Andromedanebels und

den im ganzen lockeren M 33 in Sterne aufzulösen und Veränderliche aufzufinden, mit deren Hilfe die Bestimmung der Entfernung der Spiralen möglich wurde. Jetzt gibt nun Hubble (dem auch damals die Auflösung gelang) bekannt, daß es ihm geglückt ist, im Gebiet des Andromedanebels 140 „neblige Objekte“ festzustellen, die nach ihrer Form, Struktur, Helligkeit und Ausdehnung als Kugelhaufen anzusehen sein werden.

Es handelt sich um Objekte, die auf den Platten nicht viel anders aussehen als die große Menge der Vordergrundsterne, die über das Gebiet des Nebels verstreut sind. Es ist aber offenbar bei gänzlicher Vertrautheit mit den Platten möglich, Objekte auszusondern, die diffuser aussehen als normale Sterne und außerdem bei einer Verlängerung der Belichtungszeit ihre Bildstruktur in anderer Weise ändern als die Sterne. Die 140 „Nebelsterne“ verteilen sich über das ganze Gebiet des Nebels; sie finden sich sowohl im (oder vor dem) Kern wie in den Randgebieten.

Man kann zunächst noch daran denken, daß solche kleinen kugeligen Nebel überall am Himmel zu finden sind. Um solche Objekte kann es sich aber nicht handeln, denn von ihnen sind nach ihrer allgemeinen Verteilung in dem $160 \times 40'$ großen Gebiet des Andromedanebels nur etwa ein Dutzend (bis zur 18. Größe) zu erwarten. In einem einzelnen Falle läßt sich die Zugehörigkeit zum Nebel direkt erweisen. Für eins der Hubble'schen Objekte in der Nähe des Kerns läßt das Spektrum eine rohe Bestimmung der

Radialgeschwindigkeit zu. Der sich ergebende Wert von -210 km/sec paßt bei Berücksichtigung der geringen Genauigkeit dieser Bestimmung sehr gut zu dem Wert für den ganzen Andromedanebel (-300 km/sec), während die kleinen außergalaktischen Nebel ganz große positive Radialgeschwindigkeiten haben. Aber auch die Anordnung der Objekte in bezug auf die Spirale macht es sicher, daß sie zum System gehören. Sie verteilen sich fast symmetrisch um den Kern. Ein kleines Überwiegen nach einer Richtung hin zeigt sich merkwürdigerweise ebenso bei den neuen und den veränderlichen Sternen des Andromedanebels. Die Anzahl der Objekte pro Flächeneinheit nimmt vom Kern nach außen hin gleichmäßig ab. Immerhin finden sich auch noch in den äußersten Randteilen solche Nebelsterne; einige liegen noch außerhalb der erkennbaren Grenzen der Spirale (bis zu $220'$ Abstand vom Kern), und wenn man die Ausdehnung des Andromedanebels hierdurch als gegeben ansieht, so ergibt sich ein Durchmesser von $7''$. Da für die Entfernung des Andromedanebels rund $800\,000$ Lichtjahre angenommen werden, bedeutet das einen linearen Durchmesser von etwa $100\,000$ Lichtjahren ($1''=4$ Lichtjahre). In unserem System beträgt die äußerste Entfernung zwischen zwei Kugelhaufen etwa $250\,000$ Lichtjahre; das Milchstraßensystem hat also, sofern das eingegliederte System der Kugelhaufen die richtigen Grenzen bezeichnet, eine $2\frac{1}{2}$ mal so große Ausdehnung wie die größte der uns bekannten außergalaktischen Spiralen.

Von wesentlicher Bedeutung sowohl für die Anerkennung der „nebligen Objekte“ als Kugelhaufen als auch für den Vergleich mit dem galaktischen System ist eine Bestimmung der Größe dieser Gebilde. Die Bilder dieser „Nebelsterne“ sind nicht größer als die gewöhnlicher Sterne gleicher Helligkeit. Da sie aber der Annahme gemäß Abbildungen ausgedehnter Objekte sind, so haben ihre Durchmesser eine reelle Bedeutung (nämlich $1'' = 4$ Lichtjahre). Bei der Schätzung der Durchmesser besteht aber in hohem Maße die Gefahr einer systematischen Verfälschung durch die mehr oder weniger starke Schwärzung des Untergrundes. In den stark geschwärzten inneren Teilen der Spirale erscheinen die Durchmesser kleiner als weiter außen; die Art der Zunahme läßt aber einen ziemlich sicheren Schluß zu, von wo ab die Durchmesser als zutreffend anzusehen sind. Auf welches Intervall sich die Helligkeiten und die Durchmesser verteilen, zeigt die folgende Übersicht:

| Helligkeit | | Durchmesser | | Lichtjahre |
|------------|----------|-------------|--------|------------|
| scheinbare | absolute | scheinb. | wirkl. | |
| $15^m,0$ | $-7^m,0$ | $13'',2$ | 53 | |
| $15,5$ | $-6,5$ | $10,2$ | 41 | |
| $16,0$ | $-6,0$ | $8,3$ | 33 | |
| $16,5$ | $-5,5$ | $6,6$ | 26 | |
| $17,0$ | $-5,0$ | $5,2$ | 21 | |
| $17,5$ | $-4,5$ | $4,2$ | 17 | |
| $18^m,0$ | $-4^m,0$ | $3'',3$ | 13 | |

Die Kugelsternhaufen unseres Systems sind zum Teil erheblich größer; ihre Durchmesser liegen zwischen 20 und 170 Lichtjahren. Die beiden Durchmesserspannen greifen aber weit übereinander, so daß man in diesen Werten mindestens keinen Widerspruch gegen die Kugelhaufenhypothese sehen kann, um so weniger, als auch die Schätzung der Dimensionen der Kugelhaufen unseres Systems mit großen Unsicherheiten behaftet ist. Auch die absoluten Helligkeiten (Helligkeit in der Entfernung von $3,3$ Lichtjahren) sind durchaus vergleichbar. Im Andromedanebel liegen sie, wie die obige Übersicht zeigt, zwischen -4^m und -7^m , während sie im galaktischen System zwischen $-5^m,4$ und $-7^m,6$ liegen.

Bei einer eingehenderen Betrachtung der Helligkeiten der Hubbleschen Objekte ergibt sich eine Besonderheit. Bei der Durchsicht der Tabelle, in der zu jedem Zehntel jeder Größenklasse die Zahl der Objekte angegeben ist, die diese Helligkeit haben, bemerkt man, daß die Verteilung nicht gleichmäßig ist. Ein deutliches Maximum der Sternzahl liegt um die absolute Helligkeit $-5^m,0$ herum. Nach der Seite der schwächeren Objekte hin nimmt die Anzahl rasch ab, nach der anderen Seite hin sinkt sie langsamer und hat sogar noch in der Gegend um $-6^m,2$ herum ein kleines, aber deutliches zweites Maximum.

| Abs. Hell. | Anzahl | Abs. Hell. | Anzahl |
|------------|--------|------------|--------|
| $-7^m,0$ | 2 | $-5^m,3$ | 3 |
| $6,9$ | 0 | $5,2$ | 13 |
| $6,8$ | 2 | $5,1$ | 5 |
| $6,7$ | 2 | $5,0$ | 18 |
| $6,6$ | 2 | $4,9$ | 10 |
| $6,5$ | 4 | $4,8$ | 8 |
| $6,4$ | 1 | $4,7$ | 6 |
| $6,3$ | 5 | $4,6$ | 5 |
| $6,2$ | 6 | $4,5$ | 5 |
| $6,1$ | 3 | $4,4$ | 2 |
| $6,0$ | 5 | $4,3$ | 3 |
| $5,9$ | 4 | $4,2$ | 0 |
| $5,8$ | 3 | $4,1$ | 1 |
| $5,7$ | 6 | $4,0$ | 4 |
| $5,6$ | 0 | $3,9$ | 0 |
| $5,5$ | 4 | $-3^m,8$ | 2 |
| $-5^m,4$ | 5 | | |

Man gewinnt aus dieser Verteilung den Eindruck, daß die Kugelhaufen im Andromedansystem zwei verschiedene Gruppen bilden, die sich in dieser Weise überlagern. Worin sich die Mitglieder der beiden Gruppen unterscheiden (außer in der Helligkeit), hat sich noch nicht erkennen lassen. Noch viel sonderbarer ist es, daß sich eine ähnliche Gruppierung auch im galaktischen System vorfindet, allerdings mit dem Unterschied, daß hier die hellere Gruppe stärker vertreten ist. Wenn man die häufigsten Helligkeiten der beiden Gruppen nebeneinander stellt ($-5^m,0$ und $-6^m,2$ für den Andromedanebel und $-5^m,75$ und $-6^m,95$ für unser System), so sieht man neben dem konstanten Unterschied von $0,75$ Größenklassen die merkwürdig gute Überein-

stimmung. Wenn man auf die Gruppierung kein Gewicht legt und stattdessen die mittlere Helligkeit aller Objekte vergleicht, erscheinen die galaktischen um etwas mehr, nämlich um 1,5 Größenklassen heller als die im Andromedanebel.

Es ist hierbei zu beachten, daß die Festlegung der Helligkeiten der galaktischen Kugelhaufen mit erheblich größeren Schwierigkeiten verknüpft ist. Während es bei den Haufen des Andromedasystems, die nicht größer, sondern nur diffuser erscheinen als einfache Sterne, ohne weiteres möglich ist, sie durch Photometrierung extrafokaler Aufnahmen in die Helligkeitsskala der Sterne einzuordnen, geht das bei den teilweise sehr ausgedehnten galaktischen Kugelhaufen nicht so einfach. Shapley kommt infolgedessen in seinem Verzeichnis der 93 galaktischen Kugelhaufen zu einer Helligkeitsskala, die in sich sehr gut ausgeglichen ist, aber für die Haufen eine Spanne von 10 Größenklassen ergibt, während bei der Anwendung der richtigen Skala nur 5 Größenklassen vorkommen dürften. Daß ein solcher systematischer Fehler vorliegen muß, ergibt sich aus einer einfachen Überlegung. Die durch die Periode-Helligkeits-Beziehung der Haufenveränderlichen und durch die Helligkeit der hellsten Sterne festgelegten Entfernungen liegen ungefähr zwischen 20 000 und 200 000 Lichtjahren (1:10). Wenn man annimmt, daß die Leuchtkraft der nahen und der fernen Haufen im Durchschnitt gleich ist, muß man erwarten, daß die scheinbaren Helligkeiten keinen größeren Unterschied als 1:100 aufweisen, und das bedeutet 5 Größenklassen. Die bei einer genauen Durchführung dieses Gedankens sich ergebende Reduktion auf die richtige Sterngrößenkala wird durch für 43 Haufen vorhandene Helligkeitsschätzungen Holetscheks bestätigt, die wie seine Kometenschätzungen gut in die übliche Helligkeitsskala hineinpassen. Es ist also möglich, die Shapley'schen Haufenhelligkeiten mit denen der Hubbleschen Objekte vergleichbar zu machen. Eine gewisse Unsicherheit, besonders im Nullpunkt der Skala, bleibt jedoch übrig, und das muß man bei dem Vergleich der beiden Systeme im Auge behalten.

Es liegt auch die Möglichkeit zu einem Vergleich mit einem außergalaktischen System vor, in dem Kugelhaufen bekannt sind: mit den Magellanschen Wolken. Dieser Vergleich ist vielleicht sogar zuverlässiger, weil die Entfernung des Andromedanebels mit Hilfe der Haufenveränderlichen an die Entfernung der kleinen Magellanschen Wolke angeschlossen ist und daher die aus dieser Quelle stammenden Unsicherheiten vermieden werden. In der kleinen Wolke sind zwei Kugelhaufen bekannt, in der großen acht. Ihre absoluten Helligkeiten und die Winkeldurchmesser, unter denen wir sie in der Entfernung des Andro-

medanebels sehen würden, sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

| | Abs. Hell. | Durchmesser |
|--------------|---------------------|-------------|
| Kleine Wolke | — 6 ^m ,2 | 6",4 |
| | — 6 ^m ,8 | 9",9 |
| Große Wolke | — 6 ^m ,6 | 8",8 |
| | 6 ,4 | 5 ,7 |
| | 6 ,7 | 8 ,2 |
| | 6 ,8 | 7 ,6 |
| | 6 ,5 | 7 ,6 |
| | 7 ,2 | 13 ,3 |
| | 7 ,5 | 13 ,9 |
| | — 6 ^m ,6 | 6",3 |

Die Kugelhaufen der Magellanschen Wolken sind also in Helligkeit und Ausdehnung durchaus mit denen des Andromedanebels vergleichbar.

Alle diese Vergleiche lassen es, zusammen mit Form und Struktur der Gebilde, zweifellos als berechtigt erscheinen, diese Objekte vorläufig als kugelförmige Sternhaufen anzusehen, um so mehr, als auch der Farbenindex, soweit Bestimmungen vorliegen, zu den Spektraltypen F0 bis K0 paßt. In anderen Spiralsystemen ist der Erfolg nicht ganz so groß gewesen. In der großen Spirale M 33 (Dreieck) sind 12 bis 15 Objekte dieser Art aufgefunden worden, die aber im Durchschnitt noch etwa 1½ Größenklassen schwächer sind als die in M 31 (Andromedanebel), obwohl M 33 nicht ganz so weit entfernt ist wie M 31. Einige hellere Objekte, die zu einem Verdacht Anlaß boten, scheinen keine Haufen zu sein, da sie negativen Farbenindex haben und sich auf den besten Platten meist ein scharfer Stern auf einem nebligen Untergrunde erkennen ließ. Auch in M 101 und M 81 (Großer Bär) sind einige Objekte vorhanden, die man wahrscheinlich zu den Kugelhaufen zählen darf.

Die mehrmals erwähnte Tatsache, daß die in den außergalaktischen Systemen gefundenen Kugelsternhaufen im Durchschnitt lichtschwächer zu sein scheinen als die galaktischen, spricht in keiner Weise gegen ihre Anerkennung als Kugelhaufen; sie hat aber eine andere, praktische Bedeutung. Wenn man nämlich in einem Spiralnebel eine genügende Zahl solcher Kugelhaufen festgestellt hat, kann man aus ihrer scheinbaren Helligkeit die Entfernung des Systems bestimmen, wenn man für ihre Leuchtkraft die durchschnittliche Leuchtkraft der galaktischen Kugelhaufen annimmt, genau in derselben Weise, wie man ja die Entfernung dieser Systeme aus der Helligkeit von Veränderlichen und hellen Sternen tatsächlich bestimmt. Durch die Kugelhaufen würde man aber auf diesem Wege erheblich größere Entfernungen erhalten, um so viel größer nämlich, daß die scheinbare Helligkeit um 1 bis 2 Größenklassen vermindert wird. Hubble hält es allerdings noch nicht für angebracht, aus diesem Widerspruch einen Zweifel an der Richtigkeit der bis jetzt anerkannten Entfernungen abzuleiten.

Aufgabe und Tätigkeit der staatlichen Forschungsstelle für langfristige Witterungsvorhersage in Frankfurt a. M.

Von Prof. Dr. Franz B a u r.

Die amtlichen Wetterdienststellen, nicht nur in Deutschland, sondern auch im Auslande, haben bisher im allgemeinen nur Wettervorhersagen für 1 bis 2 Tage, ganz ausnahmsweise höchstens für 3 Tage gegeben. Viele Zweige der Wirtschaft ziehen aus diesen täglichen Wettervorhersagen Nutzen. Am wenigsten vielleicht die Landwirtschaft; denn die in dauernder unmittelbarer Berührung mit der Natur lebenden Landwirte vermögen vielfach selbst aus eigener Beobachtung der Wettererscheinungen, insbesondere der Wolkenformen, wenigstens ungefähr das Wetter für einen Tag vorzusehen, während andererseits eine genaue, ins Einzelne gehende Vorhersage, z. B. ob am nächsten Tage ein Gewitter mit starken Niederschlägen gerade über eine bestimmte Gemarkung niedergehen wird, auch die wissenschaftliche Meteorologie nicht geben kann.

Für einen großen Teil der Landwirte beginnt das Interesse an der Wettervorhersage erst da, wo es sich um die Voraussage für mehr als einen Tag handelt, weil eine solche Voraussage der Landwirt aus seinen örtlich gebundenen Beobachtungen nicht ableiten kann. Mit der steigenden Not der Landwirtschaft wurde der Ruf nach einer langfristigen Wettervorhersage immer lauter und dringender. Dieser Umstand sowie die Ergebnisse einiger Vorarbeiten des jetzigen Leiters der Forschungsstelle über die Möglichkeit einer langfristigen Wettervorhersage veranlaßten das Preußische Landwirtschaftsministerium, im Jahre 1929 im Rahmen der norddeutschen Wetterdienstorganisation eine Forschungsstelle für langfristige Witterungsvorhersage zu gründen.

Die Aufgabe der Forschungsstelle ist es, wissenschaftliche Grundlagen zu schaffen, auf denen eine Wettervorhersage für längere Zeiträume, als sie die gegenwärtigen Vorhersagen der amtlichen Wetterdienststellen umfassen, möglich wird. Es gehören demnach alle Witterungsvorhersagen für mehr als 3 Tage, also z. B. auch Wochenvorhersagen, zu den „langfristigen“ Voraussagen, deren Vorbereitung und Ausarbeitung Aufgabe der Forschungsstelle ist. In dem Wort „Witterungs“-Vorhersage ist der Gedanke enthalten, daß es sich bei diesen Voraussagen nicht um Vorhersagen des Wetters der einzelnen Tage eines längeren Zeitraums handeln kann, sondern nur um die Vorhersage des Wettergepräges und des Witterungsverlaufes in großen Zügen. Das Wettergepräge, d. h. das Wetter im Großen, unter Nichtbeachtung von kleinen örtlichen und zeitlichen Einzelheiten, haben wir im Auge, wenn wir von „Witterung“ statt von Wetter sprechen.

Die der Forschungsstelle vom Preußischen Landwirtschaftsministerium gestellte Aufgabe ist ganz allgemein gehalten. Es ist ihr nicht vorgeschrieben, auf welchem Wege das Problem zu lösen ist. Die Forschungsstelle hat es sich daher vom ersten Tage an angelegen sein lassen, nicht einseitig nur einen der bisher versuchten Wege, zu einer langfristigen Witterungsvorhersage zu gelangen, zu beschreiten. Sie ist bestrebt, das gesamte Wissensgut der heutigen Wetterkunde und ihrer Hilfswissenschaften heranzuziehen und dieses nach allen Richtungen, in denen unmittelbar oder mittelbar eine Förderung des Problems der langfristigen Witterungsvorhersage zu erwarten ist, zu erweitern. Wenn dabei im Laufe der Zeit zwei Forschungswege besondere Pflege fanden, so liegt dies in der Natur der Sache. Der eine Weg besteht in der Erforschung der Zusammenhänge zwischen der kommenden und der vorangegangenen Witterung auf Grund statistischer, durch theoretische Problemstellungen geleiteter Untersuchungen. Der andere befaßt sich mit der Feststellung von Beziehungen zwischen Schwankungen der Sonnenstrahlung und den irdischen Witterungsvorgängen. In beiden Richtungen wurden im vergangenen Jahre wesentliche Fortschritte erzielt, die uns auf dem Wege zur Lösung des Problems der langfristigen Witterungsvorhersage erheblich voran gebracht haben.

Es wurde zunächst versucht, auf dem ersten Wege zu Witterungsvoraussagen für etwa 7 bis 10 Tage zu gelangen. Das Ergebnis der umfangreichen Voruntersuchungen war, daß tatsächlich aus der Witterungsvorgeschichte, d. h. aus dem vorausgegangenen Zustand der Atmosphäre und seinen Änderungen über einem größeren Gebiet, mit einer praktisch brauchbaren Eintreffwahrscheinlichkeit Witterungsvoraussagen für etwa 10 Tage abgeleitet werden können. Es wurden auf Grund der erlangten Erkenntnisse im Sommer und Frühherbst 1931 einem kleinen Kreise von Universitätsprofessoren und Landwirten versuchsweise 7 derartige Vorhersagen für Südwestdeutschland gegeben. Von diesen 7 Vorhersagen ist auch nicht eine fehlgeschlagen. Die Untersuchungen wurden seitdem weiter ausgebaut und vervollkommenet, so daß im Juli und August dieses Jahres erstmals regelmäßige, wissenschaftlich begründete Witterungsvorhersagen für 10 Tage veröffentlicht werden konnten. Diese Voraussagen wurden von der Forschungsstelle wöchentlich zweimal den Wetterdienststellen und Landeswetterwarten Deutschlands mitgeteilt und von diesen durch Presse und Rundfunk verbreitet. Für

Ostdeutschland, Schlesien und das bayerische Alpenvorland konnten die Grundlagen bisher wegen Personalmangels leider nicht ausgearbeitet werden, so daß diese Gebiete vorläufig von den Zehntage-Vorhersagen ausgeschlossen bleiben mußten. Es wurden vom 4. Juli bis 18. August im ganzen 14 Vorhersagen für 10 Tage gegeben. Eine rein objektive Beurteilung dieser Voraussagen ergibt, daß bei zweien der Witterungscharakter der 3 bis 4 letzten Tage des zehntägigen Vorhersagezeitraumes nicht getroffen wurde, daß aber die übrigen 12 Voraussagen im wesentlichen eingetroffen sind, und zwar 9 vollkommen, 3 bis auf unwesentliche Kleinigkeiten. Das ist ein Ergebnis für diesen ersten Versuch, das die Erwartungen der Fachwelt bei weitem übertrifft.

Zur Vorbereitung der Zehntage-Vorhersagen wurden von einer großen Zahl von Stationen Europas, Nordafrikas, Grönlands, der nordamerikanischen Ostküste und des nordatlantischen Ozeans die täglichen Beobachtungen von 38 Jahren gesammelt und so verarbeitet, daß für jeden Tag der Hochsommermonate in diesen 38 Jahren die Witterungsvorgeschichte und das

dazugehörige Folgewetter zahlenmäßig und in Karten dargestellt werden konnten. Aus diesem reichen Erfahrungsstoff wurden dann, durch meteorologisch-physikalische Überlegungen geleitet, die Beziehungen berechnet, die zwischen bestimmten vorausgegangenen Witterungserscheinungen und den nachfolgenden bestehen.

Für die Voraussage der Witterung längerer Zeiträume, von Monaten und Jahreszeiten, genügt die Kenntnis der vorangegangenen irdischen Wetterzustände nicht. Hier müssen auch die von außen kommenden, kosmischen Einflüsse berücksichtigt werden. Daß diese außerirdischen Einflüsse vor allem, vielleicht sogar ausschließlich, von der Sonne ausgehen würden, ist schon früher vermutet worden. Der Nachweis aber, daß die Ausstrahlung der Sonne in den Weltraum tatsächlich Schwankungen unterworfen ist und daß diese sich auch in den irdischen Witterungserscheinungen bemerkbar machen — dieser Nachweis ist erst in allerjüngster Zeit geglückt und bildet den zweiten großen Fortschritt, der von der Forschungsstelle für langfristige Witterungsvorhersage erzielt worden ist.

Blitzeinschlagstellen, Grundwasseradern und Wünschelrute.

Eine physikalische Erklärung des Rutenphänomens.

Von Dr. Ing. G. L e h m a n n.

Bei dem größten Elektrizitätsunternehmen Sachsens, der Aktiengesellschaft Sächsische Werke, konnten in den letzten Jahren vom Verfasser außerordentlich aufschlußreiche Untersuchungen über den Zusammenhang von Blitzeinschlagstellen an Hochspannungsleitungen im Zusammenhang mit Grundwasseradern unter Verwendung der Wünschelrute durchgeführt werden.

Die Veranlassung hierzu war durch die auffallende Erscheinung gegeben, daß der überwiegende Teil der Gewitterstörungen einer 80 km langen 100 000 Volt-Leitung sich in einem rund 6 km langen Abschnitt (Gewitternest) zusammendrängte. Das Gebiet, durch das die Leitung führt, besteht im Untergrund im wesentlichen aus Sedimenten, und zwar Ton-schiefer (Phyllit), der unter dem Einfluß zeitlichen Druckes aus seiner ursprünglich horizontalen Lagerung aufgefaltet worden ist. Bei diesem Auffaltungsprozeß sind in dem Gestein zahlreiche Klüfte und Spalten entstanden, die auf im wesentlichen hydrothermale Wege von Quarz ausgefüllt worden sind. Diese Quarzgänge führen in den meisten Fällen Grundwasser.

Die Ergebnisse der mehrjährigen Untersuchungen an den Blitzeinschlagstellen in der

Leitung gipfelten in der Feststellung, daß fast immer auf der Seite der Hochspannungsleitung die Blitzstörungen lagen, auf der die Grundwasseradern vorhanden waren. Die Feststellung der Wasseradern war durch einen bewährten Wünschelrutengänger, der mit einer Holzrute arbeitete, vorgenommen worden.

Die Nachmessung der Erdübergangswiderstände der vom Blitz beschädigten Maste ergab trotz der Nähe der Grundwasseradern Werte, die bis zu 250 Ohm und darüber betragen. Es war damit ersichtlich, daß bei einem Blitzeinschlag in einen Mast unter dem Einfluß des hohen Erdungswiderstandes durch den Blitzstrom ein so hoher Spannungsabfall und damit ein so hohes Mastkopfpotential entstehen konnte, daß rückwärtige Überschläge vom Mast zu den Phasenseilen zu Störungen führen mußten. Eingehende Erdungsverbesserungen, bei denen die Wasseradern bis zu 10 m Tiefe erbohrt und mit den Masten verbunden wurden, ermöglichten die Herabsetzung der Erdungswiderstände unter 20 Ohm.

Gleichzeitig war durch die Bohrungen (20 an der Zahl) eine Nachprüfung der Wünschelrutenangaben gegeben, die in dem Felsgelände eine außerordentlich gute Übereinstimmung brachte.

Übereinstimmend mit französischen Beobachtungen über lokale Blitzeinschlagstellen in den Pyrenäen (vgl. Dauzère und Bouget) konnte über den Wasseradern (Klüfte im Felsen) eine erhöhte Leitfähigkeit der Luft, d. h. eine größere Anzahl Ionen je Raumeinheit festgestellt werden. Die Leitfähigkeit der Luft, die mit dem Gerdien'schen Aspirationsapparat gemessen wurde, ist an solchen Stellen besonders stark, an denen die Ionen-Produktion unter dem Einfluß radioaktiver Substanzen im Boden erhöht ist. Dies gilt auch für die Trennlinien verschiedener unterirdischer Gesteinsarten, wie etwa Kalk, Granit, Schiefer usw. Insbesondere aber hat Wasser die Eigenschaft, eine außerordentlich gute Lösbarkeit für Radium-Zerfallprodukte (Emanation) zu besitzen. Daher ist das Wasser beim Durchströmen der Gesteinsspalten geeignet, die im Fels enthaltenen Radium-Zerfallprodukte aufzunehmen und seine Umgebung bzw. die übergelagerten Luftschichten in erhöhtem Maße zu ionisieren. Es ist daher verständlich, daß die elektrische Leitfähigkeit der Luft über den Wasseradern wesentlich höher ist als über der grundwasserarmen Umgebung. Die über den Wasseradern und in deren unmittelbarer Umgebung durchgeführten zahlreichen Messungen bestätigten diese Erscheinung durchweg. Darüber hinaus konnte mit derselben Regelmäßigkeit über Wasseradern ein stark vermindertes Potentialgefälle festgestellt werden. Je nach der Tiefenlage und der Stärke der Grundwasseradern schwankte das Gefälle über den Wasseradern zwischen der Hälfte und einem Viertel im Vergleich zu den Werten über grundwasserfreiem Gelände. Das Gebiet herabgesetzten Potentialgefälles scheint scharf begrenzt zu sein; solche Stellen mit erniedrigtem Potentialgefälle sind somit ein sicheres Zeichen für das Vorhandensein von Spalten bzw. Grundwasseradern im Boden. Messungen des Potentialgefälles der Luft und der elektrischen Leitfähigkeit sind daher geeignete Mittel, die Angaben von Wüschelrutengängern nachzuprüfen, oder sie gegebenenfalls sogar zu ersetzen.

Durch einen sehr anschaulichen Versuch konnte vom Verfasser nachgewiesen werden,

daß die Reaktion der Rute in erster Linie auf Änderungen des Potentialgefälles der Luft zurückzuführen ist. Schickt man einen Wüschelrutengänger durch drei hintereinander angeordnete Plattenkondensatoren, in denen verschiedene Feldstärken herrschen, so reagiert die Rute jeweils an den Übertrittstellen von einem Kondensator in den nächsten, also dort, wo Sprünge des Potentialgefälles auftreten. Diese Feststellung ist bei zahlreichen Personen einwandfrei gemacht worden. Die Reaktion der Rute trat prompt ein, sofern die betreffenden Menschen rutenfähig waren, also die erforderliche Veranlagung besaßen. Von hundert Herren, die mit der Wüschelrute in der Hand durch das künstlich gesteuerte Feld geschickt wurden, und von denen keiner bisher eine Wüschelrute in der Hand gehabt hatte, waren zwölf, bei denen die Rute anzog.

Mit diesen objektiven Versuchen tritt das Wüschelrutenproblem, das bisher einen stark mysteriösen Charakter trug, in den Bereich exakter Untersuchungen, das heißt, einer physikalischen Erklärung des Vorganges. Das Ansprechen der Wüschelrute ist auf Grund der vorliegenden Versuchsergebnisse ein elektro-physiologischer Vorgang, der mit dem Potentialgefällesprüngen im luftelektrischen Feld eng verknüpft ist.

Hinsichtlich der Blitzeinschläge in Gebäude kann aus den Untersuchungen der Blitzstörungen an Hochspannungsleitungen die Schlußfolgerung gezogen werden, daß die verheerenden Auswirkungen des Blitzeinschlages in Gebäude bei zweckentsprechender Anordnung der Blitzableiteranlagen und der regelmäßigen Überwachung der Ableitererden stark eingeschränkt, wenn nicht ganz unterbunden werden können.

Nachdem es dem Verfasser gelungen ist, die Wüschelrute durch künstlich gesteuerte elektrische Felder bei Menschen mit Rutenveranlagung zum Ansprechen zu bringen, sollen weitere im Gange befindliche Untersuchungen die Frage klären, welche Rolle der menschliche Organismus bei der Wüschelrutenreaktion spielt. Die Ergebnisse sollen einer späteren Veröffentlichung vorbehalten bleiben.

Zum bevorstehenden November-Sternschnuppenfall.

Von Günter Archenhold.

Im November pflegen in der Zeit vom 10. bis 17. zahlreiche Sternschnuppen aufzutreten, deren Radiationspunkt im Sternbilde des Löwen (Rekt. = 151° , Dekl. = $+23^{\circ}$) liegt, weshalb man sie als Leoniden bezeichnet. Der Schwarm der Leoniden ist durch seine prächtige Entfaltung in den Jahren 1799, 1833 und 1866 berühmt geworden. Auch in diesem Jahre ist möglicherweise mit einem verstärkten

Auftreten der Sternschnuppen zu rechnen, da zweimal 33 Jahre seit 1866 verflossen sind. Die erste vollkommene Schilderung des Leonidenschwarms gibt Alexander von Humboldt in seiner „Reise in die Äquinoktialgegenden des neuen Kontinents“. Er beschreibt die Erscheinung, die er in der Nacht vom 11. zum 12. November des Jahres 1799 in Cumana in Venezuela beobachtete, folgendermaßen:

„Die Nacht vom 11. zum 12. November war kühl und ausnehmend schön. Gegen Morgen, von 2¹/₂ Uhr an, sah man gegen Ost höchst merkwürdige Feuermeteore. Bonpland (ein Reisegefährte Humboldts), der aufgestanden war, um auf der Galerie die Nachtkühle zu genießen, bemerkte sie zuerst. Tausende von Feuerkugeln und Sternschnuppen fielen hintereinander, vier Stunden lang. Ihre Richtung war sehr regelmäßig von Nord nach Süd; sie füllten ein Stück des Himmels, das vom wahren Ostpunkt 30° nach Nord und nach Süd reichte. Auf einer Strecke von 60° sah man die Meteore in Ost-Nord-Ost und Ost über den Horizont aufsteigen, größere oder kleinere Bogen beschreiben und, nachdem sie in der Richtung des Meridians fortgelaufen, gegen Süd niederfallen. Manche stiegen 40° hoch, alle höher als 25—30°. Der Wind war in der niederen Luftregion sehr schwach und blies aus Ost; von Wolken war keine Spur zu sehen. Nach Bonplands Aussage war gleich zu Anfang der Erscheinung kein Stück am Himmel so groß als drei Monddurchmesser, das nicht jeden Augenblick von Feuerkugeln und Sternschnuppen gewimmelt hätte. Der ersten waren weniger; da man ihrer aber von verschiedenen Größen sah, so war es zwischen diesen beiden Klassen von Erscheinungen unmöglich, eine Grenze zu ziehen. Alle Meteore ließen 8° bis 10° lange Lichtstreifen hinter sich zurück, was zwischen den Wendekreisen häufig vorkommt. Die Phosphoreszenz dieser Lichtstreifen hielt 7 bis 8 Sekunden an. Manche Sternschnuppen hatten einen sehr deutlichen Kern von der Größe der Jupiterscheibe, von dem sehr stark leuchtende Lichtfunken ausfuhren. Die Feuerkugeln schienen wie durch Explosion zu platzen; aber die größten, von 1° bis 1°13' Durchmesser, verschwanden ohne Funkenwerfen und ließen leuchtende, 15' bis 20' breite Streifen hinter sich. Das Licht der Meteore war weiß, nicht rötlich, wahrscheinlich, weil die Luft ganz dunstfrei und sehr durchsichtig war. Aus demselben Grunde haben unter den Tropen die Sterne erster Größe beim Aufgehen ein auffallend weißeres Licht als in Europa.

Fast alle Einwohner von Cumana sahen die Erscheinung mit an, weil sie vor 4 Uhr aus den Häusern gehen, um die Frühmesse zu hören. Der Anblick der Feuerkugeln war ihnen keineswegs gleichgültig; die ältesten erinnerten sich, daß dem großen Erdbeben des Jahres 1766 ein ganz ähnliches Phänomen vorausgegangen war. In der indianischen Vorstadt waren die Guaikeri auf den Beinen; sie behaupteten, das Feuerwerk habe um 1 Uhr nachts begonnen, und als sie vom Fischfang im Meerbusen zurückgekommen, haben sie schon Sternschnuppen, aber ganz kleine, im Osten aufsteigen sehen. Sie versicherten zugleich, auf dieser Küste seien nach 2 Uhr morgens Feuermeteore sehr selten.

Von 4 Uhr an hörte die Erscheinung allmählich auf; Feuerkugeln und Sternschnuppen wurden seltener, indessen konnte man noch eine Viertelstunde nach Sonnenaufgang mehrere an ihrem weißen Lichte und dem raschen Hinfahren erkennen.

Da bei meinem Abgange von Europa die Physiker durch Chladnis Untersuchungen auf Feuerkugeln und Sternschnuppen besonders aufmerksam geworden waren, so versäumten wir auf unserer Reise von Caracas nach dem Rio Negro nicht, uns überall zu erkundigen, ob am 12. November die Meteore gesehen worden seien. In einem wilden Lande, wo die Einwohner größtenteils im Freien schlafen, konnte eine so außerordentliche Erscheinung nur da unbemerkt bleiben, wo sie sich durch bewölkten Himmel der Beobachtung entzog.“

Humboldt gibt eine gedrängte Zusammenstellung von Beobachtungen der Erscheinung aus Brasilien, Französisch-Guayana, dem Kanal von Bahama, Labrador, Grönland und sogar Deutschland. Einzelne Beobachtungsorte liegen 3340 und sogar 5850 km voneinander entfernt. Humboldt hatte, bevor er von dieser großen Verbreitung Kenntnis erhielt, in Erwägung gezogen, daß es sich bei den an verschiedenen Orten beobachteten Meteoren um die gleichen handelte, die in diesem Falle eine Höhe von 1850 km über der Erdoberfläche gehabt haben mußten. Allerdings hätten dann die Meteore an anderen Stellen des Himmels auftreten müssen, als tatsächlich beobachtet worden ist. Er spricht daher die Vermutung aus, daß die Chaymas in Cumana nicht dieselben Feuerkugeln gesehen haben wie die Portugiesen in Brasilien und die Missionare in Labrador.

Über die wahre kosmische Stellung der Sternschnuppen war zu Humboldts Zeiten noch nichts bekannt. Es lagen gerade erst die frühesten Höhenbestimmungen der Sternschnuppen von Benzenberg und Brandes vor, die als Grenzen für diese Erscheinungen 27 km und 164 km über der Erdoberfläche angaben. Man sah die Sternschnuppen zum Teil als eine Art Ausdünstung der Erde an, welcher Ansicht Humboldt entgegentritt. Er will die Sternschnuppen als kosmische (dem Himmelsraume außerhalb unseres Luftkreises angehörige), nicht als tellurische (nur unserem Planeten angehörige) Erscheinungen betrachten. Humboldt selbst empfindet, wie unsicher das Wissen seiner Zeit über die Sternschnuppen ist, war es doch nicht möglich, eine Erklärung dafür zu finden, daß in jener Novembernacht auf einem Flächenraum von 18 Millionen qkm 4 Stunden lang Milliarden von Feuerkugeln und Sternschnuppen fallen konnten. Er sagt, von alledem wissen wir gerade so viel wie zur Zeit des Anaxagoras.

Ähnlich wie im Jahre 1799 waren die Sternschnuppenschwärme von 1833 und 1866 prachtvolle Erscheinungen. Im Jahre 1833 erreichte

die Zahl der Sternschnuppen in der Nacht vom 12. zum 13. November ihr Maximum. Es waren so viele an allen Stellen des Himmels gleichzeitig sichtbar, daß es unmöglich war, sie zu zählen, und man sich mit groben angenäherten Schätzungen zufrieden geben mußte. Olmsted in Boston verglich sie mit Schneeflocken. Zu einem Zeitpunkt, als das Phänomen seinen Höhepunkt bereits überschritten hatte, zählte er innerhalb von 15 Minuten noch 650 Sternschnuppen auf einem Zehntel des Himmels, so daß sich im ganzen für eine Stunde etwa 35 000 Sternschnuppen ergaben. Auf Grund einer vermuteten 33jährigen Periode der Leoniden sagte der Meteorforscher H. A. Newton ein verstärktes Auftreten für den November 1866 voraus, das auch tatsächlich eintrat.

Anfang des Jahres 1867 wurde zuerst von C. F. W. Peters in Altona darauf aufmerksam gemacht, daß der am 19. Dezember 1865 von Tempel in Marseille entdeckte Komet, mit der endgültigen Bezeichnung 1866 I, in der gleichen Bahn lief, wie sie von Le Verrier und auch Schiaparelli für die Novembersternschnuppen berechnet war. Damit war die Grundlage für die Theorie geschaffen, welche die Leoniden als ehemalige Teilchen des Tempelschen Kometen ansieht, die sich längs seiner Bahn zerstreut haben. Bereits 1866 hatte Schiaparelli den Zusammenhang zwischen den Auguststernschnuppen und dem Kometen 1862 III entdeckt. Der Novemberkomet benötigt zu einem Umlauf um die Sonne 33 Jahre. Daraus geht klar hervor, warum der Leonidenschwarm gleichfalls nach jeweils 33 Jahren seine größte Entfaltung hat. Für das Jahr 1899 wurde daher wieder eine Begegnung der Erde mit dem dichtesten Teil des Leonidenschwarmes vorausgesagt, und man war sehr enttäuscht, als das große Ereignis ausblieb. Wie sich erst nachträglich herausstellte, war die Hauptmasse der Novembermeteore auf ihrer Bahn durch das Planetensystem (sie reicht bis an die Bahn des Uranus heran) durch Jupiter und Saturn etwas abgelenkt worden, so daß der Hauptschwarm nicht mehr die Erdbahn kreuzte.

In diesem November sind nun wiederum 33 Jahre verflossen, und es ist daher wahrscheinlich, daß der diesjährige Sternschnuppenfall an Zahl und Größe der Meteore reicher sein wird als in den vergangenen Jahren. Ob jedoch

eine so prachtvolle Entfaltung, wie sie Humboldt beschrieben hat, eintreten wird, ist zur Zeit noch fraglich. Crommelin, die größte Autorität auf dem Gebiete der Kometenbahnforschung, schätzt die Wahrscheinlichkeit für ein stärkeres Auftreten der Leoniden wie 1:2. Auf Grund der von ihm geleiteten Untersuchungen über die Bahn des Tempelschen Kometen 1866 I, bei der er die Annahme machte, daß der Tempelsche Komet mit dem großen Kometen von 1366 identisch ist, ergab sich der Periheldurchgang im Jahre 1932 für den 1. November. Bei seiner Bahnberechnung wurden die Störungen durch die Planeten für einen Zeitraum von 566 Jahren berücksichtigt. Trotzdem bleibt aber für die Perihelzeit noch eine beträchtliche Unsicherheit von mehreren Monaten. Für den Kern der Meteorwolke hat Maltzev den 2. Dezember als Kreuzungstag mit der Erdbahn angegeben, so daß wir zumindest mit den Vorläufern des Hauptschwarmes Mitte November zusammentreffen müßten. Aber auch hier ist dieselbe Unsicherheit wie bei der Voraussage der Rückkehr des Kometen Tempel vorhanden.

Daraus, daß die Leoniden alljährlich in einem Zeitraum von etwa 8 Tagen sichtbar sind, geht hervor, daß ihre Zerstreung im Raum sehr weit ist, denn in 8 Tagen legt die Erde 21 Millionen km auf ihrer Bahn zurück. Die Beobachtungen in früheren Jahren lehren aber, daß ein deutliches Maximum der Sternschnuppenzahl innerhalb dieses mehrtägigen Zeitraums vorhanden ist. Für 1932 ist dieses Maximum nach den Untersuchungen von C. C. Wylie auf den 16. November um 20^h M.E.Z. anzusetzen. Da aber für den Beobachter erst nach Mitternacht die Möglichkeit wächst, viele Leoniden zu sehen, weil er erst dann mit dem täglichen Umschwung der Erde um ihre Achse auf diejenige Seite der Erde gelangt, auf die die Leoniden auftreffen, so werden auch wir erst in den Morgenstunden des 17. November die meisten Sternschnuppen sehen können. Die Länder, die zur angegebenen Zeit sich auf der Morgenseite der Erde befinden, sind China, Japan und die Philippinen. Sie sind also als die bevorzugten Orte anzusehen, die im Falle eines mit der Vorausberechnung übereinstimmenden Eintreffens der Leoniden die beste Beobachtungsmöglichkeit haben.

Professor Dr. Max Wolf †.

(Mit einer Abbildung.)

Die astronomische Wissenschaft beklagt den Tod eines ihrer besten und erfolgreichsten Vertreter, des Direktors der Badischen Landessternwarte in Heidelberg, Prof. Dr. M. Wolf. Erschüttert stehen wir an der Bahre dieses be-

deutenden Gelehrten, der die Wissenschaft von den Sternen in nie geahnter Weise vorwärtsbrachte. Wolf war Präsident der Astronomischen Gesellschaft, und die Tatsache, daß gleichzeitig mit der Trauerbotschaft das letzte

Heft der Vierteljahrsschrift der Astron. Ges. eintrifft, in dem er den Tod seines Amtsvorgängers, Professor Valentiner, beklagt, erhöht die Tragik dieses nicht erwarteten schnellen Ablebens.

Max Wolf wurde am 21. Juni 1863 zu Heidelberg geboren. Seine Neigung galt zunächst der Mathematik und Mechanik. Sein Studienaufenthalt bei Gylden in Stockholm führte ihn zur theoretischen Astronomie, für die er sich dann auch 1890 an der Heidelberger Universität habilitierte. Aber sein Drang nach praktischer Betätigung machte ihn auf seiner Privatsternwarte in Heidelberg zu einem gewissenhaften Beobachter, der er bis ins hohe Alter geblieben ist. Damals begann gerade unter Vogel und Seeliger die Umwälzung in der Stellarastronomie. Diesen Anfängen einen gewaltigen Aufschwung gegeben zu haben, ist das unsterbliche Verdienst Max Wolfs. Er wandte frühzeitig kurzbrennweitige Objektive zur Photographie des Himmels an und förderte die Himmelsphotographie in jeder Hinsicht. Der Ruhm der von ihm ausgebauten Heidelberger Sternwarte ist vor allem durch diese photographischen Arbeiten in die Welt getragen worden.

Max Wolf verstand es, für seine Arbeiten Gönner und Förderer zu finden, und so entstanden dann die ausgedehnten Anlagen auf dem Königstuhl bei Heidelberg mit dem berühmten Doppelrefraktor, dem Bruce-Teleskop und dem kurzbrennweitigen Waltz-Reflektor. Die kurzbrennweitigen Objektive gestatteten in erster Linie eine Überwachung des Himmels, da aus zwei Aufnahmen in gewissen Abständen alle Veränderungen des sphärischen Bildes entnehmbar waren. Diese Arbeiten führten dann auch zur Entdeckung zahlreicher kleiner Planeten, von denen Wolf 450 entdeckt hat, und die seinen Namen in weitesten Kreisen bekannt machten. Vor allen Dingen boten die Wolfschen Photographien ein Mittel, die Anzahl und Helligkeit der Sterne präziser zu bestimmen, und daran knüpften sich unmittelbar Untersuchungen über den Bau unseres Sternsystems.

In der Hauptsache galten Wolfs Arbeiten der Erforschung der Milchstraßenwelt. Wen erfreuten nicht seine wunderbaren Aufnahmen, und wer kennt nicht die vielen literarischen Arbeiten, die Wolf diesem Problem in zahlreichen Büchern, Publikationen und Zeitschriften des In- und Auslandes gewidmet

hat*)? Wolf hat aus seinen Aufnahmen wertvolle Schlüsse gezogen und neue Theorien entwickelt; später hat er seine Untersuchungen auch auf kosmische Dunkelnebel und Sternleeren ausgedehnt. Zahlreiche Nebel wurden klassifiziert und spektralanalysiert, Sternzählungen und Durchmusterungen nach Nebeln durchgeführt und mancher Baustein für ein festes Gebäude des Weltalls zusammengetragen.

Schon in den neunziger Jahren wandte er sich außergalaktischen Nebelmassen zu und trat damit in die Fußspuren Herschels. Unermüdlich war sein Eifer. Zusammen mit Barnard kann man ihn als den Pionier der Nebelphotographie bezeichnen. Überall galt es, Neuland zu entdecken, und wie weit es Wolf darin gebracht hat, sagen seine 16 Nebellisten, hinter denen sich eine Fülle von Arbeit verbirgt. Unzählige Nebel hat er in seinem langen Forscherleben entdeckt und beschrieben. Am bekanntesten ist wohl der Amerikanebel im Schwan, den er Mitte September 1891 fand. Dieser Nebel sendet ultraviolettes Licht aus und kann daher visuell nicht wahrgenommen werden.

Die Königstuhl-Sternwarte ist jetzt ihres langjährigen Hüters beraubt. Seit Wolf 1909 die Leitung aus Valentiners Hand übernahm, hat sich das Institut zu einer modernen Forschungsstätte entwickelt, wengleich durch die Not der Zeit manche Lücke blieb. Die Sternwarte besitzt eine der größten Sammlungen der Welt von Reflektor-

aufnahmen, die Wolf und seine Mitarbeiter gemacht haben. Diese Dinge und Werke werden seinen Namen fortleben lassen, solange der Himmel mit seinen Wundern uns bedrängte Menschen begeistert. Wir aber, die ihn persönlich kannten und die Ehre hatten, seinen lautereren Charakter und seine edlen menschlichen Züge kennenzulernen, neigen uns ehrfürchtig und stumm vor diesem großen Toten, dem so plötzlich der Tod Fernrohr und Feder aus der Hand nahm.

D. W a t t e n b e r g.



Geheimrat Prof. Dr. Max Wolf,
Direktor der Heidelberger
Sternwarte.

* 21. Juni 1863

† 3. Oktober 1932.

*) Das „Weltall“ verliert in Geheimrat Prof. Dr. Wolf einen stets bereiten Förderer, der uns nie seine Unterstützung versagte und uns durch seine anerkennenden Worte zum Ausbau der Zeitschrift selbst in schweren Zeiten ermutigte. Zahlreiche Aufnahmen von ihm sind in den Bänden des „Weltall“ enthalten. Wir erwähnen besonders die auf Beilagen wiedergegebenen Milchstraßen-aufnahmen (Jg. 4, Heft 24 und Jg. 24, Heft 1) und die schöne Aufnahme des Nebels bei ξ Persei (Jg. 5, Heft 11).

Die Treptow-Sternwarte wird das Andenken des Verstorbenen stets in hohen Ehren halten. Die Schriftleitung.

Das 350jährige Jubiläum unseres Kalenders.

Auf den 4. Oktober des Jahres 1582, einen Donnerstag, folgte mit Übergang von zehn Tagen Freitag, der 15. Oktober. Das war der Anfang des Gregorianischen Kalenders, nach dem sich heute fast die gesamte Kulturwelt richtet. Unser Kalender kann also auf eine bisherige Lebensdauer von 350 Jahren zurückblicken. Das ist freilich für einen Kalender kein besonders hohes Alter; sein Vorgänger und langjähriger Rivale, der Julianische Kalender, herrschte — von Rom 45 v. Chr. ausgehend — über ganz Europa unumschränkt bis 1582, also 1627 Jahre, aber auch dann noch bis in die Gegenwart neben dem Kalender „neuen Stils“, also fast 2000 Jahre lang.

Unser Gregorianischer Kalender ist aus dem Julianischen entstanden (und dieser wieder aus dem ägyptischen); denn er übernahm seine Jahreseinteilung in Monate, die aber keine natürlichen, synodischen Monate sondern künstlich geschaffene Verwaltungszeiteinheiten waren, und die kontinuierliche Woche von seinem Vorgänger. Reformiert wurde 1582 lediglich die Jahreslänge. Während bei der julianischen Reform 45 v. Chr. unter dem Einfluß griechischer und ägyptischer Gelehrsamkeit nach dem Vorschlage des alexandrinischen Astronomen Sosigenes die Länge des Sonnenjahres auf $365\frac{1}{4}$ Tage festgelegt wurde, ordnete Papst Gregor XIII. in der Bulle vom 24. Februar 1582 an, daß zwar künftig wie bisher auf 3 Gemeinjahre von 365 Tagen ein Schaltjahr von 366 Tagen folgen solle, daß aber in 400 Jahren 3 Schalttage nach folgendem Gesetz ausfallen sollten: alle Säkularjahre, die sich durch 400 ohne Rest teilen lassen, bleiben Schaltjahre, alle andern Säkularjahre dagegen, also 1700, 1800, 1900 ferner 2100 usw. werden Gemeinjahre. Grundlage für die künftige Chronologie und das bürgerliche Leben sollte also das tropische Jahr sein, dessen Länge nicht mehr mit 365 Tagen und 6 Stunden, sondern mit 365 Tagen, 5 Stunden, 48 Minuten und 46 Sekunden angenommen wurde. Da sich nun aber das Frühlingsäquinoktium seit der Zeit des nizäischen Konzils bereits vom 21. auf den 11. März verschoben hatte, wurde in der bereits erwähnten Bulle angeordnet, daß auf den 4. Oktober des Jahres 1582 der 15. zu folgen habe.

Man kann sich vorstellen, daß diese Bulle, zumal sie ohne Vorbereitung und ohne genügende Erklärung erschien, maßlose Bestürzung und vielerorts heftigen Widerstand hervorrief. Dazu kam, daß kurz vorher, verursacht durch Luther, Calvin und Zwingli, eine

Spaltung der Christenheit eingetreten war, und der Protestantismus alles zurückwies, was von Rom kam. Zu allem Unglück war im Eifer der Kalenderreform verabsäumt worden, für einen rechtzeitigen und umfangreichen Druck des neuen Kalenders zu sorgen. Noch im Herbst 1582, also zu einer Zeit, da der Kalender unter Androhung von Strafen bereits eingeführt sein sollte, war in Deutschland kaum ein Exemplar davon aufzutreiben. So geschah es denn, daß der von dem spanischen Arzt Aloysio Lilius aus Ziro ausgearbeitete und 1577 vorgeschlagene, von dem deutschen Astronomen Christoph Clavius aus Bamberg astronomisch durchgearbeitete und gebrauchsfertig gemachte Kalender erst nach und nach eingeführt wurde.

Sofort, also am 15. Oktober 1582, d. h. am 5. Oktober der damaligen Rechnung, kam er in Italien, Spanien und Portugal in Gebrauch. Frankreich folgte im gleichen Jahre, indem es nach dem 9. Dezember sogleich den 20. schrieb. Die protestantischen Länder blieben noch geraume Zeit beim „alten Stil“, wie es in den Briefköpfen der damaligen Zeit hieß. In Preußen wurde der neue Kalender auf Leibniz' Bestreben am 19. Februar 1700 eingeführt, welchem Tage der 1. März folgte. England folgte 1752, Schweden 1753. Das griechisch-katholische Osteuropa blieb bis nach dem Weltkriege dem julianischen Kalender treu. Das letzte große Kulturvolk, das wenigstens in den welthandelntreibenden Küstengebieten den Gregorianischen Kalender einführt, waren die Chinesen. Damit hat unser Kalender das gesamte Erdenrund erobert.

Zu der astronomischen Sonnengebundenheit unseres Jubilars haben wir unbeschränktes Vertrauen; die Abweichung des Monats vom Monde halten wir aus verwaltungs- und zähltechnischen Gründen für notwendig und wünschen nur sehnlichst eine größere Gleichmäßigkeit. Die Kontinuirlichkeit der Woche ohne Rücksicht auf den Jahresschluß aber halten wir für absurd; denn sie ist durch nichts berechtigt, macht das Jahr unübersichtlich, veränderlich und undurchsichtig. Ebenso unmotiviert ist die nizäische Verlegenheitsregelung des beweglichen Oster-„Festes“, die ihre Wurzeln in dem Vollmondsfest des altägyptischen Mondgottes Ammon hat. Darum wünschen wir unserem Jubilar eine möglichst baldige Reform seiner innern Gliederung unter Beibehaltung seiner bisherigen Länge und ein langes gleichmäßiges Leben in Einfachheit und Übersichtlichkeit.

L. W. R o o s e.

Der gestirnte Himmel im November 1932.

Von Günter Archenhold.

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

Das Ereignis des Monats ist die Begegnung der Erde mit dem Leonidenschwarm in der Nacht vom 16. zum 17. November. In einem vorangehenden Aufsatz dieses Heftes ist über frühere Erscheinungen und über die Vorausberechnungen zur diesjährigen Wiederkehr Näheres mitgeteilt. An dieser Stelle seien unsere Leser zur Mitarbeit an der Beobachtung aufgefordert. Ein jeder, der gewillt ist, der Himmelmuse Urania einige Stunden seines Schlafes zu opfern, kann sich daran beteiligen. Man suche einen Platz auf, der den Ausblick nach Nordosten freigibt, und wo möglichst kein störendes Nebenlicht vorhanden ist, und zähle die an dem betreffenden Teil des Himmels auftauchenden Sternschnuppen. Bei einiger Übung, insbesondere auch, wenn sich zwei oder mehrere Beobachter zusammentun, kann man Zeit, Helligkeit, Sichtbarkeitsdauer, Geschwindigkeit und besondere Erscheinungen, wie Schweifbildung, Farbe usw., notieren sowie die Bahnlage in Sternkarten einzeichnen, doch ist gerade bei der Beobachtung des Leonidenschwarmes die einfache Zählung wertvoll. Man dehne die Beobachtungen auf die Tage vom 10. bis 19. November aus und lege die Beobachtungszeit möglichst auf die Stunden nach Mitternacht, da der im Sternbilde des Löwen gelegene Radiationspunkt erst kurz vor Mitternacht über dem Horizont erscheint. Die Beobachtungen sind am besten jeweils über Zeiträume von je einer Viertelstunde zu erstrecken, wobei man nach Belieben Pausen einschalten kann. Gerade in diesem Jahre sind solche Zählungen von größter Wichtigkeit, und wir bitten daher um regste Beteiligung. — Nach der im 27. Jahrgang, Heft 1, gegebenen Tabelle zum Gebrauch der Sternkarten des „Weltall“ gilt die im Dezemberheft erschienene Januarsternkarte Mitte November um 1^h, die Februarsternkarte um 3^h und die Märzsternkarte um 5^h morgens, so daß man diese Karten zu den entsprechenden Zeiten zum Einzeichnen von Sternschnuppenbahnen benutzen kann.

Die Stellung der Sterne, wie sie sich uns am 1. November um 22^h, Mitte des Monats um 21^h und Ende November um 20^h darbietet, zeigt die auf der Titelseite dieses Heftes befindliche Novemberkarte. Der Meridian durchschneidet im Norden den Großen Bären und geht im Süden mitten durch die Herbststernbilder hindurch. Im Westen neigen sich die Sommersternbilder dem Untergange zu; dafür steigen im Osten die Wintersternbilder herauf. Von den Doppelsternen seien besonders die farbigen Albireo (β im Schwan) und γ in der Andromeda hervorgehoben. Weiter werden von den auf unserer Karte vertretenen Sternen

ζ (Mizar) im Großen Bären, der Polarstern, Kastor (α in den Zwillingen), γ im Widder, γ im Delphin, α und β im Steinbock mit kleineren Fernrohren getrennt.

Der Andromedanebel steht so günstig, daß man ihn an der auf unserer Karte verzeichneten Stelle leicht mit bloßem Auge erkennen wird. Der Orionnebel befindet sich erst in geringer Höhe über dem Horizont. Ein für das bloße Auge nicht sichtbarer, aber in kleineren Instrumenten höchst interessanter Nebel ist der Hantelnebel im Füschen, nördlich von Atair im Adler und südöstlich von Albireo im Schwan gelegen, der von beträchtlicher Helligkeit und Ausdehnung ist. Er gehört wie der Ringnebel in der Leier zur Klasse der planetarischen Nebel, deren Bezeichnung daher rührt, daß sie in kleineren Fernrohren eine Scheibe wie die Planeten zeigen. Auch mehrere Kugelsternhaufen stehen über dem Horizont, wie die im Herkules, Wassermann und Pegasus. Von den bekannteren veränderlichen Sternen sind im November β in der Leier, Mira im Walfisch und Algol im Perseus zu beobachten. Die Algolminima treten zu den folgenden Zeiten ein:

| | | | |
|---------|----------------|----------|-----------------|
| Nov. 1. | 2 ^h | Nov. 21. | 4 ^h |
| „ 3. | 23 | „ 24. | 1 |
| „ 6. | 20 | „ 26. | 22 |
| „ 9. | 17 | „ 29. | 18 ^h |
| „ 18. | 7 ^h | | |

Die Planeten.

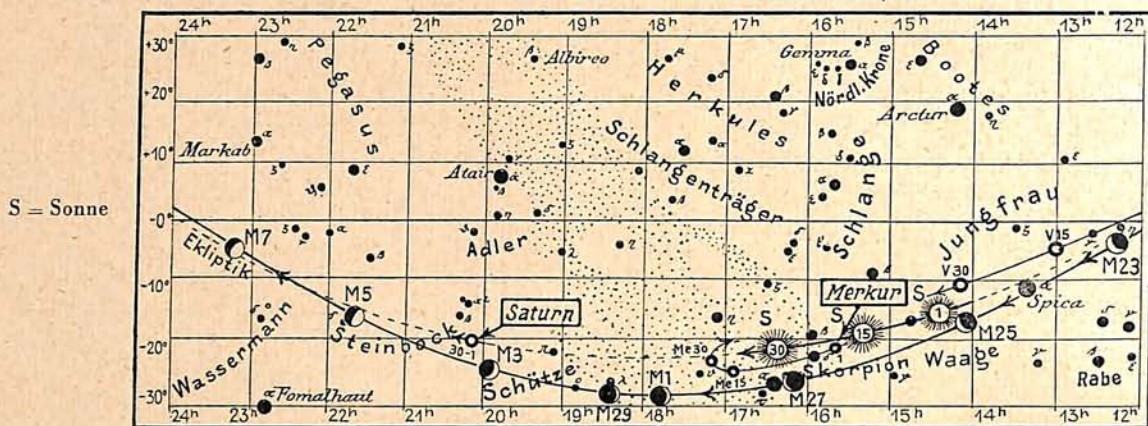
Merkur bleibt im November unsichtbar.

Venus kann zu Anfang des Monats von ihrem Aufgange um 3^h an bis zu ihrem Verschwinden in der Morgendämmerung 3^{1/2} Stunden lang gesehen werden. Ende des Monats geht sie erst um 4^{1/2}^h auf, und die Dauer ihrer Sichtbarkeit beträgt nur noch 2^{3/4} Stunden. Am 6. November erscheint ihre 15" große Scheibe im Fernrohr zu genau ³/₄ beleuchtet. Bis zum Ende des Monats nimmt ihr scheinbarer Durchmesser auf 13" ab und der beleuchtete Teil auf über ⁴/₅ zu.

Mars, der in das Sternbild des Löwen hineinläuft, geht am 1. November um 23^{1/2}^h und am 30. um 23^h auf. Er nähert sich der Erde von 232 Millionen km auf 195 Millionen km, wobei sein scheinbarer Durchmesser von 6" auf 7",2 anwächst.

Jupiter ist im südlichsten Teil des Löwen zu finden. Der Aufgang verschiebt sich im Laufe des Monats von 1^h52^m auf 0^h24^m. Sein Abstand von der Erde verringert sich von 891 Millionen km auf 830 Millionen km. Die Stellungen und Verfinsterungen seiner vier hellen Monde geben wir umstehend an:

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



| Verfinsterungen | | | Stellungen | | | |
|-----------------|--------|-------|------------|---------------|------|---------------|
| Nov. | M.E.Z. | Mond | Nov. | 5h 15m M.E.Z. | Nov. | 5h 15m M.E.Z. |
| | h m | | | | | |
| 5 | 3 7 | I E | 1 | 412 0 3 | 16 | 4 0 123 |
| 12 | 2 10 | II E | 2 | 4 0 123 | 17 | 41 0 32 |
| 12 | 5 0 | I E | 3 | 41 ③ 2 | 18 | 423 0 1 |
| 19 | 4 46 | II E | 4 | 324 0 1 | 19 | 431 0 |
| 21 | 1 21 | I E | 5 | 3 0 24 | 20 | 43 0 12 |
| 21 | 3 12 | IV E | 6 | 31 0 24 | 21 | 2 0 31 |
| 28 | 3 12 | III A | 7 | 2 0 134 | 22 | 21 0 43 |
| 28 | 3 14 | I E | 8 | 21 0 34 | 23 | 0 2134 |
| | | | 9 | 0 1234 | 24 | 1 0 324 |
| | | | 10 | 1 0 324 | 25 | 23 0 14 |
| | | | 11 | 32 0 14 | 26 | 321 0 4 |
| | | | 12 | 3 0 4 | 27 | 3 0 124 |
| | | | 13 | 3 ① ④ 2 | 28 | ② 4 |
| | | | 14 | 42 0 13 | 29 | 21 0 43 |
| | | | 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 ist vom Eintritt der Dunkelheit an etwa 3 Stunden bis zu seinem Untergange zu beobachten. Am 1. November verschwindet er um 21^{1/2}h, am 30. um 19^{3/4}h unter den Horizont.

Uranus, im Sternbild der Fische, kulminiert anfangs um 22^{1/2}h, am Monatsende um 20^{1/2}h und ist daher mit einem Fernrohr leicht auffindbar. Sein genauer Ort ist am 15. Nov. Rekt. = 1^h15^m,6 und Dekl. = + 7°19'.

Neptun ist am Morgenhimmel zu suchen. Er steht am 15. November in Rekt. = 10^h47^m,3 und Dekl. = + 8°35'.

Der Lauf von Sonne und Mond.

Die **Sonne** steht am 1. November nur noch 9^{1/2} Stunden, am 30. sogar nur noch 8 Stunden über unserem Horizont. Ihr Nachtbogen ist also doppelt so groß wie der Tagesbogen. Die Mittagshöhe sinkt von 23° auf 16° herab.

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

| | Aufgang | Untergang |
|-------------|--------------------------------|---------------------------------|
| November 1. | 7 ^h 1 ^m | 16 ^h 38 ^m |
| " 15. | 7 ^h 27 ^m | 16 ^h 13 ^m |
| " 30. | 7 ^h 52 ^m | 15 ^h 57 ^m |

Weitere Angaben über den Sonnenlauf 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 |
| Nov. 1. | 14 23,9 | -14 18 | 14 42,1 | + 16 20 |
| " 5. | 14 39,7 | 15 33 | 14 57,9 | 16 20 |
| " 10. | 14 59,7 | 17 2 | 15 17,6 | 16 0 |
| " 15. | 15 20,1 | 18 23 | 15 37,3 | 15 20 |
| " 20. | 15 40,8 | 19 36 | 15 57,0 | 14 19 |
| " 25. | 16 1,8 | 20 40 | 16 16,7 | 12 57 |
| " 30. | 16 23,2 | -21 35 | 16 36,4 | + 11 16 |

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

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

| | | |
|------------------|---------|--------------------|
| Erstes Viertel: | Nov. 5. | 7 ^{3/4} h |
| Vollmond: | " 13. | 8 ^{1/2} |
| Letztes Viertel: | " 21. | 9 |
| Neumond: | " 28. | 1 ^{3/4} h |

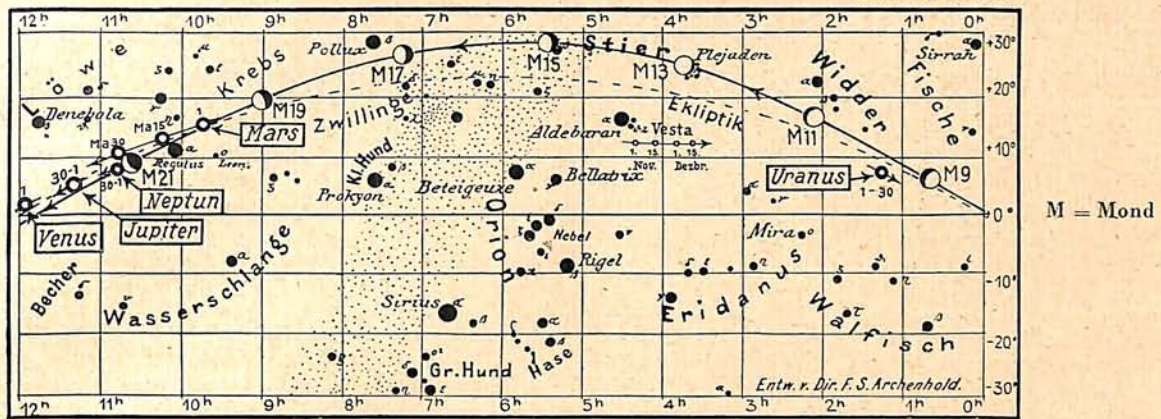
Am 13. November steht der Mond in Erdferne. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt an diesem Tage 29'27", die Horizontalparallaxe 53'57". In Erdnähe steht der Mond am 27. November mit einem scheinbaren Durchmesser von 33'31" und einer Horizontalparallaxe von 61'25".

Im November sind in Berlin mehrere **Sternbedeckungen** zu beobachten. Besonders hervorzuheben ist die Bedeckung der Plejaden am 14., wobei die helleren Sterne 17 Tauri = Elektra, q Tauri = Taygeta, 20 Tauri = Maja sowie viele kleine hinter dem Mond verschwinden. Die Bedeckung des Regulus am 21. ist, obwohl sie in den Tag fällt, in unserer Tabelle mit aufgenommen, weil Regulus als Stern 1. Größe selbst nach Sonnenaufgang im Fernrohr gesehen werden kann. Nachstehend geben wir in der Tabelle den Tag der Bedeckung, Namen, Größe, Rektaszension und Deklination des bedeckten Sterns, die Angabe, ob es sich um Ein- oder Austritt handelt, und die entsprechenden Zeiten und Positionswinkel für einen in Berlin befindlichen Beobachter. Es folgt das Alter des Mondes, vom Neumonde an gerechnet. Die Hilfsgrößen

für den Monat November 1932.

Abb. 2b.

Nachdruck verboten.



a und b, die in den beiden letzten Spalten aufgeführt sind, dienen dazu, genäherte Ein- und Austrittszeiten für ganz Deutschland zu berechnen. Den für Berlin geltenden Zeitangaben ist die Korrektur a (13,1 - λ) + b (φ - 52,4) hinzuzufügen, wobei λ und φ die in Grad ausgedrückte geographische Länge und Breite des Beobachtungsortes bedeuten. Ein Beispiel soll zeigen, wie einfach die Berechnung vor sich geht. Als Beobachtungsort sei München gewählt, dessen geographische Länge

11^o,6 und dessen geographische Breite 48^o,1 beträgt. Dann erhalten wir für den Eintritt von q Tauri am 14. November die Korrektur - 1^m,4 (13,1 - 11,6) + 1^m,6 (48,1 - 52,4) = - 1^m,4 · 1,5 - 1^m,6 · 4,3 = - 2^m,1 - 6^m,9 = - 9^m,0. Der Eintritt ergibt sich also nach dieser Berechnung um 0^h9^m,5 - 9^m,0 = 0^h0^m,5, während das Berliner Jahrbuch 0^h1^m,5 angibt. Wir sehen, daß sich in diesem Falle nur eine Abweichung von 1 Minute gegenüber der strengen Rechnung ergibt.

Tabelle der in Berlin sichtbaren Sternbedeckungen durch den Mond:

| Nov. | Name | Gr. | Rekt. 1932 | | Dekl. 1932 | | Phase | Zeiten für Berlin M. E. Z. | | Winkel | Mondalter | Hilfsgrößen | |
|------|--------------|-----|------------|------|------------|----|-------|----------------------------|------|--------|-----------|-------------|-------|
| | | | h | m | o | ' | | h | m | | | m | m |
| 6. | 42 Aquarii | 5,5 | 22 | 13,2 | - 13 | 10 | E | 16 | 46,5 | 8 | 8,1 | - 0,6 | + 2,0 |
| 8. | 60 B Piscium | 6,0 | 23 | 51,3 | - 0 | 16 | E | 22 | 53 | 58 | 10,3 | - 1,1 | - 0,1 |
| 14. | 17 Tauri | 3,8 | 3 | 40,8 | + 23 | 54 | E | 0 | 3,5 | 139 | 15,4 | - | - |
| 14. | q Tauri | 4,3 | 3 | 41,2 | + 24 | 15 | E | 0 | 9,5 | 53 | 15,4 | - 1,4 | + 1,6 |
| 14. | 20 Tauri | 4,1 | 3 | 41,8 | + 24 | 9 | E | 0 | 26 | 86 | 15,4 | - 1,7 | + 0,1 |
| 14. | 17 Tauri | 3,8 | 3 | 40,8 | + 23 | 54 | A | 0 | 31 | 178 | 15,4 | - | - |
| 14. | q Tauri | 4,3 | 3 | 41,2 | + 24 | 15 | A | 1 | 28,5 | 269 | 15,4 | - 1,6 | - 0,6 |
| 14. | 20 Tauri | 4,1 | 3 | 41,8 | + 24 | 9 | A | 1 | 46,5 | 238 | 15,4 | - 1,5 | + 0,6 |
| 19. | 35 B Caneri | 6,4 | 8 | 9,7 | + 23 | 21 | A | 1 | 11 | 291 | 20,4 | - 1,0 | + 0,7 |
| 21. | α Leonis | 1,4 | 10 | 4,8 | + 12 | 18 | E | 8 | 56 | 136 | 22,7 | - 0,6 | - 2,0 |
| 21. | α Leonis | 1,4 | | | | | A | 10 | 0,5 | 290 | 22,8 | - 0,6 | - 1,8 |

E = Eintritt, A = Austritt

Bemerkenswerte Konstellationen.

- Nov. h
- 4. 6 Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- 10. 22 Uranus in Konjunktion mit dem Monde.
- 14. 21 Merkur in größter östlicher Abweichung 22^o36'.
- 21. 19 Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- 22. 6 Neptun in Konjunktion mit dem Monde (Neptun 32' nördl.).

- Nov. h
- 23. 0 Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- 24. 20 Merkur stationär.
- 25. 19 Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 28. 23 Merkur in Konjunktion mit dem Monde.

AUS DEM LESERKREISE

Eine Sternschnuppe im Prismenglas.

Am Abend des 4. Oktober 1932, gegen 19^h 20^m, beobachtete ich mit einem 8fachen Prismenfeldstecher über dem Osthorizont eine Sterngruppe in den Fischen. Plötzlich trat von rechts eine Sternschnuppe in das Gesichtsfeld ein, bewegte sich aber nur so rasch fort, daß ich mit dem Feldstecher bequem folgen konnte. Sie bewegte sich etwa in der Ekliptik und erlosch unterhalb der Widder-Sterne, nachdem sie eine Linie von ca. 12—15^o durchlaufen hatte.

Es schien mir, als ob die Sternschnuppe einen hellen Kern in einer matternen Umhüllung hatte. Besonders schön war ein in grünlicher Farbe stark sprühender Schweifansatz anzusehen, welcher ca. 1^o lang war. Die Gesamthelligkeit war etwa die eines Sternes 3. Größe. Es war dies die erste Sternschnuppe, die ich im Feldstecher beobachten und verfolgen konnte, gewiß ein seltener Genuß.

Gr. Zimmern/Hessen.

J. Pauly.

KLEINE MITTEILUNGEN

Die Mondfinsternis am 14. September 1932 war auf der Treptow-Sternwarte in ihrem ganzen Verlauf bei klarem Himmel gut zu beobachten. Nachdem der Himmel am Nachmittag mit Wolken noch dicht verhängt und selbst noch kurz vor dem Aufgang des Mondes teilweise bedeckt war, klärte es sich nach Sonnenuntergang vollkommen auf. Die Durchsichtigkeit der Luft war ausgezeichnet. Während der stärksten Verdunkelung des Mondes waren die schwächsten Sterne und die Milchstraße deutlich sichtbar. Aus Zuschriften aus dem Leserkreise ging hervor, daß nicht überall in Deutschland die Beobachtungsverhältnisse günstig waren. An vielen Orten West- und Süddeutschlands spielte sich die Mondfinsternis teilweise oder ganz hinter Wolken ab, während im östlichen Deutschland die Beobachtungsverhältnisse zu meist günstig waren.

Fall, da der Mond am 3. September in Erdnähe und am 19. in Erdferne gestanden hat. Diese Erklärung kann also nicht zutreffen. Die wahre Ursache liegt vielmehr darin, daß der am Horizont aufgehende Mond vom Beobachter um einen Erdradius weiter entfernt ist als der im Zenit befindliche. Man mache es sich einmal klar, daß eine Linie, die man vom Monde durch den Erdmittelpunkt zieht, die Erdoberfläche in zwei Punkten schneidet. Der erste dieser Erdorte ist dem Mond am nächsten, während der zweite um zwei Erdradien weiter vom Mond entfernt ist. Es ist nun leicht einzusehen, daß ein Beobachter, der den Tagesumschwung mit der Erde vollführt, den Mond in verschiedenen Abständen zu Gesicht bekommt. Der Mondabstand ist am Horizont am größten (das Mondbild wird also auf der photographischen Platte in Wirklichkeit am kleinsten sein). Die scheinbare Vergrößerung

Aufnahmen von der Mondfinsternis am 14. September 1932.



Zunehmende Phase um 20^h 30^m 22^s.

(Stark verkleinerte Wiedergabe von Aufnahmen mit dem großen Fernrohr der Treptow-Sternwarte.)



Abnehmende Phase um 23^h 34^m 21^s.

Auf der Treptow-Sternwarte hatten sich viele Besucher eingefunden, um die Finsternis zu verfolgen. Es war zum ersten Male durch Schaffung einer Projektionsfläche die Einrichtung getroffen worden, auf der Plattform in kurzen Vorträgen an Hand von Lichtbildern Erläuterungen zu geben. Wir bringen hier einige Bilder von der Beobachtung der Mondfinsternis auf der Treptow-Sternwarte, die vom Verlag Scherl aufgenommen und uns freundlicherweise zur Verfügung gestellt worden sind. Die beiden Aufnahmen des teilweise vom Erdschatten verdunkelten Mondes haben wir am großen Fernrohr erhalten. Wir haben im ganzen 5 Aufnahmen im Format 24×24 cm gemacht, von denen die hier wiedergegebenen die erste und letzte darstellen. Die Aufnahmezeiten sind die folgenden:

| | | | | |
|--------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Platte | 775 A | 20 ^h | 30 ^m | 22 ^s |
| " | 775 B | 21 | 34 | 29 |
| " | 775 C | 22 | 30 | 43 |
| " | 775 D | 22 | 59 | 52 |
| " | 775 E | 23 | 34 | 21 |

Auf unserer ersten Aufnahme hat der Mond im Original einen Durchmesser von 184½ mm, auf der letzten ist er 1½ mm größer. Es dürfte interessieren, die Ursache für die Zunahme der scheinbaren Größe des Mondes anzugeben. Zunächst wollen wir feststellen, ob sich der Mond auf seiner Bahn der Erde genähert hat. Wie wir aus Heft 10/11 des vorigen Jahrgangs des „Weltall“ entnehmen, ist dies nicht der

des Mondes am Horizont, die jeder Beobachter empfindet, hat keinerlei astronomische Ursachen, sondern wurzelt im Psychologischen. Bei einer durchschnittlichen Entfernung des Mondes von 60 Erdradien tritt bei seinem Aufstieg von 0 bis 30° Höhe eine Vergrößerung um $\frac{1}{120}$ ein. Dies macht bei einem Durchmesser des Mondes von 184 mm etwa 1½ mm aus, ein Betrag, der mir bei der Betrachtung des Mondbildes auf der mit Markierungen versehenen Mattscheibe deutlich auffiel. Im Zenit ist er sogar um $\frac{1}{60}$ vergrößert.

Im Anschluß hieran sei erwähnt, daß der Mond, wenn er bei seinem größten Abstand von der Erde 407 000 km entfernt steht, auf unseren Platten 180 mm groß ist, während sein Durchmesser in größter Erdnähe bei einem Abstände von nur 357 000 km auf 204 mm anwächst.

Auf der Mattscheibe wurden während der Finsternis einige Eintritte von Mondkratern in den Erdschatten bestimmt, die mit der im „Weltall“ wiedergegebenen Vorausberechnung von A. Hagedorn gut harmonisierten.

Wie im Jahre 1931 wurden auch diesmal Filmaufnahmen, und zwar mit einer verbesserten Apparatur gemacht. Der Filmstreifen setzt sich aus über 2900 Einzelbildern zusammen und ist als wohl gelungen zu bezeichnen. Bemerkenswert ist, daß bei dem kontrastreich arbeitenden Film der Halbschatten mehr auf-

Die Beobachtung der Mondfinsternis auf der Treptow - Sternwarte.



Das große Fernrohr während der Beobachtung.
(Der Mond ist überbelichtet und infolge Reflex der Lichtstrahlen an der Rückseite der photographischen Platte von einem Ring umgeben.)



Besucher auf der Plattform der Sternwarte
während eines Vortrages.



Besucher auf der Plattform der Sternwarte bei der Beobachtung.

fällt, als dies bei der Beobachtung mit dem Auge der Fall war. Selbst eine halbe Stunde vor und nach der Verfinsternis des Mondes durch den Kernschatten der Erde machte sich der Halbschatten noch deutlich bemerkbar, und erst $\frac{3}{4}$ Stunden nach dem Austritt des Mondes aus dem Kernschatten strahlte er wieder in seinem vollen Glanze.

Die Farbe des Mondes konnte man als kupferrot bezeichnen; blaue Farbtöne traten nicht auf.

G. Archenhold.

Über die Zusammensetzung der Venusatmosphäre liegen neue Untersuchungen von der Mount Wilson-Sternwarte vor. Adams und Dunham haben den roten und ultraroten Spektralbereich zwischen den Wellenlängen λ 7400 bis λ 8800 bei starker Dispersion am 100zölligen Spiegel aufgenommen. Die Belichtungszeiten der Spektrogramme, auf denen 5,6 Å einem Millimeter entsprechen, lagen zwischen 2 und 4 Stunden. Sie wurden im April und Mai erhalten, also

um die Zeit, als der Planet seine größte östliche Abweichung von der Sonne hatte. Die Radialgeschwindigkeit der Venus relativ zur Erde betrug durchschnittlich 14 km, so daß die Linienverschiebung auf Grund des Dopplereffektes 0,37 Å ausmachte. Da diesem Wert eine Verschiebung von 0,066 mm auf den Spektrogrammen entspricht, so lassen sich die Spektrallinien, die durch die Venusatmosphäre hervorgerufen werden, klar von den terrestrischen Linien unterscheiden. Es sind im Venuspektrum keine Linien von meßbarer Intensität vorhanden, die dem Sauerstoff oder Wasserdampf zugeschrieben werden könnten. Dieses Ergebnis steht sowohl mit früheren Untersuchungen in anderen Spektralbereichen als auch mit den visuellen photometrischen Arbeiten von Prof. Schoenberg in Übereinstimmung. Die neuen spektrographischen Untersuchungen haben deswegen einen besonderen Wert, weil sie an den stärksten der photographischen Beobachtung zugänglichen Linien dieser Gase vorgenommen worden sind.

Prof. Schoenberg war zu dem Ergebnis gelangt, daß die Venusatmosphäre aus Kohlensäure in den unteren und Wasserstoff in ihren höheren Schichten zusammengesetzt ist. Die Spektrogramme des Mount Wilson-Observatoriums zeigen nun drei neue Banden, die auf Grund der Theorie der Bandenspektren wahrscheinlich der Kohlensäure zuzuschreiben sind. Obwohl es noch nicht gelungen ist, selbst unter Verwendung größerer Mengen Kohlensäure diese Absorptionen im Laboratorium nachzuweisen, ist in Anbetracht der großen Sicherheit, mit der das Auftreten bestimmter Linien vorher errechnet werden kann, nicht zu zweifeln, daß es sich um Kohlensäure handelt, die wahrscheinlich in sehr reichem Maße auf der Venus vorhanden ist.

G. A.

Alpha Arietis, ein spektroskopischer Doppelstern.

Die in Bonn und Kapstadt zur Bestimmung der Sonnenparallaxe aufgenommenen Spektrogramme des Sterns α im Widder zeigen, wie Dr. W. Schaub mitteilt, nach Befreiung von systematischen Fehlern eine deutliche Periode in der Radialgeschwindigkeit von 10,96 Tagen mit einer Amplitude von 0,24 km pro Sekunde. Obwohl dieser Wert in Anbetracht der erzielbaren Meßgenauigkeit erstaunlich gering ist, und sein Nachweis nur auf Grund einer eingehenden Diskussion ermöglicht wurde, ist er als reell anzusehen. Schaub vermutet, daß es sich bei α Arietis, der sich in einem Abstände von 65 Lichtjahren von der Sonne befindet, um einen spektroskopischen Doppelstern mit ungefähr gleich hellen Komponenten und mit sehr kleiner Bahnneigung handelt.

G. A.

Der Planetoid Vesta, der zu den größten dieser Klasse von Himmelskörpern gehört und schon im Jahre 1807 von Olbers entdeckt wurde, gelangt am 22. November in Erdnähe. Er wird dabei die Helligkeit 7^m,0 erreichen und damit von allen in diesem Jahre zu beobachtenden Planetoiden der hellste sein. Seine Bahn ist in unsere Planetenkarte auf S. 13 eingetragen. Am 23. November befindet sich Vesta ungefähr 8' südlich des veränderlichen Sterns λ Tauri. Wir lassen nachstehend seine Ephemeride folgen:

(4) *Vesta*

| | Rekt. | Dekl. | | Rekt. | Dekl. |
|----------|-------|--------|----------|-------|--------|
| | h m | ° ' | | h m | ° ' |
| Okt. 28. | 4 21 | +12 58 | Nov. 29. | 3 50 | +12 8 |
| Nov. 5. | 4 15 | 12 42 | Dez. 7. | 3 42 | 12 6 |
| „ 13. | 4 7 | 12 27 | „ 15. | 3 35 | +12 10 |
| „ 21. | 3 59 | +12 15 | | | |

Opposition Nov. 22.

GröÙte Helligkeit 7^m,0.

G. A.

Eine Rieseneisinsel.

Nach den neuesten Untersuchungen ist die Insel Grönland, die bekanntlich viermal so groß ist wie Deutschland, von Rieseneismassen bedeckt. Im Mittelpunkt des Landes ist das Inlandeis 2500 bis 2700 m dick, so daß das Innere Grönlands unter einem dicken Eispanzer begraben liegt. Die „Eismitte“ liegt nach den vorläufigen Berechnungen rund 3000 m über dem Meere, und man kommt zu dem Ergebnis, daß sich der Untergrund unter dem Eis nur 300 bis 500 m über dem Meeresspiegel befindet. Nun erheben sich die Randgebirge Grönlands vielfach über 2000 m, die höchsten Spitzen erreichen sogar 4000 m. Das Innere Grönlands liegt also viel tiefer als die Küstenberge, und wir müssen uns jenes Polarland als einen tiefen Teller vorstellen, der mit Eis angefüllt ist. Die riesigen Eismassen sind Überbleibsel der Eiszeit. Ob die Senkung des Landes im Innern durch die große Eisbelastung verursacht worden ist, kann man noch nicht entscheiden. Wie

man annimmt, umfaßt Grönland eine Eismasse von mindestens 3 Millionen Kubikkilometer. Das ist so viel wie die Masse des gesamten europäischen Festlandes mit allen Hoch- und Mittelgebirgen. Grönland enthält 40 mal soviel Wasser wie die Nord- und Ostsee zusammengenommen. Würde das hier aufgespeicherte Eis schmelzen, so stiege das Weltmeer um nicht weniger als 8 m, und weite tiefliegende Gebiete in allen Erdteilen würden unter Wasser gesetzt werden. Zur Bestimmung der Eisdicken dient eine Methode, die ähnlich arbeitet wie das heute wohl allgemein bekannte Echolot¹⁾. Dieses Verfahren wurde auch von der deutschen Grönlandexpedition angewendet, über die ein jetzt bei Brockhaus in Leipzig erschienenes Werk „Alfred Wegeners letzte Grönlandfahrt“²⁾ ausführlich berichtet.

Dr. W.

¹⁾ Vgl. „Weltall“, Jg. 29, S. 24.

²⁾ Das Buch enthält 304 Seiten, 3 Rundbilder, 122 Abbildungen, 11 Karten, Grundrisse und Übersichten. Preis geb. 8 M.

BÜCHERSCHAU

Reichenbach, Prof. Hans: Atom und Kosmos. Das physikalische Weltbild der Gegenwart. Deutsche Buchgemeinschaft, Berlin 1930. Preis geb. 4,90 M.

Das vorliegende Buch kann als bestes Beispiel dafür angesehen werden, daß es möglich ist, den gedanklichen Inhalt selbst schwierigerer physikalischer Probleme wie Relativitätstheorie, Strahlungs- und Atomvorgänge in allgemeinverständlicher Form darzustellen. Es ist geradezu eine Freude für den Leser, den Gedankengängen des Autors zu folgen, die stets in wohl-durchdachter Form das Wesentliche einer physikalischen Anschauung und das Ziel der Wissenschaft überhaupt klar hervortreten lassen.

Das Buch setzt keine Kenntnisse schulmäßiger Art voraus und will auch keine vermitteln. Es bietet vielmehr einen Einblick in das physikalische Denken und einen Überblick über seine Ergebnisse. Der Leser blickt hinter die Mauer der Fachbegriffe und findet hier „eine Wissenschaft voll lebendiger Fragestellungen, voll innerer Bewegtheit und voll der großen Spannung, Antwort zu finden auf die Fragen des erkenntnissuchenden Geistes“. Durch die Naturwissenschaft und ihre Erkenntnisse wächst der Mensch und gelangt zu Denkformen, die er auf früherer Stufe noch nicht zu ahnen vermochte. Reichenbachs Darstellung zeigt, wie sich heute die physikalischen Theorien zu einem erweiterten Bild der Welt zusammenfügen und eine Grundlage schaffen zu neuen philosophischen Betrachtungen.

G. A.

An unsere Leser!

Diesem Heft liegt das Inhaltsverzeichnis für den 31. Jahrgang des „Weltall“ bei. Wie zu den früheren Jahrgängen ist wieder eine in dunkelgrünem Ganzleinen künstlerisch ausgeführte Einbanddecke erschienen, die vom Verlag bezogen werden kann.

Um unsere Leser auf schnellstem Wege von dem Eintreten unerwarteter Ereignisse am Himmel zu unterrichten, ist geplant, einen Nachrichtendienst über hellere Kometen, neue Sterne, wichtige Planetenentdeckungen und sonstige Beobachtungen, die mit freiem Auge oder kleinen Fernrohren vorgenommen werden können, einzuführen. Die Abonnementsgebühr für fünf Mitteilungen, die bei der Anmeldung zu entrichten ist, beträgt 50 Pfg.

Für weitere Anregungen zum Ausbau der Zeitschrift sind wir stets dankbar. Zur Werbung neuer Freunde werden gern Probehefte verschickt.

Der Verlag bittet um baldige freundliche Einsendung der Bezugsgebühr für den neuen Jahrgang.

Schriftleitung und Verlag des „Weltall“.

DAS WELTALL

Herausgegeben von Dr. F. S. Archenhold, Schriftleiter: Günter Archenhold.

32. Jahrgang Heft 2

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

November 1932

Inhaltsverzeichnis:

| | | | |
|--|----------|---|----------|
| 1. Zum hundertsten Geburtstag von Wilhelm Foerster. Von Dr. F. S. Archenhold. (Mit einer Abbildung.) | Seite 17 | auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.) | Seite 27 |
| 2. Die Fortschritte der astronomischen Spektroskopie. Von Paul Hügeler | „ 19 | 7. Aus dem Leserkreise: Merkur am Tage | „ 30 |
| 3. Neue Astrognozie. Der Sternenhimmel der Griechen. Von E. Wolff-Beselin. IV. Die Sternbilder des Winters. (Mit einer Abbildung.) | „ 22 | 8. Kleine Mitteilungen: Die Beobachtung der Venus-Jupiter-Konjunktion am 20. Oktober 1932 auf der Treptow-Sternwarte. — Die Bedeutung von Meteorfällen für die Ionisation der oberen Atmosphäre und den Funkempfang. — Sonnenflecken und Funkempfang. — Vergleich der Beobachtungsbedingungen auf einigen großen Sternwarten. — Eine deutsche Polarstation 1932/33. — Kleine Planeten im Dezember 1932. | „ 30 |
| 4. Die „rote“ Venus in der Vorstellungswelt der Maya. Von Prof. Dr. Ernst Dittrich. (Mit einer Abbildung.) | „ 25 | 9. Bücherschau | „ 32 |
| 5. Aus dem letzten Jahresbericht der Heidelberger Sternwarte | „ 26 | | |
| 6. Der gestirnte Himmel im Dezember 1932. Von Günter Archenhold. (Mit einer Sternkarte | | | |

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

Zum hundertsten Geburtstag von Wilhelm Foerster.

Von Dr. F. S. Archenhold.

(Mit einer Abbildung.)

Am 16. Dezember 1832, wenige Wochen nachdem der Grundstein der Berliner Kgl. Sternwarte am Enckeplatz gelegt wurde, wurde Wilhelm Foerster, ihr späterer langjähriger Direktor, zu Grünberg in Schlesien geboren. Damals war Encke der Leiter der Kgl. Sternwarte, aus dessen Händen Foerster 1865 das Institut übernahm und bis zum Jahre 1903, also fast 40 Jahre, leitete.

Neben den Beobachtungen von Kleinen Planeten und Kometen ist Foerster besonders durch genaueste Ortsbestimmungen von Fixsternen hervorgetreten, Arbeiten, die ihn während seiner ganzen Laufbahn gefesselt haben. Nach dem Bau eines neuartigen Instrumentes, des Universaltransits, konnte festgestellt werden, daß die Erdpole Schwankungen unterworfen sind. Diese Erkenntnis hat Foerster bewogen, eine internationale Zusammenarbeit zu organisieren, damit die Prüfung von Polhöhenchwankungen durchgeführt werden konnte. Seiner Anregung ist



Wilhelm Foerster
geb. 16. Dez. 1832, gest. 18. Jan. 1921.

die Begründung der „Internationalen geodätischen Kommission“, der ein allgemeiner Breitendienst oblag, und die „Internationale Erdmessung“ zu danken. Einen großen Wert legte Foerster auf die Neuregelung des Maß- und Gewichtswesens und die Einführung des metrischen Systems im Jahre 1868. Als ich im Jahre 1900 das „Conservatoire des Arts et Métiers“ in Paris besuchte, zeigte man mir eins der Urmaße, einen Meterstab aus Platiniridium, und gedachte dabei in Anerkennung der Verdienste des Deutschen Wilhelm Foerster. Das „Internationale Maß- und Gewichtsinstitut“ hat seinen Sitz in Paris, und Foerster gehörte seit der Begründung bis 1920 zu seinen Mitgliedern. In Berlin wurde ihm die Leitung der Normal-

deutschen Instituts für Maß- und Gewichtswesen anvertraut. Dadurch bekam er Einfluß auf die gesamte Feinmechanik, Präzisionstechnik und -optik und die Chronometrie, die alle tief-

gehende praktische Förderung durch ihn erfahren. So organisierte Foerster die Physikalisch-Technische Reichsanstalt, er gab den Antrieb zu Uhrmacherverbindungen und war der geistige Vater der Gesellschaft Normalzeit. Neben diesen Vereinigungen gründete Foerster die Organisation einer zentralen Stelle für telegraphische Benachrichtigungen von Neuentdeckungen auf dem Gebiete der astronomischen Forschung. Diese Zentralstelle, der er jahrelang vorgestanden hat, befindet sich in Kiel. Jede Sternwarte ist auf die Telegramme abonniert, die dort aus allen Weltgegenden empfangen und dann weitergeleitet werden. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, sofort neu aufgetauchte Kometen, neue Sterne usw. zu verfolgen und Bahnrechnungen anzustellen. An der Begründung des Berliner Recheninstituts, des Astrophysikalischen Observatoriums in Potsdam und der Konstitution der internationalen Astronomischen Gesellschaft hat Foerster wesentlich mitgewirkt.

Neben diesem ausgedehnten Wirkungskreis hatte Foerster den Lehrstuhl für praktische Astronomie an der Berliner Universität inne. Er besaß eine ausgezeichnete Rednergabe. In seinen Vorträgen verflocht er fachmännisches Wissen mit allgemein ästhetischen und philosophischen Ansichten. Er gab nicht nur positives Wissen, sondern erweiterte den Gesichtskreis seiner Hörer.

Als ich als junger Student der Astronomie im Jahre 1882 nach Berlin kam, nahm sich Foerster meiner mit großem Interesse an. Nicht nur förderte er meine Studien auf astronomischem Gebiete, er legte auch den Keim zu meinen volksbildenden Bestrebungen. Durch ihn lernte ich die Männer kennen, die sich in idealem Streben um ihn scharten. Kunst und Wissenschaft fanden in seinem Hause am Enckeplatz im Kreise seiner zahlreichen geistig hochstehenden und musikalischen Familie eine wohlbehütete Stätte, und auch in der breiten Öffentlichkeit wirkte er durch seine Mitbegründung des Schillertheaters und der Urania auf künstlerischem und wissenschaftlichem Gebiete.

Unserer Sternwarte war er immer wohlgesinnt. Er wurde Mitarbeiter des „Weltall“, und seine Vorträge im „Verein von Freunden der Treptow-Sternwarte“ werden unvergeßlich bleiben. Bevor wir die genaue Riefler-Uhr erhielten, vermittelte er uns zum Zwecke der Chronometervergleichung täglich die genaue Zeit. Als wir bei uns im Jahre 1910 Versuche machten, das Norddeicher drahtlose Zeitsignal aufzufangen und dabei das aufgerichtete große Fernrohr als Antenne verwandten, verfolgte der fast 80jährige die Einrichtung mit jugendlichem Interesse. Auch unsere Bibliothek besaß in Foerster einen tatkräftigen Förderer. Er bereicherte die Sammlung durch Publikationen der Berliner Sternwarte und durch Werke, die dort entbehrlich waren. Einen großen Schatz

erwarb unsere Handschriftensammlung durch Foersterns Briefwechsel. In seinen Briefen kommt ein hoher sittlicher Gehalt, naturverbundenes ethisches Gefühl und philosophisches Denken zum Ausdruck. Wir mußten uns Foerster gegenüber verpflichten, vor seinem Tode keine Veröffentlichung der Briefe vorzunehmen. Heute, am 100. Geburtstag des 1921 verstorbenen Forschers, wollen wir einiges der Öffentlichkeit zugänglich machen. So schreibt Foerster als 23jähriger am 1. März 1855 an einen älteren Freund:

„... Jugentliche Begeisterung, die Sie in so reicher Fülle mit reifer Einsicht vereint für alles Große und Wahre hegen, ist auch das einzige Gut, was ich zu dem Umgang mit Männern wie Sie mitbringen kann; sie ist meine Trösterin in trüber Zeit und hilft mir über viele Mängel des Wissens und Könnens hinweg, wenn ich in mich einkehre und gegenüber der Wucht der Ideen und der Masse des Stoffes nach Frieden und Freudigkeit suche. Sie wissen nicht, wieviel Brennstoff Sie diesem still glimmenden Feuer schon gegeben haben, wie Sie mir durch Aussprüche voll höchster Humanität schon zu manchem Abschluß verholfen haben.

In meiner Berufswissenschaft gibt es eine Zeit mühsamen Handwerks, bevor man des Abc's mächtig wird und über die Elemente des Könnens gebietet. In dieser Zeit schweigt oft die Begeisterung vor der gewaltigen Strenge der Methoden, vor der peinlichen Prüfungs- und Abwägungs-Pflicht. Doch war ich froh, die Freundin, die mich mit Sehnsucht zu der großen Wissenschaft getrieben, immer wiederkehren zu sehen, sobald die Gedanken von wochenlanger Arbeit ruhten; sie kam schon, wenn die Nähe des großen Endresultats erreicht war und füllte die letzten Momente der Arbeit mit atemloser Erregung. Sie umgab mich in langen, dunklen Nächten, wenn zum Rhythmus der Pendelschläge die Sterne langsam vorüberzogen; sie gab der Schwäche Mut, dem Mißlingen Trost, und jetzt, wo ich einen astronomischen Winterschlaf halten muß, bringt sie mir Träume von lebensfroher, geistestüchtiger Zukunft.

Sie ist eine andere geworden seit jener Zeit, wo ich sehnsüchtig zur Sternwarte schaute, doch wächst sie mit der Erkenntnis des Zieles in großen, freien Umrissen, mag auch der dunkle, sehnsüchtige Drang verschwinden. Zwar sehe ich manchen Fachmenschen mehr leisten, der nicht um sich und über sich schaut, der im Detail zum Virtuosen wird und so auch manchen Stein zum großen Gebäude fügt; doch will ich mir darum nie das Streben nach freier, weiter Menschlichkeit verkümmern lassen, für dessen Heranbildung ich hier von werten Freunden schon manchen Impuls empfangen habe . . .“

Seit kurzem befindet sich in unserem Astronomischen Museum eine Büste Foersterns, die uns der Bildhauer Bernardien zum Geschenk

gemacht hat. Sie ist im Jahre 1893 nach dem Leben angefertigt und zeigt Foerster in lebendiger Frische und dem ureigensten Ausdruck des großen Astronomen und Menschen. Wer Gelegenheit nimmt, unser Astronomisches

Museum zu besuchen, wird sicher dem Werke Bernardiens mit innerer Dankbarkeit gegenüberstehen und Werk und Leben von Wilhelm Foerster vor seinem geistigen Auge erstehen lassen.

Die Fortschritte der astronomischen Spektroskopie.

Von Paul H ü g e l e r.

In seiner „Geschichte der Astronomie“ schreibt Rudolf Wolf im Abschnitt Spektroskopie: „Noch fast wichtiger als die Photographie ist für die Astronomie die Ausbildung der Spektroskopie geworden. Nachdem sie, auf Grundlage der von Wollaston und Fraunhofer unabhängig voneinander entdeckten, nach letzterem benannten dunklen Linien im Sonnenspektrum und der ebenfalls von Fraunhofer bei Flammen bemerkten hellen Linien, namentlich seit 1862 durch Kirchhoff begründet wurde, und es alsbald gelang, sehr wirksame Spektralapparate zu konstruieren, hat sie in der Tat auch für die Astronomie schon so Bedeutendes geleistet, daß ihre Geschichte bereits einen integrierenden Teil der Geschichte dieser Wissenschaft bildet. . . Was noch alles von der Spektroskopie und ihrer Verbindung mit dem Doppler'schen Prinzip zu erwarten ist, läßt sich kaum bestimmen, — man müßte denn den prophetischen Geist des ebengenannten Physikers besitzen.“

Das war im Jahre 1877. Heute wissen wir, daß wohl selbst die kühnsten Erwartungen, die man an die Entwicklungsmöglichkeiten dieses Zweiges der astronomischen Forschung geknüpft hat, noch übertroffen worden sind. Denn, wie wir sehen werden, hat uns das Spektroskop nicht nur Aufschluß über die physikalische Beschaffenheit der Gestirne und ihre Bewegungen im Raume gegeben, sondern uns auch in den Stand gesetzt, die Entfernungen, also die Parallaxen der Sterne aus ihren Spektren zu bestimmen, Nachweise für ihre Rotation sowie Strömungen in ihren Atmosphären zu finden.

Einen guten Begriff davon, wie tief heute in die Einzelheiten des Spektrums eingedrungen wird, gibt schon allein die Anzahl der Spektraltypen, in die die Sterne eingruppiert werden. Während Secchi noch mit 4 Klassen auskam:

- I weiße Sterne, nur Wasserstofflinien, sehr kräftig (Wega)
 - II gelbe Sterne, zahlreiche feine Linien (Arktur, Sonne)
 - III rotgelbe bis rote Sterne, dunkle Banden, nach Blau scharf begrenzt (α Orionis)
 - IV schwache dunkelrote Sterne, die dunklen Banden nach Rot scharf begrenzt (19 Piscium),
- denen E. C. Pickering noch eine Klasse
- V Sterne aller Farben mit hellen (Emissions-) Linien

hinzufügte, benutzte Pickering bei der Klassifizierung des ersten Draper-Kataloges (1890) schon 16 Klassen, die er mit den Buchstaben des Alphabets A bis Q bezeichnete. Die heute

allgemein angenommene, von Miß Cannon herührende Einteilung, auch Harvard- oder Draper-Klassifikation genannt, greift sich aus den Pickering'schen Klassen die typischen Vertreter heraus, so daß bei ihr die Buchstaben A, B, F, G, K, M auftreten, die die Secchi'schen Klassen I bis III umfassen; für IV wurden die Buchstaben N, R, S, für V der Buchstabe O, für die planetarischen Nebel P und schließlich für die neuen Sterne der Buchstabe Q benutzt. (Die beiden ersten Typen wurden später noch aus physikalischen Gründen umgestellt.) Die Übergänge von einem Typ zum andern werden mit Zahlen von 0 bis 9 und Besonderheiten des Spektrums mit kleinen Buchstaben bezeichnet, deren Bedeutung hier zusammengestellt sei:

- c ungewöhnlich scharfe (Überfunken-) Linien
- s auffallend scharfer Linieneharakter
- u auffallend verwaschener Linieneharakter
- e Emissionslinien
- er Emissionslinien mit Linienekehr
- k K-Effekt
- v veränderliches Spektrum
- p Spektrum mit Besonderheiten
- g Linieneharakter der Giganten
- d Linieneharakter der Zwerge
- w besonders typische Wolf-Rayet-Sterne.

In ganz summarischer Beschreibung vertreten die Hauptklassen nun folgende Sterntypen:

- P planetarische Nebel
- O Wolf-Rayet-Sterne
- B Heliumsterne
- A Wasserstoffsterne
- F frühe Sonnen
- G Sonnen
- K späte Sonnen
- M Titanoxydsterne (scharfe Kanten nach Violett)
- N tiefrote, meist variable Sterne (scharfe Kanten nach Rot)
- R Typus verwandt mit G oder K
- S Variable verwandt mit K oder M
- Q neue Sterne.

Ein Zusammenhang zwischen dem Spektraltypus und der scheinbaren Helligkeit der Sterne besteht nicht, wie folgende Tabelle zeigt¹⁾:

| Spektrum | Grenzen | > 6 ^m , 25 | 6 ^m , 26—7 ^m , 25 | 7 ^m , 26—8 ^m , 25 | 8 ^m , 26—9 ^m , 25 | < 9 ^m , 26 |
|----------|---------|-----------------------|---|---|---|-----------------------|
| B | B0—B5 | 11% | 5% | 2% | 1% | 1% |
| A | B8—A3 | 31 | 31 | 26 | 27 | 33 |
| F | A5—F2 | 10 | 12 | 11 | 10 | 8 |
| G | F5—G0 | 10 | 13 | 16 | 21 | 25 |
| K | G5—K2 | 30 | 32 | 37 | 34 | 29 |
| M | K5—Mc | 8 | 7 | 8 | 7 | 4 |

¹⁾ Alle hier gebrachten tabellarischen Zusammenstellungen sind dem „Grundriß der Astrophysik“ von K. Graff entnommen.

Ganz anders ist es dagegen mit der Verteilung am Himmel. Hier zeigen die verhältnismäßig seltenen B- und N-Sterne eine ausgesprochene Häufung in der Milchstraße, die bei den O-Sternen sogar auf 100 % steigt.

Genau so alt wie die Benutzung des Spektroskops zur Untersuchung der physischen Zusammensetzung der Sterne ist auch die Feststellung ihrer Bewegung im Visionsradius, d. h. in der Verbindungslinie Erde—Stern, auf uns zu (negative Radialgeschwindigkeiten) oder von uns fort (positive Radialgeschwindigkeiten) an Hand der Linienverschiebungen auf Grund des Dopplerschen Prinzips. Derartige Geschwindigkeitsbestimmungen (vgl. hierzu auch Dr. Schaub „Messung und Verwertung von Radialgeschwindigkeiten“, Weltall Jg. 29, H. 9) werden heute bei einigermaßen scharfen Linien mit der kaum glaublichen Genauigkeit von 0,5 bis 1 km ausgeführt und liegen in einer von J. Voûte 1928 verfaßten Publikation der Sternwarte Lembang (Java) für über 4000 Sterne vor.

Natürlich gibt die aus einer Aufnahme abgeleitete Radialgeschwindigkeit noch kein Maß für die dem Stern anhaftende, da ja auch die Bahnbewegung der Erde in die Messung eingeht. Diese kann aber, da sie ja bekannt ist, in Rechnung gesetzt werden. Beobachtungen, die Vogel und Scheiner an α Ursae majoris ausgeführt haben, sollen zeigen, wie in der Praxis verfahren wird:

| Tag der Beobachtung | Beobachtete Radialgeschwindigkeit | Relativbewegung der Erde | Bewegung d. Sterns |
|---------------------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------|
| 1888 Okt. 22 | + 4 km | — 21 km | + 25 km |
| Nov. 9 | + 11 | — 14 | + 25 |
| Dez. 1 | + 19 | — 5 | + 24 |
| 1889 Jan. 2 | + 33 | + 11 | + 22 |
| Febr. 5 | + 53 | + 23 | + 30 |
| März 6 | + 55 | + 27 | + 28 |

Die auf die Sonne reduzierten Radialgeschwindigkeiten (letzte Spalte) sind nun noch mit der Bewegung des gesamten Sonnensystems durch den Raum behaftet, so daß auch deren Kenntnis zur Bestimmung der absoluten Raumbewegung der Sterne erforderlich ist. Die Bewegung des Sonnensystems durch den Weltraum lag zwar schon aus Apexbestimmungen auf Grund der Eigenbewegungen der Sterne vor, aber diese geben naturgemäß den Ort des Zielpunktes der Sonnenbewegung mit größerer Genauigkeit als die Geschwindigkeit, mit der sich die Sonne auf ihn hin bewegt. Hier ermöglichen nun wieder die Radialgeschwindigkeiten selbst, gerade die Geschwindigkeit der Sonne mit größter Genauigkeit festzustellen. So haben W. W. Campbell und J. H. Moore aus 2034 Sternen die Sonnengeschwindigkeit zum Apex zu 19,6 km/sec und diesen selbst bei $271^{\circ},5$ und $+28^{\circ},6$ liegend bestimmt. Erwähnt sei noch, daß die mittleren Radialgeschwindigkeiten mit fortschreitendem Spektraltypus wachsen, gleichsam als müßten die Sterne auch erst mit der Zeit „laufen“ lernen.

Auch die Sonnenparallaxe ist aus den Radialgeschwindigkeiten wiederholt abgeleitet worden. Sp. Jones findet sie 1927 zu $8^{\prime\prime},803 \pm 0^{\prime\prime},004$ m. F. Um eine Vorstellung von der Größenordnung der Radialgeschwindigkeiten zu geben, seien hier die Radialgeschwindigkeiten der hellsten Sterne mitgeteilt:

| Stern | Größe | Spektrum | Radialgeschw. |
|--------------------|-------|----------|---------------|
| α Can. maj. | — 1,6 | A 0 | — 8 km |
| α Argus | — 0,9 | F 0 | + 20 |
| α Centauri | 0,1 | G 0 | — 22 |
| α Lyrae | 0,1 | A 0 | — 14 |
| α Aurigae | 0,2 | G 0 | + 30 |
| α Bootis | 0,2 | K 0 | — 5 |
| β Orionis | 0,3 | B 8 p | + 23 |
| α Can. min. | 0,5 | F 5 | — 4 |
| α Eridani | 0,6 | B 5 | ? |
| α Orionis | var. | Ma | + 21 |
| β Centauri | 0,9 | B 1 | + 12 |
| α Aquilae | 0,9 | A 5 | — 33 |
| α Crucis | 1,0 | B 1 | + 19 |
| α Virginis | 1,1 | K 5 | + 2 |
| α Tauri | 1,2 | K 0 | + 54 |
| β Geminorum | 1,2 | B 2 | + 2 |

Auch größere Radialgeschwindigkeiten kommen vor; immerhin rechnen Geschwindigkeiten über 80 km zu den Seltenheiten, während die bei den kugelförmigen Sternhaufen und noch mehr bei den Spiralnebeln gefundenen in der Regel mehrere hundert Kilometer betragen.

Ein umfangreiches Betätigungsfeld hat die astronomische Spektroskopie bei der Beobachtung der spektroskopischen Doppelsterne gefunden, die ein Gebiet für sich bilden, und wir verweisen deshalb auf den Aufsatz in Heft 9 des 27. Jahrgangs dieser Zeitschrift.

Will man die Beziehungen der absoluten Leuchtkräfte der Sterne und ihrer Spektren näher untersuchen, so muß man die Sterne zunächst auf eine einheitliche Entfernung von uns bringen, für die man auf Vorschlag von J. C. Kapteyn die gewählt hat, der eine Parallaxe von $0^{\prime\prime},1$ entspricht; das sind nach den früher üblichen Entfernungsangaben 32,6 Lichtjahre. Man hat bei der Wahl gerade dieser Einheit den Vorteil, daß die sich ergebenden absoluten Größenklassen durch Zahlen bezeichnet werden, die wir auch bei der Angabe der scheinbaren Größenklassen anwenden, so daß die uns geläufigen Begriffe von hell und schwach auch bei den absoluten Größenklassen erhalten bleiben. Die absolute Größe (Helligkeit) eines Sternes der scheinbaren Größe m mit der Parallaxe p findet sich aus der Formel $m_0 = m + 5 + 5 \log p$. Trägt man nun die so gefundenen absoluten Größen in ein Koordinatensystem als Ordinaten und ihre Spektren als Abszissen ein, so zeigt sich für das Gros der Sterne eine einfache lineare Beziehung (Russell-Diagramm). Es war hierdurch ein Weg gefunden, rückwärts aus dem bekannten Spektrum und der damit verbundenen absoluten Helligkeit eines Sternes mit Hilfe der obigen Formel seine Parallaxe zu finden. Die

auf diesem Wege errechneten Parallaxen heißen daher spektroskopische Parallaxen.

Mit dem Anwachsen des Materials an trigonometrischen Parallaxen hat sich nun gezeigt, daß die Beziehung absolute Helligkeit — Spektrum die Sterne in zwei Gruppen zerfallen läßt. Während bei der einen, wie bisher, mit fortschreitendem Spektraltypus die absolute Helligkeit ständig abnimmt, zeigt die andere für alle Spektralklassen im wesentlichen die gleiche mittlere absolute Helligkeit. Man bezeichnet die Mitglieder der ersten Gruppe als normale Zwerge und die der zweiten als Riesen oder Giganten. H. D. Curtis fand 1922 aus 2375 Sternen folgende Mittelwerte:

| Spektrum | Absolute Helligkeit | |
|----------|---------------------|--------------------|
| | Normale Zwerge | Giganten |
| B5 | +1 ^m ,0 | — |
| A0 | +1 ,2 | — |
| F0 | +2 ,2 | — |
| G0 | +4 ,2 | — |
| G5 | +5 ,2 | +1 ^m ,0 |
| K0 | +6 ,0 | +1 ,0 |
| Ma | — | +0 ,4 |
| Mb | +9 ,7 | — |

Daneben finden sich dann noch Sterne mit wesentlich größerer absoluter Helligkeit, wie z. B. Deneb, Rigel, Spika, Canopus, die als Übergiganten bezeichnet werden, sowie Sterne, die trotz eines frühen Spektrums nur geringe absolute Helligkeiten zeigen, so z. B. der Siriusbegleiter und der Prokyonbegleiter, mit absoluten Größen von 11^m,3 und 15^m,5 bei einem Spektrum von etwa A bis F. Es sind das „weiße Zwerge“.

Bei der Bestimmung spektroskopischer Parallaxen kann man nun natürlich in Zweifel kommen, in welchen der beiden Äste des Russell-Diagramms die Sterne einzusetzen sind, um zunächst die absolute Helligkeit abzulesen. Es hat sich jedoch gezeigt, daß sich bei den Zwergen der violette Teil des Spektrums weiter als bei den Riesen gleicher Klasse verfolgen läßt; noch bessere Unterscheidungsmöglichkeiten geben nach A. Kohlschütter die verschiedenen Intensitäten gewisser Absorptionslinien ab. Bei den Giganten überwiegen die Linien der ionisierten Atome. Die Ableitung der absoluten Helligkeiten aus dem Spektrum ist heute mit einem Fehler von etwa $\pm 0^m,4$ möglich.

Liegen nun für einen Stern Spektrum, absolute Helligkeit und Parallaxe vor, so kann man unter Benützung der entsprechenden Sonnenwerte nach dem Stefan-Boltzmannschen Gesetz den Sternradius berechnen. J. Wilking hat das 1920 für 100 Sterne, meist Giganten, durchgeführt, wobei sich gezeigt hat, daß die roten Giganten die größten sind.

Wir teilen hier einige dieser Ergebnisse mit, wobei wir für einzelne zum Vergleich die Resultate aus interferometrischen Messungen hinzufügen.

| Stern | Spektrum | Durchmesser | |
|---------------------|----------|-------------|----------------|
| | | Rechnung | Interferometer |
| α Orionis | Ma | 0,051 | 0,045 |
| α Scorpii | Ma | 0,028 | 0,040 |
| β Crucis | B1 | 0,026 | |
| α Tauri | K5 | 0,024 | 0,021 |
| β Gruis | Mb | 0,020 | |
| α Bootis | K0 | 0,019 | 0,024 |
| α Can. maj. | A0 | 0,007 | |
| α Carinae | F0 | 0,009 | |
| α^1 Centauri | G0 | 0,008 | |
| α Lyrae | A0 | 0,003 | |
| β Orionis | B8p | 0,002 | |
| β Centauri | B1 | 0,001 | |

Wir kommen nun zu den jüngsten Forschungsversuchen der astronomischen Spektroskopie. Eine kurze Überlegung sagt uns, daß die Drehung eines Sternes um seine Achse nach dem Dopplerschen Prinzip eine Verbreiterung der Absorptionslinien hervorrufen muß, da ja Licht derselben Wellenlänge gleichzeitig in allen „Radialgeschwindigkeiten“ vom negativen Maximalwert über Null zum positiven Maximalwert auf den Spalt des Spektrographen fällt. Es lag nun nahe, zunächst an sehr engen spektroskopischen Doppelsternen, deren Systemgrößen man kannte, die Möglichkeiten der Methode zu prüfen. Bei ihnen ist ja Umlaufzeit und Rotationszeit gleich, so daß man in der Lage ist, die Drehungsgeschwindigkeit in Kilometern pro Sekunde anzugeben. Einen solchen Versuch hat C. T. Elvey unternommen und aus den Linienverbreiterungen bei Algol einen Rotationswert von 70 km/sec abgeleitet, während nach den von Mc Laughlin berechneten Größen des Algolsystems sich 55 km/sec ergaben.

Auf der Sternwarte Neubabelsberg werden seit 1930 korrespondierende lichtelektrische und spektrographische Beobachtungen an Sternen vorgenommen, die, wie z. B. Wega, ganz unregelmäßige Helligkeitsschwankungen geringer Amplitude (etwa 0^m,03 bis 0^m,04) zeigen. Es hat sich nun herausgestellt, daß diesen Lichtschwankungen Linienverschiebungen im Spektrum vollkommen parallel laufen, deren Maximum einer „Radialgeschwindigkeit“ von 4 km entspricht. Als Ursache dieser Erscheinungen nimmt Guthnick das Vorhandensein von Strömungen in den Sternatmosphären an. Er hofft weiter, daß hier ein neuer, vielleicht endlich aussichtsreicher Weg gefunden ist, um das noch immer ungelöste Problem der δ Cephei-Sterne einer Lösung zuzuführen.

Haben wir in den vorstehenden Ausführungen gezeigt, welche realen Beobachtungsergebnisse uns die astronomische Spektroskopie bisher geliefert hat, so bleibt noch ein Wort über den zunächst angenommenen mutmaßlichen Wertegang eines Sternes zu sagen. Russell nahm an Hand seines Diagramms an, daß die Sterne als ausgedehnte Gaskugeln von sehr geringer Dichte (Giganten der M-Klasse) be-

ginnen. Der Strahlungsverlust wird in diesem Stadium völlig durch Kontraktion (Zusammenziehung) ausgeglichen. Im zweiten Stadium wird durch schnellere Kontraktion eine Temperatursteigerung hervorgerufen (Übergang als Riese zu den früheren Spektraltypen). Schließlich setzt durch Verlangsamung der Kontraktion und dadurch stärkere Ausstrahlung die Umkehr in der Temperaturentwicklung und damit der absteigende Ast der Zwerg ein. An welcher Stelle des Riesen-Astes die Umkehr stattfindet, hängt von der Masse der Sterne ab. Bei den meisten kommt dafür die Gegend F bis A, für kleine Massen G, für größere B in Frage.

Auf Grund dieser Vorstellungen Russells entstanden nun zahlreiche theoretische Arbeiten über den Aufbau der Sterne, an der Spitze die von A. S. Eddington, die anfangs Russells Hypothese durchaus zu bestätigen schienen. Neuerdings (1924) hat Eddington jedoch ge-

zeigt, daß die Zustandsgleichung idealer Gase auf Sterne aller Spektralklassen und Dimensionen anwendbar ist, und die Strahlung ausschließlich eine Funktion der Masse ist, so daß die eben erörterte Bedeutung des Russell-Diagramms als Lebensgeschichte eines Einzel-Sternes nicht mehr bestehen würde.

Auch eine andere vielleicht naheliegende Annahme über die Entstehung eines Spektraltyps aus einem andern dürfte kaum in Frage kommen. Wir denken hierbei an die Entstehung der Wolf-Rayet-Sterne aus den planetarischen Nebeln. Obwohl die Kerne der planetarischen Nebel ein Spektrum zeigen, das etwa dem der Wolf-Rayet-Sterne entspricht, deuten doch die zu geringe Anzahl der planetarischen Nebel und auch ihre durchaus andere räumliche Geschwindigkeit darauf hin, daß es sich hier nicht um zwei aufeinanderfolgende Stufen einer kosmogonischen Entwicklung handelt.

Neue Astrognosie.

Der Sternenhimmel der Griechen.

Von E. Wolff-Beselin.

(Mit einer Abbildung.)

Wir setzen hiermit die Aufsatzreihe über die Sternbilder fort, die eine sinngemäße Erklärung der Gestalten am Himmel gibt. Im vorigen Jahrgang sind die Frühlings-, Sommer- und Herbstbilder in den Heften 8, 10/11 und 12 behandelt worden. Ein fünfter Aufsatz über die Zirkumpolarbilder wird folgen.

Die Schriftleitung.

IV. Die Sternbilder des Winters.

Der Nachthimmel des Winters ist so prächtig, daß er uns Ersatz bietet für alle Blumen des Sommers. Sein Reichthum ist unendlich und seine Schönheit unbeschreibbar. Der große Jäger Orion beherrscht im Dezember, Januar, Februar unbestritten die Nacht. Zu seinen nächsten Nachbarn gehören: Der Fuhrmann mit der strahlenden Kapella, die Zwillinge mit Kastor und Pollux, der Kleine Hund mit Prokyon, der Große Hund mit Sirius, dem hellsten Stern des Himmels, Einhorn, Hase und Eridanus. Sieben Sterne erster und viele zweiter Größe schmücken das Firmament in herrlichen Zusammenstellungen, wie z. B. der Gürtel des Orion, zu dem schon Hiob bewundernd aufblickte.

Wir suchen nun zunächst am nordwestlichen Himmel das große W der Kassiopeia, finden links, etwas tiefer, in der Richtung ihres dritten und zweiten Sternes den gewaltigen Bogen des Perseus und an seinem Ende das Siebengestirn, die Plejaden oder Schiffersterne, die man auch mit einem Schwarm Tauben oder einer Henne mit Küchlein vergleicht. Mit bloßem Auge zählt man im Sieben-

gestirn nur sechs Sterne, und es geht die Sage, daß der siebente sich als Reiterlein auf den Schwanz des Großen Bären gesetzt habe, oder man erzählt, es seien die sieben Töchter des Atlas, von denen sich die eine beschämt verberge, weil sie die einzige der Schwestern sei, die nur einen irdischen Mann bekommen habe, während die andern sechs an Götter und Halbgötter verheiratet waren. Die Plejaden sind bei den Griechen auch die ewig weinenden Töchter des Atlas, die über das traurige Geschick ihres Vaters, der den Himmel tragen mußte, so lange jammerten, bis Zeus sie unter die Sterne versetzte, um sie zu trösten. — In Hiob 38, Vers 31, fragt Gott den Hiob: Kannst du die Bande der sieben Sterne zusammenbinden oder das Band des Orion auflösen?

Links unter den Plejaden treffen wir auf einen zweiten Sternhaufen, das Regengestirn oder die Hyaden (hycin = regnen). Sie sind als Sternhaufen nicht so auffällig, da sie von dem glühenden Aldebaran überstrahlt werden. Sie bilden mit diesem zusammen ein Zeichen, das an eine liegende römische Fünf oder an einen Vogelflug erinnert. Auch die Hyaden waren Töchter des Atlas, und sie weinten unaufhörlich über den Tod ihres Bruders Hyas. Im Altertum galten sowohl die Plejaden als auch die Hyaden als Regenbringer, deshalb das Weinen!

Wenn wir zu den genannten Sternen noch zwei andere hinzunehmen, von denen der eine Nat = Stoß (Horn) heißt, so haben wir das Sternbild Stier. Der aldebaran galt immer

für das wütige, rote Auge, die Hyaden bilden den Kopf, die Plejaden die Nackenhaare, auch die Vorderfüße sind deutlich zu erkennen. König Minos auf Kreta hatte auf seine flehende Bitte von Poseidon einen herrlichen Stier erhalten, das allein würdige Opfer für die Götter, denn er übertraf alle Rinder des Minos an Kraft und Schönheit. Minos aber behielt ihn in eigennütziger Absicht für sich und opferte ihn nicht. Da machte Poseidon den Stier wild und wütig, so daß er das Land des Minos verwüstete und zu einer großen Gefahr für die Einwohner wurde, bis Herkules ihn überwand. Bei den Babyloniern hieß der Held, der den Himmelsstier bekämpfte, Gilgamesch.

oft und gern nach ihrem Geschmack verwerten und der ursprünglichen Bedeutung damit Gewalt antaten.

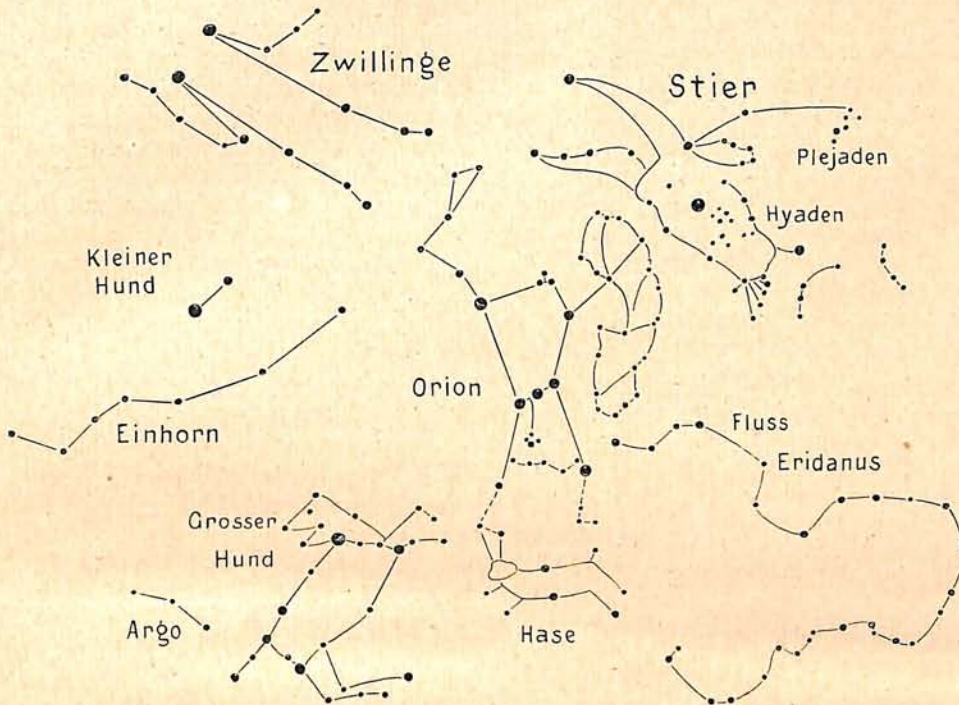
Genau über den Stierhörnern, links vom Perseus, finden wir den Fuhrmann mit der Kapella. Kapella heißt Ziege, gemeint ist die Ziege Amalthea, die den Zeus säugte. Auch bedeutet sie mit den sie umgebenden kleinen Sternen, den Zicklein, ebenso wie die Gluckhenne mit ihren Küchlein (Plejaden), wie die Sau mit den Ferkelchen (Hyaden) und der Hase die fruchtbare Zeit des Jahres. Ganz unabhängig hiervon verherrlicht der Fuhrmann den König Erichthonios. Dieser hatte keine oder verkrüppelte Füße, besaß aber unzählige

flinke Rosse und ward, um sich mit diesen fortbewegen zu können, der Erfinder des Wagens. Sein Bild am Himmel hat auch keine Füße, während man bei den anderen Männergestalten (Orion, Perseus, Bootes, Herkules, Ophiuchus, Wassermann) charakteristische Fußsterne erkennt. Das Bild des Fuhrmanns merken wir uns an einem fast rechtwinkligen, gleichschenkligen Dreieck.

Links vom Fuhrmann und etwas tiefer stehen die Zwillinge, die Zeussöhne Kastor und Pollux. Kastor, der Sterbliche, senkt die Fackel, Pollux, der Unsterbliche, trägt sie hochgehoben. Leben und Tod, Seele und Leib, Unsterbliches und Sterbliches eng ver-

eint, das ist die Deutung dieses Bildes. Nach anderer Sage hatte Pollux Zeus zum Vater, Kastor den König Tyndareus von Sparta, ihre gemeinsame Mutter war Leda, die Schwester der berühmten Helena. Die Zwillingbrüder waren lebenslang unzertrennlich, und als Kastor starb, war Pollux untröstlich; es ergriff ihn so namenloses Leid, daß Zeus sie gemeinsam an den Himmel versetzte.

Unter diesen drei Sternbildern Fuhrmann, Zwillinge, Stier steht der strahlende, herrliche und unvergleichliche Held des Winterhimmels, Orion, ein Göttersprößling, ein riesenhafter Jäger, von Homer als der schönste der Männer gefeiert. Er jagte so unsinnig und leidenschaftlich, daß Gaea, die Mutter Erde, befürchten mußte, er würde alles Getier ausrotten. Sie sandte deshalb einen großen Skorpion, um ihn



Die Wintersternbilder.

Den Mittelpunkt bildet Orion im Kampf mit dem Stier. In der Linken hält er die Löwenhaut, sein rechter Arm holt mit der Keule wuchtig zum Schlage aus. Die Beine sind in Kampfstellung.

Bei allen ackerbautreibenden Völkern wurden die höchsten Gottheiten stierköpfig abgebildet, bei den Babyloniern Marduk, bei den Ägyptern Osiris.

Im Tierkreis ist der Stier das Sinnbild der erst Leben weckenden, dann aber verzehrenden Sommersonnenglut. Eine alte, bedeutungsvolle Sage ist auch diese: Als Sohn des Zeus und der Proserpina wurde ein Kind mit einem Stierkopf geboren und Zagreus genannt. Er war der ausgesprochene Liebling des Vaters, der diesem Sohn sogar erlaubte, mit seinen Blitzen zu spielen, eine Anspielung auf das sommerliche Wetterleuchten, dem kein Donner folgt.

Ovid besingt in seinen Metamorphosen den Stier als den verwandelten Zeus, als er die Europa raubte. Es darf uns nicht Wunder nehmen, daß spätere Dichter die Sternbilder

zu töten. Diana, die alle rechten Jäger liebt, versetzte Orion an den Himmel.

Die Gestalt erinnert an die des Bootes, nur ist alles viel prächtiger. Die Schultern werden gebildet von Bet el geus (Beteigeuze, Stern 1. Größe) und Bellatrix (2. Gr.), darüber befindet sich als Kopf eine kleine Sterngruppe, die schon mit einem Fernglas aufzulösen ist. Den Gürtel bilden drei gleichmäßige Sterne 2. Größe, an denen das Schwert hängt. In diesem liegt der berühmte Orionnebel, eine kosmische Gaswolke, die mit bloßem Auge erkennbar ist. Sie umfaßt den mittleren Stern des Schwertes, der sich im Fernrohr in das bekannte Trapez auflöst. Die drei Gürtelsterne werden von den Schiffern als Jakobstab bezeichnet, der ein altes, nautisches Meßinstrument ist. Auch werden sie die heiligen drei Könige genannt, eine sehr poetische Bezeichnung. Von den Fußsternen fällt sofort der rechte, Rigel (= Fuß), auf. Wenn die Figur richtig herauskommen soll, hat man in den beiden Sternen nicht die Füße, sondern die Knie zu sehen. Sie sind, weil in Kampfstellung, etwas geknickt; im Anschluß findet man leicht die Unterschenkel und die Füße. Erst nun ist das richtige Größenverhältnis für den schönsten der Männer gefunden. Zwei Sterne 1. Größe von so prächtigem Glanz und vier Sterne 2. Größe zu einem Sternbild vereinigt, finden wir nur im Orion. Außerdem leuchten in seiner Nähe noch sechs Sterne 1. Größe.

Begleitet ist der Jäger von seinen zwei Hunden, Sirius und Prokyon, dem Vorhund, weil er vor dem Sirius aufgeht. Sirius, der hellste aller Fixsterne, ist leicht zu finden, wenn man sich eine Linie durch die drei Gürtelsterne des Orion gezogen denkt und diese nach links unten verlängert. Nach rechts oben trifft dieselbe Linie auf den Stier.

Der Große Hund enthält außer Sirius noch manchen schönen Stern, aber sie kommen alle neben ihm nicht recht zur Geltung. Der Tempel der Göttin Hator in Dendera bei Theben war so gebaut, daß seine Mittellinie dem Aufgangspunkt des Sirius zugekehrt war. In einer Tempelinschrift ist zu lesen, wie feierlich der Augenblick war, wenn zum ersten Mal im Jahr das Licht des Sterns den Tempel durchheilte und das aufgestellte Göttingenbild traf: „Die Himmelskönigin betritt ihre Wohnung und vereinigt sich mit ihrem göttlichen Abbild. Freudenrufe erschallen aus Edfu, jubelnd tanzt man in Dendera, und vor den Toren der Stadt Memphis steigen Hymnen gen Himmel.“ Der heliakische Aufgang des Sirius, d. h. sein Aufgang kurz vor dem der Sonne, wurde in ganz Ägypten mit gottesdienstlichen Handlungen begrüßt, da er das Schwellen des Nils ankündigte, von welchem die Fruchtbarkeit des Landes abhing. Andererseits war Sirius Set, der Gott der tödenden Hitze, ein böser, dämonischer Gott. Unsere Hundstage haben ihren Namen von diesem Stern. Im Hochsommer, wenn die Sonne

mit den Wintersternbildern zugleich ihren Tageslauf abschreitet, steht auch der Sirius unsichtbar am Himmel.

Der Kleine Hund steht in der Verlängerung einer durch die beiden Schultersterne des Orion nach links gezogenen Linie; diese abermals verlängert, trifft auf den Kopf der Hydra, über diesem steht der Krebs.

Zwischen den beiden Hunden befindet sich das Einhorn, ein langgestrecktes, unscheinbares Bild, ein Fabeltier, welches auf der Stirn ein langes, stachelartiges Horn trägt und wegen seiner Wildheit und Schnelligkeit gefürchtet ist. Es verschont keinen Menschen und läßt sich nur von einer reinen Jungfrau zähmen.

Genau unter dem Orion steht der Hase. Er wird auch schon von Ptolemäus erwähnt und ist ein hübsches Bildchen aus 9 Sternen. Die Füße des Orion berühren ihn.

Gehen wir von Rigel, dem rechten Knie des Jägers, nach rechts, so finden wir das sehr lange, gewundene Band des Eridanus, bei Ptolemäus einfach „der Fluß“ genannt. Der Dichter Aratos nennt ihn Eridanus. Das ist der Fluß, der in der Mitte der Unterwelt wogte, während der Styx den Tartarus umgab, und die Lethe, die Vergessenheit verlich, das Elysium der Seligen umfloß. In den Eridanus stürzte der unglückliche Phaëton auf seiner Todesfahrt, im Eridanus stand der büßende Tantalus mit unstillbarem Durst. Das Bild besteht aus lauter kleineren Sternen, soweit es für uns in Betracht kommt; der übrige Teil mit einem Stern 1. Größe gehört dem südlichen Himmel an.

Alle Sternbilder, die zur Wasserregion des Himmels der Alten gehörten, stehen nahe dem Horizont und berühren niemals den Zenit. Es sind dies: Steinbock, Wassermann, Fische, Walfisch, südlicher Fisch, Eridanus, Schiff, Hydra, Becher und Rabe.

Schiff Argo findet man links vom Großen Hund, südlich vom Wendekreis des Steinbocks. Wir sehen aber nicht mehr als einige kleine Sterne davon. Argo ist nach der Sage das erste größere Fahrzeug, das sich von der Küste ins offene Meer wagte. Athene fügte ihm selbst ein Brett aus der redenden Eiche zu Dodona ein, wodurch das wundersame Schiff sogar die Fähigkeit zu sprechen erhielt. Die fünfzig Helden, die unter Jasons Führung auszogen, um das Goldene Vlies aus Kolchis zu holen, wurden nach ihm Argonauten genannt. Bei den Ägyptern, von denen die Griechen das Sternbild übernahmen, galt es für das Schiff des Osiris, das der sonnige Gott im Westen nach vollbrachtem Tageslauf bestieg, um damit unter der Erde zum Ostpunkt zurückzufahren und die Reise über den Tageshimmel von neuem zu beginnen. Ewig wandern die Sterne an uns vorüber, ohne Aufenthalt, ohne Pause. Im Westen versinkt Pegasus, im Osten steigt das Frühlingsbild Löwe herauf, um den Himmelsregen wieder zu eröffnen.

Die „rote“ Venus in der Vorstellungswelt der Maya.

Von Prof. Dr. Ernst Ditttrich.

(Mit einer Abbildung.)

Im „Weltall“ 1932, Jg. 31, S. 126—129, veröffentlichte ich eine Mitteilung: „Die rote Venus der Maya und der rote Sirius der Klassiker.“ Dort wurde entwickelt, daß die Maya in dem Kodex Dresdensis die Venus fast regelmäßig mit dem Adjektivzeichen „rot“ versehen. Gedeutet wurde die rote Venus der Neuen Welt genau so wie der rote Sirius der Alten. Es ist die scheinbare Röte am Horizont, welche auch Sonne und Mond bei ihren Auf- und Untergängen zeigen.

Ich komme auf die Sache zurück, weil mir unlängst durch das Entgegenkommen von P. D. Kreichgauer ein Sonderdruck aus der Festschrift für P. W. Schmidt zugeht. Kreichgauers Beitrag lautet: „Neue Beziehungen

wir hier wiedergeben. Ich bringe mit Absicht zunächst Kreichgauers Deutung im Wortlaut. Er sagt auf S. 369 der erwähnten Publikation:

„Fig. 3 (gemeint ist unsere Abbildung) stellt den West-Baum in Mexiko dar, wie er von der Venusgottheit umgehauen wird. Mehrere Einzelheiten des Bildes sind für uns beachtenswert: Der Baum ist als belebt gedacht; das zeigt sowohl das oben am Stamme angebrachte Auge als auch das reichlich aus allen Wunden fließende rote Blut. Am unteren Teil seines Stammes und an den Wurzeln sind Sterne eingezeichnet; sie gehen beim Westbaum unter. Aus der Hauptwunde in mittlerer Höhe steigt ein Falke, geschmückt mit dem nur den Helden zukommenden Nasenknopf. Dieser



Der magische Baum bei den Maya in seiner Verknüpfung mit Mond und Venus.

zwischen Amerika und der Alten Welt.“ Er behandelt einige der zahlreichen uns so rätselhaften Übereinstimmungen auf beiden Seiten des Atlantischen Ozeans, welche in letzter Zeit eine so lebhafteste Bewegung hervorgerufen haben. Unter den Parallelen, welche Kreichgauer behandelt, befindet sich auch „der magische Baum“.

Gemeint ist der Weltenbaum, welcher oft neben dem magischen Brunnen steht, von einem Drachen bewacht. Bei ihm liegt der Schatz, von ihm träufelt süßer Tau. Er steht im äußersten Osten oder Westen oft am Grenzberg der Erde und vermittelt als Ostbaum den Aufstieg der Himmelskörper, als Westbaum den Abstieg. — Diese Ideen sind weltweit. Man erinnere sich der Weltesche der nordischen Mythologie, des Baumes neben dem Brunnenschacht in Arabien und in Mexiko, der Eiche in Aia, des Baumes der Hesperiden, des chinesischen Ostbaumes, in dem die Sonne aufgeht, usw.

Kreichgauer beruft sich in seiner Publikation auf ein aztekisches Bildwerk, welches

Knopf war eine der höchsten mexikanischen Auszeichnungen, mit dem man auch gern tapfere Krieger nach ihrem Tode noch schmückte.

Der Falke ist ein Bild des Mondes, der — im Gegensatz zu den Sternen — immer im Westen als neuer, wiedergeborener Mond zum erstenmal sichtbar wird. Die Schlange, ein Tier der Erdgöttin, ringelt sich um den oberen Teil des Baumes. Den süßen Tau sieht man hier nicht abträufeln, aber in anderen Handschriften ist er deutlich dargestellt (z. B. in der großen Wiener Handschrift). Rechts vom Baum liegt der echte Drache, aus dessen Rachen der Mond (Kaninchen) hervorkommt. Auch hier fließt Blut zum Zeichen des dabei stattfindenden Kampfes. Der Sinn des Doppelbildes ist also der, daß der Planet Venus den jungen Mond aus dem Weltbaume des Westens befreit.“

Es wird hier symbolisch eine Himmelserscheinung festgehalten, welche periodisch wiederkehrt: Abends erscheint zuerst die

Venus, dann die Mondsichel. Aus dem „Post hoc“ macht die Figur ein „propter hoc“. Erst muß die Venus als Abendstern sichtbar werden, dann erst wird der Himmel so dunkel, daß auch das Neulicht im Westen gesehen werden kann. Mythologisch macht man aus dem Nacheinander eine Kausalbeziehung. Daß sich der neue Mond im Westen, an der Untergangsseite des Himmels, zeigt, empfindet man als Abnormität. Deshalb fabuliert man, daß der (lebendgedachte) Abendbaum den Mond gefangen hält, zurückhält. Aber der Venusstern befreit ihn, unterstützt von den heldenhaften Bemühungen des Mondes. Deshalb kommt der Mond blutig heraus, also rot, mit dem Nasenknopf des Helden. Es lag den Azteken wohl daran, daß der Mond vom eignen Blute rot ist; deshalb bringen sie seine Befreiung unten in der rechten Ecke des Bildes noch einmal in einem anderen mythologischen Bilde. Der Mond als Kaninchen befreit sich aus dem Rachen des Drachen. Blutumspritzt kommt er heraus, jetzt selbstverständlich rot vom eignen Blut, weil er sich an den zurückhaltenden Drachenzähnen blutig gerissen hat.

Der rote Mond ist also der Mond im eignen Blute. Geradeso werden wir auch in der roten Venus die Venus im eignen Blute sehen. Diese Deutung macht uns das blutige Menschenopfer verständlich, welches man beim heliakischen Aufgang der Venus darbrachte. Sahagun berichtet, daß sich im großen Tempel zu Mexiko ein „am Himmel“ benanntes Heiligtum befand. Es hatte ein Rohrdach¹⁾, welches eine sehr hohe Säule stützte. Diese war mit einem Bildnis des Venusgestirns bemalt. Vor ihr opferte man Gefangene, wenn die Venus sich neu zeigte²⁾. Es wäre möglich, daß das Menschenopfer den Zweck hatte, der Venus das Blut wieder zuzuführen, welches sie zu ihrer Lösung aus dem Erdrachen verliert. Logischerweise mußte dieses Opfer knapp vor dem heliakischen Aufgang dargebracht werden, und vielleicht ist dies die Anregung zu dem Wunsche gewesen, die heliakischen Aufgänge im voraus zu wissen.

¹⁾ Die Venus wurde *ce akatl* = 1 Rohr genannt, nach dem Todesjahr *Quetzalcoatl's*, des Kulturheros.

²⁾ Die spanischen Zitate bringt Ch. P. Bowditch „The numeration, calendar systems and astronomical knowledge of the Mayas“, 1910, S. 233.

Die Zentralamerikaner beurteilten die Natur ganz anders als wir. Die Azteken glaubten, daß die Opferung blutiger Menschenherzen nötig sei, damit die Sonne am Himmel richtig ihren Dienst erfüllt. Es ist eine Art Magismus, in dem diese Menschen lebten. Sie überschätzten die Leistungsfähigkeit des Menschen ungeheuer und glaubten in ihrem Titanismus, daß sie durch ihre Opfermagie die Natur beeinflussen könnten. Die Sonne hat sich verfinstert; schnell einen Albino her! — Sein Opfer wird der dunkelnden Sonne die Helligkeit zurückgeben. Sie beriefen sich wohl auf die Erfahrung, daß dies bisher immer die Sonne gerettet hat, mit der gleichen ruhigen Sicherheit, mit der wir Beobachtungen und Induktion heranziehen.

Bei den Maya wurde wohl auch (nach Dieseldorff, wie ich in der „Roten Venus“ näher ausführte) der Venus ein Affe geopfert. Das würde auf ein ziemlich hohes Alter des Interesses an der Venus hinweisen. Der Affe ist jedenfalls als Ersatz für ein Menschenopfer zu werten. Solche Herabsetzungen des geopfertem Wertes fordern aber stets längere Zeiträume, wie aus analogen Fällen in anderen Kulturkreisen zu schließen ist.

In meinem vorhergehenden Aufsatz reproduzierte ich als Fig. 5 einen Ausschnitt der Venustafel der Maya. In ihr finden wir, daß der heliakische Untergang auf den Tag 1 Mac fiel, der heliakische Aufgang auf 9 Mac. Danach können wir wegen der schematischen Behandlungsweise der Venus-Intervalle bei den Maya die untere Konjunktion der Venus auf das arithmetische Mittel 5 Mac legen. Es ist eine geringfügige Rechenaufgabe, alle 5-Mac-Tage zu suchen, welche in die Zeit der Blüte der Mayakultur fallen und sich mit einer unteren Konjunktion der Venus decken. Mit Spindens Korrelation, welche auch Ludendorff anerkennt, und Wilsons Konjunktionstafel der Venus finde ich ein einziges passendes Datum, den 26. Mai 109 v. Chr. Das Datum kann sich wegen der etwa 4 Tage betragenden Unsicherheit heliakischer Beobachtungen höchstens um 80 Jahre hinauf oder hinunter verschieben. Danach wäre die Venustafel des Dresdener Kodex viel älter als das Buch selbst und der Ersatz des Menschenopfers durch ein Affenopfer verständlich.

Aus dem letzten Jahresbericht der Heidelberger Sternwarte.

Über die Arbeiten der Badischen Landessternwarte auf dem Königstuhl im Jahre 1931 gab Prof. Max Wolf kurz vor seinem Tode in der „Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft“ einen Überblick, der uns zeigt, welche Bedeutung das von ihm geleitete Institut

für die Forschung erlangt hatte.

Neben astronomischen Beobachtungen werden auf dem Königstuhl auch seismographische und meteorologische vorgenommen. Die Erdbebenwarte registrierte im Jahre 1931 im ganzen 165 Beben, die sich auf 128 Tage verteilen.

Für den Wetterdienst wurden an den üblichen Terminen Temperaturen, Luftdruck, Niederschlag, Strahlung usw. bestimmt. Die Zahl der heiteren Abende betrug 155, wovon 57 durch teilweise Bewölkung gestört waren. Somit liegt das Jahr 1931 beträchtlich unter dem langjährigen Durchschnitt, der für Heidelberg 162 heitere Tage angibt.

Die Hauptaufgabe der Sternwarte waren wie früher das Aufsuchen und Vermessen von Planetoiden und Meridianbeobachtungen von Fixsternen. Die letzten wurden hauptsächlich für den Katalog der Astronomischen Gesellschaft ausgeführt, um genaue Positionen für die Anhaltsterne zu gewinnen. Ferner wurde der kleine Planet Eros verfolgt und einige Anschlußsterne für eine photographische Vermessung des Oriongebietes bestimmt. Da die Beobachtungen des Eros von schlechtem Wetter sehr beeinträchtigt waren, so konnten im ganzen nur 9 Örter erhalten werden. Im Laufe des Jahres wurden 49 Zeitbestimmungen ausgeführt.

An den photographischen Fernrohren wurden 434 Platten, hauptsächlich für Kleine Planeten, belichtet. Daraus ergaben sich 211 Beobachtungen von 109 bekannten Planetoiden und 354 Beobachtungen von 125 „neuen“ Planeten. Verschiedene Gründe scheinen nach Ansicht von Prof. Wolf darauf hinzuweisen, daß die wirkliche Anzahl der Planetoiden im Sonnensystem in langsamem Zunehmen begriffen ist. Unter den Neuentdeckungen, von denen 96 auf Reinmuth und 19 auf Max Wolf entfallen, befindet sich eine Anzahl interessanter Objekte: einige Schnellläufer, ein auffallend langsam laufender, ein zur Gruppe der Trojaner gehöriger und ein zuerst als Planetoid angesehenes Objekt, das

sich bei weiterer Verfolgung als der seit längerer Zeit nicht beobachtete sechste Jupiter-satellit herausstellte. Nur für einen Teil der beobachteten Planetoiden sind Positionen mit der an den Meßapparaten erreichbaren größten Genauigkeit festgestellt worden, während in den anderen Fällen die Örter nur näherungsweise bestimmt wurden.

Neben der photographischen Verfolgung der Planetoiden sind auch durch Müндler am Fernrohr direkte mikrometrische Ortsbestimmungen durchgeführt worden. In Fortsetzung früherer Arbeiten wurde ein neuer Nebelkatalog fertiggestellt. Im Nebel H IV (Kepheus) konnten Veränderungen gehäht, aber nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden. Von den übrigen Arbeiten sei nur erwähnt, daß der Lichtwechsel einiger veränderlicher Sterne verfolgt und am Spektrographen einige Spektren von Veränderlichen aufgenommen worden sind.

Im Laufe des Jahres wurden viele Erneuerungen und Verbesserungen des Instrumentenbestandes durchgeführt. Besonders erwähnt seien die Reinigungsarbeiten am Bruce-teleskop. Eine wirbelsturmartige Gewitterbö hatte die Kuppel aufgerissen, und ein Platzregen ging auf das Instrument nieder, so daß in den wenigen Minuten, bis es gelang, den Dom zu schließen, das Instrument durchnäßt und die Porträtobjektive mit Wasser gefüllt waren. Es blieb nichts anderes übrig, als das Instrument und die Linsen auseinanderzunehmen. Die Reinigung der Linsen bewirkte eine beträchtliche Steigerung der Lichtkraft des Instrumentes, die sich durch die Aufnahme schwächerer und die Entdeckung zahlreicherer neuer Planeten zu erkennen gab. So kann also selbst ein Mißgeschick noch gute Folgen zeitigen.

Der gestirnte Himmel im Dezember 1932.

Von Günter Archenhold.

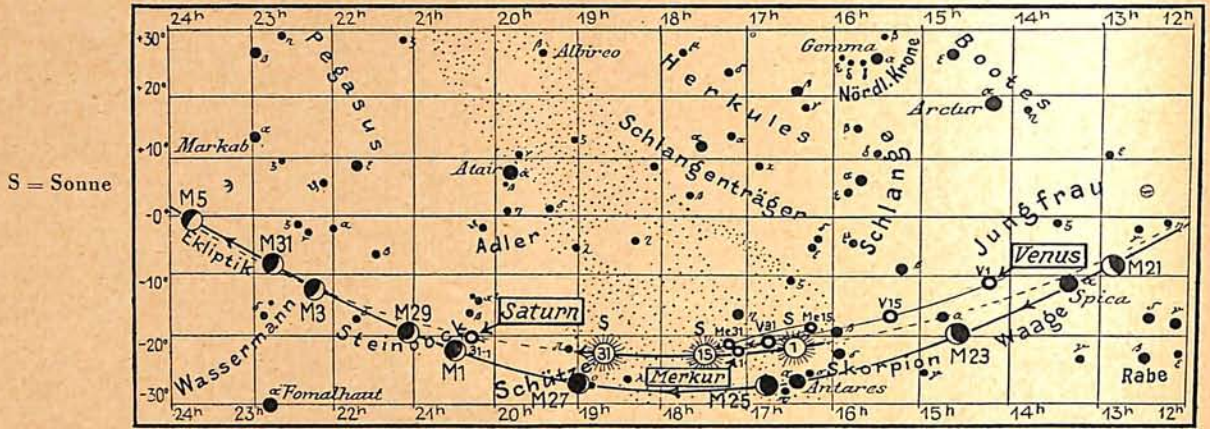
(Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.)

Die Sonne durchläuft im Dezember den südlichsten Teil ihrer Bahn. In unsere Planetenkarte ist ihre Stellung am 1., 15. und 31. Dezember eingetragen, und ein Pfeil gibt die Richtung ihres Laufes an. Wir sehen, daß sie sich zunächst im Sternbild Skorpion aufhält; am 18. Dezember tritt sie in das Sternbild des Schützen über. Den tiefsten Punkt ihrer Bahn erreicht sie am 22. Dezember 2^{1/4}^h morgens. Mit diesem Tage, der Wintersonnenwende, beginnt der kalendarische Winter. Man sagt auch, die Sonne tritt in das Zeichen des Steinbocks. Die Zeichen des Tierkreises fielen vor etwa 2000 Jahren mit den Sternbildern zusammen. Heute aber decken sie sich infolge der „Präzession“ genannten Verschiebung des Frühlingspunktes unter den Sternbildern nicht mehr. Die moderne Astronomie nimmt daher

von der Verwendung der alten Tierkreiszeichen Abstand.

Infolge des tiefen Standes der Sonne kann sie uns mit ihren licht- und wärmespendenden Strahlen nur kurze Zeit erfreuen. Die Tageslänge beträgt am 22. Dezember nicht mehr als 7 Stunden 39 Minuten. Um die Mittagszeit erreicht die Sonne in Berlin (geogr. Breite 52^{1/2}^o) nur eine Höhe von 14^o über dem Horizont, und jeder Gegenstand wirft dann einen Schatten, der viermal so lang ist als seine Höhe beträgt, so daß ein 10 cm langer, senkrecht stehender Stab einen Schatten von 40 cm Länge gibt. In Mainz (Polhöhe 50^o) würde die Schattenlänge eines solchen Stabes 34 cm, in Garmisch-Partenkirchen (Polhöhe 47^{1/2}^o) 29 cm ausmachen, dagegen in dem nördlich gelegenen Flensburg (Polhöhe 55^o) 49 cm. Es wird

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



unseren Lesern ein leichtes sein, mit Hilfe eines Bleistiftes und Lineals die Schattenlänge zu messen und durch Vergleich mit den obigen Zahlen die ungefähre geographische Breite ihres Wohnortes festzustellen.

Nach dem kurzen Tageslauf sinkt die Sonne gegen 4^h nachmittags unter den Horizont. Als erster Stern wird die helle Wega hoch im Westen sichtbar. Allmählich gesellen sich immer mehr Sterne hinzu, und von 6^h an ist auch der letzte Schein der Dämmerung verschwunden. Unsere Sternkarte auf der ersten Seite des Umschlages gibt den Stand der Sterne für den Horizont von Berlin am 1. Dezember um 22^h, am 15. um 21^h und am 31. Dezember um 20^h an. Wir finden im Südwesten die Herbst- und im Osten die Wintersternbilder. Der Aufsatz von E. Wolff-Beselin in diesem Heft kommt gerade zurecht, um uns die Gestalten des Winterhimmels näherzubringen. Wenn es auch richtig ist, daß die modernen Atlanten und Sternkarten die mythologischen Figuren aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht enthalten, so wird doch die Erkenntnis, daß es nicht schwierig ist, für die meisten Sternbilder eine sinngemäße Verbindung der Sterne herzustellen, für den Sternfreund eine Quelle der Freude sein, die ihm manche schöne Stunde mit den Sternen bereiten kann.

Im Dezember ist der veränderliche Stern Algol im Perseus gut zu beobachten. Seine Lichtminima, die alle 2 Tage und 21 Stunden eintreten, fallen auf die folgenden Daten:

| | |
|-------------------------|--------------------------|
| Dez. 11. 6 ^h | Dez. 19. 20 ^h |
| „ 14. 3 ^h | „ 22. 17 ^h |
| „ 16. 23 ^h | „ 31. 7 ^h |

Die Planeten.

Die meisten Planeten sind am Morgenhimmel zu beobachten. Abends ist nur Saturn kurze Zeit vor seinem Untergange zu sehen.

Merkur ist am Anfang des Monats unsichtbar, da er am 4. genau zwischen Sonne und Erde steht. Am 10. taucht er am Morgenhimmel auf und kann bis zum Ende des Jahres vor Sonnenaufgang gesehen werden. Die Dauer der Sichtbarkeit erreicht den größten Betrag

von 48^m in der Zeit vom 19.—21. Dezember. Er geht gegen 6^{1/4}^h auf und ist am südöstlichen Horizont links unterhalb der Venus zu finden.

Venus erscheint am Anfang des Monats um 4^{1/2}^h, am Monatsende um 6^h am südöstlichen Morgenhimmel. Wegen ihres großen Glanzes ist sie länger in die Dämmerung hinein sichtbar als Merkur. Die Dauer ihrer Sichtbarkeit beträgt anfangs 2^{3/4} Stunden, zuletzt 1^{1/2} Stunden.

Mars durchläuft das Sternbild des Löwen und nähert sich dabei Jupiter. Er geht am 1. Dezember um 23^h, am Ende des Monats um 22^h auf und ist daher immer besser zu beobachten. Sein Meridiandurchgang erfolgt anfangs gegen 6^h, zuletzt um 4^{3/4}^h. Infolge seiner Annäherung an die Erde wächst seine scheinbare Größe von 7^{1/2} auf 9^{1/2} an.

Jupiter, ebenfalls im Sternbild des Löwen, erscheint etwas später als Mars. Von anfangs 20 Min. nach Mitternacht verschiebt sich sein Aufgang auf 22^{1/2}^h. Die Dauer seiner Sichtbarkeit beträgt am Ende des Monats fast 8^{1/2} Stunden. Die Stellungen und Verfinsterungen seiner vier hellen Monde geben wir nachstehend an:

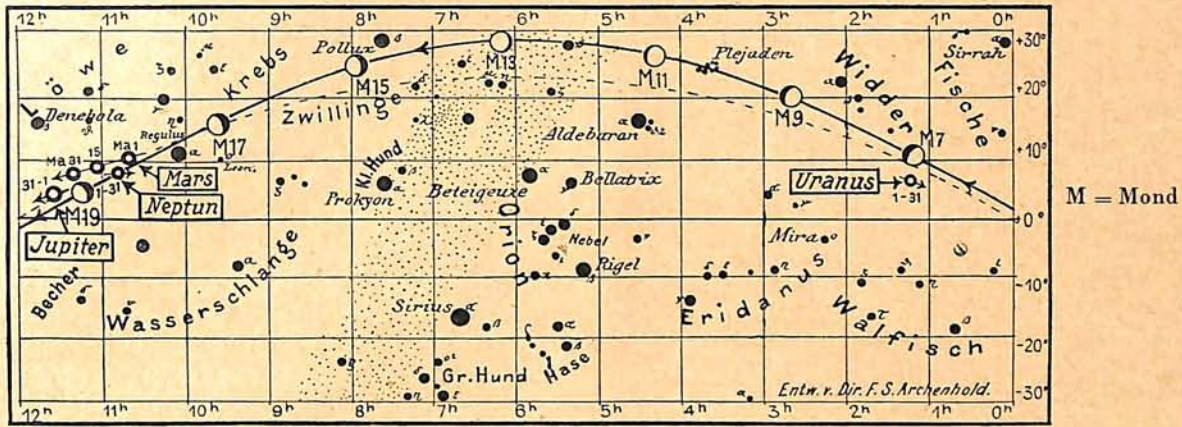
| Verfinsterungen | | | Stellungen | | | |
|-----------------|---------------|-------|------------|--|------|--|
| Dez. | M.E.Z. h m | Mond | Dez. | 4 ^h 45 ^m M.E.Z. | Dez. | 4 ^h 45 ^m M.E.Z. |
| 5 | 3 47 | III E | 1 | 41 32 | 17 | 3214 0 |
| 5 | 5 7 | I E | 2 | 423 0 1 | 18 | 34 0 21 |
| 5 | 7 8 | III A | 3 | 4321 0 | 19 | 431 0 2 |
| 8 | 1 20 | IV A | 4 | 43 0 12 | 20 | 42 0 13 |
| 12 | 7 0 | I E | 5 | 41 0 2 | 21 | 4 0 3 |
| 14 | 1 28 | I E | 6 | 42 0 3 | 22 | 41 0 23 |
| 14 | 1 51 | II E | 7 | 4 0 213 | 23 | 42 0 31 |
| 21 | 3 21 | I E | 8 | 14 0 23 | 24 | 3421 0 |
| 21 | 4 27 | II E | 9 | 23 0 14 | 25 | 3 0 21 |
| 28 | 5 14 | I E | 10 | 321 0 4 | 26 | 31 0 24 |
| 28 | 7 3 | II E | 11 | 3 0 124 | 27 | 2 0 314 |
| 29 | 23 42 | I E | 12 | 31 0 24 | 28 | 21 0 34 |
| | | | 13 | 2 0 134 | 29 | ① 234 |
| | | | 14 | 0 34 | 30 | ② 134 |
| | | | 15 | 1 0 234 | 31 | 231 0 4 |
| | | | 16 | 2 0 14 | | |

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.

für den Monat Dezember 1932.

Abb. 2b.

Nachdruck verboten.



Saturn ist am Abendhimmel anfangs $2\frac{1}{2}$ Stunden, zuletzt $\frac{3}{4}$ Stunden zu beobachten. Er verschwindet am 1. Dezember gegen 20^h , am 31. Dezember gegen 18^h unter den südwestlichen Horizont.

Uranus, im Sternbild der Fische, kann in den Abendstunden mit einem Fernrohr aufgesucht werden. Mit Hilfe einer Sternkarte und der nachstehenden Ephemeride wird man ihn leicht von den Fixsternen unterscheiden können.

| | Rekt. | Dekl. |
|---------|--------------|-----------------|
| 1. Dez. | $1^h 14^m,0$ | $+7^{\circ} 9'$ |
| 15. " | $1^h 13^m,0$ | $+7^{\circ} 4'$ |
| 31. " | $1^h 12^m,7$ | $+7^{\circ} 3'$ |

Neptun, der dritte Planet im Sternbilde des Löwen, steht am 15. Dezember in Rekt. = 10^h48^m und Dekl. = $+8^{\circ}31'$. Am Morgen des 5. Dezember zieht Mars $1\frac{1}{2}^{\circ}$ nördlich von ihm vorüber.

Tabellen zum Sonnen- und Mondlauf.

Die Sonne passiert am 22. Dezember um $2\frac{1}{4}^h$ früh den tiefsten Punkt ihrer Bahn und bringt somit die längste Nacht und den kürzesten Tag hervor. In Berlin geht sie zu folgenden Zeiten auf und unter:

| Dezember | | Aufgang | Untergang |
|----------|--|-----------|------------|
| 1. | | 7^h53^m | 15^h56^m |
| 15. | | 8^h11^m | 15^h52^m |
| 31. | | 8^h17^m | $16^h 1^m$ |

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

| Dez. | Name | Gr. | Rekt. 1932 | | Dekl. 1932 | | Phase | Zeiten für Berlin M. E. Z. | | Winkel | Mondalter | Hilfsgrößen | | |
|------|------------------|-----|------------|------|------------|----|-------|----------------------------|------|--------|-----------|-------------|------|------|
| | | | h | m | o | ' | | h | m | | | a | b | |
| 3. | ι Aquarii | 4,4 | 22 | 2,8 | -14 | 12 | E | 19 | 48 | 108 | 5,8 | -1,8 | -2,1 | |
| 10. | μ Arietis | 5,7 | 2 | 38,5 | +19 | 43 | E | 0 | 25 | 61 | 12,0 | -1,2 | -0,3 | |
| 16. | 5 B. Cancri | 6,4 | 7 | 57,0 | +23 | 46 | A | 1 | 43,5 | 256 | 18,0 | -1,7 | +1,1 | |
| 18. | 45 Leonis | 5,8 | 10 | 24,1 | +10 | 7 | A | 23 | 47 | 277 | 20,9 | -0,4 | +1,4 | |
| 19. | ϱ Leonis | 3,8 | 10 | 29,2 | + | 9 | 39 | E | 1 | 36 | 94 | 21,0 | +1,0 | +1,3 |
| 19. | ϱ Leonis | 3,8 | | | | | | A | 2 | 39,5 | 329 | 21,1 | -0,8 | -1,1 |
| 31. | σ Aquarii | 4,8 | 22 | 27,1 | -11 | 2 | E | 16 | 33,5 | 75 | 4,1 | -1,5 | 0,0 | |

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 ($13^{\circ},1 - \lambda$) + b ($\varphi - 52^{\circ},4$) hinzuzufügen, wobei λ und φ die geographische Länge und Breite des Beobachtungsortes bedeuten.

Weitere wichtige Angaben sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt:

| Datum | Rektasz. | | Deklin. | | Sternzeit | | Zeitgleichw. | |
|---------|-------------------------|------|-------------------------|-------|---------------|------|---------------------------|-----|
| | 0 ^h Weltzeit | h m | 0 ^h Weltzeit | o ' " | Berlin.Mittag | h m | wahre minus mittlere Zeit | m s |
| Dez. 1. | 16 | 27,5 | -21 | 45 | 16 | 40,4 | +10 | 54 |
| " 5. | 16 | 44,8 | 22 | 20 | 16 | 56,1 | 9 | 19 |
| " 10. | 17 | 6,7 | 22 | 53 | 17 | 15,9 | 7 | 8 |
| " 15. | 17 | 28,7 | 23 | 15 | 17 | 35,6 | 4 | 47 |
| " 20. | 17 | 50,9 | 23 | 26 | 17 | 55,3 | +2 | 20 |
| " 25. | 18 | 13,1 | 23 | 25 | 18 | 15,0 | -0 | 9 |
| " 30. | 18 | 35,3 | -23 | 12 | 18 | 34,7 | -2 | 37 |

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

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

| | |
|------------------|---------------------------|
| Erstes Viertel: | Dez. 4. $22\frac{3}{4}^h$ |
| Vollmond: | " 13. $3\frac{1}{4}$ |
| Letztes Viertel: | " 20. $21\frac{1}{4}$ |
| Neumond: | " 27. $12\frac{1}{4}^h$ |

Am 10. Dezember steht der Mond in Erdferne. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt an diesem Tage $29'28''$, die Horizontalparallaxe $53'59''$. In Erdnähe steht der Mond am 26. Dezember mit einem scheinbaren Durchmesser von $33'14''$ und einer Horizontalparallaxe von $60'54''$.

Bemerkenswerte Konstellationen.

| Dez. h | | Dez. h | |
|--------|--|--------|--|
| 1. 18 | Saturn in Konjunktion mit dem Monde. | 20. 12 | Jupiter in Konjunktion mit dem Monde. |
| 4. 18 | Merkur in unterer Konjunktion mit der Sonne. | 22. 2 | Sonne tritt in das Zeichen des Steinbocks; Wintersanfang. |
| 5. 9 | Mars in Konjunktion mit Neptun. | 23. 16 | Merkur in größter westlicher Abweichung 22°0'. |
| 8. 3 | Uranus in Konjunktion mit dem Monde. | 25. 14 | Venus in Konjunktion mit dem Monde. |
| 13. 3 | Neptun stationär. | 26. 1 | Merkur in Konjunktion mit dem Monde. |
| 14. 12 | Merkur stationär. | 29. 6 | Uranus stationär. |
| 19. 13 | Neptun in Konjunktion mit dem Monde. | 29. 10 | Saturn in Konjunktion mit dem Monde. |
| 19. 23 | Mars in Konjunktion mit dem Monde. | | |

AUS DEM LESERKREISE

Merkur am Tage.

Im März und September dieses Jahres konnte ich den Planeten Merkur am Tage beobachten. Als Beobachtungsinstrument gebrauchte ich ein vierzölliges azimutales Spiegelteleskop. Mit den Angaben, die Gramatki im „Leitfaden der astronomischen Beobachtung“ gibt, konnte ich den Planeten leicht finden. Wenn auch die Helligkeit der Scheibe des Merkur nur gering war, konnte ich doch die Phase und die etwas unscharfe Lichtgrenze deutlich wahrnehmen. Es fiel mir auf, daß

während der günstigen Sichtbarkeitsperiode im März die südliche Halbkugel des zur Hälfte erleuchteten Planeten weitaus heller war als die nördliche. Im September war die Helligkeit beider Hälften wieder gleich.

Der Luftzustand war 15 bis 20 Min. vor Sonnenuntergang meist derart, daß ich im Vierzöller bis auf 300fache Vergrößerung gehen konnte, während mittags die Luftunruhe eine Vergrößerung über 180 bis 200 nicht zuließ.

W. W. Spangenberg.

KLEINE MITTEILUNGEN

Die Beobachtung der Venus-Jupiter-Konjunktion am 20. Oktober 1932 auf der Treptow-Sternwarte. Die große Annäherung von Venus und Jupiter bot besonders einige Tage vor und nach der Konjunktion einen selten schönen Anblick dar. Am Konjunktionstage selbst war der Himmel zunächst sehr trübe; nur der Mond war durch Wolkenschleier hindurch sichtbar und zeigte im Abstände von 22° einen kräftigen Ring. Wenige Minuten nach 4^h morgens konnte ich an der Stelle, wo Venus und Jupiter standen, einen Lichtfleck erblicken; im Prismengläse waren beide Planeten deutlich zu erkennen. Erst gegen 6 Uhr, als es bereits hell war, klarte es auf, und Venus und Jupiter wurden mit freiem Auge als herrliches Doppelgestirn sichtbar. Es ist mit Bestimmtheit anzunehmen, daß auch zur Zeit der größten Annäherung die Planeten bei klarem Himmel mit dem bloßen Auge getrennt gesehen worden wären. Im Moment der Beobachtung hatten die beiden Gestirne einen Abstand von 9½' gegen 7' bei der größten Annäherung, die ungefähr 3 Stunden früher stattgefunden hatte.

Bei den berühmten drei Konjunktionen von Jupiter und Saturn im Jahre 7 v. Chr. Geburt, die nach Ansicht mehrerer Astronomen als astronomische Grundlage für die Erklärung des Sterns der Weisen angesehen werden, betrug der Abstand der beiden Gestirne jedesmal etwa 1°.

Es wird lange Zeit vergehen, bis wieder eine solche prachtvolle Konstellation zu sehen sein wird.

G. A.

Die Bedeutung von Meteorfällen für die Ionisation der oberen Atmosphäre und den Funkempfang. Ein niedergehendes Meteor entwickelt nicht nur eine Licht- und Schallwirkung, sondern hat auch einen Einfluß auf den elektrischen Zustand der Atmosphäre. Die Bewegungsenergie, die das mit kosmischer Geschwindigkeit

in die Lufthülle der Erde eindringende Meteor besitzt, verwandelt sich infolge des Luftwiderstandes in Wärme; zu einem großen Teil wird sie aber auch, worauf Lindemann und Dobson zuerst hingewiesen haben, zur Ionisation der Luft um die Meteorbahn verbraucht. Die Ionisation dürfte teils durch den mit großer Wucht auf die Moleküle erfolgenden Stoß, wodurch dieselben direkt in die elektrisch geladenen Teilchen, Ionen, gespalten werden (Stoßionisation), zum anderen Teil infolge der starken lokalen Wärmeentwicklung erfolgen, wodurch die Luftmoleküle durch die erhöhte Molekularbewegung ebenfalls in Ionen zerfallen (thermische Ionisation). Schließlich dürften auch von den ins Glühen geratenen Meteoriteilchen ausgesandte Strahlen zur Ionisation beitragen (Strahlungsionisation). Außer durch diese Vorgänge dürften die Ionisationsverhältnisse in der oberen Atmosphäre noch durch Anlagerung vorhandener Ionen an den durch Verbrennung des Meteors reichlich vorhandenen Staubteilchen weitgehend beeinflußt werden (Umbildung von sogenannten Kleinionen in Großionen).

Die durch diese Prozesse hervorgerufene Ionisierung dehnt sich auf eine erhebliche Entfernung aus, die sich zuweilen in einem Umkreis von mehreren Kilometern um die Meteorbahn erstrecken kann. Da die entstandenen Ionen sich nicht sofort zu neutralen Molekülen wiedervereinigen, bleibt die erhöhte Ionisation auch noch einige Minuten nach dem Durchgang des Meteors bestehen, um dann allmählich wieder abzuklingen.

Wie Berechnungen und Beobachtungen über die Höhenlage von Meteoren zu beweisen scheinen, dürfte auf diese Weise der größte Teil der Meteorenergie an die bekannte Kennelly-Heaviside-Schicht in etwa 100 km Höhe abgegeben werden.

Der Amerikaner A. M. Skelett hat nun kürzlich versucht, die durch ein mittleres Meteor von 1 g Masse (die

Massen schwanken bekanntlich zwischen wenigen Milligramm und vielen Kilogramm) bei Annahme einer Geschwindigkeit von 40 km/sec, einer Bahnlänge von 200 km und einem Ionisierungsbereich von $\frac{1}{2}$ km Umkreis um die Bahn erzeugte Ionenmenge zu berechnen. Er kommt hierbei zu einer Ionenkonzentration von etwa 1 Million Ionen pro Kubikzentimeter innerhalb des angegebenen Bereiches.

Von verschiedenen Seiten hat man nun experimentell plötzliche Änderungen in den Ionisationsverhältnissen der Kennelly-Heaviside-Schicht beobachten können, und nach Skelett sollen diese Änderungen auf den Durchgang von Meteoren zurückzuführen sein, da die Häufigkeit der Veränderungen der Größenordnung nach zusammenfällt mit der Häufigkeit von Meteoren, die im Laufe eines Tages in die Erdatmosphäre aus sämtlichen Richtungen eindringen.

Da nun bekanntlich die Kennelly-Heaviside-Schicht und Änderungen in derselben von ausschlaggebendem Einfluß auf die Ausbreitung elektrischer Wellen ist, steht nach alledem ein beträchtlicher Einfluß von Meteorfällen auf den Funkempfang zu erwarten. Der Amerikaner Pickard hat bereits begonnen, diesen Beziehungen nachzugehen, indem er die Empfangsintensität einiger Sender mit dem Durchgang von Meteorschwärmen verglich. Es erscheint ihm hiernach nicht ausgeschlossen, daß tatsächlich ein solcher Zusammenhang besteht, und zwar scheint einer großen Meteorhäufigkeit am Tage eine kleinere Empfangsintensität, in der Nacht eine größere zu entsprechen. Von Interesse ist noch, daß Pickard bereits 1921 bei Meteorfällen Störgeräusche im Empfangstelephon bemerkt hat.

Es wäre interessant zu erfahren, ob während des diesjährigen Leonidenfalles Meteorgeräusche wahrgenommen worden sind.

W. M. H. Sch ul z e.

Sonnenflecken und Funkempfang. Früher nahm man als Ursache für die Entstehung von Luftstörungen, die sich beim Abhören drahtloser Signale bemerkbar machen, allein Blitze oder im Entstehen begriffene Gewitter an. In der vorhergehenden kleinen Mitteilung wurde schon dargelegt, daß Änderungen in der Heaviside-Schicht, wie sie z. B. durch Meteorfälle hervorgerufen werden können, zu Störgeräuschen Anlaß geben. Aus langjährigen Beobachtungen, die in Potsdam ausgeführt wurden, ist durch Schindelhauer bereits vor längerer Zeit der Schluß gezogen worden, daß der Hauptherd in hohen und höchsten Schichten der Atmosphäre zu suchen sei, und daß man geradezu die Ankunft der von der Sonne ausgeschleuderten Elektronen abhören könne. Anzahl und Richtung der Störungen führten ihn zu diesem Ergebnis. Ein Beweis für seine Schlußfolgerung ist dann erbracht, wenn eine regelmäßige Periode in den Störungen nachzuweisen ist, welche mit der Rotationsdauer der Sonne zusammenhängt. Da die Lebensdauer der Sonnenflecken häufig mehrere Monate beträgt, so kehren sie nach 27 Tagen jeweils wieder auf die Mitte der Sonne zurück und wirken auf die Erde ein. Das Studium der Sonnenfleckenrelativzahlen, der erdmagnetischen Störungen, des Nordlichts usw. läßt die Bedeutung der Rotationsperiode der Sonne erkennen. Schindelhauer hat die Rechnung für die Luftstörungen durchgeführt und kommt zu dem Ergebnis, daß 27 Tage, nachdem starke Luft-

störungen aufgetreten sind, im allgemeinen wieder ein Anwachsen zu erwarten ist. In den Sommermonaten tritt dieses Ergebnis nicht so klar zutage, weil dann die Wirkung der Blitze den regelmäßigen Gang verwischt.
C. A.

Vergleich der Beobachtungsbedingungen auf einigen großen Sternwarten. Der Astronom ist außerordentlich stark von den meteorologischen Verhältnissen seines Beobachtungsortes abhängig. Besonders für große Instrumente ist es wesentlich, einen Aufstellungsort zu finden, an dem die Beobachtungsbedingungen günstig sind. Es dürfte daher interessieren, die Feststellungen von Prof. Georg Struve von der Babelsberger Sternwarte kennenzulernen, die er auf vier großen Sternwarten gesammelt hat. Prof. Struve, der in Babelsberg an dem großen 65-cm-Refraktor beobachtet, war während der letzten Jahre eingeladen, Beobachtungen schwacher Satelliten, besonders im Saturn- und Uranus-System, in Südafrika und Amerika vorzunehmen. Da die Beobachtung dieser lichtschwachen Objekte eine hervorragende Durchsichtigkeit der Luft und ruhige Bilder verlangt, so war Struve in der Lage, die Beobachtungen als Prüfstein für die astronomischen Beobachtungsbedingungen zu verwerten.

Zunächst sei ein Überblick über die klaren Abende überhaupt ohne Berücksichtigung der Sichtverhältnisse gegeben. Danach waren während eines dreimonatigen Aufenthalts Struves auf der Lick-Sternwarte (Mt. Hamilton) 84% der Nächte klar; der durchschnittliche Prozentsatz in Babelsberg beträgt für die gleiche Jahreszeit nur 40%. Während eines Besuches der Union-Sternwarte in Johannesburg konnte Struve an 81% der Nächte beobachten. Auf dem Yerkes-Observatorium in Williams Bay war Struve weniger vom Glück begünstigt. Von 41 Nächten, an denen ihm der große 40zöllige Refraktor zur Verfügung stand, waren nur 49% ganz klar und 17% teilweise klar. Wenn diese Zahlen auch nur auf Beobachtungen eines kürzeren Zeitraumes beruhen, so bestätigen sie schon die allgemeine Erfahrung, daß die meteorologischen Verhältnisse in Südafrika und Kalifornien bedeutend günstiger liegen als in Mitteleuropa.

Ebenso wichtig wie die Zahl der klaren Nächte ist für die Ausnutzung der großen Instrumente Durchsichtigkeit und Ruhe der Atmosphäre. Gerade hier sind die Erfahrungen ein und desselben Beobachters an den verschiedenen Instrumenten von höchstem Wert. Struve hat die Bildqualität nach einer einheitlichen Skala bestimmt, in der 5 ausgezeichnet, 0 sehr schlecht bedeutet. Die Schätzungen an den verschiedenen Sternwarten sind deswegen besonders gut vergleichbar, weil sie an Instrumenten fast gleicher Größe und bei gleicher Vergrößerung gewonnen worden sind. Die besten Sichtverhältnisse traf Struve in Johannesburg an. Im Durchschnitt von 54 Nächten betrug die Güte der Sicht 3,37. Die Lick-Sternwarte auf dem Mount Hamilton steht dem nur wenig nach mit einem Mittel von 3,12. Um eine ganze Stufe schlechter schneidet Babelsberg mit dem langjährigen Mittelwert von 2,23 ab. Die schlechtesten Luftverhältnisse hatte die Yerkes-Sternwarte mit einem Wert von nur 1,92.

Aus diesen Zahlen tritt die große klimatische Bevorzugung der in Südafrika und in Kalifornien gelegenen Sternwarten klar zutage. Nach den Erfahrungen

mit kleinen Instrumenten hat in Europa das Mittelmeer-gebiet die besten Luftverhältnisse aufzuweisen. Auf der Insel Lussin in der Adria beobachtete um die Jahrhundertwende Leo Brenner mit einem 7zölligen Instrument und erzielte vorzügliche Ergebnisse. Er machte nicht nur Messungen des Siriusbegleiters, sondern glaubte sogar einmal Anzeichen für eine Auflösbarkeit des Andromedanebels zu erkennen. In den letzten Jahren hat Graff auf die bevorzugte Lage Mallorcas hingewiesen.

G. A.

Eine deutsche Polarstation 1932/33. Nach langer schwieriger Arbeit ist es dem „Archiv für Polarforschung“ zu Kiel in Verbindung mit dem „Ausschuß für die Errichtung und Unterhaltung einer deutschen Polarstation“ gelungen, eine Station für die Dauer des Polarjahres auszurüsten, so daß sich doch noch deutsche Forscher an dem Internationalen Polarjahr beteiligen können. Dr. Max Grotewahl, der den Mitgliedern des Vereins von Freunden der Treptow-Sternwarte durch seine Vorträge über Spitzbergen, die Ostseeinsel Runö und die Arktisfahrt des „Graf Zeppelin“ bekannt ist, ging am 9. Oktober von Kopenhagen aus nach dem Südwesten Grönlands, wo er in Arsuk auf 61° nördl. Breite und 48° westl. Länge eine private Station einrichtet. Es sollen dort erdmagnetische Registrierungen und Strahlungsmessungen sowie meteorologische und Polarlichtbeobachtungen vorgenommen werden.

Kleine Planeten im Dezember 1932. In diesem Monat gelangen drei hellere Planetoiden in Opposition

zur Sonne. Zwar wird keiner von ihnen so hell wie Vesta, deren bis in den Dezember reichende Ephemeride wir im vorhergehenden Hefte gegeben haben. Die von Hind am 18. Oktober 1847 in London entdeckte Flora erreicht die Helligkeit 8,2; Astraea, von Hencke am 8. Dezember 1845 zuerst gesichtet, wird höchstens 9. Größe, ebenso die von M. Wolf auf einer Platte vom 18. Mai 1901 aufgefundene Papagena. Da das Bewegungsfeld dieser Himmelskörper in der Milchstraße liegt, so erfordert die Aufsuchung ziemliche Geduld. Wir führen nachstehend die Ephemeriden der drei Planetoiden an:

| (8) <i>Flora</i> | | | (5) <i>Astraea</i> | | |
|------------------|---|-------|--------------------|---|-------|
| | Rekt. | Dekl. | | Rekt. | Dekl. |
| Nov. 29. | 6 ^h 7 ^m + 17° 25' | | Nov. 29. | 6 ^h 26 ^m + 15° 40' | |
| Dez. 7. | 5 59 17 49 | | Dez. 7. | 6 21 15 40 | |
| | 15. 5 50 18 18 | | | 15. 6 14 15 46 | |
| | 23. 5 41 18 50 | | | 23. 6 6 15 59 | |
| | 31. 5 32 19 24 | | | 31. 5 58 16 17 | |
| Jan. 8. | 5 ^h 25 ^m + 20° 0' | | Jan. 8. | 5 51 16 40 | |
| | Opposition Dez. 19. | | | 16. 5 ^h 44 ^m + 17° 8' | |
| | Größe Helligkeit 8 ^m ,2. | | | Opposition Dez. 23. | |
| | | | | Größe Helligkeit 9 ^m ,0. | |

| (471) <i>Papagena</i> | | |
|-----------------------|---|-------|
| | Rekt. | Dekl. |
| Nov. 29. | 6 ^h 49 ^m + 24° 21' | |
| Dez. 7. | 6 44 25 26 | |
| | 15. 6 37 26 32 | |
| | 23. 6 28 27 36 | |
| | 31. 6 20 28 36 | |
| Jan. 8. | 6 12 29 28 | |
| | 16. 6 ^h 5 ^m + 30° 10' | |
| | Opposition Dez. 27. | |
| | Größe Helligkeit 9 ^m ,0. | |

G. A.

BÜCHERSCHAU*)

Fauth, Ph.: Neue Mondkarten und neue Grundlagen einer Mondkunde. Atlas 40×45 cm mit 9 Spezialkarten und 7 Diagrammtafeln. 2 Seiten Text. Selbstverlag, Grünwald bei München 1932. Preis 9,— M. (nach Neujahr 12,— M.).

Bei Übersendung dieser vorzüglichen, allen Mondbeobachtern sehr zu empfehlenden Veröffentlichung schreibt der Autor:

Diese Publikation VI meiner Sternwarte verfolgt mehrere Ziele: Sie soll Anregung zur Vertiefung der Mondkenntnis geben; soll Beispiele bieten, wie weit das Eindringen in Einzelheiten des mondlichen Gebirgsbaues heute nötig ist, wenn man fördernd tätig sein will; soll zeigen, wie verschiedene Darstellungsarten anwendbar sind, wenn nur der Karteninhalt eindeutig gelesen werden kann; soll zeigen, daß auch ohne Zurückführung auf mittlere Libration bei begrenzten Gebieten Übersicht und Anschluß gewahrt bleiben; es sollen verschiedene Merkmale und lunar-statistische Neuerkenntnisse im Bilde vorgestellt werden, ohne deren Berücksichtigung keine Selenologie möglich ist; endlich sollen die Spezialkarten zu allerlei Nutzanwendung in die Hände erster Mondbeobachter kommen, nachdem sie teilweise schon jahrelang lagerten.

Man wird auf manchen Blättern (Gutenberg, Triesnecker, Ariadäus, Aristarchus z. B.) in erster Linie die Einzelzüge der verwickelten Rillensysteme, auf anderen (wie Bullialdus) den Bau und die Ausstrahlung der bildenden Kräfte auf die Umgebung betont finden. „Copernicus“ (1 : 500 000) ist richtige, in die Mitte projizierte Karte, vielleicht der erste solche Versuch, in Höhenschichten von etwa 200 m ausgeführt und in einem wohl für die Dauer eines Jahrhunderts ausreichendem Maßstab gezeichnet. Der Mondkenner wird Neues in Fülle vorfinden.

Ph. Fauth.

Bei der Redaktion eingegangene Bücher (ausführliche Besprechung vorbehalten):

Boll-Bezold: Sternglaube und Sterndeutung. Die Geschichte und das Wesen der Astrologie. Vierte Aufl., herausgegeben v. W. Gundel. 230 S. m. 20 Taf. und 1 Sternkarte. Verlag B. G. Teubner, Leipzig 1931. Pr. geh. 9,90 M., geb. 12,25 M.

Henseling, Robert: Kleine Sternkunde. Dritte Aufl. 95 S. m. 28 Abb., 16 Taf. und 1 Sternkarte. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1931. Pr. geh. 2,25 M., geb. 3,60 M.

Haarmann, Prof. Dr. Erich: Die Oszillationstheorie. Eine Erklärung der Krustenbewegungen von Erde und Mond. 260 S. m. 78 Abb. und 1 Tafel. Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart 1930. Pr. geh. 15,30 M., geb. 17,10 M.

Schöneck, Walther: Sternklänge. Gedichte über den Sternhimmel. 158 S. m. vielen Figuren. Urania-Verlag, Wünsdorf b. Berlin 1931. Pr. brosch. 4,— M., geb. 5,— M.

Papp, Desiderius: Zukunft und Ende der Welt. Ein Buch über die Geschehnisse von Menschheit und Erde. 323 S. m. 62 Abb. Amalthea-Verlag, Wien 1932. Pr. brosch. 6,50 M., geb. 8,— M.

Bürgel, Bruno H.: Die Weltanschauung des modernen Menschen. Das All. Der Mensch. Der Sinn des Lebens. 215 S. Verlag Ullstein, Berlin 1932. Pr. geb. 4,50 M.

de Sitter, W.: Kosmos (in engl. Sprache). 138 S. m. 11 Abb. u. 12 Taf. Harvard University Press, Cambridge 1932. Pr. geb. \$ 1,75.

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

DAS WELTALL

Herausgegeben von Dr. F. S. Archenhold, Schriftleiter: Günter Archenhold.

32. Jahrgang Heft 3

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

Dezember 1932

Inhaltsverzeichnis:

| | | | |
|---|----------|---|----------|
| 1. Nordlandschau in der Treptow-Sternwarte. Von Dr. P. Burkert. (Mit zwei Abbildungen.) | Seite 33 | auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.) | Seite 42 |
| 2. Die „Deutsche Grönlandexpedition Alfred Wegener“, ihre Aufgaben und ihre meteorologischen Ergebnisse. Von Dr. Fritz Loewe, Expeditionsteilnehmer. (Mit einer Abbildung.) | „ 36 | 6. Vorschlag einer neuen astronomischen Stundenbezeichnung. Von Eduard Engert | „ 45 |
| 3. Die geodätischen Arbeiten der „Deutschen Grönlandexpedition Alfred Wegener“. Von Dr. Karl Weiken, Expeditionsteilnehmer. | „ 39 | 7. Aus dem Leserkreise: Die Größenverhältnisse der Sonnenflecken | „ 45 |
| 4. Die Propellerschlitten bei der „Deutschen Grönlandexpedition Alfred Wegener“. Von Dipl.-Ing. Curt Schiff, Expeditionsteilnehmer. (Mit einer Abbildung.) | „ 40 | 8. Kleine Mitteilungen: Die Bedeckungsveränderlichen. — Sonnenfleckenrelativzahlen oder magnetische Charakterzahlen als Maßstab für den Einfluß der Sonne auf irdisches Geschehen? — Beobachtung der Leoniden 1932. — Helle Feuerkugel am 26. November 1932. — Die Dunkelnebel im Ophiuchus. — Leuchtende Nachtwolken. — Kometen. — Planetenbenennung. — Die heliozentrischen Längen der großen Planeten. | „ 46 |
| 5. Der gestirnte Himmel im Januar 1933. Von Günter Archenhold. (Mit einer Sternkarte | | 9. Bücherschau | „ 48 |

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

Nordlandschau in der Treptow-Sternwarte.

(Mit zwei Abbildungen.)

Die Treptow-Sternwarte hält es für ihre Pflicht, die Ergebnisse und Leistungen wissenschaftlicher Forscherarbeit der Allgemeinheit zugänglich zu machen. Mit Rücksicht auf das Polarjahr 1932/33, die wertvollen Ergebnisse der Polarexpeditionen und das Interesse, das die an das Eismeer grenzenden Länder mit ihren Rätseln und Schönheiten erregen, hat das Institut eine Nordlandschau eröffnet. Insbesondere sollten auch neben der Darstellung der von Alfred Wegener geleiteten Grönlandexpedition zu Ehren des vorbildlichen Forschers zwei seiner bedeutendsten Theorien, nämlich die „Theorie der Entstehung der Kontinente und Ozeane“ und die „Theorie der Entstehung der Mondkrater“ der breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

Die Wegenersche Theorie der Kontinentalverschiebung besagt folgendes: In einer früheren Periode der erdgeschichtlichen Entwicklung haben sämtliche heutigen Festländer eine einzige zusammenhängende Festlands- (oder Kontinental-) Scholle gebildet. Diese Scholle teilte sich. Genau, wie nun die Teile eines zerborstenen Eisberges nicht in unveränderter Lage im Meere nebeneinander weiterschweben, sondern auseinandertreffen, genau so schwammen die Festländer nach Teilung der großen Urscholle auseinander. Dieses „Schwimmen“ darf natürlich nicht mit dem Schwimmen der Eisschollen im Meer verglichen werden, denn die Festländer schwimmen ja nicht auf einer flüssigen Unterlage, sondern der Vorgang muß folgendermaßen gedacht werden. Die Festlandsschollen bestehen aus Silikatgesteinen (genannt „Sial“ = Silizium-Alumi-

nium), die von geringerer Dichte als ihre Unterlage („Sima“ = Silizium-Magnesium) sind. Auch das Sima ist nicht flüssig; dennoch schwimmen die Sialschollen darauf, denn einem ständig einwirkenden Druck gegenüber verhält sich diese Schicht genau wie ein plastischer Körper. Entgegen unserer sonstigen Erfahrung erkennen wir also, daß das Verhalten eines Körpers wesentlich abhängt von der Zeitdauer und der Art der einwirkenden Kräfte. Nach der Teilung der Erdscholle schwammen die abgetrennten Stücke auseinander, und es entstand schließlich das Bild der Erdoberfläche, das wir heute kennen.

In welchem Zeitraum kann diese Gestaltung der Erde vor sich gegangen sein? Die Zeiträume, die für die erdgeschichtliche Entwicklung gelten, können wir rechnerisch bestimmen, und zwar u. a. auf folgende Art: Beim Zerfall radioaktiver Stoffe, wie z. B. des Urans, wird Helium abgeschieden und Blei gebildet. In dem das Uran umgebenden Material treten Verfärbungen (pleochroitische Höfe) auf. Dieser Atomzerfall ist von äußeren Einflüssen wie Temperatur, Druck usw. unabhängig und vollzieht sich sehr langsam. So zerfällt im Zeitraum von 5 000 000 000 (fünftausend Millionen) Jahren von einer bestimmten Gewichtsmenge Uran erst die Hälfte. Die gebildeten Mengen Helium und Blei können ziemlich genau bestimmt werden. Aus diesen Mengen und dem Umfang der erwähnten Verfärbungen läßt sich errechnen, wie lange das aufgefundene Uran an der Fundstelle gelagert hat. So wird die Erscheinung des Atomzerfalls für uns Menschen eine Uhr kosmischer Ereignisse, von

der wir ablesen können, daß der Erdball seit mindestens 2 000 000 000 (zweitausend Millionen) Jahren eine feste Rinde hat. Da sich die wirkenden Kräfte entsprechend der Dauer ihrer Einwirkung summieren, so können wir verstehen, daß Zeiträume von Millionen Jahren wohl ausreichen, das Gesicht der Erde völlig zu verändern. Darüber, ob heute noch solche Veränderungen von statten gehen, können nur

nächsten kam. Das Material der Mondkruste ist nämlich erheblich leichter als das der Erde, denn es hat nur $\frac{3}{5}$ des Gewichtes der irdischen Gesteine. Durch vorsichtiges Bespritzen mit Wasser wurden die erzielten Gebilde zum Erstarren gebracht und dann durch Durchtränken mit Wasser gehärtet. Welche große Ähnlichkeit die dabei entstehenden Gebilde mit den Mondkratern haben, geht aus den Plasti-



Alfred Wegener.

1880—1930

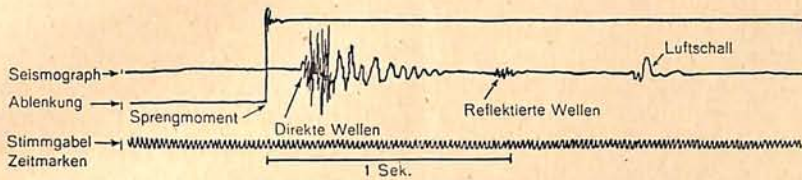
genaueste astronomische Messungen Aufschluß geben.

Die zweite zur Darstellung gebrachte Theorie der Entstehung der Mondkrater ist noch enger mit der Astronomie verbunden. Schon vor Wegener hatten Gelehrte auf die Möglichkeit der Entstehung der Mondgebirge durch Aufsturz hingewiesen. Wegener hat die Theorie praktisch durchgearbeitet. Im physikalischen Institut der Universität Marburg stellte er Mondkrater auf künstlichem Wege her. Er warf die „Aufsturzmasse“ mit der Hand auf die die Mondoberfläche darstellende Masse und stellte fest, daß er durch Verwendung losen Zementes den Bedingungen bei den wirklichen Vorgängen auf dem Monde am

hervor, die der kürzlich verstorbene Mitarbeiter dieser Zeitschrift, Dr. de Boer, bei Wiederholung der Wegenerschen Versuche erhalten hat, und die in der Nordlandschau ausgestellt sind.

Ein großer Teil der Ausstellung ist der Arbeit und den Ergebnissen der Deutschen Grönlandexpedition gewidmet, über deren Aufgaben Teilnehmer der Expedition in diesem Hefte berichten. Neben den meteorologischen Instrumenten ist auch der Eisdickenmeßapparat ausgestellt, mit dem nach dem Echolot-Verfahren die Dicke der Grönland bedeckenden Eismassen festgestellt wurde. Dies geschah in der Weise, daß durch Explosion eine Erschütterung des Eises hervorgerufen

wurde, die in einer genau bestimmten Entfernung von etwa $\frac{1}{2}$ km bis $4\frac{1}{2}$ km vom Sprengort durch einen Seismographen gemessen wurde. Aus der beigegebenen Abbildung ersieht man, daß nach dem Sprengmoment zuerst eine Erschütterungswelle, die den Weg an der Oberfläche des Eises entlang genommen hat, eintrifft. Eine zweite, danach registrierte Welle hat vom Sprengort den Weg in die Tiefe genommen und ist am Felsuntergrund reflektiert worden. Zuletzt trifft noch die durch die Luft fortgeleitete Erschütterungswelle, die nur eine Geschwindigkeit von 330 m pro Sekunde hat, und die wir auch als Schall wahrnehmen können, ein. Aus den Zeitdifferenzen ergibt sich die Dicke des Eises.



Sprengladung 23.5 kg
Sprengentfernung 500 m

Seismogramm zur Eisdickenbestimmung.

Aus „Alfred Wegeners letzte Grönlandfahrt“.
Mit Genehmigung des Verlags F. A. Brockhaus.

Eine besondere Abteilung gilt der Nordlichtforschung, in der die wundervollen Aufnahmen des norwegischen Forschers, Prof. Störmer und von W. Bauer, einem Teilnehmer an der deutschen Nordlichtexpedition, die als Gast in Tromsø weilte, und über die wir im „Weltall“ Jg. 31, Heft 12, ausführlich berichtet haben, ausgestellt sind. Auch über die physikalische Erforschung des Nordlichts wird durch die von Prof. Vegard zur Verfügung gestellten Aufnahmen berichtet.

Mit dem Land Norwegen, interessant durch die Eigenart seiner Fjorde, werden wir durch zahlreiche Aufnahmen von Dr. Mohr bekannt gemacht. Auch die Farben des Nordens kommen durch Naturaufnahmen auf Farbenplatten und durch Aquarelle einer Künstlerin zur Geltung.

Es ist nicht versäumt worden, die Tierwelt des Nordens in einem kleinen Ausschnitt zu zeigen. Überraschender Weise sind auch Pinguine in der Nordlandschau; der beigelegte Text gibt die Aufklärung. Es handelt sich darum, die bei Laien so sehr verbreitete Ansicht, daß der Pinguin ein Tier des nördlichen Eismeereres ist, auszumerzen. Der Pinguin ist ein ausgesprochen südpolares Tier.

Der Vollständigkeit halber wurden Ausrüstungsgegenstände für Polarexpeditionen in die Nordlandschau gebracht: ein Zelt, Bekleidungsstücke, Schneeschuhe, ein Falboot, sowie ein Schlauchboot, wie es Prof. Wegener auf seiner letzten Grönlandfahrt verwendete. Vor dem Zelt ist ein aus einer anderen Expedition stammender Schlittenhund

aufgestellt. Eine der Photographien zeigt, wie diese Hunde, eingeschneit bis zur Nasenspitze, vor dem Zelte liegen; sie sind unentbehrliche Helfer aller Polarexpeditionen.

Die Ausstellung wird ihrer Aufgabe, einen Einblick in die Arbeit, das Instrumentarium und das Leben in den nördlichen Forschungsgebieten unserer Erde zu geben, gerecht. Ihr Aufbau weckt in jedem Laien nicht nur das Verständnis, sondern auch den Begriff der Freude an der ernsten Arbeit des Forschers. Sie stellt das Wegener-Wort: „Zähigkeit, Ausdauer, nicht nachlassen, nicht den Mut verlieren, das ist das, was wir brauchen“ ihren nachdenklichen Besuchern lebendig vor Augen.
Dr. P. Burkert.

Verzeichnis der Aussteller.

Bei der Einrichtung der Nordlandschau ist die Treptow-Sternwarte in großzügiger Weise von zahlreichen Instituten, Firmen und Freunden der Sache unterstützt worden, wofür ihnen an dieser Stelle herzlichst gedankt sei. Die Ausstellung kann bis zum Februar von allen Besuchern der Treptow-Sternwarte besichtigt werden.

Ausstellungsgegenstände stellten freundlicherweise zur Verfügung: AEG, Berlin: Nordlichtphotos — Akademia, Wissenschaftliches Korrespondenz-Büro, Berlin: Photos — Archiv für Polarforschung, Kiel: Grönland- und Spitzbergen-Photos — Archiv der Treptow-Sternwarte: Bilder, Globen usw. — Askania-Werke, Berlin-Friedenau: Eisdickenmeßapparat — Sport-Berger, München: Ausrüstungsgegenstände — Verlag Brockhaus, Leipzig: Bilder der Grönlandexpedition und Tiefdrucke von Kurt Hielscher — Dr. Burkert, Berlin: Modelle und photographische Vergrößerungen — Christoph & Unmack, Niesky: Baupläne der Winterhäuser — Hugo Cohn, Berlin: Graphische Darstellungen und Diorama — Bergassessor Feit, Sollstedt: Nordlichtphotos — Fuess, Steglitz: Meteorologische Instrumente — Frau B. Kleeberg, Berlin: Norwegenaquarelle — Dr. Adrian Mohr, Potsdam: Norwegenphotos — Julius Riemer, Tempelhof: Pinguine — Deutsche Schlauchboot-Werke, Berlin: Schlauchboot — W. M. H. Schulze, Neue Mühle: Photos aus Abisko — Staatliche Stelle für Naturdenkmalpflege, Berlin: Vegetationsaufnahmen — Professor Dr. A. Steuer, Technische Hochschule, Darmstadt: Ausrüstungsgegenstände und Funde der Krüger-Polarexpedition — Prof. C. Störmer, Oslo: Nordlichtphotos — Prof. Vegard, Oslo: Nordlichtspektren — Verlag Vieweg, Braunschweig: Zeichnungen für die Wegenersche Kontinentalverschiebungstheorie — Verlag Westermann, Braunschweig: Landkarten — Zoologisches Institut der landwirtschaftlichen Hochschule, Berlin: Polarhund — Zoologisches Museum der Universität, Berlin: Polartiere.

Die „Deutsche Grönlandexpedition Alfred Wegener“, ihre Aufgaben und ihre meteorologischen Ergebnisse.

Von Dr. Fritz L o e w e , Expeditionsteilnehmer.

(Mit einer Abbildung.)

Der im November 1930 auf dem grönländischen Inlandeis umgekommene Führer der letzten großen deutschen Polarexpedition ist ursprünglich von der Astronomie ausgegangen. Seine erste wissenschaftliche Arbeit behandelte die mittelalterlichen „Alfonsinischen Tafeln“, seine erste Stellung war die eines Assistenten an der Sternwarte der Berliner Urania. Und auch späterhin ist er immer wieder zu astronomischer Forschung zurückgekehrt. Die Meteore haben längere Zeit hindurch sein besonderes Interesse gefunden. Durch glänzende Bearbeitung der Beobachtungen eines großen Meteors vom April 1916 ist es ihm gelungen, den Einschlagspunkt so genau zu berechnen, daß der Meteorstein durch planmäßige Suche bei Treysa in Hessen gefunden wurde. Die Mondkrater hat er durch den Aufsturz kleiner Himmelskörper zu erklären versucht und seine Auffassung durch Versuche erhärtet.

Aber bald hatte sich Wegeners Hauptinteresse der Geophysik in ihrem weitesten Umfang zugewandt. Er wurde Assistent am neugegründeten Aeronautischen Observatorium in Lindenberg. Der Sechszwanzigjährige nahm 1906 bis 1908 an der dänischen Expedition unter Mylius Erichsen nach Nordostgrönland teil; hier legte er, neben der Durchführung ergebnisreicher meteorologischer Arbeit, auf großen Schlittenreisen den Grund zu seiner ausgezeichneten Beherrschung der polaren Reisetchnik. Schon 1912/13 weilte er wieder in Grönland. Zusammen mit seinem Kameraden von der Mylius Erichsen-Expedition J. P. Koch überwinterte er auf einem Gletscher nahe der Ostküste und führte im folgenden Frühjahr eine glänzende Schlittenreise quer über den breitesten und höchsten Teil des grönländischen Inlandeises bis zur Westküste durch. Die Ergebnisse dieser Expedition, im wesentlichen von Wegener nach Kochs vorzeitigem Tode bearbeitet, stellten die Auffassungen über Inlandeis und polare Gletscher auf ganz neue Grundlagen. In den gleichen Jahren griff Wegener jedoch über den Bereich geophysikalischer Forschung, der er zuletzt als Professor der Meteorologie und Geophysik an der Universität Graz diente, weit hinaus durch seine Theorie der Entstehung der Kontinente und Ozeane, die in genialer Weise eine Reihe bisher unlösbarer Widersprüche zwischen geologischen, biogeographischen und geophysikalischen Tatsachen zu lösen gestattete.

Die Ergebnisse seiner früheren Grönlandreisen und die durch sie aufgetauchten Probleme ließen in Wegener den Plan einer großen

deutschen Expedition zur Erforschung des grönländischen Inlandeises reifen. Diese Expedition sollte, im Gegensatz zu den früheren eiligen Sommerreisen auf dem Inlandeis, mit Hilfe dauernd besetzter Stationen in umfassender Weise die Natur des Inlandeises klären.

Wegeners Plan sah drei Stationen vor: die eine im Innern des Scoresbysunds der grönländischen Ostküste nahe dem Inlandeisrand, die zweite (Haupt-)Station auf dem Inlandeis nahe der Westküste im Umanakbezirk, die dritte, von der Westküste aus vorgeschoben, möglichst in der Mitte des Inlandeises in 3000 m Seehöhe, von der Ost- und Westküste je etwa 400 km entfernt. Namentlich die Errichtung dieser Station „Eismitte“ warf ganz neuartige Probleme auf, da noch niemals eine Dauerstation im Innern eines Inlandeises gearbeitet hatte. Als neuartiges Transportmittel plante Wegener, Propellerschlitten anzuwenden, da alle anderen früher versuchten mechanisch getriebenen Schlitten im Polargebiet versagt hatten. Daneben sollte jedoch auf die altbewährte Methode der Beförderung durch Hundeschlitten nicht verzichtet werden. Neben der hohen Geschwindigkeit boten die Propellerschlitten für die zeitraubenden wissenschaftlichen Arbeiten auf dem Inlandeis den wesentlichen Vorteil, während des Stilliegens nicht gleich den Hunden einen Teil der Nutzlast als Betriebsstoff bzw. Futter zu verbrauchen.

Gestützt auf die Überwinterungsstationen, wollte Wegener den Rätseln des Inlandeises im eigentlichen Wortsinn „auf den Grund gehen“. Durch Messungen der Eisdicke sollte die Mächtigkeit dieser über den vierfachen Raum des Deutschen Reiches sich ausdehnenden Eismasse festgestellt werden. Neuentwickelte Methoden, die künstliche „Erdbeben“ und sehr empfindliche Erdbebenmesser verwenden, ließen einen solchen Versuch aussichtsreich erscheinen. Schweremessungen, wie sie zum erstenmal auf einem Inlandeis versucht werden sollten, dienten der Klärung der Frage, ob eine so gewaltige Eismasse imstande ist, durch ihr Gewicht die darunterliegende Felsmasse in die flüssigeren Gesteinsschichten der Tiefe hinabzudrücken. Messungen des Schneezuwachses im Innern des Inlandeises, der Abschmelzung im Randgebiet sollten Aufschluß über den Massenhaushalt des Inlandeises liefern; Schachtbauten im Firn und Eis dienten der Klärung der noch in vielen Punkten rätselhaften Fragen der Umwandlung des lufthaltigen Firns der Oberfläche zum massiven Gletschereis und der Bewegungsart polarer Gletscher, die sich infolge ihrer tieferen

Temperaturen und der daraus folgenden größeren Sprödigkeit grundsätzlich von den bisher fast ausschließlich untersuchten alpinen Gletschern zu unterscheiden scheinen. Eine genaue trigonometrische Höhenmessung sollte möglichst vom Innern des Inlandeises bis zur Küste erstreckt werden. Die feinere Oberflächen-gestaltung des Inlandeises war nämlich durch die bisher ausschließlich angewandten barometrischen Höhenmessungen nicht zu erfassen. Eine Wiederholung einer solchen trigonometrischen Messung in einigen Jahrzehnten kann zudem möglicherweise die Frage lösen, ob und in welchen Teilen das Inlandeis unter den heutigen Klimaverhältnissen zu- oder abnimmt. Regelmäßige meteorologische Messungen an den Dauerstationen, nach einheitlichen Methoden durchgeführt, sollten das Klima des Inland-

Dagegen sei gegenüber verbreiteten gegenteiligen Anschauungen ausdrücklich hervorgehoben, daß die Expedition eine Prüfung der von Wegener auf Grund seiner Verschiebungstheorie der Kontinente angenommenen starken Westwanderung Grönlands nicht zu ihren Aufgaben zählte.

In welcher Weise es der Expedition gelang, trotz des Verlustes ihres Führers den größten Teil des oben skizzierten Programms durchzuführen, das in seiner umfassenden Gestaltung wie in seiner konsequenten Hinwendung auf die wesentlichen Probleme die geistige Spannweite ebenso wie die Zielstrebigkeit des Wegenerschen Denkens widerspiegelt, kann hier im einzelnen nicht dargelegt werden. Über die Geschichte der Expedition unterrichtet das im Verlag Brockhaus erschienene, von der



Blick aufs Inlandeis.

Aufn. Wegener.

Aus „Alfred Wegeners letzte Grönlandfahrt“.
Mit Genehmigung des Verlags F. A. Brockhaus.

eises über ein ganzes Jahr hin erfassen. Insbesondere stand nach den Ergebnissen der bisherigen Sommerreisen zu erwarten, daß die im Innern des Inlandeises gelegene Station einen ganz neuen, bisher durch Beobachtungen nicht belegten Klimatypus repräsentieren würde. Messungen der meteorologischen Verhältnisse in der Höhe durch Drachen und Fesselballone sollten untersuchen, welchen Einfluß das Inlandeis auf die darüberliegenden höheren Luftschichten auszuüben vermag. Die gleichzeitig vorgenommenen Untersuchungen an den drei auf einer Linie quer über das Inlandeis gelegenen Stationen sollten die Frage entscheiden, ob das Inlandeis wesentlichen Einfluß auf die Bahnen und die Lebensgeschichte der Tiefdruckgebiete in seiner Nachbarschaft ausübt, und welchen Einfluß die das Inlandeis überlagernde Kappe kalter Luft auf die Entstehung solcher Luftwirbel besitzt.

Witwe Alfred Wegeners herausgegebene Werk „Alfred Wegeners letzte Grönlandfahrt“.

Die wissenschaftlichen Ergebnisse der Expedition, die im Herbst 1931 nach anderthalbjähriger Tätigkeit in die Heimat zurückkehrte, sind noch in Bearbeitung. Einiges aus den meteorologischen Resultaten sei im folgenden mitgeteilt:

Die Station „Eismitte“, ein volles Jahr hindurch durch Regierungsrat Dr. Georgi von der Hamburger Seewarte betreut, hat für diesen Zeitraum fast lückenlose Registrierungen von Luftdruck, Temperatur und Feuchtigkeit geliefert. Die Ergebnisse Georgis zeigen, daß das früher meist für das Innere Grönlands angenommene Hochdruckgebiet mit fast ständig klarem, windschwachem Wetter bei weitem nicht die erwartete Stabilität besitzt. Die Bewölkung von durchschnittlich 5 bis 6 Zehntel

des Himmels entspricht etwa der Deutschlands, die Zahl der Niederschlagstage mit 57 % ist sogar sehr hoch. Windstillen fehlten wider Erwarten so gut wie vollständig. Dagegen entsprach den Erwartungen, daß sich „Eismitte“ als der kälteste Ort herausstellte, an dem jemals Menschen längere Zeit weilten. Niemand erreichten die Temperaturen den Gefrierpunkt; denn selbst in den Monaten dauernden Sonnenscheins bindet die in einigen Metern Tiefe auf etwa -30° abgekühlte Firnmasse soviel Wärme, daß die Luft in den bodennahen Schichten keine positiven Temperaturen erreichen kann. Im kältesten Monat, Februar, sank der Temperaturdurchschnitt auf $-47\frac{1}{2}^{\circ}$; der kälteste Tag war der 21. März mit -65° , und auch im Januar und Februar fiel die Temperatur auf unter -64° , während der bisher kälteste, sicher festgestellte Ort, Werchojansk in Ostsibirien, ein durchschnittliches Temperaturminimum von -62° hat. Außerordentlich groß können, namentlich im Winter, die Temperaturschwankungen von Tag zu Tag werden, da die kalte Luft über dem Inlandeis ein verhältnismäßig flaches Kissen bildet, das durch stärkere Winde, wie sie nicht selten beim Vorübergang von Tiefdruckgebieten auftreten, weggeräumt wird, so daß die wärmere Luft bis zum Boden durchgreift. Innerhalb weniger Tage kann so im Winter die Temperatur um über 40° schwanken, mithin um ebensoviel wie zwischen der wärmsten und kältesten Temperatur im ganzen Jahreslauf in Mitteleuropa. In geringerem Umfang wurden in „Eismitte“ mit Fesselballonen Registrierinstrumente in die Höhe geführt; ihre Ergebnisse zeigen, daß häufig in etwa 200 m über der erkalteten Bodenschicht die Temperatur wieder ansteigt. Freifliegende Ballone, im ganzen 37, dienten der Messung der Windgeschwindigkeit. Sie erreichten im Durchschnitt eine Höhe von nicht weniger als 12 km über dem Meeresspiegel.

Die „Weststation“, in 1000 m Seehöhe in der Randzone des Inlandeises gelegen, führte unter Leitung von Dr. Holzapfel aus Krems (Donau) das gleiche meteorologische Programm wie „Eismitte“ durch. Hier sanken die Temperaturen „nur“ bis auf -40° , der Jahresdurchschnitt betrug -12° ; die Sommermonate (Juni bis August) hatten positiven Temperaturdurchschnitt. Der Temperaturunterschied von „Eismitte“ und „Weststation“ erreichte bei etwa 2000 m Höhenunterschied rund 1° für 100 m Höhendifferenz. Dieser große Temperaturunterschied bewirkt, daß die auf dem Inlandeis erkaltete schwere Luft als regelmäßiger Strom die Wölbung des Inlandeises zum Rande hinabfließt und an der Mehrzahl der Tage dabei hinreichende Geschwindigkeit besitzt, den im Innern vom Boden aufgenommenen Treibschnee

als „Schneefegen“ in die Randzone zu verfrachten. Bei besonderen Wetterlagen wurde die Luft vom Inlandeis bis zum Meeresspiegel hinabgesogen, wo sie trotz ihrer Herkunft vom relativ kalten Inlandeis als relativ warmer, äußerst trockener Wind ankam, der in seiner Lebensgeschichte genau dem bekannten „Föhn“ unserer Alpen entspricht. Auch an der Weststation wurden die meteorologischen Verhältnisse der freien Atmosphäre durch freifliegende Ballone erforscht. Sie zeigten, daß über dem erwähnten, bis zu etwa 300 m Höhe vom Inlandeis abfließenden Wind an normalen Tagen eine mächtige, fast windstille Schicht liegt, über der sich in etwa 4000 m ein Einströmen ins Innere des Inlandeises bemerkbar macht. Diese Windverteilung war es auch, die die geplanten Drachenaufstiege zur Temperatur- und Feuchtigkeitsmessung der freien Atmosphäre sehr erschwerte, da die Drachen durch die windschwache Schicht trotz aller Mühe nicht hindurchzubringen waren.

Das reichste meteorologische Programm hatte die unabhängig vom Hauptteil der Expedition unter Leitung von Dr. Kopp aus Lindenberg arbeitende „Oststation“, die am Nordufer des Scoresbysunds ihr fast rein meteorologisches Programm durchführte. Neben regelmäßigen Messungen der meteorologischen Verhältnisse in Bodennähe gelangen nicht weniger als etwa 150 Registrierballon- oder Drachenaufstiege zur Temperaturmessung und 130 Pilotballonaufstiege zu Windmessungen in der Höhe. Ein besonders interessantes Ergebnis der Temperaturmessungen, die bis 5000 m Höhe durchgeführt werden konnten, ist die außerordentlich starke Temperaturumkehr, die sich im Winter häufig über der kalten Bodenschicht fand. Gelegentlich war die Temperatur nur 100 m über dem Boden gegen 20° wärmer als nahe der Erdoberfläche; ja, auf der Spitze eines 75 m hohen Eisbergs, der eine Registrierstation trug, war es im Frühjahr meist 15° wärmer als an seinem Fuß. So kommt es, daß die Temperaturen der freien Atmosphäre über dem Scoresbysund im Winter kaum kälter sind als im Sommer und sich im ganzen von denen über Nordeuropa nicht wesentlich unterscheiden.

Die angeführten kurzen Ausschnitte aus einem Teilgebiet der Expeditionsergebnisse dürften immerhin den Eindruck vermitteln, daß die Expedition trotz des beklagenswerten Verlustes ihres Leiters nicht erfolglos geblieben ist. Diese Erfolge deutscher Wissenschaft sind ebenso der großzügigen Bereitstellung der bedeutenden Mittel durch die „Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft“ wie der weitblickenden wissenschaftlichen Planlegung und ausgezeichneten technischen Organisation durch Alfred Wegener zu verdanken.

Die geodätischen Arbeiten der „Deutschen Grönlandexpedition Alfred Wegener“.

Von Dr. Karl Weiken, Expeditionsteilnehmer.

In den folgenden Zeilen will ich einen Überblick über die mir von Alfred Wegener übertragenen geodätischen Arbeiten der Expedition geben. Es handelt sich dabei um zwei voneinander unabhängige Aufgaben, die Schwere-messung und die trigonometrische Höhen-messung. Wenn es auch noch nicht möglich ist, über die Ergebnisse Näheres mitzuteilen, so will ich doch auf die Bedeutung dieser Messungen kurz eingehen.

Die Schwere-messungen. Die Massen der Erde sind im großen und ganzen in einem Gleichgewichtszustande, der durch die nach dem Erdinnern gerichtete Schwerkraft bedingt ist. Seitliche Bewegungen von Massen der oberen Erdrinde, Abtragung und An-lan-dung durch Wasser und Wind, Entstehen und Vergehen von Inlandeiskappen und andere geologische Vorgänge verursachen aber immer wieder lokale Störungen in dem Gleichgewicht der Erdrinde. Doch jede solche Störung löst Kräfte aus, die bestrebt sind, das ungestörte Massengleichgewicht (Isostasie) wiederherzu-stellen.

Dort, wo sich ein Massenüberschuß gebildet hat, ist der Druck auf den Untergrund größer geworden. Die Erdrinde sinkt an dieser Stelle etwas tiefer in den Untergrund ein. Massen des Untergrundes fließen dafür zur Seite ab. Umgekehrt taucht die Erdrinde an den Stellen etwas aus dem Untergrunde auf, wo ein Massen-mangel eingetreten, der Druck auf den Unter-grund also geringer geworden ist.

Ein solcher Massenausgleich durch Ein-sinken oder Auftauchen braucht sehr lange Zeit, da die festen Gesteinsmassen der Erd-rinde den jeweils überwiegenden Kräften von Druck und Auftrieb nur sehr langsam nach-geben. So sind die durch die ungeheure Be-lastung der letzten Eiszeit herabgedrückten skandinavischen Länder heute noch — mehr als 20 000 Jahre nach Fortgang des Eises — im Aufsteigen begriffen.

Für jeden Punkt der Erdoberfläche können wir unter der Annahme des ungestörten Massen-gleichgewichts den normalen Wert der dort wirkenden Schwerkraft errechnen. Jede Ab-weichung der an einem Ort der Erdoberfläche gemessenen Größe der Schwerkraft von dem für diesen Ort errechneten nor-malen Schwerewert zeigt uns an, daß das Massengleichgewicht an dieser Stelle gestört ist. Ist ein Massenüberschuß vorhanden, so ist der gemessene Wert der Schwerkraft größer, ist ein Massenmangel vorhanden, so ist der ge-messene Wert der Schwerkraft kleiner als der für diesen Punkt errechnete normale Schwere-

wert. Die Messung der Schwerkraft gibt uns also die Möglichkeit, Störungen des Massen-gleichgewichts in den oberen Erdschichten zu erkennen.

Von Grönland wissen wir, daß auch die heute eisfreien Küstengebiete und die vor-gelagerten Inseln bis etwa 1000 m Höhe einmal vom Inlandeise überflutet waren. Nach dem Zurückweichen des Eises haben sich die durch die Eislast abgedrückten, heute eisfreien Ge-biete wieder gehoben. Frühere Strandlinien findet man heute bis 300 m über dem Meeres-niveau. An der Westküste beobachtet man heute wieder ein Absinken einiger Inseln. Die Schwere-messungen in Grönland sollen uns zeigen, ob und in welchem Sinne die Masse des grönländischen Inlandeises sich in den letzten Jahrtausenden geändert hat. Darüber hinaus haben diese Messungen aber auch besondere Bedeutung für das Studium der Isostasie über-haupt, da es die ersten Schwere-messungen sind, die auf einer ausgedehnten, mehrere Kilo-meter mächtigen Inlandeiskappe gemacht wor-den sind.

Über die Durchführung der Schwere-messungen sei nur kurz gesagt: Im Geodä-tischen Institut in Potsdam, wo der absolute Wert der Schwerkraft am genauesten bestimmt ist, wurden die Schwingungszeiten von 4 starren Metallpendeln genau festgestellt. Die Schwin-gungszeiten derselben 4 Pendel wurden auf den Außenstationen in Grönland gemessen. Aus dem Unterschiede der Schwingungszeiten läßt sich der Unterschied der auf den einzelnen Stationen wirkenden Schwerkraft errechnen. Da die durch die Störungen der Isostasie ver-ursachten Störungen der Schwerkraft nur sehr gering sind, ist es notwendig, die etwa eine halbe Sekunde betragende Schwingungszeit der Pendel mit einer Genauigkeit von einer Zehn-millionstel Sekunde zu messen. Eine solche Genauigkeit ist nur zu erreichen durch ein überaus präzises, fein ausgeklügeltes Meß-ver-fahren mit Hilfe einer Präzisionsuhr, deren täglicher Gang nach funkentelegraphischen Zeitzeichen auf eine hundertstel Sekunde genau kontrolliert werden muß. Viele andere Um-stände, die die Schwingungszeit der Pendel be-einflussen, müssen festgestellt und berücksich-tigt werden, so u. a. die Temperatur der Pendel, der Luftdruck, die Luftfeuchtigkeit, das durch die schwingenden Pendel verursachte geringe Mitschwingen des etwa einen Zentner schweren Pendelapparates und des Unter-grundes.

Auf 5 Stationen in Grönland wurde der Wert der Schwerkraft gemessen, und zwar an

der Küste, am Rande des Inlandeises in 1000 m Höhe und auf dem Inlandeise in 81, 120 und 300 km Randabstand. Die Messungen sind trotz großer Schwierigkeiten als gut gelungen zu bezeichnen.

Die trigonometrische Höhenmessung. Barometrische Höhenmessungen, bei denen der Höhenunterschied zweier Punkte aus dem Unterschiede des auf beiden Punkten gemessenen Luftdruckes abgeleitet wird, sind auf dem grönländischen Inlandeise bei den bisherigen 3 Überquerungen (Nansen, Quervain, Koch-Wegener) gemacht worden. Barometrische Höhenmessungen über so große Entfernungen, also ohne benachbarte Basisstationen, sind aber an sich schon recht ungenau. Auf dem grönländischen Inlandeise sind sie es noch besonders durch die dortigen abnormen Luftdruckverhältnisse, bedingt durch die Unterkühlung der dem Inlandeise aufliegenden Luftschichten. Anstatt also aus Luftdruckmessungen auf die Höhe zu schließen, sollte hier umgekehrt der auf dem Inlandeise gemessene Luftdruck durch die auf anderem Wege einwandfrei festgestellte Höhe mit dem Luftdruck an den Küstenstationen vergleichbar gemacht werden. Das war notwendig für das Studium des auf dem Inlandeise vermuteten ständigen Hochdruckgebietes, der glazialen Antizyklone.

Ein weiterer Zweck war der folgende: Das trigonometrische Nivellement ergibt ein Profil des Inlandeises mit allen Einzelheiten seiner Rücken und Mulden. Dadurch ist für ewige Zeiten der heutige Stand des Inlandeises festgestellt. Für die Zukunft ist es so ermöglicht, jede Änderung in dem Bestande des Inlandeises durch Wiederholung der Messung zahlenmäßig zu verfolgen. Außerdem fanden alle

übrigen Messungen der Expedition im Anschluß an dieses nivellierte Profil statt, sind also der Höhe nach genau angeschlossen.

Die trigonometrische Höhenmessung wurde folgendermaßen durchgeführt: Auf dem 400 km langen Wege zwischen der Weststation und der Station „Eismitte“ waren in Abständen von 500 m Flaggen als Wegezeichen aufgestellt. Von etwa 1 km abseits dieses Weges liegenden Punkten wurden mit einem Theodolit die Höhenwinkel nach den jeweils sichtbaren Wegeflaggen gemessen. Aus den gleichzeitig gemessenen Horizontalwinkeln in Verbindung mit einigen wenigen Streckenmessungen lassen sich die Entfernungen nach den einzelnen Wegeflaggen ableiten. Aus den Entfernungen und Höhenwinkeln können dann die Höhenunterschiede von Punkt zu Punkt für die ganze Strecke errechnet werden.

Die Höhenwinkel und damit auch die daraus errechneten Höhenunterschiede werden verfälscht durch die in den unteren Luftschichten über dem Inlandeise abnorme, stark wechselnde und bisher unerforschte Brechung der Lichtstrahlen. Um den jeweiligen Betrag dieser Strahlenbrechung aus den Messungen selbst möglichst genau zu erkennen, war es notwendig, für die Übertragung der Höhen von einem Instrumentenstandpunkt zum nächsten möglichst viele Wegeflaggen mit möglichst verschiedenen Entfernungen zu benutzen. So ergaben sich von der Westküste Grönlands bis zur Mitte des Inlandeises fast 200 Theodolitstandpunkte mit etwa 4000 Höhenwinkelmessungen. Dadurch hat sich zwangsläufig auch ein großes Material für das Studium der Strahlenbrechung in den bodennahen Schichten auf dem Inlandeise ergeben.

Die Propellerschlitten bei der „Deutschen Grönlandexpedition Alfred Wegener“.

Von Dipl.-Ing. Curt Schiff, Expeditionsteilnehmer.

(Mit einer Abbildung.)

Die Gesamtanlage der Expedition mit der einjährigen Besetzung der Station „Eismitte“ und den umfangreichen wissenschaftlichen Arbeiten auf dem Inlandeise, die in verhältnismäßig großem Abstand von der Weststation erledigt werden mußten, brachte besondere Schwierigkeiten bezüglich der Lösung der Verkehrs- und Transportfrage mit sich. Der Gedanke, neben dem Hundeschlitten, dem alt-erprobten Verkehrsmittel der Arktis, auch mechanisch angetriebene Fahrzeuge zu verwenden, liegt sehr nahe. Leider waren aber den bisher verwendeten Fahrzeugen dieser Art noch keine Erfolge beschieden, da ihre Antriebsorgane je nach Bauart auf der zwischen

Eis, Schneesumpf und grundlosem Neuschnee wechselnden Oberfläche irgend einmal versagten. Diese Erfahrungen veranlaßten Alfred Wegener, versuchsweise Motor-Fahrzeuge zu verwenden, deren Antriebskraft nicht auf den Boden wirkte, und die möglichst geringes Eigengewicht hatten.

Die beiden Propellerschlitten der Expedition waren von der Finnischen Staatlichen Flugzeugfabrik in Helsingfors angefertigt, da diese Stelle über ausgiebige Betriebserfahrungen bei Fahrten auf dem Meereis verfügte. Obwohl die Schlitten eine für die Zwecke der Expedition zugeschnittene Sonderkonstruktion darstellten, mußten sie in Grönland in ver-

schiedenen Einzelheiten noch den dortigen Boden- und Witterungs-Verhältnissen besonders angepaßt werden.

Mit Rücksicht auf einfache Instandsetzungsmöglichkeit bei Beschädigungen und auf größtmögliche Zuladung war eine einfache und leichte Bauweise, Holzstabfachwerk mit Sperrholz-Beplankung, gewählt worden. Die Karosserie mit geschlossener Führer-Kabine für zwei Personen und offenem Frachtraum war stromlinienförmig ausgebildet. Als Antrieb diente ein hinten sitzender Siemens Sh 12-Flugmotor von 112 PS Leistung mit Druckpropeller. Das Fahrwerk bestand aus 4 Hickory-Kufen, die paarweise drehbar auf zwei Stahlrohr-Achsen saßen und gegen den Schlitten-Kasten durch Gummizüge abgedeutert waren. Das vordere Kufenpaar war nach Art einer Automobilsteuerung lenkbar.

Große Schwierigkeiten bereitete der Transport der Motorschlitten vom Meer aus auf das



Aufn. Schif.

70prozentige Steigung im Gletscherbruch.

Aus „Alfred Wegeners letzte Grönlandfahrt“.
Mit Genehmigung des Verlags F. A. Brockhaus.

Inlandeis. Durch mühevollen Wegebauarbeiten mit der Eisaxt und umfangreiche Sprengungen wurde ein Weg durch den Gletscherbruch geschaffen. Über die Gletscherspalten mußten Brücken geschlagen werden. Mit Hilfe einer Winde, die im Laufe des Transportes an 16 verschiedenen Stellen aufgebaut wurde, konnten die Schlitten in 6wöchiger Arbeit über Steigungen bis zu 70% auf das Inlandeis in 1000 m Seehöhe gebracht werden.

Bei den Fahrten im Randgebiet des Inlandeises stellten sich neue Schwierigkeiten ein. Bis zu 60 km Abstand von der Küste ist das Inlandeis mit breiten Spalten durchsetzt, die uns mehrfach in äußerst unangenehme Lagen brachten. Die Motorschlitten brachen in die Spalten ein und wurden dabei schwer beschädigt. Es gelang jedoch stets, sie zu bergen und trotz der geringen zur Verfügung stehenden Hilfsmittel wieder instandzusetzen.

Gebiete mit harten Schneewehen, Nadeleis, Schneesümpfen, Steigungen und Gegenwind

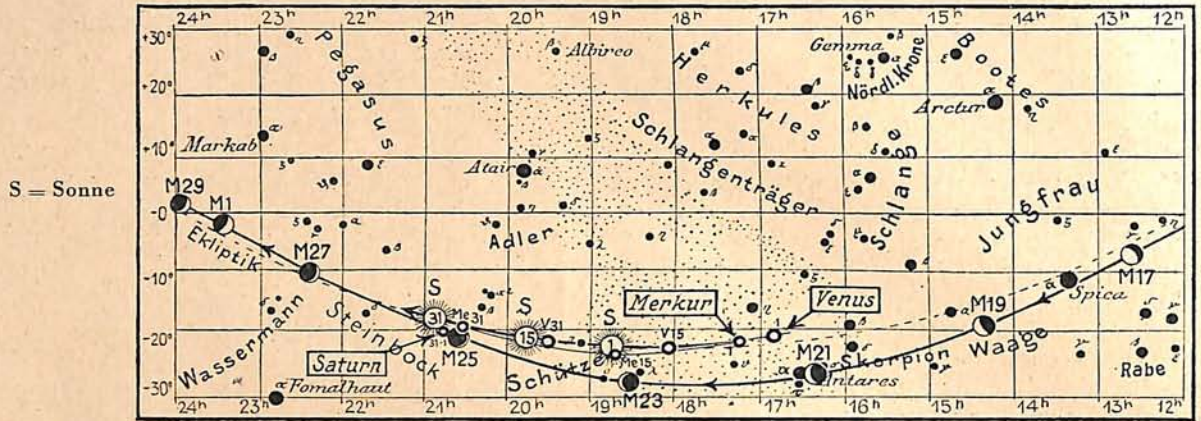
bildeten weitere Hindernisse im Randgebiet; dazu kam noch die unangenehme Erscheinung, daß die Schlittenkufen bei bestimmten Schnee- und Temperatur-Verhältnissen am Boden festklebten, so daß sie beim Start mit Stangen losgebroschen werden mußten.

Bei den vielen Fahrten, die wir mit den Schlitten in diesem unangenehmen Gebiet durchführten, konnten wir jedoch in kurzer Zeit so viel Erfahrungen zur Behebung dieser Schwierigkeiten sammeln, daß wir bald verhältnismäßig befriedigende Ergebnisse erzielten.

Geradezu ideal waren jedoch die Bahnverhältnisse jenseits des Spaltengebiets, auf der Strecke zwischen 80 und 400 km Abstand von der Küste. Während in der Randzone die Gebiete mit Firn, Harsch und Schneewehen die Schlittengeschwindigkeit bei gleichzeitiger hoher Beanspruchung des Fahrwerks herabsetzten, erreichten wir hier auf ebener Bahn im Pulverschnee mit gewachsenen Skiern mühelos Durchschnittsgeschwindigkeiten von 35 bis 40 km pro Stunde bei vollbeladenen Schlitten. Hier gelang auch die bei den bisherigen polaren Reisebegriffen für unerreichbar gehaltene Leistung: die 300 km lange Strecke von 100 km Randabstand bis 400 km Randabstand (Station „Eismitte“) wurde mit vollbeladenen Schlitten an einem Tag, in 9 Stunden Fahrzeit, zurückgelegt.

Jeder Schlitten hat während der Expedition etwa 3400 km auf dem Inlandeis zurückgelegt. Mit zwei Mann Besatzung beförderte ein Schlitten jeweils 500 bis 600 kg reine Nutzlast. Zweimal fuhren die Schlitten nach der Station „Eismitte“, einmal im Frühjahr des Jahres 1931, einmal im Sommer desselben Jahres zur Durchführung der Eisdickenmessungen. Bei dieser Arbeit waren die Propellerschlitten von ganz besonderem Nutzen, da mit ihrer Hilfe der Sprengstoff bequem an die bis zu 4 $\frac{1}{2}$ km von der Meßstelle entfernten Sprengstellen ausgefahren werden konnte. Die Überlegenheit der Propellerschlitten gegenüber den Hundeschlitten erwies sich hier besonders deutlich, und zwar nicht nur dadurch, daß die Stundenleistung eines Motorschlittens etwa 3 bis 4mal so groß ist wie die Tagesleistung eines Hundeschlittens, sondern besonders deshalb, weil mit dem Motorschlitten auf wissenschaftlichen Reisen unterwegs beliebig Aufenthalt genommen werden kann. Der Hundeschlitten, der täglich ein bestimmtes Gewicht an Hundefutter verbraucht, muß jeden Wartetag vermeiden, da sonst die Hunde allmählich die Nutzlast auffressen. Die bestmögliche Ausnutzung der vorhandenen Transportmittel ergibt sich aber aus einer zweckmäßigen Zusammenarbeit von Hundeschlitten und Propellerschlitten, die auch hier, bei dem ersten Versuch mit diesem mechanischen Beförderungsmittel, schließlich erst den vollen Erfolg ermöglichte.

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



Der gestirnte Himmel im Januar 1933.

Von Günter Archenhold.

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

Mit unserem Bericht über die Himmelserscheinungen im ersten Kalenderabschnitt wollen wir eine kurze Übersicht über die wichtigsten Himmelsereignisse des neuen Jahres verbinden. Brachte uns das vergangene Jahr eine fast totale Mondfinsternis, so werden wir am 21. August 1933 eine teilweise Sonnenfinsternis beobachten können. Der Beginn der Finsternis tritt in Berlin ein, wenn sich die Sonne noch unter dem Horizont befindet. Bereits 13 Minuten nach ihrem Aufgange, um 5^h12^m, tritt der Moment der stärksten Verfinsternis ein, in dem 31% des Sonnendurchmessers vom Mond verdunkelt sind. Die Finsternis ist um 5^h57^m, knapp eine Stunde nach Sonnenaufgang, beendet. Eine Mondfinsternis findet im Jahre 1933 überhaupt nicht statt.

An periodischen Kometen wird das Jahr nicht so reich sein wie das vergangene. Zurück erwartet werden die Kometen Finlay, Pons-Winnecke und Giacobini-Zinner, von denen jedoch nur der Pons-Winneckesche Komet für eine Beobachtung durch den Liebhaberastromen in Betracht kommt. Dieser Komet war bei seiner letzten Rückkehr im Jahre 1927 so hell, daß ich ihn mit bloßem Auge erkennen konnte. In diesem Jahre wird er bei weitem nicht so nahe an die Erde herankommen. Die Störungen seiner Bahn bewirken, daß sich die Periheldistanz bei jedem Umlauf um nahezu 10 Millionen km vergrößert, woraus folgt, daß eine so starke Annäherung des Kometen wie im Juni 1927 überhaupt nicht mehr eintreten wird.

Der Planet Mars gelangt am 3. März in Erdnähe, jedoch ist die diesjährige Opposition nicht günstig, denn der geringste Abstand beträgt dann immer noch über 100 Millionen km.

Von den Sternschnuppenfällen verdienen die Leoniden und Andromediden, beide im November, besondere Beachtung, weil es nicht ausgeschlossen ist, daß sie in einem verstärkten Maße auftreten.

Die ersten Tage des Januar sind dadurch ausgezeichnet, daß sämtliche fünf hellen Planeten mit bloßem Auge sichtbar sind. Am Abendhimmel ist kurz nach Sonnenuntergang Saturn zu finden; im Laufe der Nacht erscheinen Mars und Jupiter und in der Frühe, kurz vor Sonnenaufgang, Venus und Merkur. Die Stellung der Sterne am 1. Januar um 22^h, am 15. um 21^h und am 31. um 20^h gibt unsere Sternkarte auf dem Umschlage wieder. Der sternreichste Teil liegt auf der Südseite des Himmels, wo die prachtvollen Wintergestirne leuchten.

Die Zeiten der Lichtminima des veränderlichen Sterns Algol im Perseus bringen wir von jetzt an in dem „Kalender der Konstellationen und bemerkenswerten Himmelserscheinungen“ am Schluß des „Gestirnten Himmels“. Auch haben wir in der Form der Tabellen einige Änderungen vorgenommen. In die Tabelle des Sonnenlaufs sind die Sonnenauf- und Untergänge für Berlin aufgenommen; ferner geben wir eine Tabelle für den Mond- und Untergang von Tag zu Tag. Die Daten der Erdnähen und -fernen werden künftighin unter den Konstellationen erscheinen.

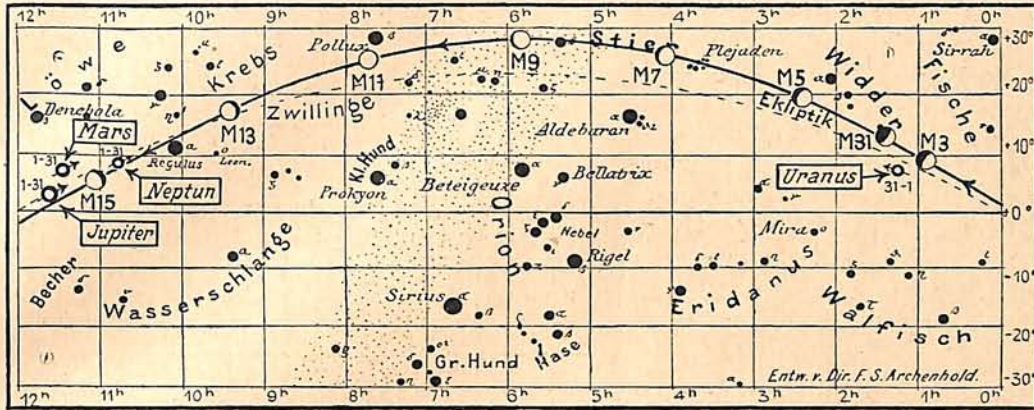
Die Planeten.

Merkur geht Anfang des Jahres um 6^{3/4}^h, also 1^{1/2} Stunden vor der Sonne auf und ist wie im Dezember am Morgenhimmel mit bloßem Auge sichtbar. Da er links unterhalb der hellen Venus steht, hat man einen guten

für den Monat Januar 1933.

Abb. 2b.

Nachdruck verboten.



Anhaltspunkt dafür, an welcher Stelle des durch die Dämmerung bereits aufgehellten Horizontes man ihn zu suchen hat. Merkur ist Anfang Januar heller als Wega. Seine Sichtbarkeitsdauer vermindert sich rasch, da er sich dem Tagesgestirn nähert, in dessen Strahlen er Mitte des Monats verschwindet.

Venus erscheint am Anfang des Monats um 6^h am südöstlichen Horizont und bleibt 1½ Stunden lang zu beobachten. Auch sie nähert sich der Sonne, wie aus unserer Planetenkarte hervorgeht, so daß sich ihre Sichtbarkeitsdauer vermindert. Ende des Monats geht sie erst um 7^h auf.

Mars kommt mit dem Sternbilde des Löwen anfangs um 22^h, am Monatsende gegen 20^h über den östlichen Horizont herauf. Er nähert sich jetzt der Erde sehr schnell. Am 1. Januar beträgt sein Abstand 151 Millionen km, am 31. jedoch nur noch 117 Millionen km. Dementsprechend wächst sein scheinbarer Durchmesser von 9" auf 12" und seine Helligkeit von +0^m,3 auf -0^m,4 an. Mars wird also heller als ein Stern 1. Größe. Zum Vergleich sei angeführt, daß Sirius die Sternhelligkeit -1^m,6, Wega +0^m,1 besitzt. Die Bewegung des Planeten unter den Sternen ist in diesem Monat außerordentlich gering. Am 22. Januar ändert er seine bisher rechtläufige Bewegung und wird rückläufig.

Jupiter, ebenfalls im Sternbilde des Löwen, geht ½ Stunde später als Mars auf, anfangs um 22½^h, in den letzten Tagen des Monats um 20½^h. Er wird bereits am 8. Januar rückläufig. Die Stellungen und Verfinsterungen seiner vier hellen Monde geben wir nebeneinander an.

Saturn gelangt am 27. Januar in Konjunktion mit der Sonne und ist nur in der ersten Hälfte des Monats kurze Zeit am Abendhimmel zu beobachten. Sein Untergang erfolgt am 1. Januar um 18^h und täglich 4^m früher.

Uranus, der mit einem Fernrohr oder Feldstecher aufgesucht werden kann, steht bei Eintritt der Dunkelheit hoch am Himmel. Sein Meridiandurchgang erfolgt Mitte des Monats um 17½^h. Seine Stellung ist Rekt. = 1^h13^m,2 und Dekl. = +7°6'.

Neptun kann ebenfalls beobachtet werden. Er steht im Sternbilde des Löwen in Rekt. = 10^h47^m,0 und Dekl. = +8°39'.

Stellungen und Verfinsterungen der Jupitermonde.

| Verfinsterungen | | | Stellungen | | | |
|-----------------|----------|-------|------------|-----------------|------|-----------------|
| Jan. | M. E. Z. | Mond | Jan. | 3h 45m M. E. Z. | Jan. | 3h 45m M. E. Z. |
| 2 | 22 56 | III A | 1 | 3 0 214 | 17 | 2 0 14 |
| 4 | 7 7 | I E | 2 | 31 0 42 | 18 | 21 0 34 |
| 6 | 1 35 | I E | 3 | 42 0 31 | 19 | ④ 123 |
| 7 | 22 57 | II E | 4 | 421 0 3 | 20 | 41 0 23 |
| 9 | 23 35 | III E | 5 | 4 0 123 | 21 | 423 ① |
| 10 | 2 53 | III A | 6 | 4 0 23 | 22 | 432 0 1 |
| 13 | 3 28 | I E | 7 | 4231 0 | 23 | 431 0 2 |
| 14 | 21 56 | I E | 8 | 43 0 1 | 24 | 432 0 1 |
| 15 | 1 33 | II E | 9 | 431 0 2 | 25 | 421 0 3 |
| 17 | 3 32 | III E | 10 | 423 0 1 | 26 | 4 0 213 |
| 17 | 6 49 | III A | 11 | 21 0 43 | 27 | 1 0 23 |
| 20 | 5 21 | I E | 12 | 0 1243 | 28 | 2 ③ 14 |
| 21 | 23 49 | I E | 13 | 0 234 | 29 | 32 0 4 |
| 22 | 4 9 | II E | 14 | 23 ④ 4 | 30 | 31 0 24 |
| 24 | 7 30 | III E | 15 | 3 0 14 | 31 | 3 ② 14 |
| 27 | 3 10 | IV E | 16 | 31 0 24 | | |
| 27 | 7 1 | IV A | | | | |
| 27 | 7 14 | I E | | | | |
| 29 | 1 42 | I E | | | | |
| 29 | 6 45 | II E | | | | |

E = Eintritt
A = Austritt

Die Stellungen der Monde sind in ihrer Reihenfolge so angegeben, wie sie im umkehrenden astronomischen Fernrohr erscheinen. 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.

Tabellen zum Sonnen- und Mondlauf.

Die Sonne strebt in ihrer Bahn wieder aufwärts. Die Tage verlängern sich und nehmen von 7¾ auf 9 Stunden zu. Am 3. Januar steht die Erde beim Durchgang durch ihr Perihel der Sonne am nächsten.

Es sei an dieser Stelle darauf aufmerksam gemacht, daß im November und Dezember eine größere Sonnenfleckengruppe sichtbar gewesen ist, die möglicherweise im Januar nach einer weiteren Rotation der Sonne wiederkehrt. Die Gruppe liegt auf der nördlichen Sonnenhälfte und passierte am 12. Dezember den Zentralmeridian. In den Hauptfleck, der aus einer Penumbra und einem mehrfach geteilten Kern bestand, hätte man 3 Erdkugeln nebeneinander hineinlegen können. Sein Wiederauftauchen am Ostrande der Sonne ist am 3. Januar zu erwarten.

Die Angaben über den Sonnenlauf enthält die nachstehende Tabelle:

| Januar | Deklin. 0 ^h Weltzeit | Aufgang für Berlin (Polhöhe 52 ¹ / ₂ °) | | Untergang für Berlin (Polhöhe 52 ¹ / ₂ °) | | Zeitgleichg. wahre minus mittlere Zeit | Sternzeit Berl. Mittag | |
|--------|------------------------------------|---|----------|---|----------|--|---------------------------|---|
| | | M. E. Z. | M. E. Z. | M. E. Z. | M. E. Z. | | h | m |
| 1. | 23 4 | 8 17 | 16 2 | 3 35 | 18 42,6 | | | |
| 5. | 22 41 | 8 16 | 16 7 | 5 26 | 18 58,4 | | | |
| 10. | 22 4 | 8 14 | 16 14 | 7 34 | 19 18,1 | | | |
| 15. | 21 15 | 8 10 | 16 22 | 9 28 | 19 37,8 | | | |
| 20. | 20 16 | 8 5 | 16 30 | 11 6 | 19 57,5 | | | |
| 25. | 19 8 | 7 59 | 16 38 | 12 25 | 20 17,2 | | | |
| 30. | 17 50 | 7 52 | 16 47 | 13 25 | 20 36,9 | | | |

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

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

| | | |
|------------------|---------|----------------------------------|
| Erstes Viertel: | Jan. 3. | 17 ¹ / ₂ h |
| Vollmond: | „ 11. | 21 ¹ / ₂ |
| Letztes Viertel: | „ 19. | 7 ¹ / ₄ |
| Neumond: | „ 26. | 0 ¹ / ₄ h |

Die Auf- und Untergangszeiten des Mondes für Berlin sind folgende:

| Jan. | Wochen- tag | Mond- Aufgang für Berlin | | Mond- Untergang für Berlin | | Jan. | Wochen- tag | Mond- Aufgang für Berlin | | Mond- Untergang für Berlin | |
|------|----------------|--------------------------------|----------|----------------------------------|----------|------|----------------|--------------------------------|----------|----------------------------------|----|
| | | M. E. Z. | M. E. Z. | M. E. Z. | M. E. Z. | | | M. E. Z. | M. E. Z. | | |
| | | h | m | h | m | | | h | m | h | m |
| 1 | St | 10 | 56 | 22 | 31 | 17 | Di | 23 | 28 | 10 | 10 |
| 2 | Mo | 11 | 7 | 23 | 45 | 18 | Mi | — | — | 10 | 21 |
| 3 | Di | 11 | 16 | — | — | 19 | Do | 0 | 53 | 10 | 34 |
| 4 | Mi | 11 | 25 | 0 | 59 | 20 | Fr | 2 | 23 | 10 | 52 |
| 5 | Do | 11 | 37 | 2 | 13 | 21 | Sa | 3 | 54 | 11 | 17 |
| 6 | Fr | 11 | 52 | 3 | 26 | 22 | St | 5 | 23 | 11 | 56 |
| 7 | Sa | 12 | 12 | 4 | 41 | 23 | Mo | 6 | 39 | 12 | 56 |
| 8 | St | 12 | 40 | 5 | 53 | 24 | Di | 7 | 34 | 14 | 15 |
| 9 | Mo | 13 | 21 | 6 | 59 | 25 | Mi | 8 | 10 | 15 | 45 |
| 10 | Di | 14 | 18 | 7 | 52 | 26 | Do | 8 | 34 | 17 | 16 |
| 11 | Mi | 15 | 26 | 8 | 32 | 27 | Fr | 8 | 50 | 18 | 43 |
| 12 | Do | 16 | 43 | 9 | 2 | 28 | Sa | 9 | 2 | 20 | 6 |
| 13 | Fr | 18 | 4 | 9 | 22 | 29 | St | 9 | 13 | 21 | 24 |
| 14 | Sa | 19 | 25 | 9 | 37 | 30 | Mo | 9 | 22 | 22 | 40 |
| 15 | St | 20 | 46 | 9 | 49 | 31 | Di | 9 | 31 | 23 | 54 |
| 16 | Mo | 22 | 6 | 10 | 0 | | | | | | |

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

| Jan. | Name | Gr. | Rekt. 1933 | | Dekl. 1933 | | Phase | Zeiten für Berlin | | Win- kel | Mond- alter | Hilfsgrößen | |
|------|----------------|-----|------------|------|------------|----|-------|----------------------|------|-------------|----------------|-------------|-------|
| | | | h | m | o | ' | | h | m | | | a | b |
| 1. | 316 B. Aquarii | 6,5 | 23 | 16,8 | - 4 | 17 | E | 18 | 44,5 | 40 | 5,2 | - 0,8 | + 0,4 |
| 3. | δ Piscium | 4,5 | 0 | 45,2 | + 7 | 13 | E | 18 | 6 | 83 | 7,1 | - 1,8 | + 0,2 |
| 9. | 406 B. Tauri | 5,6 | 5 | 46,7 | + 27 | 57 | E | 21 | 47 | 74 | 13,4 | - 1,5 | + 1,1 |
| 12. | ζ Geminorum | 3,6 | 7 | 40,4 | + 24 | 34 | E | 0 | 1,5 | 156 | 15,5 | - 1,0 | - 3,0 |
| 12. | ζ Geminorum | 3,6 | | | | | A | 0 | 55,5 | 242 | 15,5 | - 2,1 | + 1,2 |
| 13. | 12 B. Leonis | 6,3 | 9 | 21,8 | + 16 | 53 | A | 23 | 4 | 276 | 17,4 | - 1,1 | + 1,1 |

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 $a (13^{\circ},1 - \lambda) + b (\varphi - 52^{\circ},4)$ hinzuzufügen, wobei λ und φ die geographische Länge und Breite des Beobachtungsortes bedeuten.

Kalender der Konstellationen und bemerkenswerten Himmelserscheinungen.

| Jan. h | Jan. h |
|--------|--------|
| 1. 19 | 16. 15 |
| 3. 3 | 16. 19 |
| 3. 18 | 22. 3 |
| 3. 20 | 23. 4 |
| 4. 10 | 23. 5 |
| 6. 0 | 24. 9 |
| 7. 3 | 25. 7 |
| 8. 18 | 26. 2 |
| 8. 21 | 26. 2 |
| 9. 22 | 27. 14 |
| 11. 18 | 28. 23 |
| 12. 0 | 31. 19 |
| 13. 23 | 31. 19 |
| 15. 18 | |

1. 19 Bedeckung von 316 B. Aquarii.
 3. 3 Algol im kleinsten Licht.
 3. 18 Bedeckung von δ Piscium.
 3. 20 Erde in Sonnennähe.
 4. 10 Uranus in Konjunktion mit dem Monde.
 6. 0 Algol im kleinsten Licht.
 7. 3 Mond in Erdferne (scheinbarer Durchmesser 29'31", Horizontalparallaxe 54'5").
 8. 18 Jupiter stationär.
 8. 21 Algol im kleinsten Licht.
 9. 22 Bedeckung von 406 B. Tauri.
 11. 18 Algol im kleinsten Licht.
 12. 0 Bedeckung von ζ Geminorum.
 13. 23 Bedeckung von 12 B. Leonis.
 15. 18 Neptun in Konjunktion mit dem Monde.
 16. 15 Mars in Konjunktion mit dem Monde.
 16. 19 Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
 22. 3 Mars stationär.
 23. 4 Mond in Erdnähe (scheinbarer Durchmesser 32'45", Horizontalparallaxe 60'0").
 23. 5 Algol im kleinsten Licht.
 24. 9 Venus in Konjunktion mit dem Monde.
 25. 7 Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
 26. 2 Algol im kleinsten Licht.
 26. 2 Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
 27. 14 Saturn in Konjunktion mit der Sonne.
 28. 23 Algol im kleinsten Licht.
 31. 19 Uranus in Konjunktion mit dem Monde.
 31. 19 Algol im kleinsten Licht.

Vorschlag einer neuen astronomischen Stundenbezeichnung.

Von Eduard Engert.

Die bürgerliche Stundenbezeichnung hat für astronomische Beobachtungen den großen Nachteil, daß ein und dieselbe Beobachtungsnacht durch zwei verschiedene Tagesdaten getrennt wird. Diesem Übelstand hat man schon dadurch abzuhelpen versucht, daß man für astronomische Beobachtungen die Zeit von Mittag bis Mittag von 1^h—24^h durchzählt (also nicht von Mitternacht bis Mitternacht), hat aber damit den vielleicht noch größeren Nachteil in Kauf genommen, daß die Eindeutigkeit der Bezeichnung verlorengegangen ist, wenn man die nähere Angabe wegläßt, welche Bezeichnungsweise verwendet ist.

Der neue Vorschlag, der beiden Mißständen abhilft, ist nun folgender: Die Zeit werde von Mittag bis Mitternacht wie in der

bürgerlichen Bezeichnungsweise bezeichnet, von Mitternacht bis Mittag aber unter Beibehaltung desselben Tagesdatums von 24^h—36^h weitergezählt. Den großen Vorzug dieser Bezeichnung sehe ich nicht nur in der Kürze, sondern insbesondere auch darin, daß sie ohne weiteres neben der bürgerlichen verwendet werden kann, ohne daß Verwechslungen entstehen können. Wer also z. B. vom 11. Januar 23^h bis 12. Januar 2^h beobachtet, schreibt hiernach kurz 11. Januar 23^h—26^h. Oder für die Zeit des Algolminimums schreiben wir nicht 24. November 1^h, sondern 23. November 25^h und bezeichnen damit gleich direkt den Tag, an dem wir zur Beobachtung aufbleiben wollen und brauchen nicht einen Tag zurückzurechnen, was leicht zu Irrungen Anlaß geben kann.

AUS DEM LESERKREISE

Die Größenverhältnisse der Sonnenflecken.

Vor kurzem habe ich im „Weltall“, Jg. 31, Heft 10/11, die wechselnde Häufigkeit der einzelnen Sonnenfleckentypen im Verlaufe einer Fleckenperiode auf Grund meiner Beobachtungen behandelt. In der gleichen Weise habe ich nun die verschiedene Häufigkeit der Größenklassen untersucht.

Für diesen Zweck sind die bekannten Relativzahlen, die sich sonst überall so gut bewähren, nicht geeignet. Ich habe daher seit 1927 bei meinen regelmäßigen Sonnenbeobachtungen neben den Relativzahlen noch „Arealzahlen“ bestimmt. Die Einreihung der Flecken in die einzelnen Größenklassen (Arealzahlen) geschah ganz einfach durch Schätzung nach einer 10stufigen Skala, und zwar derart, daß die Arealzahl „1“ die kleinsten Flecken (Poren), die Arealzahl „10“ die größten, mit bloßem Auge bequem wahrnehmbaren Gruppen bedeutet. Diese Methode der Schätzung mag zwar im Einzelfalle mit ziemlicher Willkür und nicht unbedeutenden Fehlermöglichkeiten behaftet sein, im Verlaufe eines längeren Zeitraumes, etwa eines Jahres, gleicht sich dies jedoch wieder aus; haben doch auch die bei der Verfolgung der Veränderlichen mit der Stufenschätzungsmethode gemachten Erfahrungen zu sehr befriedigenden und genauen Resultaten geführt.

Das Ergebnis meiner Beobachtungen zeigt

Tabelle 1

(Häufigkeit der Arealzahlen 1 bis 10 in Prozent.)

| Jahr | Arealzahl | | | | | | | | | |
|--------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1927 | 8,0 | 13,0 | 16,6 | 18,0 | 16,3 | 6,4 | 7,4 | 7,1 | 7,2 | 0,0 |
| 1928 | 5,8 | 9,0 | 13,0 | 10,0 | 18,0 | 9,5 | 12,3 | 9,2 | 9,5 | 3,7 |
| 1929 | 4,1 | 6,8 | 10,7 | 13,4 | 21,6 | 10,6 | 13,9 | 12,3 | 6,0 | 0,6 |
| 1930 | 3,6 | 14,0 | 14,1 | 19,9 | 14,1 | 11,9 | 8,0 | 11,9 | 2,5 | 0,0 |
| 1931 | 3,4 | 10,2 | 16,2 | 12,9 | 15,6 | 14,2 | 16,3 | 6,1 | 5,1 | 0,0 |
| Mittel | 5,1 | 10,5 | 14,0 | 14,8 | 17,2 | 10,4 | 11,4 | 9,5 | 6,1 | 1,0 |

Trägt man die Zahlen der waagerechten Reihen kurvenmäßig auf, so ist in einzelnen Reihen, besonders aber im Gesamtmittel der betrachteten fünf Jahre eine ungebrochene Kurve noch nicht erreicht. Man wird da-

her zwecks Erzielung besserer Resultate gut tun, je zwei aufeinanderfolgende Arealzahlen zu einer neuen Einheit zusammenzufassen; dabei werden dann gewisse Ungenauigkeiten ausgeschaltet, welche durch im Beobachter liegende Einflüsse hervorgerufen werden (so ist es ja bekannt, daß jedermann zu bestimmten Zeiten gewisse Zahlen bevorzugt, also häufiger schätzt, was sich aber im Laufe der Zeit verschiebt, so daß sich dieser Fehler im Verlaufe einer langen Beobachtungsreihe wieder ausmerzt). Wir fassen daher die Arealzahlen zu nur fünf Gruppen in der folgenden Weise zusammen:

| | |
|-------------------|---------------------|
| Arealzahl 1 + 2 = | sehr kleine Flecken |
| „ 3 + 4 = | kleine Flecken |
| „ 5 + 6 = | mittelgroße Flecken |
| „ 7 + 8 = | große Flecken |
| „ 9 + 10 = | sehr große Flecken |

und gelangen so zu

| Jahr | Tabelle 2 | | | | | Summe |
|--------|-----------|------|------|------|------|-------|
| | Arealzahl | | | | | |
| | 1+2 | 3+4 | 5+6 | 7+8 | 9+10 | |
| 1927 | 21,0 | 34,6 | 22,7 | 14,5 | 7,2 | 100 |
| 1928 | 14,8 | 23,0 | 27,5 | 21,5 | 13,2 | 100 |
| 1929 | 10,9 | 24,1 | 32,2 | 26,2 | 6,6 | 100 |
| 1930 | 17,6 | 34,0 | 26,0 | 19,9 | 2,5 | 100 |
| 1931 | 13,6 | 29,1 | 29,8 | 22,4 | 5,1 | 100 |
| Mittel | 15,6 | 28,8 | 27,6 | 20,9 | 7,1 | 100 |

Bei Betrachtung der Tabelle zeigt sich, daß im Gesamtdurchschnitt der in die Untersuchung einbezogenen fünf Jahre am häufigsten die kleinen und mittleren Flecken auftreten, denen erst in ziemlichem Abstand die großen folgen. Am seltensten waren die Riesengruppen; da der betrachtete Zeitraum wohl ein Fleckenmaximum, aber kein Minimum enthält, wird sich dieses Verhältnis in den folgenden Jahren wohl noch weiter zu Ungunsten der sehr großen Gruppen verschieben.

Die sehr kleinen Gruppen (1 und 2) waren am seltensten kurz nach dem Maximum. Auch die kleinen (3 und 4) verhielten sich ähnlich: ihr Häufigkeitsminimum fiel ins Maximaljahr der Sonnentätigkeit

(1928), was ohne weiteres verständlich erscheint. Die mittelgroßen (5 und 6) und großen (7 und 8) Gruppen verhielten sich völlig gleichartig, indem sie beide am häufigsten kurz nach dem Sonnenfleckmaximum auftraten, und die sehr großen (9 und 10) erreichten ihre maximale Häufigkeit gleichzeitig mit dem Höhepunkt der Sonnentätigkeit.

Diese Resultate entsprechen also durchaus den Erwartungen, wenn auch die Verhältnisse nicht so klar liegen, wie im Falle meiner eingangs erwähnten Arbeit. Natürlich können die Untersuchungen, über welche hier

berichtet wurde, nur als ein erster Versuch in dieser Richtung gewertet werden und sind auch über einen viel zu kurzen Zeitraum ausgedehnt, um endgültige Schlüsse daraus zu ziehen. Es wäre aber wünschenswert, wenn das umfangreiche Beobachtungsmaterial großer Forschungsinstitute (besonders das photographische), welches vielfach noch ungenützt brachliegt, in dieser Hinsicht, wie auch in Richtung meiner vorhergehenden Arbeit in Heft 10/11 (Jg. 31), einer Durchsicht unterzogen würde.

Dr. Werner S a n d n e r.

KLEINE MITTEILUNGEN

Die Bedeckungsveränderlichen. Diese Veränderlichen sind Doppelsterne. Die Komponenten eines solchen Paares bewegen sich periodisch in einer Ebene, die nur wenig gegen die Blickrichtung geneigt ist, so daß gegenseitige Bedeckungen während der Konjunktionsstellungen möglich sind. Die Komponenten der Bedeckungsveränderlichen stehen gewöhnlich sehr nahe beieinander, so daß bei ihnen die Perioden im Durchschnitt kleiner sind als bei den spektroskopischen und visuellen Doppelsternen. Bei 336 Bedeckungsveränderlichen mit sicher bekannter Periode aus einer Gesamtzahl von 349 untersuchten Systemen liegen bei 44 Sternen die Perioden zwischen 0,20 und 0,65 Tagen, bei 266 zwischen 0,65 und 10,50 Tagen, und nur 26 Sterne haben Perioden länger als 10,50 Tage. Infolge ihres geringen Abstandes voneinander bewirken die wechselseitigen Anziehungskräfte merkliche Deformationen der Gestalt der Komponenten. Diese Erscheinung läßt sich mit der Gezeitenwirkung im Erd-Mond-System vergleichen. Aus der beobachteten Lichtkurve läßt sich ableiten, ob man es mit elliptischen oder nicht-elliptischen Paaren zu tun hat. Der geschichtlichen Entwicklung der Erforschung der Bedeckungsveränderlichen nach nennt man die erste Gruppe β Lyrae-Sterne und die zweite Gruppe Algotsterne. Unter den β Lyrae-Sternen gibt es eine Gruppe von etwa 25 Sternen, die eine große Elliptizität der Komponenten zeigt und eine kurze Periode hat, die W Ursae Majoris-Sterne.

Es sind 90 Bedeckungsveränderliche sicher zu den elliptischen und 130 zu den nichtelliptischen zu zählen; bei dem Rest läßt sich bis jetzt noch keine eindeutige Entscheidung treffen. Zwischen der Periode und den anderen Elementen lassen sich einige interessante Zusammenhänge feststellen. Je kürzer die Periode ist, um so mehr unterscheiden sich die Durchmesser der beiden Komponenten. Die Exzentrizität der Bahn wächst durchschnittlich mit zunehmender Periode. Weitere Eigenschaften lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Der Helligkeitsunterschied der beiden Komponenten ist bei den nichtelliptischen größer als bei den elliptischen Bedeckungsveränderlichen. Für 130 nichtelliptische Systeme ist der durchschnittliche Wert des Flächenhelligkeitsverhältnisses 22, für 70 β Lyrae-Sterne ist er 5, und für die W Ursae Majoris-Sterne beträgt der Wert 1, eine Tatsache, die sich vielleicht kosmogonisch deuten läßt. Die Komponenten unterscheiden sich nämlich desto mehr, je länger die Periode ist. Nimmt man an, daß die Bedeckungsveränderlichen sich durch Spaltung eines rotierenden Sternes gebildet haben, so muß man folgern, daß die Systeme mit kurzer Periode jünger als die mit langen Umlaufzeiten sind.

Bei 7 Bedeckungsveränderlichen läßt sich der Rotationseffekt gut feststellen. (Infolge der Rotation der Sterne erscheinen die Spektrallinien verwaschen, da

sich der eine Rand auf uns zu, der andere von uns fort bewegt. Wird ein rotierender Stern bedeckt, so verlagert sich der Schwerpunkt der Spektrallinien je nachdem, von welcher Sternhälfte uns das Licht noch erreichen kann. Vgl. „Das Weltall“ Jg. 24, Heft 7: Nachweis einer Rotation bei Fixsternen, und Jg. 30, Heft 3: Die Rotation der Sterne.) Die Beobachtung des Rotationseffektes ist deswegen besonders wichtig, weil mit seiner Hilfe über die absoluten Dimensionen der Sterne Entscheidendes gefolgert werden kann. Die mittleren Werte der Gesamtmasse schwanken zwischen 44 und 1,2 Sonnenmassen. Die hellere Komponente liegt vorwiegend auf dem Zwergast des Russell-Diagramms. Giganten scheinen jedoch auch vorhanden zu sein. Die Stellung der schwächeren Komponenten im Russell-Diagramm ist noch fraglich. Für den Riesenast sind sie zu schwach, für die Hauptserie zu hell. Allerdings wurde das Spektrum der schwächeren Komponente nicht durch Beobachtungen geliefert, sondern aus dem Flächenhelligkeitsunterschied der beiden Komponenten berechnet. Vielleicht ist der Flächenhelligkeitsunterschied nicht allein maßgebend für den spektralen Unterschied zwischen den Komponenten, so daß sich die Differenzen hieraus erklären.

Da die Massen der veränderlichen Sterne gut bekannt sind, ist eine Nachprüfung der Massen-Helligkeitsbeziehung von Eddington möglich. (Eddington fand, daß die absolute Helligkeit der Sterne in erster Linie von ihrer Masse abhängig sei. Vgl. „Das Weltall“ Jg. 28, Heft 9: Wie Sterne „gewogen“ werden.) Es zeigt sich, daß für etwa 70 % eine sehr gute Übereinstimmung mit der Eddingtonschen Formel vorhanden ist. Sehr starke Abweichungen sind vor allem bei den kleinsten und größten Massen zu finden. Zum Schluß sei erwähnt, daß etwa sechs der untersuchten Bedeckungsveränderlichen wahrscheinlich Dreikörpersysteme sind.

Dr. S. G a p o s c h k i n.

Sonnenfleckrelativzahlen oder magnetische Charakterzahlen als Maßstab für den Einfluß der Sonne auf irdisches Geschehen? In den letzten Jahren sind eine große Anzahl von Untersuchungen über den Einfluß der Sonnenflecken auf irdische Erscheinungen angestellt worden, die einen Anspruch auf größere Beachtung verdienen. Untersuchungen dieser Art sind zwar durchaus nicht neu, denn bereits im Jahre 1878 ist ein umfangreiches Werk von H. Fritz, betitelt „Die Beziehungen der Sonnenflecken zu den magnetischen und meteorologischen Erscheinungen der Erde“ erschienen. Als Maßstab der Sonnentätigkeit wurde dabei zumeist die Sonnenfleckrelativzahl (R) benutzt, die bekanntlich aus der Anzahl der auf der Sonne sichtbaren Gruppen (g) und der in ihnen sichtbaren Flecken (f) nach der Formel $R = 10g + f$ berechnet wird. Diesen so berechneten Sonnenfleckrelativzahlen haften nach zwei verschiedenen Richtungen hin Mängel an. Einerseits

sind Sonnenflecken, die in der Mitte der Sonne stehen, stärker wirksam als solche am Sonnenrande, weshalb F. S. Archenhold auf der Naturforscherversammlung in Karlsbad im Jahre 1902 die Einführung einer Sonnenfleckensitzualzahl vorgeschlagen hat, in der die Lage des Fleckes auf der Sonnenscheibe berücksichtigt wird. Seit einigen Jahren werden von der Züricher Sternwarte Sonnenfleckenrelativzahlen für die Zentralzone der Sonne mitgeteilt. Ein zweiter Umstand trat bei diesen Untersuchungen klar hervor. Das Vorhandensein der Sonnenflecken allein ist nicht in der Lage, die Sonnen-tätigkeit zu kennzeichnen, da Fackeln, Flecken usw. sowie Veränderungen in Sonnenflecken von Bedeutung sind.

Seit langem hat man erkannt, daß z. B. ein engerer Zusammenhang zwischen den erdmagnetischen Störungen und dem Auftreten von Nordlichtern oder Rundfunkstörungen besteht als mit den Sonnenflecken. Es wird nun von zwei Seiten, von Hans Robert Scultetus in der „Meteorologischen Zeitschrift“, November 1932, und von Joseph Lévine in „La Météorologie“, Juli 1932, der Vorschlag gemacht, bei allen Untersuchungen die magnetische Charakterzahl statt der Sonnenfleckenrelativzahl als Kennzeichen der Sonnentätigkeit zu benutzen. Scultetus sagt: „Der beste, weil empfindlichste, Anzeiger der von der Sonne an die Erde gelangenden Korpuskel- oder Elektronenströme, die ja für die Auslösung der mannigfachen von der Sonnentätigkeit abhängig befundenen geophysikalischen Vorgänge verantwortlich zu machen sind, ist der Erdmagnetismus. Daher ist seine Maßzahl viel besser geeignet, die Sonnentätigkeit darzustellen als die Sonnenfleckenrelativzahl.“ Lévine führt aus, daß es offensichtlich den Astronomen unmöglich ist, ständig die Sonnenoberfläche zu überwachen und die Wirksamkeit der einzelnen Erscheinungen, wie Flecken, Fackeln, Flecken usw., welche für uns von Bedeutung sind, zu erkennen, während der Erdmagnetismus, dessen Verbindung mit dem Sonnenphänomen unbestreitbar ist, eine fortlaufende und präzise Registrierung gestattet. — Es ist dabei vorteilhaft, daß die magnetischen Registrierungen von verschiedenen Beobachtungsstationen verwertet werden, da zwar die meisten Störungen, denen der Erdmagnetismus unterworfen ist, die ganze Erde betreffen, es jedoch auch solche gibt, die nur ein kleineres Gebiet in Mitleidenschaft ziehen.

Wenn auch dieser Vorschlag für die nachträgliche statistische Bearbeitung der kosmischen Zusammenhänge außerordentlich viel für sich hat, so sei doch auf einen Punkt hingewiesen, der einmal von Bedeutung werden könnte. Während sich aus den Kurven der magnetischen Tätigkeit der zukünftige Verlauf nur unsicher voraussagen läßt, besteht die Möglichkeit, einen Störungsherd auf der Sonne zu erkennen, bevor er infolge der Sonnenrotation für die Erde von größter Wirksamkeit wird. Ich halte es daher für wichtig, zum Nutzen der Voraussage nach wie vor die Sonnentätigkeit als das Primäre zu behandeln. Es müßte nur danach gestrebt werden, bessere Kennzeichen für die Sonnentätigkeit zu erlangen, als die Sonnenfleckenrelativzahlen es sind. Hierher gehört die Berücksichtigung der Veränderung der Sonnenflecken, ihres Alters oder der mit Hilfe des Zeeman-Effektes gemessenen magnetischen Feldstärken.

G. A.

Beobachtung der Leoniden 1932. Die diesjährige Erscheinung dieses Schwarmes brachte nur eine geringe Ausbeute an beobachteten Sternschnuppen. Auf der Treptow-Sternwarte konnten in den Tagen vom 14. bis zum 16. November vereinzelt Leoniden gesichtet werden. Die hellste von ihnen war eine Leonide am 15. November 1h53^m, die an Helligkeit Mars übertraf.

In keinem Falle wurden mehr als 3 Leoniden in einer Viertelstunde beobachtet. In der Nacht vom 16. zum 17. November war der Himmel vollkommen bedeckt. Am 19. morgens wurden trotz klaren Himmels und nicht ganz so störenden Einflusses des Mondes während einer halben Stunde keine Leoniden gesehen.

In den Beobachtungszirkularen der Astronomischen Nachrichten teilen C. Hoffmeister, Sonneberg, und W. Malsch, Köln, mit, daß sie vergeblich nach Leoniden Ausschau gehalten haben. Das Ergebnis ist überall reichlich mager gewesen, wie auch aus den Zuschriften aus dem Leserkreise unserer Zeitschrift hervorgeht. Allen Einsendern sei auch an dieser Stelle bestens gedankt. Besonders hervorzuheben ist die Zuschrift von Herrn Carl Fedtke aus Königsberg i. Pr., da dort der Himmel in der Nacht vom 16. zum 17. zeitweise gut klar gewesen ist. Es wurden 8 Leoniden gesehen, die die für die Leoniden typische schnelle Bewegung, kurze Bahn und sofort verlöschende Schweifspur zeigten.

Zum Schluß sei erwähnt, daß in der fraglichen Zeit auf der Treptow-Sternwarte in den frühen Abendstunden verschiedentlich hellere Sternschnuppen gesehen wurden. Ihrer Bahnrichtung nach konnten sie jedoch nicht als Leoniden angesprochen werden.

G. A.

Helle Feuerkugel am 26. November 1932. Gegen 18^h zog an diesem Tage ein Meteor von außergewöhnlicher Helligkeit über den Himmel. In Berlin wurde die Erscheinung in südlicher Richtung gesehen. Nach der Beschreibung einiger Beobachter verbreitete das Meteor bei bedecktem Himmel Tageshelligkeit. In Dresden zog die Erscheinung fast durch den Zenit, und besonders auffallend war ein etwa 5^m lang sichtbares Lichtband, das, allmählich blässer werdend, sich krümmte und dann verschwand. Die Farbe der Feuerkugel wird als weiß bis weißblau, die des Schweifes als weiß bis goldgelb bezeichnet.

G. A.

Die Dunkelnebel im Ophiuchus sind von Dr. Rolf Müller an Hand der auf der deutschen Beobachtungsstation in La Paz gewonnenen Aufnahmen untersucht worden. Es wurde die Methode der Sternzählung benutzt, um den Abstand, die Ausdehnung und den Absorptionsbetrag der Dunkelwolken zu bestimmen. Bisher sind die Zählungen für 3 verschiedene Gebiete abgeschlossen. Das Ergebnis ist, daß sich bei ϱ Ophiuchi eine absorbierende Wolke befindet, die bei 100 bis 150 Parsec beginnt und bis über 800 Parsec nachgewiesen werden kann. Bei ϵ Ophiuchi handelt es sich um eine relativ nahe Wolke von geringer Tiefenausdehnung, deren Entfernung wohl nicht weiter als bis zu 200 Parsec geht. Die Abschwächung der hinter ihr liegenden Sterne beträgt im Mittel nur eine Größenklasse. Die Sternzählungen im Dunkelnebel bei ϱ Ophiuchi lassen auf das Vorhandensein zweier absorbierender Wolken schließen, von denen die eine eine Entfernung von etwa 100 Parsec, die andere eine solche von etwa 250 Parsec hat. Der Absorptionsbetrag wächst dort, wo sich die dichteren Teile der Wolken decken, auf über 4 Größenklassen an.

G. A.

Leuchtende Nachtwolken. In der Nacht vom 10. zum 11. Juli dieses Jahres beobachtete Prof. Störmer in Dröbak (Norwegen) zum erstenmal seit vielen Jahren wieder leuchtende Nachtwolken. Er alarmierte sofort zwei seiner Nordlichtstationen, Sternwarte Oslo und Kongsberg, und es gelang, ein Dutzend wohlgelegener gleichzeitiger Aufnahmen der Wolken zu erhalten, so daß genaue Höhen- und Geschwindigkeitsbestimmungen erwartet werden können. In der Nacht vom 13. zum 14. Juli sowie am 24. Juli wurden auch in Stavanger und an anderen Orten Norwegens leuchtende Nachtwolken gesehen.

Da die Beobachtung der leuchtenden Nachtwolken Aufschlüsse über die Bewegungsverhältnisse in den höchsten Atmosphärenschichten zu geben vermag — es kommen dort nach den Beobachtungen von O. Jesse und F. S. Archenhold oft Windgeschwindigkeiten von über 100 m pro Sekunde vor —, so darf man auf die Auswertung der Aufnahmen des durch die Nordlichtbeobachtungen gut eingearbeiteten norwegischen Beobachtungsnetzes mit größtem Interesse entgegensehen. G. A.

Kometen. Die augenblicklich am Himmel stehenden Kometen sind alle schwächer als 10. Größe. Zu den 11 bisher gemeldeten Entdeckungen dieses Jahres ist durch Auffindung des Brooks'schen Kometen (1932 m) durch van Biesbroeck am 25. September d. J. eine weitere hinzugekommen, so daß sich eine Gesamtzahl von 7 neuen und 5 periodischen Kometen ergibt. Der Brooks'sche Komet, der bei seiner Entdeckung im Jahre 1889 Zerfallerscheinungen in mehrere Komponenten zeigte, ist in diesem Jahre etwa 12. Größe und wird zumeist als rundlich mit nur kurzem Schweif beschrieben.

Inzwischen ist die Bahn des Kometen Peltier-Whipple (1932 k) genauer bestimmt worden. Es ergibt sich eine Umlaufzeit von 302,5 Jahren. Die Bahnelemente zeigen mit keinem der früher beobachteten Kometen Ähnlichkeit.

Leider ist es bisher noch nicht gelungen, den mit den Leoniden verknüpften Tempelschen Kometen 1866 I aufzufinden. Es besteht jedoch die Möglichkeit, daß dies noch im nächsten Jahre gelingt. G. A.

Planetenbenennung. Der von Prof. E. Delporte in Ukkel am 12. März 1932 entdeckte Planetoid 1932 EA₁, über dessen merkwürdige Bahnverhältnisse im „Weltall“ früher berichtet wurde (Jg. 31, H. 8), hat inzwischen die Nummer 1221 erhalten und ist vom Entdecker „Amor“ genannt worden. Für den nur wenig später entdeckten Planeten 1932 HA, der der Erde noch näher gekommen ist, ist bisher noch kein Name und keine Nummer festgesetzt, da die Ortsbestimmungen während des kurzen Zeitraumes, in dem seine Helligkeit für

eine Beobachtung ausreichend war, nicht zur Ableitung einer genauen Bahn genügen. G. A.

Die heliozentrischen Längen der großen Planeten.

Wie für die Vorjahre geben wir auch für das Jahr 1933 die heliozentrischen Längen der großen Planeten an. Unter heliozentrischer Länge versteht man den von der Sonne aus gesehenen auf der Ekliptik gemessenen Winkel zwischen Planet und Frühlingspunkt. Wenn man die mittlere Entfernung der Planeten (a), die in der Tabelle gleichfalls enthalten ist, kennt, ist es leicht, die wahre Stellung der Planeten im heliozentrischen System zu zeichnen, wodurch man einen guten Einblick in die Verhältnisse im Sonnensystem erlangen kann.

| 1933 | Merkur a = 0,39 | Venus a = 0,72 | Erde a = 1,00 | Mars a = 1,52 |
|--------------|--------------------|-------------------|------------------|------------------|
| | o | o | o | o |
| 1. Januar | 206 | 215 | 100 | 135 |
| 1. Februar | 296 | 265 | 132 | 148 |
| 1. März | 62 | 309 | 160 | 160 |
| 1. April | 212 | 358 | 191 | 174 |
| 1. Mai | 299 | 46 | 220 | 187 |
| 1. Juni | 87 | 96 | 250 | 202 |
| 1. Juli | 222 | 145 | 279 | 216 |
| 1. August | 312 | 195 | 308 | 231 |
| 1. September | 112 | 245 | 338 | 247 |
| 1. Oktober | 233 | 292 | 7 | 264 |
| 1. November | 327 | 341 | 38 | 282 |
| 1. Dezember | 130 | 29 | 68 | 300 |

| 1933 | Jupiter a = 5,20 | Saturn a = 9,55 | Uranus a = 19,22 | Neptun a = 30,11 |
|------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| | o | o | o | o |
| 1. Januar | 163 | 306 | 22 | 158 |
| 1. April | 170 | 309 | 23 | 159 |
| 1. Juli | 177 | 312 | 24 | 160 |
| 1. Oktober | 184 | 315 | 25 | 160 |

Pluto bewegt sich außerordentlich langsam, so daß bei ihm die Angabe: Abstand 40 astr. Einh., heliozentrische Länge 112° genügt. G. A.

BÜCHERSCHAU*)

Bürgel, Bruno H.: Die Weltanschauung des modernen Menschen. Das All. Der Mensch. Der Sinn des Lebens. 215 S. Verlag Ullstein, Berlin 1932. Pr. geb. 4,50 M.

Bürgels neuestes Buch versucht, aus dem ungeheuren Schatz der menschlichen Erkenntnis dasjenige zusammenzufassen, was als unverlierbarer Bestandteil zu gelten hat und für weltanschauliche Fragen Bedeutung gewinnt. Sein Wert liegt in der ungekünstelten, volkstümlichen und gewissenhaften Darstellung der Erscheinungen im All und der Natur- und Lebensvorgänge auf unserem Wohnstern. Was Bürgel in den einzelnen Kapiteln behandelt hat, ergibt sich am besten aus seinen eigenen Worten: „Wir sind einen weiten Weg gewandert, flogen durch alle Räume, alle Zeiten, drangen in die Sternheere der Milchstraße ein, in den Zellenbau der Organismen und in die unsichtbare Welt der Moleküle und Atome. Wir sahen die Erde werden mit Land und Meer, mit Berg und Wolkenzug, sahen das Leben sich bilden, sich entwickeln und endlich den Menschen aus der gestaltenreichen Schar hervortreten, den Menschen, der das alles überschaut, über Ursprung, Zweck und Sinn der Welt grübelt. — Fürwahr ein grandioses und gedankentiefes Werk, dieses Weltbild des kleinen, vergänglichen Menschen, der sich bemüht, nach

vorwärts und rückwärts zu schauen, über Jahrmilliarden hinweg Anfang und Ende zu verknüpfen.“ Al.

300000 Kilometer pro Sekunde mit Doktor Überall.

202 S. m. vielen Abbildungen und Tafeln. Verlag Williams & Co., Berlin-Grünwald 1933. Preis geb. 4,50 M.

Das Buch ist für die Jugend bestimmt. Ich wünschte, daß es in keiner Schülerbibliothek fehle, und daß es auf dem Weihnachtstisch eines jeden Jungen läge. Der Verfasser, hinter dessen Pseudonym sich ein beliebter Lehrer verbirgt, hat sich im Berliner Rundfunk eine große Gemeinde von wissensdurstigen Zuhörern geschaffen. In dieser „Jugendstunde“ scharen sich jung und alt um den Lautsprecher, und der Reiz, der dem gesprochenen Wort anhaftet, ist in dem Buche nicht verlorengegangen. Was Humboldt von einer guten volkstümlichen Belehrung verlangt, wird von Dr. Überall restlos erfüllt. Aus diesem Grunde werden auch Erwachsene gern das Buch zur Hand nehmen und gefesselt bleiben, selbst wenn sie Bekanntes vorfinden. Denn es bleibt immer ein erfreulicher Gewinn bestehen, sei es auf dem Gebiet der Elektrizität, der Forschungsreisen, der Technik oder der Astronomie. Al.

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

DAS WELTALL

Herausgegeben von Dr. F. S. Archenhold, Schriftleiter: Günter Archenhold.

32. Jahrgang Heft 4/5

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

Januar/Februar 1933

Inhaltsverzeichnis:

| | |
|---|----------|
| 1. Zur internationalen Längenbestimmung des Jahres 1933. Von Dr. G. Thomas Gengler. (Mit zwei Abbildungen.) | Seite 49 |
| 2. Über die zeitlichen Schwankungen der Schwerkraft. Von Prof. Dr. Rudolf Tomaschek. (Mit einer Abbildung) | „ 54 |
| 3. Die Trabanten im Sonnensystem. Eine Betrachtung über ihre Größen, Massen und Dichten. Von Studienrat Richard Sommer. | „ 55 |
| 4. Die planetarischen Nebel und der Prozeß des Nebelleuchtens. Ein Kapitel aus der Astrophysik. Von cand. astr. H. Lambrecht. (Mit zwei Abbildungen.) | „ 61 |
| 5. Die Finsternisse des Jahres 1933. Von Prof. Dr. August Mader | Seite 65 |
| 6. Der gestirnte Himmel im Februar und März 1933. Von Günter Archenhold. (Mit Sternkarten und Karten des Laufes von Sonne, Mond und Planeten für beide Monate.) | „ 67 |
| 7. Kleine Mitteilungen: Neuer Komet Dodwell 1932 n. — 115 neue veränderliche Sterne. — Eine außergewöhnliche Sternschnuppe. — Eine neue Expedition zur Erforschung des sibirischen Riesenmeteors. — Nordlichter in geringen Höhen? — Dr. Hermann Strehel. — | „ 71 |
| 8. Bücherschau | „ 72 |

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

Zur internationalen Längenbestimmung des Jahres 1933.

Von Dr. G. Thomas Gengler.

(Mit zwei Abbildungen.)

An einer genauen Kenntnis der geographischen Längen möglichst vieler Orte der Erde sind eine Reihe von Wissenschaften interessiert. Für die Astronomie ist die Länge eines Beobachtungsortes von Bedeutung bei allen Messungen, in denen die Zeit als Maßeinheit eine ausschlaggebende Rolle spielt. Zur Aufklärung systematischer Fehler in der Koordinatenastronomie leistet eine genaue Untersuchung der Veränderlichkeit der zugrunde gelegten Längen wertvolle Beiträge. Der Vorteil einer genauesten Vermessung der Erde für die Geographie und die Kartographie liegt klar zutage. In den letzten Jahren hat besonders die Geophysik ein gesteigertes Interesse an dem Problem der Längenbestimmungen gezeigt, nachdem die bekannten Theorien von Gutenberg und vor allem von Wegener auf eine erhebliche gegenseitige Verschiebung einzelner Kontinentalschollen der Erde hingewiesen haben. Die aus Wegeners Theorie zu erwartenden Effekte müssen sich vor allem in einer säkularen Variation der geographischen Längen verschiedener Erdorte auswirken.

Die letzte internationale Längenbestimmung großen Stils fand im Jahre 1926 statt. Für das kommende Jahr 1933 ist bei einer Erweiterung des Programms eine Wiederholung dieses Unternehmens mit Einsatz größerer Mittel vorgesehen. Es erhebt sich die Frage, ob die Zeitspanne von 7 Jahren nicht zu kurz bemessen ist und ob bei diesem Intervall bereits ein Ergebnis erwartet werden kann, das den aufgewandten Mitteln und der in die Organisation

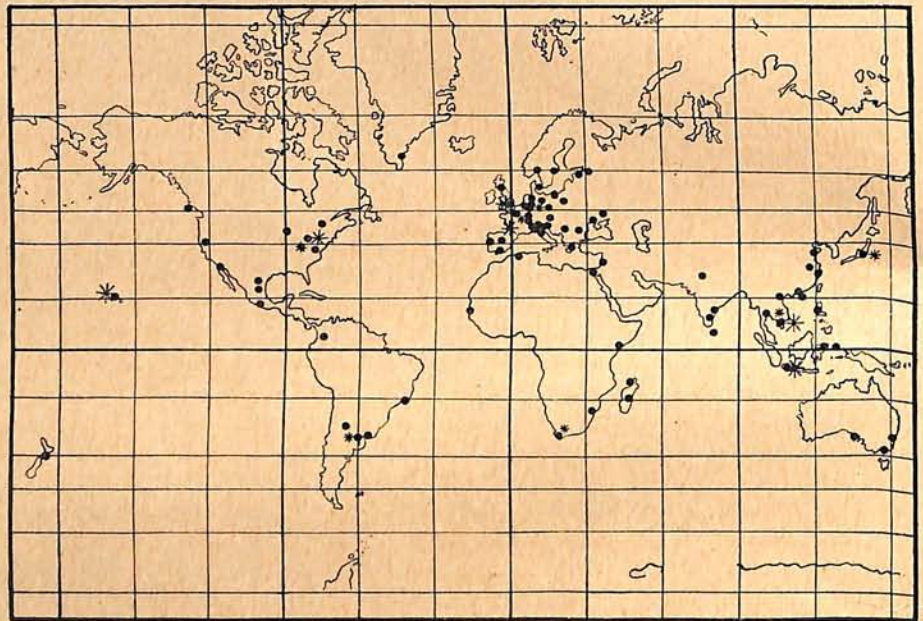
des umfangreichen Unternehmens hineinsteckten Arbeit entsprechende Resultate zu liefern vermag. Für Astronomie und Geographie ist eine Längenmessung jederzeit erwünscht und besonders in den letzten Jahren immer mehr zum Bedürfnis geworden, da man auf Grund eingehender Untersuchungen zu der Vermutung kurzperiodischer Schwankungen der geographischen Längen gekommen ist. Diese Erscheinungen können nur durch möglichst häufige Einzelbeobachtungen erfaßt werden. Für die Bestätigung der Wegenerschen Theorie zeigt eine kurze Betrachtung, was nach einem Intervall von 7 Jahren zu erwarten sein wird. Die von Wegener angegebene jährliche Relativbewegung beträgt zwischen Grönland und Schottland 20 m, zwischen Madagaskar und Afrika 9 m und zwischen Indien und der Südspitze von Afrika 0,4 m. Die Bewegung von Amerika gegen den europäischen Kontinent wird auf den Betrag von jährlich 1 bis 2 m geschätzt. Die Genauigkeit einer Längenbestimmung dürfen wir unter Anwendung modernster Mittel mit 5 bis 10 m für eine äquatorale Gegend veranschlagen; bei nördlich oder südlich des Äquators gelegenen Breiten multipliziert sich diese Genauigkeit mit dem Faktor $\cos \varphi$, wobei φ die geographische Breite des Beobachtungsortes bedeutet. Für ein 7jähriges Intervall zwischen zwei Längenbestimmungen sind daher sehr wohl Resultate zu erwarten, die auch in das Für und Wider um die Wegenersche Theorie einiges Licht zu bringen vermögen.

Wir können die Längendifferenz zweier Orte definieren als den Winkel, den die Meridianebenen der beiden Orte miteinander einschließen. Da die Rektaszension eines im Ortsmeridian stehenden Gestirns die Ortssternzeit bestimmt, sind wir berechtigt, die Längendifferenz der beiden Orte bzw. ihrer Meridiane als den Unterschied zwischen den Ortszeiten dieser Meridiane auszudrücken. Dabei bleibt es gleichgültig, ob man die Ortssternzeit, die mittlere oder die wahre Ortszeit der Rechnung zugrunde legt, denn die Verschiedenheit der genannten Zeiten richtet sich nur nach dem für die astronomischen Beobachtungen am Himmel gewählten Bezugspunkt, während das Resultat, die Längendifferenz, eine in Zeit ausgedrückte Winkelgröße bedeutet, nämlich den Winkel, um den die Erde sich drehen muß, um den beobachteten Bezugspunkt von einem Meridian in den anderen zu bringen. Prinzipiell ergeben sich hieraus für die Bestimmung einer Längendifferenz zwei verschiedene Aufgaben: zunächst die Ermittlung der für die betreffenden Meridiane geltenden Ortszeiten durch astronomische Zeitbestimmungen und dann die Vornahme des Vergleichs der beobachteten Ortszeiten. Für die letztere Arbeit bedient man sich zweckmäßig eines gemeinsam an beiden Orten aufzunehmenden Signals, durch das der Augenblick der Uhrvergleichen eindeutig festgelegt wird. Bisher verwendete man oft zum Uhrvergleich über kurze Strecken mit Vorteil Telegraphenleitungen. Man entscheidet sich heute jedoch immer mehr für die Anwendung funkentelegraphischer Signale, deren Gebrauch für sehr große Distanzen und vor allem für die Überbrückung der Weltmeere zur Notwendigkeit wird. Die „Unions internationales d'Astronomie et de Géodésie-Géophysique“ haben für die Aufstellung gemeinsamer internationaler Richtlinien zur Ausführung der Längenbestimmung von 1933 eine Längenkommision eingesetzt, deren Aufgabe in einer eingehenden Diskussion aller theoretischen und praktischen Erfahrungen früherer Zeit- und Längenmessungen bestand. Die Arbeiten dieser Kommission sind nunmehr soweit fertiggestellt, daß es angezeigt erscheint, über die einzelnen sich ergebenden Probleme kurz zu berichten, zumal die meisten unter ihnen ein allgemeineres Interesse beanspruchen dürften.

An der Längenbestimmung für 1933 sind insgesamt 76 Beobachtungsstationen beteiligt,

von denen bereits 39 an der letzten Längenbestimmung von 1926 mitwirkten. Diese 39 Stationen sollen für das neue Unternehmen als Fundamentalpunkte erster Ordnung gelten. Die Figur 1 gibt ein Bild von der Verteilung der einzelnen Stationen über die Erde. Abgesehen von einer starken Häufung der Punkte in Europa kann man die Verteilung als verhältnismäßig gleichmäßig betrachten. Erfreulich ist die Ausfüllung einiger 1926 noch bestehender Lücken durch neu hinzugekommene Stationen, so besonders der für die Wegenerische Theorie wichtige Punkt an der Südspitze Grönlands. Allerdings muß man bei der Betrachtung der Karte auch bedauern, daß es sich nicht ermöglichen läßt, von der Überfülle europäischer Stationen etwas an den Mangel in Nordasien, Nordamerika und besonders auch

Abb. 1.



Die an der internationalen Längenbestimmung des Jahres 1933 beteiligten Stationen.
• Beobachtungsstationen. * Sender für Zeitsignale.

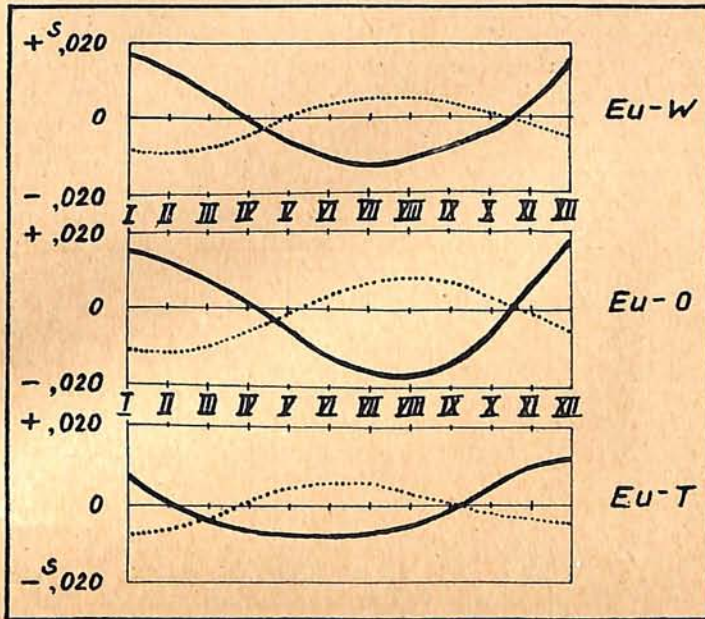
in Island abzugeben. Trotzdem berechtigt die umfangreiche Verteilung der Beobachtungsstellen über alle Kulturstaaten der Erde zu der Hoffnung, daß dank großzügiger internationaler Zusammenarbeit ein Ergebnis von besonderer Bedeutung in der Geschichte der Längenbestimmungen erzielt werde.

Der große räumliche Umfang des Unternehmens läßt nicht erwarten, daß für alle beteiligten Stationen innerhalb kurzer Zeit gleich gute Beobachtungsverhältnisse eintreten werden. Die meteorologischen Erscheinungen der verschiedenen Erdteile verlangen eine gewisse zeitliche Toleranz, innerhalb deren die einzelnen Stationen ihr Programm erledigen können. Einem allzu großen Spielraum für die Ausführung der Beobachtungen stellt sich jedoch ein Hindernis entgegen, das für die Gé-

naugigkeit der Messungen von verhängnisvoller Bedeutung werden kann. Auf Grund jahrelanger Untersuchungen über das systematische Verhalten der Korrekturen für die internationalen Zeitsignale ergab sich, daß die von den europäischen Stationen gegebenen Verbesserungen gegen diejenigen der amerikanischen und japanischen Sternwarten einen jährlichen Gang zeigen. Die Figur 2 stellt die Verhältnisse graphisch dar. Aus den Zeit-

seitigt. Die wegen der Polbewegung angebrachten Korrekturen sind in den Diagrammen punktiert angegeben, damit die Größe dieses Einflusses gesondert erkennbar wird. Die systematische Längenänderung zwischen Europa, Amerika und Japan zeigt nach der Figur einen gut ausgeprägten jahreszeitlichen Gang. Die Differenzen laufen für Europa — Amerika im entgegengesetzten Sinn wie zwischen Europa — Tokio, die größten Abweichungen der Kurven liegen in den Sommer- und Wintermonaten. Will man die Resultate einer international über die ganze Erde sich erstreckenden Längenbestimmung von den Einflüssen der gezeigten systematischen Variationen frei halten, so ist man gezwungen, die Gesamtheit aller Beobachtungen möglichst an allen Punkten gleichzeitig ausführen zu lassen und bei einer Wiederholung des gesamten Längenunternehmens darauf zu achten, daß die neuerlichen Messungen jahreszeitlich mit den früheren zusammenfallen. Um beiden aufgestellten Forderungen, der Gewährung eines zeitlichen Spielraumes aus meteorologischen Gründen und der Aufrechterhaltung möglicher Gleichzeitigkeit aller Messungen, gerecht werden zu können, hat man beschlossen, eine Gesamtbeobachtungszeit von 2 Monaten im Oktober und November 1933 zuzulassen. Innerhalb dieser Zeit besteht genügende Wahrscheinlichkeit für alle Stationen, das vorgeschriebene Programm fertigzustellen, während gleichzeitig die systematischen Längenschwankungen nur um verhältnismäßig geringe Beträge von der Mittellage abweichen.

Abb. 2.



Die systematischen, von der Jahreszeit abhängigen Zeitdifferenzen zwischen Europa einerseits und Washington, Ottawa und Tokio andererseits.

signalverbesserungen der europäischen Stationen Hamburg, Greenwich, Paris, Potsdam und Uccle ergibt sich die Möglichkeit, eine mittlere Verbesserung abzuleiten, wie sie von einem mittleren europäischen Observatorium für ein bestimmtes Zeitzeichen gegeben worden wäre. Das Monatsmittel der Verbesserungen dieses mit Eu bezeichneten mittleren europäischen Observatoriums wird nun mit dem Monatsmittel der von den amerikanischen Sternwarten in Washington und Ottawa ermittelten Signalverbesserungen und ebenso mit denen von Tokio verglichen und die Differenzen Eu—W, Eu—O und Eu—T gebildet. Zur Erzielung eines einwandfreien Bildes über die systematischen Eigenschaften dieser Differenzen, wie sie in Figur 2 dargestellt sind, ist es selbstverständlich erforderlich, alle rechnerisch erfassbaren und der Vergleichung anhaftenden Größen zu eliminieren. Besonders trifft dies für die verschiedene Lage unseres Erdpols zu, der infolge seiner Wanderung einen nicht unbedeutenden Einfluß auf die Bestimmung von Längendifferenzen ausübt. In den Differenzkurven der Figur 2 sind diese und ähnliche Entstellungen durch Rechnung bereits be-

Was die beobachtungstechnischen Vorbereitungen zu der kommenden Längenbestimmung anbetrifft, so haben wir uns zunächst mit der Ausführung der astronomischen Zeitbestimmungen zu befassen. Das Prinzipielle für diese Messungen liegt in der astronomischen Praxis bereits seit langem fest. Verfälschungen der Zeitbestimmungen können zunächst in den Aufstellungsfehlern der Beobachtungsinstrumente begründet sein. Die hier zu erwartenden Fehler lassen sich zusammenfassen in den drei geläufigen Bezeichnungen Azimut, Neigung und Kollimation. Das Azimut des Meridianinstrumentes ergibt sich empirisch aus der Zusammenstellung der Beobachtungen selbst und ist daher meist leicht zu erfassen. Ungünstiger steht es mit der Neigungsbestimmung der Instrumentenachse. Für kleinere und für die Zeitbestimmungen besonders in Frage kommende Instrumente verläßt man sich für die Neigungsbestimmung auf die Angaben empfindlicher Niveaus. Es ist für präziseste Untersuchungen darauf zu achten, daß die Gläser, aus denen die Libellenröhren gefertigt sind, nicht an ihrer Innenseite mikroskopisch feine Kristalle ansetzen und so die Bewegung der

Luftblase hindern. Bei der Verwendung von Libellen aus Quarzglas ließ sich zeigen, daß die Neigung zum Ansatz solcher störenden Kristalle bedeutend geringer ist als bei gewöhnlichen Gläsern, und man hat daher für alle mit Niveaus ausgestatteten Meridianinstrumente die Anbringung von Quarzniveaus empfohlen. Die Erfassung des Kollimationsfehlers ergibt sich für leichtere und umlegbare Meridianinstrumente durch Doppelbeobachtung des Sterndurchganges in verschiedenen Kreislagen. Überall dort, wo diese Art zu beobachten möglich ist, fällt die Kollimation durch Mittelbildung der Beobachtungsreihen heraus. Für große Instrumente, insbesondere für die schwer umlegbaren Meridiankreise, ist es nötig, mehrmals an einem Beobachtungsabend eine genaue Kollimationsbestimmung vorzunehmen und den festgestellten Fehler in Rechnung zu stellen. Da jedoch diese Beobachtungsmethode nicht dieselben Sicherheiten bietet wie die einfache Beseitigung des Kollimationsfehlers durch Umlegen des Instrumentes, so wird empfohlen, für die Ausführung der notwendigen Zeitbestimmungen möglichst nur kleinere und leicht umlegbare Instrumente, sogenannte Passageninstrumente zu benutzen und nur in unvermeidlichen Fällen zu dem schwerfälligeren Meridiankreis zu greifen. Die größte Unsicherheit für die Zeitbestimmungen liegt aber nicht in der Natur der Instrumente begründet, sondern in den einzelnen Beobachtern selbst. Wohl hat man die Vorkehrung getroffen, für die Beobachtungen der Sterndurchgänge nur selbstregistrierende unpersönliche Mikrometer zu verwenden, aber die Erfahrung lehrt, daß auch durch diese Vorsichtsmaßregel die individuelle Auffassung des jeweiligen Beobachters nicht ganz ausgeschaltet werden kann. Man spricht zur Bezeichnung der individuellen Beobachtungseffekte von einer „persönlichen Gleichung“. Wird auch durch die Anwendung des unpersönlichen Mikrometers diese persönliche Gleichung auf einen äußerst kleinen Betrag herabgedrückt, so verbleibt doch noch ein aus zwei Effekten zusammengesetzter Rest, die Helligkeitsgleichung und die Deklinationsabhängigkeit. Die Helligkeitsgleichung entsteht durch das systematische Bestreben des Beobachters, den Faden des Mikrometers anstatt auf die Mitte des beobachteten Sterns auf einen der idealen Mitte vorauseilenden oder dahinter zurückbleibenden Punkt einzustellen und diese Fehleinstellung je nach der Helligkeit des beobachteten Objektes, also nach dessen Durchmesser, zu variieren. Man kann dieser Fehlerquelle durch Ablendung hellerer Objekte auf eine geringere Helligkeit, dem noch zurückbleibenden „Bisektionsfehler“ durch Anwendung eines Reversionsprismas begegnen. Die Deklinationsabhängigkeit äußert sich in verschiedenen Effekten. Einerseits hängt für manche Beobachter die Einstellungs-genauigkeit von der Geschwindigkeit ab, die

der Stern bei der Meridianpassage besitzt, andererseits auch von der Richtung, in welcher er das Fernrohr durchläuft. In geradsichtigen Durchgangsinstrumenten kehrt sich beim Übergang von einer südlich vom Zenit liegenden Himmelsgegend in eine zwischen Zenit und Pol gelegene der Sinn der Sternbewegung um, weil der Beobachter für diesen Übergang beim Blick ins Okular seines Fernrohres eine Körperwendung um 180° auszuführen hat. Bei früheren Längenbestimmungen über kürzere Strecken, vor allem bei den meisten telegraphischen Längenbestimmungen, konnte man den Einfluß einer persönlichen Gleichung eines der beiden Beobachter eliminieren, indem man während der Messungen zwischen den Stationen die Beobachter bzw. die Instrumente austauschte. Die Fehler durch die persönliche Gleichung gingen dann in die getrennten Beobachtungssätze mit umgekehrtem Vorzeichen ein und fielen so bei der Mittelung automatisch heraus. Für Längenbestimmungen von dem Ausmaß derjenigen von 1933 kann aus rein praktischen Gründen ein Austausch von Instrumenten oder von Beobachtern keinesfalls in Frage kommen. Man ist daher gezwungen, für die Ermittlung der persönlichen Gleichung der Beobachter jeder einzelnen Station an Ort und Stelle Sorge zu tragen. Eine Reihe von Vorschlägen einzelner Mitarbeiter der internationalen Längenkommission geben hierzu Mittel und Wege an, die teils unter Zuhilfenahme astronomischer Beobachtungen, teils mittels künstlicher Sterne und besonderer Registriereinrichtungen die Bestimmung der persönlichen Gleichung und deren rechnerische Eliminierung gestatten.

Für die Aussendung der drahtlosen Zeitzeichen stehen der Längenbestimmung 13 Sendestationen mit großer Reichweite zur Verfügung, davon sind 7 Kurzwellensender. Die Lage der einzelnen Sender ist auf der Übersichtskarte Figur 1 durch Sterne gekennzeichnet. Die Sender für lange Wellen unterscheiden sich auf der Karte von den Kurzwellensendern durch längere Strahlen um ihre Ortspunkte. Bei den großen Entfernungen der Beobachtungsstationen von den einzelnen Sendern ist für einen präzisen Anschluß der Ortszeituhren die Kenntnis der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Radiowellen erforderlich. Aus einer 15 monatigen Beobachtungsreihe hat man am „Bureau international de l'Heure“ in Paris diese Geschwindigkeiten ermittelt und ist zu dem Ergebnis gekommen, daß die verschiedenen Wellenlängen unterschiedliche Geschwindigkeiten besitzen. Aus dem angegebenen Beobachtungszeitraum ergab sich im Mittel für die langen Wellen eine Sekundengeschwindigkeit von 260 885 km, für die kurzen Wellen eine solche von 272 729 km. Hierbei ist zu bemerken, daß das Verhalten der kurzen Wellen hinsichtlich der Ausbreitungsgeschwindigkeiten

nicht so stabil ist wie dasjenige der langen Wellen. Die Schwankungen gehen bei den kurzen Wellen zeitweise so weit, daß die festgestellten Werte noch bis in das Gebiet der langen Wellen hineinreichen. Die Untersuchungen über diese Erscheinungen sind noch nicht als abgeschlossen zu betrachten, zumal vorläufig für die Kurzwellenvergleiche nur Versuche von Europa nach Amerika unternommen wurden, während für die langen Wellen Sendestationen sowohl im Westen als auch im Osten Europas in ausreichenden Entfernungen zur Verfügung standen. Der in den letzten Zeiten zu verzeichnende Fortschritt in der Verbreitung der Kurzwellentechnik wird der Lösung der hier noch ruhenden Probleme sehr förderlich sein. Für das abweichende Verhalten der Kurzwellen darf mit einiger Sicherheit die Vermutung ausgesprochen werden, daß die Veränderlichkeit der Heaviside-Schicht, deren Einfluß ja auf kurze Wellen besonders groß ist, den größten Teil der Effekte wird erklären können.

Da die drahtlosen Bezugssignale der an der Längenbestimmung für 1933 beteiligten 13 Sender nur zu gewissen Tageszeiten und verhältnismäßig kurze Zeit gegeben werden, ergibt sich für die vorgesehene Methode der Uhrvergleiche über die Zeitzeichen ein bisher bei Längenmessungen nicht in diesem Maße aufgetretener neuer Gesichtspunkt. Die durch die Zeitbestimmungen festgelegten Ortszeiten müssen bis zum Augenblick der Vergleiche mit den Rundfunkzeichen in zuverlässiger Weise gesichert werden. Bei den telegraphischen Längenbestimmungen über kurze Strecken konnte man durch symmetrische Anordnung der Beobachtungen mit den Uhrvergleichen in der Form: Zeitbestimmung — Uhrvergleich — Zeitbestimmung — Uhrvergleich — Zeitbestimmung innerhalb einer Beobachtungsnacht zuverlässige Resultate erhalten, da sich kleine Fehlgänge der Beobachtungsuhrn durch die geschilderte Anordnung in erster Näherung heraushoben. Die Anwendung dieser Methode kann aber 1933 bei der Menge der beteiligten Stationen und bei der Verschiedenheit der Beobachtungszeiten nicht in Frage kommen. Für ein gutes Gelingen der Längenbestimmung ergibt sich somit die Notwendigkeit der Benützung bester und zuverlässigster Uhrenanlagen. Die Uhrentechnik der letzten Jahre ist durch die Anwendung von Uhren hoher Qualität unter konstanten Temperaturen und unter konstanter Dichte zu großen Fortschritten gelangt. Außerdem sind in Deutschland, England, Frankreich und Amerika und neuerdings auch in Rußland Uhrenanlagen nach neuen Gesichtspunkten eingerichtet worden, deren Gangleistungen diejenigen der besten bisher bekannten Uhren übertreffen. Besondere Erwähnung verdienen hier auch die in Deutschland (Schuler) und England (Shortt) in den

letzten Jahren unternommenen Versuche zur Erzielung höchster Präzisionsleistungen in der Zeitmessung durch die völlige Neukonstruktion von Uhren besonderer Genauigkeit. Man darf wohl behaupten, daß das Gelingen eines so großzügigen Unternehmens, wie es die nächstjährige Längenbestimmung ist, mit in erster Linie von der Leistung abhängt, die man auf Grund der gemachten Erfahrungen von den besten Erzeugnissen moderner Uhrenbaukunst zu erwarten pflegt. — Eng verbunden mit dem Problem der guten Uhren ist dasjenige der Registrierverfahren. Die Frage nach der Genauigkeit, mit der man die für die Zeitbestimmungen, für die Signalaufnahmen und für die Uhrkontakte notwendigen Registrierungen auszuführen hat, ist bei den hohen Anforderungen, die man an das Ergebnis stellt, zu einer Kardinalfrage der Längenmessungen geworden. Hier kommt das in den genannten Ländern seit einigen Jahren neu aufgegriffene technische Problem des Uhrenbaues und der Präzisionszeitmessung der Praxis der Längenbestimmungen sehr zunutze. Bei den uhrentechnischen Arbeiten hat sich der lange in der Astronomie gebräuchliche elektromagnetische Chronograph nicht mehr als leistungsfähig genug herausgestellt, und diese Erkenntnis führte allenthalben zu dem Bestreben, genauere und zuverlässigere Zeitschreiber an seine Stelle zu setzen. Für Präzisionsmessungen empfiehlt sich der Grundsatz, die Registriergenauigkeit um eine Zehnerpotenz über der Beobachtungsgenauigkeit zu halten. Nur dadurch wird man sich unter allen Umständen von irgendwelchen zufälligen Fehlern der Registrierapparatur frei halten können. Die Genauigkeit der Zeitbestimmungen mittels Beobachtung von Meridiandurchgängen der Sterne dürfen wir bestenfalls mit $0^s,02$ für die einzelne Bestimmung veranschlagen. Die in unserer Atmosphäre, in der Bestimmung der Fixsternörter und in der Festlegung der Instrumentalfehler enthaltenen Unsicherheiten lassen vorläufig eine größere Sicherheit nicht zu. Wir stehen also vor der Forderung, die Registrierungen mit einer Zuverlässigkeit von $0^s,002$ vorzunehmen. Für derartige Genauigkeiten versagen die seither gebrauchten Chronographen völlig. Ein besonders zuverlässiges Mittel ist der photographisch registrierende Zeitschreiber, wie er an einigen Sternwarten sich für genaueste Zeitmessungen gut bewährt hat. Auch andere empfindliche Registriereinrichtungen, wie z. B. elektrische Rekorder und Rußschreiber, sind an den an der Längenbestimmung beteiligten Beobachtungsstellen untersucht und ihre Brauchbarkeit für den vorgesehenen Zweck erwiesen worden. Für die Aufnahme der Zeitbestimmungsbeobachtungen ergibt sich aus der hohen Empfindlichkeit dieser Registriergeräte eine geringere Beanspruchung und damit verbundene größere Schonung der Kontakte der unpersönlichen Mikrometer. Für die Uhren

wird die Möglichkeit gegeben, die Zuverlässigkeit der Kontaktschaltungen zu erhöhen und unter Umständen mit geringsten Strömen zu arbeiten, die die Einrichtung eines völlig störungsfreien lichtelektrischen Kontaktes gestatten. Für den Empfang der drahtlosen Zeitzeichen zeigen sich die Vorteile, mit verhältnismäßig geringen Verstärkungen der Signale bereits registrieren zu können und so die Unsicherheiten, die durch die Registrierungsverzögerung der Empfangsapparaturen hervorgerufen werden, auf einem Minimum zu halten. Durch die erhöhte Registriergenauigkeit und durch die größere Empfindlichkeit der Aufnahmeapparate werden manche bei früheren Längenbestimmungen auftretende Fehlerquellen ausgeschaltet und durch die damit ge-

schaffene Vereinfachung der Beobachtungsweise die Sicherheit der Ergebnisse erhöht.

Es zeigt sich, daß die internationale Längenbestimmung für 1933 dank der hohen Anforderungen der Wissenschaft eine Reihe von grundsätzlichen Neuerungen in beobachtungstechnischer und instrumenteller Hinsicht bringt. Die Weitschweifigkeit der aufzurollenden Probleme erstreckt sich über die verschiedensten Gebiete der Astronomie und der Physik. Ein gutes Gelingen des Unternehmens wird eine Fülle interessanter Fragen der Wissenschaft und der Praxis lösen, und viele Gebiete, deren volle Erkenntnis uns heute noch verborgen bleibt, werden durch die internationale Zusammenarbeit aller Kulturstaaten der Erde ihrer Klärung nähergebracht werden.

Über die zeitlichen Schwankungen der Schwerkraft.

Von Prof. Dr. Rudolf T o m a s c h e k*).

(Mit einer Abbildung.)

Infolge der Anziehungskräfte von Sonne und Mond, deren Wirkung uns in der Flut des Meeres so anschaulich entgegentritt, ändert sich die Schwerebeschleunigung auf der Erdoberfläche periodisch, das Gewicht der Körper ist zeitlichen Schwankungen unterworfen. Die Größe dieser Änderungen beträgt etwa 1 bis 3 Zehnmillionstel des Gewichtes (10^{-7} g), ist also außerordentlich gering; sie entspricht für ein Kilogramm einer täglichen Schwankung um einige Zehntel Milligramm. Durch diese Kräfte von Sonne und Mond wird, ebenso wie im Meer, auch eine Flut der festen Erde hervorgerufen. Außerdem sollen nach den Angaben von Courvoisier, die er aus seinem sehr vielseitigen Beobachtungsmaterial ableitet, noch rund zehnmal stärkere Schwankungen der Schwerebeschleunigung auf der Erdoberfläche vorhanden sein, die ihre Ursache in der Bewegung der Erde im Weltraum haben sollen. Infolge ihrer Bewegung durch den Äther soll die Erde sich entsprechend der Lorentz-Kontraktion deformieren, und die dadurch entstehenden periodischen Schwankungen der Erdoberfläche (im Betrage von einigen Metern täglich) sollen die Ursache der von ihm beobachteten Schwerechwankungen sein. Wegen der großen Bedeutung, die das Vorhandensein eines derartigen Effektes für die wichtigsten Grundlagen der Physik haben würde, wurde eine genaue experimentelle Prüfung dieser Frage in Angriff genommen. Die Bedeutung dieser Untersuchungen geht aber noch weiter, indem sie es gestattet, mit Hilfe z. T. schon vorliegender Messungen, Aussagen über die Flut der festen Erde zu machen und diese Erscheinung, die bis-

her (mit Ausnahme eines orientierenden Versuches von Schweydar) nur mehr oder weniger hypothetisch angreifbar war, nunmehr möglichst genau experimentell zu durchforschen.

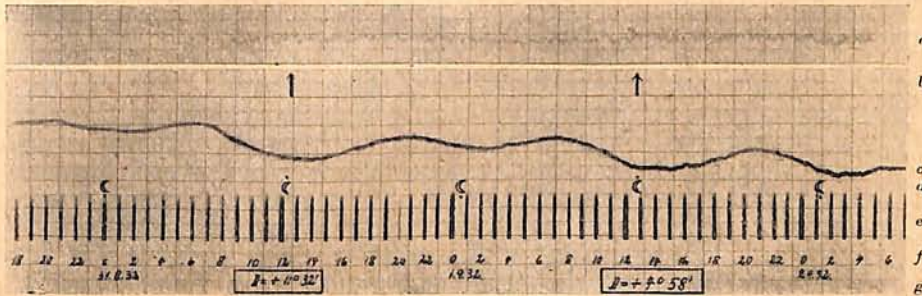
Die Hauptuntersuchungen wurden mit einem Bifilargravimeter vorgenommen, einer Anordnung, bei der — nach einem Gedanken von Gauß, der später vor allem von Schmidt und von Schweydar praktisch ausgeführt wurde — die Änderung des Gewichtes eines an einer Spirale hängenden Körpers durch eine gleichzeitige Bifilaraufhängung in Drehungen der Spirale verwandelt wird. Diese werden photographisch registriert. Um die erstrebte hohe Genauigkeit zu erreichen, ist es notwendig, zunächst Temperatureinflüsse möglichst auszuschalten. Zu diesem Zweck wurde die Anordnung etwa 20 m unter dem Erdboden in einem sehr gut wärmegeschützten Stollen aufgestellt, so daß die täglichen Schwankungen der Temperatur möglichst unter einigen tausendstel Grad blieben. Trotz dieser Maßregel konnte aber erst die höchste Empfindlichkeit erreicht werden, als die Spirale, welche eine Länge von etwa 1 m hatte, aus der Kruppschen Legierung WT 10 gefertigt wurde, einem Material, dessen elastische Eigenschaften von der Temperatur fast unabhängig sind. Die Registrierung erfolgte photographisch in einem gesonderten Raum. Durch geeignete Wärmeverbehandlung der Spirale konnten die zunächst sehr störenden elastischen Nachwirkungen weitgehend beseitigt werden. Um den Einfluß des wechselnden Luftdruckes zu eliminieren, der durch seine Schwankungen eine Änderung des Auftriebs des Gewichtes hervorruft, welche die Gewichtsänderungen infolge der Schwereänderung um ein vielfaches übertrifft, wurde die ganze

*) Aus „Forschungen und Fortschritte“, 9. Jahrg., Nr. 1, 1933.

Apparatur so gestaltet, daß sie unter vollkommenem Abschluß gegen den äußeren Luftdruck eingestellt werden und arbeiten konnte.

So gelang es, eine solche Empfindlichkeit zu erzielen, daß Änderungen der Schwerkraft bis zu einem Milliardstel ihres Wertes noch feststellbar sind. Die Abbildung gibt eine im Verhältnis 1 : 3 verkleinerte Wiedergabe einer

dynamischen Versuchen ist daraus zu schließen, daß ebensowenig wie eine Lorentzkontraktion elektrodynamisch nachweisbar ist, dies auch gravimetrisch der Fall ist. Die Bewegung der Erde im Raum ist also auch durch Messung der Schwerkraftänderung nicht nachweisbar. Dies liefert eine wichtige experimentelle Stütze für die Voraussetzungen der Relativitätstheorie.



Registrierung der Schwerkraft.

- a = Temperaturkurve (1 cm des Originals = 0,007° C),
- b = Zeiten der oberen Kulmination der Sonne,
- c = Schwerkraftkurve (1 cm des Originals = 10⁻⁷ g),
- d = Kulminationszeiten des Mondes (= obere. = untere Kulmination).
- e = Zeitregistrierung,
- f = Datumangabe,
- g = Angabe der Deklination des Mondes.

Registrierung, auf welcher sehr deutlich der Einfluß von Sonne und Mond auf die Schwerebeschleunigung zu sehen ist. Man erkennt, wie die Schwerkraft bei Kulmination des Mondes (eingezeichnete Mondzeichen) abnimmt, da z. B. bei der oberen Kulmination der dann oberhalb des Apparates stehende Mond durch seine Anziehung das Gewicht des an der Spirale befestigten Körpers vermindert. Eine feinere Analyse der Kurven zeigt, daß alle Feinheiten der Schwere schwankung, wie sie durch die verschiedene Stellung von Mond und Sonne am Himmel zu erwarten sind, auch tatsächlich unmittelbar erkennbar sind.

Wichtig ist zunächst das Ergebnis einer mehrmonatigen ununterbrochenen Versuchsreihe, daß eine über die Wirkungen von Sonne und Mond hinausgehende Schwerkraftänderung, wie sie Courvoisier angibt, nicht bemerkbar ist, wie man ohne weiteres aus der Abbildung sieht, in der etwa 30 mal so große Schwankungen auftreten müßten, als sie vorhanden sind. In Zusammenhang mit meinen früheren elektro-

vorhanden sind, als man bisher annahm. So ergibt sich für die durch den Mond hervorgerufene halbtägige Flut ein Wert von etwa ± 23 cm. Demnach schwankt also die Erdoberfläche durch den Mondeinfluß um fast einen halben Meter täglich.

Diese Schwankungen sind größer, als daß sie durch ein bloßes elastisches Nachgeben des Erdkörpers gedeutet werden könnten. Es scheinen sich vielmehr Schwankungen der Erdoberfläche zu überlagern, welche vielleicht durch die Flutbewegungen größerer Ozeane (Indischer und arktischer Ozean) hervorgerufen werden. Eine Aufklärung dieser Erscheinungen, die sehr wesentliche Schlüsse auf die Struktur der Erdoberfläche gestatten dürften und die zeigen, daß die Bewegung der Erdoberfläche doch viel komplizierter ist, als man bisher annahm, ist nur durch systematische Beobachtungen an vielen Punkten der Erdoberfläche, womöglich in Verbindung mit Horizontalpendelmessungen, zu erhalten. Solche weiteren Beobachtungen sind schon in Angriff genommen worden.

Weiterhinsind die geophysikalischen Konsequenzen von hohem Interesse. In Verbindung mit den Horizontalpendelmessungen lassen sich aus diesen Untersuchungen die Flutbewegungen des festen Erdkörpers bestimmen, wie dies zuerst Schweydar versucht hat. Das Ergebnis ist nun insofern überraschend, als offenbar wesentlich größere Flutbewegungen der festen Erdoberfläche

Die Trabanten im Sonnensystem.

Eine Betrachtung über ihre Größen, Massen und Dichten.

Von Studienrat Richard Sommer.

Von je war es das Bestreben des Menschengeistes, aus Beobachtungen des heutigen Zustandes der Himmelskörper Schlüsse auf die Vergangenheit oder Zukunft zu ziehen. Den ersten Fingerzeig über die Entstehung der Erde — und damit des Planetensystems — bietet die Erforschung der Erd-

gestalt und die Untersuchung der Mondbewegung. Nun ist freilich das System Erde-Mond so wenig typisch, daß es erforderlich wird, auch die übrigen Trabantensysteme zu erkunden, wenn eine aufzustellende kosmogonische Arbeitshypothese nicht in der Luft schweben soll.

I. Erde und Mond.

Größe und Gestalt der Erde sind aus geodätischen Messungen mit hoher Genauigkeit bekannt. Die Masse unseres Planeten kann durch Vergleich der Anziehung eines schweren Bleiklotzes mit der Gravitation der Erde, wie sie in der Fallbeschleunigung irdischer Körper zum Ausdruck kommt, mit Hilfe empfindlicher Waagen zu $5,974 \cdot 10^{27}$ Gramm bestimmt werden. Aus Masse und Volumen ergibt sich durch Division die auf Wasser als Einheit bezogene durchschnittliche Erddichte zu 5,52. Da die Bestandteile der Erdoberfläche durchweg geringere Dichte aufweisen, hat man gefolgert, daß sich die Erdkugel aus einem 10 000 km großen Metallkern von der Dichte des Eisens und einer etwa 1500 km dicken Gesteinshülle zusammensetzt.

Der Trabant der Erde ist naturgemäß von allen Satelliten wegen seiner Nähe am genauesten bekannt. Aus der Parallaxe (mittlere Äquatorialhorizontalparallaxe $57'2''{,}7$) und dem zugehörigen Scheibendurchmesser ($31'5''{,}2$) folgt sein wahrer Durchmesser zu 3475,9 km. Beide Daten gehören zu den am besten bestimmten astronomischen Größen. Nach Ross beträgt die Unsicherheit des Monddurchmessers nur ± 130 m.

Die Mondmasse läßt sich nach zwei grundsätzlich verschiedenen Methoden ermitteln, die innerhalb der Beobachtungsgenauigkeit zu denselben Resultaten führen. Die Rotationsachse der nicht genau kugelförmigen Erde zeigt unter dem Einfluß der Mondanziehung die als Präzession und Nutation bekannten Erscheinungen. Mißt man diese, so erhält man die Mondmasse. Die andere Bestimmungsart beachtet, daß Erde und Mond um ihren gemeinsamen Schwerpunkt kreisen, der noch im Innern der Erde liegt. Beide Bahnen gleichen sich in der Form, nur daß die der schweren Erde in demselben Maße kleiner ausfällt, wie die Mondmasse geringer ist. Alle von der Erde aus beobachteten Himmelskörper müssen in einem monatlichen Rhythmus parallaktische Verschiebungen zeigen, und zwar um so stärker, je näher sie sind. Sonne und Planeten, vor allem Eros, bieten günstige Gelegenheiten zur Messung. Als bestes Massenverhältnis kann man nach Russell Erde zu Mond wie 1 zu $81,56 \pm 0,04$ ansehen. Die durchschnittliche Mondichte kommt damit zu $0,6043 \pm 0,0003$ in bezug auf die Erde heraus; auf Wasser bezogen, wird sie 3,34. Macht man für den Aufbau der Mondkugel dieselbe Annahme wie für die Erde, so ergibt sich ein Metallkern von 1636 km Durchmesser und der Dichte 8, der von einem 920 km dicken Steinmantel mit der Dichte 2,8 (etwa Lava) überlagert wird.

Dieses Ergebnis ist eine starke Stütze für die Ansicht, daß der Mond sich aus den äußeren Teilen der Erde gebildet habe. Nach einer von

G. H. Darwin gegen Ende des vorigen Jahrhunderts ausgesprochenen Hypothese soll er sich ohne große Katastrophe zu einer Zeit von der Erde gelöst haben, als diese sich noch in 5 bis 6 Stunden um ihre Achse drehte. Damals waren die beiden Himmelskörper ganz nahe beieinander; eine hohe Flutwelle rollte über die Erde und erzeugte eine gewaltige Gezeitenreibung, so daß sich die Erdrotation beständig, erst schneller, dann langsamer verzögerte, während zugleich als Gegenwirkung der Mondabstand größer wurde. Der Vorgang ist heute noch nicht abgeschlossen. Er wird erst dann ein natürliches Ende finden, wenn Erdrotation und Mondumlauf gleich lang geworden sind und sich beide Himmelskörper immer dieselbe Seite zukehren. Der schließliche Endwert wird nach Darwins Berechnungen 55 unserer heutigen Tage betragen.

W. H. Pickering hat gemeint, die ehemalige Ablösungsstelle des Mondes noch in dem Becken der Südsee erkennen zu können. Im Augenblick der Trennung sei auf der entgegengesetzten Erdhälfte der heutige amerikanische Kontinent von Europa—Afrika abgespalten worden und habe sich nach der Wegenerschen Drifttheorie in Bewegung gesetzt. Bedenkt man, daß der gesamte Große Ozean nur den 31. Teil des Mondvolumens faßt, so erkennt man, wie haltlos Pickerings Hypothese ist.

Der amerikanische Astronom See vertritt die Anschauung, der Mond sei nicht aus der Erde entstanden, sondern sei eingefangen. Ursprünglich habe seine Umlaufzeit entsprechend der Reichweite der Erdanziehung 80 Tage betragen; durch den Einfluß eines widerstehenden Mittels habe sie sich bis auf 27 Tage verkürzt.

Beide Theorien kommen also hinsichtlich der Mondentfernung in der Vergangenheit zu entgegengesetzten Resultaten. Die auf das äußerste gesteigerte Meßtechnik gestattet, eine Entscheidung zu treffen. Die Mondbewegung ist bekanntlich das schwierigste Kapitel der theoretischen Astronomie. Soweit mathematisches Denken den Mondort in Gleichungen zu bannen vermag, ist das Mögliche versucht worden. Trotzdem teilt die letzte große Arbeit, die von E. W. Brown 1919 veröffentlichten Mondtafeln, das Schicksal aller vorhergehenden; der berechnete Mondort stimmt mit dem beobachteten nicht völlig überein. Wie sich besonders bei Sternbedeckungen herausstellt, ist der Mond bisher gegenüber der Rechnung beständig, aber nicht gleichförmig voraus. Die einzige sichhaltige Erklärung liegt darin, daß das als konstant vorausgesetzte Zeitmaß, der Tag, eine veränderliche Länge hat. Aus Vergleich von antiken Sternbedeckungen und Sonnenfinsternissen, die im Almagest des Ptolemäus erwähnt sind, mit der modernen Mondbewegungstheorie fand C. Schoch 1926, daß der irdische Tag in 49 000 Jahren um eine

Sekunde zunimmt. Jede Umdrehung der Erde ist etwas länger als die vorhergehende. In einem Jahrhundert von 36 525 Tagen summiert sich die Verspätung auf 75 Sekunden. Was wir schlechthin ein Jahrhundert nennen, ist also tatsächlich ein etwas längerer Zeitabschnitt, in dem Mond und Sonne einen etwas größeren Bogen ihrer Bahn zurücklegen, als die Rechnung angibt. Das Überraschende dabei ist nun, daß der Mond weniger Überschuß zeigt, als er im Vergleich zur Sonne haben müßte. Das heißt, daß die Mondbewegung selber langsamer wird, wobei sich der Mond von der Erde entfernt. Wäre der Betrag konstant, so hätte nach Schoch vor 2 Milliarden Jahren der Mondumlauf nur 18 Tage gedauert und die zugehörige Erdrotation nur 12 Stunden. Aller Wahrscheinlichkeit nach aber ist früher die Verlangsamung stärker gewesen, und so ist es nicht ausgeschlossen, daß vor 2 Milliarden Jahren — Alter der Erdkruste nach der Helium-Blei-Methode — Mond und Erde einander sehr nahe waren.

Noch ein anderer Umstand spricht für Darwins Anschauung. Unter der Einwirkung der Erdanziehung muß der einst plastische Mond die Form eines dreiaxigen Ellipsoids angenommen haben, dessen längste Achse zur Erde gerichtet ist. Die Höhe dieses erstarrten Flutberges ist zu gering, als daß sie im Fernrohr direkt gemessen werden könnte. Wohl aber verrät sie sich in einer geringen Schwankung der Rotationsachse des Mondes, der sogenannten wahren Libration. Der Vergleich der Theorie mit der Beobachtung fällt ungünstig aus; das aus der gemessenen Libration hergeleitete Achsenverhältnis paßt nicht zu dem von Laplace vorhergesagten. Nach Armellini aber würde sich die Mondgestalt einwandfrei durch die Annahme erklären lassen, daß der Mond zur Zeit seiner Erstarrung nur $\frac{4}{10}$ seines jetzigen Abstandes besaß.

II. Die Marstrabanten.

Im Gegensatz zum Erdmond, der sich gegen seinen Zentralkörper recht stattlich ausnimmt, den er in weitem Abstand umkreist, sind die beiden Marsmonde Phobos und Deimos Miniaturwelten. Ihr Entdecker A. Hall schätzte die Helligkeiten 1877 zu 10^m und 12^m ; E. C. Pickering fand in der darauffolgenden Marsopposition von 1879 photometrisch $12^m,78$ und $12^m,74$. Wenn sie 14,5 Größenklassen schwächer als Mars sind, besitzen sie nur den 630 000. Teil seiner Helligkeit. Ihre leuchtende Fläche muß überaus winzig sein. Besäßen Mars und seine Trabanten gleiche Rückstrahlungsfähigkeit, so würden ihre Scheibendurchmesser sich wie 794 : 1 verhalten; jeder Marsmond wäre nur 8,4 km groß! Abgesehen von der Willkür in der Wahl der Albedo steckt noch eine andere Fehlerquelle in der Rechnung. Das ist die Er-

leuchtung des Himmelshintergrundes in der Umgebung der Marsscheibe, die auf beide Monde wegen ihres verschiedenen Abstandes vom Marsrand ungleich einwirkt. Der nähere Phobos wird stärker überstrahlt als Deimos. Erscheinen dem Beobachter beide Trabanten im Fernrohr gleich hell, so ist tatsächlich Phobos der lichtstärkere. In der günstigen Marsopposition von 1909 schätzte Lowell das Verhältnis der beiden Leuchtkräfte wie $2^{1/2} : 1$; auch Kostinskys Aufnahmen mit dem Astrogaphen in Pulkowa ($11^m,6$ bzw. $12^m,3$) sprechen für ein Verhältnis von 2 : 1. Demzufolge schätzt Russell Phobos 15 und Deimos 8 km groß. Die Massen und Dichten sind völlig unbekannt.

Vom kosmogonischen Standpunkt sind beide Trabanten ungemein interessant. Phobos umkreist nämlich seinen Hauptkörper schon in 7^h39^m , während Mars selber sich erst in 24^h37^m um seine Achse dreht. Wollte man mit Darwin annehmen, daß Phobos sich in der Vorzeit von Mars gelöst habe, so müßte der Planet sich damals mehr als 9 mal so schnell gedreht haben. Als hemmende Ursache glaubt Darwin die Gezeitenwirkung der Sonne annehmen zu dürfen. Dabei ist aber zu beachten, daß diese wegen des größeren Abstandes des Mars nur $\frac{1}{11}$ der Wirkung auf die Erde ausmacht und daß sie bei der Abwesenheit großer Wassermassen nur so lange gedauert haben kann, als der Planet noch nicht fest war. Ob diese Zeitspanne ausreichte, muß bezweifelt werden. Außerdem passen die sicher weiß leuchtenden Monde nicht zur roten Farbe des Mars. Darum ist hier wohl die Einfangtheorie eher am Platze, zumal gerade die letzten Jahre gezeigt haben, daß Asteroiden der Erde, sogar der Venus unter Umständen recht nahe kommen können. Um so eher muß für Mars diese Möglichkeit bestehen. Daß die Bahnebenen beider Trabanten nahe mit dem Marsäquator zusammenfallen, ist der säkularen Wirkung der Planetenabplattung zuzuschreiben. Schwieriger ist schon einzusehen, warum die Umlaufzeit des Deimos fast genau das Vierfache von der des Phobos ist. Offenbar liegt hier ein Ausgleich infolge der gegenseitigen Einwirkungen vor. Die Theorie der hellen Jupitermonde hat in dieser Hinsicht aufklärende Fingerzeige geboten. Dort sind ähnliche ganz-zahlige Verhältnisse von ausschlaggebendem Einfluß auf die Bewegungen.

III. Das Jupitersystem.

Jupiter besitzt 9 Monde, von denen die vier galileischen eine Gruppe für sich bilden. Diese zeigen bei Vergrößerungen von 300 an aufwärts deutliche Scheibchen, deren Größen durch Messungen verschiedener Art bestimmt worden sind. Eine Auswahl der wichtigsten Resultate zeige, welchen Genauigkeitsmaßstab man anlegen darf.

| Autor | I | II | III | IV | Bemerkungen |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--|
| W. Struve | 1",015 | 0",911 | 1",488 | 1",273 | Pulkowa, 16-Zöller, Fadenmikrometer |
| A. Secchi | 0,985 | 1,054 | 1,608 | 1,496 | Rom, Fadenmikrometer |
| R. Engelmann | 1,081 | 0,910 | 1,537 | 1,282 | Leipzig 1871 6-Zöller, Verfinsterungen |
| A. Michelson | 1,02 | 0,94 | 1,37 | 1,32 | Lick 1891, 12-Zöller, Interferometer |
| W. H. Pickering | 1,04 | 0,94 | 1,42 | 1,29 | Arequipa 1892, 13-Zöller, Mikrometer |
| A. E. Douglass | 1,07 | 0,78 | 1,54 | 1,51 | Flagstaff 1894, 24-Zöller, Mikrometer |
| E. Barnard | 1,048 | 0,874 | 1,521 | 1,430 | Lick 36-Zöller, Yerkes 40-Zöller, Mikrometer |
| M. Hamy | 0,94 | 0,84 | 1,23 | 1,26 | Paris 1899, 12-Zöller, Interferometer |
| T. J. See | 0,672 | 0,624 | 1,361 | 1,277 | Washington 1899, 26-Zöller, Mikrometer |
| C. Wirtz | 1,04 | 1,02 | 1,40 | 1,16 | Straßburg 1913, 19-Zöller, Mikrometer |
| B. Stewart | 0,99 | 0,83 | 1,36 | 1,38 | Harvard 1916, Verfinsterungen, photogr. |

Abgesehen von den Washingtoner Werten, die mit Farbzellen gewonnen wurden, um das sekundäre Spektrum zu verringern, ist die Übereinstimmung in Anbetracht der Kleinheit der Scheiben recht gut. Trotzdem darf man sich nicht über die vorhandenen systematischen Fehler täuschen. Der erste Astronom, der genäherte Scheibendurchmesser angeben konnte, war W. Herschel, der 1797 die Zeitdauer bestimmte, die ein Trabant braucht, um von der Jupiterscheibe bedeckt zu werden bzw. bei einem Vorübergang in die Scheibe des Planeten zu treten. Die Methode wäre brauchbar, wenn nicht Beugungserscheinungen unangenehm hineinspielten. Sie verlangt auch völlig farbenreine Bilder. Fadenmikrometermessungen pflegen erfahrungsgemäß zu groß auszufallen. Bei dem Durchmesser der Jupiterscheibe liefern sie rund 1" mehr als Helio- metermessungen. Verfinsterungsbeobachtungen geben vermutlich wieder zu kleine Werte.

Gelegentlich kann der Durchmesser eines Jupitermondes auf noch andere Weise bestimmt werden. Am 13. August 1911 wurde der Stern 6 G Librae (6^m,6) vom III. Mond bedeckt. Die Erscheinung war an der pazifischen Küste Südamerikas sichtbar, und Ristenpart, der damals die Sternwarte in Santiago leitete, organisierte ein umfangreiches Programm, um durch Beobachtungen an möglichst vielen und nach der geographischen Breite weit zerstreuten Orten die Dauer der Bedeckung zu bestimmen. Aus der Länge der verschiedenen Bedeckungssehnen mußte sich dann der Durchmesser des Trabanten berechnen lassen. Der Augenblick der Bedeckung mußte sich durch Abnahme der vereinigten Helligkeit kundtun. Leider reichte die Glanzverminderung von rund 1/2 Größenklasse für viele Beobachter nicht aus, um die gesuchten Momente mit Sicherheit angeben zu können. Aber auf der Lickzweigstelle auf dem Cerro San Christobal, wo ein 36zölliger Spiegel zur Verfügung stand, und am 6zölligen Refraktor der Nationalsternwarte in Santiago maß man übereinstimmend 4,35 Minuten. Da mit Barnards Wert höchstens 3,8 Minuten hätten beobachtet werden dürfen, trat Ristenpart dafür ein, den Durchmesser des III. Mondes auf 2",0 zu erhöhen.

Eine ähnliche Gelegenheit bieten die gegenseitigen Bedeckungen der Jupitermonde, die immer dann eintreten können, wenn die Erde

in die Bahnebene der Trabanten kommt, was bei jedem Jupiterumlauf von 12 Jahren zweimal der Fall ist. Leider sind solche Erscheinungen bisher wenig systematisch beobachtet worden. Wenn zwei Monde unmittelbar nebeneinander stehen, ist die wertvolle Möglichkeit gegeben, ihre relative Größe und Helligkeit abzuschätzen. Am 12. Oktober 1914 sah Fauth, wie der schwächere Mond II vor I trat; beide erschienen genau gleich groß, im Gegensatz zu entsprechenden Beobachtungen vom 7. Oktober 1920 und vom 3. September 1914. Haben die Monde etwa wechselnde Durchmesser? Als ein anderes Mal der dritte Mond den zweiten teilweise verdeckte, war die Flächenhelligkeit von Mond II merklich höher. Bei derartigen Feststellungen spielen die oft auf den Scheiben von I, III und IV gesehenen dunklen Flecken eine wichtige Rolle. Zuweilen ist bei diesen drei Trabanten auch eine helle Polkappe vorhanden. Diese ungleichen Lichtverteilungen haben wohl den Anlaß gegeben, den Monden starke und wechselnde Abplattungen zuzuschreiben. W. H. Pickering sah 1892 in Arequipa bei Vergrößerungen bis 2000 die Monde oft länglich, woraus er auf eine sehr schnelle Rotation dieser Weltkörper schloß. Sein Mitarbeiter Bailey konnte freilich keine Spur davon wahrnehmen! Campbell und Schaeberle schrieben 1891 dem ersten Mond bei 3000facher Vergrößerung des Lickrefraktors eine Abplattung von 1:5 zu. Die des Jupiter ist nur 1:16 und wirkt schon auffällig. Desto merkwürdiger berührt es, wenn Barnard angibt, daß er im gleichen Instrument die Monde immer genau rund gesehen habe. Die oben angegebenen Durchmesser von Douglass beziehen sich auf die Äquatorrichtung. Die Polardurchmesser sind: I 0",84, II 0",74, III 1",57 und IV 1",45. Danach wäre Mond I tatsächlich im Verhältnis 1:5 abgeplattet, die übrigen Monde aber fast rund. Diese Resultate wurden nach Angabe des Autors mit dem unübertrefflichen 24-Zöller der Flagstaffsternwarte bei bester Luft gewonnen. Dagegen behauptet Brenner, der seiner Meinung nach einen vortrefflichen 6-Zöller, ein noch besseres Auge und günstigste Luft zur Verfügung hatte, daß gerade Mond I rund und die anderen Trabanten stark abgeplattet seien, nämlich II 1:10, III 1:9 und IV 1:8! Salet hat am 38-cm-Refraktor in Paris alle Jupitermonde

immer rund gesehen; das gleiche berichtet Antoniadi, der das 83-cm-Rohr in Meudon benutzen durfte.

Zeichnungen der Flecken sind öfter veröffentlicht worden; daß die Umrisse wenig übereinstimmen, liegt an der ungemainen Kleinheit der Bilder. Das Vorhandensein starker Flecken muß sich in einem Lichtwechsel der Monde ausdrücken, auf den schon W. Herschel verwiesen hat. Er meinte, daß die Perioden mit den Umlaufzeiten zusammenfielen, daß also die Monde dem Jupiter immer dieselbe Seite zukehrten. Engelmanns Photometermessungen bestätigten, daß I, II und III auf der Vorderseite, IV aber auf der Rückseite im Sinne der Bahnbewegung heller seien. E. C. Pickering konnte 1878 mit seinem Photometer keine Andeutung eines Lichtwechsels finden; Guthnicks Reihe 1904—06 in Bothkamp und Berlin lieferte wiederum beträchtliche Helligkeitsschwankungen, bei I von 5,2—5,9, bei II von 5,2—6,2, bei III von 4,7 bis 5,4 und bei IV von 6,1—6,5. Die Form der Lichtkurven zeigte mannigfache Wandlungen. Extrafokale Aufnahmen, die Wilkens 1905 in Wien und Schütte 1920 in Breslau anfertigten, bestätigten die Helligkeitsschwankungen, lieferten aber unruhige Lichtkurven mit vielen steil ansteigenden und ebenso schnell abfallenden Spitzen, die möglicherweise in Spiegelungen auf den Mondoberflächen ihre Ursache haben könnten. Aus einer Meßreihe, die Stebbins 1926 mit einer elektrischen Photozelle am 12-Zöller der Licksternwarte erlangte, wobei er zur Vorsicht eine ganz kleine Blende benutzte, um die störende Aufhellung des Himmelshintergrundes unschädlich zu machen, ergaben sich die von Umlauf zu Umlauf wiederkehrenden Schwankungen viel kleiner; sie betragen bei Mond I nur $0^m,13$, bei II $0^m,29$, bei III $0^m,15$ und bei IV $0^m,09$. Ein direkter Vergleich mit den visuellen Beobachtungen ist nicht angebracht, da die Spektralgebiete ja verschieden sind. Aber die lichtelektrische Kurve zeigt einen ganz glatten Verlauf in Form einer einfachen Sinuswelle für jeden Umlauf. Wäre eine starke Abplattung vorhanden, so müßte sich eine zweite Welle mit halber Periode darüber lagern, weil der Trabant uns zweimal seine breite und ebenso oft seine schmale Seite zukehren müßte. Da sich davon nichts zeigt, darf man mit gutem Recht die Monde als kugelförmig ansehen. Legt man mit Graff die Durchmesser für den mittleren Abstand Sonne-Planet zugrunde, wie in der nachstehenden Tabelle angeführt, so ergeben sich folgende Größen:

| | I | II | III | IV |
|-----------------------------|------|------|------|------|
| Durchmesser in Bogensekund. | 1,04 | 0,89 | 1,46 | 1,34 |
| " in km | 3920 | 3360 | 5500 | 5050 |
| Volumen (Erdmond = 1) | 1,43 | 0,90 | 3,97 | 3,07 |

Die Ungenauigkeit der Durchmesser erreicht etwa 10 %, die der Rauminhalte 30 %. Die beiden inneren Trabanten gleichen an Aus-

dehnung dem Erdmond, die beiden äußeren erreichen Merkurgröße. Die beobachteten Helligkeiten zeigen ein anderes Verhältnis; hierbei ist IV der lichtärmste. Die Fähigkeiten der Monde, auffallendes Licht zurückzustrahlen, sind demnach merklich verschieden. Mond II hebt sich vor der Jupiterscheibe so gut wie immer hell ab, I und III sind einmal hell, ein andermal dunkel, je nachdem, ob sie dunklen oder hellen Untergrund finden; Mond IV sieht immer wie ein Trabanten-schatten aus. Er ist eben dunkler als die lichtschwächsten Teile Jupiters. Gegen den Erdmond freilich würde er sich noch beträchtlich hell ausnehmen.

Die Massen der Jupitermonde lassen sich mit ziemlicher Sicherheit aus genauen Ortsmessungen berechnen. Roh gesprochen, sind die Bahnen aller 4 Trabanten Kreise in der Ebene des Jupiteräquators. Die Umlaufzeit von Mond III ist doppelt so groß wie die von II, diese wieder das Doppelte der von I. Eine merkwürdige Stellung innerhalb ihrer Bahnen kommt hinzu. Für einen Jupiterastronomen sind die Konjunktionen von Mond II mit III immer um 180 Grad von der Begegnungsstelle von I mit II entfernt, so daß diese drei Monde nie zugleich verfinstert sein können. Laplace hat nachgewiesen, daß diese Beziehung anfänglich nur angenähert zu gelten brauchte; infolge gegenseitiger Gravitationswirkungen mußte sich dann im Laufe der Zeit eine vollkommene Übereinstimmung herausbilden. Aus Finsternisreihen erkannte Bradley um 1735 bei dem zweiten Mond eine „große Ungleichheit“ mit einer Periode von 437,6 Tagen. Bald darauf konnte Wargentin sie auch für Mond I nachweisen; sie gilt ebenso für III. Der Grund liegt, wie Wargentin schon richtig vermutete, in der gegenseitigen Anziehung. Die mathematische Theorie der Bewegung der Jupitermonde wurde von Laplace geschaffen und gilt als sein Meisterwerk. Die Nutzenanwendung auf die Praxis mußte aber lange auf sich warten lassen, da wohl die üblichen Bahnelemente, jedoch einige für die Tafelberechnung notwendige Hilfsgrößen — Funktionen der Mondmassen — nicht genau genug bekannt waren. So ließen die Tafeln von Delambre, Damoiseau und Souillart viel zu wünschen übrig. Erst durch die modernen Arbeiten von Sampson (1910) und de Sitter (1926) wurden die Grundlagen für eine genaue Auswertung der Messungen geschaffen.

Seit der Entdeckung der Jupitermonde 1610 bis auf das Jahr 1890 hat man sich im wesentlichen auf Finsternisbeobachtungen gestützt. Deren Genauigkeit entspricht aber in keiner Weise den Anforderungen der neuen Tafeln. Das bloße Notieren des letzten Lichtstrahls oder des ersten Aufglimmens ist mit schweren persönlichen und instrumentellen Fehlern behaftet. Der Versuch von Innes, das Vorschrei-

ten des Jupiterschattens bei starker Vergrößerung auf den Trabantenscheiben zu verfolgen, um den Zeitpunkt der Halbierung bis auf die Sekunde festzulegen, muß wegen der systematischen Fehler ebenso als gescheitert gelten wie der amerikanische Versuch, aus photometrischen Vermessungen von Harvardaufnahmen die Zeit des Halblichts zu finden. Bessel hat von 1832—36 die Trabanten mit dem Heliometer an den Planetenrand angeschlossen, auch Schur 1874 und 1880. In beiden Fällen war es de Sitter unmöglich, aus diesen Beobachtungsreihen für seine Tafeln etwasersprießliches herauszuholen, da gewisse Meßfehler sich nicht eliminieren ließen. Eine wirkliche Förderung lieferten erst Gills Heliometerreihen seit 1891 am Kap, der die Trabanten untereinander anschloß. Auch die photographischen Positionen aus Aufnahmen in Pulkowa, Helsingfors und auf der Kapsternwarte sind brauchbar.

In einem Vortrage, den de Sitter 1931 vor der Royal Society in London 1931 hielt, zog er einen hübschen Vergleich zwischen den Umlaufzeiten der Jupitermonde und denen der großen Planeten:

| | |
|-----------------|---------------------|
| Merkur = 50 · I | Jupiter = 2450 · I |
| Venus = 63 · II | Saturn = 3040 · II |
| Erde = 52 · III | Uranus = 4380 · III |
| Mars = 41 · IV | Neptun = 3620 · IV |
| Mittel 52 | Mittel 3500 |

Da die Trabanten seit mehr als 320 Jahren unter Beobachtung stehen, so entspricht dieser Zeitraum einer Epoche von 17 000 Jahren für die inneren und von 1 100 000 Jahren für die äußeren Planeten. Seit drei Jahrhunderten hat sich in der Stabilität des Jupitersystems nichts nachweislich geändert; darum sollte dies auch für die entsprechenden Zeiträume im Sonnensystem gelten. So wird die Untersuchung der Störungen im Jupitersystem durch die enorme Vergrößerung der Zeitskala kosmogonisch wichtig. Daher ist es um so bedauerlicher, daß die Zeitspanne der befriedigend genauen Messungen erst vier Jahrzehnte umfaßt. Immerhin reicht sie schon aus, um die Massen der Jupitermonde mit einiger Sicherheit zu bestimmen. Sie ergeben sich z. B. aus der Knotenbewegung aller 4 Bahnebenen, aus der Verlagerung der Planetennähen von II, III und IV, aus den Neigungsstörungen, die III durch IV erleidet, aus der zwangsläufigen Exzentrizität, die IV bei III hervorruft und aus der großen Ungleichheit für I, II und III. Die Resultate, zu denen Sampson und de Sitter kamen, seien nachstehend aufgeführt.

| | In Millionteln der Jupitermasse | | | | Erdmond = 1 | | | |
|----------------|---------------------------------|------|------|------|-------------|------|------|------|
| | I | II | III | IV | I | II | III | IV |
| Sampson 1910 | 45,0 | 25,4 | 79,9 | 45,0 | 1,16 | 0,66 | 2,07 | 1,16 |
| de Sitter 1931 | 38,1 | 24,8 | 81,7 | 50,9 | 0,98 | 0,64 | 2,11 | 1,32 |

Mit den de Sitterschen Werten ergeben sich durch Vergleich von Rauminhalt und Masse die Dichten:

für I 2,3 für II 2,4 für III 1,8
für IV 1,4 (Wasser = 1).

Von Jupiter aus gerechnet, nimmt die Dichte wie im Sonnensystem nach außen hin ab. Alle vier Trabanten sind weniger dicht als der Erdmond; IV ist ziemlich locker, ja Pickering hat die Jupitermonde überhaupt nur für eine Ansammlung von Staub und Steinen erklärt. Dafür spricht die Veränderlichkeit der Lichtkurven, wenn sie reell sein sollte, dagegen aber die Konstanz der Polflecken. Auffällig ist der helle Glanz dieser Gestirne, der sie dem Erdmond so unähnlich macht. Jeffreys hat für IV — allerdings mit einer total veralteten Masse, wie sie nämlich um die Jahrhundertwende für die Ephemeriden des Nautical Almanac in Gebrauch war (21,5 Milliontel der Jupitermasse nach Adams) — eine Dichte von nur 0,6 berechnet und daraufhin behauptet, daß IV aus Kohlensäureschnee bestände und III zum großen Teil aus Eis. Folgerungen aus Dichteberechnungen müssen sehr vorsichtig gezogen werden. Wollte man etwa für III den Ristenpartschen Durchmesser von 7200 km nehmen, so säne die Dichte auf 0,8; umgekehrt liefert See's Durchmesser für I die Dichte 8,5! Beide Durchmesserannahmen fallen aber vollkommen aus dem Rahmen der übrigen Bestimmungen.

Stebbins ist es gelungen, bei seinen Helligkeitsmessungen mit der Kaliumzelle einen Einfluß der Phase nachzuweisen. Bei II und III ist der Betrag derselbe wie beim Erdmond nahe dem Volllicht, bei IV noch größer. Daher sind die Jupitermonde wohl ähnlich rauhe und atmosphärearme Körper wie der Mond. Dann kann die ausgeprägte Helligkeit besonders der inneren Trabanten nicht von Wolken herühren, sondern muß einer weißen Oberfläche zugeschrieben werden.

Außer den vier großen Monden besitzt Jupiter noch fünf schwache, über deren Durchmesser, Masse und Dichte nichts bekannt ist. Lediglich ihre Helligkeiten stehen einigermaßen fest: Mond V ist 13., VI 13,7., VII 16., VIII 17,6. und IX 18,5. Größe. Nimmt man für V eine hohe Rückstrahlungsfähigkeit wie für I an, so ergibt sich als Durchmesser 120 km; wäre aber die Albedo wie bei dem dunklen IV, so käme man auf 240 km. Zieht man weiter in Betracht, daß die mittlere Oppositionshelligkeit von V wegen der damit verbundenen Schwierigkeit nur beiläufig geschätzt worden ist, aber noch nie photometrisch gemessen wurde, so kann man nur vermuten, daß die wahre Größe zwischen 100 und 300 km liegen wird. VI mag von ähnlicher Ausdehnung sein, die äußeren Monde kommen vielleicht auf 25 bis 40 km.

So mager diese Ausbeute physikalisch erscheint, so wichtig sind diese kleinen Welten für die Kosmogonie. V nimmt wegen seiner ungemainen Jupiternähe eine ähnliche Stellung

ein wie die Marsmonde. VI und VII bilden ein Trabantenpaar, sowohl was Umlaufzeiten (251 und 260 Tage) als auch Neigung gegen die Jupiterbahn (29° und 28°) und damit gegen den Jupiteräquator anbelangt. Auch VIII und IX bilden ein Paar; beide beschreiben in rückläufiger Bewegung fast gleich große Bahnen (Umlaufzeiten 739 und 758 Tage); die mittleren Abstände von Jupiter sind fast genau doppelt so groß wie bei VI und VII (334 gegen 162 Jupiterhalbmesser). Im Gegensatz zu den

kreisförmigen Bahnen I bis IV (und V), beschreiben VI bis IX ausgeprägt exzentrische Ellipsen. Stabilitätsbetrachtungen haben ergeben, daß sehr entfernte Trabanten geringere Störungen erleiden, wenn sie rückläufig sind. Will man nicht annehmen, daß die äußeren Monde eingefangene Planetoiden sind, dann bleibt das gleichzeitige Nebeneinander von beiden Bewegungsrichtungen schwierig zu erklären. Im Saturnsystem tritt derselbe Fall ein. (Fortsetzung folgt.)

Die planetarischen Nebel und der Prozeß des Nebelleuchtens.

Ein Kapitel aus der Astrophysik.

Von cand. astr. H. L a m b r e c h t.

(Mit zwei Abbildungen.)

Man ist in neuester Zeit gewöhnt, die Himmelsobjekte im Hinblick auf ihre Stellung im Weltall in zwei große Gruppen einzuordnen: nämlich in die Gruppe der „galaktischen“ (zur Milchstraße gehörigen) und die der „außer-galaktischen“ Objekte. Der weitaus größte Teil aller uns zugänglichen Himmelserscheinungen, die Sterne, die Sternhaufen und fast alle gasförmigen Nebel gehören dem Milchstraßensystem an und nehmen an dessen Bewegung teil. Nur die elliptischen Nebel, die Spiralnebel und einige irreguläre Nebel liegen außerhalb der Milchstraße und gestatten uns dadurch einige wenige, aber um so wertvollere Ausblicke aus unserer begrenzten Welteninsel, aus denen wir wichtige Schlüsse nicht nur auf Struktur und Ausdehnung des Raumes, sondern auch wieder auf Form und Bewegung unseres Milchstraßensystems ziehen können.

Wir wollen uns nun in folgendem nicht mit derartigen Fragen beschäftigen, sondern wollen eine bestimmte Gruppe von Objekten innerhalb der Milchstraße betrachten, nämlich die planetarischen Nebel, deren Erforschung gerade in letzter Zeit sehr wertvolle und interessante Resultate zutage bringen konnte. In den planetarischen Nebeln haben wir ein typisches Beispiel für die Forschungsmethoden der modernen Astrophysik, die Hand in Hand mit den neuesten physikalischen Ergebnissen arbeitet und auf diese Weise die schönsten Früchte trägt. Ist es doch sogar gelungen, aus atomphysikalischen Erwägungen heraus nicht nur mit großer Genauigkeit Temperaturen, sondern auch sogar brauchbare Entfernungen zu bestimmen, ohne ein anderes Hilfsmittel zur Hand zu haben als Spektren und photographische Aufnahmen der Nebel. Diese Messungen haben nichts mehr mit denen der „klassischen“ Astrometrie zu tun. Unsere Betrachtungen werden uns mitten in das für die Astrophysik außerordentlich wichtige Gebiet

der Atomphysik hineinführen, und wir werden sehen, wie die Erforschung der kleinsten Bausteine der Materie es uns ermöglicht, tief in die Phänomene am Himmel einzudringen.

Zunächst wollen wir einen kurzen Überblick über das durch die Beobachtungen gesammelte Material bringen, um dann an Hand desselben auf die physikalische Deutung der Erscheinungen einzugehen.

I. Die Beobachtungsergebnisse.

Die planetarischen Nebel bilden zusammen mit den diffusen die Gruppe der galaktischen Nebel. Ihre Größe schwankt innerhalb sehr weiter Grenzen: die größten besitzen einen scheinbaren Durchmesser, der an den des halben Mondes heranreicht, die kleinsten lassen sich kaum von Fixsternen unterscheiden. Ihre Verteilung am Himmel scheint auf den ersten Blick ziemlich willkürlich, da nur die kleinen Objekte eine Konzentration zur Milchstraße aufweisen, während die Nebel mit großen scheinbaren Durchmessern über den ganzen Himmel verstreut sind. Nimmt man aber in roher Annäherung an, daß der scheinbare Durchmesser proportional der Entfernung abnimmt, so erklärt sich die weite Verteilung der scheinbar größten und damit auch dem Beobachter nächsten Objekte als eine rein perspektivische Erscheinung; denn der irdische Beobachter befindet sich selbst in der Milchstraßenebene und wird daher ihm nahe Objekte weit über den Himmel verstreut sehen, während sich die entfernteren der bekannten Linsenform des Milchstraßensystems entsprechend in der Milchstraßenebene konzentrieren müssen.

In der äußeren Form weisen die Nebel die größten Verschiedenheiten auf, die sich schwer einheitlich erklären lassen. Um die Erscheinungen in ein übersichtliches System zu bringen, hat Curtis¹⁾ die Nebel nach dem Aussehen rein

¹⁾ Publ. of the Lick Obs. Vol. 13, III, 1918.

formal klassifiziert. Er unterscheidet sieben Gruppen:

- A. Scheibenförmige Nebel;
- B. Ringförmige (runde oder elliptische) Nebel;
- C. Kreisförmige oder elliptische Scheiben mit hellen Rändern;
- D. Ähnliche Formen wie C, doch mit starker Abstumpfung an den Enden der großen Achse;
- E. Scheiben mit abnehmender Helligkeit längs und an den Enden der großen Achse;
- F. Runde strukturlose Scheiben, die an den Rändern lichtschwächer sind als in der Mitte;
- G. Sternartige Nebel.

Diese Formen stellen natürlich nicht die wirkliche Gestalt der Nebel dar, da es sich in Wirklichkeit um räumliche Gebilde handelt. Curtis hat daher außerdem den Versuch gemacht, die Verschiedenheiten in der Struktur durch zwei Grundtypen zu erklären. Er fand experimentell, indem er halbdurchsichtige Modelle in einer Flüssigkeit aufhängte und mit durchscheinendem Licht beleuchtete, folgende zwei Grundformen: breite, äquatoriale Ringe, die nach den Polen zu dünner werden, und ellipsoidische Schalen, deren Dicke von den Polen zu dem Äquator hin abnimmt.

Mit jedem Nebel untrennbar verbunden ist ein Zentralstern, der, wie wir später noch sehen werden, ausschließlich für das Leuchten der Nebelmasse verantwortlich ist. Er tritt mit großer Regelmäßigkeit auf und gehört unzweifelhaft nicht nur scheinbar, sondern auch physisch zum Nebel. Obgleich es einige planetarische Nebel gibt, in denen man diesen Zentralstern nicht finden konnte, ist doch anzunehmen, daß er auch in ihnen vorhanden ist; denn es handelt sich in diesen Fällen fast immer um Objekte, deren geringe Größe und Leuchtkraft die Untersuchung von Einzelheiten selbst für die größten Instrumente fast unmöglich machen. Da der Zentralstern ein leicht zu pointierendes Objekt ist, ermöglicht er die Messung von photographischen Parallaxen. Van Maanen fand auf diese Weise die mittlere Parallaxe von 16 Nebeln zu $0,012$ oder 83 Parsec (1 Parsec = $3,26$ Lichtjahre²⁾). Daraus und aus der mittleren photographischen Helligkeit von $12^m,3$ folgt die absolute Helligkeit der Zentralsterne zu $7^m,5$. (Unter absoluter Helligkeit versteht man diejenige, die der Stern haben würde, wenn man ihn in die Entfernung von 10 Parsec versetzt.) Der auffallend niedrige Wert wird später noch seine Erklärung finden. Auch die Parallaxenbestimmungen werden im Verlaufe unserer Betrachtung ergänzt werden durch solche, die auf wesentlich anderem Wege gefunden wurden. Jedenfalls kann man schon jetzt aus dem Parallaxenwert entnehmen, daß wir es hier mit Objekten zu tun haben, die an Ausdehnung unser Sonnensystem in den meisten Fällen weit übertreffen. Als Parallaxe eines Sterns bezeichnet man bekanntlich den Winkel, unter dem vom Stern aus gesehen der Erdbahnhalb-

messer erscheint. Hat z. B. ein Objekt mit einer Parallaxe von $0,01$ einen scheinbaren Halbmesser von $60''$, so ist es $60'' : 0,01 = 6000$ mal so groß wie die Erdbahn.

Um die Beobachtungsdaten zu vervollständigen, sei noch auf Radialgeschwindigkeitsmessungen von Campbell und Moore³⁾ hingewiesen, die für 96 Nebel eine mittlere Geschwindigkeit von rund $+30$ km/sec gegen das Sternsystem fanden. Außerdem zeigen die Spektrallinien systematische Verschiebungen, die auf eine Rotation der Nebel schließen lassen. Jedoch ist die Struktur der Linien in vielen Fällen zu kompliziert, um eine so einfache Deutung zuzulassen.

Die spektralen Eigentümlichkeiten der planetarischen Nebel haben lange Zeit den Theoretikern erhebliches Kopfzerbrechen bereitet, bis es in den letzten Jahren vor allem Bowen gelang, aus atomphysikalischen Erwägungen heraus eine befriedigende Erklärung der Phänomene zu geben⁴⁾. Die Mehrzahl der Spektren weist neben den für die galaktischen Nebel typischen Emissionslinien einen kontinuierlichen Untergrund auf, der etwa an der Grenze der Balmer-Serie ($\lambda 4647$) einsetzt und sich bis weit in das ultraviolette Gebiet hinein erstreckt. Eine Erklärung für das Entstehen dieses Untergrundes fand man in der Annahme, daß im Nebel Wasserstoffatome ionisiert und die dadurch entstandenen freien Elektronen nach einer gewissen Zeit von Atomkernen aufgenommen werden, wobei das kontinuierliche Spektrum jenseits der Balmer-Grenze emittiert wird. Wie später noch gezeigt werden soll, ist dieser Prozeß der Ionisation und nachfolgenden Rekombination außerordentlich wichtig für die Theorie des Leuchtens der Nebel. Da wir aber unseren Betrachtungen nicht vorgreifen wollen, unseren Betrachter nicht verwirren wollen, weisen wir auch hier auf den späteren Abschnitt. Die Emissionslinien setzen sich in der Hauptsache aus den sogenannten Nebellinien, deren Identifizierung erst in neuester Zeit gelang, den Linien der Balmer-Serie des Wasserstoffs, einigen Gliedern der Pickering- und Fowler-Serie des ionisierten Heliums (He^+) sowie den Linien des neutralen Heliums (He) zusammen. An Intensität sind die Nebellinien N_1 ($\lambda 5007$) und N_2 ($\lambda 4959$) bei weitem die stärksten, dann folgen $\text{H}\beta$ und $\text{H}\gamma$, deren Intensitäten sich zu der von N_2 wie $1 : 2$ verhalten. Von $\text{H}\delta$ an werden die Linien mit abnehmender Wellenlänge rasch schwächer. Die Heliumlinien treten nicht sehr stark hervor, nur die Linie $\lambda 4686$ der Fowler-Serie ist meist sehr intensiv. Zu beachten ist ferner, daß die Helligkeitsfolge der Balmer-Linien im Nebelspektrum von der üblichen Regel abweicht:

³⁾ Publ. of the Lick Obs. Vol. 13, IV, 1918.

⁴⁾ Astrophys. Soc. Pacific Vol. 39, S. 295, 1927; Phys. Rev. Vol. 36, S. 600, 1930; Astrophys. Journal Vol. 67, S. 1, 1928; Nature Vol. 120, S. 437, 1927 und Vol. 123, S. 450, 1929.

²⁾ Mount Wilson Contrib. Nr. 237, 1922.

H β und H γ sind die intensivsten Linien der Serie, dagegen tritt H α sehr selten und dann nur ganz schwach auf. Eine ähnliche Erscheinung wurde bei den Mira-Veränderlichen beobachtet.

Benutzt man zur Beobachtung des Nebelspektrums ein Objektivprisma, so zeigt sich eine eigentümliche Erscheinung: die im Lichte der Emissionslinien leuchtenden monochromatischen Nebelbilder erweisen sich nach Form und Größe als sehr verschieden. Demnach müssen die Emissionen innerhalb der planetarischen Nebel ungleichmäßig verteilt sein. Beim Ringnebel in der Leier hat man festgestellt, daß z. B. die im Lichte der Nebellinien 3727, N $_1$ und N $_2$ leuchtenden Bilder ring-

daß sie für uns diese eigenartige Verteilung aufweisen. Die Annahme, daß Nebel und Zentralstern ein ähnliches Spektrum besitzen, ist naheliegend, jedoch wurde ein solcher Zusammenhang zwischen den beiden Spektren nicht beobachtet. Bei einem Teil der Zentralsterne erweist das Spektrum sich als rein kontinuierlich, bei einem anderen Teil als durchsetzt mit breiten und hellen Banden, die größtenteils mit denen der Wolf-Rayet-Sterne identisch sind und in der Hauptsache dem Wasserstoff, dem neutralen und ionisierten Helium und Kohlenstoff, dem ionisierten Stickstoff und den höheren Anregungszuständen von Sauerstoff und Silizium zugeschrieben werden können. Da diese Emissionen bei den O-Sternen

Zwei typische planetarische Nebel.



Ringnebel in der Leier.



Der Hantelnebel im Fuchs.

förmig erscheinen, während das Bild von 4686 (He $^+$) eine schwache, gleichmäßig erleuchtete Scheibe ist, die das Innere des Ringes ausfüllt. Messungen von Wright⁵⁾ ergaben als Resultat für die äußeren Durchmesser 90", 86" bzw. 46" und für die inneren Durchmesser 43", 34" und 0".

Die Reihenfolge der monochromatischen Bilder ist der Größe nach etwa folgende: 3426, 4686, Balmer-Serie, 3869, 3727. N $_1$ und N $_2$ liegen in der Regel zwischen H β und 3869. Man könnte aus dieser merkwürdigen Erscheinung auf eine Schichtung der Elemente im Nebel schließen, die aber außerordentlich unwahrscheinlich wäre. Wie wir noch sehen werden, ist lediglich die Bedingung für die Leuchtanregung der einzelnen Elemente daran schuld,

als Absorptionen auftreten, hat man die Wolf-Rayet-Sterne in diese Spektralklasse eingereiht. Die Verwandtschaft zwischen den Zentralsternen und den Wolf-Rayet-Sternen wird ferner dadurch bestätigt, daß die oben angegebenen Radialgeschwindigkeiten von im Mittel + 30 km/sec recht gut mit denen der Wolf-Rayet-Sterne übereinstimmen. Demnach müßten die Zentralsterne sehr heiße, massenreiche und absolut sehr helle Himmelskörper sein. Neben den hellen Banden zeigt sich im Spektrum der Zentralsterne noch ein kontinuierlicher Untergrund, der im Violett und Ultraviolett außerordentlich intensiv ist. Bei λ 3300, bis wohin man das Spektrum photographisch erfassen kann, scheint das Energiemaximum noch nicht erreicht zu sein.

Wir haben hiermit die zum Verständnis unserer weiteren Betrachtungen notwendigen

⁵⁾ Publ. of the Lick Obs. Vol. 13, VI, S. 204 u. 226. 1918.

Beobachtungsdaten kurz zusammengefaßt und können nun zu der astrophysikalischen Deutung der Erscheinungen übergehen. Einige Tatsachen, die sich besonders auf die feinere Linienstruktur im Spektrum beziehen, werden im Verlaufe unserer Untersuchungen noch nachgeholt werden.

II. Die Deutung der Nebellinien und die Theorie der Leuchtanregung.

Als man daranging, die Spektren der diffusen und planetarischen Nebel zu untersuchen, stieß man bei der Identifikation gerade der hellsten Linien auf Schwierigkeiten. Es sind dies die oben mit N_1 und N_2 bezeichneten sehr intensiven Emissionslinien, zu denen noch einige schwächere hinzukommen. Da man diese Linien auch im Laboratorium nicht erzeugen konnte, war man in erster Zeit geneigt, sie einem neuen, unbekanntem Element zuzuschreiben. Man nannte es provisorisch „Nebulium“, unter welchem Namen dieses vollkommen illusorische Element bis vor einigen Jahren hier und dort in der Literatur herumspukete. Sehr bald kam man aber dahinter, daß das Licht dieser Linien nicht von einem neuen rätselhaften Element ausgesandt werden konnte, da für ein solches im periodischen System kein Platz mehr vorhanden ist, sondern daß wir hier Anregungszustände eines bekannten Elementes vor uns haben, die unter Bedingungen zustande kommen, wie man sie im Laboratorium nicht erzeugen kann. Obgleich es bis jetzt wohl noch nicht gelungen ist, die Nebuliumemissionen künstlich herzustellen, muß man doch an dieser Annahme als an der einzig möglichen festhalten, zumal durch die Theorie eine äußerst plausible Erklärung für das Auftreten der Nebellinien gegeben ist.

Vor etwa vier Jahren gelang es Bowen⁴⁾, eine Theorie der Nebuliumemission zu entwickeln und damit den Boden für weitere Untersuchungen über die Leuchtanregung der Nebel vorzubereiten. Wir wollen im folgenden versuchen, kurz über die Bowenschen Untersuchungen zu berichten, müssen dabei aber die Kenntnisse der einfachsten Vorgänge im Atom, auf denen die Theorie beruht, voraussetzen. Da es zu weit führen würde, an dieser Stelle näher auf die Atomtheorie einzugehen, sei auf die im „Weltall“ erschienenen Aufsätze von Dr. Hans Schimank „Über den Atombau“ im 28. Jahrgang, Heft 8, und auf die Fortsetzung von Dr. Carl Kuhlmann im 29. Jahrgang, Heft 6, sowie auf die Arbeit von Becker und Grotrian⁵⁾ hingewiesen. Für ein gründliches Studium sei etwa das Werk von Sommerfeld, „Atombau und Spektrallinien“, im Verlag von Fr. Vieweg, genannt.

⁴⁾ Becker und Grotrian: „Über die galaktischen Nebel und den Ursprung der Nebellinien“ (Ergebnisse d. exakten Naturwissensch. Bd. 7, 1928).

Nach einer eingehenden Untersuchung der Nebelspektren kam Bowen zu dem Resultat, daß die Nebellinien in der Hauptsache durch einfach und doppelt ionisierten Stickstoff und Sauerstoff erzeugt werden, d. h. also durch Stickstoff und Sauerstoff, dessen Atome eines oder zweier Elektronen beraubt sind. Und zwar treten die Linien als sogenannte *verbotene* Linien auf, d. h., ihr Auftreten widerspricht den „Auswahlregeln“. Fassen wir das einfache Bohrsche Atommodell ins Auge, so kann das Leuchtelektron in bestimmten durch die Quantentheorie genau vorgeschriebenen Bahnen um den Atomkern kreisen. Wenn das Elektron von einer Bahn größerer Energie auf eine Bahn niedrigerer Energie übergeht, so wird Licht einer Spektrallinie, deren Wellenlänge durch die Energiedifferenz festgelegt ist, ausgesandt. Es kommen nun aber im allgemeinen nur Sprünge des Elektrons zwischen bestimmten Bahnen vor, die durch eine von Heisenberg aufgestellte „Auswahlregel“ gefunden werden können. Die übrigen Übergänge bezeichnet man als „verboten“. Es gibt nun Bahnen, von denen keine erlaubten, sondern nur verbotene Übergänge zu Bahnen geringerer Energie möglich sind. Man nennt einen solchen Zustand „metastabil“.

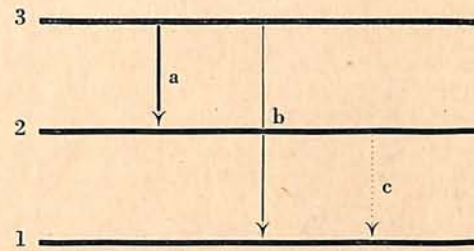
Wie kommt es nun, daß in den Nebeln die verbotenen Linien erzeugt werden? Welche Bedingungen müssen in ihnen herrschen? Auch hier fand Bowen eine Erklärung, die direkt zu der allgemeinen Theorie der Leuchtanregung führt. Er kam zu dem Resultat, daß auch die metastabilen Atome nicht unbegrenzt existieren, sondern daß sie schließlich doch unter Ausstrahlung einer verbotenen Linie zu einem Zustand niedrigerer Energie übergehen. Bowen berechnete nun, daß diese Übergänge erst nach einer gewissen Zeit, die er die Lebensdauer der metastabilen Atome nennt, eintreten. Stößt das Atom vor Ablauf dieser Zeit mit einem anderen zusammen, so wird es aus seinem metastabilen Zustande erlöst, ohne daß Gelegenheit zur Aussendung einer Spektrallinie gegeben wird. Um das Vorkommen der verbotenen Linien in den Nebeln zu erklären, ist zu zeigen, daß in ihnen Zusammenstöße zweier Atome erst nach einem längeren Zeitraum als der durchschnittlichen Lebensdauer der metastabilen Atome eintreten. Da die Lebensdauer der metastabilen Zustände des einmal ionisierten Stickstoffs und des ein- und zweimal ionisierten Sauerstoffs zu einer Sekunde angenommen werden kann, so müßten die Zusammenstöße erst in entsprechend größeren Zeiträumen erfolgen. Für den Ringnebel in der Leier läßt sich durch eine rohe Schätzung zeigen, daß dies tatsächlich der Fall ist. Die Masse, die in einem Raume bis zu einem Winkelabstand von 25" vom Zentralstern enthalten ist, beträgt 13,8 Sonnenmassen. Nimmt

man ferner mit Eddington⁷⁾ an, daß die Temperatur der Nebelhülle etwa $10\,000^{\circ}$ beträgt, und daß man für das mittlere Atomgewicht den Wert 4 und für den Atomdurchmesser 10^{-8} cm ansetzen kann, so erhält man folgende Resultate für die Dichte ρ , die Zahl N der Atome pro ccm, die mittlere freie Weglänge L , die ein Atom zwischen zwei Zusammenstößen zurücklegt, die mittlere Geschwindigkeit v der Atome und Ionen und schließlich die Zeit t zwischen zwei Zusammenstößen:

| | |
|--------|--|
| ρ | $1,1 \cdot 10^{-17}$ g/cm ³ |
| N | $1,6 \cdot 10^6$ |
| L | 4900 km |
| v | 7,8 km/sec |
| t | etwa 10 sec. |

In den Zentralsternen, deren Dichte nach roher Schätzung etwa 10^{11} g/cm³ beträgt, treten die verbotenen Linien nicht mehr auf. Dieser Umstand erklärt sich zwanglos daraus, daß die Zeit zwischen zwei Zusammenstößen dort nur $3 \cdot 10^{-4}$ sec beträgt, ein Wert, der weit unter der angegebenen Lebensdauer der metastabilen Atome liegt. In ihnen haben also die Auswahlregeln noch Gültigkeit.

Neben der Störung durch Zusammenstöße können es aber noch andere Ursachen sein, die die metastabilen Ionen an der Ausstrahlung verhindern. Die vom Zentralstern ausgehende Strahlung kann nämlich bewirken, daß das in einer metastabilen Bahn umlaufende Elektron durch Absorption in eine Bahn höherer Energie übergeht, von der aus es durch Aussendung erlaubter Linien zum Normalzustand zurückkehren kann. Es sei erwähnt, daß in den größeren Abständen vom Zentralstern die anregende Strahlung so schwach ist, daß im allgemeinen ein metastabiles Atom während seiner Lebensdauer kein Lichtquant absorbieren kann. Interessant ist jedoch, daß man dann zeigen kann — wie es von Eddington ausgeführt worden ist —, warum die verbotenen Linien im Spektrum im allgemeinen bedeutend intensiver sind als die erlaubten. Dies folgt aus einer einfachen Überlegung: Wir betrachten drei „Energieniveaus“ des Atoms: 1. den Normalzustand, 2. einen metastabilen Zustand und 3. den nächst höheren Anregungszustand. In unserer Abbildung entsprechen die Übergänge



a und b erlaubten Linien, der Übergang c einer verbotenen Linie. Nehmen wir die anregende Strahlung als so schwach an, daß jedes Atom nur einmal in 10 Sekunden absorbiert, dann wird ein bestimmter Bruchteil der Atome unter Emission der Linie a in den metastabilen Zustand übergehen. Da dessen Lebensdauer eine Sekunde beträgt und wir für die Zeit zwischen zwei Absorptionen 10 Sekunden angenommen haben, werden $\frac{9}{10}$ der metastabilen Atome unter Emission der verbotenen Linie c in den Zustand 1 übergehen und nur $\frac{1}{10}$ wird durch Lichtabsorption (und damit verbundener Aufnahme von Energie) in höhere Zustände zurückverwandelt werden. Es zeigt sich also, daß, wenn z. B. die Intensität der anregenden Strahlung um das Zehnfache geschwächt wird, auch die erlaubten Linien in ihrer Intensität auf den 10. Teil abgeschwächt werden, während die Emission der verbotenen Linien unverändert bleibt, da sich die Abnahme der Zahl der metastabilen Atome wieder ausgleicht mit der zehnfach vergrößerten Wahrscheinlichkeit für ihre spontane Emission. Fraglos kann nach diesen Betrachtungen der Prozeß der Licht- oder Linienabsorption bei Untersuchungen über die Leuchtanregung vernachlässigt werden, da in den ungeheuer ausgedehnten Nebeln die vom Zentralstern ausgehende Strahlung offenbar relativ sehr schwach ist. Tatsächlich zeigten die Beobachtungen auch, daß der Nebel für das vom Zentralstern kommende kurzwellige Licht fast gänzlich durchsichtig ist.

Wer unsere Betrachtungen aufmerksam verfolgt hat, wird gemerkt haben, daß die Frage nach dem Ursprung der leuchtanregenden Strahlung eigentlich schon beantwortet ist. Sämtliche Untersuchungen basieren bewußt auf der Annahme, daß diese Strahlung vom Zentralstern ausgeht, und es bleibt uns nur noch nachzuprüfen übrig, ob dies tatsächlich der Fall ist. In einem folgenden Teile wollen wir auf diese Prüfungsmethoden näher eingehen.

⁷⁾ Eddington: „Der innere Aufbau der Sterne“, S. 466 u. ff.; Berlin 1928.

Die Finsternisse des Jahres 1933.

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

Das Jahr 1933 hat ähnlich wie 1929 die Mindestzahl von Finsternissen, die in einem Kalenderjahr eintreten kann, aufzuweisen, nämlich zwei Sonnenfinsternisse. Der Mond wird in diesem Jahre überhaupt nicht verfinstert.

Beide Sonnenfinsternisse sind ringförmig. In unseren Gegenden wird nur die zweite als teilweise Sonnenfinsternis zu beobachten sein.

Jahre, in denen der Mond überhaupt nicht verfinstert wurde, waren im laufenden Jahrhundert, wenn wir von jenen Erscheinungen

absehen, bei denen der Mond nur durch den Halbschatten der Erde hindurchgeht, bisher die folgenden: 1904, 1908, 1911, 1915, 1922, 1926, 1929. In den Jahren 1940, 1944, 1951, 1962 haben wir ebenfalls keine Mondfinsternis zu erwarten. Dagegen ist die Höchstzahl von Mondfinsternissen in einem Kalenderjahre drei, wie 1898, 1917 und 1982. Für Sonnenfinsternisse ist die Höchstzahl fünf, die im 19. Jahrhundert nur im Jahre 1805 erreicht wurde. Im 20. und auch im folgenden Jahrhundert treten nur Jahre mit vier Sonnenfinsternissen auf, und zwar 1917, 1935, 1946, 1964, 1982, 2000, 2011, 2029, 2047, 2065, 2076 und 2094.

I. Die erste Sonnenfinsternis des Jahres 1933 findet am Freitag, dem 24. Februar, statt. An diesem Tage ist der scheinbare Halbmesser des Mondes $15'38''{,}5$, der der Sonne $16'9''{,}4$, so daß bei zentraler Bedeckung ein $0'30''{,}9$ breiter Ring von der Sonnenscheibe frei bleibt. Die Phase des Neumondes tritt am genannten Tage um $13^h43^m{,}9$ M.E.Z. ein.

Bereits am 18. Februar um $11^h{,}7$ M.E.Z. befindet sich der Mond in Erdnähe und erreicht seine nächste Erdferne am 3. März um $19^h{,}1$, während die Sonne am 3. Januar um 20^h in Erdnähe stand, so daß sie zur Zeit der Finsternis den Mond in ihrer scheinbaren Größe etwas übertrifft.

Die Finsternis beginnt nach den Angaben des Berliner astronomischen Jahrbuches, umgerechnet in M.E.Z., um $10^h55^m{,}8$ bei Sonnenaufgang für einen Punkt der Erdoberfläche, dessen geographische Länge westlich von Greenwich $\lambda = 62^\circ21'$ und dessen südliche geographische Breite $\varphi = -34^\circ56'$ beträgt, im südlichen Teile von Südamerika westlich von Buenos Aires. Die zentrale Finsternis nimmt ihren Anfang um $11^h58^m{,}3$ für einen Punkt im Stillen Ozean nahe der Küste von Chile ($\lambda = 79^\circ9'$ und $\varphi = -39^\circ25'$) bei Sonnenaufgang und endet für einen Punkt im Arabischen Meere in der Nähe der Südküste Arabiens ($\lambda = 307^\circ42'$ westlich von Greenwich und $\varphi = +14^\circ28'$) um $15^h34^m{,}3$ bei Sonnenuntergang.

Die schmale Zone, in der die Finsternis ringförmig erscheint, geht von dem erstgenannten Punkte im Stillen Ozean in einem Bogen durch den südlichen Teil von Südamerika durch den Atlantischen Ozean und Zentralafrika zum letztgenannten Punkte an der arabischen Küste. Die Dauer der ringförmigen Verfinsternung beträgt auf der Zentrallinie zwischen 1^m52^s und 1^m32^s .

Sonst ist die Finsternis sichtbar in der südlichen Hälfte Südamerikas, im südlichen Atlantischen Ozean, in Afrika mit Ausnahme des nordwestlichen Teiles, in Griechenland, Kleinasien, im Kaukasus, in Arabien, Persien und im westlichen Teile des Indischen Ozeans.

Für die Erde endet die Finsternis überhaupt um $16^h36^m{,}8$ in Nubien ($\lambda = 324^\circ9'$ westlich von Greenwich und $\varphi = +19^\circ0'$).

II. Ein halbes Jahr darauf folgt am Montag, dem 21. August, die zweite diesjährige Sonnenfinsternis, die ebenfalls ringförmig ist und, wie bereits erwähnt, auch in unseren Gegenden als teilweise Finsternis in Erscheinung treten wird.

An diesem Tage beträgt der scheinbare Halbmesser des Mondes $15'14''{,}8$ und der der Sonne $15'48''{,}7$, so daß bei zentraler Bedeckung ein $0'33''{,}9$ breiter Ring von der Sonnenscheibe frei bleibt. Die Phase des Neumondes tritt am genannten Tage um $6^h47^m{,}9$ M.E.Z. ein. Am 15. August steht der Mond um $15^h{,}8$ in Erdferne.

Die Finsternis beginnt in Arabien ($\lambda = 319^\circ0'$ westlich von Greenwich und $\varphi = +28^\circ26'$) um $3^h52^m{,}1$ M.E.Z. Die zentrale Finsternis nimmt ihren Anfang um $4^h55^m{,}5$ bei Sonnenaufgang unweit der Grenze zwischen Tripolis und Ägypten ($\lambda = 335^\circ22'$ und $\varphi = +30^\circ11'$). Im wahren Mittag findet die zentrale Verfinsternung an der Westküste Hinterindiens ($\lambda = 265^\circ12'$ und $\varphi = +17^\circ55'$) um $6^h44^m{,}0$ statt. Das Ende der zentralen Finsternis tritt unweit der Nordostküste Australiens im Stillen Ozean ($\lambda = 209^\circ22'$ und $\varphi = -20^\circ31'$) um $8^h42^m{,}0$ ein.

Die Zone, in der die Finsternis als ringförmige Erscheinung zu beobachten sein wird, geht von dem erstgenannten Punkte an der Grenze Tripolis—Ägypten durch Syrien, Persien, Afghanistan, Indien, Borneo, den nördlichen Teil von Australien und endet unweit seiner Nordostküste an dem oben angegebenen Punkte. In dieser Zone dauert die ringförmige Verfinsternung etwas über zwei Minuten.

Sonst ist die Finsternis noch sichtbar in Mittel- und Osteuropa, im nordöstlichen Teile von Afrika, in Asien mit Ausnahme des nordöstlichen Teiles, im nördlichen Indischen Ozean, auf den Sunda-Inseln, in Australien und im südwestlichen Teile des Stillen Ozeans.

Für die Erde endet die Finsternis überhaupt um $9^h45^m{,}3$ für einen Punkt Australiens mit den geographischen Koordinaten: $\lambda = 225^\circ39'$ westlich von Greenwich und $\varphi = -22^\circ16'$.

Für unsere Gegenden wird die Sonne nur teilweise vom Monde bedeckt. Näheres ergibt sich aus folgender Tabelle, in der für Erdorte mit der geographischen Breite von 48° bis 54° und der Länge von 20^m bis 80^m östlich von Greenwich die wichtigsten Daten enthalten sind. Für den angegebenen Bereich geht die Sonne verfinstert auf, weshalb für den Anfang der Finsternis keine Zeiten vorkommen. Nur für die Gegend von Königsberg ($\lambda = 80^m$ und $\varphi = 55^\circ$) kann der Anfang der Finsternis um $4^h30^m{,}8$ und für $\varphi = 54^\circ$ bei gleicher geographischer Länge um $4^h28^m{,}4$ beobachtet werden.

Sichtbarkeitsbedingungen der Sonnenfinsternis vom 21. August 1933:

| φ | λ | Größe Phase | | Ende der Finsternis | | |
|-----------|-----------|-------------|--------|---------------------|-------|-------|
| | | M. E. Z. | Betrag | M. E. Z. | P | Q |
| ° | m | h m | | h m | ° | ° |
| 48 | 20 | — | — | 5 57,3 | 148,8 | 190,0 |
| | 40 | — | — | 58,0 | 147,0 | 189,1 |
| | 60 | 5 7,9 | 0,43 | 59,1 | 145,4 | 188,1 |
| | 80 | 6,9 | 0,46 | 60,7 | 144,1 | 187,3 |
| 50 | 20 | — | — | 5 56,5 | 152,7 | 192,0 |
| | 40 | — | — | 57,3 | 150,9 | 190,9 |
| | 60 | 5 9,5 | 0,38 | 58,5 | 149,2 | 190,0 |
| | 80 | 8,6 | 0,40 | 60,1 | 147,9 | 189,1 |
| 52 | 20 | — | — | 5 55,4 | 156,8 | 194,1 |
| | 40 | 5 12,6 | 0,30 | 56,4 | 154,9 | 192,9 |
| | 60 | 11,3 | 0,33 | 57,7 | 153,2 | 191,9 |
| | 80 | 10,4 | 0,35 | 59,3 | 151,9 | 191,0 |
| 54 | 20 | — | — | 5 54,0 | 161,1 | 196,3 |
| | 40 | 5 14,3 | 0,26 | 55,2 | 159,1 | 195,1 |
| | 60 | 13,1 | 0,28 | 56,6 | 157,3 | 194,0 |
| | 80 | 12,3 | 0,30 | 58,3 | 156,0 | 193,0 |
| 55 | 80 | 5 13,3 | 0,28 | 5 57,6 | 158,2 | 194,2 |

P bedeutet den vom Nordpunkte der Sonnenscheibe links herum über Ost und Süd nach Westen gezählte Positionswinkel jenes Punktes des Sonnenrandes, an dem der Mond austritt, während Q der vom höchsten Punkte der Sonnenscheibe über dem Horizonte in dem gleichen Sinne genommene Winkel ist.

Aus der Tabelle ergibt sich insbesondere für Berlin ($\varphi = 52^{\circ}30'$, $\lambda = 53^m$) der Eintritt der größten Phase um $5^h12^m,1$ M.E.Z. mit dem Betrage von 0,31 und das Ende der Finsternis um $5^h56^m,9$ ($P = 154^{\circ},8$ und $Q = 192^{\circ},8$).

Zum Schluß folgt eine Zusammenstellung der Finsternisse im 18jährigen S a r o s - Z y k l u s :

| | 1879 | 1897 | 1915 | 1933 | 1951 |
|--------------------------------|-------------------------|----------|-----------|-----------|----------|
| Ringförmige Sonnenfinsternisse | 22. Jan. | 1. Febr. | 14. Febr. | 24. Febr. | 7. März |
| | im aufsteigenden Knoten | | | | |
| „ | 19. Juli | 29. Juli | 10. Aug. | 21. Aug. | 1. Sept. |
| | im absteigenden Knoten | | | | |

Der gestirnte Himmel im Februar und März 1933.

Von Günter Archenhold.

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

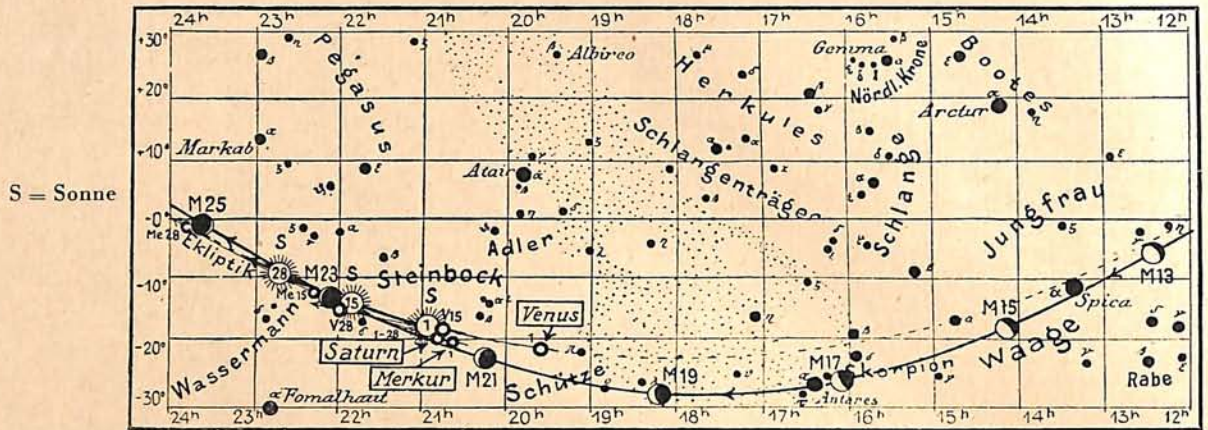
Die Stellung der Ekliptik zum Horizont ist während der Abendstunden im Laufe des Jahres einer ständigen Veränderung unterworfen. Wie aus unseren 12 Sternkarten hervorgeht, strebt die Ekliptik in den Monaten vor der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche am steilsten über den Horizont empor. Dies ist wichtig zu wissen, wenn man Erscheinungen, die sich in dem sonnennahen Teil der Ekliptik abspielen, beobachten will; z. B. ist Merkur als Abendstern am besten im Frühjahr zu erkennen. In diesem Jahre ist er Anfang März über $\frac{3}{4}$ Stunden zu sehen.

Von der Stellung der Ekliptik zum Horizont ist auch die Sichtbarkeit des Zodiakallichts abhängig. Diese zarte Lichterscheinung verschwindet bei flachem Ansteigen des Tierkreises in den Dünsten des Horizontes. Im Februar und März ist das Zodiakallicht in den mondscheinlosen Nächten und bei klarer Sicht am besten zu erkennen. Es strebt vom westlichen Horizont, dem Lauf des Tierkreises folgend, schräg empor und zeigt eine etwa in den Plejaden gelegene Spitze. Gerade wegen der Schwierigkeit des Erkennens der schwachen Lichtpyramide übt die Zodiakallichtbeobachtung einen besonderen Reiz aus.

Am deutlichsten ist die Stellung der Ekliptik bei der Verfolgung des Mondes, der bis höchstens $5\frac{1}{2}^{\circ}$ abweichen kann, zu erkennen. Im Frühjahr kann man ihn am zweiten Tage nach Neumond leicht sehen, und sein Lauf führt ihn in den darauffolgenden Tagen durch den nördlichsten Teil der Ekliptik. Besonders auffallend ist in den kommenden Monaten das aschgraue Licht, wie man die schwache

Erhellung der Nachtseite des Mondes durch das von der Erde reflektierte Sonnenlicht nennt. Je nach den Bewölkungsverhältnissen der Erde erscheint das aschgraue Licht ein wenig heller oder schwächer. Nach Messungen von Flugzeugen aus reflektieren dichte Kumuluschichten das Licht zu 78 %, so daß sie, von oben gesehen, glänzend weiß erscheinen. Unbebautes Land reflektiert dagegen nur 10—20 %, Meere und Seen 5—10 % und Wälder nur 3 % der einfallenden Strahlung. Aus der Helligkeit des aschgrauen Mondlichtes ist errechnet worden, daß die durchschnittliche Reflektionsfähigkeit der ganzen Erde, die man als Albedo bezeichnet, 0,45 beträgt. Die Albedo der von Wolken eingehüllten Planeten Jupiter und Saturn beträgt 0,56 und 0,63. Auch Venus übertrifft an „Weiße“ die Erde, während Mars mit 0,15 sowie Merkur und der Erdmond mit 0,07 weit zurückstehen. Verbreitet schon der Vollmond auf unserer Erde eine große Lichtfülle, so ist die Helligkeit des Erdlichtes auf dem Monde noch 85mal stärker, denn wir müssen neben der stärkeren Reflektionsfähigkeit der Erde auch ihre größere Fläche berücksichtigen. Vom Monde aus gesehen, würde unser Planet ähnlich wie Jupiter helle und dunkle Streifen zeigen. Die Äquatorzone der Erde würde wegen der dort vorherrschenden dichten Bewölkung hell erscheinen. Daran schließen sich nördlich und südlich dunklere wolkenärmere Zonen an, die sog. Roßbreiten. Die gemäßigten Zonen würden wegen ihrer größeren Bewölkung wieder heller erscheinen, während die Polgenden verhältnismäßig wolkenarm sind. Der Wechsel der Bewölkung

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



würde den Anblick der Erde ständig verändern, ähnlich wie wir es bei dem Planeten Jupiter beobachten können, und nur mit Mühe ließe sich eine Karte der Erdoberfläche entwerfen.

Die Planeten.

Merkur steht am 8. Februar in oberer Konjunktion mit der Sonne und bleibt daher zunächst unsichtbar. Etwa vom 22. Februar an ist es möglich, ihn am westlichen Abendhimmel kurz nach Sonnenuntergang mit bloßem Auge zu erkennen. Die Dauer seiner Sichtbarkeit beträgt Ende Februar bereits $\frac{1}{2}$ Stunde und erreicht am 7. März ihren größten Betrag von $\frac{3}{4}$ Stunden. Mit der Zunahme der Sichtbarkeitsdauer ist jedoch eine Abnahme seiner Helligkeit verbunden, so daß als der günstigste Zeitpunkt zu seiner Beobachtung Ende Februar und Anfang März angesehen werden kann. Nach dem 7. März verschlechtern sich die Beobachtungsbedingungen schnell, und am 17. verschwindet der Planet bereits wieder in den Strahlen der Sonne. Am Abend des 25. Februar ist Merkur direkt unterhalb der jungen Mondsichel zu finden.

Venus verschwindet am 13. Februar vom Morgenhimmel, an dem sie Anfang des Monats noch wenige Minuten lang zu sehen ist und bleibt bis zu ihrem Auftauchen in der Abenddämmerung am 18. Mai unsichtbar.

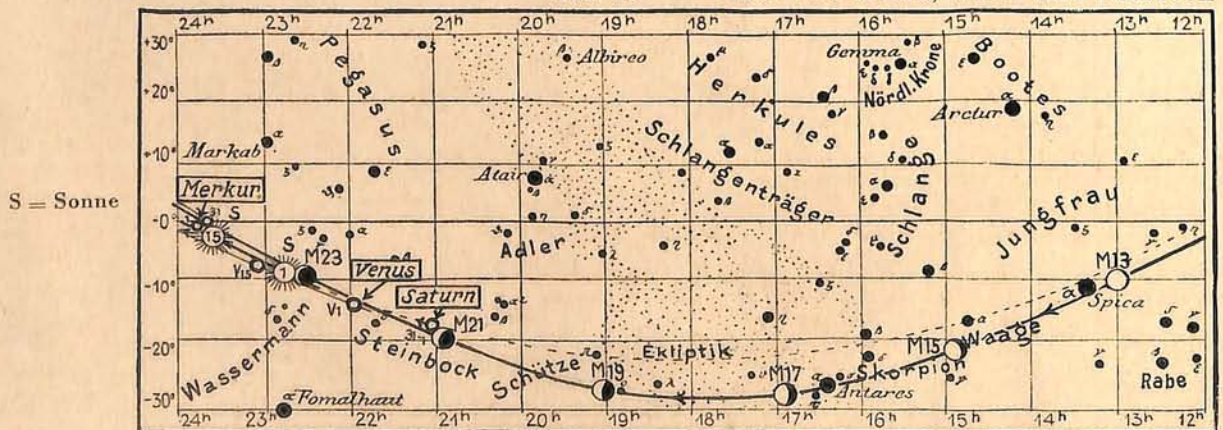
Mars gelangt am 1. März in Opposition zur Sonne und ist dann die ganze Nacht über sichtbar. Am Tage der größten Erdnähe, am 3. März, trennen uns 100 Millionen km von unserem Nachbarplaneten. Im Fernrohr erscheint er unter einem Durchmesser von $14''$. Nach Jupiter und Sirius ist er das dritthellste Gestirn des Abendhimmels.

Jupiter, links unterhalb des Mars, erscheint Anfang Februar gegen $20^{1/2}h$, Anfang März um $18^{1/2}h$ über dem Horizont und kann dann die ganze Nacht über beobachtet werden. Die Stellungen und Verfinsterungen seiner vier hellen Monde geben wir nachstehend an:

| Verfinsterungen | | | Stellungen | | | |
|-----------------|--------|-------|------------|----------|-------|----------|
| Febr. | M.E.Z. | Mond | Febr. | 2 h 15 m | Febr. | 2 h 15 m |
| | h m | | | M.E.Z. | | M.E.Z. |
| 5 | 3 36 | I E | 1 | 21 34 | 15 | 21 34 |
| 6 | 22 4 | I E | 2 | 21 34 | 16 | 21 34 |
| 8 | 22 38 | II E | 3 | 1 23 4 | 17 | 1 23 4 |
| 12 | 5 29 | I E | 4 | 2 31 4 | 18 | 2 31 4 |
| 12 | 21 11 | IV E | 5 | 32 14 0 | 19 | 23 14 4 |
| 13 | 0 55 | IV A | 6 | 34 2 | 20 | 3 12 4 |
| 13 | 23 57 | I E | 7 | 43 12 | 21 | 3 42 |
| 16 | 1 14 | II E | 8 | 42 13 | 22 | 24 1 |
| 21 | 1 51 | I E | 9 | 4 13 | 23 | 42 13 |
| 21 | 23 22 | III E | 10 | 41 23 | 24 | 41 23 |
| 22 | 20 19 | I E | 11 | 42 31 | 25 | 42 13 |
| 23 | 3 50 | II E | 12 | 43 21 0 | 26 | 42 13 0 |
| 28 | 3 45 | I E | 13 | 34 12 | 27 | 43 12 |
| | | | 14 | 3 24 | 28 | 43 12 |

A = Austritt
E = Eintritt

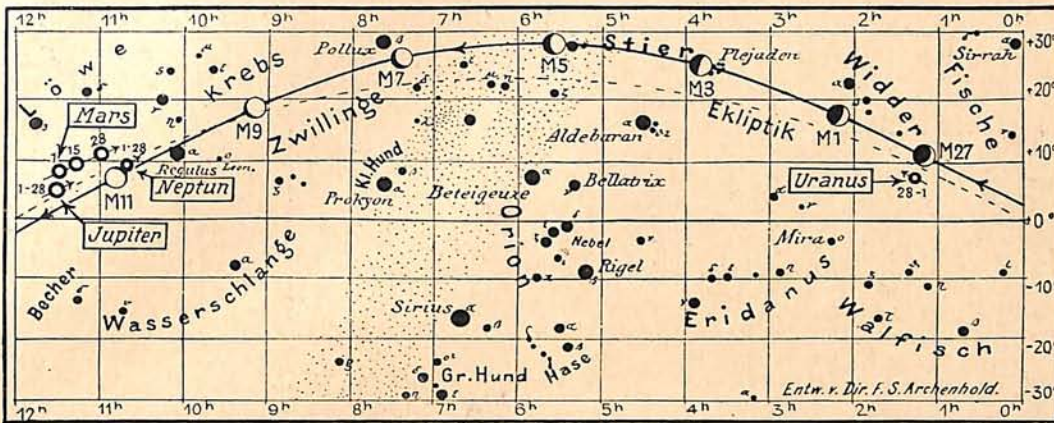
Abb. 3a. Lauf von Sonne, Mond und Planeten



für den Monat Februar 1933.

Abb. 2b.

Nachdruck verboten.



M = Mond

| Verfinsterungen | | | Stellungen | | | |
|-----------------|--------|--------------|------------|---------|------|--------|
| März | M.E.Z. | Mond | März | 1h 0m | März | 1h 0m |
| | h m | | | M.E.Z. | | M.E.Z. |
| 1 | 3 20 | III E | 1 | 243 0 1 | 17 | 4 23 |
| 1 | 22 13 | I E | 2 | 2 0 143 | 18 | 4 123 |
| 5 | 19 43 | II E | 3 | 1 0 243 | 19 | 21 4 |
| 7 | 5 38 | I E | 4 | 2 134 | 20 | 3 14 |
| 9 | 0 7 | I E | 5 | 213 0 4 | 21 | 31 24 |
| 10 | 20 51 | I A | 6 | 3 0 214 | 22 | 32 14 |
| 13 | 1 1 | II A | 7 | 31 0 24 | 23 | 21 34 |
| 16 | 4 17 | I A | 8 | 23 0 14 | 24 | 234 |
| 17 | 22 45 | I A | 9 | 2 0 34 | 25 | 1234 |
| 20 | 3 36 | II A | 10 | 1 23 | 26 | 21 34 |
| 25 | 0 39 | I A | 11 | 4 0 213 | 27 | 342 1 |
| 26 | 19 8 | I A | 12 | 4213 0 | 28 | 341 2 |
| 29 | 22 25 | III A | 13 | 43 0 1 | 29 | 432 1 |
| 30 | 19 29 | II A | 14 | 431 0 2 | 30 | 421 3 |
| | | E = Eintritt | 15 | 432 0 1 | 31 | 4 123 |
| | | A = Austritt | 16 | 421 0 3 | | |

Neptun kommt am 27. Februar in Opposition zur Sonne und ist daher die ganze Nacht über zu beobachten. Er bewegt sich als Sternchen 8. Größe rückläufig im Sternbild des Löwen, wie aus der nachfolgenden Ephemeride hervorgeht:

| | Rekt. | Dekl. |
|----------|-----------|----------|
| 1. Febr. | 10h 45m,7 | + 8° 47' |
| 9. " | 10 44 ,9 | 8 52 |
| 17. " | 10 44 ,1 | 8 57 |
| 25. " | 10 43 ,3 | 9 2 |
| 5. März | 10 42 ,5 | 9 7 |
| 13. " | 10 41 ,7 | 9 12 |
| 21. " | 10 40 ,9 | 9 17 |
| 29. " | 10h 40m,1 | + 9° 21' |

Tabellen zum Sonnen- und Mondlauf.

Die Stellungen der Monde sind in ihrer Reihenfolge so angegeben, wie sie im umkehrenden astronomischen Fernrohr erscheinen. 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 zunächst unsichtbar. Erst am 15. März taucht er am Morgenhimmel auf, erreicht aber bis zum Tagesanbruch nur eine geringe Höhe über dem Horizont.

Uranus kann noch am Abendhimmel aufgesucht werden. Am 1. Februar steht er in Rekt. = 1h14m,5 und Dekl. = + 7°15', am 1. März in Rekt. = 1h18m,5 u. Dekl. = + 7°40'.

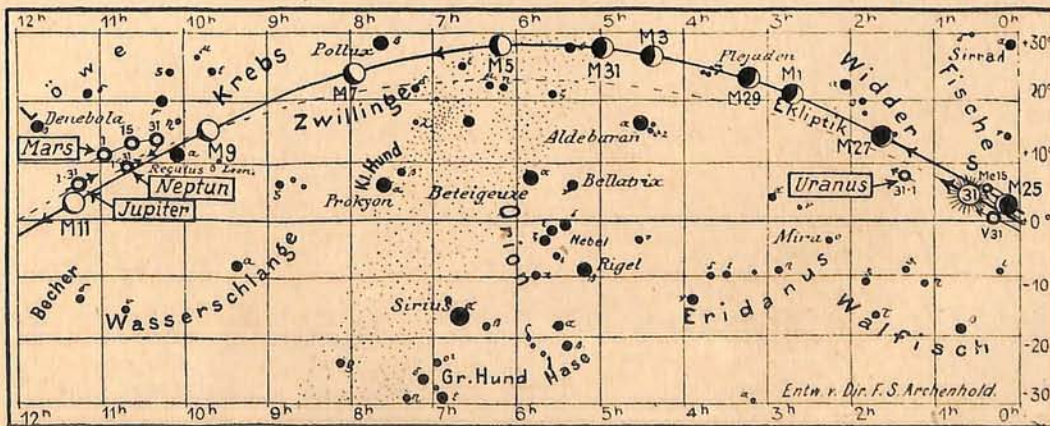
Die Sonne wendet ihren scheinbaren Lauf steiler nach Norden und überschreitet am 21. März um 2h43m den Himmelsäquator. Tag und Nacht sind alsdann gleich lang, und der kaldermäßige Frühling beginnt.

Die größere Sonnenfleckengruppe, auf die im letzten Weltallheft aufmerksam gemacht wurde, ist am 3. Januar am Ostrande der Sonne wieder aufgetaucht. Sie besteht nunmehr aus 2 Hauptflecken, die einen Abstand von 1/8 Sonnendurchmesser voneinander besitzen.

für den Monat März 1933.

Abb. 3b.

Nachdruck verboten.



M = Mond

Angaben über den Sonnenlauf enthält die nachstehende Tabelle:

| Datum | Deklin. 0 ^h Weltzeit | Aufgang | | Untergang | | Zeitgleichg. | | Sternzeit | |
|----------|------------------------------------|------------|----------|------------|----------|--------------|---|--------------|---|
| | | für Berlin | | für Berlin | | wahre minus | | Berl. Mittag | |
| | | M. E. Z. | M. E. Z. | M. E. Z. | M. E. Z. | m | s | h | m |
| Febr. 1. | 17 17 | 7 49 | 16 51 | 13 43 | 20 44,8 | | | | |
| 5. | 16 7 | 7 42 | 16 58 | 14 9 | 21 0,6 | | | | |
| 10. | 14 34 | 7 33 | 17 8 | 14 23 | 21 20,3 | | | | |
| 15. | 12 54 | 7 23 | 17 18 | 14 17 | 21 40,0 | | | | |
| 20. | 11 9 | 7 13 | 17 27 | 13 54 | 21 59,7 | | | | |
| 25. | 9 20 | 7 3 | 17 37 | 13 15 | 22 19,4 | | | | |
| 28. | 8 13 | 6 56 | 17 42 | 12 44 | 22 31,3 | | | | |
| März 1. | 7 50 | 6 54 | 17 44 | 12 33 | 22 35,2 | | | | |
| 5. | 6 18 | 6 45 | 17 51 | 11 42 | 22 51,0 | | | | |
| 10. | 4 22 | 6 33 | 18 0 | 10 29 | 23 10,7 | | | | |
| 15. | 2 24 | 6 22 | 18 9 | 9 7 | 23 30,4 | | | | |
| 20. | 0 25 | 6 10 | 18 18 | 7 40 | 23 50,1 | | | | |
| 25. | + 1 33 | 5 59 | 18 27 | 6 9 | 0 9,8 | | | | |
| 30. | + 3 30 | 5 47 | 18 35 | 4 38 | 0 29,5 | | | | |

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

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

| | | | | |
|------------------|----------|----------------------------------|---------|----------------------------------|
| Erstes Viertel: | Febr. 2. | 14 ¹ / ₄ h | März 4. | 11 ¹ / ₂ h |
| Vollmond: | " 10. | 14 | " 12. | 3 ³ / ₄ |
| Letztes Viertel: | " 17. | 15 ¹ / ₄ | " 18. | 22 |
| Neumond: | " 24. | 13 ³ / ₄ h | " 26. | 4 ¹ / ₄ h |

Die Auf- und Untergangszeiten des Mondes für Berlin sind aus der Tabelle ersichtlich.

| Febr. | Wochen- tag | Mond- Aufgang Untergang | | März | Wochen- tag | Mond- Aufgang Untergang | |
|-------|----------------|------------------------------|----------|------|----------------|------------------------------|----------|
| | | für Berlin | | | | für Berlin | |
| | | M. E. Z. | M. E. Z. | | | M. E. Z. | M. E. Z. |
| 1 | Mi | h m | h m | 1 | Mi | h m | h m |
| 2 | Do | 9 42 | — | 2 | Do | 8 17 | 0 5 |
| 3 | Fr | 10 14 | 2 25 | 3 | Fr | 8 39 | 1 20 |
| 4 | Sa | 10 39 | 3 38 | 4 | Sa | 9 9 | 2 32 |
| 5 | St | 11 14 | 4 47 | 5 | St | 9 53 | 3 35 |
| 6 | Mo | 12 4 | 5 46 | 6 | Mo | 10 50 | 4 25 |
| 7 | Di | 13 7 | 6 31 | 7 | Di | 12 0 | 5 4 |
| 8 | Mi | 14 23 | 7 4 | 8 | Mi | 13 19 | 5 30 |
| 9 | Do | 15 45 | 7 27 | 9 | Do | 14 41 | 5 49 |
| 10 | Fr | 17 7 | 7 44 | 10 | Fr | 16 5 | 6 3 |
| 11 | Sa | 18 30 | 7 57 | 11 | Sa | 17 29 | 6 16 |
| 12 | St | 19 52 | 8 8 | 12 | St | 18 52 | 6 27 |
| 13 | Mo | 21 15 | 8 20 | 13 | Mo | 20 19 | 6 38 |
| 14 | Di | 22 39 | 8 29 | 14 | Di | 21 50 | 6 50 |
| 15 | Mi | — | 8 42 | 15 | Mi | 23 23 | 7 5 |
| 16 | Do | 0 8 | 8 58 | 16 | Do | — | 7 25 |
| 17 | Fr | 1 40 | 9 21 | 17 | Fr | 0 55 | 7 55 |
| 18 | Sa | 3 10 | 9 53 | 18 | Sa | 2 19 | 8 40 |
| 19 | St | 4 28 | 10 43 | 19 | St | 3 25 | 9 44 |
| 20 | Mo | 5 29 | 11 54 | 20 | Mo | 4 11 | 11 4 |
| 21 | Di | 6 10 | 13 18 | 21 | Di | 4 42 | 12 30 |
| 22 | Mi | 6 37 | 14 48 | 22 | Mi | 5 1 | 13 56 |
| 23 | Do | 6 55 | 16 15 | 23 | Do | 5 16 | 15 21 |
| 24 | Fr | 7 8 | 17 40 | 24 | Fr | 5 29 | 16 41 |
| 25 | Sa | 7 20 | 19 0 | 25 | Sa | 5 38 | 17 58 |
| 26 | St | 7 30 | 20 17 | 26 | St | 5 48 | 19 14 |
| 27 | Mo | 7 39 | 21 34 | 27 | Mo | 5 58 | 20 30 |
| 28 | Di | 7 49 | 22 50 | 28 | Di | 6 8 | 21 46 |
| | | | | 29 | Mi | 6 23 | 23 2 |
| | | | | 30 | Do | 6 43 | — |
| | | | | 31 | Fr | 7 9 | 0 16 |

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

| Dat. | Name | Gr. | Rekt. 1933 | | Dekl. 1933 | | Phase | Zeiten für Berlin | | Win- kel | Mond- alter | Hilfsgrößen | |
|----------|----------------------------|-----|------------|------|------------|----|-------|-------------------|------|-------------|----------------|-------------|-------|
| | | | h | m | o | ' | | h | m | | | a | b |
| Febr. 1. | 20 H. ¹ Arietis | 6,4 | 2 | 5,7 | + 16 | 55 | E | 22 | 49,5 | 86 | 6,9 | - 0,2 | - 1,6 |
| 3. | 18 Tauri | 5,6 | 3 | 41,2 | + 24 | 38 | E | 22 | 1 | 55 | 8,9 | - 1,2 | - 0,1 |
| 3. | 21 Tauri | 5,8 | 3 | 41,9 | + 24 | 21 | E | 22 | 32,5 | 136 | 8,9 | — | — |
| 3. | 22 Tauri | 6,5 | 3 | 42,1 | + 24 | 19 | E | 22 | 46,5 | 154 | 8,9 | — | — |
| 6. | 107 B. Aurigae | 6,5 | 5 | 31,7 | + 27 | 37 | E | 0 | 34 | 152 | 11,0 | + 0,3 | - 3,8 |
| März 8. | 5 B. Cancri | 6,4 | 7 | 57,0 | + 23 | 46 | E | 1 | 12 | 60 | 11,5 | - 1,2 | - 0,8 |

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^o,1 - λ) + b (φ - 52^o,4) hinzuzufügen, wobei λ und φ die geographische Länge und Breite des Beobachtungsortes bedeuten.

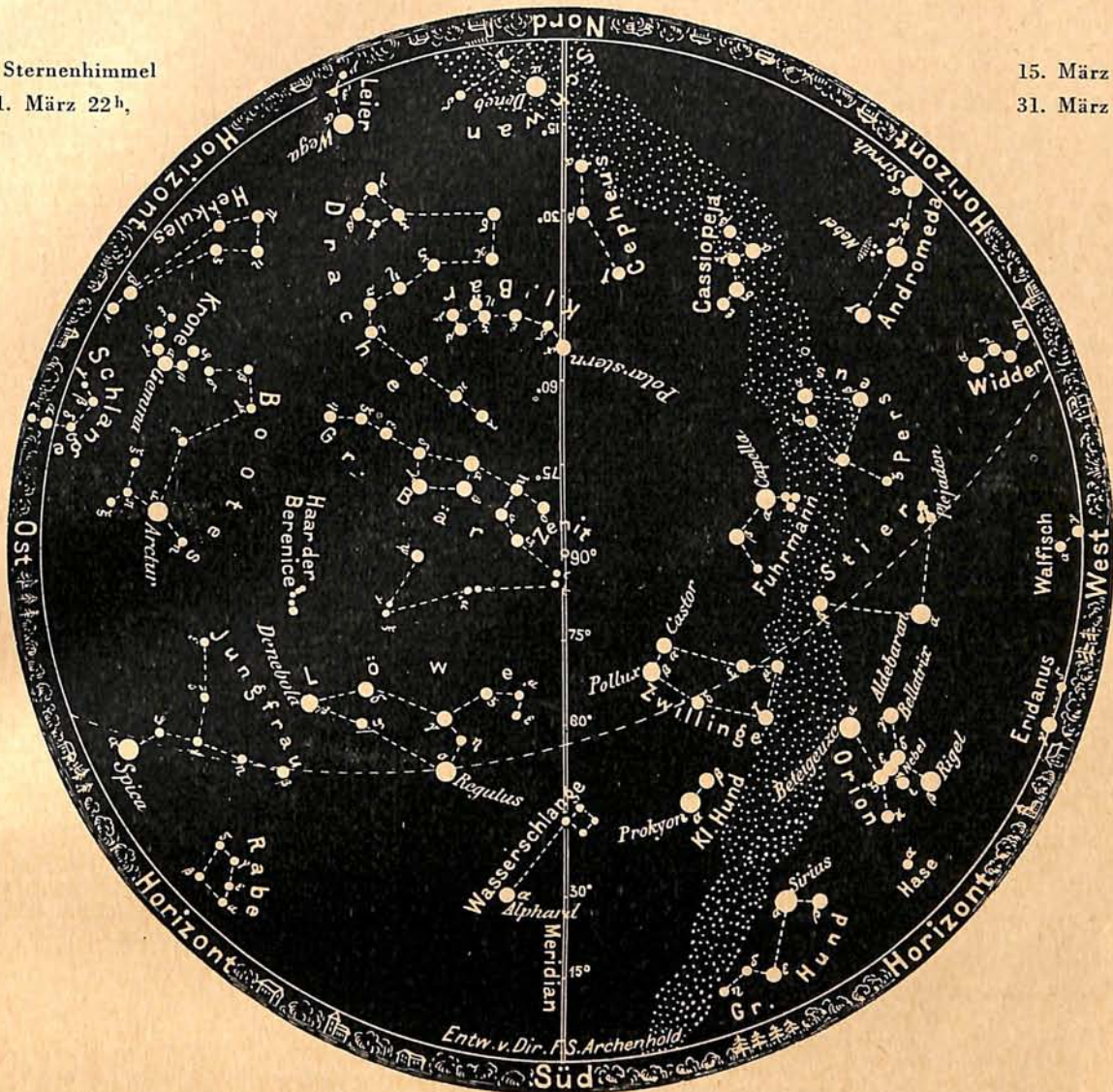
Kalender der Konstellationen und bemerkenswerten Himmelserscheinungen.

| Febr. h | | Febr. h | |
|---------|--|---------|---|
| 1. 10 | Merkur in Konjunktion mit Saturn. | 15. 4 | Algol im kleinsten Licht. |
| 1. 23 | Bedeckung von 20 H. ¹ Arietis. | 18. 0 | Algol im kleinsten Licht. |
| 3. 22 | Mond in Erdferne (scheinbarer Durchmesser 29'35", Horizontalparallaxe 54'12"). | 18. 12 | Mond in Erdnähe (scheinbarer Durchmesser 32'21", Horizontalparallaxe 59'16"). |
| 3. 22 | Bedeckung von 18 Tauri. | 20. 21 | Algol im kleinsten Licht. |
| 3. 23 | Bedeckung von 21 Tauri. | 22. 16 | Saturn in Konjunktion mit dem Monde. |
| 3. 23 | Bedeckung von 22 Tauri. | 23. 10 | Venus in Konjunktion mit dem Monde (Venus 38' nördlich). |
| 6. 1 | Bedeckung von 107 B. Aurigae. | 24. — | In Deutschland unsichtbare ringförmige Sonnenfinsternis. |
| 8. 1 | Merkur in oberer Konjunktion mit der Sonne. | 25. 19 | Merkur in Konjunktion mit dem Monde (Merkur 1 ^o 35' südlich). |
| 11. 23 | Neptun in Konjunktion mit dem Monde (Neptun 1 ^o 7' nördlich). | 27. 21 | Neptun in Opposition zur Sonne. |
| 12. 16 | Mars in Konjunktion mit dem Monde. | 28. 6 | Uranus in Konjunktion mit dem Monde. |
| 12. 22 | Jupiter in Konjunktion mit dem Monde. | | |
| 14. 22 | Venus in Konjunktion mit Saturn. | | |

Abb. 4.

Der Sternenhimmel
am 1. März 22^h,

15. März 21^h,
31. März 20^h.



(Polhöhe 52 1/2°)

März h

1. 21 Mars in Opposition zur Sonne.
3. 14 Mars in größter Erdnähe.
3. 19 Mond in Erdferne (scheinbarer Durchmesser 29'36", Horizontalparallaxe 54'13").
6. 21 Merkur in größter östlicher Abweichung 18°14'.
8. 1 Bedeckung von 5 B. Cancri.
9. 9 Jupiter in Opposition zur Sonne.
10. 3 Algol im kleinsten Licht.
11. 6 Mars in Konjunktion mit Neptun.
11. 6 Mars in Konjunktion mit dem Monde.
11. 7 Neptun in Konjunktion mit dem Monde.
12. 0 Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
12. 23 Algol im kleinsten Licht.
13. 10 Merkur stationär.

März h

15. 19 Mond in Erdnähe (scheinbarer Durchmesser 32'35", Horizontalparallaxe 59'43").
15. 20 Algol im kleinsten Licht.
21. 3 Sonne tritt in das Zeichen des Widders; Frühlingsanfang.
22. 4 Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
23. 9 Merkur in unterer Konjunktion mit der Sonne.
25. 17 Venus in Konjunktion mit dem Monde.
25. 18 Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
26. 2 Merkur in Konjunktion mit Venus.
27. 17 Uranus in Konjunktion mit dem Monde.
30. 4 Algol im kleinsten Licht.
31. 14 Mond in Erdferne (scheinbarer Durchmesser 29'33", Horizontalparallaxe 54'8").

KLEINE MITTEILUNGEN

Neuer Komet Dodwell 1932 n. Der 13. Komet des vorigen Jahres wurde am 17. Dezember 1932 von Dodwell, dem Direktor der Sternwarte Adelaide in Südaustralien, entdeckt. Bei seiner Auffindung war der Komet 11. Größe und stand dicht beim Stern Fomalhaut im Südlichen Fisch.

Seine Bewegung ist nordöstlich gerichtet. Am 19. Januar überschritt er den Himmelsäquator, so daß er auch in unseren Breiten günstig zu beobachten ist. Da seine Helligkeit zugenommen hat — sie war Ende Dezember 8^m —, ist der Schweifstern in kleineren Fernrohren

sichtbar. Es handelt sich um einen kurzperiodischen Kometen mit einer Umlaufzeit von 9 Jahren. Sein Perihel erreichte er am 30. Dezember 1932. Wir geben nachstehend die Ephemeride an:

| | Rekt. | Dekl. |
|----------|--|-----------|
| Jan. 24. | 1 ^h 14 ^m 35 ^s | + 4° 42' |
| „ 28. | 1 29 10 | 8 26 |
| Febr. 1. | 1 43 54 | 12 2 |
| „ 5. | 1 ^h 58 ^m 48 ^s | + 15° 26' |

G. A.

115 neue veränderliche Sterne sind von C. Hoffmeister bei der Durchführung des Guthnickschen Überwachungsplanes gefunden worden. Es handelt sich in der Mehrzahl um hellere Sterne, die durch Vergleichung von 32 mit kurzbreitweitigen Objektiven erhaltenen Plattenpaaren entdeckt wurden. Unter ihnen befindet sich eine große Anzahl kurzperiodischer Veränderlicher, für die sich eine Lichtkurve aus den Überwachungsplatten nicht bestimmen läßt, weil in der Regel nur eine Platte je Nacht vorliegt. Die Beobachtung dieser Sterne — sie liegen zum Teil in einer stark südlichen Deklination — würde ein dankbares Betätigungsfeld für den Liebhaberastronomen sein. Auf Wunsch ist die Schriftleitung des „Weltall“ gern bereit, Interessenten die Orte dieser Sterne anzugeben. G. A.

Eine außergewöhnliche Sternschnuppe. Unter den Meteoraufnahmen der Harvard-Sternwarte verdient die vom 9. April 1930 ein besonderes Interesse, da die Spur nicht geradlinig, sondern wellenförmig ist. Sie läuft über eine Plattenecke, so daß weder Anfang noch Ende der Bahn, sondern nur ein Ausschnitt von 8° Länge photographiert ist. Auch die Helligkeit der Sternschnuppe war sehr unregelmäßig. Im ersten Teil ist die Spur schwach mit gelegentlichen dichteren Stellen, dann wird sie stärker, hat aber auch hier hellere Stellen, die ein Aufflackern der Sternschnuppe andeuten. Um eine solche Meteorspur zu erklären, kann man annehmen, daß es sich um ein unregelmäßig gestaltetes Objekt handelte, das groß genug war, um während des Fluges eine Zeitlang fest zu bleiben, und so der Luft einen ungleichmäßigen Widerstand geboten hat. Eine Rotation des Körpers würde dann die spiralförmige Form der Bahn bewirken haben. Immerhin könnte auch ein Zittern der Kamera während der Aufnahme zu einer Erklärung herangezogen werden, doch ist dies nicht wahrscheinlich, da auch visuell bereits öfter Sternschnuppen ähnlicher Art beobachtet worden sind. Ich selbst erinnere mich an eine Sternschnuppe, die die gleichen Erscheinungen sowohl hinsichtlich des Schwankens der Bahn als auch der Helligkeit aufwies. G. A.

Eine neue Expedition zur Erforschung des sibirischen Riesenmeteors. Die russische Akademie der Wissenschaften bereitet eine neue Expedition in das Tunguskagebiet vor. Die Führung liegt wieder in den Händen von Prof. Kulik, der auch die ersten Expeditionen geleitet hatte und dessen Originalbericht in der Übersetzung in Heft 10/11 des 28. Jahrgangs unserer Zeitschrift erschienen ist. Damals gelang es bekanntlich nicht, die einzelnen Stücke des Meteors zu bergen, da sie sich zu tief in den Boden eingeböhrt haben. Aus der Ablenkung der Magnetnadel in der Umgebung der Einschlagslöcher geht hervor, daß es sich um einen Eisenmeteoriten handelt. Sein Gewicht wird von Kulik zu einer halben Million Tonnen angenommen. G. A.

Nordlichter in geringen Höhen? Des öfteren ist von Reisenden und Bewohnern von Island, Kanada und Alaska über Nordlichter berichtet worden, die unterhalb von Wolken oder vor Berggipfeln sichtbar gewesen wären.

Kürzlich veranstaltete C. S. Beals eine Rundfrage im nördlichen Alaska und in Nordkanada und konnte dadurch eine Anzahl Beobachtungen niedriger Nordlichter sammeln. Zur Klärung und Sicherstellung erscheint es als wünschenswert, in jenen Gegenden nach Art der Störmerschen Höhenbestimmungen Messungen vorzunehmen. Theoretisch ist es nicht ausgeschlossen, daß in der Nähe der magnetischen Pole Elektronen in die tieferen Schichten der Erdatmosphäre eindringen können. Bei den Birkelandschen Terrella-Versuchen ist deutlich zu erkennen, wie die Annäherung der Elektronen an die magnetische Kugel vom Äquator zu den Polen hin zunimmt. Die genauen Höhenbestimmungen in der Nähe der magnetischen Pole hätten nicht nur wissenschaftliches Interesse, sondern auch für eine Beurteilung der Ausbreitung der Radiowellen eine große praktische Bedeutung. Günter Archenhold.

Dr. Hermann Strebel, der den Lesern des „Weltall“ durch seine interessanten Aufsätze bestens bekannt ist, wurde die höchste Auszeichnung der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, die goldene Medaille Benemerenti am Bande, verliehen. Seine Sternwarte in Herrsching am Ammersee ist eine der größten Privatsternwarten Deutschlands. In einer 5 m großen Kuppel steht ein 20-cm-Refraktor, in einer Seitenkuppel ein 35-cm-Newtonspiegel und in der dritten Kuppel befindet sich ein astrophysikalisches Kabinett mit einem kleinen Refraktor für Versuchszwecke, Spektrograph usw. Diese ganze Anlage hat Strebel vor einiger Zeit der Universitätssternwarte in München-Bogenhausen zum Geschenk gemacht; die Leitung bleibt in seinen Händen. v. B.

BÜCHERSCHAU*)

Nebel, Dipl.-Ing. Rudolf: **Raketenflug**. 47 S. m. 50 Abb. Raketenflugverlag, Berlin-Reinickendorf 1932. Pr. br. 1 M.

„Hindernisse sind da, um überwunden zu werden“ muß der Leitsatz aller Pioniere sein. Wie dies auf dem Gebiet des Raketenfluges geschieht, schildert Dipl.-Ing. Nebel in seinem Büchlein nach einer kurzen historischen Einleitung in anschaulicher Weise. Er bespricht kurz die Theorie der Flüssigkeits- und Gasrakete, die Arbeiten am Prüfstand und die praktischen Möglichkeiten in der Zukunft. Wir wünschen, daß die vorliegende, mit 50 Bildern versehene Broschüre dem rührigen Leiter des Berliner Raketenflugplatzes neue Freunde zuführen wird. Al.

Ley, Willy: Grundriß einer Geschichte der Rakete. 16 S. m. Abb. Verlag Hachmeister & Thal, Leipzig 1932. Pr. br. 70 Pfg.

Sehr interessant ist diese kleine Schrift trotz oder wegen der schlichten chronologischen Aufzählung der Daten, die von Wert für die Entwicklung der Rakete sind. Sie reichen vom Jahre 360 v. Chr., wo der ersten Rückstoßmaschine, der „Fliegenden Holztaube“ des Archytas Erwähnung getan wird, bis zum 23. Mai 1931, wo ein Riedelscher Repulsor für Sauerstoff und Benzin eine Strecke von mehr als 600 m durchfliegt. Der nachdenkliche Leser wird aus dieser lapidaren, einfach bilderten Aufzählung mehr angeregt als durch manche langen Ausführungen über das Raketenproblem. Al.

Sommer, Richard: Astro-Kalender 1933. 40 S. Verlag Joh. Ambr. Barth, Leipzig 1932. Pr. br. 3 M.

Der Astrokalender gibt die für den Amateur wichtigsten Ephemeriden der astronomischen Jahrbücher in gekürzter Form wieder, so daß sie ein handliches Heft ausfüllen. G. A.

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

DAS WELTALL

Herausgegeben von Dr. F. S. Archenhold, Schriftleiter: Günter Archenhold.

32. Jahrgang Heft 6

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

März 1955

Inhaltsverzeichnis:

| | | | |
|---|----------|--|----------|
| 1. Aus der Arbeit eines Liebhaberastronomen. Von L. C. Peltier. (Mit zwei Abbildungen.) | Seite 75 | gen in den Jahren 1950—1952. Von Dr. Werner Sandner. | Seite 82 |
| 2. Die Trabanten im Sonnensystem. Eine Betrachtung über ihre Größen, Massen und Dichten. (Schluß.) Von Studienrat Richard Sommer. | „ 75 | 5. Der gestirnte Himmel im April 1955. Von Günter Archenhold. (Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.) | „ 84 |
| 3. Die Bearbeitung der Beobachtungen veränderlicher Sterne. Von stud. astr. Walter Theile. (Mit drei Abbildungen.) | „ 78 | 6. Aus dem Leserkreise: Beobachtungen des Kometen Dodwell (1952 n). — Beobachtung der Leoniden 1952. | „ 86 |
| 4. Sonnenflecken und Nordlichterscheinungen in den Jahren 1950—1952. Von Dr. Werner Sandner. | „ 88 | 7. Kleine Mitteilungen. | „ 88 |
| | | 8. Bücherschau. | „ 88 |

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

Aus der Arbeit eines Liebhaberastronomen.

Von L. C. Peltier.

(Mit zwei Abbildungen.)

Der durch zahlreiche wichtige Entdeckungen bekanntgewordene amerikanische Liebhaberastronom hat uns auf unsere Bitte hin diese Schilderung seiner Sternwarte und seiner Arbeiten in englischer Sprache gegeben. Die Schriftleitung.

Die Einrichtung meiner Sternwarte und meine Betätigung sind wahrscheinlich für Liebhaberastronomen typisch. Das Haus und die Kuppel wurden vor mehr als zehn Jahren von meinem Vater und mir hergestellt. Damals war der Bau einer Privatsternwarte viel seltener anzutreffen als heute. Bis dahin pflegte ich nach jeder Beobachtungsnacht mein Fernrohr ins Haus zu tragen, und die Montierung, welche auf einem großen hölzernen Gestell angebracht war, schützte ich mit einem Gummituch gegen Witterungseinflüsse.

Seit Beginn meiner Beobachtungstätigkeit als Schüler im Jahre 1916 habe ich drei Fernrohre benutzt, zuerst ein einfaches zweizölliges Instrument, das ich drei Jahre in Gebrauch hatte, und dann einen 4zölligen Refraktor, der mir von der Harvard-Sternwarte zur Verfügung gestellt worden war. Im Jahre 1921 wurde dieser durch das jetzige Instrument, einen 6zölligen Kometensucher von 150 cm Brennweite, ersetzt. Dieses zwar altmodische, aber ausgezeichnete Instrument hat ein hölzernes Rohr und war mit Teilkreisen und Uhrwerk versehen. Die beiden Hilfsteile wurden jedoch von mir nie gebraucht; das Uhrwerk habe ich schon lange abgenommen und die Montierung so geändert, daß das Instrument sowohl äquatorial als auch azimutal als Kometensucher verwendet werden kann. Es ist Eigentum der Princeton-Sternwarte.

Ich arbeite mehr oder weniger fleißig auf verschiedenen Gebieten und bringe dadurch Abwechslung in die Anstrengung und Einseitig-

keit der Beobachtungstätigkeit. Veränderliche Sterne, Kometen, teleskopische Meteore, neue Sterne und Nordlichter nehmen einen Teil meiner freien Zeit in Anspruch, und ich könnte nicht sagen, daß ich die eine Tätigkeit der anderen vorziehe. Jede übt ihren besonderen Reiz aus.

Die *veränderlichen Sterne* standen viele Jahre hindurch regelmäßig auf meinem Programm. Die Gesamtzahl der Beobachtungen dieser Art ist in 14 Jahren auf mehr als 38 000 angewachsen. Gegenwärtig werden etwa 250 verschiedene Veränderliche allmonatlich verfolgt. Die veränderlichen Sterne geben dem Amateur Gelegenheit, der Astronomie wertvolle Dienste zu leisten. Wo es viele Beobachter gibt wie bei uns in den Vereinigten Staaten, läßt sich durch eine gewisse Organisation nutzlose Doppelarbeit vermeiden.

Das *Kometensuchen* ist ebenso aufregend und reizvoll wie etwa die Großwildjagd in der afrikanischen Wildnis, nur weniger gefährlich. Jeder Augenblick kann einen unbekanntem Kometen in das Gesichtsfeld des Fernrohrs führen, der sich unter Umständen bei seiner Annäherung an die Sonne zu einem hellen Objekt mit langem Schweif zu entwickeln vermag. Hat man endlich einmal ein winziges Lichtflecken aufgefunden, so weiß man noch immer nicht, welcher Art die Beute ist. Man zeichnet zunächst eine Karte von der Umgebung des Objekts, um eine Beziehung zu bekannten Sternen der Nachbarschaft herzustellen. Dann muß man es über sich gewinnen, ungefähr eine halbe Stunde ruhig weiterzuarbeiten, ehe man wieder nachsieht, ob sich das Objekt bewegt hat. Ist dies nicht der Fall, so handelt es sich um einen Nebel oder einen schwachen Sternhaufen, aber

wenn es seinen Ort verändert hat, so hat man einen Kometen gefunden. Um die Bewegung, Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit mit völliger Sicherheit festzustellen, beobachte man noch eine weitere halbe Stunde und telegraphiere dann an eine geeignete Stelle. Stellt es sich heraus, daß der Komet schon vorher von jemand anders entdeckt wurde, so lasse man sich nicht entmutigen und versuche sein Glück aufs neue; kommt aber die erfreuliche Nachricht, daß man einen Namensvetter am Himmel bekommen hat, dann — — gehe man erneut auf die Suche!

Die Kometenjagd ist äußerst reizvoll, wenn auch eine ungeheure Geduld und Ausdauer dazu gehört. Ich selbst mußte fünf Jahre suchen, ehe ich den ersten neuen Kometen fand. Nach weiteren fünf Jahren entdeckte ich den zweiten und nach abermals zwei Jahren, im August vorigen Jahres, den dritten*).

Um *teleskopische Meteore* zu sehen, habe ich keine besonderen Maßnahmen getroffen. Sie sind sozusagen ein Nebenprodukt bei anderen

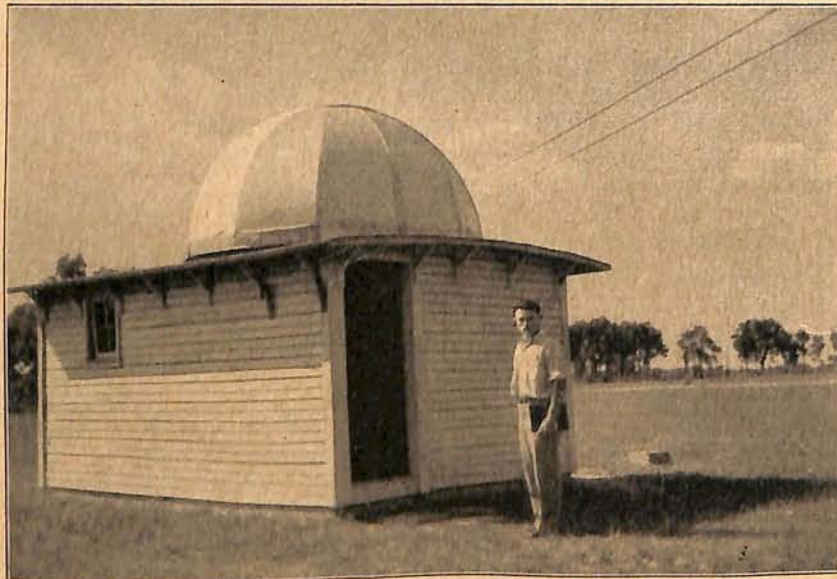
deckung der Nova Aquilae Nr. 5 und am 22. August 1920 zur Auffindung der Nova Cygni Nr. 2 geführt hat. Daß viele Liebhaber-astronomen die gleiche Gewohnheit haben, wird durch die große Anzahl von unabhängigen Entdeckungen dieser Sterne bewiesen. In den letzten Jahren sind nur wenige helle Novae aufgetaucht; in unseren Breiten waren seit mehr als 12 Jahren keine zu beobachten.

Seit 1920 werden über jedes hier sichtbare *Polarlicht* Aufzeichnungen gemacht. Besonders ist die Lage des Radian-ten bei allen helleren Erscheinungen beobachtet worden.

Im Laufe der Zeit werden sich dem Liebhaber vielleicht neue Gebiete der astronomischen Forschung eröffnen, während andere wegen Ueberfüllung verlassen werden können. Der Amateur kann selbstver-ständiglich nicht mit den Berufs-astronomen bei solchen Arbeiten in Wettbewerb treten, die genaueste Positionsbestimmungen und feinste Messungen erfordern; aber bei den hier er-



Der Kopf des von Peltier entdeckten Kometen 1932 k.
Gezeichnet am gr. Fernrohr der Treptow-Sternwarte von Günter Archenhold.



Peltier vor seiner Sternwarte in Delphos, Ohio, U.S.A.

Arbeiten. Das große Gesichtsfeld des Kometen-suchers ist dabei von besonderem Vorteil, und oft können mehrere schwache Sternschnuppen im Laufe eines Abends beobachtet werden. Stets wird ihre Bahnlage, Helligkeit und Bewegungs-richtung notiert.

Die Milchstraße habe ich lange Zeit hindurch fast unbewußt nach *neuen Sternen* abgesucht, was am 8. Juni 1918 zur unabhängigen Ent-

wählten Forschungszweigen werden die erhal-tenen Resultate durch die besseren Instrumente der großen Sternwarten nicht in den Schatten gestellt.

*) Inzwischen ist die Nachricht eingelaufen, daß der Verfasser am 16. Februar dieses Jahres seine vierte Kometenentdeckung gemacht hat. Siehe S. 88 dieses Heftes.

Die Schriftleitung.

Die Trabanten im Sonnensystem.

Eine Betrachtung über ihre Größen, Massen und Dichten.

(Schluß.)

Von Studienrat Richard Sommer.

IV. Die Welten um Saturn.

Der ringgeschmückte Saturn besitzt von allen Planeten die meisten Trabanten; Titan, der größte, hebt sich aus der Menge der übrigen heraus. Bei ihm kann man unter günstigen Umständen sogar ein Scheibchen erkennen, obwohl Holden ausdrücklich bemerkt, daß er am 26-Zöller in Washington Titan nie anders als fixsternartig gesehen habe. Am gleichen Instrument maß See für dasselbe Gestirn Durchmesser von 0",49 bis 0",90! Diese Bemerkung mag daran erinnern, daß man keinen allzu kritischen Maßstab anlegen darf. Wirtz fand 0",79, Lowell 0",60, Barnard in einer Opposition 0",633, in einer anderen 0",59; Hussey maß 0",55, H. Struve setzt 0",50 an. Aus der Zeit, die Titan am 9. Mai 1891 brauchte, um aus der Scheibe des Planeten zu treten, berechnete Pickering einen Durchmesser von 0",7. Im Mittel mag man 0",633 ansetzen; das gibt für den linearen Durchmesser 4571 km. Danach besäße Titan das 1,98 fache Volumen des Erdmondes und eine Albedo von 0,54. Sowohl nach Größe als auch nach Helligkeit würde er unter den galileischen Jupitermonden eine mittlere Stellung einnehmen.

Alle übrigen Saturnmonde sind scheibenlos. Setzt man voraus, daß sie die gleiche Flächenhelligkeit wie Titan haben, so erhält Rhea etwa den halben Titandurchmesser, Dione oder Tethys den dritten Teil und Enceladus den vierten. Damit würde eine Beobachtung stimmen, die auf der Lowell-Sternwarte gemacht werden konnte, wo man am 24-Zöller den Schatten der Rhea als feines Pünktchen über die Saturnscheibe laufen sah, während Pickering ihn am 15-Zöller in Arequipa zweimal vergeblich suchte. Man käme aber in Widerspruch zu den Zeiten, welche die Trabanten brauchen, um in den Schatten des Saturn zu treten. Das sind freilich sehr schwierige Wahrnehmungen, bei denen selbst die größten Instrumente auseinandergehende Daten liefern. Aus allen bis 1915 beobachteten derartigen Erscheinungen hat H. Struve folgende Werte hergeleitet:

| | Dauer des Eintritts | Durchmesser |
|--------------|-----------------------|------------------|
| II Enceladus | 0,50 Min. nach Aitken | 0",020 od. 87 km |
| III Tethys | 0,80 Barnard | 0,057 161 |
| IV Dione | 0,80 Barnard | 0,017 74 |
| V Rhea | 1,80 Young | 0,058 252 |

Rechnet man hiermit das Verhältnis der leuchtenden Flächen im Vergleich zu Titan aus, so würde dies für Enceladus 1:1000, für Tethys 1:280, für Dione 1:1400 und für Rhea 1:120 geben, während das beobachtete Helligkeits-

verhältnis doch nur 1:19, 1:7, 1:8 und 1:4 ausmacht. Um solche Helligkeiten zu erklären, müßten diese winzigen Weltkörper noch eigenes Licht aussenden. Die Finsternisbeobachtungen liefern also bei weitem zu kleine Durchmesser, lassen aber erkennen, daß die kleinen Saturnmonde ungemein stark reflektieren. Nimmt man deshalb ihre Albedo zu 0,90 an, so daß sie fast total spiegeln müßten, dann kommt man nach G. Struve auf Durchmesser, die als kleinstmögliche anzusehen sind:

| | | | |
|------|-----------|--------|-------------|
| I | Mimas | 0",078 | oder 538 km |
| II | Enceladus | 0,098 | 682 |
| III | Tethys | 0,162 | 1126 |
| IV | Dione | 0,144 | 928 |
| V | Rhea | 0,206 | 1418 |
| VII | Hyperion | 0,048 | 356 |
| VIII | Japetus | 0,126 | 870 |

Aus später anzuführenden Gründen ist anzunehmen, daß mindestens Hyperion und Japetus größer sind als hier angegeben ist.

Die Massen der Saturnmonde sind dank der Lebensarbeit Hermann Struves recht gut bekannt. Er schloß grundsätzlich die Trabanten untereinander an, wobei er eine Genauigkeit bei Einzelmessungen von 0",06 erreichte. Das ist ein Betrag, der erst neuerdings durch Aufnahmen mit langbrennweitigen Fernrohren in Südafrika auf 0",02 gesteigert werden konnte. Nunmehr ist es möglich geworden, die Bahnebenen und ihre Aenderungen infolge der gegenseitigen Einwirkungen der Trabanten mit befriedigender Sicherheit zu bestimmen. Manche Störungen wachsen zu merklichen Beträgen an, da zwischen den Umlaufzeiten einfache ganzzahlige Beziehungen herrschen. So ist die Umlaufzeit von III das Doppelte der von I, bei IV doppelt so groß wie bei II. Nach 465^d 18^h haben die vier inneren Monde wieder die gleiche Stellung zueinander, weil 494 Umläufe von I = 540 von II = 247 von III = 170 von IV sind. Die Masse des Titan konnte Hill schon 1888 aus der störenden Wirkung auf die Exzentrizität der Hyperionbahn bestimmen. Sie ergab sich zum 4714. Teil der Saturnmasse; nach neueren Beobachtungen ist dieser Wert etwas größer. Brouwer gab 1924 1:4145 und G. Struve 1951 1:4035 an. Das sind 1,92 Erdmondmassen. Titans Dichte wird mit 3,24 fast genau so groß wie die unseres Mondes und steht in auffallendem Gegensatz zur geringen Dichte Saturns (0,71). Die Bahnlage Titans folgt aus Bessels Heliometermessungen 1854 anders als heute. Diese Verlagerung wird von Japetus hervorgerufen, dessen Masse man daraus zum 375 000. Teil der Saturnmasse oder dem 48,5. Teil der des Erdmondes mit einer Unsicherheit von

50 % berechnen kann. Die Hyperionmasse muß sehr klein sein; sie läßt sich nur roh abschätzen.

Mimas und Tethys bilden ein sonderbares Trabantenpaar. Beide Monde kommen immer nahe der Stelle in Konjunktion, die in der Mitte der aufsteigenden Knoten ihrer Bahnen auf der Ebene des Saturnäquators liegt. Infolge der gegenseitigen Einwirkungen schwankt dieser Ort ihrer größten Annäherung nach beiden Seiten in einer Periode von 71 Jahren. Aus der Periodenlänge ergibt sich die Tethysmasse sehr genau; die Verteilung der Schwankungen auf die beiden Monde liefert das Massenverhältnis und damit auch die Mimasmasse. Enceladus und Dione bilden ein ähnliches Librationspaar. Deren Konjunktionen fallen stets mit der Saturnnähe des Enceladus zusammen, d. h. Dione macht die eigentlich kreisförmige Bahn des Enceladus exzentrisch. Vor einigen Jahren wurde auch eine Libration Rhea-Titan entdeckt. Rhea hat unter dem Einfluß der 60fach größeren Titanmasse ebenfalls eine erzwungene Exzentrizität; die Lage der großen Achse ihrer Bahn richtet sich nach der des Titan und schwankt darum in einer 58jährigen Periode bis zu einem Betrag von 18°. Geozentrisch freilich macht die ganze Abweichung von der Kreisbahn nur wenige Hundertstel einer Bogensekunde aus. Rheas Masse läßt sich nur aus säkularen Störungen mit einer Ungenauigkeit von etwa 50 % ermitteln. Die Massen aller Saturnmonde, mit Ausnahme von Titan, sind recht klein. G. Struves Werte von 1951 sind:

| | Masse | | Dichte |
|--------------|-----------------|-----------|------------|
| | Saturn = 1 | Erdmond=1 | Wasser = 1 |
| I Mimas | 1 : 14 960 000 | 1 : 1950 | 0,47 |
| II Enceladus | 1 : 6 622 000 | 1 : 855 | 0,52 |
| III Tethys | 1 : 876 000 | 1 : 115 | 0,87 |
| IV Dione | 1 : 541 500 | 1 : 69,8 | 2,05 |
| V Rhea | 1 : 250 000 ± | 1 : 52 | 1,55 ± |
| VI Titan | 1 : 4 055 | 1,92 | 5,24 |
| VII Hyperion | 1 : 5 000 000 ± | 1 : 646 | 5,95? |
| VIII Japetus | 1 : 375 000 ± | 1 : 48,5 | 4,44 ± |

Da als Durchmesser — Titan ausgenommen — die oben genannten photometrisch hergeleiteten Mindestwerte genommen wurden, so ergeben sich für die Dichten Höchstzahlen. Die äußeren Trabanten sind anscheinend steinartig wie unser Mond; dann allerdings wird die Albedo geringer als 0,90 sein. Das macht den Durchmesser wieder größer und vermindert die Dichte. Rhea und Dione könnten aus blasigem Bimsstein sein. Merkwürdig sind die inneren Monde. Es ist unter keinen Umständen möglich, durch plausible Annahmen ihre Dichten auf 1 oder darüber zu bringen. Sie können nur aus sehr lockerem Material bestehen, vielleicht aus Ammoniak oder Kohlenwasserstoffen.

In der Reihe der Trabanten zeigt sich ein deutlicher Gang der Dichte. Je näher man dem Saturn kommt, desto geringer wird die Dichte. Diese Regel stimmt auch noch für den Ring, der trotz seines großen Volumens nach Slouka noch

nicht den hundertsten Teil der Masse des Erdmondes besitzt. Ja, sie scheint noch für die Oberfläche des Planeten selbst zu gelten, deren Dichte nach Jeffreys nur 0,51 erreicht. Die inneren Trabanten teilen die Natur ihres Zentralkörpers; sie gehören wohl seit Anbeginn zu ihm. Bei dem IX. Mond, der Phoebe (Helligkeit 14—15), ist dies wegen der Rückläufigkeit fraglich.

V. Die Begleiter des Uranus.

Vor ein neues kosmogonisches Problem stellen uns die vier Uranusmonde. Ihre Bahnebene steht nämlich fast senkrecht auf der des Planeten; mit einer Neigung von 98° sind sie sogar schon rückläufig. Seitdem das Spektroskop die zehnstündige Rotation des Uranus und ihre rückläufige Richtung in der Bahnebene der Trabanten enthüllt hat, sind beide Möglichkeiten gegeben: daß die Planetenrotation das Primäre war und die Trabanten sich aus dem Äquatorwulst einst lösten oder aber, daß die Monde sich selbständig gebildet haben und erst nach und nach durch die starke Abplattung des Uranus (1:14) in die Äquatorebene gedrängt wurden. Auffällig sind die überaus geringen Exzentrizitäten aller vier Bahnen. Die Uranusmonde, besonders die beiden inneren — Ariel und Umbriel —, gehören zu den lichtschwächsten Meßobjekten des Sonnensystems. Russell macht unter Annahme einer hohen Albedo folgende Angaben:

| | Helligkeit | Durchmesser |
|-------------|------------|-------------|
| I Ariel | 15,2 ? | 900 km |
| II Umbriel | 15,8 ? | 700 |
| III Titania | 14,0 | 1700 |
| IV Oberon | 14,2 | 1500 |

Nimmt man eine geringere Albedo, etwa wie die des Uranus an, so würde der größte Mond zu 1100 km zusammenschrumpfen. Pickering hat Titania und Oberon zu 0^m,8 schwächer gefunden als hier angegeben. Legt man diese Werte zugrunde, dann kommt Titania sogar nur noch auf 700 km!

Wegen der Schwierigkeit der Messungen liegen nur wenige Beobachtungsreihen der Uranusmonde vor; infolgedessen läßt sich über ihre Massen zurzeit nichts sagen. Für die Zukunft bestehen bessere Hoffnungen, da van Maanen die vier Trabanten auf das Programm des 100-Zöllers gesetzt hat.

Mit dem 60-Zöller der Mount Wilson-Sternwarte hat Christie 1951 nach unbekanntem Uranusmonden gesucht. Trotz Ausdehnung der Belichtungszeit bis auf 3 Stunden wollte sich kein derartiges Gestirn heller als 19. Größe ver-raten.

VI. Neptun und Triton.

Eine gewisse äußerliche Ähnlichkeit mit dem Uranussystem bietet der Neptuntrabant Triton hinsichtlich der Lage seiner Bahn. Sie

bildet mit der Ebene des Planetenlaufs einen Winkel von 140° ; Triton ist also ebenfalls rückläufig. Er bewegt sich aber zum Unterschied von den Uranusmonden unter 20° Neigung gegen die Äquatorebene des Planeten, weshalb er durch die Abplattung des Neptun ($1:40\pm$) erhebliche Störungen in der Knotenlage erleidet. Der Pol seiner Bahn kreist in 665 Jahren um den Pol des Neptunäquators in ähnlicher Weise, wie am irdischen Himmelszelt der Nordpol, der in unserem Jahrtausend nahe beim Polarstern liegt, in 26 000 Jahren um den Pol der Ekliptik wandert.

Triton ist trotz seines um die Hälfte größeren Sonnenabstandes heller als die Uranusmonde; er muß demnach eine beträchtliche Größe besitzen. Visuell ist er 6 Helligkeitsklassen schwächer als Neptun; bei gleicher Rückstrahlungsfähigkeit erreicht sein Durchmesser den 16. Teil von Neptun oder 3200 km. Wäre er dagegen ein dunkler Körper nach Art des Erdmondes, so erhielte man über 7000 km! Zwischen beiden Grenzen muß man den wirklichen Durchmesser vermuten. Die Tatsache, daß Triton photographisch heller als visuell ist, spricht für die höhere Albedo. Russell setzt einen mittleren Wert von 5000 km als Durchmesser an.

Die Masse des Triton ist 1951 auf dem Mt. Wilson bestimmt worden. Der beim Jupiter- oder Saturnsystem sich bietende Weg, aus genauer Verfolgung der Trabantenbewegungen die Störungen herauszuschälen, die durch die gegenseitigen Einwirkungen der Monde entstehen, ist hier nicht gangbar. Wohl aber kann man erwarten, daß eine andere Methode zum Ziel führt, wenn der räumlichen Ausdehnung eine einigermaßen große Masse entspricht. Um die Oppositionszeit ist Neptun wie alle oberen Planeten rückläufig, zur Konjunktion rechtläufig. Wenn die eine Bewegungsart in die andere übergeht, ist Neptun stationär. Das war am 15. Mai 1951 der Fall. Damals haben Nicholson, van Maanen und Willis den Planeten und seinen Trabanten 8 Tage lang vorher und ebenso lange nachher im Cassegrainfokus des 60-Zöllers photographiert und in derselben Weise an Vergleichssterne angeschlossen, wie dies bei Parallaxenaufnahmen üblich ist. Während des Beobachtungszeitraums vollführte Triton drei Umläufe, und unter dem Plattenmeßapparat war deutlich zu erkennen, wie auch Neptun um einen winzigen Betrag hin und her pendelte, weil der Schwerpunkt des Systems Neptun-Triton nicht mit dem Mittelpunkt des Planeten zusammenfällt. Die Größe der Schwankung war allerdings nur winzig, je nach der Güte der Aufnahmen zwischen $0'',04$ und $0'',10$. Daraus berechnet sich die Tritonmasse zu 4,9 Mondmassen. Ohne den Beobachtungen Gewalt anzutun, kann man auch Werte zwischen 3 und 8 Erdmondmassen annehmen.

Der Neptuntrabant hat demnach eine ähnliche Masse und wohl auch Größe wie der Planet Merkur; vielleicht ist er der schwerste aller

Trabanten im Sonnensystem. Es ist sicher, daß er im Gegensatz zum Neptun, der die geringe Dichte 1,6 aufweist, sehr fest gefügt sein muß. Mit dem Durchmesser von 3200 km wäre schon die kleinste Masse unverträglich, weil die Dichte sich dann zu 14 errechnen würde. Mit Russells Durchmesser und der Minimalmasse würde als Dichte 5,6 folgen. Triton muß ein ähnlich dichter Körper sein wie Pluto. Beide gleichen einander zumindest nach Größe und Masse. Triton und Neptun dagegen sind nach der Dichte recht unähnlich. Hinzu kommt, wie durch die spektroskopischen Messungen von Moore und Menzel 1929 auf der Lick-Sternwarte erwiesen wurde, daß Neptun seine 16 stündige Rotation rechtläufig vollführt, während Triton ja rückläufig kreist. Darum bestärkt sich der Eindruck, daß Triton ursprünglich nicht zum Neptunsystem gehörte, sondern eingefangen wurde. Die Möglichkeit kann man nicht leugnen, denn auch Pluto kommt in seinem Perihel in fast denselben Sonnenabstand, in dem Neptun seinen Weg zieht. Freilich liegen ihre Bahnen gerade an dieser Stelle wegen der großen Neigung des Pluto räumlich weit auseinander. Dafür können an der Grenze des Sonnensystems noch manche Körper ihren Weg ziehen, von deren Vorhandensein wir nichts wissen. Legt man die Einfangtheorie zugrunde, dann entsteht sofort die Schwierigkeit, zu erklären, warum die Zwischenzeit nicht ausreichte, die Bahnebene in die Fläche des Neptunäquators zu ziehen, wohl aber, um die Bahn völlig kreisförmig zu machen.

Anläßlich der Massenbestimmung des Triton hat Christie mit dem 60-Zöller auf dem Mt. Wilson nach weiteren Trabanten des Neptun geforscht, ohne Objekte bis hinab zur 18,5. Größenklasse ausfindig machen zu können.

Kosmogonische Schlußbetrachtung.

Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse von den Größen, Massen und Dichten ist dargelegt, und die Frage nach dem „warum und woher“ kann aufgerollt werden. Es läßt sich vorerst feststellen, daß kein Trabantensystem dem anderen gleicht, daß jedes seine Besonderheiten hat. Die Unterschiede gehen so weit, daß eine einheitliche Deutung aller Eigentümlichkeiten schwerlich gefunden werden kann. Es gibt unter den Begleitern solche von Planetengröße und Weltensplitter. Manche gleichen in ihrem Aufbau dem Hauptkörper, andere scheinen ihm wesensfremd. Trabanten gibt es, die so locker gebaut sind, daß man an einen festen Zusammenhalt zweifeln muß; andere erreichen die Dichte unseres Erdballs. Da sind welche von schneeiger Helligkeit und andere von steiniger Dunkelheit. Bei dem einen System nimmt in der Reihe der Monde nach außen die Dichte zu, in dem Nachbarsystem ist es gerade umgekehrt. Hier schwingen Trabanten genau in der Ebene des Planetenäquators, selbst wenn dieser eine absonderliche Lage hat;

dort wieder besitzen andere erhebliche Neigungswinkel. Völlig kreisförmige Bahnen wechseln mit solchen von hoher Exzentrizität. Die Bewegung der meisten Begleiter erfolgt in der Rotationsrichtung des Hauptkörpers, eine Minderheit läuft entgegengesetzt; in mehr als einem System kommen beide Bewegungsrichtungen zugleich vor. Je mehr man sich in Gegensätze solcher Art vertieft, desto weniger wird man nach dem Vorgang von Henri Poincaré geneigt sein, Schlußfolgerungen zu ziehen.

Die Entstehung der Trabanten ist von der der Planeten nicht zu trennen. Es ist eine heute stark umstrittene Frage, ob die Sonne mit ihren Planeten ein normales Sternsystem ist, wie es noch unzählig viele geben wird, eine Ansicht, die früher allgemein geteilt wurde und Nölke noch jetzt vertritt, oder ob unser System eine Ausnahmegestaltung ist, die vielleicht keine zwei Dutzend Mal unter den Milliarden von Fixsternen unserer Milchstraße vorkommt, wie die englischen Kosmogoniker Jeans und Jeffreys behaupten. Kant und Laplace wollten die Entstehung des Sonnensystems aus einem einzigen Urnebel erklären. Das läßt sich mathematisch nicht stützen. Nach Jeans soll deshalb einst ein fremder Stern der damals noch sehr ausgedehnten Sonne nahe gekommen sein. Dabei schollen an zwei gegenüberliegenden Seiten der Sonne gewaltige Flutberge auf, während gleichzeitig die gewöhnlichen Ausbrüche der Sonne eine außerordentliche Heftigkeit erreichten und dazu beitrugen, daß die Materieausströmungen sehr bald in einzelne selbständige Kerne zerfielen. Auf der vom Störnfried abgewendeten Seite war der Wellenberg kleiner; daraus bildeten sich die inneren Planeten vom Merkur bis zum Mars. Auf der dem Fremdling zugekehrten Seite lösten sich aus dem sehr viel größeren Wellenberg die äußeren Planeten. Da die Dichte dieser Wandler von der der inneren soviel abweicht, ist wohl auch behauptet worden, daß die äußeren Planeten ihren Ursprung in dem anderen Stern hatten, der sie im Stich ließ, weil er von kleinerer Masse als die Sonne war. Die Satelliten sollen entstanden sein, als die Hauptplaneten zum ersten Mal in

ihrer ursprünglich langgestreckten Bahn in Sonnennähe kamen. Da rief die Sonne auf den Planeten ähnliche Flutberge hervor, die ebenfalls alsbald zerfielen. So könnte man die Gleichstimmigkeit von Rotations- und Umlaufrichtung erklären, auch das nahe Zusammenfallen der Bahnebenen von Satellit und Hauptplanet. Sonne und Planetenkerne waren von einem Medium umhüllt, das die Bewegungen hemmte und dadurch die exzentrischen Ellipsen in Kreisbahnen umwandelte. Diesem angenommenen Medium kommt noch eine andere Bedeutung zu. Jeffreys hat 1918 nachgewiesen, daß ein Weltkörper von der Größe und Masse des 1. Jupitermondes unmöglich seine Moleküle im Gaszustande hätte durch die eigene Gravitation zusammenhalten können. Sie würden bei ihrer Bildung schon flüssig gewesen sein. Ihre Materie müßte aus größeren Tiefen der Weltkörper stammen, vielleicht, weil die beiden Fixsterne nicht nur aneinander vorübereilten, sondern sich sogar streiften. Dabei wäre ein langgestrecktes Materieband losgerissen worden, das sich am äußeren Ende nach Art von überschlagenden Wellenkämmen umbog. So will Jeffreys die seltsamen Bahnlagen im Uranus- und Neptunsystem erklären. Das Band war natürlich instabil; es zerfiel in der Längsrichtung. Innere Reibungen verursachten die Rotationen der sich bildenden Planetenkerne. Die dehnten sich aus, bis ihr Durchmesser von der Größe einer normalen Satellitenbahn war. An einigen Stellen begann eine Kondensation zu feinsten Tröpfchen. Die noch übrigen gasigen Bestandteile wirkten nach Art einer Atmosphäre, die durch ihre Anwesenheit verhinderte, daß die kleinen Kerne — die späteren Satelliten — ihre Moleküle wegen nicht ausreichender Gravitation verloren, bevor die Verflüssigung einsetzte. Diese muß bei den Trabanten sehr schnell vor sich gegangen sein. Jeffreys berechnet, daß sie bei einer Masse von Erdgröße nur einen Tag beanspruchte; beim Jupiter mag sie eine Woche gedauert haben. Die einzelnen Tropfen schlossen sich dann zu den heutigen Planeten und Monden zusammen.

Die Trabanten wurden danach in derselben Stunde wie die Planeten geboren.

Die Bearbeitung der Beobachtungen veränderlicher Sterne.

Von stud. astr. Walter Theile.
(Mit drei Abbildungen.)

Die Beobachtungen veränderlicher Sterne werden für die Wissenschaft erst brauchbar, wenn sie nach bestimmten Methoden berechnet und geordnet vorliegen. Allerdings sollte damit bei den meisten Sternen erst begonnen werden, wenn ein genügend großes Beobachtungsmate-

rial vorliegt, das außerdem über die betrachtete Zeit einigermaßen gleichmäßig verteilt ist. Die Berechnungen stützen sich dabei einzig und allein auf das gesamte Tatsachenmaterial, wobei oft die scheinbar geringfügigsten Notizen im Beobachtungstagebuch, wie Angaben über

Wetter, störenden Mondschein, Höhe der Sterne usw. von größtem Werte sind. Auch an dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, auf alle Fälle derartige Bemerkungen nicht zu vergessen oder gar als unnötig wegzulassen.

Im folgenden wollen wir nun annehmen, es lägen zur Bearbeitung eine Anzahl Beobachtungen vor, die nach der Argelanderschen Stufenmethode erhalten wurden¹⁾. Bei dieser Art der Lichtschätzung wird der Veränderliche mit geeigneten Nachbarsternen konstanter Helligkeit verglichen. In einer verabredeten Schreibart wird dann angegeben, um wieviel Helligkeitseinheiten (Stufen) ein hellerer und schwächerer Vergleichssterne vom Veränderlichen abweicht. Diese Art der Lichtschätzung hat sich seit der Einführung um die Mitte des vergangenen Jahrhunderts durch Argelander in Bonn infolge ihrer großen Einfachheit bewährt und wird häufig angewandt, wenn auch jetzt feinere Methoden für einige spezielle Untersuchungen eingeführt werden mußten.

Die Reduktion der Stufen.

Schon aus der Art der Beobachtung ist klar, daß das Gerüst sämtlicher Schätzungen von der Skala der Vergleichssterne gebildet wird. Auf die Festlegung dieses Maßstabes ist daher die größte Sorgfalt zu verwenden. Die eigentlichen Beobachtungen des Veränderlichen werden bei der Reduktion in diese Skala eingereiht. Zur Festlegung der Helligkeiten der Vergleichssterne wird man nach Möglichkeit alle vorliegenden Schätzungen unter eventueller Ausscheidung unsicherer Ergebnisse bei hellem Mondschein, Wolken oder Nebel verwenden. Als weitere Vereinfachungen wollen wir voraussetzen, die Vergleichssterne und der Veränderliche ständen hinreichend nahe beisammen in derselben Höhe oder gleichzeitig im Gesichtsfeld des Feldstechers oder Fernrohrs. Sodann darf die Extinktion, d. i. die Lichtschwächung des Sternlichtes beim Durchgang durch unsere Erdatmosphäre (vom Zenit zum Horizont zunehmend), vernachlässigt werden. Andernfalls wäre mit bekannten trigonometrischen Formeln unter Berücksichtigung der Beobachtungszeit erst die Höhe jedes Sterns zu berechnen und dann in einer Extinktionstabelle der Betrag der Schwächung in Größenklassen aufzusuchen, bei Benutzung einer Stufenskala jedoch vorher noch in diese umzurechnen. Von diesem Fehler wollen wir hier also absehen.

Aus einer beliebigen Beobachtungsreihe einiger aufeinanderfolgender Abende haben beispielsweise bei Benutzung der Vergleichssterne a, b, c, d sich folgende Schätzungen ergeben:

Tabelle I

| | |
|-----------|-----------|
| a 1 v 2 b | c 2 v 4 d |
| a 2 v 2 b | c 3 v 3 d |
| a 3 v 1 b | c 4 v 1 d |
| a 3 v ½ b | usw. |
| a 3 v = b | |

Der erste Schritt der Reduktion wird nun die Bestimmung der Stufengrößen der Vergleichssterne unter Zugrundelegung sämtlicher Beobachtungen sein. Dabei wird man zunächst etwa durch Addition aller Stufen das Stufenintervall a bis b bestimmen. Zu diesem Zweck addiert man also in der ersten Spalte unserer Tabelle I: $3 + 4 + 4 + 3\frac{1}{2} + 3 = 17,5$ und teilt durch die Gesamtzahl der Schätzungen ($17,5 : 5 = 3,5$), oder anders ausgedrückt, man bildet das arithmetische Mittel, das ja, wie sich leicht mathematisch zeigen läßt, dann den *wahrscheinlichsten* Wert für die Größe dieses Intervalles darstellt. Genau so wird man mit den anderen in Helligkeit benachbarten Vergleichssterne verfahren, also die Intervallgrößen b bis c, c bis d usw. bilden. Selbstverständlich sollten im Gegensatz zu unserem Beispiel stets möglichst alle Schätzungen berücksichtigt werden, die nur irgendwie unter günstigen Umständen erhalten wurden. Ist diese Mittelbildung geschehen, so bekommt gewöhnlich der schwächste Vergleichssterne willkürlich die Stufenhelligkeit 0, und angenommen, wir hätten etwa gefunden: $a - b = 5,5$ Stufen, $b - c = 4,2$ Stufen, $c - d = 6,1$ Stufen, so wird unsere Skala folgende Werte erhalten:

Tabelle II

| | |
|----------------|---------------------|
| d = 0,0 Stufen | |
| c = 6,1 | „ |
| b = 10,5 | „ (nämlich 6,1+4,2) |
| a = 15,8 | „ („ 10,5+5,5). |

Die Tabelle bildet sodann für weitere Reduktionen den Maßstab; mit ihrer Hilfe werden alle Bearbeitungen ausgeführt. Man hat sogar nicht mit Unrecht behauptet, die auf ihr begründete Lichtkurve sei ein Abbild dieser Skala. Daher ist größte Sorgfalt bei der Aufstellung nötig.

Nunmehr können die Stufenhelligkeiten des Veränderlichen für jeden Abend bestimmt werden. Nehmen wir die erste Schätzung in Tabelle I = a 1 v 2 b. Aus a 1 v erhalten wir $12^{st},8$ (nämlich $15,8 - 1$); aus v 2 b ergibt sich $12^{st},5$ ($10,5 + 2$), als wahrscheinlichster Stufenwert somit

$$\frac{12,8 + 12,5}{2} = 12^{st},55 = 12^{st},6.$$

Wir haben hier in Richtungen der größeren Helligkeit abgerundet, da die Schätzung a 1 v infolge der kleineren Stufenzahl genauer erfaßbar ist. Nach diesem eben angegebenen Muster werden sämtliche Helligkeiten des Variablen in Stufen bestimmt. Ist allerdings ein Intervall sehr groß, das andere sehr klein, so wird man aus dem eben erwähnten Grunde dem kleineren das größere Gewicht geben, d. h. diese Schätzung doppelt zählen. Nehmen wir etwa die letzte Schätzung obiger Tabelle I

¹⁾ Vgl. die Ausführungen des Verfassers über die Beobachtungen veränderlicher Sterne im „Weltall“ Jahrg. 30, S. 60, Jan. 1931,

Spalte 2 c 4 v 1 d an, so wird dann das Mittel sein $= \frac{2,1 + 2 \cdot 1,0}{5} = 1,5$ Stufen. Doch ist hierbei die größte Vorsicht geboten.

Die Lichtkurve.

Ist diese Arbeit der Bestimmung der Helligkeit des Veränderlichen in der Stufenskala der Vergleichssterne getan, so kann man sich durch das Bild der Lichtkurve von dem Verlauf des Lichtwechsels eine anschauliche Vorstellung machen. Auf quadratischem, sogenanntem Millimeterpapier, das für wenig Geld in kleinen Heften oder in Bogen erhältlich ist, trägt man in einer geeigneten Skala auf der Horizontalen die Zeiten und auf der Vertikalen die Stufenhelligkeiten ab. Dabei liegt die die größte Helligkeit bezeichnende Stufe oben. In diesem Schema ist dann für jede unserer Beobachtungen durch Angabe von Stufe und Zeit ein Punkt eindeutig bestimmt. An seiner Stelle markieren wir ein kleines Kreuz und, wenn die Beobachtungen gut sind, wird die Schar dieser Lichtpunkte sich einer Linie, der Lichtkurve, anschmiegen — von geringen Streuungen abgesehen —. Unsere Abbildung 1 (ein Veränderlicher vom Miratypus) zeigt eine solche Kurve.

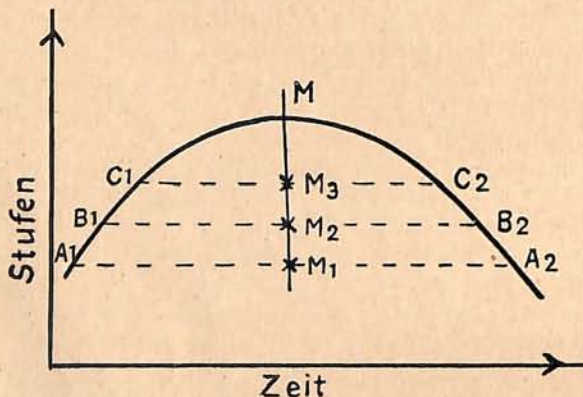


Abb. 1. Die Pogson'sche Halbierende zur Konstruktion des Maximums eines Veränderlichen.

Aus der graphischen Darstellung ergibt sich dann leicht Zeit und Stufenhelligkeit des größten und kleinsten überhaupt auftretenden Lichtes. Zur genaueren Ermittlung bestehen zwei Wege. Entweder legt man parallel der Zeitachse durch den höchsten (oder tiefsten) vorkommenden Lichtpunkt die Parallele, oder aber — und das ist das bessere Mittel — man bestimmt die Lage des Lichtmaximums mit Hilfe der Pogson'schen Halbierenden. Sie wird folgendermaßen gefunden: Parallel der Zeitachse werden eine Anzahl gerader Linien gezogen, die die Lichtkurve in A₁ A₂, B₁ B₂, C₁ C₂ treffen mögen. Dann sucht man die Mittelpunkte dieser Sehnen M₁ ... M₃ und verbindet sie. Ihre Verlängerung über M₃ hinaus trifft dann die Lichtkurve im Punkte M des Maximums. Falls diese Linie M₁ ... M etwas gekrümmt sein sollte, wird man unter Beibehaltung dieser Krümmung bei der Verlängerung

die Zeit des Maximums einigermaßen genau ermitteln können.

Im vorhergehenden haben wir einen sehr günstigen Spezialfall zu Grunde gelegt. Die Beobachtungen waren gleichmäßig verteilt, und durch die Lichtpunkte, die keine großen

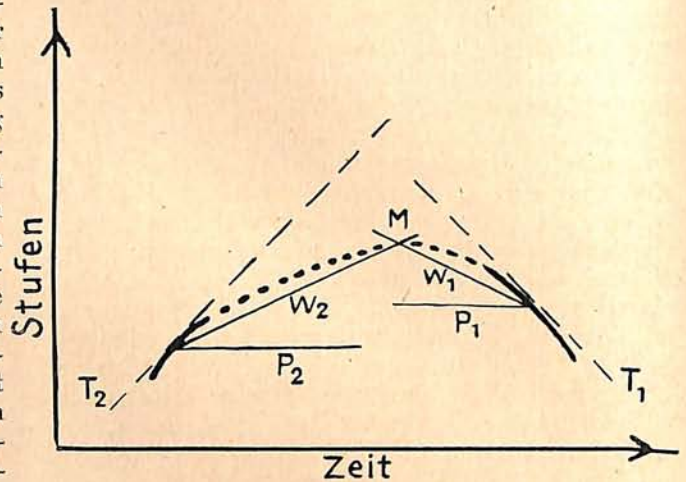


Abb. 2. Parkhurst'sche Subtangente Methode zur Bestimmung des Maximums eines Veränderlichen.

Streuungen zeigen sollten, ließ sich eine glatte Kurve legen. Was wird aber, wenn durch die Ungunst der Witterung die Beobachtungen nur spärlich vorkommen? Im allgemeinen ist dann natürlich ohne Willkürlichkeiten wenig zu machen. Und doch ist es oft für die Bearbeitung eines Veränderlichen von größtem Wert, jede nur mögliche Schätzung zu benutzen und zur Bestimmung eines Extremis heranzuziehen. Ist der Lichtwechsel regelmäßig und die Gestalt der Lichtkurve schon einigermaßen bekannt, so läßt sich mit Hilfe einer solchen genormten mittleren Lichtkurve manchmal das Maximum durch Angleichung der wenigen vorhandenen Beobachtungen genähert bestimmen. Ist eine solche nicht bekannt, so ergibt sich unter Umständen nach der von Parkhurst angegebenen Subtangente Methode eine genäherte Zeit. Es seien vor und nach dem Maximum (Abb. 2) einige Beobachtungen aufeinanderfolgender Tage gegeben. Sodann lege man an diese Bruchstücke genähert die Berührenden T₁ und T₂ und ziehe durch die Berührungspunkte die Parallelen zur Zeitachse P₁ und P₂. Das Maximum ergibt sich dann als Schnittpunkt M der Winkelhalbierenden W₁ und W₂ der Winkel, die durch P₁ und T₁ und P₂ und T₂ gebildet werden. Bei dieser Methode wird die Lichtkurve genähert als Parabel betrachtet, und dieser Konstruktion liegt ein elementarer mathematischer Satz zugrunde: Die Subtangente der Parabel wird vom Scheitel halbiert.

Reduktion in Größenklassen.

Bisher haben wir das Bild der Lichtkurve mit Hilfe unseres Stufenmaßes gezeichnet und diskutiert. An dieser Einheit sollte man auch, solange es irgendwie möglich ist, festhalten.

Leider haftet aber der Stufengröße ein starker persönlicher Wert an, der schließlich den Vergleich zweier Reihen verschiedener Beobachter völlig unmöglich macht. Aus diesem Grunde werden die Stufengrößen an irgendein photometrisches System angeschlossen, oder mit anderen Worten, in die Skala eines solchen allgemein benutzten und international anerkannten Verzeichnisses von Sternen umgerechnet. Neben der Potsdamer Durchmusterung ist das System der Harvard Photometry besonders bevorzugt. Es sei allerdings jetzt schon gesagt, daß sehr viele Beobachter ihre Schätzungen — und mit gutem Recht — in Stufen veröffentlichen und die endgültige Reduktion einem einzigen Bearbeiter überlassen. Will man aber diese Arbeit selbst ausführen, so bleibt nichts anderes übrig, als die Helligkeit der Vergleichssterne in einem solchen Verzeichnis aufzusuchen oder, da ja solche Werke dem einzelnen meist nicht zur Verfügung stehen, einen Fachmann oder eine Sternwarte darum zu bitten. Leider sind aber auch oft die gesuchten Sterne infolge Lichtschwäche usw. in diesem Katalog nicht enthalten, da ja nur von einer kleinen Zahl bisher die Größenklasse genau photometrisch festgelegt ist.

Angenommen, wir hätten für unsere Sterne a...d solche Helligkeiten gefunden, etwa

Tabelle III

| | |
|------------------------|---------------|
| a = 7 ^m ,90 | (15,8 Stufen) |
| b = 8 ^m ,28 | (10,3 ") |
| c = 8 ^m ,75 | (6,1 ") |
| d = 9 ^m ,50 | (0,0 ") |

so wird man versuchen, hieraus eine Formel zu gewinnen, die für jede unserer Stufen, in denen die Helligkeit des Veränderlichen ja angegeben ist, durch eine kleine Rechnung die photometrische Helligkeit sofort gibt. Eine solche Gleichung hat in den einfachsten Fällen die Gestalt: $m = x - y \cdot g$, wobei m die gesuchte Helligkeit im photometrischen System, x den Nullpunkt, d. h. in unserem Falle die Kataloghelligkeit des schwächsten Veränderlichen d , und g die Stufenzahl bedeutet, y heißt der Stufenwert und bedeutet den Betrag einer Stufe, gemessen in Größenklassen. Bei geübten Beobachtern schwankt dieser Wert um $0^m,1$, ist allerdings geringen Aenderungen von Abend zu Abend und im Laufe der Zeit unterworfen. Man bestimmt ihn aus den Angaben von Tabelle III mit Hilfe der Ausgleichsrechnung oder genähert graphisch. Auf Millimeterpapier werden in einem rechtwinkligen Koordinatensystem die Größenklassen waagrecht und die Stufen senkrecht abgetragen. Jedem Vergleichssterne aus Tabelle III entspricht wiederum ein Punkt. Durch alle diese Punkte legt man eine Gerade so, daß die Abweichungen davon sich nach beiden Seiten ausgleichen und somit aufheben. Zieht man sodann auf der vertikalen Achse durch die Begrenzungspunkte einer Stufe die Parallelen zur Zeitachse P_1 und P_2 und fällt von

den Schnittpunkten S_1 und S_2 mit der Geraden auf der waagerechten Achse die Lote, so ergibt sich in den dortigen Einheiten der Stufenwert (Abb. 5). Diese Methode ist ziemlich roh, und

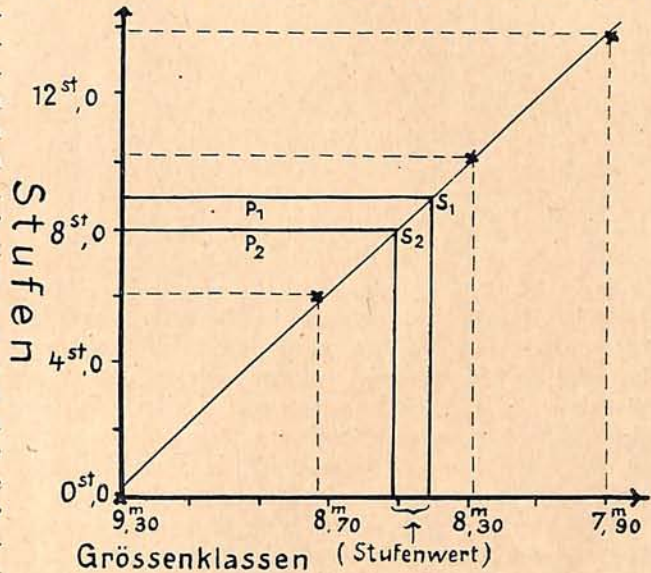


Abb. 5. Graphische Ermittlung des Stufenwertes.

genauen Betrachtungen wird man doch einen mathematischen Ausgleich vorziehen, wie er in jedem guten Lehrbuch angegeben ist²⁾.

Wir wollen annehmen, es ergäbe $1^{\text{st}} = 0^m,11$; sodann haben wir alle Konstanten der Gleichung. Für unser vorhin gerechnetes Beispiel, wo wir als Mittel der 1. Schätzung in Tabelle I, Spalte 1 = $12^{\text{st}},6$ erhielten, ergibt sich somit unter Zugrundelegung des Nullpunktes für den Vergleichssterne $d = 9^m,50$ nach Tabelle III

$$m = 9,50 - 0,11 \cdot 12,6 = 7^m,91.$$

Die Elemente und ihre Bestimmung.

Nunmehr liegen die Beobachtungen des Veränderlichen fertig reduziert vor, und die Bestimmung der Elemente des Lichtwechsels kann erfolgen. Unter der Bezeichnung Elemente versteht man die Amplitude, die Periode und die Hauptepochen des Lichtes. Die Amplitude ergibt sich sehr einfach als der Unterschied des größten und kleinsten Lichtes. Die Periode ist der Zeitraum, in dem sich die Vorgänge des Lichtwechsels in genau derselben Reihenfolge wiederholen, natürlich unter der Voraussetzung, daß eine solche Regel überhaupt auftritt. Man findet die Periode bei langperiodischen Sternen sehr einfach aus der Differenz der Zeiten zweier aufeinanderfolgender Maxima oder Minima, die ja nach früheren Betrachtungen abgeleitet werden können. Allerdings muß die Gewißheit bestehen, daß wirklich zwei aufeinanderfolgende Angaben vorliegen und nicht etwa ein Vielfaches des Periodenwertes. Bei Mirasternen wird ja ein solcher Zweifel schon auf Grund der

²⁾ Vgl. etwa Schiller, Einführung in das Studium der veränderlichen Sterne, Leipzig 1923.

Beobachtung kaum bestehen, bei kürzer werdenden Perioden jedoch wird diese Entscheidung immer schwieriger. Erst durch Aufsuchen des größten gemeinschaftlichen Teilers läßt sich diese Schwierigkeit zumeist beheben. Bei kurzperiodischen Sternen kann man sich dadurch helfen, eine regelmäßige Wiederkehr einer Reihe von Perioden etwa nach mehreren Tagen aufzufinden. Richtlinien zur genäherten Bestimmung der Periode in diesen Fällen lassen sich schwer geben; man kann nur probieren und sehen, ob die Beobachtungen sich der vermuteten Periode angleichen.

Ist die Gestalt der Lichtkurve bei jeder Periode dieselbe, wie das bei allen Algol- und β Lyrae-Sternen und den meisten Cepheiden der Fall ist, so bezeichnet man den Abstand innerhalb der Lichtkurve eines jeden Lichtpunktes, etwa vom Maximum aus gerechnet, als Phase. Diese wird dann oft in Bruchteilen der Periode angegeben, also $P = 1$ gesetzt. Doch ist es ebenso üblich, Tage und Bruchteile von Tagen zu benutzen. Liegt ein Extrem, sagen wir ein Maximum und die Periodenlänge fest, so läßt sich eine Formel angeben, die gestattet, für jeden beliebigen Zeitpunkt alle weiteren „Hauptphasen“ zu berechnen. Sie hat in den einfachsten Fällen die Gestalt

$$\text{Max.} = \text{Zeit eines bestimmten Max.} + n \cdot P.$$

Die hier angeführte Zeit eines bestimmten Maximums heißt die Epoche, P ist die Periode und n eine ganze Zahl. Ist n positiv, so folgen aus dieser Formel alle kommenden, ist n negativ, also $-1, -2, \dots$ alle vorhergehenden Maxima. $n = 0$ ergibt die Epoche selbst. Es wird von Vorteil sein, noch auf einen weiteren Umstand hinzuweisen. Dafür führen wir ein Beispiel durch. Für den Mirastern T Ursae minoris ist nach des Verfassers Beobachtungen ein Maximum $8^m,7$ am 29. März 1951 (= J. D. 2426 430) beobachtet worden. Der „Katalog und Ephemeriden veränderlicher Sterne“, herausgegeben von der Universitäts-Sternwarte Berlin-Babelsberg, gibt aber auf Grund einer solchen soeben angegebenen Formel den 4. April 1951 an (= J. D. 2426 436). Um nun über etwaige Periodenschwankungen Aufschluß zu erhalten,

ist es üblich, im angegebenen Falle neben der Veröffentlichung der Beobachtungszeit des Maximums auch den Unterschied gegen die Berechnung aufzuschreiben. Es ist Beobachtung — Rechnung $(B - R) = -6$ Tage. Solche Abweichungen treten bei Mirasternen oft auf. Aus ihnen ist es möglich, genauere Aufschlüsse über zeitliche Veränderungen der Periodenlänge zu erhalten.

Es ist noch eine Bemerkung über die bereits erwähnte Phase nachzutragen. Auch für sie kann man eine Beziehung aufstellen. Sie lautet einfach

$$\varphi = t - T_0 + n \cdot P,$$

wo φ die Phase, t die Zeit einer Beobachtung in beliebigem Licht, T_0 die schon benutzte Epoche, n und P die oben angegebenen Werte haben. Je nachdem die Ausgangsepoche T_0 ein Maximum oder Minimum bedeutet, zählt man natürlich die Phase vom größten oder kleinsten Lichte aus. Bei kurzperiodischen Sternen kann die gemessene Beobachtungszeit nicht unmittelbar benutzt werden, sondern muß erst auf den Mittelpunkt der Sonne, auf sogenannte heliozentrische Zeit, umgerechnet werden, da der Beobachter infolge der Bahnbewegung der Erde um die Sonne nicht immer dieselbe Entfernung vom Veränderlichen hat, und das Licht daher periodisch wechselnd mehr oder weniger Zeit braucht, um vom Stern zu uns zu gelangen. Man führt hierzu die „Lichtzeit“ ein, die vor allem noch von der astronomischen Breite (Erhebung über die Ekliptik) abhängig ist³⁾.

Man sieht, daß eine genaue Reduktionsarbeit der Lichtschätzungen für die spätere erfolgreiche Diskussion des Materials die unumgängliche Voraussetzung bildet. Ohne ihre exakte Durchführung wären alle noch so schönen Beobachtungen nutzlos. Der Verfasser dieses Aufsatzes ist gern bereit, Leser, die sich an der Beobachtung veränderlicher Sterne beteiligen wollen, zu beraten. Die Schriftleitung des „Weltall“ wird alle diesbezüglichen Fragen weiterleiten.

³⁾ Vgl. hierzu die soeben erschienenen „Tafeln der Lichtgleichung“, von Prof. R. Prager (Kl. Veröff. der Univ.-Sternwarte Berlin-Babelsberg).

Sonnenflecken und Nordlichterscheinungen in den Jahren 1930-1932.

Von Dr. Werner S a n d n e r.

Im 5. Heft des 29. Jahrgangs (Dezember 1929) des „Weltall“ wurden die Nordlichterscheinungen der Jahre 1927—1929 zur Sonnentätigkeit in Beziehung gesetzt. In den folgenden Zeilen soll dasselbe für die drei darauffolgenden Jahre versucht werden.

Umfaßte die Zeitspanne von 1927 bis 1929 eine Epoche höchster Sonnentätigkeit (Maximum 1928,4), so fallen die Jahre 1930—1932 mit dem Abstieg und teilweise (1932) schon mit einem sehr erheblichen Tiefstand der Sonnenfleckenhäufigkeit zusammen. Die Resultate für

diese Jahre dürften daher in gewissem Sinne interessanter sein als die für den Zeitraum der eingangs erwähnten Gegenüberstellung, denn während 1927—1929 stets Flecken auf der Sonne sichtbar waren, waren besonders 1952 die fleckenfreien Tage schon recht häufig geworden.

Es sei nun gleich bemerkt, daß die Innigkeit des Zusammenhanges von Flecken und Nordlichtern selten so offenkundig war wie 1950 bis 1952. Während nämlich in dem noch sonnenfleckenreichen Jahre 1950 auffällige Nordlichterscheinungen verhältnismäßig häufig auftraten, blieben solche 1951 und 1952 (z. Z. geringer Sonnentätigkeit) für Mitteleuropa ganz oder fast ganz aus. Dies beweist die folgende Zusammenstellung der beobachteten Nordlichter, die auf Grund der in den Fachzeitschriften verstreuten Einzelmeldungen erhalten wurde¹⁾.

Nordlichterscheinungen 1950—1952.

| Datum | Beobachtungsort |
|---------------------|---|
| 1950 Januar 4. | Barth a. d. Ostsee |
| 1950 April 22. | Sonneberg i. Thür. |
| 1950 April 25. | Sonneberg i. Thür. |
| 1950 Juli 25. | Narwa (Estland) |
| 1950 Juli 28. | Narwa |
| 1950 August 21./22. | Skandinavien |
| 1950 August 22./25. | Skandinavien |
| 1950 Oktober 17. | Zahlreiche Beobachtungen aus ganz Deutschland |
| 1950 November 14. | Heidelberg, Sonneberg |
| 1950 Dezember 20. | Sonneberg |
| 1952 Juni 5./6. | Freiberg i. Sa. (fragliche Beobachtung) |

Der Vergleich mit der Sonnentätigkeit ergibt folgendes Bild:

1. Nordlicht 1950 Jan. 4. Sonnenflecken-Relativzahl $R=58^2$), 4 Gruppen auf der O-Hälfte der Sonne, die der Scheibenmitte nächste bipolar ³⁾ (15^h 50^m M.E.Z.).
2. Nordlichter 1950 April 22. und 25. — $R=51$ bzw. 28 und Eintritt eines größeren Tätigkeitsherd auf die sichtbare Sonnenscheibe am 22. April²⁾. Nach eigenen Beobachtungen am selben Tage (14^h 05^m) bildete sich eine Gruppe am O-Rand, welche auch am 25. April (9^h 45^m) sichtbar war, sich als regulär gebaut erwies und das Schülen- (Wilson-) Phänomen zeigte; in der Zeit zwischen diesen Beobachtungen entstand in der Nähe der Scheibenmitte ein allerdings kleiner Fleck³⁾. Die Züricher Statistik erwähnt dagegen für den 22. und 25. April je 4 Fleckengruppen⁴⁾.
3. Nordlicht 1950 Juli 25. — $R=15^2$); 2 Fleckengruppen, die eine auf dem mittleren Teile der Sonnenscheibe (östlich vom Meridian), die zweite in der Nähe des O-Randes³⁾.
4. Nordlicht 1950 Juli 28. — $R=54^2$); 4 Gruppen, davon 3 auf dem mittleren Teile der Sonnenscheibe (Züricher „Zentralsonne“³⁾), die größte ostwärts vom Meridian und regulär gebaut mit Poren in der Umgebung.
5. Nordlichter 1950 Aug. 21./22. und 22./25. — $R=51$ (21. 8.) bzw. 28 (22. 8.) und 58 (25. 8.)²⁾; am 21. August 2 Gruppen auf der östlichen Sonnenhälfte, am 22. die gleichen Gruppen³⁾, am 25. keine eigenen Beobachtungen.

Die Erscheinungen der Monate Juli und August fallen für die betr. Beobachtungsorte in die Zeit der hellen Nächte. Daß sie dennoch

wahrgenommen wurden, beweist, daß es sich um sehr auffällige Erscheinungen handelte. Sie wurden daher in dieser Arbeit mit angeführt, obwohl sie nicht in Mitteleuropa, sondern nur in einem nördlicher gelegenen Gebiete festgestellt wurden. Ebenso scheint es sich bei dem Polarlicht vom 17. Oktober um ein sehr intensives und helles Phänomen gehandelt zu haben.

6. Nordlicht 1950 Okt. 17. — $R=11^2$); eine mittelgroße Gruppe auf dem zentralen Teil der Sonnenscheibe („Zentralsonne“), in der ich 10 Kerne zählte³⁾. Ueber diese bemerkenswerte Nordlichterscheinung wurde bereits im „Weltall“, Jahrg. 50, Heft 2, berichtet.
 7. Nordlicht 1950 Nov. 14. — $R=12^2$); eine eigene Beobachtung von diesem Tage besitze ich nicht, wohl aber vom 15. November, an welchem eine große bipolare Gruppe mit 25 Kernen auf der O-Hälfte der Sonnenscheibe gesehen wurde (8^h 55^m)³⁾.
 8. Nordlicht 1950 Dez. 20. — $R=42^2$); auf der Sonne 4 Gruppen, davon eine in der Nähe des W-Randes, die 3 anderen östlich vom Meridian. Die größte Fleckengruppe lag der Scheibenmitte am nächsten.
- Aus dem Jahre 1951 liegt keine einzige Nordlichtbeobachtung vor, aus 1952 nur eine und diese⁵⁾ wird als fraglich bezeichnet. Trotzdem sei sie hier kurz angeführt.
9. Nordlicht 1952 Juni 5/6. — Eigene Sonnenbeobachtungen liegen von diesen beiden Tagen wegen ungünstigen Wetters nicht vor. Wohl aber gelang mir eine solche am 4. Juni; damals (8^h 20^m) stand auf der östlichen Sonnenhälfte eine schöne bipolare Gruppe mit zahlreichen hellen Fackeln in ihrer Umgebung. Sie könnte als Ursache für eine Nordlichterscheinung wohl in Frage kommen.

Betrachten wir die Zahlen der Zusammenstellung der Nordlichterscheinungen näher, so finden wir, daß sich schon in diesen wenigen Werten eine gewisse Periodizität andeutet. Es beträgt nämlich der zeitliche Abstand der Nordlichterscheinungen vom 25. Juli 1950 und 21./22. August 1950 27 Tage, derjenige der Polarlichter vom 17. Okt. 1950 und 14. Nov. 1950 28 Tage und der zwischen dem 4. Jan. 1950 und dem 22. April 1950 $108 = 4 \times 27$ Tage. 27 Tage ist aber gleich der Umdrehungszeit der Sonne relativ zur Erde, also gleich der Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Passagen eines und desselben Punktes durch den Zentralmeridian der Sonne für einen auf der Erde befindlichen Beobachter. Wenn also ein besonders „aktives“ Gebiet auf der Sonnenoberfläche über die Scheibenmitte zieht, so tritt dasselbe Ereignis nach 27 Tagen wieder ein, und es ist also eine gewisse Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß sich dann die den

¹⁾ Besonderen Dank für Mitteilungen hierüber schulde ich den Herren Dr. Cuno Hoffmeister (Sonneberg) und Carl Fedtke (Königsberg i. Pr.).
²⁾ Astron. Mitt. CXXV (Zürich 1951), S. 84/85.
³⁾ Eigene Beobachtung des Verfassers am 116 mm-Refraktor (140fache Vergrößerung).
⁴⁾ Astron. Mitt. CXXV (Zürich 1951), S. 92/93.
⁵⁾ „Das Weltall“, 51. Jahrg., Heft 12, S. 175.

ersten Meridiandurchgang begleitenden Erscheinungen wiederholen werden, sofern in zwischen die Tätigkeit des betr. Punktes der Sonnenoberfläche nicht abgenommen oder aufgehört hat. Daß sich solche „aktiven“ Gebiete auf der Sonne oft sehr lange erhalten und nach scheinbarer Beruhigung gelegentlich wieder „Neuausbrüche“ erleben, beweisen u. a. auch klar die Karten der Züricher Statistik.

In der Tat hat man diese 27 tägige Periode auch auf anderen, mit der Sonnentätigkeit in Zusammenhang stehenden Gebieten nachweisen können. Ich denke hier vor allem an die magnetischen Erscheinungen der Erde, für welche diese Tatsache schon lange bekannt ist. Neuerdings wurde diese 27 Tage währende Periode auf Grund Potsdamer Aufzeichnungen für die sog. „Luftstörungen“ der drahtlosen Telegraphie von F. Schindelbauer nachgewiesen⁹⁾. Dieser geht in seiner Mitteilung sogar so weit zu sagen, „... daß man geradezu die Ankunft der von der Sonne in die Erdatmosphäre hineingeschleuderten Elektronen abhören könne“.

Die Beobachtungen scheinen mitunter die Annahme zu rechtfertigen, daß den Sonnenflecken im Moment ihres Entstehens oder auch

im Augenblick besonders großer innerer Umwälzungen eine erhöhte Fernwirkung zukommt. Vielleicht kann dies dadurch erklärt werden, daß durch die Plötzlichkeit des Aufbrechens eines Sonnenfleckentrichters besonders starke Kräfte entbunden werden. Ich möchte daher abschließend auf eine allerdings schon ältere Beobachtung hinweisen, welche mir die hier ausgesprochene Vermutung zu bestätigen scheint. Sie wird von Herrn Dr. F. S. Archenhold in einer Arbeit „Sonnenflecken, Erdströme und Nordlichter“⁷⁾ mit folgenden Worten mitgeteilt: „... Ein schönes Beispiel für den unmittelbaren Einfluß der Sonnenflecken bietet auch die Störung vom 1. September 1859. Carrington hatte zufällig eine plötzliche Veränderung an einem Sonnenfleck genau auf die Sekunde beobachtet, und es stellte sich später nach den Registrierungen in Kew heraus, daß zur selben Zeit eine plötzliche Veränderung aller drei Elemente des Erdmagnetismus eingetreten war...“. In jenem Fall hat sich möglicherweise die die Fernwirkung vermittelnde Strahlung mit Lichtgeschwindigkeit durch den Raum ausgebreitet. Der Durchschnitt der neueren Beobachtungen ergibt jedoch eine Laufzeit von 1—1½ Tagen.

⁹⁾ Vgl. „Das Weltall“, 52. Jahrg., Heft 2 (November 1952), S. 31.

⁷⁾ „Das Weltall“, 4. Jahrg., Heft 4/5, 1903.

Der gestirnte Himmel im April 1933.

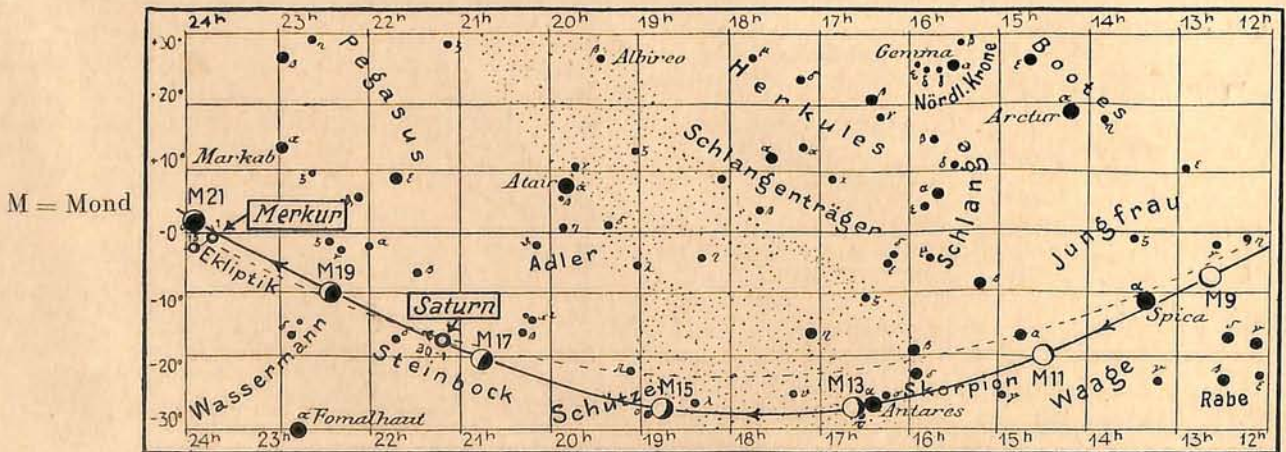
Von Günter Archenhold.

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

Am Sternenhimmel macht sich im April der Einzug des Frühlings durch einen schnellen Wandel der abendlich sichtbaren Gestirne bemerkbar. Zu Anfang ist das schöne Winterbild des Orion noch deutlich zu erkennen; am Ende des Monats jedoch leuchten nur noch die Schultersterne Beteigeuze und Bellatrix über dem Westhorizont. Mit dem Orion verschwinden auch der Große Hund und der Stier, und

wenig später folgen Zwillinge und Kleiner Hund. Die Frühlingssternbilder dagegen nehmen den Südtteil des Himmels ein. Der Große Löwe wird vom Meridian durchschnitten, westlich steht schon der Kopf der Wasserschlange, östlich Jungfrau, Rabe, Waage, Bootes und Krone. Wegen der günstigen Stellung der Ekliptik sind auch im April der zunehmende Mond und die am Abendhimmel stehenden

Lauf von Sonne, Mond und Planeten



Planeten Mars und Jupiter gut zu beobachten. Die Milchstraße liegt ganz flach am nordwestlichen Horizont. Vom veränderlichen Stern Algol im Perseus sind daher nur drei Minima zu verfolgen; die Zeiten sind in unserem Kalender der Konstellationen und bemerkenswerten Himmelserscheinungen angegeben.

Die Planeten.

Merkur gelangt am 20. April in größte westliche Abweichung von der Sonne. Da er aber 12° südlicher steht als die Sonne, bleibt er bei uns unsichtbar.

Venus ist den ganzen Monat hindurch nicht zu beobachten.

Mars ist vom Anbruch der Dunkelheit an sichtbar. Er steht nahe bei Regulus im Löwen, bewegt sich aber nur wenig, da er am 15. April aus der rückläufigen Bewegung in die rechtläufige übergeht. Er erreicht seine Meridianstellung anfangs um 21³/₄h, zuletzt um 19³/₄h. Auch in kleinen Fernrohren sind seine nördliche Polarkappe und einige der dunklen Gebiete erkennbar. Seine Entfernung von der Erde steigert sich im Laufe des Monats von 115 Millionen km auf 145 Millionen km, womit eine Abnahme seiner scheinbaren Größe von 12" auf 10" verbunden ist.

Jupiter, der ebenfalls im Löwen steht, ist wie Mars günstig zu beobachten. Er hat einen Abstand von 692 Millionen km von der Erde. Trotzdem erscheint er uns wegen seiner Riesendimensionen unter einem Winkel von 40", also wesentlich größer als Mars. Jupiterbeobachtungen sind an leistungsfähigen Instrumenten immer interessant, aber auch mit kleinen Rohren, selbst im Fernglase, bietet das wechselvolle Spiel der Monde stets Anregung zur Beobachtung. Die Stellungen und Verfinsterungen der vier Haupttrabanten geben wir nachstehend an:

| Verfinsterungen | | | Stellungen | | | |
|-----------------|-----------------|-------|------------|--|-------|--|
| April | M. E. Z. h m | Mond | April | 24 ^h 0 ^m M. E. Z. | April | 24 ^h 0 ^m M. E. Z. |
| 1 | 2 34 | I A | 1 | 421 0 3 | 16 | 423 0 |
| 2 | 21 2 | I A | 2 | 432 0 1 | 17 | 431 0 2 |
| 4 | 3 18 | IV E | 3 | 31 0 2 | 18 | 43 0 21 |
| 6 | 2 23 | III A | 4 | 3 2 14 | 19 | 2413 0 |
| 6 | 22 4 | II A | 5 | 21 0 4 | 20 | 0 13 |
| 8 | 4 28 | I A | 6 | 0 2134 | 21 | 1 0 243 |
| 9 | 22 57 | I A | 7 | 1 0 234 | 22 | 2 0 134 |
| 13 | 3 14 | III E | 8 | 2 1 34 | 23 | 23 0 4 |
| 14 | 0 39 | II A | 9 | 32 0 14 | 24 | 31 0 24 |
| 17 | 0 52 | I A | 10 | 31 0 24 | 25 | 3 0 124 |
| 20 | 21 22 | IV E | 11 | 3 0 241 | 26 | 213 0 4 |
| 21 | 0 33 | IV A | 12 | 2413 0 | 27 | 2 0 134 |
| 21 | 3 14 | II A | 13 | 4 0 13 | 28 | 14 0 23 |
| 24 | 2 46 | I A | 14 | 41 0 23 | 29 | 42 0 13 |
| 25 | 21 15 | I A | 15 | 42 0 13 | 30 | 421 ③ |

E=Eintritt
A=Austritt

Die Stellungen der Monde sind in ihrer Reihenfolge so angegeben, wie sie im umkehrenden astronomischen Fernrohr erscheinen. 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 Morgenstern. Am Anfang des Monats erscheint er um 4^h und ist eine knappe halbe Stunde lang zu beobachten. Am Ende des Monats geht er kurz nach 2^h auf, und seine Sichtbarkeitsdauer ist auf eine Stunde angewachsen.

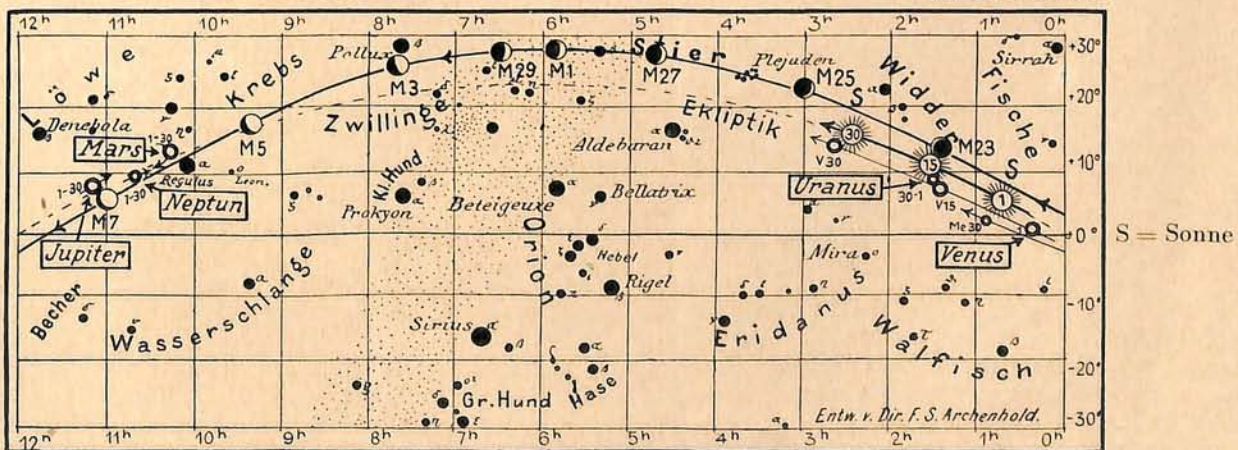
Uranus gelangt am 15. April in Konjunktion mit der Sonne und ist daher unsichtbar.

Neptun, im Sternbild des Löwen, kann in den Abendstunden aufgesucht werden. Er bewegt sich nur langsam in ostwestlicher Richtung unter den Sternen und steht am 15. in Rekt. = 10^h38^m,8 und Dekl. = + 9°29'.

Der Lauf von Sonne und Mond.

Die **Sonne** steigt im April um 10° in der Ekliptik empor, wobei die Mittagshöhe von 42° auf 52° anwächst. Die Tageslänge nimmt

für den Monat April 1955.



Nachdruck verboten.

von 15 auf 14¼ Stunden zu. Die Sonnenauf- und Untergangszeiten für Berlin finden sich neben anderen Angaben in der folgenden Tabelle:

| April | Deklin. Oh Weltzeit | Aufgang für Berlin (Polhöhe 52¼°) | | Untergang | | Zeitgleichg. wahre minus mittlere Zeit | | Sternzeit Berl. Mittag | | | |
|-------|------------------------|---|----------|-----------|----|--|----|---------------------------|------|---|---|
| | | M. E. Z. | M. E. Z. | h | m | h | m | m | s | h | m |
| 1. | + 4 17 | 5 | 42 | 18 | 39 | - 4 | 2 | 0 | 37,4 | | |
| 5. | 5 49 | 5 | 32 | 18 | 46 | 2 | 51 | 0 | 53,2 | | |
| 10. | 7 42 | 5 | 21 | 18 | 55 | 1 | 25 | 1 | 12,9 | | |
| 15. | 9 32 | 5 | 9 | 19 | 3 | - 0 | 7 | 1 | 32,6 | | |
| 20. | 11 17 | 4 | 59 | 19 | 12 | + 1 | 3 | 1 | 52,3 | | |
| 25. | 12 58 | 4 | 48 | 19 | 20 | 2 | 1 | 2 | 12,1 | | |
| 30. | + 14 34 | 4 | 38 | 19 | 29 | + 2 | 48 | 2 | 31,8 | | |

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

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Erstes Viertel: April 5. 7^h
Vollmond: „ 10. 14¼^h

Letztes Viertel: April 17. 5¼^h
Neumond: „ 24. 19¼^h

Die Auf- und Untergangszeiten des Mondes für Berlin sind folgende:

| April | Wochen- tag | Mond- Aufgang Untergang für Berlin | | April | Wochen- tag | Mond- Aufgang Untergang für Berlin | |
|-------|----------------|--|----------|-------|----------------|--|----------|
| | | M. E. Z. | M. E. Z. | | | M. E. Z. | M. E. Z. |
| | | h | m | | | h | m |
| 1 | Sa | 7 | 46 | 16 | St | 2 | 10 |
| 2 | So | 8 | 38 | 17 | Mo | 2 | 45 |
| 3 | Mo | 9 | 41 | 18 | Di | 3 | 7 |
| 4 | Di | 10 | 56 | 19 | Mi | 3 | 24 |
| 5 | Mi | 12 | 16 | 20 | Do | 3 | 36 |
| 6 | Do | 13 | 37 | 21 | Fr | 3 | 47 |
| 7 | Fr | 14 | 59 | 22 | Sa | 3 | 57 |
| 8 | Sa | 16 | 22 | 23 | St | 4 | 6 |
| 9 | So | 17 | 48 | 24 | Mo | 4 | 17 |
| 10 | Mo | 19 | 19 | 25 | Di | 4 | 30 |
| 11 | Di | 20 | 53 | 26 | Mi | 4 | 48 |
| 12 | Mi | 22 | 29 | 27 | Do | 5 | 12 |
| 13 | Do | — | — | 28 | Fr | 5 | 45 |
| 14 | Fr | 0 | 1 | 29 | Sa | 6 | 31 |
| 15 | Sa | 1 | 16 | 30 | St | 7 | 30 |

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

| April | Name | Gr. | Rekt. 1935 | | Dekl. 1935 | Phase | Zeiten für Berlin M. E. Z. | | Win- kel | Mond- alter | Hilfsgrößen | |
|-------|------------------|-----|------------|------|------------|-------|----------------------------------|------|-------------|----------------|-------------|-------|
| | | | h | m | | | h | m | | | a | b |
| 4. | 176 B. Geminorum | 6,3 | 7 | 3,42 | + 24 31 | E | 0 | 3 | 164 | 8,9 | + 0,7 | - 2,7 |
| 14. | 135 B. Scorpil | 6,0 | 16 | 40,8 | - 28 23 | A | 3 | 28,5 | 268 | 19,0 | - 1,5 | - 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 Korrektur $a(15^\circ,1 - \lambda) + b(\varphi - 52^\circ,4)$ hinzuzufügen, wobei λ und φ die geographische Länge und Breite des Beobachtungsortes bedeuten.

Kalender der Konstellationen und bemerkenswerten Himmelserscheinungen.

| April h | April h |
|---|---|
| 2. 1 Algol im kleinsten Licht. | 14. 3 Bedeckung von 135 B. Scorpil. |
| 4. 0 Bedeckung von 176 B. Geminorum. | 15. 8 Venus in Konjunktion mit Uranus. |
| 4. 20 Merkur stationär. | 18. 15 Saturn in Konjunktion mit dem Monde. |
| 4. 21 Algol im kleinsten Licht. | 20. 8 Merkur in größter westlicher Abweichung 27° 25'. |
| 7. 4 Mars in Konjunktion mit dem Monde. | 21. 17 Venus in oberer Konjunktion mit der Sonne. |
| 7. 15 Neptun in Konjunktion mit dem Monde. | 22. 15 Merkur in Konjunktion mit dem Monde. |
| 8. 5 Jupiter in Konjunktion mit dem Monde. | 24. 3 Uranus in Konjunktion mit dem Monde. |
| 12. 12 Mond in Erdnähe (scheinbarer Durchmesser 33'4", Horizontalparallaxe 60'56"). | 25. 2 Venus in Konjunktion mit dem Monde. |
| 15. 11 Mars stationär. | 27. 20 Algol im kleinsten Licht. |
| 15. 19 Uranus in Konjunktion mit der Sonne. | 28. 5 Mond in Erdferne (scheinbarer Durchmesser 29'29", Horizontalparallaxe 54'1"). |

AUS DEM LESERKREISE

Beobachtungen des Kometen Dodwell (1932 n).

Den am 17. Dezember 1952 von Dodwell entdeckten Kometen konnte ich in Schwerin sehr gut beobachten. Die erste Beobachtung ließ das Wetter am ersten Weihnachtstage zu. Ich fand den Kometen mit dem 5"-Kometensucher als einen schwachen Nebelfleck von etwa 8,5. Größe. Bei weiteren Beobachtungen im Januar 1953 zeigte der Komet immer

eine runde Gestalt. Der Durchmesser lag um rund 4' herum, war jedoch nicht konstant. Einen sternartigen Kern habe ich selbst im 4-Zöller bei 95-facher Vergrößerung nie finden können. Ebenso war ein Schweif nicht zu beobachten. Die Helligkeit, die ich durch Vergleich mit dem Crab-Nebel (N.G.C. 1952, M 1, 8^m,5) und dem Nebel N.G.C. 5194 (M 51, 8^m,4)

fand, nahm im Laufe des Januar von etwa 7^m,8 auf 9^m,5 ab. Die Farbe des Kometen war weiß mit etwas grün. Die stündliche Bewegung betrug ca. 3'—4' nach Nordosten. Die Beobachtungen wurden durch die niedrige Temperatur (im Durchschnitt unter 9 Grad Kälte) und den scharfen Ostwind sehr erschwert.

Schwerin, 5. Februar 1935.

W. W. Spangenberg.

Wegen ständiger Bewölkung konnte ich den Kometen erst am Abend des 14. Januar 1935 zum ersten Male beobachten. Die Aufsuchung geschah sehr leicht mit einem von mir hergestellten 8zölligen Spiegel von nur 93 cm Brennweite, Oeffnungsverhältnis 1:4,5, Vergrößerung 37fach, Gesichtsfeld 1°. Da die Austrittspupille 5 mm beträgt, ist das Instrument sehr lichtstark. Der Komet stand bei der Auffindung zwischen zwei Sternen 8. Größe und hatte die Helligkeit 8,5. In meinem anderen 8zölligen Spiegel war bei 96facher Vergrößerung das Gestirn als runder Nebel von etwa 3' Durchmesser sichtbar, mit Verdichtung nach der Mitte; ein sehr schwacher exzentrischer Kern 11. Größe blitzte zeitweise auf. Die nach Nordost gerichtete Bewegung des Kometen war schon nach ganz kurzer

Zeit zu bemerken. Es gelangen noch an 5 weiteren Abenden Beobachtungen bei einer grimmigen Kälte bis —25° C. Am 16. und 17. Januar stand der Komet in der Nähe des roten Sterns 20 im Walfisch. Die Oerter wurden in die Karten der Bonner Durchmusterung eingetragen; nach Anbringung der Präzession ergab sich mit einiger Genauigkeit folgende Tabelle:

| Jan. | Weltzeit | Position 1935 | |
|------|---------------------------------|--|----------|
| | | Rekt. | Dekl. |
| 14. | 17 ^h | 0 ^h 42 ^m 50 ^s | — 4° 02' |
| 15. | 17 | 45 54 | 5 02 |
| 16. | 17 | 49 56 | 2 02 |
| 17. | 17 ^h 50 ^m | 52 54 | — 0 55 |
| 25. | 17 | 1 ^h 15 18 | + 4 45 |
| 24. | 17 ^h | 1 ^h 19 ^m 6 ^s | + 5° 40' |

Die Helligkeit nahm in den letzten Tagen sehr ab und betrug nur noch etwa 11^m,5. Störend war bei der Beobachtung die helle Straßenbeleuchtung und deren Reflex an frisch gefallenem Schnee, sowie schwacher Nebel, welcher sich bei der strengen Kälte entwickelte. Der Himmel wurde dadurch merklich aufgehellt. Eintretende Bewölkung verhinderte in der Folgezeit jede weitere Beobachtung des Gestirns.

Königsberg Pr., 30. Jan. 1935.

Sternwarte.

Carl Fedtke.

Beobachtung der Leoniden 1932.

Zeit der Beobachtung: Wir beobachteten in allen klaren Nächten vom 11. bis 23. November sowie in der Nacht vom 27. zum 28. November. Bis zum 19. November wurden von einem geeigneten Standpunkte aus in der Zeit von 0^h15^m bis 5^h30^m gemeinsame Beobachtungen veranstaltet, wobei jeder Beobachter einen Himmelsquadranten übernahm (Ebert = NO, Fehre = SO). Vom 20. ab sind Einzelbeobachtungen zu verschiedenen Zeiten gemacht worden. Wegen völlig dunstigen oder bedeckten Himmels fiel die Beobachtung während der folgenden Nächte aus: 11/12., 12/13., 15/16., 16/17., 19/20. und 20/21. November.

Ergebnisse der Beobachtung: Da die Beobachtungen gerade um die Zeit der Sichtbarkeit der Leoniden durch das Mondlicht störend beeinflusst wurden (13. Nov. = Vollmond), so wurden von beiden Beobachtern an allen Abenden nur 56 Sternschnuppen gesehen; darunter waren 12, die nach ihrer Flugrichtung als Leoniden anzusprechen sind. Sie verteilen sich auf die einzelnen Nächte folgendermaßen: 13/14. = 1 (8); 14/15. = 8 (12); 17/18. = 3 (5); 18/19. = 0 (4); 21/22. = 0 (4); 22/23. = 0 (7) und 27/28. = 0 (16). In den Klammern steht die Zahl der überhaupt bemerkten Sternschnuppen, voran die der Leoniden.

Die Angaben belegen, daß Leonidensternschnuppen unzweifelhaft erschienen sind; auch ist eine Häufung um die Mitte des Monats deutlich zu erkennen. Von einem schwarmweisen Auftreten kann jedoch nicht im entferntesten die Rede sein. Das

Bild der Verteilung wäre vollständiger, wenn die Ungunst der Witterung die Beobachtung an den angegebenen Abenden nicht unmöglich gemacht hätte.

Es folgen die Beobachtungsangaben über die 12 leonidenverdächtigen Sternschnuppen:

| Nr. | Tag | Zeit (M. E. Z.) | Helligkeit | Flugdauer | Flugstrecke | Scheinbare Geschw. n. Hoffmeister | Farbe | + | |
|-----|-----|--------------------|------------|-----------|-------------|---|--------|---------|--------|
| | | | | | | | | (mit) | (ohne) |
| | | h m | m | s | o | | | Schweif | |
| 1 | 14. | 3 22 | + 4 | 1/2 | 12 | 3 | gelb | + | — |
| 2 | 15. | 1 10 | 4 | 1/4 | 6 | 3 | blau | — | — |
| 3 | 15. | 1 10 | 2 | 1/2 | 34 | 4 | gelb | + | — |
| 4 | 15. | 2 03 | 1 | 3/4 | 15 | 3 | weiß | + | — |
| 5 | 15. | 2 36 | 2 | 1/2 | 10 | 3 | orange | + | — |
| 6 | 15. | 3 00 | 3 | 1/4 | 8 | 4 | gelb | — | — |
| 7 | 15. | 3 17 | 1 | 1/2 | 12 | 3 | weiß | + | — |
| 8 | 15. | 3 22 | 5 | 1/8 | kurz | 5 | ? | — | — |
| 9 | 15. | 3 27 | 4 | 1/4 | 8 | 4 | blau | — | — |
| 10 | 18. | 0 24 | 0 | 1/2 | 10 | 3 | gelb | + | — |
| 11 | 18. | 2 00 | 3 | 1/2 | 12 | 3 | weiß | — | — |
| 12 | 18. | 2 09 | 3 | 3/4 | 22 | 4 | gelb | — | — |

Auf Grund der beobachteten Leuchtwege der 3 Sternschnuppen Nr. 4, 5 und 6 wurde als mittlerer Ausstrahlungspunkt gefunden:

$$\alpha = 161^{\circ}25'; \delta = + 28^{\circ}59'.$$

Beobachtungsort Dresden.

G. Ebert, H. Fehre.

KLEINE MITTEILUNGEN

Eine Durchmusterung des Himmels nach schwachen Spiralnebeln wird mit dem 24zölligen Bruce-teleskop durchgeführt, das sich seit 1927 bei Bloemfontein in Südafrika befindet. Diese Arbeit ist ihrem Wert nach etwa mit der großen Bonner Durchmusterung zu vergleichen, die in der Mitte des vorigen Jahrhunderts vorgenommen wurde. Die fundamentale Bedeutung geht daraus hervor, daß, obwohl erst ein Teil des Himmels durchsucht ist, bis jetzt 76 000 neue außergalaktische Nebel aufgefunden wurden. Ihre Verteilung bestätigt die aus geringerem Material bereits bekannte Regel, daß die Spiralnebel an den Polen der Milchstraßenebene am zahlreichsten auftreten, während die Milchstraße selbst gemieden wird. Es hängt dies mit den dunklen Nebelmassen innerhalb unserer Milchstraße zusammen, die uns den Ausblick in die Tiefen des Raumes verwehren. Bemerkenswert ist, daß auch in höheren galaktischen Breiten, wo die Einwirkung dieser Dunkelnebel gering ist, spiralnebelreiche und -arme Gebiete miteinander abwechseln.

Zu den Aufnahmen werden hochempfindliche Platten verwendet; die Expositionszeit beträgt mindestens drei Stunden, so daß noch Sterne bis zur 18. Größe herab erfaßt werden. Da das Bruce-teleskop noch anderweitige Verwendung findet — insbesondere zur Photographie von Sternen mit großer Eigenbewegung und von Veränderlichen in der Milchstraße —, so werden die Aufnahmen voraussichtlich in etwa sechs Jahren beendet sein. Außer der gesamten Südhälfte des Himmels wird auch ein beträchtlicher Teil der nördlichen Himmelshälfte bis zur Deklination von +20° erfaßt werden.

Durch die Bonner Durchmusterung wurden Position und Helligkeit von einer viertel Million Sternen katalogisiert. Die neue Arbeit wird nach ihrer Beendigung vielleicht eine noch größere Zahl von Nebelflecken umfassen. Jeder von diesen stellt eine Milchstraße dar, die von Millionen von Einzelsternen gebildet wird. Die Gesamtzahl der Sterne, die die Nebel insgesamt enthalten, wird in die Billionen gehen. Die durchschnittliche Entfernung der neuentdeckten Weltsysteme beträgt nach Shapley 30 bis 100 Millionen Lichtjahre.

G. A.

Neuer Komet Peltier 1933a. Am 16. Februar wurde von L. C. Peltier südlich vom Stern Jota im Kepheus der erste Komet dieses Jahres entdeckt. Er war bei seiner Auffindung 8. Größe und bewegte sich in südöstlicher Richtung durch die Kassiopeia und den Perseus auf den Stier zu. Seine Helligkeit ist stark abnehmend, da die größte Annäherung an die Sonne bereits am 7. Februar eintrat. Für unsere Leser, die ein lichtstarkes Instrument besitzen, sei die Ephemeride des voraussichtlich bis zur 10. Größenklasse abnehmenden Kometen aufgeführt:

| | Rekt. ^o | Dekl. | | Rekt. | Dekl. |
|----------|--|----------|----------|--|----------|
| März 15. | 4 ^h 47 ^m 54 ^s | +25° 19' | März 25. | 5 ^h 24 ^m 42 ^s | + 9° 42' |
| 17. | 5 2 55 | 17 51 | 29. | 5 55 20 | 6 37 |
| 21. | 5 14 52 | 15 22 | April 2. | 5 40 54 | 4 5 |

G. A.

Dämmerungsstörungen und Bishopscher Ring als Folge der Vulkanausbrüche in den Cordillern im April 1932. Um den 12. April sind durch gewaltige Eruptionen große Staubmassen in die Atmosphäre emporgeschleudert worden, die sich allmählich bis in größere Entfernungen hin bemerkbar gemacht haben. Von einem deutschen Kolonisten in Paraguay, Herrn Hans Ott, erhielten wir die Nachricht, daß bald nach den Ausbrüchen, bevor noch in den Zeitungen davon berichtet worden war, an zwei Abenden leuchtende Nachtwolken beobachtet wurden. Am Taghimmel war um die Sonne ein heller Schein sichtbar, der bei Sonnenauf- und Untergang Pyramidenform annahm. Der Berichterstatter, der als Liebhaberastronom mit den Himmelserscheinungen vertraut ist, vergleicht diese Erscheinung mit dem Zodiaklicht und knüpft daran die Vermutung, daß auch dieses dem feinsten Staub der Atmosphäre seine Entstehung verdanke. An einem ausnahmsweise klaren Tage, dem 5. Juli 1932, konnte der Uebergang der Dämmerungserscheinung zum Zodiaklicht besonders gut verfolgt werden.

Nicht nur in Südamerika, sondern auch in Südwestafrika wurden im letzten Drittel des April Dämmerungsstörungen beobachtet, und sogar in Australien trat der Bishopsche Ring im Laufe des Sommers auf (25. Juli).

Von einem „Weltall“-Leser, Herrn Wolfdietrich Eichler in Ravensburg (Wttbg.), erhielten wir die Nachricht, daß ihm am 30. Dezember eine merkwürdige Dämmerungserscheinung aufgefallen ist, die ihn nach Form, Größe und Lage stark an das Zodiaklicht erinnerte. Diese Beobachtung blieb jedoch die einzige.

Im Zusammenhange mit diesen Erscheinungen sei an die Beobachtung leuchtender Nachtwolken von Prof. Störmer (Norwegen), über die im „Weltall“ in Heft 3 des laufenden Jahrgangs berichtet wurde, erinnert, denn sie steht wahrscheinlich mit den Vulkanausbrüchen in Chile und Argentinien im Zusammenhang.

G. A.

BÜCHERSCHAU*)

Goldschmidt, Victor: Der Planet Pluto und die Harmonie der Sphären. (Heidelberger Akten der von Porthem-Stiftung, Heft 18.) 22 S. und 1 Tafel. Carl Winters Universitätsbuchhandlung, Heidelberg 1932. Pr. geh. 1 M.

Die Regelmäßigkeiten der Planetenabstände im Sonnensystem werden vom Verfasser mit harmonischen Reihen der Musik, Kristallographie und Farben in Zusammenhang gebracht. Das Ergebnis der Untersuchungen führt Goldschmidt zu kosmogonischen Schlußfolgerungen, die sich jedoch nicht in allem mit der heutigen Auffassung über die Bildung unseres Planetensystems decken. Den kürzlich entdeckten Planeten Pluto hält Goldschmidt für den äußersten Planeten oder einen ersten Planetoiden außerhalb der Neptunbahn.

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

DAS WELTALL

Herausgegeben von Dr. F. S. Archenhold, Schriftleiter: Günter Archenhold.

52. Jahrgang Heft 7

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

April 1955

Inhaltsverzeichnis:

| | |
|--|-----------|
| 1. Probleme und Schwierigkeiten der Ultrastrahlungsforschung. Von Walter M. H. Schulze. (Mit vier Abbildungen.) . . . | Seite 89 |
| 2. Das Tunguska-Meteor vom 30. Juni 1908. Ein Bericht über die Ergebnisse der bisherigen Expeditionen 1921—1951. Von Prof. L. A. Kulik. (Mit einer Abbildung.) | „ 95 |
| 3. Neue Astrognosie. V. Die Zirkumpolarsterne bei den Griechen und Arabern. Von E. Wolff-Beselin. | „ 97 |
| 4. Eine einfache Sonnenkamera. Von Dr. Robert Klumak. (Mit einer Abbildung.) | „ 98 |
| 5. Technisches am Sternenhimmel. Von Gilbert W. Feldhaus. (Mit einer Abb.) | „ 99 |
| 6. Der gestirnte Himmel im Mai 1955. Von Günter Archenhold. (Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.) | Seite 100 |
| 7. Aus dem Leserkreise: Das Wetter im Jahre 1952. | „ 102 |
| 8. Kleine Mitteilungen: Die astronomische Bedeutung des Mecklenburgischen Steinanzes. — Mondformationen vom „Wargentin“-Typ. — Wiederauffindung des Pons-Winneckeschen Kometen 1955 b. | „ 105 |
| 9. Bücherschau. | „ 104 |

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

Probleme und Schwierigkeiten der Ultrastrahlungsforschung.

Von Walter M. H. Schulze.

(Mit vier Abbildungen.)

Obleich die Höhen- oder Ultrastrahlung (zuweilen auch kosmische oder Weltraumstrahlung genannt) seit beinahe einem Vierteljahrhundert bekannt und auf ihre Erforschung insbesondere im letzten Jahrzehnt in ständig steigendem Maße von einer recht stattlichen Zahl von Physikern aller Länder ein enormer Betrag an Arbeit, Fleiß, Geist, Mühsal und finanziellen Mitteln aufgewendet worden ist, bleibt — trotz vieler schönen Einzelerfolge, über die im „Weltall“ schon verschiedentlich berichtet wurde — noch immer viel zu ergründen übrig; ja, man kann sagen, daß geradezu bei jedem weiteren Eindringen die Angelegenheit immer komplizierter und verworrener wird. Um dies so recht verstehen zu können, sollen im folgenden die Eigenarten, Schwierigkeiten und Probleme des gesamten Fragenkomplexes eingehend erörtert werden.

Zum Nachweis der Strahlung dient, wie allgemein bei den radioaktiven Strahlen, ihre Fähigkeit, die Luft in elektrisch geladene Teilchen, Ionen, zu spalten. Unter dem Einfluß eines genügend hohen elektrischen Feldes (Sättigungsspannung) wandern sämtliche Ionen, ohne sich wieder zu neutralen Molekülen vereinigen zu können, je nach ihrer Ladung an die entgegengesetzt geladenen Elektroden des Feldes und bewirken somit eine Leitfähigkeit der Luft. Lange Zeit hindurch beruhte jeglicher Nachweis der Strahlung nur auf der Messung der Leitfähigkeit der Luft in einem abgeschlossenen Volumen, indem man die Entladung (oder bei entsprechender umgekehrter Anord-

nung der Schaltung die Aufladung) eines empfindlichen Elektrometers in einer Ionisationskammer zeitlich verfolgte. Als Maß für die Intensität der Strahlung wird die hieraus berechnete Anzahl von Ionen, die in der Volumen- und Zeiteinheit (ccm und sec) erzeugt wird, benutzt. Voraussetzung hierbei ist natürlich, daß die Ladungsänderung des Elektrometers nur durch die erzeugten Ionen der umgebenden Luft erfolgt und nicht etwa infolge mangelhafter Isolation des Elektrometers über die festen Isolatoren. Dies kann man leicht dadurch kontrollieren, daß man die Ionisationskammer evakuiert. Ladungsänderungen können nunmehr nur durch Ausgleichsströme in und auf den Isolatoren erfolgen, durch welche das Elektrometer befestigt ist. Bei den fast ausschließlich zur Isolierung verwendeten hochwertigen Materialien Bernstein und Quarzglas und Ausschluß von Feuchtigkeit innerhalb der Ionisationskammer durch Anwendung intensiver Trockenmittel (Natrium) sind allerdings, wie Versuche und Ueberschlagsrechnungen ergeben haben, die durch solche „Isolationsströme“ bedingten Ladungsänderungen vernachlässigbar gering.

Von gleicher Wichtigkeit wie die Isolationsgüte des Apparates ist die Forderung, daß sowohl die Luft im Ionisationsraum, das sogenannte „Füllgas“, wie auch das gesamte Material des Strahlungsapparates überhaupt so weit wie irgend möglich frei von radioaktiven Substanzen sind und nicht etwa gar durch unvorsichtiges Arbeiten mit radioaktiven Präparaten

(etwa bei Eichungen) oder in radioaktiv „verseuchten“ Räumen radioaktiv infiziert sind. Denn die von diesen Produkten ausgesandten Strahlen rufen eine zusätzliche Ionisation hervor, die man als „Rest“- oder „Eigenstrahlung“ bezeichnet. Sieht man von der zuletzt erwähnten oberflächlichen Infektion ab, die meist vermeidbar und im übrigen leicht zu erkennen und zu beheben ist, so bleibt als Hauptursache der „Eigenstrahlung“ der natürliche radioaktive Gehalt der metallischen Wände der Ionisationskammer bestehen, falls man sie nicht überhaupt als Zeugnis einer „Eigenaktivität“ der betreffenden Metalle ansehen will. Da das „Füllgas“ durch geeignete Adsorbentien (Kokosnußkohle) bei der Füllung weitgehendst entemanert wird, so ist der Anteil, den das Füllgas zur „Eigenstrahlung“ beiträgt, verschwindend gering. Die Ultrastrahlung besitzt bekanntlich ein sehr hohes Durchdringungsvermögen; deshalb ist eine genaue Bestimmung der für die gesamte Ultrastrahlungsforschung so äußerst wichtigen „Eigenstrahlung“ der Apparatur nicht ganz einfach. Vielfach wird sie in Steinsalzbergwerken oder in tiefen Gebirgstunneln nach besonderer Abschirmung gegen die „Umgebungsstrahlung“ durchgeführt. Die so ermittelten Werte sind bei den modernen Strahlungsapparaten schon recht gering, wenngleich sie auch heute noch ungefähr in der Größenordnung der Ultrastrahlung im Meeresniveau liegen, und ergaben bei gleichen Apparaten selbst nach Jahren eine befriedigende Konstanz. Dies bedeutet jedoch nicht, daß die durch die Eigenstrahlung hervorgerufene „Rest- oder Eigenionisation“ ständig konstant ist. Da der radioaktive Zerfall und somit auch die hierbei emittierten Strahlen statistischen Gesetzmäßigkeiten gehorchen, so weist auch die Restionisation um die bestimmten Mittelwerte statistische Schwankungen auf, was früher vielfach nicht genügend beachtet wurde und die Feststellung reeller Schwankungen der Ultrastrahlung mit einfachen Strahlungsapparaten äußerst erschwert und unsicher macht.

Die durch die Ultrastrahlung im Meeresniveau hervorgerufene Ionisation ist, wie schon erwähnt, ziemlich gering. Deshalb wendet man vielfach dichtere Gase als Luft zur Füllung und höhere Drucke an, da die Ionisationswirkung bei mittleren Drucken annähernd der Dichte proportional ansteigt. Bei sehr hohen Drucken trifft dies nicht mehr zu und die Zusammenhänge werden komplizierter. Ueberhaupt dürften Druck- und auch namentlich Temperaturschwankungen des Füllgases infolge der durch sie bedingten Ionisationsänderungen in Zukunft erhöhte Beachtung gezollt werden. Die Druck- und Temperaturabhängigkeit des Elektrometersystems ist schon frühzeitig von Kolhörster auf ein Minimum herabgesetzt worden. Große Beachtung von seiten der Experimentatoren verdient auch noch die genaue Bestimmung der zur Umrechnung der Ionisations-

zahlen aus den Ladungsänderungen notwendigen Apparat-Konstanten, wie Kapazität des Elektrometersystems und die sogenannte Evesche Zahl.

Anstatt die Ionenproduktion aller in einem bestimmten Zeitraum in die Ionisationskammer eindringenden ionisierenden Strahlen summarisch festzustellen und als Maß für die Strahlung zu benutzen, ist man seit einer Reihe von Jahren auch in der Lage, die Anzahl der in einer bestimmten Zeit eindringenden Strahlen zu ermitteln und zu registrieren (Geiger-Müllersches Elektronenählrohr). Ja, man hat in letzter Zeit auch schon mit gewissem Erfolg versucht, die Bahnsuren von Ultrastrahlen sichtbar und photographierbar zu machen (Wilsonsche Nebelkammer). Wie das erreicht wurde, ist bereits im 7. Heft des 50. Jahrgangs des „Weltall“ kurz erläutert worden, woselbst auch eine solche Aufnahme mit einem „durchdringenden“ Strahl wiedergegeben ist, welcher sicherlich mit der Ultrastrahlung in Zusammenhang steht.

Die in den Strahlungsapparaten auftretende Ionisation wird aber leider nicht nur durch Ultrastrahlung und Eigenstrahlung des Apparates bewirkt. Der Erdboden und die Gesteine enthalten bekanntlich mehr oder weniger geringe Mengen von radioaktiven Verunreinigungen. Auch die atmosphärische Luft weist infolge der gasförmigen Radiumemanation einen mit den meteorologischen Vorgängen stark wechselnden Radiumgehalt auf. Die γ -Strahlen aller dieser radioaktiven Produkte des Erdbodens („Erdstrahlung“) und der Luft („Luftstrahlung“) durchdringen ebenfalls die Metallwände der Ionisationskammer und bewirken eine zusätzliche Ionisation, welche meist sogar noch höher als die durch die Ultrastrahlung hervorgerufene Ionisation ist, so daß tatsächlich im unabgeschirmten einfachen Strahlungsapparat am Erdboden günstigstenfalls nur etwa $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{4}$ der beobachteten Gesamtionisation wirklich der Ultrastrahlung zugeschrieben werden kann.

Berücksichtigt man das bisher Gesagte über die statistisch schwankende Eigenstrahlung, die meteorologisch schwankende „Umgebungsstrahlung“ und den geringen Betrag der Ultrastrahlung in Bodennähe, so wird man ungefähr die Schwierigkeiten ermessen können, welche die Auswertung von Beobachtungen mit ungeschützten, einfachen Strahlungsapparaten in bezug auf die Ultrastrahlung und ihre Aenderungen und Beziehungen zu anderen geophysikalischen und kosmischen Erscheinungen bereitet. Man wird auch die große Unsicherheit vieler so gewonnenen Ergebnisse — insbesondere älterer Beobachtungen — und die sich oft widersprechenden Resultate verschiedener Forscher, z. B. über den Einfluß der Stellung der Milchstraße, sowie die oft daraus resultierende, manchmal jahrelang sich hinziehende Polemik verstehen können.

Nun kann man zwar die Umgebungsstrahlung durch Anwendung starker Metallpanzer bis zur Unmeßbarkeit abschirmen, was in den letzten Jahren auch fast immer geschieht. Jedoch sind dadurch wieder neue Schwierigkeiten aufgetaucht. Zunächst werden durch eine Vollpanzerung neben der Umgebungsstrahlung auch eventuell vorhandene weichere (d. h. weniger durchdringende) Komponenten der Ultrastrahlung mehr oder weniger stark abgeschirmt. Aus diesem Grunde lassen manche Beobachter ihre Apparatur abwechselnd mit Vollpanzerung und oben teilweise geöffneter Panzerung arbeiten. Besser ist es noch, zwei gleiche Apparaturen je mit Voll- und Halbpanzerung arbeiten zu lassen. Da bei Halbpanzerung auch noch die Luftstrahlung mitgemessen wird, wäre es erstrebenswert, wenn man gleichzeitig den für die Luftstrahlung in erster Linie verantwortlichen Emanationsgehalt der Luft womöglich aus verschiedenen Höhen aufnehmen könnte. Im Gegensatz zu den selbsttätig registrierenden und nur geringer Wartung benötigten Strahlungsapparaten sind leider solche Emanationszeitraubend. Sodann wird aber bei Vollpanzerung die Strahlung selbst durch Bildung sekundärer Strahlungen im Panzermaterial mehr oder weniger verändert, was zu ziemlich komplizierten, von Art (Wasser, Eis oder schwere Metalle) und Stärke des Panzermaterials abhängigen „Uebergangseffekten“ Anlaß gibt. Gewissermaßen gilt dies auch bereits für die Metallwände der Ionisationskammer.

Ueberhaupt wird durch die Bildung von Sekundär- und Streustrahlen schon beim Durchlaufen der Atmosphäre die Zusammensetzung der Ultrastrahlung in Bodennähe gegenüber derjenigen am Rande der Atmosphäre wesentlich verändert und dadurch die ganze Angelegenheit recht kompliziert. Daher wollen wir im folgenden ganz kurz auf die Bildungsprozesse von sekundären Strahlungen und den damit in Zusammenhang stehenden Absorptionsvorgang beim Durchgang von radioaktiven Strahlen durch Materie eingehen. Trifft ein „Energiequant“ einer Wellenstrahlung — ein γ -Strahl — auf Materie, so überträgt er beim Zusammenstoß mit Elektronen einen Teil seiner Energie auf diese in Form kinetischer Energie (wahre Absorption). Dies bedeutet die Auslösung einer sekundären Korpuskularstrahlung. Da Energieinhalt und Schwingungszahl eines Strahlungsquanten in proportionaler Beziehung zueinander stehen, so bedeutet dieser Energieverlust eine Herabsetzung der Schwingungszahl oder Heraufsetzung der Wellenlänge des γ -Strahles nach dem Zusammenstoß mit dem Elektron. Der γ -Strahl setzt langwelliger und nach den Erfahrungen mit γ - und Röntgenstrahlen weniger durchdringend, also „weicher“ geworden, seinen Weg fort, allerdings in einer anderen Richtung, da er durch den Zusammenstoß ebenfalls in gesetzmäßiger

Weise aus seiner Richtung gelenkt worden ist (Streuung). Abb. 1 stellt diesen Vorgang, den man als „Compton-Effekt“ bezeichnet, schematisch dar. Durch Wiederholung solcher Streuprozesse wird die Strahlung immer weicher, und eine homogene Primärstrahlung wird sowohl in bezug auf Richtung wie auf Wellenlänge bzw. Härte sehr inhomogen und die „wahre Absorption“ (wirklicher Energieverlust durch Elektronenauslösung) dadurch erhöht.



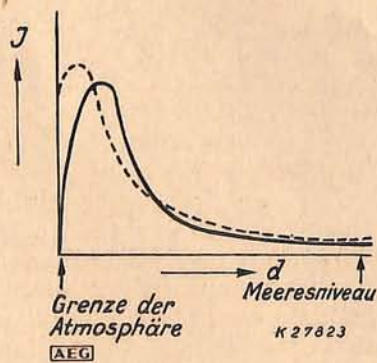
Abb. 1. Schematische Darstellung des Compton-Effektes.

Bei den leichten Elementen, wie sie in der Luft enthalten sind, wird die meßbare Absorption überhaupt fast ausschließlich durch die Streuung bedingt. Bei der korpuskularen β -Strahlung treten beim Auftreffen auf Materie ganz ähnliche Vorgänge auf. Durch eine Reihe von elastischen Stößen mit Elektronen ist ebenfalls eine „Streuabsorption“ der primären Strahlung und Erregung sekundärer Elektronen bedingt. Ja, selbst wenn ein β -Teilchen (Elektron) an einem anderen ruhenden Elektron in einem gewissen Abstand vorbeifliegt, verliert es einen bestimmten Teil seiner Energie (Bremsung), den es dem anderen Elektron überträgt, welches unter einem bestimmten Winkel zur Bahn des primären Elektronenstrahles davonfliegt (sekundäre Elektronenstrahlung). Außerdem wird von Elektronen beim Auftreffen auf Materie eine sekundäre γ -Strahlung erzeugt in Analogie zur Erzeugung der Röntgenstrahlen beim Auftreffen der Kathodenstrahlen auf die metallene Antikathode. Wenn man nun noch gar in Analogie zu den bei radioaktiven Prozessen stets gemeinsam auftretenden β - und γ -Strahlen an ein bereits primäres Gemisch von β - und γ -Strahlen — womöglich noch inhomogener Natur — denken würde, so würden die Schwierigkeiten ins Ungeheure wachsen.

Unter den vielen Problemen, die die Ultrastrahlung bietet, ist dasjenige der *Natur der primären Strahlung* zweifellos eins der wichtigsten. Während man früher fast ganz allgemein die Ultrastrahlung als äußerst kurzwellige und harte Wellenstrahlung analog den irdischen radioaktiven γ -Strahlen ansah, ist man seit einer Reihe von Jahren auf Grund von Beobachtungen mit dem Elektronenzählrohr vielfach geneigt, die gesamte Ultrastrahlung als Korpuskularstrahlung anzusehen, wobei die Art der Korpuskel ein weiteres Teilproblem bietet. Meist denkt man dabei an äußerst schnelle Elektronen analog den radio-

aktiven β -Strahlen, doch sind auch Beobachtungen gemacht worden, die eher auf positive Korpuskeln — etwa Wasserstoffatomkerne, sogenannte „Protonen“ — hindeuten scheinen. In neuester Zeit hat man auch vielfach die Möglichkeit erwogen, daß die Ultrastrahlung aus elektrisch neutralen Korpuskeln, sogenannten „Neutronen“ besteht, die durch völlige, dichte Anlagerung eines Elektrons an ein Proton zustande kommen, im Gegensatz zum Wasserstoffatom, bei dem das Elektron in bestimmten relativ großen Abständen das Proton umkreist. Obgleich die Existenzmöglichkeit solcher Neutronen schon früher erörtert wurde, hat man doch erst in jüngster Zeit beim Beschießen gewisser leichter Elemente wie Beryllium mit radioaktiven α -Strahlen neben anderen die Auslösung von Strahlen beobachtet, die man als aus solchen Neutronen bestehend annimmt.

Auf welchem Wege kann man nun zur Lösung dieses Problems gelangen? Obgleich am Erdboden weitere intensive Beobachtungen mit Elektronenzählrohren und photographischen Wilsonschen Nebelkammern unter Anwendung stärkster Magnetfelder sowie eingehende exakte Studien über die Zusammenhänge der Ultrastrahlungsintensität insbesondere mit erdmagnetischen und luftelektrischen Vorgängen und der geographischen Breite auch zur Klärung dieser wichtigen Fragen beitragen werden, scheint es doch, daß vor allem Beobachtungen in der oberen Stratosphäre hierfür ausschlaggebend sein werden. Während nach theoretischen Ueberlegungen die Intensitätsänderung mit der Höhe in niederen und mittleren Höhen für eine γ - wie für eine β -Strahlung ungefähr gleich verlaufen wird, sind in größeren Höhen mit zunehmender Annäherung an die Atmosphäregrenze wesentliche Unterschiede zu erwarten. In Abb. 2 ist der theoretisch zu erwartende Verlauf der Ionisationsstärke (I) in Abhängigkeit von der durchstrahlten Schichtdicke (d) für β - und γ -Strahlen dargestellt.



--- β -Strahlung — γ -Strahlung
 Abb. 2. Theoretische Abhängigkeit der Ionisation einer durchdringenden β - und γ -Strahlung von der Eindringtiefe in die Atmosphäre. (nach Heisenberg)

Beim Eintritt in die Atmosphäre ist die Ionisationsstärke bei einer γ -Strahlung praktisch Null, da, wie wir sahen, bei leichten Elementen

nur verhältnismäßig selten Elektronen aus den Atomverbänden herausgerissen werden, welche dann erst in größerer Menge weitere Ionisierungsprozesse tätigen. Infolgedessen steigt die Intensität dann rasch bis auf einen Maximalwert steil an, bei welchem die sekundär ausgelöste Elektronenstrahlung im Gleichgewicht, d. h. gesättigt, ist. Bei weiterem Eindringen in die Atmosphäre nimmt nun die Intensität infolge Absorption mehr und mehr ab. Eine primäre Elektronenstrahlung bewirkt statt dessen sofort beim Eintritt in die Erdatmosphäre eine beträchtliche Ionisation, die bis zur Sättigung mit der Sekundärstrahlung auch anfänglich bis zu einem Maximalwert noch zunimmt, um dann im weiteren Verlauf ebenfalls gesetzmäßig abzunehmen und sich der Intensi-

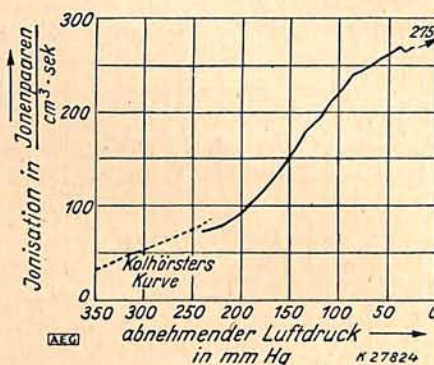


Abb. 3. Beobachtete Höhenabhängigkeit der Ultrastrahlungs-Ionisation nach Regeners Ballonaufstiegen 1932.

tätskurve für die γ -Strahlung nahezu anzuschließen. Das Maximum läge hierbei bei etwa 15 mm Luftdruck, was etwa einer Höhe von 50—55 km über dem Meeresspiegel entspräche, während es bei einer γ -Strahlung, wie die Abb. 2 erkennen läßt, wesentlich tiefer, annähernd bei 50—55 mm Luftdruck liegen dürfte.

Zur Aufklärung über die Natur der primären Strahlung sind daher Messungen in der hohen Stratosphäre äußerst wichtig. Piccard hat bekanntlich 2 Ballonaufstiege bis zu ca. 16 km unternommen und die Strahlung dort gemessen. Da aber noch größere Höhen erreicht werden müssen, die Maximalhöhe bemannter, nicht ausdehnbarer Stoffballone jedoch begrenzt ist, so daß die von Piccard erreichten Höhen auf diese Weise kaum noch wesentlich überschritten werden dürften, hatte Regener im Sommer 1932 Gummiballone mit Registrierinstrumenten hochgelassen, welche uns Kenntnis des Verlaufes der Ionisationsstärke bis zu maximal ca. 28 km brachten. Die Abb. 3 gibt uns das Ergebnis Regeners graphisch wieder. Man erkennt die gute Anpassung an die Kolhörstersche Kurve, welche dieser 1913 auf seinem Hochflug bis 9 km gewann, und ersieht, daß die Strahlungsintensität tatsächlich einem Maximum zuzustreben scheint. Eine endgültige Entscheidung ist hiernach zwar noch nicht mög-

periode ist immer noch umstritten. Von einer Anzahl von Forschern wurde sie ganz ausgeprägt, von anderen nur ganz schwach nach exakter statistischer Bearbeitung angedeutet gefunden, von manchen gar nicht. Da sie insbesondere bei oben nicht abgeschirmten Apparaten vielfach festgestellt wurde, während sie bei völliger Abschirmung derselben nicht auftrat, vermutete man schon, daß vielleicht nur die weichsten Anteile der Strahlung eine Aenderung mit der Sternzeit aufweisen. Dem steht wieder entgegen, daß Regener bei seinen Messungen im Bodensee die Sternzeitperiode noch bis zu einer Tiefe von 80 m angedeutet (siehe „Weltall“ Jg. 30, Heft 7) fand, einzelne Forscher aber wiederum selbst bei geöffneter Apparatur nicht. Vielleicht lassen sich auch die von Corlin als „Schwankungen zweiter Art“ oder neuerdings als „Restschwankungen“ bezeichneten unperiodischen Ionisationsänderungen z. T. wenigstens auf wirkliche Strahlungsschwankungen zurückführen.

Von den Intensitätsvariationen infolge Aenderungen der durchstrahlten Atmosphäre ist am sichersten der Gang mit dem Luftdruck bekannt. Ferner hat man teilweise jahreszeitliche, sonnentägliche und andere Schwankungen ermittelt, die hierher gehören dürften; denn nicht nur die Masse der durchstrahlten Atmosphäre, sondern auch die Verteilung in ihr dürfte — worauf Prof. Dorno in Davos wohl als erster nachdrücklichst hingewiesen haben dürfte — von Einfluß sein.

Die Aufdeckung der Korrelationsmechanismen und Ursachen aller dieser mannigfachen Strahlungsänderungen ist schwieriger, als man sich dies zunächst vielleicht vorstellt. Ein großer Unsicherheitsfaktor bedeutet die Luftstrahlung und ihre mannigfachen Aenderungen mit meteorologischen Vorgängen. Schirmt man sie ab, so schwächt man wiederum auch die Ultrastrahlung, und zwar gerade hauptsächlich die weichen Komponenten, bei welchen andererseits die stärksten Schwankungsamplituden zu erwarten sind, da ja die atmosphärischen Aenderungen sich am ehesten bei den weichen Strahlen bemerkbar machen werden. Trotzdem werden auch hier exakte langjährige Registrierbeobachtungen der abgeschirmten und nicht abgeschirmten Strahlung sowie am besten auch des Emanationsgehaltes der Luft sowie ihre genaue mathematisch-statistische Auswertung allmählich Klarheit in die Kompliziertheit der Schwankungserscheinungen bringen.

Besonders geartet sind die bereits erwähnten Hoffmannschen „Stöße“. Hierbei handelt es sich nicht um Ionisationsänderungen im gewöhnlichen Rahmen, sondern um plötzliche Aenderungen, die die normale Größenordnung der Ionisation um ein Vielfaches überragen und nur wenige Male am Tage beobachtet werden. Daß diese enormen plötzlichen Ionisationsanstiege wirklich mit der Ultrastrahlung in Zusammen-

hang stehen und nicht etwa auf Apparaturstörungen beruhen, wie man anfangs anzunehmen geneigt war, erbrachten Messungen im Bergwerk. Hier, wo die Ultrastrahlung praktisch abgeschirmt war, war kein Auftreten solcher „Stöße“ zu konstatieren. Es handelt sich also um einen reellen besonderen Ionisationseffekt der Ultrastrahlung, dessen Ursache nach den neuesten Studien von Steinke und Schindler über diese „Stöße“ in Atomzertrümmerungsprozessen, welche von der Ultrastrahlung hin und wieder vor allem im Material der Bleipanzierung ausgelöst werden, und den dabei auftretenden Protonenstrahlen zu suchen sein dürfte.

Das Problem der *Herkunft der Strahlung* ist ganz besonders schwierig. Eine direkte Feststellung irgendwie bevorzugter Richtungen der Primärstrahlung ist in Anbetracht der beim Durchsetzen der Atmosphäre auftretenden mannigfachen Streuprozesse und den damit verknüpften Richtungsänderungen und der Sekundärstrahlenbildung äußerst erschwert. Das Studium der erstgenannten Strahlungsschwankungen (z. B. Sternzeitperiode!) und deren genaue statistische Bearbeitung kann vielleicht auch hier in mühevoller Kleinarbeit allmählich ein weiteres Eindringen ermöglichen. So glaubt z. B. Heß aus der statistisch aus Dauermessungen abgeleiteten, etwas höheren mittleren Ionisation während der Tagesstunden gegenüber der während der Nachtstunden einen geringen etwa 0,2—0,5 Prozent betragenden Strahlungsanteil der Sonne zuschreiben zu können (Solarkomponente. Siehe hierüber „Weltall“, Jg. 31, Heft 3).

Auf welche Weise die Ultrastrahlung entsteht, ist ein Problem, das aufs engste mit dem der Natur der Strahlung verknüpft ist. Erst wenn wir die Natur und charakteristischen Eigenschaften wie Wellenlänge bzw. Geschwindigkeit usw. kennen, ist es möglich, mit einiger Aussicht auf Erfolg sich Vorstellungen über den Mechanismus der Bildung zu machen. Bis dahin müssen alle Annahmen und Berechnungen in dieser Richtung mehr oder weniger spekulativ und höchst unsicher bleiben.

Man sieht also, daß die Erforschung der Ultrastrahlung in jeder Hinsicht erst am Anfang steht und sich Probleme auftun, die nur unter Aufbietung exakter experimenteller und statistischer Untersuchungen in langwieriger Kleinarbeit auf möglichst breiter internationaler Basis allmählich bewältigt werden können. Erfreulicherweise ist trotz aller Finanz- und Wirtschaftsnöte vor einiger Zeit eine Erfolg versprechende europäische Zusammenarbeit mit völlig gleichen Steinkeschen Hochdruckapparaturen, die alle von Steinke im Königsberger Physikalischen Institut gebaut wurden, erreicht worden, wodurch man in der Lage ist, vergleichbare Messungen von verschiedenen Orten laufend zu erhalten. In Potsdam und neuerdings

auf dem Hafelekar bei Innsbruck existieren sogar schon vollkommene Speziallaboratorien für die Ultrastrahlung. Ueberhaupt nimmt die physikalische Welt immer regeren und auch tätigen Anteil an der Erforschung der Ultra-

strahlung, so daß zu hoffen ist, daß trotz aller eingangs in den Hauptzügen geschilderten Schwierigkeiten auch die Aufklärung dieser rätselhaften Strahlung mit der Zeit gelingen dürfte.

Das Tunguska-Meteor vom 30. Juni 1908.

Ein Bericht über die Ergebnisse der bisherigen Expeditionen 1921—1931.

Von Prof. L. A. Kulik, Leningrad*).

(Mit einer Abbildung.)

Meine Expeditionen nach Sibirien an die Steinige Tunguska in den Jahren 1921, 1927 und 1928 hatten den Zweck, sachliche Feststellungen und Berichte von Augenzeugen des Falles zu sammeln, gab es doch im verflossenen Jahrzehnt noch eine Reihe Wissenschaftler, die die Tatsache des Meteorfalls vom 30. Juni 1908 in Zweifel zogen.

Bei diesen Forschungen stieß ich zunächst auf einen radial niedergelegten Wald, dessen Zentrum ich in einem Ausmaß von ungefähr 5×5 km gründlichst untersuchte. 1927 und 1928 unternahm ich eine zweijährige Expedition mit Ueberwinterung im Einsturzgebiet, um eine systematische Durchforschung des Gebietes vorzunehmen.

Die Augenzeugen des Meteorfalls berichteten von gewaltigen Licht-, Feuer- und Luftdruckerscheinungen und einem wellenartigen Beben der Erde, wodurch der Wald auf einem Gebiet von ca. 100 km Durchmesser umgelegt worden war. Die Verbrennung des mittleren Teiles des Waldes, die explosionsartige Zersprengung des Meteors und seine Zerstäubung in der Atmosphäre, die damaligen Dämmerungserscheinungen und die leuchtenden Nachtwolken sind für mich ein unfehlbarer Beweis, daß der Meteorfall vom 30. Juni 1908 etwas ganz Unerhörtes gewesen sein muß, eine Katastrophe, welche mit anderen Meteorfällen überhaupt nicht verglichen werden kann. Während nämlich gewöhnlich ein großer Teil der kinetischen Energie durch den Widerstand des irdischen Luftmantels abgebremst wird, hat die kolossale Masse dieses „Morgenmeteors“ keine nennenswerte Hemmung erfahren, und das Meteor muß mit kosmischer Geschwindigkeit aufgeschlagen sein. Die hierbei erfolgte Umwandlung kinetischer Energie in Wärme verursachte dann momentan durch Vergasung der Masse eine Explosion. Die Kraterbildung ist meines Erachtens entweder auf den Einsturz von Massenteilen oder auf Explosionsdruck zurückzuführen.

Unsere Aufmerksamkeit richtete sich in erster Linie auf die im Zentrum des Verwüstungsgebietes befindlichen runden Vertie-

fungen, die anderen bekannten Meteorkratern ähnlich sehen und hier in großer Anzahl vorhanden sind.

In Leningrad hat man uns entgegengehalten, daß diese Vertiefungen natürliche Formationen des Bodens wären und der Landschaft an der Südgrenze des ewig gefrorenen Untergrundes eigentümlich seien. Die Erdmulden entstünden dadurch, daß sich zwischen der dauernd gefrorenen Unterschicht und der alljährlich neu frierenden Oberschicht mit Wasser gefüllte Räume bilden. Bei dem im Winter eintretenden Gefrieren dieser Wassermengen müsse es dann durch die damit verbundene Ausdehnung zu Bodenerhebungen kommen, welche nach dem späteren Wiederauftauen der Wassermengen kraterähnliche Gebilde hinterlassen. Andere Gelehrte haben darauf hingewiesen, daß die Möglichkeit einer teilweisen Verkarstung des Urgesteins oder im Boden vorhandene Salzlager und deren Auslaugung die Mulden verursacht haben könnten.

1950—1951 haben wir dann ununterbrochen 15 Monate im Zerstörungsgebiet zugebracht, dort also auch überwintert. Das Zentralgebiet ist eine gebirgige Gegend; sie bildet die Wasserscheide für die kleineren Flüsse Huschmor und Kimtschu. Der sibirische Trappstein geht nach den Tälern zu in Diluvialgestein über. Im nördlichen Gebiet dominieren Hochmoore, im südlichen Teil Sümpfe. Die ganze Gegend des Zentrums zeigt, daß die Verbrennung des Waldes offenbar von oben her erfolgt ist; der Boden zeigt deutliche Spuren der einstigen Versenkung, aber natürlich auch neues Wachstum.

Die Meteorkrater und damit das wirkliche Zentrum des Einsturzes liegen im südlichen Sumpf, der unserer Meinung nach sein jetziges Aussehen dem Meteorfall verdankt. Die Umstände erlaubten uns nicht, unsere Forschungen im südlichen Sumpf zu beginnen; wir haben daher zunächst den nördlichen Teil des umgelegten Waldes erforscht und dort unsere Bohrarbeiten systematisch durchgeführt.

Die Arbeiten von 1929 und 1930 im hügeligen Torfmoor haben ergeben, daß hier ebenso wie im südlichen Sumpf Merkmale eines einst höheren Wasserstandes nachzuweisen sind;

*) Deutsch von Karl Schmid, Oldenburg.

außerdem gibt es unzweifelhaft Verlagerungen der auf tonigem Untergrund ruhenden Torfschichten, ja, stellenweise ist der Torf mit der oberen Tonschicht sogar vermischt! Die Untersuchung des Gesteins im Zentrum des verwüsteten Waldes ergab, daß unter den Sedimentschichten hier überall Trapp vorhanden ist und in dem untersuchten Teil Kalkstein, Gips und Salzablagerungen vollkommen fehlen. Drei Bohrungen, die von uns am Rande und auch in der Mitte einer der runden Vertiefungen bis zu 51,5 m heruntergebracht wurden, ergaben, daß unter der Torfschicht (0—2 m) dauernd

licher als der Fluß Angara, also viele 100 km südlich vom Einsturzgebiet. Da die ganze Landschaft mit Ausnahme weniger Steinfelder auf den Hügeln jetzt mit üppigem Mooswuchs bedeckt ist, so ist das Suchen nach Bruchstücken heute ein sehr schwieriges, wenn nicht aussichtsloses Unternehmen. Die Tungusen behaupten allerdings, daß sie in früheren Jahren in der Umgebung des Sumpfes „weißes Metall“ fanden. Die von uns ausgeführten, bisher aber nicht zum Abschluß gebrachten Arbeiten (besonders die Bohrarbeiten) haben bisher keine erschöpfende Erklärung über die Entstehung



Das deformierte Sumpfgelände im Zentralgebiet des Tunguska-Meteorfalls.

gefrorene, in ihrer Zusammensetzung inhomogene Tonschichten bis zur Tiefe von 25 m vorhanden sind und anschließend in einer Sandschicht der Grundwasserstand erreicht wird. Eine Tieferführung der Bohrung konnte aus Mangel an Bohrrohren nicht vorgenommen werden.

Die Temperatur des ewig gefrorenen Bodens erwies sich unter der Vertiefung höher als in der Umgebung. Die Vertiefungen sind vollkommen mit üppigem Moos ausgekleidet, dessen Alter aber 20 Jahre bestimmt nicht überschreitet. Ebenso alt schätzten wir das Jungholz in der Umgebung. Im Winter hatte gegen Neujahr der Bodenfrost die dauernd gefrorene Unterschicht erreicht, so daß eine Unterscheidung nicht mehr möglich war. Die Schneedecke war etwa $1\frac{1}{2}$ m hoch; die tiefste gemessene Temperatur betrug minus 56° C.

Die Grenze des ewig gefrorenen Untergrundes liegt vom Zentrum des umgelegten Waldes auf dem Meridian gemessen erheblich viel süd-

der uns in erster Linie interessierenden runden Vertiefungen ergeben; in der Literatur über das Tunguska-Meteor werden diese Vertiefungen heute wohl allgemein als Krater bezeichnet.

Weder die Karst-Theorie noch die Salz-Theorie und noch weniger die Vermutung einer Wasserblasenbildung zwischen der Ober- und Unterschicht bieten für die Entstehung dieser Mulden eine überzeugende Erklärung. Außer den bisher allerdings noch nicht erwiesenen Meteoreinschlägen ließe sich aber für deren Entstehung schließlich noch eine ganze Reihe von Hypothesen anführen. Wir wollen hier zunächst einmal annehmen, daß diese Vertiefungen durch Faltenbildung des Torfes infolge des Luftdrucks entstanden sind, den die Aufschlagsexplosion der Meteorteile verursacht hat. Andererseits können die runden Vertiefungen auch mit der teilweisen Zerstörung der oberen Torfschicht zusammenhängen, verursacht durch Aufschwemmen und Abspülen durch ein Hochwasser. Die Ueberschwemmung kann durch die

stattgefundenen Meteoreinschläge im südlichen Teil des Zentralgebietes entstanden sein, indem die einzelnen Meteorbrocken, deren Mindestgewicht immerhin noch auf mehrere 100 Tonnen geschätzt werden kann, die ständig gefrorene Schicht durchschlagen und damit die wasserführende Schicht aufgeschlossen haben.

Diese unverkennbaren Spuren einer Ueberschwemmung finden durch die Berichte von Augenzeugen Bestätigung. Die Tungusen berichten, daß in der Zeit unmittelbar nach dem Einsturz große Wassermengen aus dem durchschlagenen Erdboden nach oben ausgetreten seien. Möglich ist natürlich, und dies ist sogar das wahrscheinliche, daß wir eine kombinierte Wirkung von Ueberschwemmung und Verlagerung der Torfschicht vor uns sehen. Möglich ist es ferner, daß das Schmelzen der dauernd gefrorenen Schicht und die Entstehung der runden Vertiefungen auf das Einschlagen von Meteorbrocken geringerer Größe (wenn auch immer noch von einigen 10 Tonnen Gewicht), welche jedenfalls durch die Luft abgebremst waren, verursacht worden ist. Aehnlich wie bei dem „Hoba“-Meteor in Südwest-Afrika haben diese Brocken keine tiefen Krater geschlagen, sondern sie sind nur bis zum ewig gefrorenen Boden durchgedrungen, welcher hier im Sommer ungefähr $\frac{1}{2}$ m tief liegt. Die sehr warmen Stücke sind dann durch Schmelzen der Bodenschicht versunken und haben so die kleinen runden Vertiefungen erzeugt. Diese Vertiefungen kön-

nen sich dann im Laufe der Zeit vergrößert haben. Die Aenderung der Bestrahlungsverhältnisse durch die Sonne infolge der fehlenden Schattenwirkung des Waldes und der Vernichtung des Unterholzes kann hier mitgewirkt haben.

Es gibt aber auch noch andere Hypothesen: Im Gebiet der hügeligen Torfmoore im Zentrum der Verwüstung haben wir in einem der jetzt versumpften Wasserläufe eine Tonprobe entnommen. Der Wasserlauf ist vermutlich ein Ablaufbecken der damaligen Ueberschwemmung gewesen, und da die Probe einen fein verteilten, scharfeckigen, noch nicht verwitterten Kies enthält, haben wir hier offenbar Material vor uns, welches durch explosive Zertrümmerung des lokalen Trappgesteins entstanden ist.

Die dringendsten Aufgaben der weiteren Untersuchung des Einschlagsgebietes, das eine große Aehnlichkeit mit den unlängst in Australien (vgl. „Weltall“ Jg. 51, S. 136) entdeckten sowie anderen bekannten Meteorokratern besitzt, sind meines Erachtens folgende:

1. Die Anfertigung einer Luftaufnahme zwecks Erhalt einer genauen Karte des niedergeworfenen Waldes. Aus dieser ist dann ohne weiteres der Ausgangspunkt der Luftwellen, durch welche die Bäume radial umgelegt worden sind, zu ermitteln.

2. Nivellierung des Bodens im südlichen Sumpf zwecks Auffindung der von uns dort vermuteten Meteorbrocken.

Neue Astrognosie.

V. Die Zirkumpolarsterne bei den Griechen und Arabern.

Von E. Wolff-Beselin.

Durch die sich ewig gleichbleibende Wanderung der Sterne am nächtlichen Himmel ist uns eine ungeheuer große Uhr gegeben, von der wir nicht nur Stunden, sondern auch Monate und Jahreszeiten abzulesen vermögen. Diese Weltenuhr hat vier Zeiger von ungleicher Länge, deren Drehpunkt im Polarstern liegt. Der Frühlingszeiger endet im Großen Bären, der ihm gegenüberstehende beim W, der Kassiopeia; er führt die Herbstbilder herauf. Den Winter sagt ein etwas längerer Zeiger, der zum Fuhrmann weist, an. Diesem gegenüber finden wir den längsten, den Sommerzeiger, der in der glänzenden Wega endet. — Diese Sternbilder sind also für uns eine Jahresuhr. Nehmen wir an, daß alle irdischen Zeichen und alle Kalender auf der Erde verschwunden wären, so sind wir imstande, allein aus diesen Zeigern den Monat zu erkennen, denn die Jahreszeit wird von dem Zeiger angegeben, der *abends* nach Süden weist. Die Stundenuhr wird durch die Drehung aller Sternbilder um den Pol im Laufe eines 24-Stunden-Tages gebildet.

Je näher die Sterne zum Pol stehen, um so kleinere Kreise beschreiben sie. Ein Teil entschwindet niemals unseren suchenden Blicken, sondern umkreist den Pol beständig. Es sind dies die Polumkreiser, die Zirkumpolarsterne. Sie wandern oberhalb des Pols von Osten nach Westen und kehren unterhalb des Pols nach Osten zurück. Diese Bewegung von Ost über Süd nach West und zurück über Nord nach Ost vollführen alle Sterne des Himmels in 24 Stunden, aber nur bei den Zirkumpolarsternen spielt sich der ganze Kreislauf über unserem Horizont ab, am Tage unseren Blicken durch die Helle der Sonnenstrahlen entzogen.

Je weiter man nach Süden kommt, um so weniger Sterne sind zirkumpolar. Am Äquator gibt es keine Zirkumpolarsterne mehr. In Alexandria, dem Hochsitz der griechischen Wissenschaften, sah man Wega und Deneb unter dem Horizont verschwinden — sie durften, ermüdet von ihrem Lauf, sich im Okeanos erfrischen —, doch die beiden Wagen, der Drache, Kassiopeia und Kepheus blieben auch

dort die ganze Nacht am Himmel. Besonders der auch bei uns als das bekannteste Sternbild zu geltende *Große Wagen* hat die Phantasie aller Völker stark beschäftigt und ist überall ein guter Wegweiser geworden, der die Nordrichtung anzeigt. Homer schildert vor dreitausend Jahren in seiner Odyssee, wie sich der Held auf seiner Heimfahrt nach dem Großen Bären richtet, „den andere den Wagen nennen, welcher allein von allen sich nimmer im Ozean badet“. Die als kühne und geschickte Seefahrer bekannten Phönizier richteten sich viel genauer nach dem *Kleinen Wagen*. Die Benennung dieses Sternbildes als Kleiner Bär stammt von Thales 610 v. Chr. Die ähnliche Stellung der Hauptsterne der beiden Wagen gab wohl dem Weisen die Veranlassung, den Namen von dem Großen auf den Kleinen Wagen zu übertragen. Man sieht daraus, daß schon zu damaliger Zeit die eigentlichen Bezeichnungen der Bilder sich sehr verwischten. Man dürfte nur von einem Großen und Kleinen Wagen, nie aber von einem Kleinen Bären sprechen, da die der Figur entsprechenden Sterne bei dem kleineren Bilde gänzlich fehlen, während sie bei dem größeren eine richtige Bärengestalt ergeben.

Die Araber, die von den Griechen die Sternbilder und damit die bekannten Sagen übernahmen, behielten neben diesen ihre volkstümlichen, alten Bezeichnungen der Himmelslichter bei. Sie nannten die Sterne des Kleinen Wagens die Tänzer, weil sie sich um den Pol drehen. In ihrer Vorstellung ruhte der Zapfen der Weltachse im Nordstern, und dieser wurde das Mühlzapfenloch genannt, in das die Achse gebettet war. Der Polarstern heißt auf arabisch *Kaukab schemali*, d. i. Nordstern. Wir finden diese Bezeichnung als *Kochab* für β im Kleinen Wagen, denn dieser Stern lag vor 2000 Jahren dem Nordpol näher als der jetzige Polarstern. Vor 4000 Jahren war α im Drachen Polarstern.

Das Viereck des Großen Wagens bezeichneten die christlichen Araber als Bahre des Lazarus oder vielmehr als die vier Träger der Bahre. Die Araber bildeten nicht nur Sternfiguren wie andere Völker, sondern benannten die einzelnen Sterne. Die drei Sterne im Schwanz des Bären nannten sie *Maria*, *Martha* und die *Magd*. Sie gehen klagend hinter der Bahre her und heißen deshalb zusammen *Benät nasch*, Töchter der Bahre. Dieser Name verblieb irrtümlicherweise dem letzten Schwanzstern.

Das Wort *dub* (Bär) oder *duba* (Bärin) für α im Großen Bären ist ein sehr eingebürgerter Fehler. Der Stern heißt *dsachr* = Rücken, und *duba* ist der Name für das ganze Bild.

Eine ganz besondere Bedeutung wird dem kleinen Sternchen neben *Mizar* (Mitte) beigegeben. Er heißt *al kor*, das Reiterlein, oder *Suha*, der Vergessene, aber auch *saidak* und poetisch *sahja*. Wenn man ihn ansah und dazu sprach: „Ich nehme meine Zuflucht zum Herrn des *Sahja* vor allen Skorpionen und Schlangen!“ so war man vor den giftigen Bissen dieser Tiere sicher. Wir finden auch diesen kleinen Stern in Sprichwörtern; wenn zwei ganz verschiedene oder sehr weit entfernte Sachen bezeichnet werden sollen, heißt es: „Ich zeige ihr den *Suha* und sie zeigt mir den Mond“ oder: „Wie sollten *Suha* und *Suhel* (*Canopus*) einander begegnen!“.

Die nomadisierenden Araber konnten sich weder eine Bärin noch eine Nymphe *Kallisto* vorstellen; ihr Sternenhimmel war voll von den Tieren ihrer Weide und deren Feinden. Die einzelnen Sterne werden benannt als *Zicklein*, *Esel*, *Schakale*, *Kamelfüllen*, männliche *Kamele*, trinkende *Kamele*, *Gazellen* usw. Auch *Hirten* und *Hunde* gibt es, aber es sind keine Bilder im Sinne der Griechen, sondern einzelne Sterne, die so benannt sind. Um die Sache und das Verständnis dafür noch schwieriger zu gestalten, kommt hinzu, daß die vielen verschiedenen, oft feindlichen Stämme auch verschiedene Bezeichnungen hatten. Nach Einführung der griechischen Astronomie wurde stets der Unterschied gemacht zwischen: So heißt es bei den Gelehrten, und: So sagen die Araber (die Nomaden). In den heutigen Bezeichnungen der Sterne und Sternbilder kann man den verschiedenen Ursprung der Namen noch deutlich erkennen. Während die Namen für die Sternbilder zumeist von den Griechen stammen, sind die Bezeichnungen für die einzelnen Sterne größtenteils arabisch.

In meiner neuen Astrognosie habe ich versucht, den Kern der Sagen, die zur Zusammenfassung ganz bestimmter Sterne zu einem Sternbild geführt haben, herauszuschälen, und ich hoffe, nicht nur der historischen Forschung einen Dienst erwiesen, sondern auch den Lebenden durch die vereinfachte und sinngemäße Linienführung eine Erleichterung bei der Aufsuchung der Sternbilder gegeben zu haben.

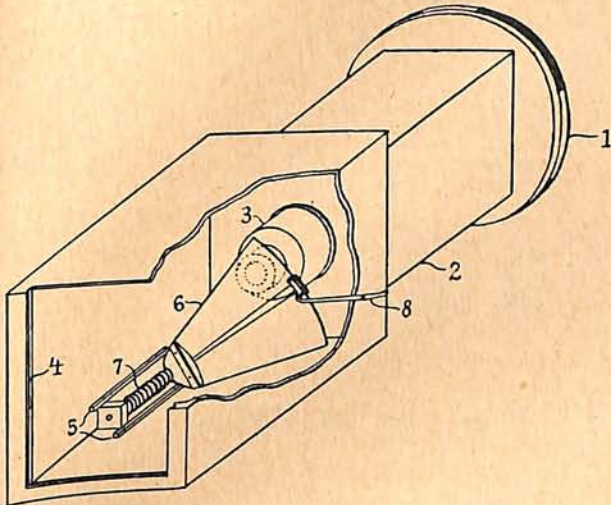
Eine einfache Sonnenkamera.

(Mit einer Abbildung.)

Um mit dem Achtzöller der Wiener Urania-sterne-warte Photographien der Sonne anzufertigen, die ein 9×12 -Format gut ausnutzen, wurde aus Sperrholzbrettchen eine Kamera gebaut, die bei entsprechender Dimensionierung auch für kleinere Fernrohre empfehlenswert er-

scheint und daher kurz beschrieben werden soll. Durch Verleimen von drei entsprechend ausgesägten ringförmigen Teilen wird der Ansatz (1) gebildet, der statt des Okularkopfes in die Bajonettvorrichtung des Okularauszuges paßt. Der Ansatz trägt ein einfaches Rohr (2), in dessen

Abschlußwand das schwächste Okular (5) (51fach bei visueller Beobachtung) eingeschraubt wird. An diese Wand schließt sich die eigent-



liche Kamera mit dem Falz (4) zum Einschieben der Kassette. Die Verlängerung des Okularauszuges war notwendig, um in der Projektion ohne besondere optische Mittel die vorgeschrie-

bene Größe des Sonnenbildes (77 mm) zu erreichen. Als Verschuß dient eine ganz einfache Vorrichtung, die sich durch die Kassettenöffnung in einen Winkel der Kamera einschieben läßt, wo sie durch Führungsleisten (5) festgehalten wird. Sie besteht im wesentlichen aus zwei mit Klemmschraube in der Schlitzbreite einstellbaren Blechsektoren (6), deren Drehachse mit ihren Lagern nahe in den Winkel der Kamera zu liegen kommt. Die Betätigung erfolgt durch eine aus Klaviersaitendraht gewickelte Schraubenfeder (7), die über die Achse geschoben ist und am Sektoreträger angreift. Die Spannung der Feder sowie die Schlitzbreite muß natürlich durch einige Versuche ermittelt werden. Die Sektoren arbeiten knapp hinter dem Okular und werden vor der Aufnahme in einen von außen zu betätigenden hebelartigen Auslöser (8) eingehängt. Dieser Verschuß arbeitet im wirksamen Teil seiner Bewegung vollkommen erschütterungsfrei und ersetzt die sonst gebräuchlichen Schlitzverschlüsse mit Schlittenführung, die viel komplizierter herzustellen sind.

Dr. Robert Klumak,
Leiter der Uraniasternwarte in Wien.

Technisches am Sternenhimmel.

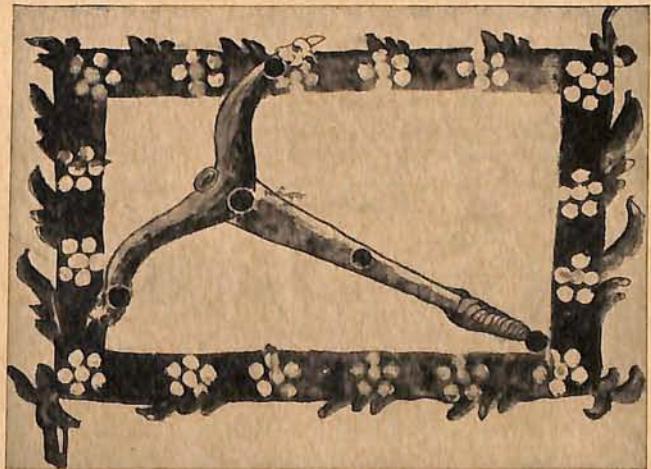
Von Gilbert W. Feldhaus.

(Mit einer Abbildung.)

Um sich in der verwirrenden Fülle der Sterne zurechtfinden zu können, gab man ihnen schon im frühesten Altertum Namen. Viele dieser Bezeichnungen haben sich bis auf unsere Zeit erhalten. Unter ihnen und den später hinzugefügten, von denen allerdings ein großer Teil wieder aufgegeben wurde, ist eine ganze Reihe technischer Dinge verewigt. Am bekanntesten sind der Große und Kleine Wagen. Aus der Schiffahrt gibt es das Schiff, den Schiffskiel, das Segel, den Schiffskompaß, Sextant und Oktant. An Zeichengeräten finden wir den Zirkel, das Lineal, Dreieck und Winkelmaß.

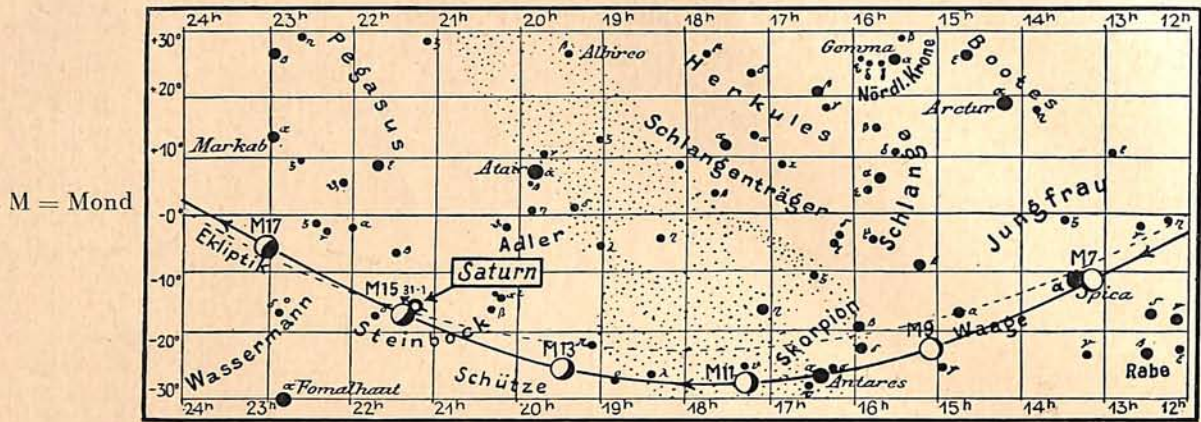
In einer astrologischen Prachthandschrift der Berliner Staatsbibliothek (Sign. cod. germ. fol. 244), die um das Jahr 1400 entstanden ist, wird sogar das Sternbild des „Nebiger“ dargestellt. Nebiger ist eine mittelalterliche Bezeichnung für Bohrer. Dieses unter die Sterne versetzte Werkzeug wird in der Abbildung und Beschreibung als ein „geschmiedeter Nebiger“ mit hölzernem Querstück dargestellt und ist — wie in allen Malereien dieser Handschrift — von einem Blumenrahmen umgeben. Die einzelnen Sterne, die das Bild des Bohrers am Himmel andeuten, sind durch rote Punkte markiert.

Von anderen großen technischen Erfindungen, die am Himmelszelt verewigt sind, nenne ich das Fernrohr, das Mikroskop, die Luftpumpe, die Elektrisiermaschine, die Pendeluhr, die Waage und den chemischen Ofen.



Das Sternbild des „Nebiger“.

(Aus einer alten Handschrift der Berliner Staatsbibliothek.)



Der gestirnte Himmel im Mai 1933.

Von Günter Archenhold.

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

In der gesamten Natur machen sich im Mai die Wirkungen der höher steigenden Sonne bemerkbar. Die Abende und Nächte werden wärmer, so daß der Aufenthalt im Freien und die Beobachtung des gestirnten Himmels angenehmer wird. In den ersten beiden Dritteln des Monats hat der Himmel noch die genügende Schwärze, um auch schwächere Sterne und Nebel erkennen zu lassen. Erst im letzten Drittel, für Berlin vom 18. Mai ab, beginnt die Zeit der hellen Nächte. Die Sonne sinkt um Mitternacht nicht mehr tief genug unter den Horizont, und die Abenddämmerung geht in die Morgendämmerung über. Der Eintritt der hellen Nächte hängt von der geographischen Breite ab. Am nördlichen Polarkreis beginnen sie schon am 12. April, in Hamburg am 14. Mai und in Stuttgart erst am 15. Juni. München liegt schon südlich der niedrigsten geographischen Breite, unter der überhaupt noch helle Nächte auftreten. Die Grenze — der $48\frac{1}{2}$ Breitengrad — wird dadurch bestimmt, daß die Sonne dort um Mitternacht stets tiefer als 18° unter den Horizont herabsinkt. Da die „astronomische Dämmerung“ bei lang ausgedehnten photographischen Aufnahmen störend einwirkt, sind die nördlich gelegenen Sternwarten in den Sommermonaten stark behindert; für Sternwarten in der Äquatorzone verteilen sich dagegen die Beobachtungsmöglichkeiten im ganzen Jahr gleichmäßiger.

Die Sterne.

Unsere Sternkarte zeigt die Sterne, die am 1. Mai um 22^h und am 15. Mai um 21^h über dem Berliner Horizont stehen. Hoch oben im Zenit finden wir um diese Zeit den Großen Bären und das Haar der Berenice. Der Meridian geht vom Nordpunkt durch α in der Kassiopeia, den

Polarstern, den Schwanz des Drachen und den Großen Bären hindurch und verläuft vorbei an γ in der Jungfrau und dem Sternbild des Raben zum Südpunkt.

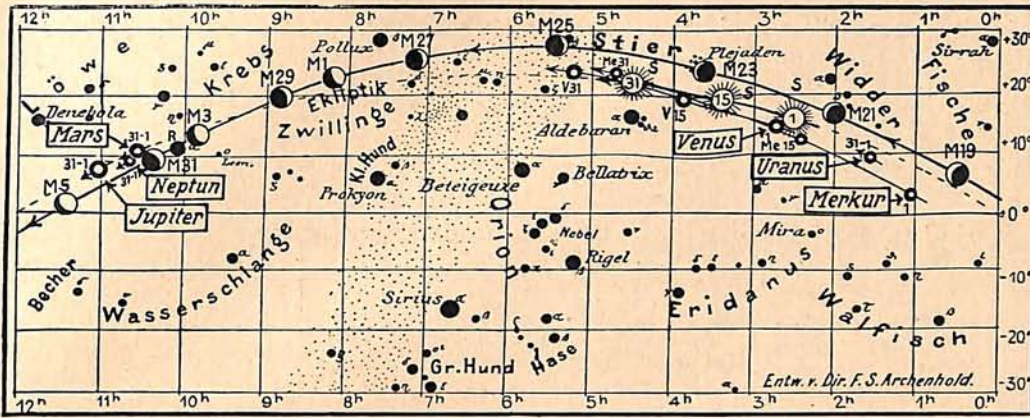
Der Stern γ in der Jungfrau ist ein echter Doppelstern. Die beiden fast gleich hellen Komponenten 5,7. Größe bewegen sich in einer ziemlich weitgestreckten Ellipse in 180 Jahren einmal umeinander herum. Zwischen 1910 und 1920 war ihre Distanz am größten; sie betrug $6''$. Jetzt beginnt der Abstand der beiden Komponenten schneller abzunehmen, doch bleibt γ Virginis für kleinere Fernrohre noch längere Zeit ein dankbares Objekt.

Ein etwas schwierigerer Doppelstern ist γ Leonis. Die Distanz der Komponenten, von denen die eine 2,6., die andere 3,8. Größe ist, beträgt nur $4''$. Die Periode dieses Doppelsterns ist wahrscheinlich sehr groß und konnte bisher noch nicht genau bestimmt werden. Doberck gab 1879 eine Umlaufzeit von 407 Jahren an, doch sind die beobachteten Distanzen um etwa $0,6''$ größer als die aus der Doberckschen Bahn berechneten. Aber auch Burnham, der annahm, daß die Bewegung der beiden Komponenten gegeneinander in einer geraden Linie erfolge, hat nicht recht, denn besonders in den letzten Jahren zeigt sich eine kleine Krümmung der Bahn.

Als ich vor einigen Jahren die Positionen der beiden Komponenten nach den Beobachtungen aufzeichnete, stellte ich kleine Schwankungen im Ausmaße von etwa $\frac{1}{10}''$ fest, die eine Periode von 19 Jahren haben. Falls diese Schwankungen reell sind und nicht etwa durch systematische Beobachtungsfehler hervorgerufen werden, wäre daraus zu schließen, daß eine der beiden Komponenten wiederum ein Doppelstern mit der genannten Periode ist. Die kleinen

für den Monat Mai 1935.

Nachdruck verboten.



S = Sonne

Schwankungen, die ich zuerst auf Grund des Beobachtungsmaterials von 1850 bis 1895 gefunden hatte, wurden auch durch die neueren Messungen bis 1925 bestätigt.

Es sind auffallend viele Doppelsterne bekannt, bei denen entweder visuell oder spektroskopisch weitere Komponenten festgestellt werden konnten. Diese Beobachtung steht im Einklang mit der Annahme, daß sich Doppelsterne bilden und läßt die allgemeine Folgerung zu, daß unter den visuellen Doppelsternen noch viele unerkannte mehrfache Systeme vorhanden sind.

Von weiteren, kleineren Fernrohren zugänglichen und auf unserer Karte verzeichneten Doppelsternen sind zu nennen: Kastor (Distanz 4"), δ in den Zwillingen (7"), Polarstern (18"), Mizar (14"), ν im Drachen (62"), Albireo (54"), α im Herkules (4",6), δ in der Schlange (3",5).

Der veränderliche Stern Algol im Perseus ist im Mai nicht günstig zu beobachten.

Die Planeten.

Merkur ist im Mai nicht zu sehen.

Venus taucht nach dreimonatiger Unsichtbarkeit am Abendhimmel auf. Am Ende des Monats kann sie etwa eine Viertelstunde lang in der Abenddämmerung verfolgt werden.

Mars ist zu Anfang des Monats 6¼ Stunden, am Ende noch 5¼ Stunden lang zu beobachten. Bei Eintritt der Dunkelheit hat er den Meridian bereits überschritten. Sein Untergang erfolgt am 1. Mai um 5^h, am 31. kurz nach 1^h morgens. Der Abstand von der Erde wächst auf 180 Millionen km an; sein scheinbarer Durchmesser verringert sich von 10" auf 8". Der nördliche Polarfleck ist stark zusammengeschmolzen, da auf der Nordhalbkugel des Mars jetzt Sommer herrscht.

Jupiter weist fast dieselben Sichtbarkeitsverhältnisse wie Mars auf, mit dem er Ende des Monats bereits sehr dicht zusammen-

steht. Er geht am 10. Mai aus der rückläufigen in die rechtläufige Bewegung über. Die Stellungen und Verfinsterungen seiner vier hellen Monde geben wir nachstehend an:

| Verfinsterungen | | | Stellungen | | | |
|-----------------|-----------------|------------|------------|---|-----|---|
| Mai | M. E. Z. h m | Mond | Mai | 25 ^h 15 ^m M. E. Z. | Mai | 25 ^h 15 ^m M. E. Z. |
| 2 | 23 10 | I A | 1 | 43 ① 2 | 16 | 341 ① 2 |
| 8 | 21 41 | II A | 2 | 43 ① 12 | 17 | 4321 ① |
| 10 | 1 5 | I A | 3 | 4231 ① | 18 | 42 ① 1 |
| 11 | 22 15 | III A | 4 | 42 ① 13 | 19 | 41 ① 23 |
| 16 | 0 16 | II A | 5 | 41 ① 23 | 20 | 4 ① 213 |
| 18 | 21 29 | I A | 6 | 4 ② 13 | 21 | 421 ① 3 |
| 18 | 23 11 | III E | 7 | 21 ① 34 | 22 | 43 ① 1 |
| 19 | 2 15 | III A | 8 | 3 ① 124 | 23 | 31 ① 2 |
| 25 | 23 24 | I A | 9 | 3 ① 24 | 24 | 32 ① 4 |
| | | | 10 | 321 ① 4 | 25 | 2 ① 4 |
| | | E=Eintritt | 11 | 2 ① 314 | 26 | 1 ① 234 |
| | | A=Austritt | 12 | 1 ① 234 | 27 | ① 1234 |
| | | | 13 | ① 2134 | 28 | 21 ① 34 |
| | | | 14 | 21 ① 34 | 29 | 32 ① 14 |
| | | | 15 | 34 ① 1 | 30 | 31 ① 24 |
| | | | | | 31 | 32 ① 14 |

Die Stellungen der Monde sind in ihrer Reihenfolge so angegeben, wie sie im umkehrenden astronomischen Fernrohr erscheinen. 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 anfangs eine Stunde, zuletzt 1¼ Stunden lang sichtbar. Er geht kurz nach Mitternacht auf. Sein Ring ist gegenüber dem Vorjahr ein wenig mehr geschlossen. Von seinen 10 Trabanten, deren Umlaufzeiten zwischen 25 Stunden und 550 Tagen liegen, ist Titan in kleinen Fernrohren leicht erkennbar, da er fast die 8. Größenklasse erreicht. Titan, dessen Umlaufzeit 16 Tage beträgt, steht am 15. Mai in östlicher Elongation vom Hauptplaneten.

Uranus bleibt weiterhin unsichtbar.

Neptun kann am Abendhimmel aufgesucht werden (Rekt. = 10^h57^m.7, Dekl. = + 9°55'). Am 16. Mai steht er 46' südlich von Mars.

Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne setzt ihre nordwärts gerichtete Bewegung fort. Sie erreicht in Berlin am Ende des Monats eine Mittagshöhe von 59° und bleibt somit nur 2° hinter dem Hochsommerstande zurück. Die Tageslänge wächst von 15 auf 16½ Stunden an.

Weitere Angaben sind in der folgenden Tabelle zu finden:

| Mai | Deklin. Oh Weltzeit | Aufgang für Berlin (Polhöhe 52½°) | | Untergang für Berlin | | Zeitgleichg. wahre minus mittlere Zeit | Sternzeit Berl. Mittag |
|-----|------------------------|---|----------|-------------------------|----------|--|---------------------------|
| | | M. E. Z. | M. E. Z. | M. E. Z. | M. E. Z. | | |
| | ° ' " | h m | h m | h m | h m | m s | h m |
| 1. | +14 52 | 4 36 | 19 31 | +2 56 | 2 35,7 | | |
| 5. | 16 4 | 4 28 | 19 38 | 3 22 | 2 51,5 | | |
| 10. | 17 27 | 4 19 | 19 46 | 3 42 | 3 11,2 | | |
| 15. | 18 42 | 4 11 | 19 54 | 3 48 | 3 30,9 | | |
| 20. | 19 50 | 4 3 | 20 2 | 3 39 | 3 50,6 | | |
| 25. | 20 50 | 3 57 | 20 9 | 3 17 | 4 10,3 | | |
| 30. | +21 40 | 3 51 | 20 16 | +2 42 | 4 30,0 | | |

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

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

| | | |
|------------------|--------|------|
| Erstes Viertel: | Mai 2. | 23¼h |
| Vollmond: | „ 9. | 25h |
| Letztes Viertel: | „ 16. | 15¾h |
| Neumond: | „ 24. | 11h |

Die Auf- und Untergangszeiten des Mondes für Berlin sind folgende:

| Mai | Wochen- tag | Mond- Aufgang Untergang für Berlin | | Mai | Wochen- tag | Mond- Aufgang Untergang für Berlin | |
|-----|----------------|--|----------|-----|----------------|--|----------|
| | | M. E. Z. | M. E. Z. | | | M. E. Z. | M. E. Z. |
| | | h m | h m | | | h m | h m |
| 1 | Mo | 8 40 | 1 30 | 16 | Di | 1 30 | 10 56 |
| 2 | Di | 9 56 | 1 55 | 17 | Mi | 1 44 | 12 18 |
| 3 | Mi | 11 14 | 2 13 | 18 | Do | 1 55 | 13 35 |
| 4 | Do | 12 34 | 2 26 | 19 | Fr | 2 5 | 14 50 |
| 5 | Fr | 13 55 | 2 40 | 20 | Sa | 2 15 | 16 4 |
| 6 | Sa | 15 17 | 2 50 | 21 | St | 2 25 | 17 19 |
| 7 | St | 16 44 | 3 1 | 22 | Mo | 2 37 | 18 33 |
| 8 | Mo | 18 16 | 3 13 | 23 | Di | 2 54 | 19 48 |
| 9 | Di | 19 53 | 3 30 | 24 | Mi | 3 16 | 20 59 |
| 10 | Mi | 21 30 | 3 53 | 25 | Do | 3 45 | 22 2 |
| 11 | Do | 22 56 | 4 26 | 26 | Fr | 4 28 | 22 53 |
| 12 | Fr | — | 5 19 | 27 | Sa | 5 23 | 23 31 |
| 13 | Sa | 0 1 | 6 33 | 28 | St | 6 30 | 23 58 |
| 14 | St | 0 44 | 7 59 | 29 | Mo | 7 43 | — |
| 15 | Mo | 1 12 | 9 29 | 30 | Di | 9 0 | 0 17 |
| | | | | 31 | Mi | 10 18 | 0 32 |

Kalender der Konstellationen und bemerkenswerten Himmelserscheinungen.

Mai h

- 1. 20 Bedeckung von 9 Cancri.
- 4. 18 Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- 5. 0 Neptun in Konjunktion mit dem Monde (Neptun 1°10' nördl.).
- 5. 12 Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- 5. 22 Bedeckung von 79 Leonis.
- 6. 16 Uranus in Konjunktion mit Merkur.
- 10. 19 Mond in Erdnähe (scheinbarer Durchmesser 33'25", Horizontalparallaxe 61'14").
- 10. 25 Jupiter stationär.
- 15. 22 Saturn in Konjunktion mit dem Monde.

Mai h

- 16. 22 Mars in Konjunktion mit Neptun (Mars 46' nördl.).
- 19. 7 Neptun stationär.
- 21. 12 Uranus in Konjunktion mit dem Monde.
- 24. 1 Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- 25. 8 Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 25. 12 Mond in Erdferne (scheinbarer Durchmesser 29'26", Horizontalparallaxe 53'56").
- 27. 15 Saturn stationär.
- 28. 20 Merkur in oberer Konjunktion mit der Sonne.
- 30. 25 Bedeckung von 7 Leonis.

Daten der Sternbedeckungen für Berlin:

| Mai | Name | Gr. | Rekt. 1935 | | Dekl. 1935 | Phase | Zeiten für Berlin | | Win- kel | Mond- alter | Hilfsgrößen | |
|-----|-----------|-----|------------|---------|------------|---------|----------------------|------|-------------|----------------|-------------|--|
| | | | M. E. Z. | h m | | | a | b | | | | |
| | | m | h m | h m | ° ' " | | h m | ° | d | m | m | |
| 1. | 9 Cancri | 6,2 | 8 2,3 | + 22 59 | E | 20 21 | 151 | 7,0 | — 0,2 | — 2,7 | | |
| 5. | 79 Leonis | 5,5 | 11 20,6 | + 1 47 | E | 21 51,5 | 167 | 11,1 | — 0,4 | — 2,0 | | |
| 30. | 7 Leonis | 6,2 | 9 32,2 | + 14 41 | E | 23 17 | 130 | 6,5 | + 0,2 | — 1,8 | | |

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 Korrektion a (15°,1 — λ) + b (φ — 52°,4) hinzuzufügen, wobei λ und φ die geographische Länge und Breite des Beobachtungsortes bedeuten.

AUS DEM LESERKREISE

Das Wetter im Jahre 1932.

Im „Weltall“, Jg. 31, Heft 6, sind meine Aufzeichnungen über das Wetter im Jahre 1931 veröffentlicht worden. Auch im Jahre 1932 habe ich in Berlin-Johannisthal ständig die Veränderungen

des Wetters verfolgt, und zwar täglich um 7, 14 und 21 Uhr. Aus der Tabelle ist zu ersehen, wie oft jede Bewölkungsart beobachtet wurde, wobei zu beachten ist, daß jeder Tag dreimal erscheint.

| 1932 | klar | leicht be- deckt | halb be- deckt | stark wolkig | be- deckt | klar in Prozent | bedeckt |
|-----------------|------|------------------------|----------------------|-----------------|--------------|--------------------|---------|
| Januar | 9 | 9 | 5 | 5 | 65 | 9,7 | 69,9 |
| Februar | 27 | 9 | 5 | 6 | 40 | 31,0 | 45,9 |
| März | 29 | 9 | 9 | 10 | 36 | 31,2 | 38,7 |
| April | 7 | 12 | 12 | 20 | 39 | 7,8 | 43,3 |
| Mai | 14 | 15 | 11 | 12 | 41 | 15,1 | 44,1 |
| Juni | 20 | 21 | 11 | 9 | 29 | 22,2 | 32,2 |
| Juli | 24 | 19 | 14 | 11 | 25 | 25,8 | 26,9 |
| August | 21 | 19 | 15 | 17 | 21 | 22,6 | 22,6 |
| September . . | 19 | 14 | 19 | 12 | 26 | 21,1 | 28,8 |
| Oktober . . . | 4 | 11 | 19 | 10 | 49 | 4,3 | 52,7 |
| November . . | 14 | 14 | 8 | 5 | 49 | 15,6 | 54,4 |
| Dezember . . | 13 | 19 | 10 | 7 | 44 | 14,0 | 47,3 |
| | 201 | 171 | 138 | 124 | 464 | 18,4 | 42,3 |

Der Monat Februar hatte die meisten klaren Beobachtungstermine; es folgen dann März, Juli und August. Das schlechteste Wetter war im Januar. Das Jahresmittel ist besser als im Vorjahre (1951: „klar“ 15,7 Proz., bedeckt 49,5 Proz.). An 75 Abenden war es völlig klar, das sind 20,5 Proz. Perioden von mindestens drei klaren Abenden waren nur 5 (im Vorjahr 10), darunter aber eine von 8 Tagen (27. Februar bis 5. März).

Sonnenhalos beobachtete ich 21, Mondhalos nur 5.

W. v. Bezold, V.F.T.-Mitglied.

KLEINE MITTEILUNGEN

Die astronomische Bedeutung des Mecklenburgischen Steintanzes. Die Erforschung der Orientierung oder Ortung von Bauten nach Gestirnen gehört zu den interessantesten Kapiteln menschlicher Kultur- und Geistesgeschichte. Schon im Altertum war die Ausrichtung der Achsen von Tempeln und Kirchen nach bestimmten Himmelspunkten üblich. Für die vorgeschichtliche Zeit gilt das gleiche. Hier sprechen die Steine eine beredete Sprache, und es ist an uns, sie verstehen zu lernen.

Unsere deutsche Heimat ist reich an solchen Dokumenten. Sie zeugen von dem hohen Kulturstand der Frühgermanen und beweisen, daß die Himmelskunde bei ihnen in hoher Blüte stand. Als Bauten zum Zwecke astronomischer und kalendarischer Beobachtungen werden die Steinkreise angesehen. P. Stephan nennt sie in unserer Zeitschrift (Jg. 18, H. 15/16) geradezu „Vorgeschichtliche Himmelsuhren“. Kürzlich (Jg. 29, H. 8) hat Prof. Dittrich über die Timmschen Untersuchungen am Mecklenburgischen Steintanz bei Bützow berichtet. Die große Wichtigkeit, die solchen Forschungen zukommt, verlangt natürlich peinlichste Rechenarbeit sowie eine objektive Prüfung der noch erkennbaren Zahlenverhältnisse.

Dr. Rolf Müller von der Potsdamer Sternwarte hat sich unlängst diesen Arbeiten unterzogen (Prä-anderer Ergebnisse gekommen als Timm. Schon die genaue Aufnahme des Großen Steintanzes mittels Theodoliten und Bandmaßes ergab nur eine ungefähre Uebereinstimmung; das Wichtigste ist aber, daß genaue Azimutbestimmungen mit Sonnenanschlußbeobachtung die Ortung der Anlage nach der Sonnwendrichtung als um rund 11 Grad abweichend erwiesen. Drei von den vier Kreisen sind allerdings roh nach dem Sonnenaufgangspunkt zur Winterwende gerichtet, und der abseits stehende Kreis liegt mit dem kleinsten der Reihe genau in der Mittagslinie. Die merkwürdigen Einschnitte am sogenannten Monatsstein, dessen Abbildung wir im 29. Jahrgang, S. 112, gegeben haben, sind nach Müllers Ansicht Bohrlöcher. Er schließt das daraus, daß an anderen Steinen Sprengungen vorgenommen

worden sind. Im ganzen kommt Müller zu dem Schluß, daß das Rätsel der Zweckbestimmung dieser imposanten Anlage noch zu lösen ist.

Man darf sich nicht verleiten lassen, aus dem negativen Ergebnis der dankenswerten Müllerschen Arbeit den astronomischen Hochstand und den Brauch der Ortung bei den Frühgermanen überhaupt abzuweisen. Aus anderen kulturellen Forschungen geht hervor, daß allein schon die Sorge um den Kalender zu profanen, vor allem aber zu kultischen Zwecken die Frühgermanen zu astronomischem Hochstand führte. Die zahlreichen Uebereinstimmungen bei der immerhin beschränkten Anzahl der bei der gewaltsamen Christianisierung nicht der Zerstörung anheimgefallenen Steindenkmäler schalten hier jeden Zufall aus.

Mondformationen vom „Wargentin“-Typ. Im „Journal of the British Astronomical Association“ Bd. 45, Nr. 5, führt Charles F. O. Smith fünf wargentinähnliche Gebilde auf, von denen einige zum erstenmal in diesem Zusammenhange genannt werden. Allerdings zeigt kein anderer Mondkrater als Wargentin so deutlich den Typ einer bis zum Rande gefüllten wohlausgebildeten Rundform; eine solche wäre den Mondforschern natürlich nicht entgangen. Man kann also nur bis zu einem gewissen Grade von einer Aehnlichkeit sprechen. Smith hat die neuen Formationen vom Wargentintyp mit den Buchstaben B bis F bezeichnet; A ist Wargentin selbst.

Die Formation B liegt nordöstlich von Kant, südlich direkt anschließend an den auf Andels Mondkarte als Zöllner bezeichneten Krater. Die Angabe von Smith „nördlich von Zöllner“ kann nur ein Schreibfehler sein. Die Formation B ist in nordsüdlicher Richtung etwas langgestreckt und hat einen Durchmesser von etwa 40 km. Auf dem Plateau sind zwei schmale Hügelketten erkennbar.

Formation C ist der bekannte Krater Herschel A. Sein Inneres ist durch Lavamassen angefüllt, deren Niveau höher liegt als das der Umgebung. Auf diese Tatsache ist schon früher von Goodacre hingewiesen worden.

Formation D liegt unmittelbar westlich von Faye und hat einen Durchmesser von etwa 50 km. Dieses Gebilde, das mit einem Krater kaum noch Ähnlichkeit hat, da es auf seiner Ostseite von Faye zerstört ist, wird von Smith als etwas zweifelhaft bezeichnet.

Formation E ist ein flacher Krater unmittelbar westnordwestlich von Tycho. Er hat die Form eines Napfes und ist nur teilweise von Lava ausgefüllt.

Formation F liegt am westlichen Rande des Altagebirges, nordwestlich von Polybius. Auch auf dieses, aus drei einzelnen Kratern bestehende Gebilde ist von Goodacre inzwischen hingewiesen worden.

Die Aufsuchung der aufgezählten hochinteressanten Gebilde wird unter günstigen Beleuchtungsverhältnissen auf Grund der oben gegebenen Beschreibung auch manchem unserer Leser ohne Zweifel gelingen.

Ich möchte im Anschluß an dieses Referat auf eine eigene Beobachtung eingehen, die ich am 15. März 1952 gemacht habe. Als ich den Mond mit dem großen Fernrohr der Treptow-Sternwarte bei 500-

facher Vergrößerung betrachtete, fiel mir genau östlich von Godin ein Plateau auf, das durch seine wargentähnliche Gestalt meine besondere Aufmerksamkeit auf sich lenkte. Dieses Plateau ist zwar nicht kreisförmig oder elliptisch, machte aber doch den Eindruck einer durch herausgeflossene Lava entstandenen Hochebene. Die Ähnlichkeit mit Wagentin ist im Beobachtungsbuch ausdrücklich erwähnt.

Günter Archenhold.

Wiederauffindung des Pons-Winneckeschen Kometen 1933 b. Der Komet, der sich durch seine große Erdnähe im Jahre 1927 ausgezeichnet hat — er war damals sogar mit freiem Auge erkennbar —, wurde am 24. März 1953 als Objekt 14. Größe von A. Wachmann in Bergedorf aufgefunden. Trotz der recht beträchtlichen Störungen durch Jupiter weicht der Komet nur wenig von seiner vorausgerechneten Bahn ab. Seine Perihelzeit mußte nur um einen dreiviertel Tag vorverlegt werden. Die Sonnennähe ist am 18. Mai zu erwarten.

G. A.

BÜCHERSCHAU*)

Zinner, Prof. Dr. Ernst: Untersuchungen zur Geschichte der Sternkunde. 62 S. m. 1 Tafel. Sonderabdruck aus XXVI. Bericht d. Naturforschenden Gesellsch. Bamberg, 1952.

Wer Sinn für historische Forschung hat und zugleich der Himmelskunde ergeben ist, wird Untersuchungen zur Geschichte der Sternkunde mit Freuden begrüßen. Eine solche Arbeit muß jedoch ohne Voreingenommenheit oder Sarkasmus über positive Ergebnisse berichten.

Ich würde die vorliegende Abhandlung gern empfehlen, wenn der Autor nicht Wesentliches aus H. Wirths Forschungen und Entscheidendes aus W. Teudts Darlegungen bei seiner Ablehnung der frühgermanischen Sternkunde überginge, oder die Arbeiten von R. Müller in Altamerika nicht einseitig darstellen würde. Wir dürfen bei der Kritik naturnaher Völker oder der symbolischen Äußerungen der priesterlichen Geheimlehre in Bauwerken nicht den heutigen Rationalismus anwenden. Bei unseren Altvordern waren die Sterne eng mit dem Menschenleben verflochten. Was früher tiefinnerliche Himmelschau und Geheimlehre war, wurde mit der Zeit zur Äußerlichkeit. Daher ist es wohl denkbar, daß die Orientation in Babylonien, Aegypten, Altamerika und Germanien für Tempelstraßen und Priesterstraßen gewollt war, aber man darf nicht, wie Zinner es ironisch tut, in einer modernen Stadt wie Mannheim nach tiefgründigen Richtungsgebungen suchen. Ohne Zweifel gibt es, wie Prof. Dittrich im „Weltall“ Jg. 29, Heft 2, gezeigt hat, der Beobachtung zu kultischen Zwecken dienende Sonnenwend- und Sternberge, aber sicher haben, wie Dittrich selbst sagt, heute nicht alle mit Gestirnsnamen zusammenhängenden Orte astrale Bedeutung, und der sarkastische Ausspruch Zinners, daß ebenso gut jedes Wirtshaus zur Sonne eine Sternwarte sein müßte, ist durchaus verkehrt. Denn je mehr sich die alte Sternenweisheit verlor, um so mehr wurde ihre Tiefe durch beziehungslose Nachplapperei ersetzt. So hat auch die heutige Sonnen- oder Sternornamentik keinerlei Ähnlichkeit mit der alten. — Abgesehen von diesen Kapiteln bietet das Buch viele Anregungen, und bei Benutzung des Literaturverzeichnisses kann man diese durch Einsicht in die Quellen vertiefen. Al.

Schweidler, Prof. Dr. Egon: Die Aufrechterhaltung der elektrischen Ladung der Erde. (Bd. 15 der „Probleme der kosmischen Physik“, herausg. v. Jensen und Schwaßmann.) 68 S. mit 8 Figuren. Verlag von Henri Grand, Hamburg 1952. Preis brosch. 5 M., geb. 6,50 M.

In klarer, leicht faßlicher Form führt uns hier der bekannte Grazer Physiker in das Grundproblem der gesamten luftelektrischen Forschung ein. Man kann die Erde und die gut leitenden oberen Atmosphärenschichten (Heaviside-Schichten) als einen gewaltigen elektrischen Kondensator auffassen, dessen Dielektrikum die dazwischenliegenden schlecht leitenden unteren Luftschichten darstellen. Trotzdem ist die Leitfähigkeit der Luft infolge Ionisation durch radioaktive, ultraviolette und Ultrastrahlen doch groß genug, um das zwischen Erdoberfläche und leitender Atmosphärenschicht bestehende Spannungsgefälle in relativ sehr kurzen Zeiträumen von ca. 10 Minuten auszugleichen, wenn nicht eben irgendwelche Naturvorgänge vorhanden wären, die diese Wirkung des „luftelektrischen Vertikalstromes“ kompensieren und somit Erdladung und Spannungsgefälle ständig aufrechterhalten würden. Die Suche nach diesen verborgenen Naturvorgängen hat bereits eine große Anzahl von Gelehrten beschäftigt, ohne daß bis heute eine vollkommen einwandfreie und restlos befriedigende Erklärung gefunden werden konnte. Nach einer allgemeinen Einführung in das Tatsachenmaterial entrollt Schweidler dann die verschiedenartigsten Hypothesen in kritischer Beleuchtung und schält so allmählich die wenigen Theorien und Annahmen heraus, welche nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft die größte Wahrscheinlichkeit besitzen. Eine Literaturzusammenstellung am Schluß macht das Werk auch in engeren Fachkreisen zum Nachschlagen sehr geeignet.

Das Bändchen, welches vom Verlage wiederum in einfacher, aber gediegener Ausführung herausgebracht wurde, wird sich sowohl wegen seines reizvollen problematischen Themas als auch durch die treffliche Art der Darstellung sicherlich und mit Recht viele Freunde erwerben.

Walter M. H. Schulze.

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

DAS WELTALL

Herausgegeben von Dr. F. S. Archenhold, Schriftleiter: Günter Archenhold.

52. Jahrgang Heft 8

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

Mai 1935

Inhaltsverzeichnis:

- | | | | |
|---|-----------|--|-----------|
| 1. Neuerungen auf dem Gebiete des Präzisionsuhrenbaues. Von Dr. E. Lange, Seewarte Hamburg. (Mit zwei Abbildungen.) | Seite 105 | 4. Der gestirnte Himmel im Juni 1935. Von Günter Archenhold. (Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.) | Seite 116 |
| 2. Ein Gang durch das Astronomische Museum der Treptow-Sternwarte. Von Erich Krug. (Mit zwei Abbildungen.) | „ 109 | 5. Kleine Mitteilungen: Vermeintliche Nova Geminorum. — Astronomische Beobachtungen auf der Adlersruhe am Großglockner. — Bearbeitung von Sternschnuppen-Beobachtungen | „ 118 |
| 5. Die planetarischen Nebel und der Prozeß des Nebelleuchtens. (Schluß.) Von cand. astr. H. Lambrecht. (Mit einer Abbildung.) | „ 112 | 6. Bücherschau | „ 120 |

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

Neuerungen auf dem Gebiete des Präzisionsuhrenbaues.

Von Dr. E. Lange, Seewarte Hamburg.

(Mit zwei Abbildungen.)

Die moderne Physik gibt ihre sämtlichen Forschungsergebnisse in dem sogenannten „CGS-System“ an, d. h. die heute fast einzig und allein gebrauchten Dimensionen oder Maßzahlen für Längen, Gewichte und Zeiträume sind das Centimeter, das Gramm und die Sekunde mittlerer Sonnenzeit. Zur Durchführung einer fruchtbaren und ergebnisreichen internationalen Forschungstätigkeit, verbunden mit deren Anwendung auf Handel, Gewerbe, Schiffahrt und sonstigen Verkehr, ergibt sich hieraus die Notwendigkeit, daß diese genannten Dimensionen jederzeit prüf- und wiederherstellbar sind. Für das Meter, den hundertfachen Betrag des Zentimeters, und für das Kilogramm, den tausendfachen Betrag des Gramms, ist die Wiederherstellbarkeit jederzeit mit großer Genauigkeit möglich, denn im Internationalen Maß- und Gewichtsbüro zu Paris sind diese beiden Einheiten in der Form eines Metermaßstabes und eines Kilogrammgewichtes aufbewahrt. Die meisten Staaten der Erde besitzen hiervon Kopien, die aus Platin-Iridium hergestellt sind. So ist es jedem Lande und in diesem jedem Forscher möglich, seine Messungen auf dieses Urmeter und Urkilogramm zu beziehen, so daß bei allen internationalen Forschungen die Einheitlichkeit der Maßzahlen gewährleistet ist. Der Vollständigkeit halber sei nebenbei noch bemerkt, daß in der modernen Physik ein Meter außerdem noch durch die Aneinanderreihung von 1 553 164,15 Wellenlängen der roten Kadmiumlinie im Spektrum definiert wird.

Wesentlich anders und bedeutend ungünstiger liegen die Verhältnisse bei der dritten Maß-

einheit, der Sekunde. Einmal gibt es keine „Ursekunde“, mit der wir unsere Zeitmessungen vergleichen, oder auf die wir unsere Zeitmessungen beziehen könnten. Wir müssen uns das Urmaß der Sekunde von Fall zu Fall immer wieder neu herstellen. Andererseits aber können wir die Zeiteinheit der Physik, die Sekunde mittlerer Sonnenzeit, unmittelbar gar nicht feststellen, sondern wir finden sie erst durch eine zahlenmäßige Umrechnung aus der vom Astronomen mit Hilfe von Zeitbestimmungen ermittelten Sternzeit.

Diese Sternzeit wieder ergibt sich aus der am Himmel sichtbaren scheinbaren Bewegung der Gestirne von Osten über Süden nach Westen, die eine Folge der Erdrotation ist. Die Zeitbestimmung läuft also mit anderen Worten auf eine Zählung der Erdumdrehungen hinaus, und den Uhren fällt dann die Aufgabe zu, die Erdrotationen zwischen den angestellten Zeitbestimmungen möglichst genau weiterzuzählen und in Stunden, Minuten und Sekunden zu unterteilen.

Neueren Untersuchungen zufolge ist diese Drehung der Erde um ihre eigene Achse außerdem noch ungleichmäßig. Jede Zeitmessung auf astronomischem Wege führt somit auch zu einer ungleichförmigen Zeitnormale. Ueber die Art und Größe dieser Ungleichförmigkeit können wir nach dem augenblicklichen Stand der Forschung nur zum Teil etwas aussagen. Hier wäre vor allen Dingen der Einfluß des Mondes auf die Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde zu nennen.

Dazu kommt noch, daß astronomische Zeitbestimmungen natürlich nur bei schönem Wetter möglich sind, und zwar beträgt die hierbei erlangte Genauigkeit $\pm 0,02$ Sekunden. Um diesen Betrag kann also eine astronomische Zeitbestimmung falsch sein. Während der Schlechtwetterperioden und bei bedecktem Himmel, wo also die Anstellung astronomischer Zeitbestimmungen unmöglich ist, obliegt die Zählung und Unterteilung der Erdrotationen allein den Uhren.

Um nun einmal die bei den astronomischen Zeitbestimmungen erreichbare und notwendige Genauigkeit der Zeitangaben durch Schlechtwetterperioden nicht noch geringer werden zu lassen, und um andererseits die Art und Größe der Ungleichförmigkeiten in den Drehungen der Erde zahlenmäßig möglichst genau zu ermitteln, erhob sich in den letzten Jahrzehnten und besonders in den letzten Jahren mehr denn je die Forderung nach einwandfreien Uhren, die von allen störenden Einflüssen frei sind, und mit denen es möglich ist, mehr und mehr von der kosmischen Zeitnormale, der Umdrehungszeit der Erde, freizukommen. Angenommen, wir besäßen schon eine solche Uhr, die über Jahre hinaus vollständig einwandfrei und verlässlich arbeitet, so könnten wir nun umgekehrt die Umdrehungszeit der Erde mit dieser Uhr kontrollieren und damit Ungleichförmigkeiten in der Umdrehungszeit zahlenmäßig aufdecken. Dieses von der Wissenschaft schon seit langem erstrebte Ziel müssen wir uns bei den kommenden Betrachtungen stets vor Augen halten.

Diese genannte Forderung wird streng niemals erfüllbar sein, denn die Erfahrung hat gezeigt, daß selbst zu einer verhältnismäßig idealen Uhr ein weiter und schwieriger Weg führt. Theorie und Praxis haben sich bemüht, diese Schwierigkeiten zu überwinden; die Theorie, indem sie versuchte, die die Uhren beeinflussenden Kräfte zahlenmäßig festzulegen und in Rechnung zu stellen, die Praxis aber, indem sie teils die Ergebnisse der Theorie verwertete, teils neue und eigene Wege beschritt und so Uhren hervorbrachte, die einem idealen Zeitmesser näher kamen. Nur dieser Wechselwirkung zwischen Theorie und Praxis — eine verfeinerte und erhöhte Genauigkeit auf dem astronomischen Gebiete der Zeitmeßkunde verlangte Verbesserungen und Neuerungen auf dem Gebiete der Uhrentechnik und umgekehrt — haben wir die in den letzten Jahren erreichte Genauigkeitssteigerung zu verdanken.

Welche Wege hierbei Theorie und Praxis beschritten haben, sollen uns die folgenden Zeilen zeigen.

Die wesentlichsten Bestandteile einer astronomischen Präzisionspendeluhr sind einmal das Räderwerk mit dem Antriebsgewicht und ein andermal das Pendel, das mit dem Räderwerk durch die Hemmung und die Pendelgabel in Verbindung steht. Ohne die Hemmung und das

Pendel würde ja das durch das Antriebsgewicht in Gang gesetzte Uhrwerk sofort ablaufen. Durch das schwingende Pendel wird es hieran gehindert und sein Ablauf in gleiche Intervalle — meist Sekunden oder Halbsekunden — eingeteilt.

Dieses schwingende Pendel gehorcht nämlich einem bestimmten physikalischen Gesetz, das die Schwingungszeit des Pendels mit seiner Länge und der Schwerebeschleunigung, einer durch die Anziehungskraft der Erde gegebenen, an jedem Erdort gleichbleibenden Zahl, verknüpft. Das Gesetz, abgeleitet unter der Annahme eines sog. mathematischen Pendels — ein sich um einen Punkt drehender gewichtsloser Faden mit einem schweren Punkt am unteren Ende —, welches im luftleeren Raum schwingt und nur unendlich kleine Schwingungen ausführt, sagt aus, daß die Schwingungsdauer des Pendels um so größer wird, je länger das Pendel und je geringer die Schwerebeschleunigung ist. Die Länge unseres Sekundenpendels ergibt sich zu 99,4 cm oder rund 1 Meter.

Die Voraussetzungen des mathematischen Pendels werden sich in der Praxis nie verwirklichen lassen, denn die Pendelstange ist kein gewichtsloser Faden, sondern ein starker Metallstab, und die unten befestigte sog. Pendellinse ist nicht allein ein schwerer Punkt, sondern ein ziemlich großes und dickes Metallgebilde. Auch können wir das Pendel in Wirklichkeit niemals im vollständig luftleeren Raum schwingen lassen, wie wir es auch nicht unendlich kleine Schwingungen ausführen lassen können. Diese Abweichungen von einem niemals herzustellenden Idealzustand werden zur Folge haben, daß die Formel für die Schwingungsdauer des Pendels je nach der Art des Pendels, der das Pendel umgebenden Luft und der Größe der Schwingungen gewisse Zusätze erhalten muß.

Schon das Pendel für sich allein stellte im Laufe der Entwicklung den Fachleuten viele schwierige Aufgaben, die gelöst werden mußten. Die Pendelstangen, die mit dem unten befestigten Gewicht, der Pendellinse, immerhin ein Gewicht von etwa 7 kg aufweisen, bestanden zunächst aus Metall. Alle Metalle haben aber die Eigenschaft, sich bei Erwärmung auszudehnen und bei Abkühlung zusammenzuziehen. Jede Vergrößerung oder Verkleinerung der Pendellänge würde aber die Schwingungsdauer verändern. Die Forderungen der Wissenschaft laufen jedoch darauf hinaus, eine Uhr mit stets gleichbleibender Schwingungsdauer zu besitzen. Deshalb war man bemüht, durch Konstruktionsänderungen den Einfluß der Temperatur auf die Schwingungsdauer des Pendels zum Verschwinden zu bringen oder zumindest stark zu verringern. Es würde zu weit führen, hier die einzelnen Konstruktionsarten der Pendel anzuführen oder zu erläutern. Die heute fast einzig

und allein verwendeten Materialien für Pendelstangen sind Nickelstahl und geschmolzener Quarz. Letzterer hat sich wegen seiner Zerbrechlichkeit und seiner verhältnismäßig schwierigen Bearbeitung erst wenig durchgesetzt, während Nickelstahlpendel fast überall im Gebrauch sind und sich recht gut bewährt haben.

Der hierzu verwendete Nickelstahl — auch oft „Invar“ (unveränderlich) genannt — besteht aus 64,5 % Stahl und 35,7 % Nickel und wird vor der Inbetriebnahme mehrere Wochen lang getempert, d. h. in einer von 180 Grad ausgehenden und täglich etwas verminderten Temperatur häufig etwas erschüttert. Auf diese Weise werden die im Innern herrschenden Spannungen ausgeglichen. Die so behandelten Nickelstahlstangen verändern bei einem Temperaturunterschied von 1 Grad ihre Länge nicht mehr sprunghaft, sondern gleichmäßig um etwa ein Millionstel ihrer Länge.

Wir sehen also, daß die Schwingungsdauer auch solcher „für Temperatur kompensierter Pendel“ noch von der Temperatur abhängig ist, jedoch ist diese Abhängigkeit klein und gleichmäßig. Liest man also jeden Tag das zu jeder Thermometer ab, so kann man die durch die Temperatur erzeugte Änderung der Schwingungsdauer zahlenmäßig in Rechnung stellen.

Weiterhin ist noch zu berücksichtigen, daß sich die Luft im Pendelraume nach ihrer Temperatur schichtet. Die kalte Luft wird sich, wie es ja in der Wetterkunde schon seit langem bekannt ist, in den unteren Teil des Pendelraumes lagern, während darüber dann die Schichten höherer Temperatur liegen. Die Pendelstange wird also ihrer Länge nach in Luftschichten verschiedener Temperatur schwingen. Dieser Einfluß ist einmal durch eine am Pendel selbst vorgenommene Konstruktionsänderung vermindert worden. Andererseits hat man Präzisionsuhren gebaut, bei denen das Pendel in einem großen, aus Kupfer bestehenden Zylinder schwingt. Kupfer hat die Eigenschaft, die Wärme gut zu leiten, und so ist mit dieser Verbesserung erreicht, daß die im Kupferzylinder befindliche Luft sowohl oben als auch unten verhältnismäßig schnell die gleiche Temperatur annimmt. Wir werden diese Einrichtung später bei den Riefler-Uhren kennen lernen.

Die trotz dieser Verbesserungen noch übrigbleibenden Einwirkungen der Temperaturschichtung auf die Pendelschwingungen können zahlenmäßig dadurch ermittelt werden, daß in dem Pendelraum oben und unten je ein Thermometer angebracht wird, mittels derer man den Temperaturunterschied zwischen oben und unten, also eben die Temperaturschichtung, feststellen kann.

Aber auch die Luft, in der das Pendel schwingt, übt einen Einfluß auf den Gang der Uhr aus. Physikalischen Gesetzen zufolge, auf

die hier nicht näher eingegangen werden soll, erleidet nämlich das Pendel in der Atmosphäre einen Auftrieb. Es verliert soviel an Gewicht, wie die durch das Pendel verdrängte Luftmenge wiegt. Diesen Einfluß können wir auch so ausdrücken, als ob sich die Anziehungskraft der Erde verringert. Daraus geht hervor, daß sich die Schwingungsdauer vergrößert, wenn die Luftdichte steigt. Da sich aber die Luftdichte gemäß dem Barometerstand an einem Orte dauernd ändert, wird der Auftrieb des Pendels stets ein anderer sein, wodurch Schwankungen im Gange der Uhr hervorgerufen werden.

Andererseits schleppt das Pendel beim Hin- und Herschwingen die Luftmassen, von denen es umgeben wird, mit sich, wodurch auf die Pendelschwingungen ein Widerstand ausgeübt wird.

Von diesen beiden Lufteinflüssen läßt sich nur der erste zahlenmäßig streng erfassen. Allgemein aber läßt sich sagen: Eine Uhr geht um 1 bis 2 Hundertstel Sekunden langsamer pro Tag, wenn das Barometer um 1 mm steigt.

Zur Verminderung dieser Einwirkungen hat man einmal am Pendel selbst ein kleines Barometer angebracht, dessen sinnreicher Mechanismus den Lufteinfluß auf das Pendel wesentlich verringert. Der zweckmäßigere und radikalere Weg, von dem Lufteinfluß freizukommen, ist der, die Uhr in einen luftdichten Zylinder einzukapseln, aus dem ein wenig Luft herausgepumpt wird. Diese beiden Einrichtungen werden wir später noch genauer kennenlernen.

Wir haben damit mancherlei Einflüsse festgestellt, denen das Pendel beim Schwingen ausgesetzt ist. Sie besitzen aber wenigstens den Vorteil, daß sie sich bei guten und neueren Pendeln innerhalb enger Grenzen halten, und daß man sie aus längeren Beobachtungszeiträumen für jede gute Uhr zahlenmäßig ermitteln kann. Sind sie aber erst einmal zahlenmäßig bekannt, so bereitet es keine Schwierigkeiten mehr, voraussagen zu können, wie die Uhr bei einer bestimmten Temperatur, bei einer bestimmten Temperaturschichtung und bei einer bestimmten Luftdichte laufen wird. Im wesentlichen also sind die den Astronomen vom Pendel gestellten Aufgaben als gelöst zu betrachten.

Wohl aber sind noch beträchtliche Einflüsse auf den Gang der Uhr im Räderwerk und in der Aufhängung des Pendels zu suchen. Diese Einwirkungen lassen sich nicht so leicht ermitteln und zahlenmäßig angeben wie die oben genannten „Temperatur-“, „Schichtungs-“ und „Dichtekoeffizienten“.

Die hauptsächlichste Quelle allen Uebels ist die Uebertragung der Antriebsenergie auf das Pendel durch die Hemmung und die Pendelgabel.

Diese beiden wichtigen Bestandteile einer Pendeluhr, Hemmung und Pendelgabel, dienen ja einmal dazu, den Ablauf des vom Zuggewicht angetriebenen Räderwerkes in gleichmäßige

Intervalle einzuteilen. Die andere wichtige Aufgabe von Hemmung und Pendelgabel aber ist, dem Pendel, das ja durch die Reibung mit der Luft bald zum Stillstand kommen würde, vom Räderwerk aus regelmäßig neue Energie zum Schwingen zuzuführen. Diese Energie muß stets gleich sein, und sie muß sehr regelmäßig und vollkommen stoßfrei, also ohne nachteilige Einwirkungen auf das Pendel, zugeführt werden.

Hieraus geht nun schon deutlich hervor, daß das Pendel mit dem Räderwerk durch Hemmung und Pendelgabel in Verbindung steht. Dadurch aber wird die Schwingung des Pendels „unfrei“, und sie gehorcht somit nicht mehr genau der einfachen Pendelformel.

Damit aber ergibt sich zugleich die wichtigste Forderung, die bei der Konstruktion neuer Präzisionsuhren unbedingt gestellt werden muß: Entweder muß von einer freien Hemmung ausgegangen werden, also von einer solchen Hemmung, die überhaupt nicht mehr auf die Schwingungen des Pendels einwirkt, oder es ist eine Trennung des Pendels vom Räderwerk zu erstreben!

Im Räderwerk vermutet man noch einen weiteren, allerdings noch nicht restlos geklärten Einfluß auf die Pendelschwingungen und damit auf den Gang der Uhr. Es hat sich nämlich gezeigt, daß fast alle Uhren „akzelerieren“, d. h., daß sie ihren Gang gleichmäßig beschleunigen. Als Urheber dieser Eigenschaft macht man meist das Öl, dessen ja das Räderwerk einer Präzisionsuhr unbedingt bedarf, verantwortlich. Aber auch ungleichmäßige Änderungen, sogenannte Sprünge im Verhalten einer Uhr, werden oftmals dem Öl zugeschrieben. Allerdings können diese Einflüsse auch auf anderen uns noch unbekanntem Ursachen beruhen, denn das Öl ist in der Uhrenkunde ebenso „Mädchen für Alles“ wie der Aether in der Physik.

Als letzter Einfluß auf die Dauer und Regelmäßigkeit der Pendelschwingungen sei noch der der Pendelaufhängung erwähnt. Im allgemeinen begegnen wir bei astronomischen Uhren zwei sich wesentlich voneinander unterscheidenden Arten, der Federaufhängung und der Schneidenaufhängung.

Bei der Federaufhängung (Abb. 1) ist das Pendel P an zwei hintereinander angeordneten elastischen Stahlfedern S aufgehängt, deren obere und untere Enden zwischen Metallbacken B gefaßt sind. Die Benutzung von zwei Federn zwingt das Pendel, stets in der gleichen Ebene zu schwingen. Bei der Schneidenaufhängung (Abb. 2) dagegen ist am oberen Ende des Pendels P ein von vorn nach hinten verlaufendes schmales Stahlprisma Sp befestigt, das mit seiner unteren Kante Sch auf einer Achatpfanne A ruht. Das Pendel schwingt um die Berührungslinie zwischen dieser Stahlschneide Sch und der Achatpfanne A. Derartige Schneiden werden jetzt noch sehr viel bei guten

Waagen verwendet. In der Uhrentechnik war man bald von dieser Schneidenaufhängung abgekommen, da selbst die härteste Stahlschneide mit der Zeit Abnutzungen und damit Formveränderungen unterliegt, wodurch die Schwingungsdauer eines derart aufgehängten Pendels

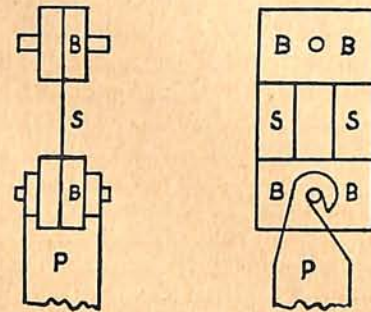


Abb. 1.

Federaufhängung von vorn und von der Seite.

stark und vor allen Dingen unkontrollierbar beeinflusst wird. Gerade in den letzten Monaten sind über die Vor- und Nachteile der einzelnen Aufhängungsarten verschiedene Untersuchungen durchgeführt worden.

Selbstverständlich hat aber auch die Federaufhängung entsprechende Nachteile, nur sind diese mathematisch wesentlich schwerer zu erfassen als die der Schneidenaufhängung. So ist z. B. festgestellt worden, daß sich die Pendelfedern bei Erschütterungen und Stößen um kleinste Beträge dehnen. Das aber zieht eine Verlängerung des Pendels und damit eine Vergrößerung der Schwingungsdauer des Pendels

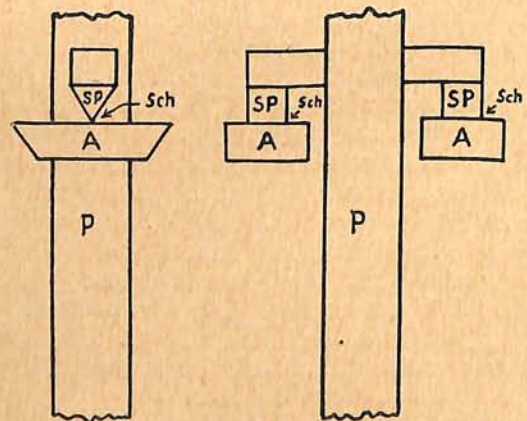


Abb. 2.

Schneidenaufhängung von vorn und von der Seite.

oder kurz des Ganges der Uhr nach sich. Um hier ein Beispiel anzuführen, sei bemerkt, daß eine Verlängerung der Pendelfeder um $\frac{1}{500}$ mm gleich 0,002 mm schon ein tägliches Nachgehen der Uhr von beinahe $\frac{1}{10} = 0,1$ Sekunde erzeugt.

Schließlich ist noch zu beachten, um welchen Punkt der Pendelfeder das Pendel schwingt, und ob dieser „Knickpunkt“ fest liegt oder sich längs der dünnen Stahlfedern verschiebt. Ueber diese Frage, die hier nur gestreift werden soll, sind umfangreiche, allerdings stark mathematische Untersuchungen angestellt worden.

Form und Art der Pendelaufhängung, der Pendelgabel und der Hemmung oder besser gesagt, Form und Art der Energieübertragung zwischen Räderwerk und Pendel erzeugen schließlich sowohl bei der Pendelfeder als auch bei der Schneidenaufhängung eine Abhängigkeit der Pendelschwingungsdauer von dem in Gradmaß gemessenen Winkel, den das schwingende Pendel zwischen seinen beiden Umkehrpunkten einschließt. Dieser Einfluß kann zahlenmäßig durch Experimente ermittelt werden, und das Ergebnis einer solchen Untersuchung liefert den „Schwingungsbogenkoeffizienten“, der angibt, um wieviel die Uhr ihren Gang ändert, wenn das Pendel infolge irgendwelcher Einflüsse auf das Räderwerk, auf die Hemmung oder auf die Pendelgabel seine Schwingungsweite um einen bestimmten Betrag (etwa 1 Bogensekunde) vergrößert oder verkleinert.

Die Ermittlung dieses Schwingungsbogenkoeffizienten ist wichtig, da die Pendel in der Praxis infolge der verschiedenartigen genannten Einflüsse einmal größere und ein andermal kleinere Schwingungen ausführen. Bei einer guten Uhr sollen zwar große und kleine Schwingungen gleich lange dauern, was sich jedoch nicht immer erreichen läßt. Mittels des

Schwingungsbogenkoeffizienten kann man dann zahlenmäßig den Einfluß errechnen, der im Gang der Uhr durch die Aenderungen der Schwingungsweite hervorgerufen wird.

In den vorstehenden Zeilen haben wir kurz die Schwierigkeiten gestreift, die bei dem Bau einer astronomischen Präzisionspendeluhr berücksichtigt und weitgehendst beseitigt werden müssen. Wir haben andererseits erkannt, daß sämtliche Neukonstruktionen zwangsläufig auf die Ersetzung der üblichen Hemmung durch eine freie Hemmung oder auf eine Trennung des Räderwerkes vom Pendel hinauslaufen müssen. Von den einzelnen erwähnten Einflüssen werden wir aber trotz der besten Uhren niemals ganz freikommen, d. h. wir werden auch bei den modernen Uhren einen Temperatur-, Schichtungs-, Dichte- und Schwingungsbogenkoeffizienten angeben finden, doch werden sich diese Zahlwerte wesentlich kleiner, mit größerer Genauigkeit und vor allen Dingen unveränderlicher als bei den bisherigen Uhren ergeben.

In einem folgenden Teil soll gezeigt werden, wie die feinmechanische Industrie in gemeinsamer Arbeit mit den Wissenschaftlern, Astronomen und Physikern die Wege zu immer besseren und verfeinerten Uhren ebnete.

Ein Gang durch das Astronomische Museum der Treptow-Sternwarte.

Von Erich Krug.
(Mit zwei Abbildungen.)

Wie eng sind doch seit jeher Sternenhimmel und Menschheit verbunden. Schon in grauer Vorzeit haben die Sterne den Blick der Menschen auf sich gelenkt, und ihr regelmäßiges Wandern über das Firmament, ihr an bestimmte Gesetze gebundenes Auf- und Untergehen ließen den Sinn für Ordnung und Harmonie entstehen. Bedeutende Dichter aller Zeiten haben die Schönheit des gestirnten Himmels gepriesen und besungen. Der regelmäßige Gang der Gestirne war es auch, der es ermöglichte, eine Zeiteinteilung, einen Kalender zu schaffen, wodurch die Entwicklung der Kultur gefördert wurde. Einen wertvollen Einblick in die tiefen Zusammenhänge zwischen Sternenhimmel und Menschheit und in die Erforschung des Weltalls geben die Sammlungen im Astronomischen Museum der Treptow-Sternwarte.

Immer schon waren die Menschen bemüht, das unfaßbare Ding Zeit meßbar zu machen. In Urzeiten, als noch der vorgeschichtliche Mensch die Wälder durchstreifte, wird zunächst der Lauf der Sonne, des Mondes, der Wechsel der Jahreszeiten als Kalender gedient haben. Bald aber war eine genauere Zeiteinteilung unerläß-

lich; Obelisken und Steinkreise entstanden. Die Sammlung von Sonnenuhren und Modelle alter, der Zeitbestimmung dienenden Bauten führt uns in die Zeiten vor Erfindung der Räder- und Pendeluhren zurück. Was für ein Wunderwerk gegen die alten Sonnenuhren ist die moderne und sorgfältig aufgestellte Rieflersche Präzisionsuhr, die luftdicht abgeschlossen ist, sich alle 50 Sekunden selbsttätig aufzieht, durch Luftdruck reguliert wird und nur in 100 Tagen höchstens um eine Sekunde abweicht. Aber auch der Gang der genauesten Uhr wird von den Astronomen tagtäglich mit dem Gang der großen Himmelsuhr, dem täglichen Lauf der Gestirne, der die Umdrehung der Erde um ihre Achse widerspiegelt, verglichen. Ein Hilfsmittel für diese Zeitbestimmungen ist das im Schrank der Sextanten stehende Passageinstrument. Tycho Brahe (1546—1601) hatte schon mit ganz einfachen Instrumenten, mit riesigen Mauerquadranten genaue Messungen angestellt und damit seinem Mitarbeiter, Kepler, die Grundlage für die Entdeckung der Planetengesetze geschaffen. Dr. F. S. Ardenhold hat in den Jahren 1901 und 1902 mit einigen Mitarbeitern

die Reste der ehemals großen Sternwarten Tycho Brahes auf der Insel Hven ausgegraben und vermessen. Verschiedene Fundstücke, wie z. B. ein Diopterlineal, zwei Visiervorrichtungen, einige Wandreste und Verzierungen und sogar eine große Papierschere sind wertvolle Erinnerungsgegenstände des Astronomischen Museums.

Neue Möglichkeiten und Aufgaben für die Astronomie tauchten auf, als im Jahre 1608 das Fernrohr erfunden wurde. Galilei, der große italienische Physiker, richtete es im Jahre 1609 als einer der ersten auf den Himmel. Wie

ginalfernrohr nimmt einen Ehrenplatz im Museum ein. Eine Reihe von Fernrohrmodellen zeigt die Entwicklung des astronomischen Fernrohrs und auch die praktische und originelle Aufstellung des großen, 21 Meter langen Refraktors der Treptow-Sternwarte, der nach den Angaben von Dr. Archenhold erbaut wurde.

Zahlreiche Demonstrationsapparate führen in die scheinbaren und wahren Bewegungen der Himmelskörper ein. Der Mangsche Apparat (benannt nach dem Konstrukteur Lehrer Mang) dient der Darstellung der Sonnenauf- und -untergänge in den verschiedenen Jahres-

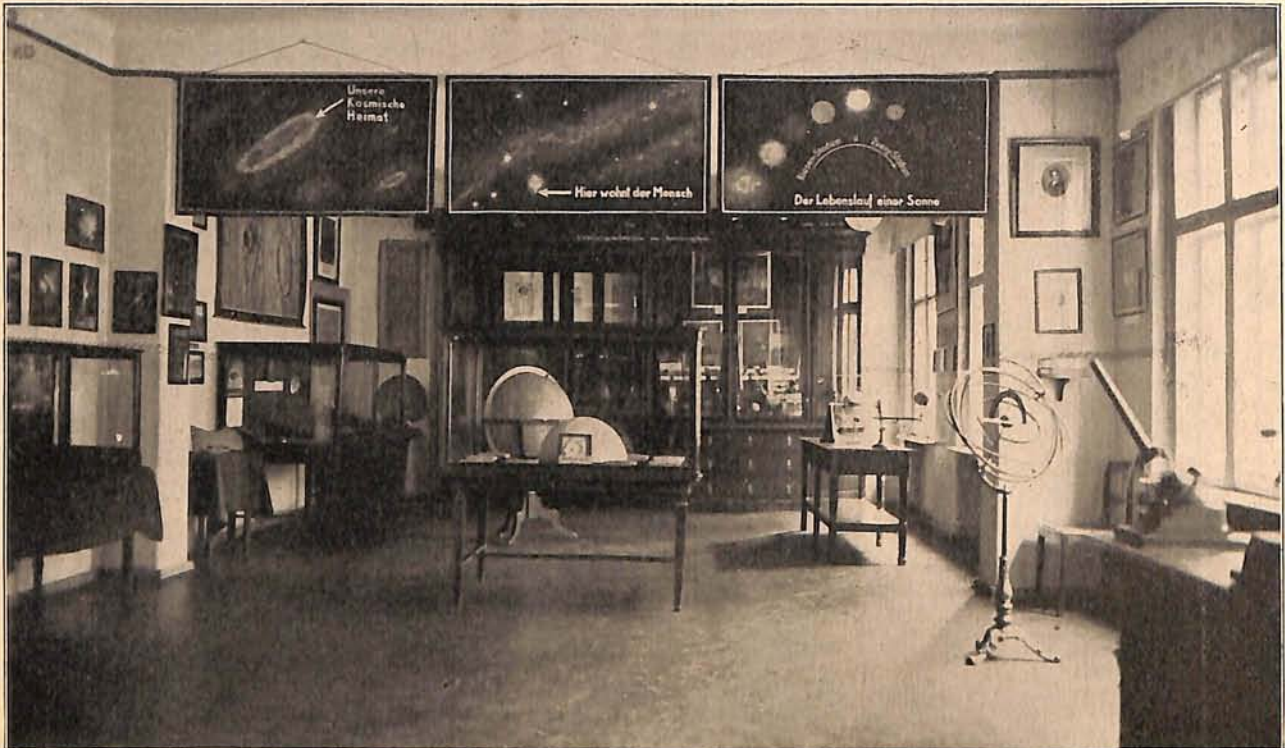


Abb. 1. Ein Teil des Astronomischen Museums der Treptow-Sternwarte.

außerordentlich primitiv die optischen Hilfsmittel damals waren, zeigt ein altes langes Pappfernrohr aus dem Ende des 17. Jahrhunderts mit winzigem Objektiv und geringer Vergrößerung. Ein Bild von dem großen Fernrohr Hevels (1611—1687), des Bürgermeisters von Danzig, erregt unsere Bewunderung. Die Entwicklung ging unaufhaltsam weiter. Immer bessere Fernrohre wurden gebaut. Herschel, der ehemalige Musiker und spätere Entdecker des Planeten Uranus, einer der bedeutendsten Beobachter aller Zeiten, drang mit seinen selbstgebaute Spiegelteleskopen immer tiefer in den Sternenraum und entdeckte zahlreiche Sternhaufen und Nebelflecke. Fraunhofers Entdeckungen und optische Arbeiten förderten die Astronomie ebenfalls außerordentlich. In der Neujahrsnacht des Jahres 1801 wurde der erste Planetoid, dem bald drei weitere folgten, entdeckt. Rund 50 Jahre später fand ein eifriger Liebhaberastronom, der Postmeister Hencke in Driesen, den fünften und sechsten. Sein Ori-

zeiten und für die verschiedenen Zonen, während das Tellurium die Entstehung der Jahreszeiten und der Sonnen- und Mondfinsternisse zeigt. Ein anderer Apparat wieder gibt ein Bild von der Entstehung von Ebbe und Flut, und das Planetarium stellt die Bewegung der Planeten um die Sonne dar. Hier haben wir zugleich eine ausgezeichnete Darstellung des kopernikanischen Systems. Es war die große Tat des Kopernikus, daß er vor 400 Jahren die Erde aus dem Mittelpunkte der Welt riß und ihr den gebührenden Platz als bescheidenes Sternchen unter Sternen anwies. Alle Planeten bewegen sich, wie der Apparat zeigt, um das gemeinsame Zentralgestirn, die Sonne. Die wichtige Rolle der Sonne als Mittelpunkt des Planetensystems und Königin des Tages wird in einem besonderen Schranke gewürdigt. Wir wissen, daß die Sonne ein gewaltiger Feuerball ist mit einer Temperatur von etwa 6000 Grad Hitze auf der Oberfläche. Im Innern des Sonnenkörpers mögen aber noch weit höhere Tem-

peraturen herrschen. Trotzdem ist unser Tagesgestirn ein absterbender Zwergstern, gibt es doch im weiten Reich der Fixsterne weit größere und heißere Sonnen, als unsere eigene es ist. Auf zwei großen farbigen Tafeln ist der Lebenslauf einer Sonne auf Grund der heutigen Forschung und ein Größenvergleich von Riesen und Zwergen im Weltall wiedergegeben. In Amerika und in Europa gibt es neuerdings ausgezeichnete eingerichtete sogenannte Turmteleskope, die speziell der Erforschung der Sonne gewidmet sind. Das bedeutendste in Deutschland ist das Institut für Sonnenforschung, das dem Potsdamer Observatorium angegliedert ist.

Einen Blick in die finstere Zeit des Abergläubens, der ja auch heute noch nicht ganz überwunden ist, gewährt der Kometschrank. Was hat man den harmlosen Schweifsternen nicht alles angedichtet! Aus den aufgehängten

Faksimiles alter Kometeneinblattdrucke sind die tollsten Kometenschandtaten ersichtlich: Von einem großen Sterben der Katzen in Westfalen bis zum Weltuntergang. Sogar auf die Hühner soll mancher Komet seinen Einfluß ausüben können. An der unebenen, mit Rillen bedeckten Eierschale, wie sie z. B. an den aufgestellten Eiern zu sehen ist, sollen die Kometen schuld haben, obwohl in Wirklichkeit eine Krankheit die Ursache hierfür ist. Der erste, der nachwies, daß auch die Kometen den geltenden kosmischen Gesetzen folgen, war Edmund Halley. Eine Kometenmedaille, die die Treptow-Sternwarte gelegentlich der Erscheinung des Halley'schen Kometen im Jahre 1910 herausgegeben hat, trägt daher die Aufschrift: „Halley besiegte die Kometenfurcht“. Die moderne Forschung hat weitere Aufklärung gebracht, und heute wissen wir, daß ein Komet kein fester Körper wie die Erde ist, sondern nur eine Sternschnuppenwolke. Wie leicht ein Komet schon durch die Einwirkung der Sonne zur Auflösung gebracht werden kann, zeigt eine Darstellung des Kometen Biela, der sich vor den Augen der Astronomen am Himmel regelrecht geteilt hat. Ein solcher Durchgang der Erde durch die Reste eines Kometen würde also nur einen schönen Sternschnuppenfall zur Folge haben, wie er

z. B. im Jahre 1835 am Niagara fall beobachtet wurde und in einem der zahlreichen Bilder dargestellt ist. Außer den vielen Sternschnuppen, die wir in August- und Novembernächten sehen, und die in den meisten Fällen nichts weiter sind als die Reste aufgelöster Kometen, ist auch schon der Fall größerer Weltrümmer beobachtet worden. Der Meteorschrank des Museums enthält eine ansehnliche Sammlung größerer Modelle und Originalstücke. Eine große Scheibe eines Eisenmeteoriten zeigt deutlich die rein metallische Beschaffenheit und die typischen Widmanstätten'schen Figuren. Ein ganz besonderes Ereignis war der Fall des Tunguska-Meteors, der im Jahre 1908 stattfand. Die Wirkung dieser Meteorikatastrophe zeigen die ausgezeichneten photographischen Aufnahmen des Professors

Kulik. Allein durch den Luftdruck beim Niederstürzen dieses Riesensmeteors wurde ein Wald in Zentral-sibirien in einer Ausdehnung von Tausenden von Quadratkilometern niedergelegt. Auf Grund der zahlreichen Einschlagslöcher schätzt man das

Gewicht dieses kosmischen Trümmers auf etwa 8 Millionen Zentner. Wie ein solches, glücklicherweise außerordentlich seltenes Ereignis für einen Augenzeugen aus-

sehen mag, hat der bekannte Kunstmaler Wilhelm Kranz in einem Phantasiebilde festgehalten: eine gewaltige kosmische Trümmersmasse, umgeben von glühenden Gasen, stürzt mit größter Geschwindigkeit verderbenbringend zur Erde. Daß durch ein solches kosmisches Bombardement der Mond sein kraterbedecktes Antlitz erhalten haben kann, ist durchaus nicht unmöglich. Der bedeutende Geologe Alfred Wegener hat die Aufsturztheorie mit allem Nachdruck vertreten, und die zahlreichen aufgestellten Kratermodelle sind gewissermaßen eine Stütze dieser Auffassung. Sie stammen von Versuchen von Dr. K. de Boer her und sind kürzlich dem Astronomischen Museum zum Geschenk gemacht worden. An weiteren neuen Ausstellungsgegenständen sei das von der Sternwarte Uccle gesandte Glasdiapositiv von jener Himmelsaufnahme, mit welcher Prof. Delporte kürzlich den kleinen Planeten EA₁ entdeckte, erwähnt. Die photographischen Vergrößerungen der schönsten

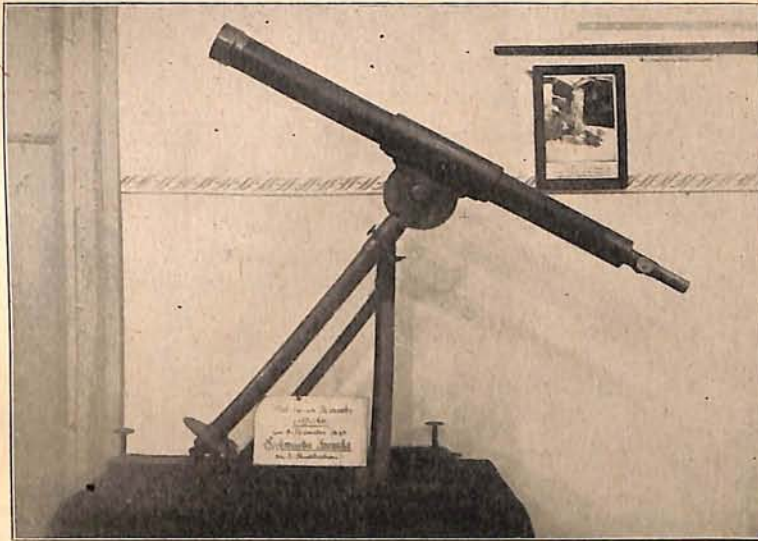


Abb. 2. Henkes Fernrohr
im Astronomischen Museum der Treptow-Sternwarte,
mit dem er am 8. Dezember 1845 den 5. Planetoiden entdeckte.

Himmelsaufnahmen sind der Agfa und der Photoabteilung der Karstadt A.-G. zu verdanken. Herr Harry Schäfer hat die großen astronomischen Oelbilder gemalt, und den Studenten der Astronomie, Herrn Wolfgang von Bezold und Herrn Eugen Rabe, Mitglieder des Vereins von Freunden der Treptow-Sternwarte, gebührt Dank für die Anfertigung zahlreicher Zeichnungen und Tafeln sowie für statistische und technische Arbeiten.

Das „Weltall im Regenschirm“ könnte man das Kunstwerk benennen, das Hedwig Müffelmann angefertigt hat, und das sozusagen ein Gegenstück zu dem interessanten Modell des Dipl.-Ing. Fränzel ist, welches die räumliche Verteilung der Sterne zeigt. Hedwig Müffelmann hat durch sorgfältiges Ausschneiden in der Bespannung eines großen Schirmes den Anblick des ganzen nördlichen Sternenhimmels festgehalten. Die Schirm-Hemisphäre wurde dann mit gelber Seide überzogen, und — gegen das Licht gehalten — leuchten die bekannten Sternbilder der nördlichen Hemisphäre und sogar der zarte Schimmer der Milchstraße auf. Die Herstellerin hat dieses schöne Modell schon vor Jahrzehnten für Unterrichtszwecke benutzt und dürfte damit als Erfinderin des heute in verschiedenen Ausführungen verbreiteten Sternenschirms gelten. Unwillkürlich entsteht bei der Betrachtung dieser Sternenschau oder des großen Himmelsglobus der Gedanke: Was ist die Erde, was die Sonne mit allen ihren Planeten im Sternengewimmel unserer Welteninsel? Eine große farbige Tafel zeigt unsere Stellung im Weltall. Auf dem winzigen Begleitstern einer der vielen Sonnen wohnt der Mensch, der Bewohner eines Sandkorns, das hin und her geworfen wird im kosmischen Kräftepiel. Aus Milliarden von Sonnen besteht unsere Milchstraße, und sie alle bilden das große Sternsystem, das unsere kosmische Heimat ist. Aber unsere Milchstraße mit all den Sonnen, Planeten, Kometen, Meteorschwärmen und Gasnebeln ist nicht die einzige im Kosmos. Die Ausstellung wunderbarer Himmelsaufnahmen, hergestellt mit dem lichtstärksten Fern-

rohr der Welt, dem 2½-m-Spiegelteleskop des Mount Wilson-Observatoriums, zeigt uns mit aller Deutlichkeit, daß in den Tiefen des Raumes weit jenseits der Grenzen der Milchstraße andere Weltgebilde, seltsame Spiralnebel, schweben. Diese Spiralnebel sind, wie die unermüdlige Forschung ermittelte, selbst wieder Milchstraßensysteme, bestehend aus Milliarden von Sonnen. Eines der nächsten Nachbarsysteme ist der Andromedanebel. Das Licht braucht fast eine Million Jahre, ehe es die Strecke, die unsere Milchstraße von jener Sterneninsel trennt, durchmessen hat. Aber man kennt schon viele Tausende von Spiralnebeln. Die fernsten bisher bekannten sind mehrere hundert Millionen Lichtjahre von uns entfernt. Hier versagt alles menschliche Vorstellungsvermögen, hier ertönt der Donnerruf des Alls: Unendlichkeit! Was soll man mehr bewundern, die Größe des Raumes oder den im Universum verschwindend kleinen Menschen, der sich mit seinem Gehirn solch ein gewaltiges Weltbild erarbeitet, erkämpft, erobert hat? —

Wir blicken zurück. An Hand der astronomischen Sammlungen haben wir eine Reise ins Weltall gemacht und zugleich im Geiste den Weg der Erforschung des Himmels in großen Zügen noch einmal durchwandert. Wie weit und mühevoll war doch für die Menschheit dieser Weg von der primitiven geozentrischen Auffassung des Altertums und Mittelalters bis zum modernen astronomischen Weltbild der Gegenwart. An den Wänden hängen die Bilder der großen Denker und Wahrheitssucher, unter ihnen als Marksteine in der Menschheitsgeschichte: Kopernikus, Giordano Bruno, Galilei, Kepler. Zu ihnen allen, die weder Gefahren noch Opfer scheuten, um die Wahrheit zu entdecken und einem größeren, vollkommeneren Weltbild Bahn zu brechen, blicken wir Erdenkinder des 20. Jahrhunderts dankbar auf und rufen ihnen in Ehrfurcht jenes alte Goethewort zu:

„Es wird die Spur von euren Erdentagen
Nicht in Äonen untergehn!“

Die planetarischen Nebel und der Prozeß des Nebelleuchtens.

(Schluß.)

Von cand. astr. H. Lambrecht.
(Mit einer Abbildung.)

III. Die Bedeutung des Zentralsterns in den planetarischen Nebeln.

Im ersten Teil (Heft 4/5) wurden die Beobachtungsergebnisse sowie die Deutung der Nebellinien behandelt, und es ist darauf hingewiesen worden, daß das Leuchten der planetarischen

Nebel auf eine anregende Strahlung zurückzuführen sei, die von den Zentralsternen ausgeht. Da jedoch das Spektrum der Nebel gänzlich verschieden von dem der Zentralsterne ist, kommt man nicht mit der Annahme reiner Reflektion des Sternenlichtes in der Nebelhülle

aus, sondern man muß das Leuchten auf eine Art Strahlung zurückführen, die sich etwa mit der Lumineszenzstrahlung vergleichen ließe. Nach Hubble¹⁾ zeigt sich nun tatsächlich eine auffallende Zuordnung des Spektrums aller galaktischen Nebel zu dem des anregenden Sterns, und zwar derart, daß die heißen Sterne ein Emissionsspektrum, die Sterne vom Typ B 1 und die späteren Typen ein kontinuierliches Spektrum hervorrufen.

Eine einfache Möglichkeit zur Prüfung unserer Behauptung liegt in der Feststellung, ob das Licht des Zentralsterns im Nebel dem quadratischen Ausbreitungsgesetz (es besagt, daß die Intensität der Strahlung mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt) gehorcht; denn wenn die Leuchtanregung vom Zentralstern ausgeht, muß dessen Strahlung in der dünnen Nebelmaterie angenähert dieses Gesetz befolgen. Dabei ist natürlich vorausgesetzt, daß das Licht auf dem Wege durch den Nebel keine merkliche Absorption erleidet. Es muß dann bei Lichtungsdauer der photographischen Aufnahmen der scheinbare Nebelhalbmesser eine Funktion der Sternhelligkeit sein. Hubble konnte eine empirische Formel für diesen funktionalen Zusammenhang zwischen scheinbarer Sternhelligkeit (m) und Nebelhalbmesser (a) aufstellen. Indem man verschiedene Werte des Logarithmus von a als Ordinaten und die Helligkeiten m als Abszissen aufträgt, erhält man eine gerade Linie mit einer bestimmten Neigung gegen die Abszissenachse. Für die planetarischen Nebel zeigt sich auf diese Weise, daß die Nebelhelligkeit gegenüber der Sternhelligkeit um etwa 4–5 Größenklassen höher ist, als es die Theorie verlangt. Da jedoch, wie wir bereits im ersten Teil unserer Betrachtungen gesehen haben, die größte Strahlungsintensität der Zentralsterne jenseits des photographisch erfassbaren Gebietes im Ultraviolett liegt, ist es ohne weiteres klar, daß ein großer Teil des Sternenlichtes auf der photographischen Platte überhaupt nicht zur Wirkung kommt. Daher ist es in Wirklichkeit nicht so, daß der Nebel zu hell ist, sondern der Stern erscheint uns zu schwach, und wir können unsere Forderung als erfüllt ansehen.

Nach diesen Untersuchungen scheint es vollkommen außer Zweifel zu stehen, daß wir die Quelle der Leuchtanregung in der vom Zentralstern ausgehenden Strahlung zu suchen haben. Unter dieser Voraussetzung ist dann auch von Zanstra und Bowen die spezielle Theorie des Leuchtens der Nebelhülle entwickelt worden,

auf die wir jetzt zu sprechen kommen wollen²⁾. Die Grundzüge der Theorie lassen sich in wenigen Sätzen zusammenfassen. Für das Zustandekommen des Leuchtens sind zwei Mechanismen verantwortlich zu machen, die wir nach Zanstra kurz folgendermaßen charakterisieren wollen: 1. Photoelektrische Ionisation der Atome in der Nebelhülle und nachfolgendes Leuchten durch Wiedervereinigung der frei gewordenen Elektronen mit den Ionen (Wiedervereinigungs-Leuchten). 2. Photoelektrische Ionisation und nachfolgendes Leuchten durch Stoß der frei gewordenen Elektronen. — Nach dem Mechanismus 1 werden also die Atome der Nebelhülle durch Absorption desjenigen Spektralbereiches der anregenden Strahlung ionisiert, dessen Wellenlänge kürzer ist als die der Ionisierungsspannung entsprechende. Unter Ionisierungsspannung eines Atoms ist dabei die in Volt ausgedrückte Energiedifferenz zwischen Normalzustand, der gleichzeitig auch der energieärmste ist, und dem Zustand völliger Ablösung der Elektronen von diesem Atom zu verstehen.

Durch Fortsetzung der Ionisierung werden aus den einfach geladenen Ionen die doppelt geladenen Ionen des Sauerstoffs und Stickstoffs (mit O^{++} und N^{++} bezeichnet) erzeugt. Die Ausstrahlung entsteht dann dadurch, daß die Ionen wieder Elektronen einfangen. Diese werden in höheren Zuständen gebunden und strahlen das kontinuierliche Spektrum jenseits der einzelnen Serien des Wasserstoffs aus. Durch stufenweises Zurückfallen in niedrigere Energieniveaus werden die bekannten Linien der Balmerserie, Lymanserie usw. emittiert. Dies ist der von uns als Mechanismus 1 bezeichnete Vorgang. Der zweite Mechanismus trägt nun wesentlich zur Emission der Nebellinien bei. Die durch die photoelektrische Ionisation frei gewordenen Elektronen besitzen eine bestimmte Bewegungsenergie, die sie beim Zusammenstoß an andere Atome und Ionen abgeben und diese dadurch zur Emission insbesondere der Linien N_1 und N_2 anregen. Erst nach Verlust nahezu ihrer gesamten kinetischen Energie werden sie wieder von den Ionen eingefangen.

Die Mechanismen 1 und 2 bestimmen ausschließlich das Nebelleuchten. Von ihrer Stärke hängt die Intensität der Emissionslinien ab. Durch die Tatsache, daß die Nebuliumlinien zu ihrem Leuchten durch Wiedervereinigung eine außerordentlich hohe Energie der anregenden Strahlung und damit eine zu hohe Temperatur des Zentralsterns (über 90 000°) verlangen würden, erwies sich die Einführung des Mechanismus 2 als notwendig. Da die Nebuliumlinien eine niedrige Anregung besitzen, kann dieser Mechanismus für ihre Emission als vollkommen ausreichend betrachtet werden. Für die im nächsten Abschnitt zu behandelnde Berechnung von Zentralsterntemperaturen ist ferner wichtig, daß Zanstra und Bowen zur Vereinfachung

¹⁾ Astrophys. Journal Bd. 56, S. 162 u. 400, 1922.

²⁾ Zanstra, Astrophysic. Journal Bd. 65, S. 50, 1927; Nature 19. Mai 1928; Zeitschr. f. Astrophysik Bd. 2, H. 1 und 5, 1931; siehe auch: D. H. Menzel, Publ. of the Astr. Soc. of the Pacific Bd. 58, S. 295, 1926; Paschen, Die Naturwissenschaften Bd. 18, S. 752, 1930.

annehmen, die Nebelhülle bestände hauptsächlich aus Wasserstoff, dessen Atome einen großen Bereich der anregenden Strahlung jenseits der Grenze der Lymanserie absorbieren. Auf Details der Theorie werden wir im nächsten Abschnitt bei Gelegenheit der Besprechung der Temperaturbestimmung noch zurückkommen. Im wesentlichen sind die Grundzüge der Zanstra-Bowenschen Vorstellung durch diesen kurzen Ueberblick erfaßt.

Eine Theorie, die wie die Zanstra-Bowensche ausschließlich auf atomtheoretischen Erwägungen basiert, erhält erst ihren praktischen Wert, wenn es sich zeigt, daß sie sich bequem in die durch die Beobachtungen gegebenen Tatsachen einfügen läßt. Wir werden sehen, daß nicht nur dies der Fall ist, sondern daß die Annahmen auch zu einem außerordentlich fruchtbaren Hilfsmittel für die Berechnungen von Temperaturen und Entfernungen geworden sind. Zunächst wollen wir aber noch einmal die eigenartige Verteilung der Emissionen betrachten, wie sie sich in den monochromatischen Nebelbildern zeigt, da hier die Theorie den schönsten Beweis für ihre Gültigkeit erbringen konnte. Wir folgen den Ausführungen von Bowen und verweisen, was die Beobachtungstatsachen betrifft, auf den ersten Abschnitt.

Es soll der einfache Fall betrachtet werden, daß die Nebelhülle aus reinem Sauerstoff besteht und der Zentralstern ein schwarzer Strahler ist. Die Wellenlänge der anregenden Strahlung, die zur Ionisierung erforderlich ist, nimmt bekanntlich ab, wenn die Ionisierungsspannung der angeregten Atome in der Nebelhülle zunimmt. Für Sauerstoff bekommt man dann folgende Wellenlängenskala der anregenden Strahlung:

$$\left. \begin{array}{l} \lambda = 911 \text{ \AA} \\ \lambda = 553 \text{ \AA} \\ \lambda = 225 \text{ \AA} \\ \lambda = 160 \text{ \AA} \\ \lambda = 115 \text{ \AA} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{entspricht} \\ \text{der Ionisierungs-} \\ \text{spannung} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} V = 15,55 \text{ Volt des O-Atoms} \\ V = 54,90 \text{ Volt des O}^+ \text{ Ions} \\ V = 54,80 \text{ Volt des O}^{++} \text{ Ions} \\ V = 77,00 \text{ Volt des O}^{+++} \text{ Ions} \\ V = 107,70 \text{ Volt des O}^{++++} \text{ Ions} \end{array} \right.$$

$\text{\AA} = \text{Ångström-Einheiten (Längeneinheiten, in denen die Wellenlänge gemessen wird).}$

Daraus geht hervor, daß der neutrale Sauerstoff die Wellenlängen kürzer als 911 Å der anregenden Strahlung absorbiert, wodurch O^+ Ionen entstehen; es absorbieren diese den Bereich jenseits 550 Å, die so entstehenden O^{++} Ionen die Wellenlängen kleiner als 225 Å usw. Demnach kann die langwellige Sternstrahlung am weitesten in die Nebelhülle vordringen, während das kurzwellige Licht in der Nähe des Zentralsterns zur Bildung des mehrfach ionisierten Sauerstoffs verbraucht wird. Das kurzwellige Sternenlicht jenseits $\lambda = 160 \text{ Å}$ wird also unmittelbar in der Nachbarschaft des Zentralsterns absorbiert und erzeugt auf diese Weise die O^{++++} Ionen. Fangen diese Ionen freie Elektronen ein, so wird in dieser Zone das O IV Spektrum erzeugt. Das dadurch entstan-

dene O^{+++} Ion verwandelt sich augenblicklich durch Absorption der Sternstrahlung kürzer als 160 Å in ein O^{++++} Ion zurück, während längere Wellenlängen ungehindert weiter vordringen können. O^{+++} Ionen können sich erst halten, wenn das Sternenlicht nach Zurücklegung einer gewissen Strecke keine Wellenlängen kürzer als 160 Å enthält. In der Figur 1 liegt das Gebiet der O^{++++} Ionen unmittelbar um den Stern. Es folgt dann das Gebiet der O^{+++} Ionen. Die Anlagerung der Elektronen an das O^{+++} Ion gibt in diesem Gebiete Anlaß

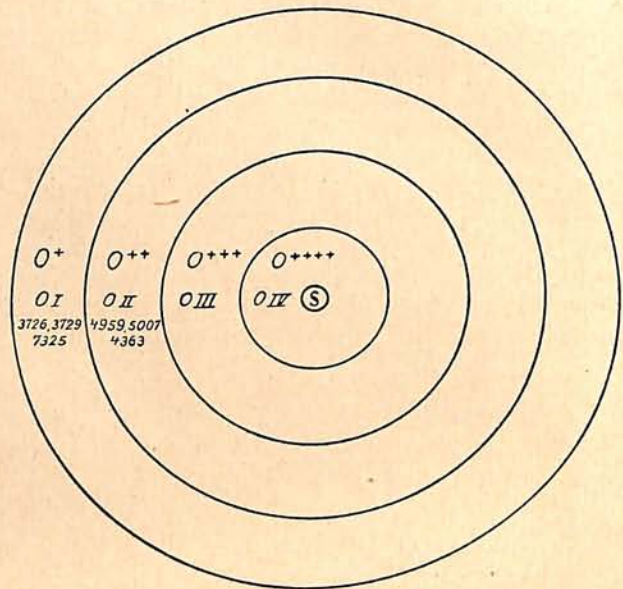


Abb. 1. Querschnitt durch einen idealen planetarischen Nebel nach Bowen. Die Zahlen bedeuten die Wellenlängen der in der betreffenden Region ausgestrahlten Linien.

zur Aussendung des O III Spektrums. Das Elektron wird jedoch sofort wieder durch die Wirkung des Lichtes der Wellenlängen 160 bis 250 Å herausgeworfen, wobei diese Strahlung absorbiert wird. Die Absorption ist vollständig, wenn der zweite Kreis der Figur erreicht wird, wobei sich dann in dem dritten Gebiet O^{++} Ionen halten können. Auf entsprechende Weise entsteht die Grenze für das O^+ Ion. In Wirklichkeit sind die Grenzen zwischen den Zonen nicht so scharf gezogen; vielmehr erfolgen die Uebergänge allmählich.

In den Nebeln sind natürlich noch andere Elemente außer dem Sauerstoff vorhanden. Da jedoch der Wasserstoff fast die gleiche Ionisierungsspannung wie der Sauerstoff und das einfach ionisierte Helium wie der zweifach ionisierte Sauerstoff hat, so kann man diese einander gleichsetzen. Zu berücksichtigen ist, daß das Wasserstoffatom überhaupt nur ein einziges Elektron besitzt und daher nur einmal ionisiert werden kann. Es wird die seiner Ionisierungsspannung entsprechenden Wellenlängen kleiner als 911 Å in unmittelbarer Nähe des Zentralsterns absorbieren und infolgedessen dort auch die Linien der Balmer serie emittieren.

Da dadurch der Wellenlängenbereich kleiner als 911 ÅE verbraucht ist, kann in die entferntesten Zonen kein kurzwelliges Licht gelangen. Nach Bowen ist durch diese Tatsache das Fehlen der O-Emissionen im Spektrum der planetarischen Nebel erklärt.

Die auffallende Stärke der Nebellinien N_1 (λ 5007) und N_2 (λ 4959), die, wie im ersten Teil gezeigt wurde, von metastabilen Ionen ausgesandt werden, erklärt sich aus der im Verhältnis zu den Normalzuständen niedrigen Anregungsspannung. Daher werden diese Linien vor allem auch im Spektrum der äußeren Teile der Nebelhülle auftreten, bis wohin das langwellige Licht gelangt.

Durch die Zanstra-Bowensche Vorstellung werden die spektralen Eigentümlichkeiten der planetarischen Nebel aufgeklärt, so daß man auf Grund derselben mit dem besten Gewissen weitere theoretische Erwägungen ausführen kann, ohne befürchten zu müssen, sich dabei in spekulative Gedankengänge zu verlieren. Wir wollen im nächsten Abschnitt noch kurz auf einige derartige Erwägungen eingehen.

IV. Die Bestimmung von Temperaturen und Entfernungen.

Aus den vorherigen Ausführungen geht ohne weiteres hervor, daß die Intensität der Emissionen von der Energie der anregenden Strahlung und damit von der Temperatur des Strahlers abhängig ist, und zwar muß im stationären Zustand die Intensität der absorbierten ultravioletten Sternstrahlung gleich derjenigen der vom Nebel ausgesandten Spektrallinien sein. Nimmt man vorläufig an, daß die Nebelhülle nur aus Wasserstoff besteht, so wissen

wir, daß dieser den Wellenlängenbereich kleiner als 911 ÅE der Sternstrahlung absorbiert. Die Intensität dieses ultravioletten Lichtes läßt sich mit Hilfe des Planckschen Strahlungsgesetzes aus der durch die Beobachtung gegebenen Gesamtstrahlung des Zentralsterns berechnen. Andererseits ergibt sich aus den Beobachtungsdaten die Totalintensität der Spektrallinien. Wie die von Zanstra abgeleitete Formel zeigt, geht die Temperatur des Zentralsterns wesentlich in unser Problem ein, und wir erhalten dadurch die Möglichkeit, die unbekanntes Zentralsterntemperaturen zu bestimmen.

Eine zweite Methode ist auf die Auswertung der Annahme begründet, daß die Nebuliumlinien im wesentlichen durch Elektronenstoß angeregt werden. Beide Methoden führen etwa zu denselben Zahlenwerten, wie aus der folgenden Tabelle für zwei planetarische Nebel hervorgeht.

| Nebel | 1. Methode (Wasserstoff) | 2. Methode (Nebulium) |
|---------------|-----------------------------|--------------------------|
| N. G. C. 6572 | 41 000° | 38 000° |
| N. G. C. 6545 | 37 500° | 35 000° |

Die gute Uebereinstimmung der Werte ist deswegen von besonderer Bedeutung, weil die beiden Methoden gänzlich unabhängig voneinander sind. Die in der nachstehenden Tabelle angegebenen Werte für einige der wichtigsten planetarischen Nebel genießen also ein gewisses Vertrauen. Besonders erwähnen wollen wir noch, daß Zanstra auf Grund seiner Berechnungen auch Werte für Entfernungen und Durchmesser der planetarischen Nebel ableiten konnte. Die Resultate sind in der Tabelle mit angegeben.

Die helleren planetarischen Nebel und ihre Zentralsterne.

| Nebel N.G.C. | Scheinb. Helligkeit des Zentral- sterns | Helligkeits- unterschied Stern-Nebel | Temperatur in 1000° C. | Abschätzung für | | Bemerkungen |
|-----------------|---|--|---------------------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| | | | | Entfernung in Parsec | Durchm. in 1000 astr. Einh. | |
| 6445 | 19 | 8,6 | 140 | 2700 | 48 | Stern verdunkelt? |
| 1952 | 15,9 | 7,5 | 100 | 1500 | 64 | Crab-Nebel |
| 2458 | 16,6 | 6,8 | 85 | 1600 | 48 | |
| 650/1 | 16,6 | 6,7 | 85 | 1650 | 66 | |
| 6853 | 15,6 | 6,5 | 75 | 470 | 42 | Dumbbell-Nebel |
| 6818 | 14,9 | 6,1 | 70 | 920 | 9,2 | |
| 6720 | 14,7 | 5,9 | 70 | 890 | 27 | Kingnebel i. d. Leier |
| 3587 | 14,5 | 4,9 | 55 | 1000 | 100 | Eulennebel |
| 3242 | 11,7 | 4,6 | 55 | 540 | 4,4 | |
| 7009 | 11,7 | 4,5 | 50 | 550 | 4,2 | |
| 7662 | 12,7 | 4,5 | 50 | 590 | 4,7 | Ringnebel i. Andromeda |
| 6905 | 14,5 | 3,8 | 45 | 1600 | 29 | |
| 6509 | 14,1 | 3,5 | 40 | 1550 | 7,8 | |
| 6210 | 11,7 | 3,2 | 40 | 550 | 2,1 | |
| 6545 | 11,5 | 3,2 | 40 | 440 | 3,6 | im Drachen |
| 1555 | 11,6 | 2,8 | 38 | 580 | 5,8 | |
| 4361 | 12,8 | 2,7 | 37 | 1050 | 21 | |
| 6826 | 10,8 | 2,4 | 35 | 460 | 5,0 | |
| 6572 | 10,5 | 2,1 | 34 | 440 | 1,5 | |
| 6804 | 15,4 | 1,6 | 31 | 1950 | 39 | |
| 2392 | 10,0 | 1,6 | 31 | 410 | 3,7 | abnorm, He II intensiv |
| 7008 | 12,8 | 0,6 | 28 | 2050 | 82 | |

Natürlich ist bei der allgemeinen Beurteilung der in der Tabelle wiedergegebenen Resultate zu berücksichtigen, daß wir einige wesentliche Annahmen gemacht haben. So ist vorausgesetzt worden, daß das Licht des Zentralsterns auf seinem Wege durch die Nebelhülle keine Absorption erleidet. Nach Gerasimowitch ist dies nicht der Fall; das Sternenlicht wird vielmehr auf Grund seiner Berechnungen z. T. absorbiert³⁾. Erweisen sich die Annahmen der Lichtabsorption im Nebel als richtig, so muß die von uns geschilderte Theorie wesentlich revidiert werden. Auch die Resultate werden dann natürlich anders aussehen. Jedoch liegt bis jetzt noch keine Untersuchung des Nebelleuchtens vor, die die Lichtabsorption in der Nebelhülle berücksichtigt, so daß wir uns vorläufig mit unseren Ergebnissen begnügen müssen. Ebenso kann man natürlich nicht allgemein annehmen, daß der Zentralstern ein schwarzer

Strahler ist. Wir müssen also unsere Ergebnisse als erste Näherungen betrachten, die sicherlich der Größenordnung nach richtig sind, andererseits aber durch spätere Untersuchungen verbessert werden müssen.

Wir sind hiermit am Schluß unserer Betrachtungen angelangt. Wenn auch unsere Aufgabe, das Leuchten der planetarischen Nebel und die damit zusammenhängenden physikalischen Probleme zu erläutern, erfüllt ist, so bleibt doch noch vieles Interessante über die planetarischen Nebel zu sagen. Zum Beispiel liegen jetzt neue Untersuchungen über die Expansion der Nebelhülle vor, wodurch Aufspaltungen der Spektrallinien erklärt werden; von Interesse ist ferner eine Untersuchung der kosmogonischen Stellung der planetarischen Nebel und damit zusammenhängend die spektrale Einordnung der Zentralsterne. Ich hoffe jedoch, durch meine Ausführungen ein Bild der Vorstellungen, wie sie uns durch wissenschaftliche Untersuchungen übermittelt werden, gegeben zu haben.

³⁾ A. N. 225, S. 89, 1925; Publ. of the Astron. Soc. of the Pacific Bd. 59, S. 19, 1927.

Der gestirnte Himmel im Juni 1933.

Von Günter Archenhold.

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

In den Juni fallen zwei wichtige Ereignisse: Eine nahe Konjunktion von Mars und Jupiter am Anfang des Monats und die Sommersonnenwende am 21. Juni.

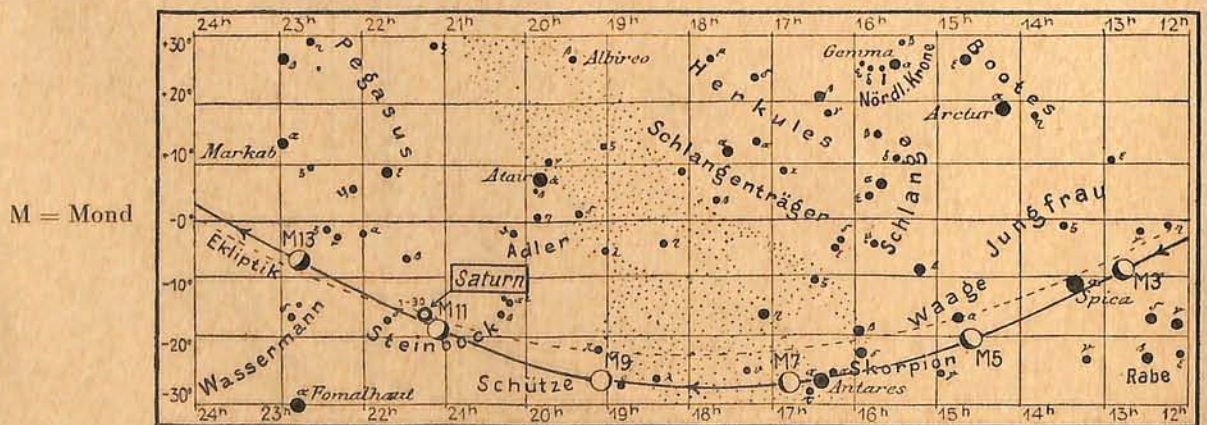
Die Konjunktion der beiden am Abendhimmel sichtbaren Planeten Mars und Jupiter tritt am 4. Juni eine Stunde vor Mitternacht ein. Mars steht dann 16', einen halben Monddurchmesser, südlich von Jupiter. Beide Planeten erscheinen dann zugleich im Gesichtsfeld eines Okulars von mittlerer Vergrößerung, wodurch insbesondere Farben- und Helligkeitsstudien erleichtert werden. Wie unsere Planetenkarte zeigt, entfernt sich Mars nach dem 4. Juni schnell in südöstlicher Richtung von Jupiter. Am 1. des Monats steht der Mond, wie ebenfalls

aus der Karte hervorgeht, nahe bei dem Planetenpaar. Mars hat am Konjunktionstage einen Abstand von 184 Millionen km von der Erde; Jupiter ist mehr als viermal weiter entfernt, nämlich 796 Millionen km. Das Licht braucht dann von Mars 10 Minuten, von Jupiter 44 Minuten bis zu uns.

Die Sommersonnenwende am 21. Juni wird durch den Höhepunkt der Sonne in ihrer scheinbaren Jahresbahn gekennzeichnet. Die Aufwärtsbewegung nimmt nun ein Ende, und der astronomische Sommer beginnt. Wir haben den längsten Tag und die kürzeste Nacht.

Die Beobachtung des Fixsternhimmels wird durch die Helle der Juninächte wesentlich erschwert. In der Mitternachtsdämmerung sind

Lauf von Sonne, Mond und Planeten



nur die helleren Sterne der um den Himmelspol stehenden Bilder sichtbar, während schwächere Sterne und die Milchstraße verblassen. Im Westen fällt das Sternbild des Löwen mit den beiden Planeten Mars und Jupiter am meisten auf. Tief im Süden, nahe dem Horizont, stehen diejenigen Bilder, in denen während der Wintermonate die Sonne ihre Bahn zieht, und im Osten kommen die Sommersternbilder herauf.

Die Planeten.

Merkur ist im Juni für das bloße Auge unsichtbar. Mit dem Opernglase wird es jedoch möglich sein, ihn am westlichen Abendhimmel zu erspähen. Seine Helligkeit ist am Anfang des Monats recht groß, nämlich etwa so wie die des Sirius. Es kommt hinzu, daß man bei seiner Aufsuchung an der leicht sichtbaren Venus einen guten Anhaltspunkt hat, weil sich Merkur ganz in ihrer Nähe aufhält. Im Anfang des Monats ist er ein wenig rechts vom Abendstern zu finden, am 8. steht er einen Grad nördlich in Konjunktion mit der Venus und späterhin links oberhalb von ihr. Mit zunehmender Phase ist die Helligkeit des sonnennächsten Planeten in schneller Abnahme begriffen; am Ende des Monats kommt seine Helligkeit nur der des Prokyon gleich.

Venus ist zu Anfang des Monats eine Viertelstunde, am Monatsende eine halbe Stunde lang in der Abenddämmerung sichtbar. Am 24. zieht der junge Mond an ihr vorüber.

Mars ist vom Eintritt der Dunkelheit an anfangs bis 1^h, zuletzt bis 25^h50^m zu beobachten. Die rechtläufige Bewegung des Planeten beschleunigt sich. Am 4. Juni überholt er Jupiter, wobei sich eine bemerkenswert nahe Konjunktion ergibt. Ende des Monats wandert er aus dem Sternbild des Löwen in das der Jungfrau.

Jupiter, im Sternbild des Löwen, ist anfangs wenige Minuten länger, zum Schluß des Monats eine Viertelstunde kürzer sichtbar als Mars. Die Stellungen und Verfinsterungen seiner vier hellen Monde sind in der folgenden Tabelle angegeben.

| Verfinsterungen | | | | Stellungen | | | |
|-----------------|-----------------|------------|---|------------|---|------|---|
| Juni | M. E. Z. h m | Mond | | Juni | 22 ^h 50 ^m M. E. Z. | Juni | 22 ^h 50 ^m M. E. Z. |
| 9 | 21 17 | II A | A | 1 | 243 ○ | 16 | ○ 134 |
| 10 | 21 43 | I A | A | 2 | 41 ○ 23 | 17 | ○ 423 |
| 17 | 23 39 | I A | A | 3 | 4 ○ 123 | 18 | 421 ○ 3 |
| 23 | 22 8 | III A | A | 4 | 421 ○ 3 | 19 | 42 ○ 31 |
| 26 | 21 43 | IV E | E | 5 | 423 ○ 1 | 20 | 431 ○ 2 |
| | | | | 6 | 431 ○ 2 | 21 | 43 ○ 21 |
| | | E=Eintritt | | 7 | 43 ② 1 | 22 | 4321 ○ |
| | | A=Austritt | | 8 | 2431 ○ | 23 | 4 ○ 13 |
| | | | | 9 | ① 423 | 24 | 4 ○ 23 |
| | | | | 10 | ○ 1243 | 25 | 421 ○ 3 |
| | | | | 11 | 21 ○ 34 | 26 | 2 ○ 13 |
| | | | | 12 | 2 ③ 14 | 27 | 31 ○ 24 |
| | | | | 13 | 31 ○ 24 | 28 | 3 ○ 214 |
| | | | | 14 | 3 ○ 214 | 29 | 321 ○ 4 |
| | | | | 15 | 231 ○ 4 | 30 | 2 ○ 314 |

Die Stellungen der Monde sind in ihrer Reihenfolge so angegeben, wie sie im umkehrenden astronomischen Fernrohr erscheinen. 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 geht zu Anfang des Monats um Mitternacht, am Monatsende um 22^h4^m auf und ist dann die allerdings nur kurze Sommernacht über sichtbar.

Uranus, der an der Grenze der Sternbilder Fische und Widder in Rekt. = 1^h59^m und Dekl. = + 9° 41' steht, ist in den hellen Sommer Nächten nicht günstig zu beobachten.

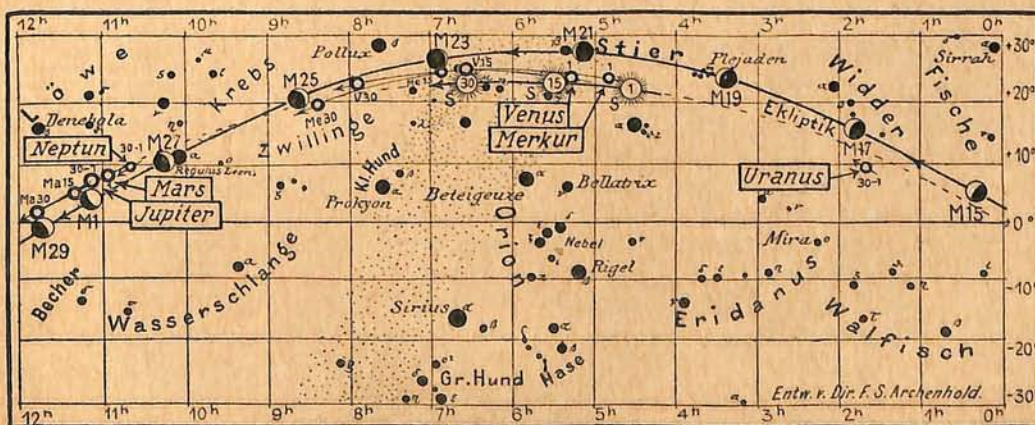
Neptun steht am 15. Juni in Rekt. = 10^h58^m,4 und Dekl. = + 9° 50' und kann wie Mars und Jupiter am Abendhimmel aufgesucht werden.

Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne erreicht am 21. Juni den höchsten Punkt ihrer Bahn. Sie besitzt dann eine nördliche Deklination von 23° 27', und ihr Aufgangspunkt am Horizont liegt weit im Nordosten. Nach ihrem langen Tageslauf geht sie fast im Nordwesten unter. Die Schwankungen der Tageslänge sind im Juni gering. Am 1. Juni

für den Monat Juni 1935.

Nachdruck verboten.



S = Sonne

Entw. v. Dir. F. S. Archenhold.

scheint die Sonne 16 Stunden 29 Minuten, am 21. Juni 16 Stunden 50 Minuten und am 30. Juni 16 Stunden 47 Minuten.

Weitere Angaben über die Sonne enthält die nachstehende Tabelle:

| Juni | Deklin. Oh Weltzeit | Aufgang für Berlin (Polhöhe 52 1/2°) | | Untergang | | Zeitgleichg. wahre minus mittlere Zeit | | Sternzeit Berl. Mittag | |
|------|------------------------|--|----------|-----------|----|--|----|---------------------------|------|
| | | M. E. Z. | M. E. Z. | h | m | h | m | m | s |
| 1. | +21 58 | 3 | 49 | 20 | 18 | +2 | 25 | 4 | 37,9 |
| 5. | 22 29 | 3 | 46 | 20 | 23 | 1 | 46 | 4 | 53,7 |
| 10. | 22 58 | 3 | 43 | 20 | 27 | +0 | 51 | 5 | 13,4 |
| 15. | 23 17 | 3 | 42 | 20 | 30 | -0 | 10 | 5 | 33,1 |
| 20. | 23 26 | 3 | 42 | 20 | 32 | 1 | 15 | 5 | 52,8 |
| 25. | 23 25 | 3 | 43 | 20 | 33 | 2 | 20 | 6 | 12,6 |
| 30. | +23 13 | 3 | 46 | 20 | 33 | -3 | 22 | 6 | 32,3 |

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

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Erstes Viertel: Juni 1. 15^h
Vollmond: „ 8. 6^h

Letztes Viertel: Juni 15. 0 1/2^h
Neumond: „ 25. 2 1/4^h
Erstes Viertel: „ 30. 22 3/4^h

Die Auf- und Untergangszeiten des Mondes für Berlin sind folgende:

| Juni | Wochen- tag | Mond- Aufgang Untergang für Berlin | | Juni | Wochen- tag | Mond- Aufgang Untergang für Berlin | | | | | |
|------|----------------|--|----------|------|----------------|--|----------|----|----|----|----|
| | | M. E. Z. | M. E. Z. | | | M. E. Z. | M. E. Z. | | | | |
| | | h | m | | | h | m | | | | |
| 1 | Do | 11 | 35 | 0 | 44 | 16 | Fr | 0 | 23 | 13 | 54 |
| 2 | Fr | 12 | 54 | 0 | 56 | 17 | Sa | 0 | 34 | 15 | 8 |
| 3 | Sa | 14 | 15 | 1 | 7 | 18 | St | 0 | 44 | 16 | 23 |
| 4 | St | 15 | 42 | 1 | 18 | 19 | Mo | 1 | 0 | 17 | 38 |
| 5 | Mo | 17 | 15 | 1 | 32 | 20 | Di | 1 | 20 | 18 | 50 |
| 6 | Di | 18 | 51 | 1 | 51 | 21 | Mi | 1 | 47 | 19 | 56 |
| 7 | Mi | 20 | 24 | 2 | 18 | 22 | Do | 2 | 26 | 20 | 50 |
| 8 | Do | 21 | 42 | 3 | 2 | 23 | Fr | 3 | 19 | 21 | 31 |
| 9 | Fr | 22 | 36 | 4 | 7 | 24 | Sa | 4 | 21 | 22 | 2 |
| 10 | Sa | 23 | 11 | 5 | 30 | 25 | St | 5 | 33 | 22 | 23 |
| 11 | St | 23 | 34 | 7 | 3 | 26 | Mo | 6 | 50 | 22 | 40 |
| 12 | Mo | 23 | 49 | 8 | 34 | 27 | Di | 8 | 6 | 22 | 52 |
| 13 | Di | — | — | 10 | 1 | 28 | Mi | 9 | 23 | 23 | 4 |
| 14 | Mi | 0 | 2 | 11 | 23 | 29 | Do | 10 | 40 | 23 | 14 |
| 15 | Do | 0 | 13 | 12 | 39 | 30 | Fr | 11 | 58 | 23 | 24 |

Im Juni ist in Berlin folgende Sternbedeckung durch den Mond zu beobachten:

| Juni | Name | Gr. | Rekt. 1933 | | Dekl. 1933 | Phase | Zeit für Berlin M. E. Z. | | Win- kel | Mond- alter | Hilfsgrößen | |
|------|------------|-------|------------|--------|------------|-------|--------------------------------|-----|-------------|----------------|-------------|--------|
| | | | h | m | | | h | m | | | a | b |
| 14. | 78 Aquarii | m 6,3 | h 22 | m 51,1 | ° 7 34 | A | h 2 | m 4 | ° 198 | d 20,6 | m -0,5 | m +2,0 |

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.

Kalender der Konstellationen und bemerkenswerten Himmelserscheinungen.

Juni h

- 1. 8 Neptun in Konjunktion mit dem Monde.
- 1. 19 Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- 1. 21 Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- 4. 5 Algol im kleinsten Licht.
- 4. 25 Mars in Konjunktion mit Jupiter (Mars 16' südl.).
- 8. 4 Mond in Erdnähe (scheinbarer Durchmesser 33'32", Horizontalparallaxe 61'26").
- 8. 17 Merkur in Konjunktion mit Venus.
- 12. 6 Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- 14. 2 Bedeckung von 78 Aquarii.

Juni h

- 17. 20 Uranus in Konjunktion mit dem Monde.
- 21. 15 Mond in Erdferne (scheinbarer Durchmesser 29'27", Horizontalparallaxe 55'56").
- 21. 22 Sonne tritt in das Zeichen des Krebses; Sommersanfang.
- 24. 15 Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 25. 7 Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- 27. 1 Algol im kleinsten Licht.
- 28. 15 Neptun in Konjunktion mit dem Monde.
- 29. 9 Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- 30. 5 Mars in Konjunktion mit dem Monde.

KLEINE MITTEILUNGEN

Vermeintliche Nova Geminorum. Am 20. März 1933 wurde von Delporte und Arend in Uccle die Entdeckung eines neuen Sterns in der Position Rekt. = 7^h18^m29^s und Dekl. = +28°58' angezeigt. Noch am 18. März muß der Stern schwächer als 17. Größe gewesen sein. Am 20. März war er 13,2., am 21. 13,5., am 22. 14,5. und am 23. März 17. Größe. Es wurde also nur ein außerordentlich kurzes Auf-flackern des Sterns gesehen. Wahrscheinlich handelt es sich aber nicht um eine echte Nova, denn nach Mitteilung von Kukarkin war der Stern auch auf

drei älteren Moskauer Aufnahmen aus den Jahren 1899, 1900 und 1907 in etwa der gleichen Helligkeit wie am 20. März vorhanden. Auf den Ueber-wachungsaufnahmen der Sternwarte Babelsberg ist der Stern nur in zwei Fällen sichtbar, nämlich am 4. Oktober 1929 und am 22. März 1935. Nach Ansicht von Prof. Guthnick ist der Stern zu den Veränder-lichen vom U Geminorum-Typus zu rechnen.

Diese Sterne sind gewöhnlich sehr schwach, stei-gen dann plötzlich und in unregelmäßigen Zwischen-räumen in wenigen Stunden um drei bis vier

Größenklassen an, um innerhalb weniger Tage wieder auf ihre konstante Helligkeit herabzusinken. Nach Graff (Grundriß der Astrophysik) waren 1928 erst neun Vertreter dieser Klasse sicher bekannt.

G. A.

Astronomische Beobachtungen auf der Adlersruhe am Großglockner. Die Erdatmosphäre ist für den Astronomen ein großes Hindernis, das manche Beobachtungen unmöglich macht, andere zum mindesten erschwert, stört oder verfälscht. Besonders ungünstig werden die Beobachtungsbedingungen in den unteren Schichten der Erdatmosphäre, wo offenbar alle störenden atmosphärischen Einflüsse ihr Maximum erreichen. Man sucht daher hoch gelegene Beobachtungsorte auf, wo sich das Verhalten der Luft idealen Gesetzmäßigkeiten am meisten nähert.

Bekanntlich sind die interessanten Eigentümlichkeiten der Sternspektren im kurzwelligen Gebiet, etwa unterhalb λ 4000, bis jetzt wenig untersucht worden, denn leider können bei weitem nicht alle ultravioletten Strahlen durch die Atmosphäre der Erde zu uns gelangen. Die hoch liegende Ozonschicht setzt eine grundsätzliche Schranke bei λ 2900, doch ist es praktisch sehr schwer, allein bis zu dieser Grenze vorzudringen. Das starke Minimum im Reflexionsvermögen des Silbers in der Gegend von λ 5200 bringt es mit sich, daß die mit Spiegelfernrohren aufgenommenen Spektren auch bei Verwendung von Quarzoptik höchstens bis λ 5500 reichen. Darüber hinaus ist es schwer vorzudringen, und gerade da liegt das Ende der Balmerie und setzt die kontinuierliche Wasserstoffabsorption ein.

Will man allgemein aus der Intensitätsverteilung des kontinuierlichen Spektrums, der Linien und gewisse Schlüsse ziehen, so muß man die spektrale Intensität von dem Betrag der Absorption in der Erdatmosphäre befreien. Dazu brauchen wir eine genaue Bestimmung des Transmissionskoeffizienten. Das reine Diffusionsgesetz nach Rayleigh, das die Schwächung proportional λ^{-4} setzt, gilt wahrscheinlich erst in Höhen oberhalb 5000 m; sonst beeinflusst die sogenannte Trübungserscheinung dieses Gesetz beträchtlich.

Die Streuung des Sonnenlichtes an den Partikeln in der Erdatmosphäre bewirkt die Erhellung des Tageshimmels. Die Intensität des Streulichtes ist um so stärker, je größer die Trübung der Atmosphärenschichten ist und erreicht in der Nähe der Sonne ihren größten Wert. Deshalb ist die Sonnenkorona nicht sichtbar, obgleich ihre Helligkeit von der gleichen Größenordnung ist wie die des Vollmondes. Da wir den Mond häufig am Tageshimmel erkennen können, so müßte bei idealen atmosphärischen Verhältnissen auch die Korona bei Tage beobachtbar sein, wenn nicht in der unmittelbaren Nähe der Sonnenscheibe andere Schwierigkeiten auftauchen würden.

Aus dem Gesagten gehen die Hauptaufgaben hervor, die Prof. Kienle sich für einen zweimonatigen Aufenthalt in der Adlersruhe (5465 m) ge-

stellt hatte*): 1. Photographisch - photometrische Untersuchung des Ultraviolett-Spektrums ausgewählter Sterne, einschließlich der Bestimmung des Transmissionskoeffizienten der Atmosphäre bis zur Grenze der Durchlässigkeit, 2. Unmittelbarer spektralphotometrischer Vergleich der Sonne mit einigen Sternen, 3. Vergleich der Intensität des langwelligen Streulichtes in der Atmosphäre mit der Helligkeit des Mondes auf photographischem Wege mit Ultrarotfilter und besonders sensibilisierten Platten, in Ergänzung der früher in Göttingen angestellten Untersuchungen über die Möglichkeit, die Korona bei Tage zu photographieren.

Was den Transmissionskoeffizienten betrifft, so haben die Beobachtungen auf der Adlersruhe beinahe denselben Wert geliefert, welchen Dember und Uibe auf dem Pic von Teneriffa (5300 m) gewonnen haben.

Die Sternspektren wurden mit einem Quarz-Objektivprismenspektrographen gewonnen. Die Reduktion auf wahre Intensitätsverteilung in den Sternspektren ist nur möglich bei Kenntnis der absoluten Empfindlichkeitskurve der Platte bzw. der wahren Intensitätsverteilung eines der Sterne. Die letztere könnte man durch Anschluß an die Sonne bekommen. Des ungünstigen Wetters wegen konnte dieser zweite Punkt des Beobachtungsprogramms nicht durchgeführt werden, so daß man auf eine mehr oder weniger relative Methode angewiesen ist. Zweckmäßig erscheint es, alle Sternintensitäten auf einen Vergleichssterne zu beziehen. Wir müssen einen solchen Stern aufsuchen, der die Voraussetzungen schwarzer Strahlung am besten erfüllt, da wir nur mit Hilfe der Planckschen Strahlungsformel für den schwarzen Körper die Sterne untersuchen können. Der Bezugssterne war η Ursae Majoris (Benetnasch im Großen Bären), der die Voraussetzungen schwarzer Strahlung zu erfüllen scheint. Leider war das Wetter derartig schlecht, daß man kein umfangreiches Material gewonnen hat. Aus dem Vergleich der Intensitätsverteilung in den Spektren läßt sich immerhin feststellen, daß bei den drei A-Sternen, Gemma in der Krone, Wega in der Leier, Deneb im Schwan, eine weitere Ausdehnung der kontinuierlichen Wasserstoffabsorption vorhanden ist, die sich beinahe konstant jeweils bis in die Gegend von λ 5000 erstreckt. Die Frage, wie und wo diese Absorption endet, läßt sich wegen des Mangels an Material nicht entscheiden. Prof. Kienle vermutet sogar, daß wir darüber überhaupt kaum je etwas wissen werden, solange wir bei den Sternspektren nicht über die durch das Ozon gezogene Grenze (λ 2900) hinausgelangen.

Weiter ergab sich, daß das Streulicht in der Erdatmosphäre in der Höhe der Adlersruhe von der Größenordnung 10^{-5} bis 10^{-6} , bezogen auf die mittlere Flächenhelligkeit der Sonnenscheibe, ist. Jedoch liegt die Schwierigkeit, die Sonnenkorona bei Tage zu beobachten, nicht nur in diesem atmosphärischen Streulicht, sondern es tritt die Streuung der optischen Apparatur hinzu. Diese Streuung ist mindestens von der Größenordnung 10^{-4} . Leider

*) Veröffentlichungen der Sternwarte zu Göttingen, Heft 25, 1932.

hatte man auf der Adlersruhe nur einen einzigen Tag, an dem die Atmosphäre offenbar praktisch „ideal“ war. Es ist Prof. Kienle gelungen, an diesem Tage die Gesamtstreuung in der optischen Anordnung auf etwa $5 \cdot 10^{-4}$ herabzudrücken. Man konnte gerade noch die Spuren der Korona durch Polarisationsmessungen nachweisen.

Weitere Ergebnisse der Untersuchungen, die in Göttingen fortgesetzt werden, sollen noch später veröffentlicht werden. Ueber die Beobachtungsbedingungen auf der Adlersruhe und auf hohen Bergen an und für sich gibt Prof. Kienle folgendes Urteil ab: „Die Unsicherheit der Beobachtungsverhältnisse in großen Höhen ist erheblich, nicht nur in den Ostalpen, sondern offenbar ganz allgemein in den mitteleuropäischen Gebirgen, wie z. B. aus den Berichten des Herrn Lyot vom Pic du Midi (in den Pyrenäen) hervorgeht. Bei zeitlich sehr begrenztem Aufenthalt wird man daher astronomische Beobachtungsreihen nur mit geringer Wahrscheinlichkeit erfolgreich durchführen können. Auf der anderen Seite ist aber der Gewinn bei wolkenlosem Himmel gegenüber Beobachtungen in den getrühten Schichten des Flachlandes so groß, daß es lohnend erscheinen muß, in länger ausgedehnten Aufhalten solche Gutwetterzeiten abzuwarten. Wie groß die Vorteile einer Station in 3500 m gegenüber einer in nur etwa 2000 m Höhe sind, darüber möchte ich mir allerdings noch kein Urteil erlauben, solange nicht unmittelbare Vergleiche von

astronomischer Seite vorliegen. Eines aber darf man vielleicht schon klar aussprechen: um astronomischer Beobachtungen allein willen, wäre ein längerer Aufenthalt auf einer Station wie der Adlersruhe nicht zu empfehlen, da Zeit und Kräfte eines Astronomen nicht rationell ausgenutzt werden. Wenn dagegen die Adlersruhe in das Netz regelmäßiger meteorologischer Stationsbeobachtungen einbezogen werden sollte, dann sollte man unbedingt versuchen, das Programm gerade dieser besonders begünstigten Station durch astronomische Aufgaben zu ergänzen. Mit verhältnismäßig kleinen Instrumenten ließe sich überaus wertvolles Material beibringen zur Erweiterung unserer Kenntnisse über die Strahlungsvorgänge in den Sternen und der Sonne.“

Dr. S. Gaposchkin.

Zwecks Bearbeitung von Sternschnuppen-Beobachtungen hat Reg.-Landmesser Hermann König, Waldbröl (Rhld.), 5 Netzkarten in gnomonischer Projektion angefertigt, die eine Abbildung einer Kugel von 20 cm Radius darstellen. Die Größe der Karten beträgt $1,0 \times 1,0$ m. Die Abbildungsebenen berühren die Kugel im Pol, in $\delta = 45^\circ$ und im Äquator. Die Grade sind in $20'$ untergeteilt, am Kartenrand wegen des größeren Abstandes der Gradabteile in $10'$. Die Karten dienen hauptsächlich zur Ableitung von Sternschnuppenradianten. Da die Absicht besteht, die Karten durch Umdruck vervielfältigen zu lassen, werden Interessenten gebeten, sich an die obige Adresse zu wenden.

BÜCHERSCHAU*

Strömgren, Prof. Dr. Elis und Dr. Bengt: Lehrbuch der Astronomie. 555 S. mit 186 Abbildungen. Verlag Julius Springer, Berlin 1953. Preis 50 M., geb. 52 M.

Das neue Lehrbuch der durch viele bedeutende Arbeiten und Veröffentlichungen bekanntgewordenen Kopenhagener Astronomen, Vater und Sohn, füllt eine Lücke des astronomischen Schrifttums aus. In der bisher vorliegenden Literatur konnte man, abgesehen von den laufenden Fachveröffentlichungen, zwei Hauptgruppen unterscheiden: Die populären Werke, welche die Forschungsergebnisse ohne technische Details mitteilen, und die wissenschaftlichen Lehrbücher, die in der Hauptsache Kenntnisse der Arbeitsmethoden vermitteln. Das vorliegende Werk ist als Übersetzung und wesentliche Erweiterung eines im Jahre 1951 in dänischer Sprache erschienenen Lehrbuches entstanden. Es will den Leser mit den sicheren astronomischen Kenntnissen auf allen Gebieten, auch denjenigen, die nicht im Brennpunkt des heutigen Interesses stehen, bekanntmachen und gleichzeitig eine erste Einführung in die wissenschaftlichen Methoden geben. Die Verfasser hatten dabei zwei Ziele im Auge: Das Buch soll einerseits den Studenten der Astronomie auf das wissenschaftliche Fachstudium vorbereiten; andererseits aber soll es ein Bindeglied zwischen Amateurastronomie und wissenschaftlicher Astronomie bilden. Aus diesem Grunde sind viele Gebiete auf zweierlei Weise behandelt: zuerst mehr allgemein unter Fortlassung aller Schwierigkeiten und dann in strenger mehr wissenschaftlicher Art unter Darlegung der notwendigen mathematischen Formeln. So kann jedermann beim Studium eines bestimmten Problems dort abbrechen, wo es für ihn anfängt, zu schwierig zu werden.

Natürlich konnte in dem Buch nicht das ganze astronomische Wissen niedergelegt werden; dazu würden heute vielleicht nicht einmal 100 Bände ausreichend sein. Es ist aber erstaunlich, daß fast das ganze exakte Wissen in dem Werk zu finden ist. Der Abschnitt über den Planeten Mars z. B. nimmt noch nicht zwei Druckseiten in Anspruch, und es ist verständlich, daß alles Ungeklärte beiseite gelassen werden mußte. Das gleiche ist auch von den übrigen Kapiteln zu sagen. Die Gliederung des Werkes ist die folgende: 1. Einleitung (Die verschiedenen Zweige der Astronomie; Astronomische Instrumente; Mathematische Hilfssätze; Der Sternhimmel); 2. Sphärische Astronomie; 3. Die astronomische Bewegungslehre und einige damit zusammenhängende Probleme; 4. Mathematische Behandlung des Zweikörperproblems, des Drei- und n-Körperproblems und des Störungsproblems; 5. Das Sonnensystem; 6. Stellarastronomie und Astrophysik; 7. Anhang (Formeln und Methoden; Rechenbeispiele; Mondstörungen; Präzession und Nutation; Konstanten, Tabellen, Diagramme). Ein Sachregister beschließt das gut ausgestattete Werk. Ein Autorenverzeichnis fehlt, da Namen lebender Forscher in dem Buche nur in Ausnahmefällen, wenn ein Gesetz oder ein Prinzip in der Literatur mit einem bestimmten Namen unzertrennlich verknüpft ist, genannt worden sind. Den beiden Verfassern, von denen Elis Strömgren besonders die Fragen der Himmelsmechanik und Bengt Strömgren die Stellarastronomie und Astrophysik behandelt hat, sowie dem Verlage ist für die Herausgabe des Buches zu danken. Sie haben ein Werk geschaffen, das allen denen, die tiefer in die Materie eindringen wollen, zu einem unentbehrlichen Führer werden wird.

G. A.

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

DAS WELTALL

Herausgegeben von Dr. F. S. Archenhold, Schriftleiter: Günter Archenhold.

52. Jahrgang Heft 9

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

Juni 1953

Inhaltsverzeichnis:

| | | | |
|---|-----------|---|-----------|
| 1. Die Flucht der Spiralnebel. Von Günter Archenhold. (Mit zwei Abbildungen.) | Seite 121 | 5. Neutronen und Positronen, zwei neu entdeckte Bausteine der Materie. Von Dr. Bomke | Seite 150 |
| 2. Photozellen und ihre Anwendung in der Astronomie. Von Dr. Bomke. (Mit drei Abbildungen.) | „ 124 | 6. Der gestirnte Himmel im Juli 1953. Von Günter Archenhold. (Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.) | „ 151 |
| 5. Bestimmung der relativen Entfernungen der Planeten von der Sonne aus ihren rückläufigen Bewegungen. Von Dr. Fritz Bungart. (Mit zwei Abbildungen.) | „ 127 | 7. Aus dem Leserkreise | „ 154 |
| 4. Deutsche astronomische Expedition nach den Tropen. Von Dipl.-Opt. Rud. Brandt. | „ 129 | 8. Kleine Mitteilungen | „ 154 |
| | | 9. Bücherschau | „ 156 |

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

Die Flucht der Spiralnebel.

Von Günter Archenhold.

(Mit zwei Abbildungen.)

Große Ereignisse werfen ihre Schatten voraus! Auch in den Naturwissenschaften hat dieser Satz Geltung. Wichtige Entdeckungen sind fast immer die Frucht langer Vorarbeiten gewesen, und es hat oft Jahre gewährt, bis die geniale Idee ihre wissenschaftliche Bestätigung gefunden hat. So ist auch das Problem der Flucht der fernsten Weltenkörper bereits im Jahre 1917 durch de Sitter in den Kreis der theoretischen Betrachtung eingeführt worden, aber erst jetzt hat es seine große Bedeutung erlangt.

Die Tragweite des Problems liegt klar zutage. Es handelt sich um nichts anderes als um die Frage, ob sich der Mensch mit seinen raumdurchforschenden Fernrohren den Grenzen des Alls nähert. Wo die Natur unüberwindliche Schranken aufgerichtet hat, offenbart sie dem eindringenden Geiste ein außergewöhnliches Verhalten. Als Beispiel sei der absolute Nullpunkt der Temperatur erwähnt, der trotz der Relativierung von Zeit und Raum seine fundamentale Bedeutung noch nicht verloren hat. Alle Gase werden schon vor Erreichung des Nullpunktes verflüssigt; die Molekularbewegungen hören auf; die Materie verliert ihren elektrischen Widerstand, so daß ein Strom in einem geschlossenen Metallring bei der Temperatur des verflüssigten Heliums tagelang kreisen kann, ohne zu erlahmen.

Die Annäherung an den absoluten Nullpunkt der Temperatur ist schon vor Jahrzehnten vor allem in dem Kältelaboratorium von Kamerlingh Onnes in Leiden gelungen. Nun scheinen wir aber auch bei den räum-

lichen Dimensionen sowohl bei der Annäherung an das Kleinste als auch bei der Annäherung an das Unendliche an eine Grenze heranzukommen. Schon bricht sich in der Physik die Erkenntnis Bahn, daß die Feststellung mancher Merkmale eines einzelnen Atoms für uns auf unüberwindliche Schwierigkeiten stößt, so daß es z. B. dem Physiker unmöglich wird, das Gesetz der Kausalität in den Dimensionen des unendlich Kleinen nachzuweisen; denn durch jeden Versuch des Experimentators, in ein einzelnes Atom hineinzuleuchten, würde das Atom schon verändert werden. Nur noch statistische Berechnungen behalten ihre Gültigkeit.

Auch der Astronom nähert sich mit seinen großen lichtstarken Instrumenten wahrscheinlich den Grenzen des Alls. Durch die allgemeine Relativitätstheorie wurde die Ansicht vertreten, daß die Welt „endlich“ sei, und es ist verschiedentlich versucht worden, den Durchmesser der Welt zu bestimmen. Alle diese Untersuchungen waren jedoch für den Nichtfachmann unverständlich, da sie nicht in die von der Erfahrung gegebene Vorstellungswelt hineinpaßten. Nunmehr ist aber durch Beobachtung eine Tatsache festgestellt worden, welche die Bedeutung der Frage von der Endlichkeit oder Unendlichkeit der Welt aus dem rein Theoretischen herausführt. Die de Sitter'sche Vermutung aus dem Jahre 1917, daß die entfernteren Himmelskörper möglicherweise eine Rotverschiebung der Spektrallinien zeigen, ist durch die Beobachtung an den Spiralnebeln bestätigt worden.

Die Spiralnebel stellen die fernsten Weltgebilde dar, die wir kennen. Sie liegen weit außerhalb unseres Sternsystems, das wir als Milchstraße bezeichnen. Es sind Welteninseln in den Tiefen des Alls. Jeder dieser Nebelflecken setzt sich aus Milliarden von Sternen zusammen und enthält wie unsere eigene Milchstraße sowohl leuchtende als auch dunkle Gas- und Staubmassen. Die Zahl der bekannten Spiralen geht in die Hunderttausend; ihre Gesamtzahl läßt sich nur ungenau schätzen. Eddington hält es für möglich, daß 100 Milliarden von ihnen existieren, also etwa ebensoviel, wie die Milchstraße an Sternen enthält. Die Entfernungsbestimmungen der Spiralnebel ergeben Werte von einer halben Million Lichtjahren für den nächsten und 160 Millionen für die entfernteste Gruppe. Zweifellos ist dies noch nicht die äußerste Grenze, aber unsere optischen Hilfsmittel machen es schwer, noch schwächere Spiralen zu erkennen.

Es ist eine schwierige Aufgabe, von den schwachen außergalaktischen Nebeln Entfernungs- und Geschwindigkeitsmessungen zu machen. Die Methoden hierfür sind aber gut ausgearbeitet, und die optischen Hilfsmittel liefern die nötigen Beobachtungsunterlagen. Die Geschwindigkeitsmessungen beruhen auf dem bekannten Dopplerschen Prinzip der Verschiebung der Spektrallinien. Wenn auch die Spektren der Spiralnebel auf der photographischen Platte nur etwa 1—2 mm lang sind, und zu ihrer Gewinnung selbst mit den lichtstärksten Instrumenten häufig 40 und mehr Stunden erforderlich sind, kann doch die Genauigkeit der Messungen auf etwa 100 km geschätzt werden. Die Spektren der Spiralnebel lassen, wie Abbildung 1 zeigt, fast nur die H- und K-Linien deutlich erkennen. Die übrigen Linien treten nicht hervor, da sich ja Spiralnebel aus Sternen der verschiedensten Spektralklassen zusammensetzen, und sich infolgedessen die einzelnen Linien verwischen.

Bis vor 5 Jahren waren erst von 43 Spiralen Radialgeschwindigkeiten bekannt. Die meisten von ihnen sind von Slipher, dem Leiter der Lowell-Sternwarte, bestimmt worden. Schon damals machte Hubble von der Mount Wilson-Sternwarte darauf aufmerksam, daß die Geschwindigkeiten der Nebel proportional mit ihrer Entfernung zunehmen. Die Messungen bezogen sich auf Spiralen bis zu einer Entfernung von 6 Millionen Lichtjahren. Wegen der großen Bedeutung der Geschwindigkeitsmessungen dieser fernen Spiralnebel wurde damals das lichtstärkste Teleskop der Welt, der 100zöllige Mount Wilson-Spiegel, in den Dienst der Untersuchungen gestellt. In einigen Mitteilungen unserer Zeitschrift haben wir über die dabei entdeckten riesigen Geschwindigkeiten, die alle von uns fort gerichtet sind, berichten können. Die Geschwindigkeitsrekorde werden an-

dauernd neu gebrochen. Augenblicklich ist es ein schwacher Nebel eines Nebelhaufens in den Zwillingen, der mit 25 000 km in der Sekunde, also mit einem Zwölftel der Lichtgeschwindigkeit davoneilt.

Insgesamt liegen heute von mehr als 80 Spiralnebeln gemessene Geschwindigkeiten vor; durch sie wird das Hubblesche Gesetz bis zu einer Entfernung von 105 Millionen Lichtjahren bestätigt. In der Abbildung 2, in der die Geschwindigkeiten der Spiralnebel zu ihren Entfernungen in Beziehung gesetzt sind, ist deutlich erkennbar, daß alle Punkte fast genau auf einer geraden Linie liegen, die vom

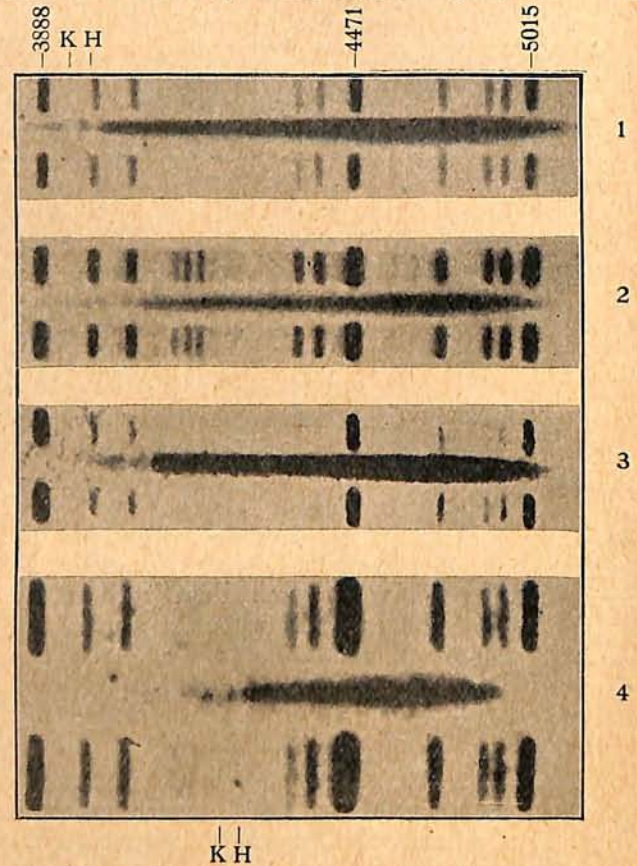


Abb. 1. Spektren von Spiralnebeln mit verschieden starker Rotverschiebung.

Die H- und K-Linien der zwischen den Vergleichsspektren liegenden Nebelspektren sind beim ersten und letzten Nebel markiert.

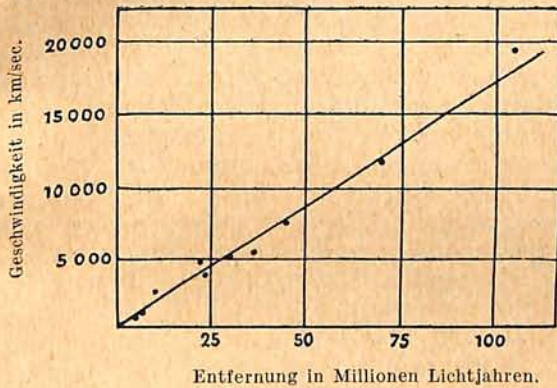
1. N.G.C. 221. Begleitnebel des großen Spiralnebels in der Andromeda. Scheinbare Geschwindigkeit — 185 km/sec, also geringe Annäherung.
2. N.G.C. 385. Scheinbare Geschwindigkeit + 4900 km/sec.
3. N.G.C. 4884. Scheinbare Geschwindigkeit + 6700 km/sec.
4. Hellster Nebel des Nebelhaufens im Löwen. Scheinbare Fluchtgeschwindigkeit 19700 km/sec.

Nullpunkt des Achsenkreuzes schräg nach oben verläuft. Aus der Neigung dieser Linie ergibt sich, daß mit jeder Million Lichtjahre die Geschwindigkeit der Himmelskörper um 170 km in der Sekunde zunimmt. Die Spiralnebel scheinen uns also zu fliehen. Der von ihnen eingenommene Raum vergrößert sich, ist in ständiger Expansion begriffen, das Weltall platzt, wie es von einigen ausgedrückt wird.

Mit dieser Behauptung wird allerdings über die Beobachtungstatsachen weit hinausgegangen, und die Ansicht, die Rotverschiebung der Spektrallinien sei auf eine wirkliche Bewegung zurückzuführen, hat große Schwierigkeiten, weil nicht erkenntlich ist, welche Kräfte diese Ausdehnung der Welt hervorrufen sollen. Die Annahme, daß die Welt ewigen Bestand hätte, ließe sich nicht aufrechterhalten, im Gegenteil, ihre Lebenszeit würde nach astronomischen Begriffen außerordentlich kurz werden. Vor einigen Milliarden Jahren hätte sich die Welt noch im Ruhezustand befinden müssen, und die dann einsetzende Ausdehnung müßte zu einem Endzustand führen, von dem nur schwer zu einem Anfang zurückzufinden wäre.

Die Schwierigkeiten könnten durch die Annahme beseitigt werden, daß es sich bei der Verschiebung der Spektrallinien nicht um einen Geschwindigkeitseffekt handele. Durch die

Abb. 2.



Darstellung der Geschwindigkeiten der Spiralnebel in ihrer Abhängigkeit von der Entfernung.

Relativitätstheorie wird z. B. die Rotverschiebung beim Sirius-Begleiter auf die Wirkung des Gravitationsfeldes zurückgeführt. Der Sirius-Begleiter ist nicht der einzige, sondern im Prinzip zeigen alle Sterne diese Rotverschiebung, wenn sie auch bei den meisten nur gering ist. Vielleicht bieten die Formeln der Relativitätstheorie die Möglichkeit, auch die Verschiebung der Spiralnebelspektren als scheinbar zu deuten. Die Theorie dürfte hier ausschlaggebend sein, denn durch die Beobachtung könnte erst nach langer Zeit festgestellt werden, ob sich die Spiralnebel wirklich von uns entfernen, oder ob sie ihren Abstand beibehalten. Im ersten Falle müßten sie nach einer gewissen Zeit kleiner erscheinen, lichtschwächer sein und nach der Entfernungs- und Geschwindigkeitsbeziehung eine größere Fluchtgeschwindigkeit aufweisen. Man kann ange-nähert den Zeitpunkt ausrechnen, zu dem beim Gleichbleiben der Meßgenauigkeit das Problem entschieden werden könnte. In etwa 20 Millionen Jahren hätte sich nach der Expansions-

theorie der Abstand der Spiralnebel um 1% vergrößert, was bedeutet, daß ihre Durchmesser um 1/100 kleiner, die Helligkeiten um 0,02 Größenklassen geringer sein würden. Ein Spiralnebel, dessen Fluchtgeschwindigkeit etwa 20 000 km in der Sekunde beträgt, müßte sich dann mit 20 200 km in der Sekunde entfernen. Diese Aenderungen würden im Bereich der Feststellbarkeit liegen. Es ist aber ein Merkmal der Wissenschaft, daß eine Frage von mehreren Seiten her angefaßt werden kann, und so wollen wir auch die Hoffnung nicht aufgeben, daß das Problem der fliehenden Spiralnebel vor 20 Millionen Jahren seiner Lösung nähergebracht werden kann.

Auf die Schwierigkeiten der Annahme einer wirklichen Flucht der Spiralnebel, die auftreten, wenn man das Gesetz von der Erhaltung der Energie in einer anschaulichen Form beibehalten will, ist schon hingewiesen worden. Ich neige deshalb dazu, die großen Geschwindigkeiten der fernsten Spiralnebel als scheinbare anzusehen. Es handelt sich dabei vielleicht nur um eine andere Auslegung der Formeln der Relativitätstheorie, die sogar den Vorzug besitzen würde, anschaulicher zu sein als die alte, da sie auf den Begriff des gekrümmten Raumes verzichten kann. Wenn wir uns die in Abb. 2 schräg nach oben verlaufende Linie verlängert denken, bis sie die Parallele zur X-Achse trifft, die einer Geschwindigkeit von 300 000 km in der Sekunde entspricht, so finden wir, daß diese Geschwindigkeit Weltkörpern in einer Entfernung von 1800 Millionen Lichtjahren zukommt. Ein Spiralnebel in diesem Abstand würde also scheinbar mit Lichtgeschwindigkeit davoneilen. Niemals würden wir aber von einem solchen Spiralnebel Kenntnis erhalten: Das Licht, der schnellste Bote, könnte uns nicht erreichen. Er stände außerhalb der unseren Sinnen zugänglichen Welt. Die Entfernung von 1800 Millionen Lichtjahren würde also die Grenze unseres Weltalls darstellen. Nach der Relativitätstheorie ist aber auch auf keine andere Weise irgendeine Beziehung zu den mit Lichtgeschwindigkeit davonfliegenden Körpern möglich. Hier wäre, um ein Bild zu gebrauchen, die Welt für uns mit Brettern vernagelt. Die Relativität der Welt würde aber auch durch nichts besser gekennzeichnet sein als durch die Feststellung, daß jeder Punkt des Weltalls als Zentralpunkt gelten könnte; jeder Beobachter im Weltenraum, auf welchem Spiralnebel er sich auch befände, müßte die gleiche ständige Flucht der anderen von ihm feststellen. Ein jeder hätte aber auch sein Weltall für sich. So wie jeder Beobachter auf der Erde seinen eigenen Horizont hat, so würde auch der Gesichtskreis aller dieser Beobachter ein anderer sein. Ein jeder würde unter der Voraussetzung, daß das Weltall etwa gleichmäßig mit Materie angefüllt ist, einen bestimmten endlichen Raum überschauen können,

aber niemals könnte die Grenze dieses Raumes bezeichnet werden, da sich von dort aus kein Körper infolge seiner 500 000 km-Geschwindigkeit irgendwie bemerkbar machen kann.

Es ist heute nicht möglich zu sagen, ob dieses hier von mir gezeichnete Bild bestätigt oder verworfen werden wird. Die Wissenschaft schreitet schnell vorwärts. Die Flucht-

bewegung der Spiralnebel, mag sie als scheinbare oder als wirkliche angesehen werden, deutet jedenfalls darauf hin, daß wir schon einen großen Teil der uns überhaupt zugänglichen Welten mit dem Fernrohr erfassen, und daß es ebenso wie bei dem absoluten Nullpunkt der Temperatur und dem unendlich Kleinen auch eine naturgebundene Grenze des Universums gibt.

Photozellen und ihre Anwendung in der Astronomie.

Von Dr. B o m k e.

(Mit drei Abbildungen.)

Obwohl die der Wirkungsweise der Photozellen zugrunde liegende lichtelektrische Erscheinung schon vor nunmehr 45 Jahren von Hallwachs entdeckt und der neue Effekt in den folgenden Jahrzehnten in gründlichen Untersuchungen erforscht und bei wissenschaftlichen Arbeiten benutzt worden ist, wurde die Photozelle doch erst in letzter Zeit zu einem bequem anwendbaren Instrument entwickelt. Insbesondere hat in den letzten Jahren die Technik von ihr vielfach Gebrauch gemacht; z. B. gelangt die Photozelle im Tonfilm und neuerdings im Fernsehen zu umfassender Verwendung, so daß sie heute ein bereits über die Fachwelt hinaus bekanntes Instrument ist. Auf dem Gebiete der Astronomie haben Photozellen wegen einiger unschätzbaren Vorzüge schon frühzeitig Verwendung gefunden und sind heute ein fast unentbehrliches Hilfsmittel geworden. Es erscheint daher angebracht, an dieser Stelle einen kurzen Ueberblick über die bei Messungen mit Photozellen auftretenden physikalischen Vorgänge zu geben.

Der der Photozelle zugrunde liegende Vorgang beruht darauf, daß von Metalloberflächen unter der Wirkung des auffallenden Lichtes negative Elektrizität oder, wie man in der Sprache der modernen Atomphysik sagt, Elektronen emittiert werden. Um den Elektronenstrom bequem und ohne Störung messen zu können, bringt man dieser sogenannten Photokathode gegenüber eine Auffangelektrode an und schließt die ganze Anordnung in einen evakuierten Glasballon ein. An diese Photozelle schaltet man das Meßinstrument in Reihe mit einer Anodenbatterie von ca. 100 bis 150 Volt an. Wird die Zelle nicht belichtet, so ist der Stromkreis durch die Zelle unterbrochen, während bei Belichtung von der Photokathode ein Elektronenstrom emittiert wird, den das Instrument dann anzeigt. Dieser Photostrom ist der auf die Zelle fallenden Lichtstärke streng proportional, und wir sind somit in der Lage, durch den Photostrom die Helligkeit einer Lichtquelle zu messen. Es ist allerdings nicht gleichgültig, was

für ein Metall wir in der Photozelle als lichtempfindliche Kathode verwenden. Die größte *Empfindlichkeit*, d. h. bei gleicher Belichtung den größten Photostrom, geben Zellen mit Alkalimetall-Kathoden, wie Kaliumzellen, Natriumzellen, Cäsium- und Rubidiumzellen. Andere Metalle liefern viel geringere Photoströme. Eine Zinkzelle z. B. erzeugt bei gewöhnlichem Tageslicht einen vieltausendmal schwächeren Strom als eine Kaliumzelle; eine Zelle mit einer Platinkathode gibt selbst bei stärkstem Sonnenlicht nur einen praktisch unmeßbar kleinen Strom. Auch hinsichtlich der Empfindlichkeit für *verschiedene Farben* unterscheiden sich Photozellen mit verschiedenen Metallen sehr stark. Während z. B. eine Cäsiumzelle noch für rotes Licht eine große Empfindlichkeit zeigt, ist eine Kaliumzelle weit mehr für blaues Licht geeignet. Noch mehr zeigt dies eine Natriumzelle, bei der die maximale Wirkung sogar erst in dem nicht mehr sichtbaren Ultraviolett liegt. Ja, die allermeisten Metalle, wie Platin, Blei, Kupfer, Eisen, Zinn usw., sind für normales Licht überhaupt nicht photoelektrisch wirksam, sondern erst in dem unsichtbaren ultravioletten Bereich des Spektrums. Will man also das vorwiegend rötliche bis gelbe Licht einer elektrischen Glühlampe messen, so wird man mit Vorteil eine Cäsiumzelle benutzen. Zur Messung des wesentlich mehr blaue Strahlen enthaltenden Sonnenlichtes verwendet man besser eine Kaliumzelle, und um den Gehalt einer Quecksilberbogenlampe, beispielsweise einer Hanauer Höhenlampe, an medizinisch wirksamen ultravioletten Strahlen zu bestimmen, benutzt man eine Cadmiumzelle. Man mißt, da das Metall Cadmium überhaupt erst im Ultraviolett photoelektrisch wirksam ist, dann nur den Betrag des kurzwelligen Ultraviolett, nicht aber das biologisch und medizinisch unwichtige sichtbare Licht der Höhenlampe. Aus diesen wenigen Beispielen ist schon hervorgegangen, wie wichtig bei der Verwendung einer Photozelle zu wissenschaftlichen Messungen die genaue Kenntnis dieser sogenannten spektralen Empfindlichkeitskurve der benutzten Photozelle ist.

Ebenso wichtig beim Arbeiten mit Photozellen ist die Kenntnis der sog. *Zellencharakteristik*. Aus der Technik der Verstärkerröhren ist bekannt, daß man dort unter der Charakteristik einer Röhre die Abhängigkeit des Anodenstromes von der Anodenspannung versteht. Entsprechend bezeichnet die Photozellencharakteristik die Abhängigkeit des Photostroms von der angelegten Spannung. Bei den sog. *Hochvakuumzellen* mit einem Vakuum von etwa einem milliontel mm nimmt der Photostrom zunächst mit der Höhe der Spannung der verwendeten Batterie zu, bis eine Sättigung erreicht ist und selbst höhere Spannungen keine Verstärkung des Photostroms hervorrufen. Anders dagegen ist der Verlauf der Stromspannungscharakteristik bei einer *gasgefüllten Photozelle*. Diese Zellen sind nicht so weit evakuiert, sondern werden mit Wasserstoff oder neuerdings auch mit einem Edelgas oder Edelgasgemisch von niedrigem Druck (etwa 0,5 bis 1,5 mm) gefüllt. Durch diese Gasfüllung der Zellen wird eine Steigerung des Photostroms um das 15 bis 20 fache gegenüber einer entsprechenden Vakuumzelle erzielt. Der dabei sich abspielende physikalische Vorgang ist kurz folgender: Die durch das Licht an der Photokathode ausgelösten primären Photoelektronen fliegen unter der Wirkung der an der Zelle liegenden Spannung zur Anode. Die Geschwindigkeit dieser Elektronen kann so beträchtlich werden, daß sie auf ihrem Wege die Atome des in der Zelle befindlichen Gases ionisieren. Die so gebildeten Gasionen wiederum können ihrerseits weiter ionisieren, so daß sich als Resultat dieses Prozesses die erwähnte Verstärkung des durch die Zelle fließenden Stromes ergibt. Jedoch kann auch hier die Erhöhung der Spannung nicht beliebig fortgesetzt werden. Bei einer bestimmten Spannung, der sogenannten Glimmspannung, hört die Verwendbarkeit der Zelle auf, indem dann das Füllgas der Zelle in selbständiger Glimmentladung zu leuchten beginnt. Dadurch wird nicht nur eine noch weitere Erhöhung des Verstärkungsgrades durch Erhöhung der an der Zelle liegenden Spannung unmöglich, sondern es hat sich auch gezeigt, daß Photozellen, in denen einmal eine derartige Glimmentladung stattgefunden hat, meistens ihre photoelektrische Empfindlichkeit stark einbüßen und für eine weitere Verwendung zu Meßzwecken unbrauchbar werden. Aus diesem Grunde pflegt man bei gasgefüllten Zellen stets etwa 10 bis 20 Volt unter der Glimmspannung zu arbeiten. Es mag hier beiläufig erwähnt werden, daß die gasgefüllten Zellen im Gegensatz zu den Hochvakuumzellen eine recht beträchtliche Trägheit aufweisen können, die sie zur Messung und Registrierung von sehr schnellen und schwachen Lichtschwankungen oft nicht geeignet macht, so daß in solchen Fällen doch mit Hochvakuumzellen, eventuell unter Benutzung eines entsprechenden Verstärkers, gearbeitet werden muß.

Während in der Technik, insbesondere im Tonfilmbetrieb, die Verwendung von Verstärkerapparaturen zur *Verstärkung der schwachen Photoströme* eine nicht zu umgehende Notwendigkeit ist, liegen die Verhältnisse bei der Verwendung von Photozellen zu exakten wissenschaftlichen Messungen wesentlich anders. Hier sind noch sehr viel schwächere Ströme als bei Tonfilm- und Fernsehaufnahmen zu messen, dazu mit einer weit höheren Genauigkeit. Bei der technischen Verwendung von Photozellen handelt es sich stets nur um die Messung bzw. vorherige Verstärkung von Strömen, die größer als 10^{-7} Amp. sind, während bei vielen wissenschaftlichen Lichtmessungen mittels Photozellen noch Ströme von 10^{-14} bis 10^{-15} Amp. genau gemessen werden müssen. Es ist bis heute aber ein noch nicht vollkommen gelöstes Problem der Verstärkertechnik, derartig schwache Ströme wirklich einwandfrei zu verstärken und zu messen. Aus diesem Grunde geht man bei der wissenschaftlichen Verwendung der Photozellen, wo es irgend zugänglich ist, von der Benutzung von Verstärkeranordnungen ab und hat für die Messung so geringer Stromstärken besondere direkte Methoden ausgearbeitet. Es mag hier nur erwähnt werden, daß man mittels direkter galvanometrischer Messung mit den allerempfindlichsten Spiegelgalvanometern bestenfalls Photoströme bis zu 10^{-12} Amp. nachweisen kann. Das Arbeiten mit solchen höchst empfindlichen Galvanometern erfordert jedoch eine außerordentliche Sorgfalt; die geringste Erschütterung, jede elektrische Störung in der Nähe macht die Messung illusorisch. Derartige direkte galvanometrische Messungen können nur in vollkommen erschütterungsfreien Laboratorien und auch da meist nur des Nachts in Ruhe ausgeführt werden.

Es gibt aber glücklicherweise noch eine andere und bessere Methode, derartig geringe Photoströme direkt zu messen, die elektrometrische. Hierbei wird nicht der durch die Zelle fließende Strom gemessen, sondern vielmehr die Spannung, auf die sich ein kleiner Kondensator unter der Wirkung dieses Photostroms auflädt. Eine sehr gebräuchliche derartige Schaltung zur *elektrometrischen Messung* sehr geringer Photoströme zeigt Figur 1. Wird die Photozelle hier mit sehr schwachem Licht beleuchtet, beispielsweise mit dem Licht eines Fixsterns, so beginnt ein sehr schwacher Photostrom zu fließen, obwohl, wie aus der Figur ersichtlich, der Stromkreis nicht geschlossen ist. Das mit der Anode verbundene Elektrometer besitzt nämlich gegen die Erde eine gewisse Kapazität, und der photoelektrische Strom fließt solange in diesen Kondensator, bis das Elektrometer schließlich auf die Spannung der an der Zelle liegenden Batterie aufgeladen ist. Offensichtlich ist die Aufladezeit des Elektrometers ein Maß für die Stärke des geflossenen Stromes. Man benutzt für derartige Messungen meist empfindliche Fadenelektrometer, die gestatten, noch Span-

nungsänderungen von einem hundertstel Volt zu erkennen. Die Kapazität solcher Elektrometer beträgt nur wenige Zentimeter, so daß es auf diese Weise möglich wird, bei einer Stromstärke von 10^{-15} Amp. — dies ist etwa die Stärke des von einem Stern 6. Größe hervorgerufenen

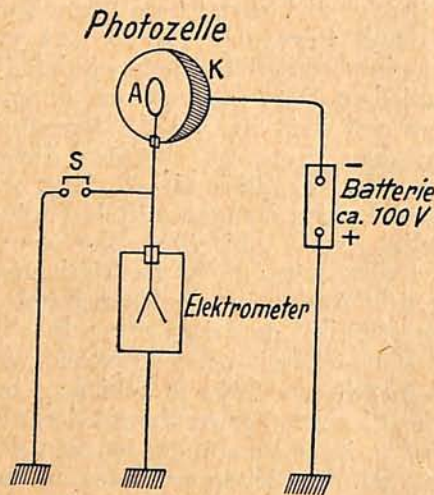


Abb. 1. Elektrometerschaltung der Photozelle.

K=Metalkathode.
A=Anode.
S=Erdungsschalter.

Photostroms — und einer Beobachtungszeit von nur 20^8 mittels der in dieser Zeit bewirkten Aufladung des Elektrometers noch sehr genaue Helligkeitsmessungen vorzunehmen.

Die Anwendungen der Photozellen auf den verschiedensten Gebieten der Wissenschaft sind sehr zahlreich. Nicht nur bei Messungen im physikalischen Laboratorium, sondern auch in der Astronomie und Meteorologie leisten sie bei den mannigfaltigsten Untersuchungen wertvolle Dienste. In der Astronomie handelt es sich im wesentlichen um die beiden Aufgaben, *Sternhelligkeiten* zu bestimmen und *Sterndurchgänge* zu registrieren. Bei der astrophotometrischen Aufgabe kommt erstens die Untersuchung der Helligkeitsänderungen von veränderlichen Sternen, dann aber auch die Messung von Fixsternhelligkeiten und Farbäquivalenten im allgemeinen in Betracht. Bezüglich der Helligkeitsuntersuchungen an veränderlichen Sternen mag es interessant sein, darauf hinzuweisen, daß das in der Lichtkurve des Algol neben dem Hauptminimum vorhandene zweite Minimum erstmalig mittels der photoelektrischen Meßmethode eindeutig und sicher nachgewiesen werden konnte. Das Verdienst, als erster die photoelektrische Meßmethode in die Astronomie eingeführt zu haben, gebührt Prof. Guthnick, dem Direktor der Sternwarte in Neubabelsberg. Diese Sternwarte ist heute auf das vorzüglichste und modernste mit photoelektrischen Apparaten ausgerüstet. In Abbildung 2 ist der 50-cm-Reflektor der Babelsberger Sternwarte dargestellt, der mit einer photoelektrischen Apparatur zur Sternphotometrie versehen ist. Man er-

kennt am Okular des Fernrohres die Metallkapsel, in der, vor Licht und elektrischen Störungen geschützt, die Photozelle angebracht ist. Unter dieser Schutzkapsel ist das mit Mikroskopablesung versehene Fadenelektrometer zu erkennen, das, um bei jeder Stellung des Fernrohres stets senkrecht zu hängen, in einer kardanischen Aufhängung befestigt ist. Im Hintergrund, rechts vom Refraktor, steht ein Schrank, in dem die Batterien für die an der Zelle und am Elektrometer liegende Spannung untergebracht sind. Mehr Einzelheiten erkennt man in Abbildung 3, die die am 125-cm-Reflektor in Babelsberg angebrachte photoelektrische Meßapparatur zeigt. Wieder sieht man die am Okular angesetzte Schutzkapsel mit der Photozelle und davor das Elektrometer mit dem Ablesemikroskop. Darunter befindet sich ein kleines Beobachtungsrohr, mit dem man nach einfacher Verschiebung eines rechtwinkligen Prismas die genaue Einstellung des Sternes kontrollieren kann. Mit derartigen photoelektrischen Sternphotometern ist es möglich, noch



Abb. 2. Lichtelektrisches Photometer am 50-cm-Reflektor der Sternwarte in Neubabelsberg.

die Helligkeiten von Sternen bis zur 9. Größenklasse herab zu untersuchen. Die bei den Messungen erreichbare Genauigkeit beträgt etwa 0,5 %. Zum Vergleich mag erwähnt werden, daß bei der photographischen Helligkeitsbestimmung Fehler von 5 % vorkommen, und daß die visuelle Sternphotometrie nur eine Genauigkeit von 5 % erreicht,

Bei der *Ortsbestimmung von Sternen* kommt es im wesentlichen darauf an, nach der Methode der Koinzidenzbestimmung den Durchgang verschiedener Sterne durch das Fadenkreuz des Meridiankreises mit möglichster Genauigkeit zeitlich festzulegen. Die direkte, visuelle Methode ist auch hier mit einem nicht unbeträchtlichen subjektiven Fehler behaftet, hinter dem die geringen jährlichen Eigenbewegungen der Fixsterne weit zurücktreten. Aus diesem Grunde hat man auf der Kopenhagener Sternwarte mit Erfolg versucht, an Stelle des menschlichen Auges auch hier die Photozelle zu benutzen. Ein in der Brennebene des Fernrohres angebrachtes System von Strichmarken bewirkt, daß der zu beobachtende Stern auf seinem Wege

auf den Registrierstreifen der Hauptuhr einzeichnet. Für diese mit Verstärkern arbeitenden photoelektrischen Anlagen gilt natürlich das oben über die Schwierigkeiten einer exakten Verstärkung von sehr schwachen Photoströmen gesagte besonders. Immerhin ist es heute schon gelungen, bei sorgfältiger Konstruktion des Verstärkers eine derartige Betriebssicherheit zu erzielen, daß nach Bengt Strömgren bei helleren Sternen die Genauigkeit der visuellen Beobachtungsmethode durch die objektive photoelektrische bedeutend überboten wird.

Auch bei der Erforschung der *Sonnen- und Himmelsstrahlung* leistet die Photozelle die größten Dienste. Seit den Arbeiten der deutschen Forscher Elster und Geitel und des schweizer Meteorologen Dorno wird die photoelektrische Methode mit Vorliebe zur Untersuchung von Intensitäts- und Spektralmessungen des direkten Sonnen- und des diffusen Himmelslichtes benutzt.

In der medizinischen Strahlentherapie findet zur Dosierung der ultravioletten Höhensonnenstrahlung, wie schon erwähnt wurde, die Cadmiumzelle Verwendung, und in der analytischen Chemie werden feine Farbänderungen von Indikatorlösungen neuerdings mit der Photozelle beobachtet. Im physikalischen Laboratorium findet die Photozelle die mannigfaltigste Anwendung zur Messung der Absorption und Reflexion, bei pyrometrischen Messungen, zur Messung der Trübung von Gläsern, Flüssigkeiten und Kristallen, zur Bestimmung der Raumdichte, zur Auswertung von Spektrophotogrammen und zu vielem anderen, so daß die Photozelle eine früher kaum geahnte Bedeutung erlangt hat. Die Entwicklung der Photozelle, an der Astronomen einen hervorragenden Anteil hatten, ist ein schöner Beweis für die enge Wechselwirkung zwischen der „Königin der Wissenschaften“ und dem physikalisch-technischen Fortschritt.

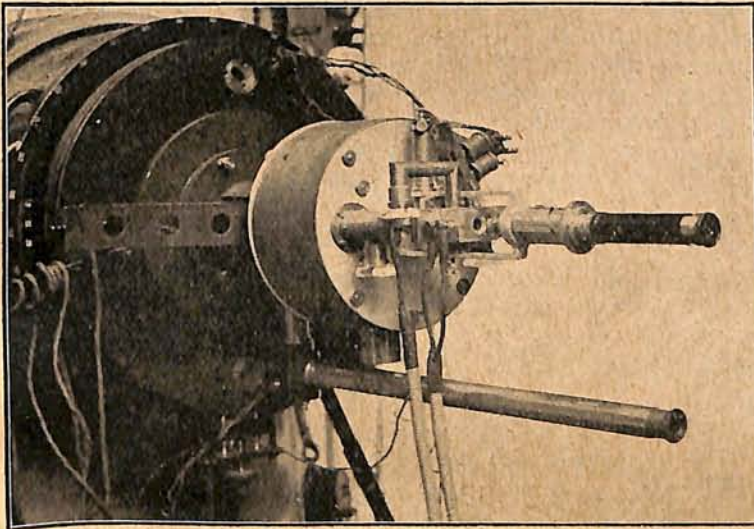


Abb. 3. Photoelektrische Apparatur am Babelsberger 125-cm-Spiegel.

durch das Gesichtsfeld periodisch abgeblendet wird. Der entsprechend den Lichtschwankungen wechselnde Photostrom der Zelle wird über einen besonderen Verstärker verstärkt und betätigt eine durch ein Relais gesteuerte Schreivorrichtung, die so die Durchgänge der Sterne durch das Fadenkreuzsystem des Instrumentes

stimmung der Raumdichte, zur Auswertung von Spektrophotogrammen und zu vielem anderen, so daß die Photozelle eine früher kaum geahnte Bedeutung erlangt hat. Die Entwicklung der Photozelle, an der Astronomen einen hervorragenden Anteil hatten, ist ein schöner Beweis für die enge Wechselwirkung zwischen der „Königin der Wissenschaften“ und dem physikalisch-technischen Fortschritt.

Bestimmung der relativen Entfernungen der Planeten aus ihren rückläufigen Bewegungen.

Von Dr. Fritz Bungart.
(Mit zwei Abbildungen.)

Der direkte Weg, die Entfernung eines Gestirns von der Erde zu bestimmen, führt über die Messung seiner Parallaxe. Die (Horizontal-) Parallaxe eines zu unserem Sonnensystem gehörigen Gestirns ist der Winkel, unter dem von dem Gestirn aus gesehen der Erdradius erscheint. Da die Erde im Vergleich zu den Entfernungen der Sonne und der Planeten sehr

klein ist, sind auch die Parallaxen dieser Himmelskörper sehr kleine Winkel, deren direkte Messung nur bei denjenigen Planeten zu genauen Ergebnissen führt, die uns sehr nahe kommen können (Mars, Venus, der Planetoid Eros usw.). Schon die Bestimmung der Sonnenparallaxe ist mit der ihrer großen Bedeutung zukommenden Schärfe nur mittelbar auszu-

führen, indem man einen dieser drei Planeten in einer dazu günstigen Stellung zu Hilfe nimmt (Mars- oder Erosopposition, Venusdurchgang). Während bereits ein kleiner Fehler in den Parallaxen Fehler von Hunderttausenden von Kilometern in den Entfernungen bewirkt, ist die Genauigkeit der Entfernungsverhältnisse der Planeten und damit auch der Größenverhältnisse unseres Sonnensystems von minutiösen Messungen viel weniger abhängig, da es sich hierbei um bedeutend größere Winkel handelt als bei den Parallaxen. Daher konnte schon Kepler die relativen Dimensionen des Planetensystems so genau, daß er nach einem Zusammenhang zwischen den Umlaufzeiten und den Entfernungen der Planeten suchen konnte. Wir wollen nun sehen, wie man unter einigen wenigen in der Natur nahezu verwirklichten Voraussetzungen aus den rückläufigen Bewegungen der Planeten ihre Entfernungsverhältnisse in bezug auf die Sonne ableiten kann.

Die Planeten bewegen sich rechtläufig, d. h. von Westen nach Osten um die Sonne. Auch ihre scheinbaren Bewegungen sind im allgemeinen rechtläufig. In der Nähe ihrer Opposition jedoch sind die oberen Planeten Mars, Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun rückläufig; um die Zeit ihrer unteren Konjunktion sind es die unteren Planeten Merkur und Venus. Ihre scheinbaren Bewegungen verlaufen dann also von Osten nach Westen.

Der Einfachheit wegen lassen wir die Bahnebenen der Planeten mit der Ebene der Ekliptik zusammenfallen. Die unter dieser Annahme gewonnenen Resultate weichen von der Wirklichkeit nur wenig ab, weil die Neigung der Planetenbahnen gegen die Ekliptik gering ist. Sie beträgt 7° bei Merkur, fast 5° bei Venus und weniger als 2° bei den übrigen Planeten.

Wir betrachten zunächst einen oberen Planeten. In der Figur 1 bedeutet HH den größten Kreis am Himmelsgewölbe, auf den unser Auge

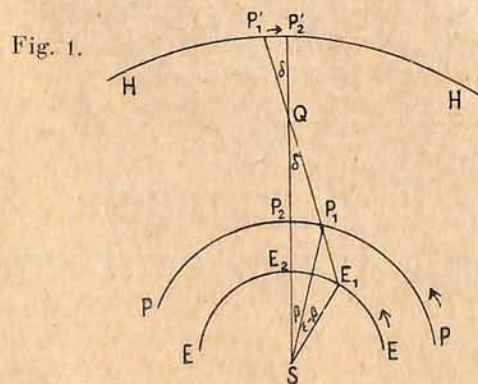


Fig. 1.

den Planeten und seine Bewegung verlegt. HH ist nach der soeben gemachten Voraussetzung die Ekliptik. Die bei der Rückkehr aus der rückläufigen Bewegung in die rechtläufige sich häufig bildenden Schleifen und Schlingen in der Bahn brauchen wir nicht zu berücksichtigen, da wir nur die erste Hälfte der rückläufigen

Bewegung in die Betrachtung einbeziehen. S bedeute die Sonne, EE und PP seien Stücke der Erd- und Planetenbahn. Sie sind als Kreisbogen gezeichnet, denn die Bahnen der Planeten unterscheiden sich nur wenig von Kreisen. In P₁ beginne die rückläufige Bewegung; sie beginnt nicht plötzlich, sondern in P₁ scheint der Planet für kurze Zeit stillzustehen. In P₂ befinde sich der Planet in Opposition, so daß S, E₂, P₂ eine gerade Linie bilden. Der Planet kulminiert um Mitternacht. Während er in seiner Bahn das Stück P₁ P₂ zurücklegt, ist die sich schneller bewegende Erde von E₁ bis E₂ gelangt und hat dabei den Winkel ε = ∠E₁SE₂ beschrieben. Die gleichzeitige rückläufige Verschiebung P₁' P₂' des Planeten beträgt δ = ∠P₁'QP₂'. Aus der Umlaufzeit des Planeten und der Zeit, die er von P₁ nach P₂ braucht, ergibt sich β = ∠P₁SP₂, indem man gleichen Zeiten gleiche Winkel zuordnet. Streng gilt das nur für kreisförmige Bahnen, aber es gilt um so genauer, je weniger die Planetenbahnen von der Kreisform abweichen.

Wir können nun in dem Dreieck SE₁P₁ das Verhältnis $\frac{SP_1}{SE_1}$ der Entfernungen von Planet und Erde in bezug auf die Sonne berechnen. Es ist nämlich:

$$\begin{aligned} \sphericalangle E_1P_1S &= \beta + \delta, \\ \sphericalangle P_1E_1S &= 180^\circ - (\varepsilon - \beta) - (\beta + \delta) \\ &= 180^\circ - (\varepsilon + \delta), \end{aligned}$$

da $\sphericalangle P_1SE_1 = \varepsilon - \beta$ ist. Nach dem Sinussatz verhält sich also:

$$\begin{aligned} \frac{SP_1}{SE_1} &= \frac{\sin [180^\circ - (\varepsilon + \delta)]}{\sin (\beta + \delta)} \\ &= \frac{\sin (\varepsilon + \delta)}{\sin (\beta + \delta)}. \end{aligned}$$

Dieses Verhältnis ist nicht konstant; es hängt von den Orten der Erde und des Planeten in ihren Bahnen ab, da diese nicht genau kreisförmig sind. Wir erhalten daher für $\frac{SP_1}{SE_1}$ einen Mittelwert, indem wir für ε, δ und β ihre mittleren Beträge einsetzen.

Als Beispiel wählen wir Jupiter. Seine mittlere tägliche Bewegung um die Sonne beträgt 0°,085, die der Erde 0°,9856. Jupiter ist im Mittel 120 Tage rückläufig und legt dabei 10° zurück. Also ist:

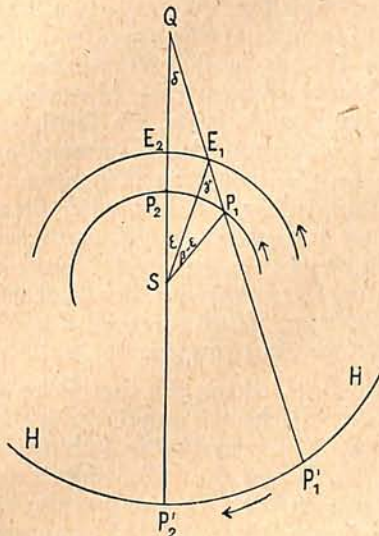
$$\begin{aligned} \beta &= 4^\circ,98; \quad \delta = 5^\circ; \quad \varepsilon = 59^\circ,14; \\ \frac{SP_1}{SE_1} &= \frac{\sin 64^\circ,14}{\sin 9^\circ,98} = 5,192 \quad [5,203]. \end{aligned}$$

Die eingeklammerte Zahl bedeutet das Verhältnis der wahren mittleren Entfernungen.

Eine analoge Betrachtung können wir für einen inneren Planeten, etwa Venus, an Fig. 2 anstellen. Am Anfang ihrer rückläufigen Bewegung ist sie um den Winkel γ = ∠P₁E₁S = 28° von der Sonne entfernt. Der Winkel δ = ∠P₁'QP₂' ist 8°. Diese Werte sind natürlich wieder Mittelwerte. Bis zu ihrer unteren Konjunktion in P₂

gebraucht Venus ungefähr $20\frac{1}{2}$ Tage, ihre mittlere tägliche Bewegung ist $1^{\circ},602$. Man hat also:
 $\gamma = 28^{\circ}$, $\delta = 8^{\circ}$, $\beta = 52^{\circ},8$.

Fig. 2.



Das Verhältnis $\frac{SP_1}{SE_1}$ berechnen wir aus $\triangle SP_1E_1$ wieder nach dem Sinussatz:

$$\frac{SP_1}{SE_1} = \frac{\sin SE_1 P_1}{\sin SP_1 E_1}$$

$$\sphericalangle SP_1 E_1 = 180^{\circ} - \gamma - (\beta - \epsilon)$$

$$= 180^{\circ} - \gamma - \beta + (\gamma - \delta)$$

$$= 180^{\circ} - (\beta + \delta).$$

Also:

$$\frac{SP_1}{SE_1} = \frac{\sin \gamma}{\sin (\beta + \delta)}$$

$$= \frac{\sin 28^{\circ}}{\sin 40^{\circ},8} = 0,7185 \quad [0,725].$$

Auch hier bedeutet die eingeklammerte Zahl die mittlere Entfernung von Venus, bezogen auf die mittlere Entfernung Erde — Sonne. Die sich ergebende nahe Uebereinstimmung mit der Wirklichkeit hat ausgereicht, um schon mit der Aufstellung des kopernikanischen Systems richtige Vorstellungen von den Größenverhältnissen unserer Sonnenwelt entstehen zu lassen, und so konnte Kepler darangehen, seine fundamentalen Gesetze abzuleiten. Die Natur, die sonst ihre Gesetze nicht so leicht zu erkennen gibt, ist hier einmal dem forschenden Menschengeist durch die Tatsache der großen Kreisähnlichkeit der Planetenbahnen und ihre geringe Neigung gegen die Ekliptik entgegengekommen.

Deutsche astronomische Expedition nach den Tropen.

Der Leiter der höchstgelegenen deutschen Sternwarte zu Sonneberg in Thüringen, Dr. C. Hoffmeister, befindet sich augenblicklich auf einer astronomischen Forschungsreise im Atlantischen Ozean, deren Ziel die Erforschung des Zodiakallichtes und der Sternschnuppen ist.

Dr. Hoffmeister hat bereits im Jahre 1930 eine solche Reise durchgeführt, die insbesondere die astronomischen Beobachtungsbedingungen in der Tropenzone zum Gegenstand der Untersuchung hatte; daneben lieferte sie aber auch schon sehr interessante Ergebnisse bezüglich des Zodiakallichtes.

Das *Zodiakallicht*, auch Tierkreislicht genannt, ist ein schwacher Lichtschein, der in Gestalt einer schrägen Pyramide im Frühling nach Sonnenuntergang am westlichen Abendhimmel und im Herbst vor Sonnenaufgang am östlichen Morgenhimmel gut sichtbar aufsteigt, aber nur da einwandfrei zu beobachten ist, wo künstliche Lichter die Beobachtung nicht stören.

Lange Zeit war dieser schwache Lichtschein ein großes Rätsel, um dessen Lösung sich sowohl die Astronomen als auch die Meteorologen bemühten. Jene nahmen an, daß der Lichtschein eine Ansammlung von kosmischem Staub um die Sonne oder um die Erde sei, diese dagegen erklärten das Zodiakallicht für einen Bestandteil der irdischen Lufthülle. Auf beiden Seiten wurden schon in der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts zahlreiche Beobachtungen ange-

stellt, die zwar die Meinungsverschiedenheiten verstärkten, aber für die neuen Untersuchungen Dr. Hoffmeisters von großem Nutzen waren.

Die Mehrzahl dieser Beobachtungen war von nördlichen Breiten aus angestellt. Zur Ortsbestimmung des Zodiakallichtes und zur Entscheidung, ob es der Atmosphäre oder dem Weltenraum angehört, erwiesen sich daher auch solche aus anderen Breiten als notwendig, die dann im Frühjahr 1930 von Hoffmeister erstmalig in größerer Zahl systematisch durchgeführt wurden. Von ganz besonderer Bedeutung waren dabei die photometrischen Messungen, d. h. Helligkeitsmessungen innerhalb des Zodiakallichtes, um die Massenverteilung bestimmen zu können. Hierher gehören auch die Beobachtungen des sog. „Gegenscheins“, einer schwachen Aufhellung des Himmels an der Stelle, die der Sonne genau gegenüber liegt. Dieser Gegenschein ist durch noch schwächere Lichtbrücken mit dem Hauptlicht verbunden, so daß man sich das gesamte Zodiakallicht folgendermaßen vorzustellen hat: Oestlich der Sonne sieht man nach Sonnenuntergang das abendliche Hauptlicht in Gestalt der Lichtpyramide, deren Spitze in die Lichtbrücke ausläuft, diese erweitert sich im Sonnengegenpunkt zum Gegenschein, der wieder durch eine Lichtbrücke mit dem Morgenhauptlicht westlich der Sonne verbunden ist. Es gilt also, diese ganze Erscheinung bezüglich wahrer Gestalt und Lage im

Raume zu untersuchen. Dies ist zu einem erheblichen Teile durch die Beobachtungen und Rechnungen, die Dr. Hoffmeister durchführte, schon geschehen.

Durch seine Untersuchungen wurde zunächst einwandfrei festgestellt, daß das Tierkreislicht, so genannt, weil es sich längs des Tierkreises oder Zodiakus erstreckt, nicht der irdischen Luft-hülle, sondern dem Raume des Sonnensystems angehört. Die weiteren Ergebnisse lieferten dann Aufschluß über die mutmaßliche Gestalt, Ausdehnung und Lage des Zodiaklichts. Es ergab sich, daß man es mit einem Körper aus kosmischem Staub zu tun hat, der die Sonne umgibt und zwei ringförmige Verdichtungen aufweist, von denen die innere etwa bei der Venus-, die äußere etwas außerhalb der Marsbahn liegt. Eine Lagebestimmung der lichtschwachen Teile im Gegenschwinggebiet ließ eine Zuordnung zur Ebene der Jupiterbahn einwandfrei vermuten; ferner ergaben sich Beziehungen zum System der Kleinen Planeten. Für die sonnennäheren Teile der Zodiaklichtmaterie fanden sich Masseneinwirkungen der Planeten Merkur, Venus, Erde und Mars.

Die Beobachtungen bedürfen noch der weiteren Sicherung und Ausgestaltung. Diesem Zweck dient die neue Reise, die von Mitte März bis Ende Juni dieses Jahres durchgeführt wird. Es wurde dazu in der Werkstatt der Sternwarte ein sog. Flächenphotometer erbaut, mit dem sehr genaue Messungen auch schwacher Lichteindrücke möglich sind. Es ist zu hoffen, daß wir durch diese weiteren Forschungen der Lösung des Zodiaklichtproblems erheblich näherkommen.

Der zweite Hauptgegenstand der Forschungsreise sind die *Sternschnuppen*, über deren Ursprung und Wesen Dr. Hoffmeister ebenfalls in den letzten Jahren grundlegende Entdeckungen machte. Die Beobachtung dieser meist schwachen und sehr flüchtigen Erscheinungen kann nur mit dem bloßen Auge geschehen, wenn auch zur Erweiterung mancher Feststellungen jetzt in

Sonneberg auch die helleren teleskopischen Sternschnuppen mit einem dafür gebauten Spezialinstrument beobachtet werden.

Dr. Hoffmeisters eigene, etwa zwei Jahrzehnte lange Beobachtungsreihe der Sternschnuppen führte in den vergangenen Jahren bei der Bearbeitung dieses Materials zu sehr interessanten Ergebnissen. Es fanden sich u. a. bestimmte Gegenden des Himmels, aus denen besonders zahlreich Sternschnuppen kommen. Im Einklang damit steht die Beobachtung dunkler, weitausgedehnter kosmischer Staub- und Nebelmassen in jenen Himmelsgegenden, die also der Ursprungsort der Sternschnuppen zu sein scheinen. Auch hier sind noch weitere Untersuchungen notwendig.

An den Beobachtungen beteiligt sich Herr cand. astr. N. Richter, Leipzig. Die Beobachter sitzen dazu in eigens dafür gebauten kleinen Häuschen, in denen die Möglichkeit zum sofortigen Eintragen der Erscheinungen in Sternkarten sowie sonstiger Aufzeichnungen besteht.

Im Nebenprogramm haben Helligkeitsmessungen des Mondes sowie der allgemeinen Himmelhelligkeit Aufnahme gefunden.

Die Beobachtungen werden an Bord des deutschen Motorfrachtschiffes „Phrygia“ der Hamburg-Amerika-Linie angestellt, das längere Zeit in günstigen Beobachtungsgebieten der Tropen kreuzt. Es werden u. a. die Häfen Montevideo, Santos und Rio de Janeiro berührt. Die beiden Forscher werden dabei verschiedene südamerikanische Sternwarten besuchen, u. a. die in La Plata, in der ein deutscher Gelehrter, Geheimrat Hartmann, wirkt. Außerdem ist beabsichtigt, durch Lichtbildervorträge in den angelaufenen Städten der Öffentlichkeit die deutsche astronomische Wissenschaft und Technik zugänglich zu machen.

Wenn die geplanten Beobachtungen durch das Wetter begünstigt werden, dann wird die astronomische Wissenschaft um sehr Wertvolles bereichert.

Dipl.-Opt. Rudolf Brandt.

Neutronen und Positronen, zwei neuentdeckte Bausteine der Materie.

Seit den grundlegenden Entdeckungen, die sich an die Namen Bohr und Rutherford knüpfen, weiß man, daß die Materie aus positiv geladenen Atomkernen und negativen Elektronen, die in Quantenbahnen um die Kerne kreisen, aufgebaut ist. Auch die Atomkerne wieder sind zusammengesetzt aus positiven und negativen Bestandteilen, und man nahm bisher an, daß die Bausteine der Kerne Elektronen und Protonen, wie die Kerne des Wasserstoffs, des leichtesten Elementes, genannt werden, sind.

Positive Protonen und negative Elektronen schienen demnach die einfachsten und einzigen Bausteine aller Materie zu sein, und aus ihrer Mischung und Zusammensetzung sollte sich erst die Vielheit der 92 verschiedenen chemischen Elemente ergeben. Die neuesten Forschungen der Atomkernphysik haben jedoch gezeigt, daß bei der Bildung der Atomkerne nicht nur Protonen und Elektronen mitwirken, sondern anscheinend noch zwei weitere Elementarbestandteile, Neutronen und Positronen.

Chadwick, Bothe und Becker, Curie und andere Forscher fanden vor kurzem, daß bei der Beschießung von Beryllium mit den sehr schnellen α -Strahlen des radioaktiven Poloniums eine sehr durchdringende Strahlung entsteht, die ein Gemisch von γ -Strahlung und einer neuartigen Korpuskularstrahlung ist. Die Neutronen, wie man diese neuartigen Korpuskeln in der Folge genannt hat, haben eine Reihe von höchst bemerkenswerten Eigenschaften. Die Masse und der Querschnitt eines Neutrons sind gleich der eines normalen Protons, jedoch fehlt dem Neutron jegliche elektrische Ladung. Die enorme Durchdringungsfähigkeit der Neutronen ist auf den geringen Querschnitt und auf das Fehlen einer elektrischen Eigenladung zurückzuführen.

Bisher wurden die Neutronen nur bei der künstlichen Zertrümmerung anderer, schwerer Atomkerne erhalten. Es besteht aber kein Zweifel, daß wir in den Neutronen einen Faktor vor uns haben, der für den Aufbau der Materie von fundamentaler Bedeutung ist. Nur die Schwierigkeit des Nachweises wegen der geringen Größe und der vollkommenen elektrischen Neutralität verhinderten eine frühere Entdeckung.

Die weitere Erforschung des Neutrons hat auch bereits Klarheit über seine innere Beschaffenheit gegeben. Das Neutron ist eine sehr feste und eigentümliche Vereinigung eines Protons mit einem Elektron; das Elektron ist gewissermaßen in das Proton hineingeflossen. Hierdurch finden die erwähnten Eigenschaften des Neutrons, seine elektrische Neutralität, die dem Proton gleiche Masse sowie sein geringer Durchmesser ihre natürliche Erklärung.

Durch die Entdeckung des Neutrons sind gewisse Schwierigkeiten in der Theorie des Aufbaus der Atomkerne behoben worden, und es mag hier besonders betont werden, daß die Auffindung der Neutronen auch für die

Theorie der Entstehung der Sterne von Bedeutung werden kann. Es bestehen gute Gründe für die Annahme, daß im Innern der Fixsterne merkliche Mengen freier Neutronen vorhanden sind, die wegen der bei ihrer Anlagerung an andere Atomkerne frei werdenden Energie eine neue Quelle der stellaren Strahlungsenergie darstellen können.

Während also über die Natur der Neutronen schon eine gewisse Klarheit geschaffen werden konnte, wissen wir über die erst vor aller kürzester Zeit von Chadwick und seinen Mitarbeitern im Cavendish-Laboratorium in Cambridge entdeckten Positronen noch kaum etwas. Bei Versuchen über die Eigenschaften der neuen Neutronenstrahlung fanden Chadwick und seine Mitarbeiter auf mit einer Wilson-Kammer gemachten Nebelaufnahmen*) Bahnsuren, die auf das Vorhandensein von positiv geladenen, masselosen Teilchen hindeuteten. Derartige Untersuchungen über die Bahnkrümmung von geladenen Teilchen in einem Magnetfeld gehören zu den schwierigsten Untersuchungen der experimentellen Physik, doch scheint es, daß Chadwick bei seinen Versuchen die einen falschen Effekt vortäuschenden Nebenerscheinungen ausschalten konnte, und daß durch seine Beobachtungen tatsächlich die Existenz von positiv geladenen Teilchen von sehr geringer Masse gesichert ist. Auch sprechen im Kaiser-Wilhelm-Institut von Lise Meitner und K. Philipp ausgeführte Untersuchungen für das Vorhandensein positiver Elektronen. Die Tatsache, daß diese sogenannten Positronen stets gemeinsam mit den Neutronen beobachtet wurden, scheint darauf hinzuweisen, daß sowohl den Positronen als auch den Neutronen eine besondere Bedeutung für den Aufbau der Atomkerne zukommt, doch ist es verfrüht, schon jetzt weitergehende Schlüsse zu ziehen.

Dr. B o m k e.

*) Ueber die Herstellung der Nebelaufnahmen vgl. „Weltall“ Jg. 50, S. 95. Die Schriftl.

Der gestirnte Himmel im Juli 1933.

Von Günter Archenhold.

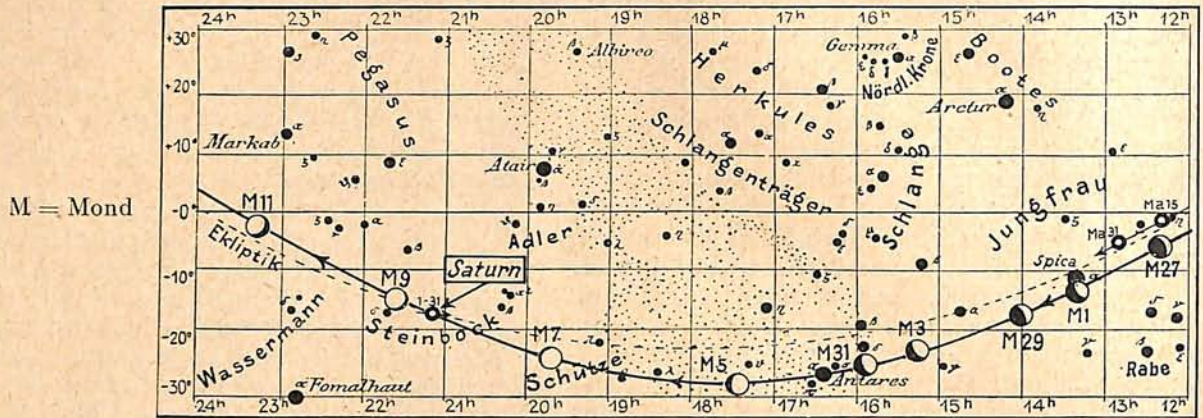
(Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.)

Die große Wärmemenge, welche die Sonne bei ihrem Hochstande in der Ekliptik der nördlichen Erdhalbkugel zustrahlt, bewirkt bis in den Juli hinein eine ständige Zunahme der Temperaturen. Die warmen Nächte machen den Aufenthalt unter dem gestirnten Himmel angenehm, aber noch immer treten wegen der in unseren Breiten bis zum 26. Juli dauernden Mitternachtsdämmerung die schwächeren Sterne nicht hervor.

Die Ekliptik zieht sich im Juli tief vom nordwestlichen zum südöstlichen Horizont. Planeten und Mond weisen daher keine beson-

ders günstigen Beobachtungsverhältnisse im Fernrohr auf. Die Sternenbahn der Milchstraße, die einen großen Winkel mit dem Tierkreis bildet, wird dagegen günstiger sichtbar.

Am 1. Juli, abends 22^h, und am 15. Juli um 21^h wird die Nordsüdrichtung am Himmel durch zwei helle Sterne markiert. Im Norden steht *Kapella* im Fuhrmann, wegen ihrer Horizontnähe stark funkelnd. Ihr Spektrum gleicht fast genau dem unserer Sonne; nur kleine Unterschiede sind bemerkbar, die vor allen Dingen durch den geringeren Druck der Atmosphäre dieses Sterns hervorgerufen werden. *Kapella*



gehört nämlich zu den Riesen, während unsere Sonne ein Zwergstern ist. 58 Jahre braucht das Licht nach den neuesten Bestimmungen bis zu uns. Würden wir Sonne und Kapella in derselben Entfernung betrachten können, so würde die Sonne um fünf Größenklassen schwächer erscheinen, da Kapella hundertmal mehr Licht aussendet als unser Tagesgestirn. — *Antares*, der Hauptstern des Skorpion, gibt die Südrichtung an. Der stark auffallenden roten Farbe verdankt er seinen Namen. Er wurde nämlich mit dem Mars, der griechisch Ares heißt, verglichen und als Gegenstück zu diesem Antares genannt. Heute wissen wir, daß er zu den größten Sternen gehört und die rote Farbe auf seine geringe Leuchttemperatur zurückzuführen ist, während die rötliche Farbe des Mars von der Beschaffenheit seiner Oberfläche herrührt. Der Riesenball des Antares umfaßt einen mehrere millionenmal größeren Raum als unsere Sonne, und die ihn zusammensetzenden Gase befinden sich noch in einem außerordentlichen Verdünnungsgrade. Sein Abstand wird zu 220 Lichtjahren angenommen.

Die Ostseite des Himmels enthält die Sommersternbilder. Die das große rechtwinklige Dreieck bildenden Hauptsterne von Leier, Schwan und Adler erscheinen uns etwa von der gleichen Helligkeit. Wega ist nur etwa eine Größenklasse heller als Deneb. In Wirklichkeit aber ist gerade Deneb der mächtigste Stern von den dreien; er strahlt nämlich 4000mal so viel Licht aus wie unsere Sonne. Bei einem Abstände von 400 Lichtjahren zählt er den entferntesten Sternen 1. Größe.

Im Westen rücken die Frühlingssternbilder in die Dunstzone des Horizontes. Nur Bootes und Krone stehen noch günstig. Um den Zenit lagern sich Drache und Herkules.

Die Planeten.

Im Laufe des Monats macht sich ein Umschwung in den Sichtbarkeitsverhältnissen der Planeten bemerkbar. Mars und Jupiter, die beiden seit Beginn des Jahres am Abendhimmel

stehenden Wandelgestirne, verschwinden mehr und mehr in der westlichen Abenddämmerung. An ihre Stelle tritt der auch in diesem Jahre im Sternbild des Steinbocks sich aufhaltende ringgeschmückte Planet Saturn, der durch seinen wundervollen Anblick in Fernrohr immer wieder die Blicke des Himmelsfreundes auf sich zieht.

Merkur gelangt zwar am 2. Juli in größte östliche Abweichung, wird aber wegen der ungünstigen Stellung der Ekliptik zum Horizont für das bloße Auge nicht sichtbar werden. Am 30. kommt er in untere Konjunktion mit der Sonne.

Venus ist während des ganzen Monats etwa eine halbe Stunde lang in der Abenddämmerung sichtbar. Sie beginnt ihre Wanderung im Juli unfern von Pollux an der Grenze des Krebses und der Zwillinge und gelangt bis Ende des Monats bis über Regulus im Löwen hinaus.

Mars ist anfangs bis 23 $\frac{1}{2}$ h, zuletzt bis 21 $\frac{1}{4}$ h am westlichen Abendhimmel sichtbar. Seine Helligkeit ist in ständiger Abnahme begriffen. Er entfernt sich nunmehr schneller von Jupiter und wandert auf Spika in der Jungfrau zu.

Jupiter ist vom Erscheinen in der Abenddämmerung an anfangs etwa eine Stunde, zuletzt nur noch 10 Minuten im Westen sichtbar. Sein Untergang erfolgt im Anfang des Monats um 23 $\frac{1}{4}$ h, zuletzt um 21 $\frac{1}{2}$ h. Wegen der ungünstigen Beobachtungsmöglichkeit kommen die Tabellen der Stellungen und Verfinsterungen seiner Monde in Fortfall.

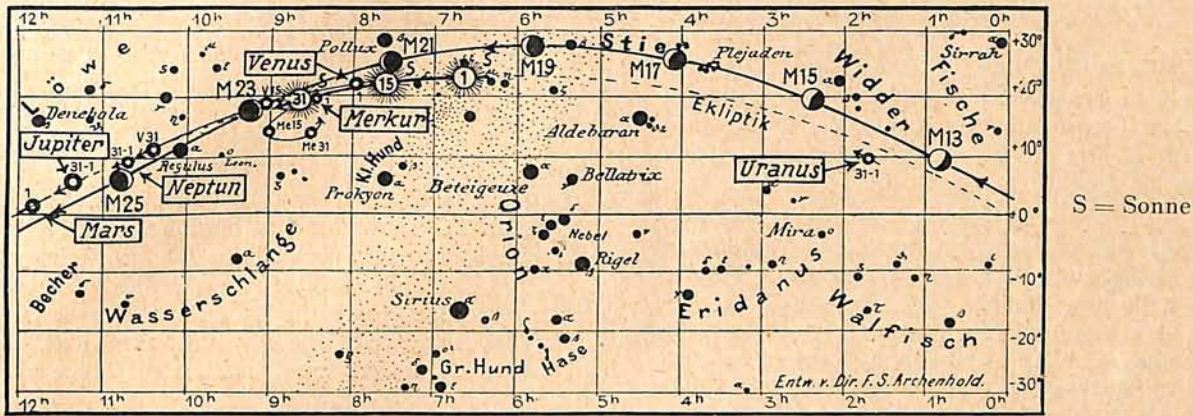
Saturn nähert sich der Oppositionsstellung und ist im Juli die ganze Nacht über sichtbar. Man kann ihn in der Verlängerung einer durch Wega in der Leier und Atair im Adler gezogenen Linie leicht auffinden. Sein Mond Titan steht am 2. und 18. Juli östlich von ihm.

Uranus kann vor Sonnenaufgang aufgesucht werden. Seine Stellung ist am 15. Juli Rekt. = 1^h42^m,1 und Dekl. = +9°58'.

Neptun verschwindet im Laufe des Monats in der Abenddämmerung.

für den Monat Juli 1935.

Nachdruck verboten.



Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne steigt zuerst langsam, dann schneller in der Ekliptik herab. Ihre Deklination verringert sich im Laufe des Monats von 25° auf 18°, womit eine Verkürzung der Tageslänge von 16¾ auf 15½ Stunden verbunden ist. Am 2. Juli, also mitten in unserem Hochsommer, ist der Abstand der Erde von der Sonne am größten. Er beträgt an diesem Tage 152 Millionen km, also 2,5 Millionen km mehr als im Durchschnitt. Infolge der Präzessionsbewegung der Erdachse und der Veränderung der Bahnelemente findet hierin jedoch ein langsamer Wandel statt. Durch genaue Berechnungen ist es gelungen, in diesen Veränderungen eine wichtige Ursache für den klimatischen Wandel auf dem Erdball nachzuweisen und Daten für frühere Eiszeiten zu berechnen.

Die Auf- und Untergangszeiten der Sonne für Berlin sowie weitere wichtige Angaben enthält nachstehende Tabelle:

| Juli | Deklin. Oh Weltzeit | Aufgang für Berlin (Polhöhe 52¼°) | | Zeitgleichg. wahre minus mittlere Zeit | Sternzeit Berl. Mittag |
|------|------------------------|---|----------|--|---------------------------|
| | | M. E. Z. | M. E. Z. | | |
| 1. | +23 10 | h m | h m | m s | h m |
| 5. | 22 52 | 3 47 | 20 33 | -3 34 | 6 36,2 |
| 10. | 22 20 | 3 50 | 20 31 | 4 18 | 6 52,0 |
| 15. | 21 39 | 4 0 | 20 27 | 5 6 | 7 11,7 |
| 20. | 20 48 | 4 0 | 20 23 | 5 43 | 7 31,4 |
| 25. | 19 49 | 4 7 | 20 17 | 6 9 | 7 51,1 |
| 30. | +18 41 | 4 14 | 20 10 | 6 20 | 8 10,8 |
| | | 4 21 | 20 2 | -6 17 | 8 30,5 |

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

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

| | | |
|------------------|---------|------|
| Vollmond: | Juli 7. | 12¾h |
| Letztes Viertel: | „ 14. | 15½h |
| Neumond: | „ 22. | 17 h |
| Erstes Viertel: | „ 30. | 5¾h |

Die Auf- und Untergangszeiten des Mondes für Berlin sind folgende:

| Juli | Wochen- tag | Mond- Aufgang Untergang für Berlin | | Juli | Wochen- tag | Mond- Aufgang Untergang für Berlin | |
|------|----------------|--|----------|------|----------------|--|----------|
| | | M. E. Z. | M. E. Z. | | | M. E. Z. | M. E. Z. |
| 1 | Sa | h m | h m | 17 | Mo | h m | h m |
| 2 | St | 13 20 | 23 37 | 18 | Di | — | 17 48 |
| 3 | Mo | 14 47 | 23 52 | 19 | Mi | 0 23 | 18 47 |
| 4 | Di | 16 19 | — | 20 | Do | 1 10 | 19 32 |
| 5 | Mi | 17 52 | 0 15 | 21 | Fr | 2 10 | 20 5 |
| 6 | Do | 19 17 | 0 48 | 22 | Sa | 3 22 | 20 30 |
| 7 | Fr | 20 23 | 1 41 | 23 | St | 4 38 | 20 47 |
| 8 | Sa | 21 6 | 2 57 | 24 | Mo | 5 55 | 21 0 |
| 9 | St | 21 34 | 4 28 | 25 | Di | 7 13 | 21 13 |
| 10 | Mo | 21 54 | 6 2 | 26 | Mi | 8 30 | 21 23 |
| 11 | Di | 22 8 | 7 34 | 27 | Do | 9 47 | 21 34 |
| 12 | Mi | 22 20 | 9 0 | 28 | Fr | 11 8 | 21 44 |
| 13 | Do | 22 30 | 10 21 | 29 | Sa | 12 30 | 21 57 |
| 14 | Fr | 22 39 | 11 39 | 30 | St | 13 58 | 22 17 |
| 15 | Sa | 22 52 | 12 55 | 31 | Mo | 15 28 | 22 44 |
| 16 | St | 23 5 | 14 11 | | | | |
| | | 23 24 | 15 26 | | | | |

Im Juli sind in Berlin keine Bedeckungen heller Fixsterne durch den Mond zu beobachten.

Kalender der Konstellationen und bemerkenswerten Himmelserscheinungen.

| Juli h | |
|--------|--|
| 2. 17 | Merkur in größter östlicher Abweichung 25°53'. |
| 2. 22 | Erde im sonnenfernsten Punkt ihrer Bahn. |
| 6. 15 | Mond in Erdnähe (scheinbarer Durchmesser 35'22", Horizontalparallaxe 61'9"). |
| 9. 15 | Saturn in Konjunktion mit dem Monde. |
| 12. 14 | Merkur in Konjunktion mit Venus. |
| 15. 4 | Uranus in Konjunktion mit dem Monde. |
| 15. 21 | Merkur stationär. |
| 17. 3 | Algol im kleinsten Licht. |

| Juli h | |
|--------|---|
| 19. 0 | Mond in Erdferne (scheinbarer Durchmesser 29'50", Horizontalparallaxe 54'2"). |
| 19. 24 | Algol im kleinsten Licht. |
| 25. 15 | Merkur in Konjunktion mit dem Monde. |
| 24. 25 | Venus in Konjunktion mit dem Monde. |
| 25. 22 | Neptun in Konjunktion mit dem Monde. |
| 26. 25 | Jupiter in Konjunktion mit dem Monde. |
| 28. 14 | Mars in Konjunktion mit dem Monde. |
| 30. 12 | Merkur in unterer Konjunktion mit der Sonne. |

AUS DEM LESERKREISE

Venusbeobachtungen 1932-1933.

Bei einem erneuten Durchsehen der „Cytheriographischen Fragmente“ von Schroeter, die er 1795 bei Adam Keyser in Erfurt erscheinen ließ, fielen mir einzelne Punkte in seinen Beobachtungen auf, die auch ich bestätigen konnte.

Schroeter sah im Gegensatz zu seinen Vorgängern Cassini 1666/67 und Bianchini 1726 auf der Venus niemals helle bzw. dunkle scharf begrenzte Flecken (ähnlich den Sonnenflecken), sondern nur schwache wolkenartige Gebilde und diese nicht einmal an jedem Beobachtungstag. In den Jahren 1950—1955 habe ich oft solche Flecken gesehen, aber immer sehr schwach, so daß sie nur selten vermessen werden konnten. Im Jahre 1952 habe ich an ca. 80 Beobachtungstagen 184 Venuszeichnungen erhalten, und nur an 12 Tagen waren die Flecken so deutlich, daß ich ihre Ausmaße ungefähr bestimmen konnte. Den größten derartigen Fleck habe ich im Dezember 1952 zu ca. 7500×1940 km vermessen, und ich glaube bestimmt, daß dieser Fleck der Venusoberfläche (oder Atmosphäre) angehört hat. Einen hellen Fleck glaube ich am 15. Januar 1953 bei 180-facher Vergrößerung gesehen zu haben, doch ist diese, bisher einzige, Beobachtung nur sehr unsicher wegen ungünstiger Luft. Die Fleckenbeobachtungen sind, wie in den Vorjahren überhaupt, 1952 also recht dürftig ausgefallen, aber dafür wesentlich reichlicher die Sichel-Beobachtungen. Hörnerabrundungen (besonders des Nord-Horns) wurden oft wahrgenommen, doch habe ich nicht ein einziges Mal

einen isoliert im Dunklen leuchtenden Punkt neben dem Nordhorn wie Schroeter 1789 gesehen. Ich möchte diese Wahrnehmung für eine Täuschung Schroeters halten. Ueberspringen der Sichelhörner, Einbuchtungen und andere Unregelmäßigkeiten sind — besonders in der Zeit vom 17. April bis 29. Juni 1952 — sehr oft gesehen und vermessen worden. Das „aschgraue Licht“ der Venus habe ich nur einmal, am 15. Mai 1952 um $20^h 50^m$, sehr deutlich gesehen. Verschiedene photographische Aufnahmen der Venus, die bei 9 m Brennweite gemacht sind, zeigen außer dem starken Lichtabfall zur Dämmerungsgrenze hin nichts Besonderes.

Wolf-W. Spangenberg.

Mondformation vom „Wargentín“-Typ.

Im Anschluß an die Mitteilung im „Weltall“, laufender Jahrgang, S. 103, gebe ich den folgenden Auszug aus meinem Beobachtungsbuch:

Mittwoch, 27. Juli 1952, 1^h M.E.Z.
Mond abnehmend,
Terminator 15° östlich.

Ein sogenanntes Ringgebirge vom Wargentín-Typ befindet sich als Anschlußkrater an Rost in Richtung Scheiner. Bei Neison als Dreieck gezeichnet, mit kleiner Kratergrube. Diese Formation war als ein deutliches Oval mit Zentralgebirge sichtbar. Die Position ist 57° Süd, 28° West.

M. Kutscher, Berlin.

KLEINE MITTEILUNGEN

Höhe der im Jahre 1932 beobachteten leuchtenden Nachtwolken. Im Dezemberheft unserer Zeitschrift ist über das Auftreten von leuchtenden Nachtwolken über Norwegen im Juli des vergangenen Jahres berichtet worden. Nunmehr liegen die Ergebnisse der Höhenmessungen von den Nordlichtstationen Prof. Störmers vor¹⁾. Aus drei Aufnahmen der Nacht vom 10. zum 11. Juli 1952, die aus einer Reihe von gleichzeitigen Aufnahmen mit der Basislänge von 65 km (Oslo—Kongsberg) zur Bearbeitung ausgewählt wurden, ergab sich, daß die Wolken über Norwegen zwischen dem 60. und 62. Grad nördlicher Breite gelegen haben. Die Meßresultate für die Höhe einzelner Wolkenpunkte liegen zwischen 74 und 92 km mit dem Mittel 81,8 km. Die Geschwindigkeit betrug etwa 50 m in der Sekunde, und die Bewegung war gegen Südwesten gerichtet. — In der Nacht vom 24. zum 25. Juli sind die Wolken von zwei Stationen aus (Villa X—Lillehammer, Basislänge 161 km) gleichzeitig photographiert worden. Die Wolken lagen diesmal tiefer am Horizont, was auf eine größere Entfernung hindeutet; sie dürften über einem Gebiet von 65° bis 65° nördl. Br. gelegen haben. Die

abgeleitete Höhe ergab fast den gleichen Wert wie in der ersten Nacht; das Mittel aus beiden Nächten beträgt 81,4 km. Geschwindigkeitsmessungen waren nicht möglich. Dagegen gelang es, den Abstand einer Reihe von Wolkenrippen zu messen; die mittlere Entfernung betrug etwa 9 km.

Die Resultate zeigen sowohl hinsichtlich der Höhe als auch der Geschwindigkeiten und des Rippenabstandes eine gute Uebereinstimmung mit den von O. Jesse vor 50 Jahren angegebenen Werten. Auch die von mir bearbeiteten Aufnahmen meines Vaters vom 24. Juni 1910 führten zum gleichen Resultat²⁾.

Die Meteorologie kann daher mit der Tatsache rechnen, daß in 80 km Höhe in den Sommernächten eine nordsüdliche Luftbewegung vorherrschend ist. Es erscheint aber zweifelhaft, ob allein meteorologische Ursachen für diese Strömung verantwortlich zu machen sind, oder ob etwa die Luftzirkulation

¹⁾ Meteorologische Zeitschrift Bd. 50, Heft 4, 1953.

²⁾ Dr. F. S. Archenhold „Die leuchtenden Nachtwolken und bisher unveröffentlichte Messungen ihrer Geschwindigkeit“ im „Weltall“ Jg. 27, Heft 10/11, 1928.

von außen her beeinflusst wird. O. Jesse glaubte z. B. aus den Bewegungsrichtungen der leuchtenden Nachtwolken auf das Vorhandensein eines widerstehenden Mittels im Raume schließen zu müssen, welches die Rotation der obersten Luftschichten hemme. Meiner Ansicht nach müßte aber eher der Strahlungsdruck, dessen Wirkung damals noch nicht bekannt war, herangezogen werden. Da die Materie, die sich in jenen Höhen der Atmosphäre lange Zeit schwebend halten kann, aus außerordentlich feinen Partikelchen besteht, ist die Einwirkung des Lichtdrucks durchaus plausibel. Ebenso zeigen die Beobachtungen, daß die Bewegung der leuchtenden Nachtwolken fast stets von der Sonne fortgerichtet ist.

Günter Archenhold.

Der Sonnentempel Kalasasaya in den Ruinen von Tihuanacu (Bolivien) ist von Dr. Rolf Müller, Potsdam, in bezug auf die Möglichkeit einer astronomischen Altersbestimmung neu untersucht worden (Baessler-Archiv Bd. 14, 1951). Tihuanacu liegt in einem breiten Tal etwa 70 km von der Landeshauptstadt La Paz entfernt. Die Ruinen bieten mit ihren gewaltigen Steinreihen auch heute noch ein imposantes Bild. Wie in anderen Fällen ist auch hier im Laufe der Jahrhunderte viel zerstört worden, und überall findet man in dem heutigen Orte Tihuanacu Gebäude, die aus dem Material des Ruinenfeldes errichtet worden sind; die große Kirche z. B. ist fast ganz unter Verwendung der alten Bausteine entstanden, und viele Höfe und Straßen sind mit dem historischen Material gepflastert. Der große Sonnentempel hat ein Ausmaß von 118×155 m (vgl. „Weltall“ Jg. 24, Heft 2: Prof. Posnansky „Kulturvorgeschichtliches und die astronomische Bedeutung des großen Sonnentempels von Tihuanacu in Bolivien“). Die noch stehenden Pfeilerreihen zeigen eine sorgfältige Bearbeitung des Steinmaterials. Eine gewaltige Freitreppe führt auf der Ostseite zum Tempel hinan.

Die Seiten des Tempels sind mit großer Annäherung nach den vier Haupthimmelsrichtungen orientiert; Süd- und Nordwand weichen nur um etwa $40'$, die Ost- und Westwand um $1^{\circ}4'$ von den jetzigen wahren Richtungen ab. Besonders erstaunlich ist, mit welcher Genauigkeit die Längen gegenüberliegender Seiten miteinander übereinstimmen; die Differenz beträgt nur $1\frac{1}{2}$ pro Mille.

Liegt schon bei der genauen Orientierung nach den Himmelsrichtungen die Vermutung nahe, daß wir in Kalasasaya die Reste eines alten Sonnentempels vor uns haben, so wird diese Ansicht noch dadurch bestätigt, daß von der Mitte der Westseite aus gesehen die Sonne zu den Zeiten der Sommer- und Wintersonnenwende fast genau über den Eckpfeilern der Ostwand aufging. Der Tempel ermöglichte also durch Beobachtung der Sonnenaufgänge die Festlegung eines Kalenders.

Die heutigen Abweichungen der Sonnenaufgangspunkte von den durch die Tempelpfeiler gekennzeichneten würden unter der Voraussetzung, daß sich an dem Tempel nichts verändert hat, eine Altersbestimmung zulassen. Die bekannte Aenderung der Schiefe der Ekliptik würde ergeben, daß der

Tempel vor mehr als 10 000 Jahren angelegt sein müßte. Ein Mangel dieser astronomischen Altersbestimmung ist jedoch darin zu suchen, daß der Beobachtungsstand der alten Priester nicht genau bekannt ist; daher ist den Zahlen keine bindende Beweiskraft beizumessen, doch sprechen auch andere Anzeichen für ein außerordentlich hohes Alter des Sonnentempels.

Zum Schluß sei gestattet, darauf hinzuweisen, daß geologische Veränderungen während dieser Zeit stattgefunden haben könnten. Sowohl Bewegungen in der Vertikalen als auch in der Horizontalen können die heute gemessenen Winkelwerte von den ursprünglichen abweichend erscheinen lassen, denn es ist auffallend, daß die Bauwerke aus gleichen Zeitepochen fast stets die gleichen Meridianabweichungen aufweisen. Es erscheint mir daher nicht ohne Interesse zu sein, dieses Problem weiter zu verfolgen.

Günter Archenhold.

Komet Giacobini-Zinner (1933 c) wurde am 25. April als Objekt 15. Größe von Prof. Schorr auf der Bergedorfer Sternwarte aufgefunden. Er durchläuft sein Perihel am 15. Juli, wird aber auch dann nur sehr lichtschwach sein, so daß eine Aufsuchung mit kleineren Instrumenten nicht in Frage kommt. Der Komet ist seit 1900 bekannt und hat eine Umlaufzeit von 6,5 Jahren.

G. A.

Eine Störung in der Lichtkurve von η Aquilae wurde von W. E. Bernheimer im Jahre 1950 beobachtet, als er ein neues Selenphotometer am 40-cm-Spiegel der Wiener Sternwarte ausprobierte. Der Stern η Aquilae gehört zu den Veränderlichen vom δ Cephei-Typus und weist eine Periode des Lichtwechsels von 7,1765 Tagen auf. In der Nacht vom 18. zum 19. Juni trat 1,8 Tage nach dem Maximum und vor einer gewöhnlich auftretenden kleinen Welle der Lichtkurve eine plötzliche Lichtzunahme um 0,2 Größenklassen ein. Leider mußten die Messungen des Tagesanbruchs wegen abgebrochen werden, ohne daß etwa ein Stillstand dieses Anstieges zu erkennen gewesen wäre.

Man kann zur Erklärung dieser eigenartigen Erscheinung einige Anhaltspunkte finden, wenn man annimmt, daß die Störung durch unregelmäßige Schwingungen in höheren Schichten der Sternatmosphäre entstanden sei. Bernheimer weist auf die Helligkeitsstörungen bei α Lyrae hin (vgl. „Weltall“ Jg. 50, Heft 9), die vielleicht dem Lichtausbruch bei η Aquilae ähnlich sein können. Guthnick schloß aus diesen Erscheinungen auf Vertikalströmungen in der Atmosphäre des Sterns; sie konnten noch bei einigen anderen Sternen sowohl in den lichtelektrischen als auch in den Radialgeschwindigkeitsmessungen nachgewiesen werden.

G. R. Miczaika.

Ein neuer Generalkatalog der Doppelsterne ist von Robert G. Aitken herausgegeben worden. Er bildet eine Fortsetzung des bekannten, vor 26 Jahren erschienenen Generalkataloges von Burnham, weicht aber in seinem Aufbau in einigen wesentlichen Punkten von diesem ab. Interessant ist zunächst ein Vergleich der Gesamtzahl der in den Katalogen ent-

haltenen Sternpaare zwischen dem Nordpol und 50° südlicher Deklination. Burnham zählte 15 665 Doppelsterne auf, während Aitken selbst bei Fortlassung der wahrscheinlich nur optischen Paare auf 17 180 kommt. Von diesen Sternen werden alle Beobachtungen nachgewiesen, sofern sie nicht im Burnham-Katalog enthalten sind. Diese ungeheuer wertvolle Arbeit wurde bis zum Jahre 1912 von Burnham selbst vorbereitet, indem er sofort nach Erscheinen seines Kataloges mit der Sammlung weiterer Messungen und Bahnrechnungen begann. Dann übernahm Eric Doolittle das ganze Material und legte einen Zettelkatalog an, der nach seinem Tode im Jahre 1920 an Aitken übergang und von ihm fortgeführt wurde. Der Druck des Kataloges wurde 1927 vorbereitet; in ihm sind in zwei Bänden von insgesamt 1488 Seiten alle Messungen bis zum 1. Januar 1927 enthalten. — Aitken hat sich ein neues großes Verdienst um die Doppelsternforschung erworben; der in mühevoller Arbeit hergestellte Generalkatalog wird für lange Zeit zu den Standardwerken zählen.

G. A.

Ein anormaler photographischer Effekt ist von Professor F. E. Roß auf der Yerkes-Sternwarte bei einer in Amerika für astronomische Aufnahmen viel verwendeten Plattensorte festgestellt worden. Bei den Versuchen wurde eine Platte, wie es bei photometrischen Arbeiten üblich ist, mit einer Skala von Lichtintensitäten belichtet. Nach der Entwicklung zeigte sich, daß sich die schwächsten Stufen der Skala hell von dem umgebenden Schleier abhoben und erst bei den Feldern stärkerer Lichtintensität die

übliche Schwärzung auftrat. Die Erscheinung macht sich um so stärker bemerkbar, je länger die Platte entwickelt wird, wodurch naturgemäß die Dichte des Schleiers zunimmt. Diese Umkehr schwächster Lichteindrücke ist nicht mit der bekannten Umkehr bei Ueberbelichtungen, die man als Solarisation bezeichnet, identisch. Der Effekt ist gerade bei astronomischen und spektrographischen Aufnahmen von größter Wichtigkeit; z. B. können schwache Emissionslinien als Absorptionslinien erscheinen und bei der Photographie lichtschwacher Nebel Beeinträchtigungen auftreten. Es ist daher wichtig, daß photographische Emulsionen vor ihrer Verwendung auf das Auftreten des Effektes hin untersucht werden.

G. A.

Einige schöne Halos sind in diesem Frühjahr aufgetreten. Am 29. März beobachtete Herr Dr. Sandner von Erlangen aus eine durch besonders intensive Farben ausgezeichnete Erscheinung. Auch in Schlesien und Berlin wurden zu gleicher Zeit ähnliche Beobachtungen gemacht. Dr. Sandner bittet alle, die Ende März optische Erscheinungen beobachtet haben, um Mitteilung an das „Weltall“.

Am Pfingstmontag, dem 5. Juni, erregte in der Umgebung Berlins eine Haloerscheinung am Monde die Aufmerksamkeit vieler. Es waren helle Nebenmonde sichtbar, und von einigen Beobachtern wurde auch ein Kreuz durch den Mond gesehen. Auch in diesem Falle wäre es interessant, näheres über die Verbreitung des Halos zu erfahren. Zuschriften sind an die Schriftleitung des „Weltall“ erbeten.

BÜCHERSCHAU*)

Haarmann, Prof. Dr. Erich: **Die Oszillationstheorie.**

Eine Erklärung der Krustenbewegungen von Erde und Mond. 260 S. mit 78 Abb. und 1 Tafel. Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart 1950. Pr. geh. 15,50 M., geb. 17,10 M.

Die Frage nach der Entstehung der Gebirge kann von der Geologie noch nicht eindeutig beantwortet werden. Die früher am meisten verbreitete Kontraktionstheorie wollte die Erdkrustenbewegungen durch Faltungen der schrumpfenden Oberfläche erklären. Wenn von den Anhängern dieser Theorie in Analogie auf die Runzeln des eintrocknenden Apfels oder der alternden Haut verwiesen wurde, so machten sie den Fehler, aus Vorgängen im Kleinen auf solche größeren Maßstabes schließen zu wollen, und übersahen dabei, daß in den Dimensionen der Wirklichkeit die Gesteine gar nicht in der Lage wären, die zur Erzielung der Gebirge notwendigen Drucke weiterzuleiten.

An die Stelle der Kontraktionstheorie mußten daher andere Hypothesen treten. Von diesen ist in weiteren Kreisen fast nur die Wegenersche Kontinentalverschiebungstheorie bekanntgeworden. Eine andere ist die von dem Berliner Universitätsprofessor Haarmann in 15jähriger Arbeit entwickelte Oszillationstheorie, die den Inhalt seines vorliegenden Buches bildet. Nach Haarmann sind die Anregungen zu den Umwälzungen auf der Erde in kosmischen Kräften zu suchen, welche die Rotationsachse der Erde verlagern. Dadurch sollen an einigen Stellen Hebungen und an anderen Senkungen verursacht werden, weil die Massen jederzeit bestrebt sind, sich symmetrisch zur neuen Rotationsachse einzustellen. Durch das Auf und Ab der Erdschollen (Primärtektogenese) entstanden Gebirge, und zugleich

würde Veranlassung zum seitlichen Abgleiten der jeweils gehobenen Schichten gegeben, wodurch sich Faltungen, Verwerfungen usw. bildeten (Sekundärtektogenese).

Ohne Zweifel sind auf der Erde Hebungs- und Senkungsgebiete vorhanden, doch kann man für diese nach meiner Ansicht nicht die von Haarmann angeführten Entstehungsursachen annehmen. Wenn z. B. Skandinavien aufsteigt, so ist dies eine Folge des Fortfalls des in der Eiszeit vorhandenen Druckes der gefrorenen Wassermassen, und auch sonst dürften ähnliche Ursachen vorliegen. Gerade der Astronom wird der Haarmannschen Theorie oder besser Hypothese zweifelnd gegenüberstehen, weil, wie ihm bekannt ist, die äußeren Kräfte nur in größeren Zeiträumen wirken, gegen welche die Verlagerungen der Erdkruste als schnell anzusehen sind. Die bekannten Polhöhen Schwankungen dürften nicht die primäre Ursache von Erdschollenbewegungen, sondern eher die Folge von tektonischen und atmosphärischen Massenverlagerungen sein. So ist der Referent durch die Lektüre des Buches durchaus nicht von der Richtigkeit der Haarmannschen Hypothese überzeugt worden. Der exakte Naturforscher hat noch in mancherlei Hinsicht an der Art des Buches zu kritisieren; insbesondere wird an mehreren Stellen der astronomischen Erkenntnis Zwang angetan.

Das Werk enthält vieles, was einer eingehenden Beachtung wert ist, dürfte aber trotz des im Untertitel gegebenen Hinweises auf den Mond in erster Linie für Geologen von Interesse sein, welche darin eine Fülle von Literatur und Beobachtungsmaterial verarbeitet finden.

G. A.

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

DAS WELTALL

Herausgegeben von Dr. F. S. Archenhold, Schriftleiter: Günter Archenhold.

52. Jahrgang Heft 10/11

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

Juli/August 1953

Inhaltsverzeichnis:

| | Seite | | Seite |
|--|-------|---|-------|
| 1. Der Bau des Fixsternsystems. Von D. Wattenberg | 157 | 5. Der gestirnte Himmel im August und September 1953. Von Günter Archenhold. (Mit Sternkarten und Karten des Laufes von Sonne, Mond und Planeten für beide Monate.) | 154 |
| 2. Energiekreislauf im Weltall. Von Eduard Engert | 141 | 6. Kleine Mitteilungen: Lichtschwankungen eines Planetoiden. — Die Energie der Höhenstrahlung. — Einige neue astronomische Demonstrationsapparate. — Kleine Planeten im August und September 1953 | 157 |
| 3. Neuerungen auf dem Gebiete des Präzisionsuhrenbaues. (Schluß.) Von Dr. E. Lange, Seewarte Hamburg. (Mit 7 Abbildungen.) | 144 | 7. Bücherschau | 160 |
| 4. Die Sperrschichtphotozelle, ein neuartiges Mittel zur Umwandlung von Licht in Elektrizität. Von Dr. Bomke. | 152 | | |

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

Der Bau des Fixsternsystems.

Von D. Wattenberg.

Eine der schwierigsten Aufgaben, die sich die astronomische Wissenschaft gestellt hat, besteht in der Zusammenfassung aller Beobachtungsergebnisse zu einem einheitlichen kosmischen Weltbild. Dieses gewaltige Programm hat die sogenannte Stellarastronomie in den letzten Jahrzehnten unter Einsatz aller verfügbaren Kräfte durchzuführen versucht. Es liegt in der Natur dieser Sache, daß sich aus rohen Anfängen heraus erst ganz allmählich ein System zusammenfügen konnte.

Die gesamte Arbeit läßt sich von zwei Seiten her anfassen. Die statische Methode befaßt sich mit dem Aufbau des Sternsystems und beruht im wesentlichen auf der Ableitung der Entfernungen der sichtbaren Himmelskörper; die dynamische Methode sucht aus den Bewegungsverhältnissen der Sterne Schlüsse zu ziehen. Wir wenden uns zunächst dem *statischen* Problem zu.

Der erste Angriff auf die Erforschung der räumlichen Verhältnisse des Weltalls wurde gegen Ende des 18. Jahrhunderts von *W. Herschel* unternommen, der zu der Erkenntnis gelangte, daß die Sterne mit abnehmender Helligkeit die Tendenz zeigen, sich zur Milchstraße hin zu konzentrieren. Die Milchstraße, die das Himmelszelt mit ihrem blassen Schleier überquert, und deren Aufbau aus unzähligen Sternen erst bei Anwendung der Photographie eindringlich

zum Bewußtsein gekommen ist, erweist sich demnach als Symmetrieebene der Sterne. Diese von *Herschel* erkannte Tatsache, die bereits von *Kant* vorgeahnt war, indem er in Analogie zum Planetensystem auch für die Fixsterne eine gemeinsame Ebene annahm, hat die fortschreitende Entwicklung der Beobachtungstechnik bis zur letzten Konsequenz bestätigt.

Zu *Herschels* Zeiten waren noch keine direkt bestimmten Fixsternentfernungen bekannt, und so baute er seine Ansichten auf Sternzählungen auf. Da er mit seinen großen Spiegelteleskopen schon zu sehr schwachen Fixsternen vordringen konnte, war es ihm nicht möglich, die Gesamtzahl der Sterne festzustellen, und er beschränkte sich daher auf bestimmte Gebiete des Himmels, eine Methode, die man am besten als *Sterneichung* bezeichnet. Er berechnete zunächst den Durchmesser des linsen- oder scheibenförmigen Sternsystems auf das $5\frac{1}{2}$ fache der Dicke. Später glaubte er zu erkennen, daß er die Grenzen des Sternsystems in der Längsrichtung mit seinen Instrumenten noch nicht erreicht hatte.

Um aus den Beobachtungen ernsthafte Schlüsse auf die Struktur des Sternsystems ziehen zu können, mußte weiteres Material abgewartet werden. Die Statistik der Sterne machte Fortschritte durch die Aufstellung der

großen visuellen Sternkataloge des Nord- und Südhimmels (Bonner- und Cordoba-Durchmusterung), die später durch die photographischen Kataloge vervollkommen wurden. Aber trotzdem war es nicht leicht, aus dem umfangreichen Material, das in den genannten Werken verankert ist, ein Bild zu formen, denn die Kataloge enthalten außer den Positionen der Sterne und ihren Helligkeiten keinerlei Angaben.

Mit bloßem Auge erkennen wir am Nordhimmel etwa 3500 Sterne. Nehmen wir ein Fernrohr zu Hilfe, so wird diese Zahl mit der zunehmenden Leistungsfähigkeit der Instrumente auf gewaltige Werte anwachsen, bis schließlich die photographische Platte Sterne in den fernsten Tiefen des Weltraums enthüllt. Es liegt auf der Hand, bei sinkender Sternhelligkeit eine Zunahme der Entfernung anzunehmen. Diese Voraussetzung trifft aber nicht immer zu, da die scheinbare Helligkeit von der absoluten Leuchtkraft abhängig ist. Unter absoluter Leuchtkraft versteht man die Helligkeit, die ein Stern in einer Einheitsentfernung von 10 Parsec (1 Parsec = 3,26 Lichtjahre) haben würde. In dieser Entfernung befindet sich etwa der helle Stern Kapella im Fuhrmann, der demnach die absolute Größe oder Helligkeit 0^m hat. Unsere Sonne würde beispielsweise, auf die Entfernung von Kapella gebracht, nur noch 5. Größe sein, so daß Kapella absolut 100 mal heller ist als die Sonne. Der Stern Proxima Centauri besitzt dagegen nur eine Leuchtkraft von einem Zehntausendstel der Sonnenhelligkeit, während Antares im Skorpion 1600 mal, Rigel im Orion 10 000 mal und R Doradus (ein winziges Sternchen am Südhimmel) 100 000 mal heller sind als die Sonne. Die absolute Helligkeit ist lediglich eine Funktion des physikalischen Zustandes der Sterne und heute aus Spektralbeobachtungen ableitbar. Diese wichtigen Tatsachen sind jedoch erst seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts bekannt. Während Herschel alle Sterne gleich hell annahm, mußte nunmehr auf die verschiedene Leuchtkraft der Sterne Rücksicht genommen werden. Das Problem ist dadurch in mathematischer Hinsicht viel komplizierter geworden, doch wurde es von den bedeutenden Astronomen H. von Seeliger und J. C. Kapteyn seiner Lösung nähergebracht.

Zur Vereinfachung des Problems sah Seeliger von den unregelmäßigen Schwankungen der Sterndichte ab und berücksichtigte durch die Bildung von Mittelwerten allein die Abnahme der Sternanzahl vom Milchstraßenäquator zum Milchstraßenpol. So entstand das „typische Sternsystem“. Es hat die Gestalt einer stark abgeflachten Linse mit einem Durchmesser von etwa 20 000 Lichtjahren in Richtung der großen Achse und etwa 4000 Lichtjahren senkrecht dazu. Etwa 10 Milliarden Sterne sollten diese Welt aufbauen.

Einen wesentlichen Fortschritt bedeuteten die Arbeiten des holländischen Astronomen Kapteyn. Dieser große Forscher ging weniger mit theoretischen Methoden ans Werk, sondern zog seine Folgerungen lediglich aus empirischem Beobachtungsmaterial. Ein solches Unternehmen mußte jedoch zu damaliger Zeit wegen der Unzulänglichkeit des vorhandenen Materials wenig erfolgreich erscheinen. Kapteyn gelang es aber, für seine Ideen in allen Ländern der Erde Interesse zu erwecken und die Astronomenkreise zu einem gemeinschaftlichen Werk anzuregen. Da es völlig aussichtslos ist, innerhalb eines Menschenlebens soviel Material zu sammeln, daß daraus ein Bild vom Aufbau des gesamten Sternsystems hergeleitet werden könnte, so wählte Kapteyn 206 Felder aus, die gleichmäßig über das Sternenzelt verteilt sind. In diesen Feldern (selected areas) sollten von den beteiligten Sternwarten nach einem einheitlichen Plan alle erreichbaren Einzeldaten (visuelle, photovisuelle und photographische Sternhelligkeiten, Bewegungen, Parallaxen, Radialgeschwindigkeiten und Spektren) bis zu den schwächsten Sternen herab bestimmt und aus diesen Stichproben ein nicht so leicht wankendes Weltsystem errichtet werden. Dieser gewaltige Plan ist heute nach fast 50 Jahren zum Teil verwirklicht.

Um aus den Beobachtungen die räumlichen Verhältnisse im Sternsystem abzuleiten, war es naheliegend, zunächst aus den trigonometrisch gemessenen Sternparallaxen die wahre Entfernung der Sterne zu bestimmen. Diese Möglichkeit ist aber schnell erschöpft, denn unsere Kenntnisse der trigonometrisch ermittelten Sternparallaxen beziehen sich nur auf die uns nächststehenden Sterne, so daß aus ihnen eine Struktur des Sternsystems nicht herausgelesen werden kann. Die spektroskopische Methode reicht etwas weiter in den Raum hinein, da sie sich auf alle Sterne anwenden läßt, die ein genügend scharfes Spektrum ergeben. Insgesamt liegen heute von einigen tausend Sternen direkt gemessene Parallaxen vor. Zu diesen beiden Methoden sind im Laufe der Zeit noch andere wichtige hinzugekommen; z. B. läßt sich die Entfernung der δ Cephei-Veränderlichen aus ihrer scheinbaren Helligkeit und der Periode des Lichtwechsels errechnen. Außerdem lassen sich durch statistische Methoden für Sterngruppen mittlere Parallaxen erhalten. Von Kapteyn wurden insbesondere die auf Grund der aus den beobachteten Eigenbewegungen folgenden säkularen Parallaxen den weiteren Untersuchungen zugrunde gelegt.

Es ist nicht möglich, die Kapteynsche Arbeit mit ihren vielen Einzelheiten hier weiter zu verfolgen. Seine Rechnungen führten ihn zu einem ähnlichen Ergebnis, wie es schon von Seeliger gefunden worden war. Etwa 47 Milliarden Sterne bauen einen gewaltigen, linsenförmig gestalteten Komplex auf, der einen

Durchmesser von etwa 60 000 und eine Dicke von 10 000 Lichtjahren aufweist. Die Sternanzahl nimmt vom Zentrum nach außen hin nach allen Richtungen ab.

Ein Versuch, die Stellung der Sonne in der Milchstraße aus der Sternverteilung abzuleiten, wurde im Jahre 1928 von dem amerikanischen Astronomen *F. H. Seares* unternommen. Bei dem typischen Sternsystem wurde nämlich als Folge der Mittelbildung der Sternzahlen von vornherein die Sonne in das Zentrum gestellt. Erst wenn man die ungleiche Verteilung der Sterne in galaktischer Länge berücksichtigt, ist es möglich, die wahre Stellung der Sonne im Milchstraßensystem abzuleiten. Seares griff bei seinen Arbeiten auf Kapteyns Eichfelder zurück. Hier wurden alle Sterne bis zur 18. Größenklasse hinab statistisch neu geordnet und zu Mittelwerten vereint, wobei sich starke Abweichungen von den früheren mittleren Werten Kapteyns und Seeligers ergaben. Am auffälligsten traten am Himmel die Gegenden in den Sternbildern des Stiers (gal. Länge = 120°) und des Skorpions sowie des Schützen (gal. Länge = 500°) hervor. Im Stier lag die mittlere Sterndichte weit unter dem Mittelwert, während in der um 180° abweichenden Richtung (Skorpion-Schütze) der normale Durchschnitt weit übertroffen wurde. Diese ungleichmäßige Sternverteilung kann nur so ihre Deutung finden, daß die Sonne nicht im Mittelpunkt des Sternsystems steht, sondern eine stark exzentrische Stellung einnimmt. Außerdem trat noch eine weitere auffällige Erscheinung hinzu. Es zeigte hellere Sterne das Bestreben haben, sich um die Milchstraße in einem Winkel von 8° geneigt ist. Beim Übergang zu schwächeren Sternen verkleinert sich die Neigung ständig, bis schließlich die schwächsten Sterne eine strikte Bindung an die Milchstraße offenbaren. Die Bedeutung der neuen Welt kann daher nicht mehr bezweifelt werden. Die Tendenz der Sterne aber, mit wachsender Größenklasse von der exakten galaktischen Orientierung abzuweichen, kann nur am Himmel zwei Sternsysteme überlagern. Die helleren Sterne gehören nach dieser Auslegung der näheren Umgebung der Sonne an und bilden das sogenannte „lokale Sternsystem“, während die schwächeren Sterne dem eigentlichen galaktischen System angehören.

Die Existenz eines lokalen Sternsystems war in etwas anderem Sinne bereits im Jahre 1916 von dem schwedischen Astronomen *Charlier* behauptet worden. Er stellte fest, daß die heißen B-Sterne, die die lichtmächtigsten Gestirne darstellen, in zwei Gruppen zerfallen. Der eine Teil gehört dem lokalen Sternsystem an, der andere liegt in der Richtung auf das Sternbild Carina zu. Auch von anderer Seite

her setzte sich die Vermutung durch, daß das Milchstraßensystem sich aus verschiedenen Sterngruppen und Milchstraßenwolken zusammensetzt. Man konnte sogar darangehen, die Entfernungen einzelner solcher Wolken, die sich ja schon dem bloßen Auge bei der Betrachtung des Milchstraßenbandes aufdrängen, zu bestimmen.

Mit den bisher gewonnenen stellarstatistischen Erkenntnissen sind zunächst alle Möglichkeiten, auf diesem Wege erfolgreich vorwärts zu kommen, erschöpft. Sie haben uns eine ungefähre Vorstellung vom Bau des Sternsystems verschafft. Nach Kapteyns Plan sind durch das Studium der räumlichen Verteilung der Spektraltypen der Sterne noch neue Erkenntnisse über die Struktur des Sternsystems zu erwarten. Es wird möglich sein, bestimmte Sterngruppen von demselben Spektraltypus im Weltraum zu lokalisieren und daraus letzten Endes eine Entscheidung über den Entwicklungsstand des gesamten Weltsystems herzuleiten.

Solche Arbeiten werden in Deutschland von den Sternwarten Potsdam und Bergedorf durchgeführt. Auf der Hamburger Sternwarte in Bergedorf hat Prof. Schwaßmann 150 000 Sternspektren der nördlichen Kapteynschen Felder bestimmt, und auf einer Expedition des Potsdamer Observatoriums nach La Paz (Bolivien) in den Jahren 1926—1929 haben Dr. Fr. Becker und seine Mitarbeiter die Sterne der südlichen Eichfelder klassifiziert. Becker hat bisher von 55 000 Sternen die Spektren veröffentlicht. Wenn auch die gewaltige Arbeit nur teilweise vorliegt, so gestattet sie dennoch, sich ein Bild von ihren mutmaßlichen Ergebnissen zu machen.

Als vorläufiges Resultat dieser Spektraldurchmusterung ist zu sagen, daß sich auch nach diesem Prinzip die Tendenz der Sterne, sich zur Milchstraße hin zu konzentrieren, bestätigt. Das gilt namentlich für die hellen und heißen B- und A-Sterne.

Hervorzuheben ist noch das Auftreten von Sternwolken ein- und desselben Spektraltyps innerhalb des Milchstraßengürtels. Wenngleich auch heute schon zu sagen ist, daß durch die Erforschung der räumlichen Verteilung der einzelnen Spektraltypen auch die Strukturbestimmung des Sternsystems in neue Bahnen geleitet wird, so wird der Gesamteindruck erst klar hervortreten, wenn die Klassifikation bis in alle Einzelheiten durchgeführt ist bzw. mit der Auswertung der durch den Kapteynschen „Plan of Selected Areas“ gewonnenen Grundlagen begonnen werden kann.

Es wird sich dann auch zeigen, in welchem Maße die Sternanzahl im lokalen Sternsystem nach außen hin abfällt. Von ausschlaggebender Bedeutung ist dabei die Entscheidung der Frage, ob innerhalb des Sternsystems eine Absorption des Sternlichtes bemerkbar ist. Das Vorhan-

densein von dunklen und auch leuchtenden Nebelmassen legt für bestimmte Gebiete des Himmels eine solche Lichtschwächung nahe. Wenn überall eine Lichtabsorption vorhanden wäre, so würden sich dadurch die Entfernungen der davon betroffenen Objekte stark verkleinern. Die Abstände für die außerhalb des Milchstraßensystems liegenden Spiralnebel dürften jedoch kaum beeinflußt werden, da sie fast alle in hohen galaktischen Breiten zu finden sind, wo der Sehstrahl nur einen kurzen Weg durch die absorbierenden Massen zurückzulegen braucht. Das Fehlen der Spiralnebel in der Milchstraßenzone selbst erscheint nach dieser Hypothese nicht als etwas Willkürliches, sondern als eine Folge der starken Schwächung, die das Licht auf dem Wege durch die Dunkelmassen unserer Milchstraße erleidet.

Mag es zunächst aussichtslos erscheinen, wegen der dunklen Staubmassen, die wie Vorhänge an einzelnen Stellen des Himmels den Blick in die Tiefen des Raumes aufhalten, die Gesamtzahl der Sterne abzuschätzen, so gibt doch die *dynamische* Methode gewisse Fingerzeige dafür, wie groß die Gesamtmasse des Milchstraßensystems ist. Die durchschnittliche Entfernung zwischen den Sternen des Milchstraßensystems ist im allgemeinen so erheblich, daß die Anziehungskraft zwischen zwei Sternen keine Rolle spielt, wohl aber kann man die Bewegungen der Sterne als bedingt durch das Schwerfeld aller übrigen Sterne ansehen. Die Sterneschwindigkeiten müssen einen bestimmten Betrag ausmachen, um der Anziehungskraft entgegenzuwirken. Die Gesamtmasse des Milchstraßensystems kann danach ganz roh auf etwa 100 Milliarden Sonnenmassen abgeschätzt werden. Das Newtonsche Anziehungsgesetz bringt hier ähnlich wie beim Neptun, dem Sirius- und Prokyon-Begleiter die Existenz unsichtbarer Weltkörper ans Licht. Die dynamische Methode ergänzt und bestätigt die statische in schönster Weise.

Abschließend wollen wir die Kenntnisse über die Struktur der Sternenwelt noch einmal kurz zusammenfassen: Die klassische Stellarastronomie war der Ansicht, alle Sterne und Nebel bildeten ein einheitliches einziges Universum, d. h. zu dem Sternsystem als solchem gab es keine Analoga. Später setzte sich die Anschauung von der Existenz eines lokalen Sternsystems durch, und zwar zu einer Zeit, als unsere Kenntnisse von den räumlichen Verhältnissen stabiler wurden. Dimensional gesehen, gleicht dieses lokale Sternsystem dem früheren Seeliger-Kapteynschen „typischen“ Sternsystem, das freilich nicht

mehr das Universum darstellt, sondern eine Sternwolke bildet. Die Sterne dieser Wolke zeigen zwar das Bestreben, sich zur Milchstraße zu orientieren, haben jedoch mit den strukturreichen Milchstraßenwolken nichts gemein. Alle diese Sternwolken sind, worauf die Klassifikation der Spektren besonders hinzuweisen scheint, wahrscheinlich Analoga unseres engeren Sternsystems, die nur durch Zwischenräume getrennt werden. Diese vielen Wolken zusammen stellen die Strukturelemente der Milchstraße dar. Frühere Forscher haben angenommen, das Milchstraßensystem gleiche an Gestalt den Spiralnebeln. Als aber in den letzten Jahren die dimensional Verhältnisse dieser Nebel und der Milchstraße eingehender erforscht wurden, führten diese Voraussetzungen zu einer Diskrepanz. Die Milchstraße als Gesamtsystem erwies sich als viel ausgedehnter als ein Spiralnebel, so daß eher die einzelnen Milchstraßenwolken den Größenverhältnissen der Spiralnebel entsprechen könnten. Unklar blieb aber die Stellung der übrigen Milchstraßenwolken und der kugelförmigen Sternhaufen, die besonders den südlichen Teil der Milchstraße umsäumen. Die Verknüpfung dieser Erscheinungen zu einem einheitlichen Weltbild hat kürzlich der Amerikaner H. Shapley vorgenommen.

Shapley sieht in den Sternhaufen das Skelett des Milchstraßensystems von linsenförmiger Gestalt. Das Zentrum liegt etwa 50 000 Lichtjahre von der Sonne entfernt im Sternbild des Schützen. In der Mitte dieses gewaltigen Systems befindet sich eine 10 000 Lichtjahre dicke Schicht, in der die Sternwolken und diffusen Nebel ihren Platz haben. Das Ausmaß der die Sonne umgebenden Sternwolken ist natürlich in bezug auf das gewaltige Milchstraßensystem verschwindend klein. Die Sonne steht auch hier nicht im Mittelpunkt, sondern hat eine exzentrische Stellung. Diesen gigantischen kosmischen Komplex hat *Shapley* so gedeutet, daß die Milchstraße kein singuläres Gebilde, sondern eine Gruppe von Sternwolken darstellt, die mit den sogenannten Spiralnebelhaufen zu vergleichen ist. Dieses große galaktische System (Supergalaxis=Uebermilchstraße) hat einen Durchmesser von etwa 100 000 bis 250 000 Lichtjahren. Wenn auch beim Aufbau des Bildes der Milchstraße mancherlei Hypothesen mitspielen müssen, um unseren Erfahrungen eine Abrundung zu geben, so kann man doch auf das Erreichte mit Stolz hinweisen. Die weitere Arbeit an den Problemen läßt in der Zukunft einen Ausbau unseres Wissens und eine freiere Lösung dieser großen Fragen erwarten.

Energiekreislauf im Weltall.

Von Eduard Engert.

So genau und exakt wir im Laboratorium physikalische Vorgänge beobachten und messen können, so sicher ist es andererseits auch, daß es Vorgänge im Weltall von größter Bedeutung gibt, die uns praktisch gänzlich unbekannt sind und auf die wir nur theoretisch schließen können.

Da folgt aus dem ersten und zweiten Wärmesatz, die zu den fundamentalsten der Laboratoriumsphysik gehören, mit unbedingter gedanklicher Notwendigkeit, daß das Weltall in endlicher Zeit dem Wärmetod entgegengeht. Der erste Wärmesatz besagt, daß die Energie eines physikalischen Systems, das mit anderen physikalischen Systemen in keinem Energieaustausch steht, konstant ist, sich weder vermehrt noch vermindert, sondern nur in jeweils andere Energieformen verwandelt werden kann. Aus dem zweiten Wärmesatz geht hervor, daß die Energieumwandlungen in einem solchen System im ganzen gesehen eine Richtung haben, und zwar infolge der stets wirkenden Reibung zugunsten eines immer weitergehenden Uebergangs in die Energieform der Wärme. Da für das Weltall als dem Inbegriff aller physikalischen Systeme die Forderung dieser beiden Wärmesätze erfüllt ist, liegt es, wenn wir uns mit dieser sog. Entropie nicht endgültig abfinden wollen, sehr nahe anzunehmen, daß es Vorgänge gibt, die sich zwar im Laboratorium nicht realisieren lassen, die aber im Weltall beständig dieser fortschreitenden Entropie entgegenwirken, d. h. sie überhaupt nicht zur Geltung kommen lassen. Das Problem, das sich hieraus ergibt, ist also folgendes: Gibt es solche Vorgänge und welcher Art sind sie?

Das zweite Problem ist ein ganz ähnliches; man könnte es die Entropie der Materie nennen. Bekannt ist, daß Elemente mit besonders hohem Atomgewicht freiwillig in solche von niedrigeren Atomgewicht zerfallen. Da im Bau dieser radioaktiven Elemente und der übrigen Elemente kein prinzipieller Unterschied besteht, hat man darüber hinaus die Theorie aufgestellt, daß in Wirklichkeit alle Elemente radioaktiv sind, die Elemente mit mittlerem und niedrigem Atomgewicht eben nur in so geringem Maße, daß der Zerfall für uns unmerklich ist. Gestützt wird diese Theorie durch die erwiesene Radioaktivität des Kaliums, eines Elementes mit niedrigem Atomgewicht. Mag es nun aber mit dieser letzten Theorie stehen wie es will, jedenfalls gibt es Elemente, die sich im freiwilligen Zerfall befinden, und das Problem ist das gleiche wie bei der Entropie: Wann und wo werden diese Elemente aufgebaut?

Das dritte Problem ist insofern besonders wichtig, als es ganz klar und bestimmt auf Vorgänge hinweist, die der Laboratoriumspraxis

noch völlig fremd sind. Es handelt sich um die Frage: Woher beziehen die Sonne und die übrigen Fixsterne die Energie ihrer Strahlung? Es ist berechnet, daß die Sonne im Laufe von 20 Millionen Jahren abgekühlt sein müßte. Auf der anderen Seite steht aus dem Befunde radioaktiver Mineralien fest, daß sogar die Erde sich bereits vor 1—2 Milliarden Jahren mit einer festen Kruste überzogen hat, die Sonne also noch viel älter sein muß. Da die Sonne trotzdem noch immer strahlt, erhebt sich die Frage nach der Herkunft ihrer Strahlungsenergie gebieterisch.

Das vierte und letzte Problem, das ich aufwerfen will, ist gewissermaßen die Umkehrung des dritten, und es lautet: Wohin geht die Strahlung, die die Sonne und die Fixsterne in den Weltraum senden und die, soweit uns bekannt ist, nur zu einem verschwindend kleinen Bruchteil auf Materie auftrifft? Die genauere gedankliche Verfolgung dieser Frage im einzelnen ist schwierig und hängt sehr von den zugrunde gelegten Vorstellungen über das Weltall ab. Jedenfalls wäre es ein unbefriedigendes Bild, daß sich diese Strahlen einfach im Unendlichen verlieren, und es besteht daher die obengenannte Frage als wesentliches Problem.

Bei der Behandlung dieser Dinge werden wir im folgenden öfter das Prinzip des kleinsten Zwanges zu Hilfe nehmen, und es sei daher hierüber eine Bemerkung gemacht. Dieses Prinzip lautet: Wird auf ein im Gleichgewicht befindliches System ein Zwang ausgeübt, so reagiert es in dem Sinne, in dem es den Zwang verbraucht. Dieses Prinzip gilt also streng genommen nur für Gleichgewichtszustände und für andere Zustände nur vom Standpunkt eines bekannten Gleichgewichtszustandes aus. Wenn im folgenden dieses Prinzip mehrmals auch ohne diese Voraussetzungen Anwendung findet, so beruht dies auf der Annahme, daß ein solcher Gleichgewichtszustand unter anderen Bedingungen möglich ist, und es wird dann das vorliegende instabile System vom Standpunkt dieses angenommenen Gleichgewichtszustandes aus behandelt. Die erste derartige Anwendung werden wir bei den radioaktiven Elementen, dem Problem der Entropie der Materie, machen, das als das zugänglichste der aufgeworfenen Probleme erscheint.

Die radioaktiven Elemente können sich unter Bedingungen, wie sie auf der Erdoberfläche herrschen, nicht gebildet haben, da sie unter diesen Bedingungen ja sogar zerfallen. Da dieser Zerfall ferner unter Energieentwicklung und Volumenvergrößerung vor sich geht, folgt aus dem Prinzip des kleinsten Zwanges,

daß nur durch Erhöhung der Temperatur und des Druckes oder wenigstens durch einen dieser beiden Faktoren die Bildung dieser Elemente bewirkt werden kann. Bei der enormen Energieentwicklung, die beim Zerfall eintritt, muß diese Temperatur- und Druckerhöhung, wenn sie wirksam werden soll, sehr beträchtlich sein, viel größer als es z. B. mit unseren technischen Hilfsmitteln möglich ist. Derartige Bedingungen finden sich aber keineswegs im freien Weltenraum, in kosmischen Staubmassen oder dergl., sondern einzig und allein im Innern der Fixsterne. Wir können also schon hieraus den Schluß ziehen, daß sich die radioaktiven Elemente im Innern der Fixsterne bilden. Da ferner gemäß der früher genannten Theorie alle Elemente mit Ausnahme des Wasserstoffs als radioaktiv angesprochen werden, so kommen wir zu dem Resultat, daß sich alle Elemente im Innern der Fixsterne aus Wasserstoff aufgebaut haben. Die Energiebilanz dieses Elementaufbaues ist natürlich stark negativ, d. h. der Aufbau der höherwertigen Atomkerne verbraucht Energie, und wir können durch diesen Vorgang unter keinen Umständen das dritte aufgeworfene Problem, aus welchen Quellen die Fixsterne den Energiebedarf für ihre Strahlung decken, erklären. Dieses dritte Problem wird dadurch im Gegenteil noch viel brennender, da ja zu dem äußeren Energieverlust — der Strahlung — der wohl noch größere innere Energieverlust — durch den Aufbau der Atomkerne — hinzutritt. Die Art der Lösung des zweiten Problems legt aber die Lösung des dritten recht nahe.

Wenn sich bei dem Zustande des Sterninnern positive Ladungen miteinander verbinden können, so liegt es recht nahe, anzunehmen, daß sich auch positive Ladungen mit negativen verbinden. Die hier gemeinte Vereinigung ergibt natürlich kein Wasserstoffatom und auch kein Gebilde nach Art der Atomkerne, sondern eine völlige Verschmelzung des positiven mit dem negativen Elektron, so daß deren Einzelbestand aufhört, und an seine Stelle ein verhältnismäßig ungeheures Maß von Energie tritt. Der Stern verliert dadurch an Substanz. Was — von der Energieentwicklung abgesehen — aus den Elektronen wird, ob überhaupt noch etwas anderes als eben diese Energieentwicklung daraus resultiert, läßt sich schwer sagen; jedenfalls bleibt keine wägbare Materie übrig und insbesondere — im Gegensatz zu den Atomkernen — nichts, woraus sich die Elektronen von selbst rückbilden könnten. Das Maß dieser Energiebildung wird durch die Formel Einsteins: $Energie = Masse \times \text{Quadrat der Lichtgeschwindigkeit}$ bestimmt und übersteigt bei weitem die zum Zusammenschluß von Atomkernen notwendige bzw. die bei den radioaktiven Umwandlungen erscheinende Energie. Um einen Vergleich zu geben: 1 g Kohle liefert bei der Verbrennung $8,1 \cdot 10^3$ kal, 1 g Radium

bei völligem Zerfall zu Blei und Helium $4 \cdot 10^9$ kal; aus einem Gramm Masse entstehen aber beim Verschwinden derselben $2 \cdot 10^{13}$ kal. Es ist klar, daß wir hier eine Energiequelle haben, die alle Energieverluste der Fixsterne aufzufüllen vermag.

Schwieriger wird nun aber die Frage, warum diese Elektronenverschmelzung nicht die gesamte Sternmaterie ergreift.

Um dieses Verhalten möglich erscheinen zu lassen, müssen wir bedenken, daß mit steigender Sterntemperatur gemäß dem Prinzip des kleinsten Zwanges sich die einzelnen Elektronen zu immer größeren Atomkernen ballen, denen wir eine geringere Reaktionsgeschwindigkeit für ihre Verschmelzung zu Energie zuschreiben müssen. Wenn die Temperatur dann gesunken ist, werden diese Atomkerne zum Teil wieder ihre freien Elektronen abgeben, die sich dann an dem Vorgang der Verschmelzung zu Energie von neuem beteiligen können und dadurch die Temperatur wieder steigern. Vielleicht finden durch derartige Vorgänge die pulsierenden Lichtschwankungen mancher veränderlicher Sterne ihre Erklärung. Von den Atomkernen gibt es nun aber, wie aus den radioaktiven Elementen bekannt ist, Arten der verschiedensten Stabilitätsgrade. In dem Maße, in dem allmählich besonders stabile Atomkerne gebildet werden, wird die darauffolgende Abkühlung des Sternes schneller vor sich gehen als der Wiederzerfall derselben, d. h. sobald die Elemente, wie wir sie auf der Erde haben, gebildet sind, wird der Stern endgültig abkühlen.

Das Prinzip des kleinsten Zwanges in seiner Anwendung auf die Verschmelzung der Materie zu Energie liefert aber eine weitere äußerst wichtige Erkenntnis: Dieser Vorgang spielt sich bei Sterntemperatur ab und liefert Energie. Die Materie ist also bei Sterntemperatur und bei allen tieferen Temperaturen in bezug auf die freie Energie ein instabiles Gebilde; infolgedessen gibt es keine Entropie. Die Materie muß aus sich heraus immer wieder zu Energie zerfallen. Auf welchem Wege dies im Weltall geschieht, ist jetzt eine Frage von untergeordneter Bedeutung; fest steht jedenfalls, daß die Materie sich immer wieder in Energie auflösen muß, denn die Materie ist ein instabiles Gebilde. Und wenn uns am Anfang der Betrachtung die Existenz der freien Energie auf Grund der beiden Wärmesätze ein Rätsel war, so wird uns jetzt auf Grund des Prinzips des kleinsten Zwanges die Existenz der Materie zum Problem.

Und damit sind wir beim vierten und letzten Problem angelangt? Was wird aus der Strahlungsenergie, die die Fixsterne aussenden? Jetzt schließt sich der Ring nach beiden Seiten, und wir haben kaum mehr eine Wahl. Auf

der einen Seite steht die Frage, wohin geht das Licht, auf der anderen, woher kommt die Materie.

Die Antwort liegt, so fremd sie dem gewohnten Denken klingen mag, auf der Grundlage der dargestellten Voraussetzungen nahe und lautet: Wenn aus Materie Licht entstehen kann, so kann aus Licht auch Materie entstehen.

Diese Annahme scheint nun aber angesichts der Bedingungen, die im freien Weltenraum herrschen, dem Prinzip des kleinsten Zwanges zu widersprechen, da im Weltenraum die Strahlung nur eine geringe Energiekonzentration besitzt. Dabei ist aber zu beachten, daß das Prinzip des kleinsten Zwanges grundsätzlich nur von Gleichgewichtszuständen etwas aussagt. Es handelt sich also für das Prinzip des kleinsten Zwanges nicht um die absolute Höhe der Energiekonzentration, sondern um ihr Verhältnis zur Materie, mit der sie in Wechselwirkung steht. Und dieses Verhältnis, das den rückläufigen Vorgang — nämlich die Verwandlung von Energie in Materie — zur Folge hat, kann offensichtlich auch dadurch erreicht werden, daß die Dichte der Materie hinreichend gering wird, und da wir den freien Weltenraum als praktisch leer ansehen müssen, steht dort die Umwandlung von Energie — auch ganz geringer Konzentration — in Materie nicht im Widerspruch mit dem Prinzip des kleinsten Zwanges, sondern wird von ihm sogar gefordert.

Es handelt sich hier eben um einen besonderen Fall des Prinzips des kleinsten Zwanges, eigentlich um eine Erweiterung desselben, denn während es sich sonst um verschiedene Zustände der Materie handelt, über deren von Druck und Temperatur abhängiges Gleichgewicht etwas ausgesagt wird, ist es hier die Energie selbst, die eine Komponente des Gleichgewichtszustandes darstellt. Mag dieser Gleichgewichtszustand nun eine Konstante oder eine Funktion des Raumes sein, die Aenderung der einen Komponente zieht jedenfalls eine Aenderung der anderen Komponente nach sich. Daraus ergibt sich, daß im materiefreien Raume auch Energie geringer Dichte sich in Materie verwandeln muß, im materieerfüllten Raume aber auch große Energiekonzentrationen die weitere Verschmelzung von Materie zu Energie unter Umständen nicht verhindern können.

Als Materie, die im freien Weltenraum aus dem Licht gebildet wird, müssen wir uns die einfachste Form derselben denken und m. E. nicht etwa so komplizierte Gebilde wie Radium oder Uranatome. (Siehe: Nernst „Das Weltgebäude im Lichte der neueren Forschung.“ Die Schriftleitung.) Aber auch die relativ einfachen Wasserstoffatome können wir uns kaum

als unmittelbar aus dem Licht hervorgehend vorstellen (dafür bedeuten dieselben eine viel zu große Energiekonzentration), sondern es müssen vielmehr Uebergangsglieder anderer Art vorhanden sein, aus denen sich erst die Elektronen bzw. die Wasserstoffkerne bilden.

Eine weitere notwendige Folgerung der vorliegenden Theorie ist die, daß das Licht der Schwerkraft unterliegt, da andernfalls seine Bildung aus Materie im Innern der Fixsterne und seine Rückbildung im freien Weltenraum dem Satze von der Erhaltung der Energie widersprechen würde. Es würde nämlich sonst die Energie der Lage, die das neugebildete Atom gegenüber dem im Sterninnern hat, aus dem Nichts entstanden sein. Die vorliegende Theorie steht also auch mit dem astronomischen Befunde über Ablenkung von Lichtstrahlen in Schwerfeldern in gutem Einklang*).

Die Wasserstoffatome, die sich im freien Weltenraume aus dem Licht bilden, ziehen sich natürlich infolge der Schwerkraft zu Gaschwaden — Dunkelnebeln — zusammen, aus denen dann durch weitere Häufung und Kontraktion Sterne, zunächst die roten Riesen entstehen. Wenn sich in diesen Sternen auch von Anfang an andere Elemente als Wasserstoff finden, so widerspricht das dieser Vorstellung nicht, da es sogar wahrscheinlich ist, daß sich die entstehenden Wasserstoffatome um bereits vorhandene Weltkörper sammeln.

Wir haben im Weltall also einen Kreislauf Energie — Materie — Energie usw., der durch die gegensätzliche Wirkung des zentrifugalen Lichtes und der zentripetalen Schwerkraft aufrechterhalten und durch das Prinzip des kleinsten Zwanges beherrscht wird. Wird ein bestimmtes gesetzliches Gleichgewichtsverhältnis, das zwischen Energie und Materie besteht, nach einer der beiden Seiten überschritten, so wird sich gemäß dem Prinzip des kleinsten Zwanges diese Seite automatisch zugunsten der anderen verringern. Ein endgültiger Gleichgewichtszustand ist aber trotzdem unmöglich, und zwar wegen der gegensätzlichen Eigenschaften von Licht und Schwerkraft. Ein im freien Weltenraume dahineilender Lichtstrahl bedeutet eine Verschiebung des Gleichgewichtszustandes zu Gunsten der Energie, weshalb Entstehung von Materie folgt. Die entstandene Materie bleibt aber nicht im Weltenraum verteilt, sondern sammelt sich infolge der Schwerkraft zu Sternen, was eine Verschiebung des

*) Der Betrag der Lichtablenkung am Sonnenrande ergibt sich auf Grund des Newtonschen Gesetzes zu $0''.85$ gegenüber dem Einsteinschen Wert $1''.7$. Die sich ergebende Rotverschiebung der Spektrallinien ist die gleiche wie nach der Relativitätstheorie; sie folgt ohne Anwendung des sog. Äquivalenzprinzips aus der Tatsache, daß jedes Lichtquant beim Verlassen des Schwerfeldes Energie verliert und daher langwelliger wird.

Gleichgewichtszustandes zu Gunsten der Materie bedeutet, weshalb die Bildung von Energie folgt. Diese erscheint in Form von Licht, allgemein gesprochen: elektromagnetischen Schwingungen, die die Eigenschaft haben, sich sofort im Weltenraume zu verteilen.

Das ist ein allgemeines Gesetz. Ob sich der Kreislauf im einzelnen tatsächlich in diesen oder jenen Formen abspielt, hängt noch sehr von den astronomischen Befunden ab und läßt sich rein theoretisch nicht angeben. Ein Endzustand im Sinne der Entropie ist aber unmög-

lich. Und an die Stelle des Satzes von der Erhaltung der Energie ist der Satz von der Erhaltung der Summe Energie plus Masse getreten oder vielmehr: die Materie ist nichts anderes als eine Form der Energie. Der erste Wärmesatz — der Satz von der Erhaltung der Energie — ist damit ungeheuer verallgemeinert und erweitert; der zweite Wärmesatz bleibt zwar nach wie vor bestehen, aber sein Gültigkeitsbereich ist eben damit zu einem bloßen Teilbereich geworden, und mit ihm gilt dasselbe für den Satz von der Entropie.

Neuerungen auf dem Gebiete des Präzisionsuhrenbaues.

(Schluß.)

Von Dr. E. Lange, Seewarte Hamburg.
(Mit 7 Abbildungen.)

Die Anwendung der Uhren zur Zeitmessung ist so alt wie die Vornahme astronomischer Beobachtungen. Im Altertum benutzte man neben den heute noch bekannten Sonnenuhren nur die Wasseruhren, deren Entwicklung besonders bei den Chaldäern einen hohen Stand erreichte. Diese sog. „Klepsyden“ waren würfelförmige Gefäße von bestimmter Seitenlänge, aus denen das Wasser durch ein kleines Loch am Boden herauströpfte. Die Menge des ausgeflossenen Wassers gab dann die verstrichene Zeit an. Zu diesen beiden Uhrengattungen gesellten sich später, im 8. Jahrhundert, die Sanduhren, deren Vertreter wir ja heute noch in den Eieruhren besitzen.

Die Erfindung der durch ein Gewicht angetriebenen Uhren wird dem Papst Sylvester (gest. 1005) zugeschrieben. Bekannter wurden diese aber erst im Mittelalter. Das Pendel soll zwar schon Ibn Junis (gest. 1008) als Mittel zur Zeitmessung gekannt haben; wer es aber im 16. Jahrhundert mit dem Räderwerk in Verbindung brachte, ist unbekannt.

Auch Galilei wird als Erfinder der Pendeluhr genannt. Im Jahre 1641 kam er durch die Schwingungen des Kronleuchters im Dome zu Pisa auf die Idee des Pendels, doch blieb seine Erfindung zunächst unbekannt. So war es der Holländer Huyghens, der 1656, ohne von Galileis Plan etwas zu wissen, die Pendeluhr konstruierte und diese 1676 wesentlich verbesserte.

Wichtig waren die Erfindungen des für die Temperatur kompensierten Pendels (Rostpendels) und der Hemmung durch Graham. Das Rostpendel wurde 1721 durch das bedeutend bessere, ebenfalls von Graham ersonnene Quecksilberkompensationspendel ersetzt, bei dem die hohle Pendelstange bis zu einer bestimmten Höhe mit Quecksilber gefüllt ist. In

den folgenden Jahren, Jahrzehnten und Jahrhunderten sind nun von den verschiedensten Seiten Verbesserungen am Räderwerk, am Pendel und besonders an den Hemmungen angeregt und durchgeführt worden, die in ihrer Gesamtheit zu dem heutigen Stand der Uhrentechnik geführt haben.

1859 fand durch Steinheil zum ersten Male die Elektrizität Eingang in das Gebiet des Uhrenbaues, so daß wir diesen Zeitpunkt als das Geburtsjahr der elektrischen Uhren betrachten müssen. Auch hier sind im Laufe der letzten hundert Jahre parallel mit der Weiterentwicklung der Mathematik, der Astronomie und insbesondere der Physik große Fortschritte erzielt worden.

Für die letzten Jahre und Jahrzehnte lassen sich die wichtigsten Marksteine der Entwicklung im Bau von Präzisionspendeluhren durch die Aufzählung folgender Uhren mit ihren Verfertignern angeben:

1. Die Rieflerschen Präzisionspendeluhren mit freier Hemmung unter luftdichtem Verschuß,
2. das Haynsche elektrische Pendel der Leipziger Universitätssternwarte,
3. die Shortt-Uhren der Synchronom-Company, London,
4. die Schulersche Uhr mit Ausgleichspendel auf der Göttinger Universitätssternwarte.

1. *Die Rieflerschen Präzisionspendeluhren mit freier Hemmung unter luftdichtem Verschuß.*

Der Uhrenfabrik Clemens Riefler, Nesselwang bei München, verdankt die Astronomie verschiedene Neuerungen auf dem Gebiete des Präzisionsuhrenbaues. Hier wären als wesentlich zu nennen;

- a) Die neuartige freie Hemmung,
- b) das Nickelstahl-Kompensationspendel,
- c) die Luftdruck-Kompensation des Pendels,
- d) der luftdichte Verschluss der Uhr.

Es würde zu weit führen, die technischen Einzelheiten dieser Neuerungen zu erklären. Es mag deshalb genügen, eine der modernen Rieflerschen Präzisionsuhren zu beschreiben, in der ja die oben genannten Neuerungen und Vorzüge enthalten sind*).

Riefler hält an der althergebrachten Konstruktion, das Pendel nicht vom Räderwerk zu trennen, fest. Andererseits aber gleicht er den hierdurch bedingten Nachteil einer Beeinflussung der Pendelschwingungen durch das Räderwerk dadurch aus, daß er eine vollständig neuartige Hemmung einführt. Bei allen bisherigen Hemmungen stand das Pendel durch die Pendelgabel mit der Hemmung selbst in Verbindung. Die Hemmung aber griff je nach ihrer Konstruktion verschiedenartig in die Zähne des sogenannten Steigrades, das dem Räderwerk angehört. Auf diese Weise war das Pendel in *dauernder* Verbindung mit dem Räderwerk, und seine Schwingungen waren somit abhängig von der Stärke des Antriebes, der sich seinerseits wieder durch die unvermeidbaren Ungleichheiten im Räderwerk veränderlich gestaltete. Riefler hat nun mit seiner neuen Hemmung erreicht, daß das Pendel fast vollständig frei und unabhängig vom Räderwerk schwingt.

Das Pendel hängt an zwei Stahlfedern, deren obere Fassung durch einen in der Mitte durchbrochenen Balken, den Ankerträger, hindurchgeht und mittels zweier Stifte auf ihm aufliegt. Irgendeine sonstige Verbindung des Pendels mit dem Räderwerk, etwa eine Pendelgabel, ist nicht vorhanden. Dieser Ankerträger ruht mittels zweier Stahlschneiden auf Achatpfannen und wird durch eine der üblichen Hemmung ähnliche Einrichtung vom Räderwerk gleichmäßig hin und her gekippt. Bei jeder solchen Kippung aber wird die im Ankerträger hängende Pendelfeder, an der das schwere Pendel selbst aufgehängt ist, um einen geringen Betrag gebogen. Die Pendelfeder ist als Feder natürlich bestrebt, ihre normale, ungebogene, gerade Stellung wieder einzunehmen, und dieses Bestreben, die künstlich erzeugte Spannung wieder rückgängig zu machen, erteilt dem Pendel den neuen Antrieb zum Schwingen.

Die Pendelfeder, die infolge der Dreh- oder Kippbewegung des Ankerträgers gebogen wird, erhält also stets die gleiche Biegung, ganz gleich, wie schwer das Antriebsgewicht ist und unabhängig von etwaigen im Räderwerk vorhandenen Unregelmäßigkeiten, die eine Vermehrung oder Verminderung des Antriebsgewichtes bedeuten würden. Das Antriebsgewicht muß nur so schwer sein, daß die Feder überhaupt gebogen wird. Diese Gewähr einer stets gleichen Biegung der Pendelfeder bedeutet aber nichts anderes, als daß dem Pendel eine stets gleich-

bleibende Antriebsenergie sanft und stoßfrei zugeführt wird. Der Antrieb erfolgt außerdem in dem Augenblick, in dem das Pendel durch die Ruhelage oder besser gesagt, durch die Mittellage hindurchschwingt. Physikalisch gesprochen, besitzt das Pendel in diesem Augenblick die größte lebendige Kraft, so daß eine Beeinflussung der Schwingungszeit durch den Antrieb überaus gering ist. Kurz gesagt, hat also Riefler das Pendel durch ein Zwischenglied, den Ankerträger, der das Pendel mit stets gleichbleibendem Antrieb schwingen läßt, vom Räderwerk und dessen ungünstigen Einflüssen getrennt.

Ein weiterer Vorzug der Riefler-Uhren ist die Ausrüstung derselben mit einem Nickelstahl-Kompensationspendel, dessen hervorragende Eigenschaften im ersten Teil des Aufsatzes erläutert worden sind.

Um aus den Uhren die größte überhaupt erreichbare Genauigkeit herauszuholen, müssen sie nach Möglichkeit von den Schwankungen des atmosphärischen Luftdruckes unabhängig gemacht werden. Dies erreicht Riefler einmal durch die Anbringung eines Dosenaneroïds am Pendel, das nach Art der Barographen konstruiert ist. Auf ringförmigen luftleer gemachten Neusilberdosen liegt ein Gewichtskörper, der den Schwankungen des atmosphärischen Luftdruckes folgend durch die Dosen bald gehoben und bald gesenkt wird. Dadurch aber wird dem Pendel eine Verzögerung oder eine Beschleunigung der Schwingungsdauer erteilt, die den Einfluß des Luftdruckes ausgleicht.

Die bessere Lösung aber, von den Schwankungen des atmosphärischen Luftdruckes freizukommen, ist der ebenfalls von Riefler durchgeführte Einbau der gesamten Uhr in einen Zylinder mit luftdichtem Verschluss. Dieser luftdichte Abschluss besteht bei den modernen Rieflerschen Pendeluhren aus einer über das Räderwerk gesetzten Glasglocke, während das Pendel in einem kupfernen Zylinder schwingt. Dieser Kupferzylinder bewirkt infolge der guten Wärmeleitfähigkeit des Kupfers, daß der gesamte Innenraum die außen herrschende Temperatur verhältnismäßig schnell und gleichmäßig annimmt, wodurch der Einfluß der Temperaturschichtung wesentlich vermindert wird.

Der Luftdruck im Innern einer solchen luftdicht abgeschlossenen Uhr wird im allgemeinen 100 bis 150 mm niedriger als der außen herrschende mittlere Luftdruck gewählt. Eine weitere Verminderung des Druckes hat sich als nicht empfehlenswert erwiesen, da dann das Oel im Räderwerk Veränderungen unterworfen ist, die einem einwandfreien Gange der Uhr nicht zuträglich sind. Selbstverständlich befinden sich im Innern der Uhr ein Thermometer und ein Quecksilberbarometer, um Temperatur und Luftdruck überwachen und daraus die im abgeschlossenen Raum herrschende Luftdichte ermitteln zu können. Der luftdichte Abschluss der gesamten Uhr bedingt weiterhin, daß die Uhr sich selbst aufzieht. Dies geschieht auf elektrischem Wege durch einen etwa 10 g schweren Gewichtshebel, der alle 52 bis 54 Sekunden emporgezogen wird und durch sein Herniedersinken dem Uhrwerk den notwendigen Antrieb erteilt, bis er schließlich in seiner tiefsten Stellung selbsttätig einen elektrischen Kontakt schließt, der ihn wieder emporzieht.

*) Eine solche, von Clemens Riefler der Treptow-Sternwarte gestiftete Uhr ist im Astronomischen Museum aufgestellt.

Die Sekundenkontakte der Uhr für den Vergleich mit anderen Uhren werden durch ein Kontaktrad ebenfalls auf elektrischem Wege ausgelöst.

Die Abbildung 1 zeigt uns die typische Riefler-*uhr*, wobei natürlich von der neuen Riefler-Hemmung nichts zu sehen ist, da sie ja hinter dem Zifferblatt angebracht ist. Ein kräftiger mittels der

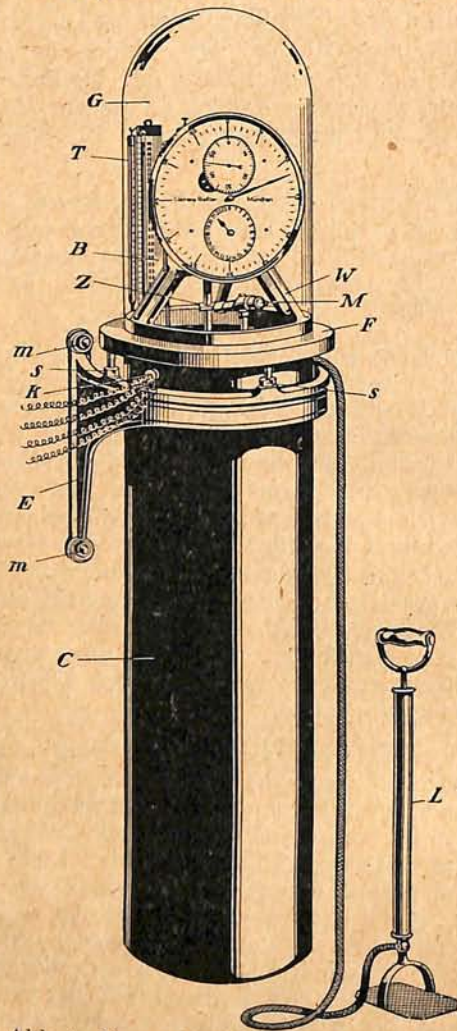


Abb. 1. Gesamtansicht einer Riefler-Uhr.

Schrauben *m* an der Wand befestigter Eisenring *E* trägt auf sich den durch drei verstellbare Schrauben *S* horizontal zu stellenden Ring *F*, auf dem mittels zweier Träger das Werk, die Pendelaufhängung und das Zifferblatt lagern. Auf letzterem sehen wir deutlich die Stunden-, Minuten- und Sekundenteilung. Der Ring *F* ist oben vollständig eben geschliffen, so daß die Glasglocke *G* mit Hilfe von etwas Vaseline luftdicht auf ihn aufgesetzt werden kann. Das Pendel schwingt im Zylinder *C*, der bei den Riefler-Uhren verschieden — teils in Glas, teils in Kupfer — ausgeführt ist. Der Zylinder *C* besitzt zwei Oeffnungen; die eine ist für die Durchführung der notwendigen elektrischen Leitungen *K* bestimmt, die andere für den Anschluß der Luftpumpe *L*, um den Luftdruck im Innern vermindern zu können. Neben dem Zifferblatt sind noch das Barometer *B* und das Thermometer *T* sichtbar. Schließlich befindet sich noch im Innern der Glasglocke *G* das Mikroskop *M*, das die genaue Beobachtung der am Pendel befestigten Skala *Z* abzulesen gestattet. Hierdurch wird die Schwingungsweite des Pendels festgelegt.

2. Das Haynsche elektrische Pendel der Leipziger Universitätssterntwarte.

Während Riefler noch den mechanischen Zusammenhang zwischen Pendel und Räderwerk aufrechterhalten hat, ließ Hayn das Räderwerk der Uhr vollständig wegfällen. Der dem Haynschen „Elektrischen Pendel“ zugrunde gelegte Gedanke deckt sich vollständig mit unserer bereits ausgesprochenen Forderung, die ja letzten Endes darauf hinaus lief, ein astronomisches Meßinstrument zu schaffen, dessen Fehler sich genau bestimmen und somit in Rechnung stellen lassen. Alle Einzelteile, die den Gang der Uhr veränderlich gestalten können, wie etwa das Räderwerk, wurden deshalb von Hayn zum größten Teil entfernt. Wo dies nicht möglich war, wurde deren Einfluß wesentlich vermindert.

Weiterhin mußte dafür gesorgt werden, daß die Antriebskraft stets konstant bleibt. Benutzt wurde hierzu die unveränderlichste Kraft, die Schwerkraft, deren Wirkung mit Hilfe der Elektrizität im geeigneten Moment ausgelöst wird. Dies wird dadurch erreicht, daß das Pendel selbst nahe seiner Drehachse befindliche Kontakte öffnet und schließt. Diese Kontakte sind so angeordnet, daß ein kleines Gewicht mittels des ausgelösten elektrischen Stromes gehoben wird und beim Fallen den notwendigen Antrieb erteilt. Um bei diesem Fallen von dem elektrischen Strom und seinen Tücken unabhängig zu sein, wurde das Gewicht mittels einer dünnen Stahlfeder am Pendel selbst befestigt.

Die Abbildung 2 zeigt uns die Haynsche Uhr, an der wir eigentlich nur das Pendel und rechts neben der Pendelaufhängung den Mechanismus bemerken, der dazu dient, das kleine Antriebsgewicht anzuheben. Links neben der Uhr befindet sich auf einem besonderen Tischchen das sog. Relais, das, vom Pendel selbst beeinflusst, den Hebemechanismus zu geeigneten Augenblicken in Betrieb setzt. Dieses Relais kann außerdem dazu benutzt werden, mittels eines für diesen Zweck umgebauten Räderwerkes mit Zifferblatt die Stunden, Minuten und Sekunden zu zählen und anzuzeigen. Daß dieses Räderwerk das Pendel überhaupt nicht beeinflusst und bei der Haynschen Konstruktion betont vernachlässigt ist, mag daraus hervorgehen, daß das Räderwerk dieser Leipziger Uhr aus einem alten billigen Küchenwecker stammt, dessen Sekundenzeiger bei jedem vom Relais kommenden Stromstoß um eine Sekunde weiterrückt. Eine Hemmung oder Pendelgabel, die ja stets das Pendel stark beeinflussen, ist überhaupt nicht vorhanden.

In Abbildung 3 haben wir den Antriebsmechanismus schematisch etwas vergrößert dargestellt. An der oberen Federfassung *a* des Pendels ist das kleine Gewicht *p* mittels einer dünnen Stahlfeder befestigt. Dieses Gewicht wird nun durch die Tätigkeit der mit dem Pendel schwingenden Kontakte *d₁b₁* und *d₂b₂* regelmäßig durch den Arm *g*, der vom Relais aus über den Magneten *m* in Bewegung gesetzt wird, gehoben und legt sich dann auf den an der unteren Pendelaufhängung befestigten Arm *e*, wodurch es dem Pendel den notwendigen Antrieb er-

teilt. Wieder bewirken die Kontakte d_1b_1 und d_2b_2 , daß das Gewicht p durch den Hebel h gehoben wird, und wieder legt sich das Gewicht beim Zurück-

vom Pendel selbst bewirkt, so daß keine äußere Kraft die Schwingungen desselben beeinflussen kann. Damit bei dem Auflegen des Gewichtes p auf die Hebel e und g keine Reibung, die sich in der Pendelschwingung sofort als Störung bemerkbar machen würde, entsteht, sind die Enden der Hebel als kleine Achatrollen f und h ausgebildet.

Das Pendel selbst schwingt in einem einfachen doppelwandigen Holzkasten. Der Raum zwischen den beiden Wänden ist, soweit möglich, mit Watte ausgefüllt, um Wärmeeinwirkungen von außen zu verhindern.

Dieses elektrische Pendel ist von Professor Hayn nach eigenen Plänen in der Werkstatt der Leipziger Universitätssternwarte selbst angefertigt und dann in der Bibliothek aufgestellt worden.

Seit 1906 zeigt die Haynsche Uhr einen durchaus befriedigenden Gang. Dies ist insofern als ein großer Fortschritt und Erfolg zu werten, als wir es hier mit einer Uhr zu tun haben, die nicht unter luftdichtem Verschluss läuft, die mit einem veralteten Quecksilberpendel und nicht mit einem Nickelstahlpendel ausgerüstet ist, und deren Einzelteile von Hayn selbst und nicht von irgendeiner auf Präzisionsarbeit eingestellten Uhrenfabrik hergestellt worden sind. Es ist bedauerlich, daß sich bis jetzt noch niemand gefunden hat, die durchaus ausbaufähigen Haynschen Pläne weiter zu verfolgen, zumal eine in einer Präzisionswerkstatt hergestellte Uhr dieser Art noch nicht existiert.

Eine, wenn auch entfernte Verwandtschaft der Haynschen Uhr werden wir nun in den Shortt-Uhren kennenlernen.

5. Die Shortt-Uhren der Synchronom-Company, London.

In den Shortt-Uhren finden wir zwei wesentliche Ideen vereinigt, die wir eigentlich schon bei dem Haynschen elektrischen Pendel kennengelernt haben. Es ist dies einmal der praktische Versuch, die Schwerkraft der Erde wegen ihrer Gleichförmigkeit als Antrieb zu benutzen, und ein andermal die Tatsache, daß auch hier eine strenge Trennung zwischen dem zeitmessenden und dem zeitangebenden Apparat durchgeführt wird. Ein Fortschritt gegenüber dem eben erläuterten Haynschen Pendel ist darin zu sehen, daß das Hauptpendel der Shortt-Uhren keinerlei Kontakte besitzt und daß hier der Antrieb, der doch stets eine mehr oder weniger große Störung der Pendelschwingung darstellt, wesentlich seltener erfolgt als bei dem Haynschen elektrischen Pendel. Die Shortt-Uhren sind heute fast in allen englischen und amerikanischen Ländern vertreten. Die mit ihnen erzielten Ergebnisse sind durchaus beachtenswert. Deshalb soll hier etwas ausführlicher auf ihre Wirkungsweise eingegangen werden.

Eine Shortt-Uhren-Anlage besteht aus zwei Uhren:

1. Aus der Hauptuhr, dem freien Pendel oder, wie sie von Shortt genannt wird, der „master-clock“, deren Pendel im stark luftver-

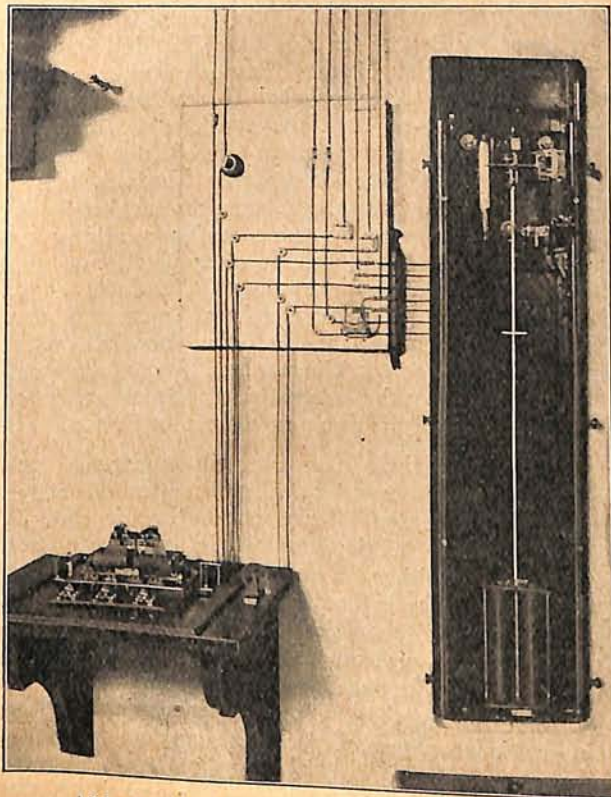


Abb. 2. Das Haynsche elektrische Pendel.

schwingen sanft auf den Arm e . So wiederholt sich das Spiel dauernd von neuem. Alle Stromschlüsse und Stromunterbrechungen werden, wie wir sahen,

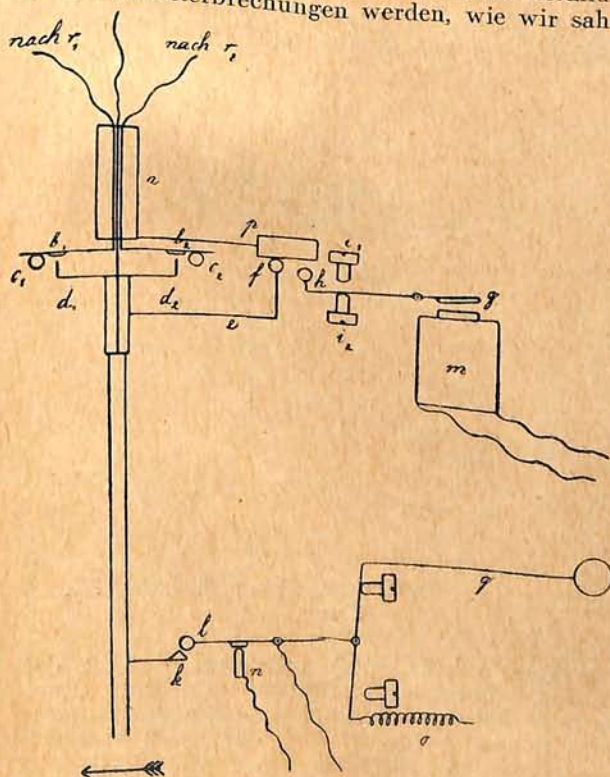


Abb. 3. Der Antriebsmechanismus beim Haynschen elektrischen Pendel.

dünnten Raume 29 Sekunden lang vollständig frei schwingt. Diese Hauptuhr besitzt keinerlei Räderwerk, keine Hemmung und auch keine Pendelgabel.

2. Aus der Nebenuhr oder „slave-clock“, die sich ihren Antrieb selbst auslöst, und die zugleich alle 30 Sekunden den Antriebshebel des Hauptpendels auslöst. Dieser letztere wieder schließt einen elektrischen Kontakt, der die Nebenuhr in gleichem Takt mit der Hauptuhr hält und zugleich den Antriebshebel des Hauptpendels wieder in die Anfangsstellung bringt.

Beide Uhren, „master-clock“ als zeitmessender Apparat und „slave-clock“ als zeitangebender Apparat gehören unbedingt zusammen und müssen bei der Ingangsetzung einer Shortt-Uhren-Anlage sehr genau aufeinander abgestimmt werden.

Den überaus interessanten Vorgang der Zusammenarbeit zwischen Haupt- und Nebenuhr wollen wir uns an Abbildung 4 klarmachen. Das Hauptpendel (links) schwingt ohne Antrieb und ohne Hemmung. Das Nebenpendel (rechts) bewegt durch den an ihm befestigten Haken B bei jeder

schließt der Antriebshebel G der Nebenuhr den elektrischen Kontakt A, der seinerseits bewirkt, daß der Magnet M der Nebenuhr seinen Anker anzieht und damit den Antriebshebel wieder in seine Anfangsstellung zurückbringt. Andererseits aber bewirkt das Schließen des Kontaktes A, daß der zur Hauptuhr gehörige Magnet E seinen Anker anzieht und damit den Antriebshebel G auslöst, der dem Hauptpendel einen Antrieb erteilt. Ist die Erteilung des Antriebes beendet, so schließt der herabgesunkene Hebel G den elektrischen Kontakt A zum Magneten M der Hauptuhr, der bewirkt, daß der Antriebshebel wieder in seine Anfangsstellung zurückgebracht wird*). Zugleich aber fließt auch ein Strom durch die Magnetspule H, die dafür sorgt, daß das Nebenpendel in gleichem Takte mit dem Hauptpendel schwingt. Wie dies bewirkt wird, werden wir uns sofort klarmachen. Jedenfalls kann nun das aufeinander abgestimmte Spiel zwischen Hauptuhr und Nebenuhr von neuem beginnen.

Überaus wichtig für ein einwandfreies und vollständig aufeinander abgestimmtes Arbeiten zwischen den beiden Uhren ist, daß beide stets in gleichem Takte, in gleichem Schritt oder, wie man auch sagt, in gleicher Phase bleiben. Die Bewirkung dieses Gleichschwingens nennt man mit einem Fremdwort „synchronisieren“, das aus dem griechischen Wort „synchron=gleichzeitig“ abgeleitet ist. Die Apparatur, die das Synchronisieren durchführt, wird dann dementsprechend „Synchronisationseinrichtung“ oder „Synchronisator“ genannt.

Die Synchronisationseinrichtung der Shortt-Uhren gehört zu den wichtigsten Fortschritten der Shorttschen Ideen, und wir wollen sie uns deshalb an Abbildung 5 genauer klarmachen, in der allerdings die Buchstabenbezeichnung nicht die gleiche ist wie in Abbildung 4. Am Nebenpendel D befindet sich eine kleine Feder L mit dem Anschlag X. Der Kontaktschluß des Hauptpendelmagneten schließt,

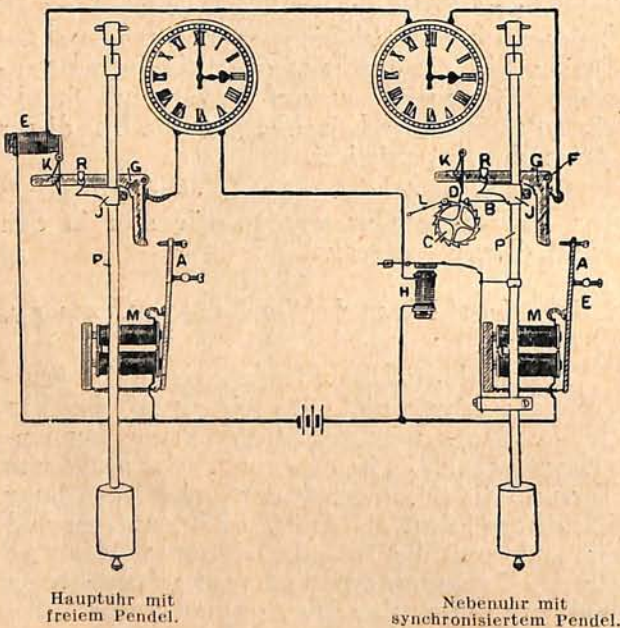


Abb. 4. Arbeitsweise der Shortt-Uhren.

Schwingung nach links — also alle zwei Sekunden — das Zahnrad C, das 15 Zähne trägt, um einen Zahn weiter, bis bei der 30. Sekunde die am Zahnrad befestigte Nase D die Haltevorrichtung K des Antriebshebels G der Nebenuhr auslöst. Die gesamte Auslösung des Antriebes erfolgt also, wie sich aus vorstehendem ergibt, durch das Nebenpendel selbst. Damit aber ist die Gewähr gegeben, daß das Pendel seinen Antrieb stets an der gleichen Stelle der Schwingung oder, wie man auch sagt, in der gleichen Phase der Schwingung erhält.

Der Antrieb selbst erfolgt nun durch das Abrollen der kleinen Rolle R auf der gekrümmten Fläche von J. Die Krümmung dieser Fläche, die in einen Stein (Achat) geschliffen ist, muß genau berechnet sein, damit das Pendel seinen Antrieb ohne irgendeinen Stoß erhält. Bei dem Herniederfallen

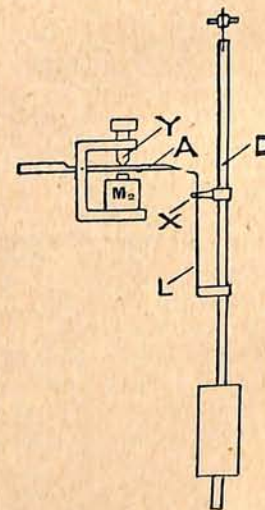


Abb. 5. Synchronisationseinrichtung bei den Shortt-Uhren.

*) Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß bei der technischen Ausführung der Shortt-Uhren das Schließen des Kontaktes A durch einen zweiten Hebel besorgt wird, der erst durch den herabfallenden Hebel G ausgelöst wird. Die Zweiteilung war notwendig, um dem Hebel G, dem wichtigsten Teil der Uhr, nicht zwei verschiedene Funktionen zuerteilen zu müssen.

wie wir schon oben sagten, einen Strom, der den Magneten M_2 (in Abbildung 4 mit H bezeichnet) durchfließt. Dieser wird infolgedessen seinen Anker A, der ebenfalls wie L in eine Spitze ausläuft, anziehen. Ist dieser Anker A angezogen, so treffen sich die beiden Spitzen von A und L beim Schwingen des Nebenpendels von rechts nach links. Bei diesem Zusammentreffen wird die Feder L etwas nach dem Pendel zu gedrückt oder, mit anderen Worten, die Feder L spannt sich. Auf diese Weise wirkt auf das Nebenpendel noch eine Zusatzkraft, wodurch dasselbe gegenüber dem Hauptpendel um einen geringen Betrag aus dem Takte gebracht wird, und zwar wird das Nebenpendel verfrüht, denn es konnte ja durch das Zusammentreffen der Spitzen A und L nicht richtig ausschlagen.

Das Nebenpendel ist nun so reguliert, daß es gegen das Hauptpendel täglich 5 Sekunden verlieren würde. Weiterhin wird durch besondere Einstellung der Pendel bei Inbetriebnahme der Anlage erreicht, daß beide Pendel fast synchron gehen.

In jeder 30. Sekunde erfolgt durch die Hauptuhr die Betätigung der Synchronisationseinrichtung der Nebenuhr. Immer, wenn diese gegen die Hauptuhr zurückbleibt, treffen die Spitzen von A und L aufeinander, wodurch das Nebenpendel im allgemeinen um soviel verfrüht wird, daß erst nach einer Minute die Spitzen wieder aufeinander auftreffen.

Diese Synchronisationseinrichtung, die, wie schon oben bemerkt, den wesentlichsten Fortschritt der Shortt-Uhren darstellt, wird „hit or miss“-Synchronisator genannt. Dieses „hit or miss“ heißt ins Deutsche übersetzt soviel wie „triff oder verfehle“, womit sehr anschaulich ausgedrückt ist, daß sich die beiden Spitzen in jeder Minute einmal treffen und einmal verfehlen. Bei jedem Treffen aber erfolgt die Synchronisation.

Genau genommen haben wir auch hier noch kein freies Pendel, denn das Hauptpendel schwingt nur 29 Sekunden lang frei. Jedoch ist die Kraft für den in der 30. Sekunde erfolgenden Antrieb nicht groß, und letzterer wird außerdem in dem Augenblick erteilt, in dem das Pendel seine größte lebendige Kraft besitzt. So beeinflusst die durch das Aufsetzen des Antriebshebels verursachte Störung die Schwingung des Pendels nur wenig.

Der Antrieb braucht nicht groß zu sein, da wegen des fehlenden Räderwerks keine Energieverluste durch Reibung auftreten, und die Uhr, außer an dem Zapfen der Rolle R, kein Öl benötigt. So kann man das Hauptpendel in einem stark luftverdünnten Zylinder schwingen lassen, in dem ein Barometerstand von nur etwa 50 mm herrscht. In diesem luftverdünnten Raum wird auch die Reibung zwischen dem schwingenden Pendel und der umgebenden Luft stark herabgemindert. Alle diese Vorsichtsmaßregeln bedingen, daß zum Antrieb des Hauptpendels der Fall eines Gewichts von 0,45 g durch 2 mm vollständig genügt.

Um das Shorttsche Pendel noch freier schwingen zu lassen, hat der Amerikaner Loomis seine Shortt-Uhren dahin abgeändert, daß die Erteilung des Antriebes nur erfolgt, wenn der Schwingungsbogen des Pendels unter eine gewisse Größe gesunken ist. Andererseits erfolgt kein Antrieb, wenn der Schwingungsbogen des Hauptpendels diese Größe überschreitet. Diese Steuerung erfolgt auf vollständig

automatischem Wege (mittels elektrischer Spitzenwirkung), ohne daß das Pendel mit seinen Schwingungen im geringsten Maße beeinflusst wird.

4. Die Schulersche Uhr mit Ausgleichspendel auf der Göttinger Universitätssternwarte.

Da die Haynsche Uhr nur in einem Exemplar vorhanden ist und sich nicht allgemein durchsetzen konnte, beherrschten in Deutschland bis etwa 1925 hauptsächlich die Rieflerschen Uhren den Markt der Präzisionsuhren. Zu diesem Zeitpunkt aber setzten die Versuche des Ingenieurs Schuler ein, eine Uhr zu schaffen, mit der es möglich sein sollte, die Unregelmäßigkeiten in der Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde festzustellen.

Bei dieser Schulerschen Uhr, die als ebenfalls einziges Exemplar in der Universitätssternwarte Göttingen aufgestellt ist, können wir schon eher von einem freien Pendel sprechen, da hier ein auf der Schwerkraft beruhender mechanischer Antrieb nicht vorhanden ist.

Schuler behält die schon oben bei der Haynschen Konstruktion kennengelernte und von Shortt beibehaltene Trennung des zeitmessenden Apparates von dem zeitangebenden Apparat bei. Ein wesentlicher Unterschied des Schulerschen Pendels gegenüber anderen Präzisionsuhren ist die radikale Beseitigung der Pendelfeder und die Ersetzung derselben durch die Schneidenaufhängung. Schon bei der Pendelaufhängung mittels Federn wurde erwähnt, daß plötzliche Dehnungen der Pendelfeder, hervorgerufen durch Stöße oder Erschütterungen, den Gang der Uhren vorübergehend ändern können. Diesem unkontrollierbaren Einfluß begegnet Schuler durch die Anwendung der Schneidenaufhängung. Wir hörten aber andererseits, daß durch die Abnutzung der Schneide ebenfalls starke Einflüsse auf den Gang der Uhr ausgeübt werden. Diesen Einfluß beseitigt Schuler nun durch eine neuartige Pendelkonstruktion, nämlich durch das sog. Gegenschwung- oder Ausgleichspendel.

Das Ausgleichspendel besteht aus einer Nickelstahlstange, die oben und unten je ein Gewicht trägt (Abb. 6). Die Stahlschneiden, um die das Pendel schwingt, liegen zwischen den beiden Gewichten, jedoch nicht in der Mitte, sondern nahe dem oberen Gewicht. Die Konstruktion hat den Vorzug, daß eine durch Abnutzung der Schneiden verursachte Höhenveränderung dieses Pendeldrehpunktes und die dadurch bedingte Verlängerung des Pendels nur einen geringen Einfluß auf die Schwingungsdauer des Pendels und damit auf den Gang der Uhr ausübt, was bei den Pendeln üblicher Bauart mit nur einem, unten angebrachten, Gewicht nicht der Fall ist. Das Pendel schwingt in einem von der Außenluft abgeschlossenen Zylinder, der hier mit Wasserstoffgas gefüllt ist, und in dem ein Druck von etwa 100 mm Quecksilbersäule herrscht. Im Gegensatz zu den Riefleruhren läßt sich, wie auch schon bei den Shortt-Uhren, ein solcher stark verminderter Druck ohne Schwierigkeiten anwenden, da

das Pendel keinerlei Öl benötigt. Da außerdem Wasserstoff die Wärme gut leitet, hat diese Maßnahme den weiteren Vorteil, daß alle Teile des Pendels sehr schnell die gleiche Temperatur annehmen. Und schließlich ist die Reibung zwischen dem schwingenden Pendel und dem Wasserstoffgas

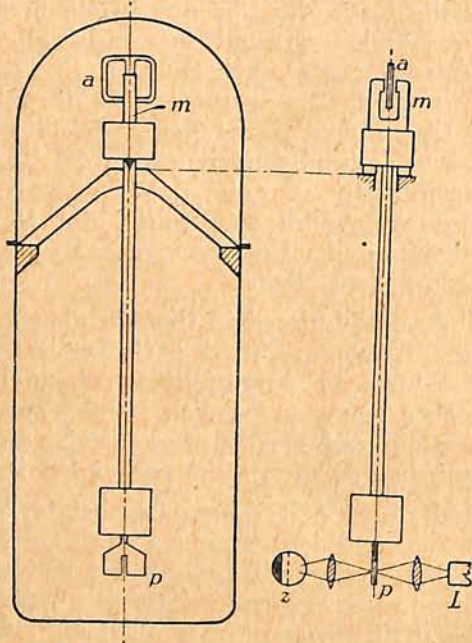


Abb. 6. Schematische Darstellung der Schuler-Uhr*).

bedeutend geringer, als wenn der Pendelraum mit Luft gefüllt wäre, woraus sich der Vorteil ergibt, daß zum Antrieb nur eine geringfügige Energie notwendig ist.

Dieses freischwingende Pendel besitzt keinerlei mechanische Verbindung mit dem Räderwerk, und auch das „im Takt schlagen“ mit dem zeitangebenen Apparat, die Synchronisation der Arbeitsuhr, erfolgt ohne mechanische Kontakte, sondern hier ist von der Energieübertragung mittels der photoelektrischen Zelle Gebrauch gemacht worden.

In Abbildung 6 bemerken wir unterhalb des unteren Pendelgewichtes eine dünne Platte p mit einem Schlitz, durch den das mittels Linsen gesammelte Licht einer Lampe L bei jeder Schwingung des Pendels einmal hindurchfällt, und zwar auf die Photozelle Z. Diese ist eine fast luftleere Glaskugel von der Größe einer Glühbirne, deren hintere innere Wand mit einem Alkalimetall (Kalium, Cäsium) belegt ist. In der Mitte der Kugel ist, von dem Alkalimetallbelag isoliert, ein Metallgitter ausgespannt. Sobald nun die Alkalisicht die Energie des einfallenden Lichtes aufnimmt, werden aus dieser Elektronen ausgelöst. Unter Einwirkung einer Anodenbatterie vermag dann ein Strom von dem maschenartigen Metallgitter zur Alkalisicht überzugehen. Dieser Strom ist natürlich sehr schwach und muß durch einen, aus dem Rundfunkwesen genügend bekannten, Verstärker geleitet werden. Dieser verstärkte Strom ermöglicht dann, die Arbeitsuhr im gleichen Takt wie die Hauptuhr schwingen zu lassen, indem man das auf Voreilen regulierte Pendel der Arbeitsuhr bei jeder Schwingung durch einen

*) Die Abbildungen 4, 5 und 6 sind uns in liebenswürdigster Weise von der Schriftleitung der Deutschen Uhrmacherzeitung zur Verfügung gestellt worden.

von dem verstärkten Strom durchflossenen Magneten hemmt und damit die Uhr um soviel zurückbringt, wie sie seit dem letzten Stromstoß vorgeeilt ist.

Diese Arbeitsuhr nun, die nichts anderes ist, als eine der oben beschriebenen Riefleruhren, besorgt den Antrieb der Hauptuhr. Sie bedient nämlich die Stromzufuhr für eine achtförmige Spule a, die zwischen den Polen eines am oberen Pendelstangenende befestigten Stahlmagneten m liegt. Die achtförmige Spulenform wurde angewendet, weil diese, wenn sie von einem Strom durchflossen wird, ein nur wenig ausgebreitetes magnetisches Feld erzeugt, so daß die in der Nähe befindlichen Stahlteile nicht magnetisch beeinflusst werden.

Zur dauernden Kontrolle des Schwingungsbogens, dessen Aenderung nach der gegebenen Erläuterung des Schwingungsbogenkoeffizienten auch den Gang der Uhr verändert, ist in der Nähe der Schneiden ein kleiner Spiegel am Pendel befestigt, der von einer Lampe auf ihn treffenden Lichtstrahl je nach der Schwingungsweite des Pendels verschieden stark ablenkt und wieder zurückwirft. Dieser reflektierte Lichtstrahl wird auf einem gleichmäßig fortbewegten lichtempfindlichen Papierstreifen aufgezeichnet, so daß man für jede Schwingung des Pendels auch den Ausschlag desselben ermitteln kann. Dadurch ist man bei Kenntnis des Schwingungsbogenkoeffizienten und der aufgezeichneten Schwingungsweite in der Lage, die durch Aenderung der letzteren bedingten Einflüsse auf den Gang der Uhr rechnerisch zu ermitteln.

Mittels dieser selbstregistrierenden Schwingungsbogenkontrolle ist es Schuler z. B. gelungen, die Erdbogen vom 20. Mai 1951 (Lissabon) und vom 7. Juni 1951 (England) in ihrer Wirkung auf die Schwingungsweite seiner Uhr festzustellen, da zu diesen Zeitpunkten der Schwingungsbogen nach den Registrierungen sichtlich kleiner geworden war. (Vgl. auch „Weltall“, Jahrgang 51, 1952, Heft 2.)

Auch die Temperatur im Innern des Pendelzylinders muß dauernd genau überwacht werden. Dies erfolgt mittels sog. elektrischer Widerstandsthermometer.

Was das Schulersche Pendel als die zeitlich modernste Präzisionspendeluhr leistet, ob sie sich in allen Einzelheiten bewährt, und ob es gelingen wird, mit ihrer Hilfe die zahlenmäßige Größe der Unregelmäßigkeiten in der Umdrehungszeit der Erde festzustellen, wird erst beurteilt werden können, wenn die Uhr mehrere Jahre hindurch ohne Eingriffe in Betrieb gewesen ist, und wenn die während dieser Zeit erzielten Ergebnisse einer strengen Diskussion unterzogen worden sind.

Uhren ohne Pendel.

In den letzten beiden Jahren hat die Zeitmeßtechnik auf dem Gebiete des Präzisionsuhrenbaues ganz neue Wege beschritten, und wir wollen uns nun noch ganz allgemein mit diesen Fortschritten beschäftigen.

Bei allen bisher beschriebenen Uhren war das schwingende Pendel der wichtigste, aber auch der empfindlichste Bestandteil der Uhr. Seine regelmäßig erfolgenden und einem physi-

kalischen Gesetz gehorchenden Schwingungen wurden gezählt, und damit diente das Pendel als Zeitmesser.

An sich können wir aber auch jeden anderen physikalischen Vorgang zur Zeitmessung benutzen. Die Hauptsache ist nur, daß sich der Vorgang mit großer Regelmäßigkeit periodisch wiederholt.

Einen solchen Vorgang würden z. B. die Schwingungen einer Stimmgabel darstellen, die durch irgendeine besonders konstruierte Vorrichtung dauernd aufrechterhalten werden müßten. Ohne diese Vorrichtung würden ja die Schwingungen nach dem Grundsatz „Es gibt kein perpetuum mobile“ bald aufhören. Besitzt man nun noch einen Apparat, der gestattet, die gleichmäßigen und regelmäßigen Schwingungen der Stimmgabel zu zählen, so hat man in dieser Anlage schon eine Uhr ohne Pendel. Eine solche „Stimmgabeluhr“ ist in Paris schon in längerem Betrieb, und augenblicklich laufende Versuche im Physikalischen Institut der Universität Leipzig lassen auf dem Gebiete dieser „Stimmgabeluhren“ weitere Fortschritte erwarten.

Einen anderen Weg, die Pendelschwingungen durch einen physikalischen und periodisch verlaufenden Vorgang zu ersetzen, beschritt 1929 die Bell Telephone Company.

Marrison, der Leiter dieser Gesellschaft, hat hierbei von der vor etwa 50 Jahren von I. und P. Curie entdeckten Piezoelektrizität Gebrauch gemacht. Diese Entdeckung besagt, daß es Kristalle gibt, die bei Druck (piëzein = drücken) und bei Entlastung elektrische Ladungen bekommen. Wichtig bei dieser Piezoelektrizität aber ist, daß der Vorgang auch umkehrbar ist, so daß man also sagen kann, bringt man elektrische Ladungen auf einen Kristall, so zieht er sich zusammen und dehnt sich aus. Diese Eigenschaft weisen vor allen Dingen Turmalin- und Quarzkristalle auf. Wenn man also ein Quarzstück zwischen zwei elektrisch aufgeladene Metallplatten bringt, so gerät der Quarz in Schwingungen und führt bei gleichbleibender Temperatur und bei gleichbleibendem Luftdruck stets dieselbe Anzahl Schwingungen in der Sekunde aus.

Hiervon machen auch alle größeren modernen Rundfunksender Gebrauch, die mittels eines solchen schwingenden Quarzkristalls stets die gleiche Anzahl Schwingungen in der Sekunde ausstrahlen und damit die ihnen zerteilte Wellenlänge einzuhalten vermögen. Man pflegt in solchen Fällen von „quarzugesteuerten Sendern“ zu sprechen.

Das Schwingen des Kristalls muß man sich so vorstellen, als ob sich dieser unter dem Einfluß der auf beiden Seiten befindlichen elektrisch geladenen Metallplatten um ganz geringe Beträge aufbläht und sich sofort wieder zu-

sammenzieht. Dieser Vorgang spielt sich in einer Sekunde 100 000 mal ab. Wird also nun dafür gesorgt, daß die beiden Metallplatten, zwischen denen sich der Kristall befindet, stets elektrisch aufgeladen sind, so wird der Kristall weiterhin in jeder Sekunde seine 100 000 Schwingungen ausführen. Damit aber haben wir wieder einen periodischen Vorgang gefunden, der für die Zeitmessung nutzbar gemacht werden kann.

Allerdings verlaufen die Kristallschwingungen wesentlich schneller als die Pendelschwingungen, und es wurden deshalb Mittel und Wege gesucht und auch gefunden, diese 100 000 Schwingungen in einer Sekunde auf eine wesentlich kleinere Zahl umzuformen.

Die Auslösung der Quarzkristallschwingungen erfolgt dadurch, daß man den Kristall zwischen die Platten eines aus dem Rundfunkwesen bekannten Kondensators montiert, der in einem aus Radoröhren, -spulen und -kondensatoren bestehenden Schwingkreis eingebaut ist. Ohne genauer auf die physikalischen Vorgänge eingehen zu wollen, sei hier nur soviel bemerkt, daß dieser Schwingkreis bei einer bestimmten Einstellung elektrische Schwingungen erzeugt, die denen des Quarzkristalls gleich oder fast gleich sind. Darauf spricht der Quarzkristall an und schwingt nun seinerseits mit seinen 100 000 Schwingungen in der Sekunde, wobei er diese Schwingungszahl dem gesamten Schwingkreis, der an sich nichts anderes ist als ein kleiner Sender, aufprägt.

Durch zwei Zusatzgeräte, die in Aufbau und Aussehen Radioapparaten ähnlich sind, wird nun die Schwingungszahl je auf den zehnten Teil umgeformt. So erhalten wir beispielsweise nach dem Durchlaufen des ersten Zusatzgerätes $100\,000 : 10 = 10\,000$ Schwingungen und nach dem Durchlaufen des zweiten Zusatzgerätes $10\,000 : 10 = 1\,000$ Schwingungen in der Sekunde.

Mit diesen 1000 Schwingungen in der Sekunde kann nun ein Zeitmesser betrieben werden. Dieser besteht aus einem Elektromotor, der durch diese 1000 Schwingungen so beeinflusst wird, daß er sich stets gleichmäßig schnell dreht und damit eine ideale, gleichmäßig laufende Uhr darstellt.

Man nennt diesen Motor einen Synchronmotor, da wir es hier auch mit einer Art Synchronisation zu tun haben. Der Motor bleibt mit seinen Bewegungen stets in gleichem Takte mit den vom Kristall erzeugten Schwingungen. Dieser gleichlaufende, vom Kristall gesteuerte Motor dient nun als Antrieb für die Uhr, indem auf mannigfache Weise durch den Motor ein Räderwerk, ein Zifferblatt und etwaige elektrische Kontakte betätigt werden.

Der von der Bell Telephone Company hergestellte Quarzkristall hat die Form eines Ringes mit einem äußeren Durchmesser von etwa $7\frac{1}{2}$ cm. Dieser

Ring muß unter genauester Berücksichtigung der optischen und elektrischen Eigenschaften des verwendeten Quarzes aus einer größeren Platte herausgeschnitten werden. Man hat hier die Form eines Ringes gewählt, weil dadurch der Einfluß der Temperatur auf die vom Kristall erzeugten Schwingun-

dem noch unter eine Glasglocke gesetzt worden, in der die Luft, wie bei vielen Präzisionsuhren, durch Auspumpen verdünnt ist. In diesen sog. „Quarz-Oszillator“, den Abbildung 7 wiedergibt, sind selbstverständlich auch noch die notwendigen elektrischen Einzelteile eingebaut.

In einem zweiten Kasten befindet sich der bereits oben erwähnte Synchronmotor, der über ein Räderwerk die Uhrzeiger treibt.

Während nach amerikanischen Äußerungen die Quarzkristalluhren der Bell Telephone Company bei der Ueberbrückung größerer Zeiträume den Shortt-Uhren unterlagen, haben zwei von den Deutschen, Scheibe und Adelsberger, konstruierte und in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zu Berlin aufgestellte Quarzkristalluhren hervorragende Ergebnisse gezeigt.

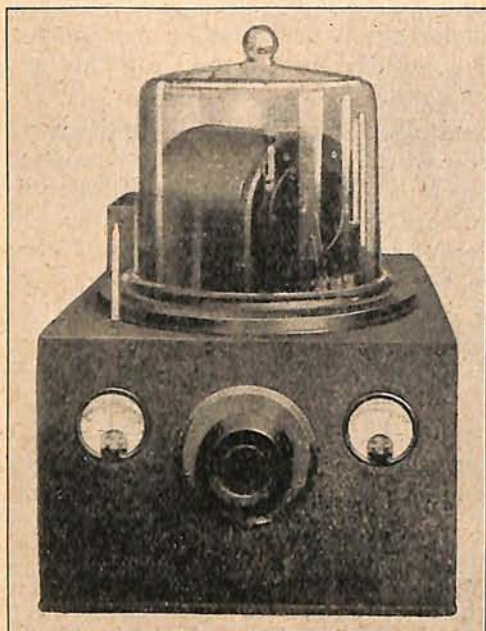


Abb. 7. Quarz-Oszillator.

gen fast unmerklich wird. Um trotzdem keine Vorsichtsmaßregel zu unterlassen, ist der Kristall allseitig mit dickem Filz umgeben und durch eine besondere Apparatur, einen sog. Thermostaten, wird dafür gesorgt, daß sich die Temperatur höchstens um ein hundertstel Grad ändern kann. Dieser vor Temperatureinflüssen geschützte Kristall ist außer-

Aus dem vorstehenden erkannten wir, daß das bis etwa 1920 ziemlich brachgelegene Gebiet der Uhrentechnik und Zeitmeßkunde von diesem Zeitpunkt an einen geradezu überraschenden und erstaunlichen Aufschwung genommen hat. Eine Verbesserung und Verfeinerung löste die andere ab, und vollständig neuartige Ideen tauchten auf. Augenblicklich stehen wir mitten in dieser fruchtbaren Entwicklungsperiode und bei genauer Beurteilung der bis jetzt eingeschlagenen Wege und der erreichten Ziele ist zu erwarten, daß uns in den nächsten Jahren noch mancherlei Verbesserungen auf dem Gebiete des Präzisionsuhrenbaues beschert werden. Auf diese Weise wird es uns dann auch eines Tages möglich sein, von der ungleichmäßigen kosmischen Zeitnormale, der Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde, freizukommen.

Die Sperrschichtphotozelle, ein neuartiges Mittel zur Umwandlung von Licht in Elektrizität.

Von Dr. B o m k e.

Die Umwandlung von Lichtenergie in Elektrizität ist heute ein wichtiges Problem, dürfte es doch wegen der gewaltigen Energiemengen, die in Gestalt des Sonnenlichtes unerschöpflich zur Verfügung stehen und deren rationelle Verwertung trotz aller dahinzielenden Versuche bis heute noch nicht gelungen ist, für die Energiewirtschaft der ganzen Welt einmal von der allergrößten Bedeutung werden.

Theoretisch stellen die auf dem bekannten photoelektrischen Effekt beruhenden Photozellen, über die im letzten Heft des „Weltall“ berichtet wurde, bereits ein Mittel zur Umsetzung von Licht in elektrische Energie dar. Es zeigt sich aber, daß die bei Belichtung solcher Photozellen durch das Licht direkt erzeugten

elektrischen Ströme derartig gering sind, daß man zu ihrer Messung sehr empfindlicher Instrumente bedarf. In allen Fällen, wo man für Lichtstärkemessungen usw. Photozellen benutzt, legt man daher an diese eine Hilfsspannung von ca. 100 bis 150 Volt an. In diesem Fall aber wirkt die Photozelle eigentlich nicht als Stromerzeuger, sondern wie ein vom Licht gesteuertes Relais, und die Energie des durch das Meßinstrument fließenden Stromes wird nicht von dem Sonnenlicht, sondern von der Hilfsbatterie geliefert.

Eine Photozelle, die der direkten Energiegewinnung aus Licht dienen soll, muß demzufolge ohne eine derartige Hilfsbatterie arbeiten und trotzdem genügend starke Ströme abgeben

können. Während also die gewöhnliche Photozelle, wie sie für Tonfilm- und Fernsehzwecke, in der Wissenschaft und Technik usw. zu Meßzwecken heute verwendet wird, für eine Energieumwandlung von Licht in Elektrizität vollkommen ungeeignet ist, ist in den allerletzten Jahren eine auf einem neuartigen physikalischen Effekt beruhende Photozelle, die Sperrschichtphotozelle, erfunden worden, bei der die Frage der rationellen Energieumsetzung wesentlich günstiger liegt.

Bei den üblichen Photozellen besteht der durch das Licht bewirkte Vorgang in der Loslösung von Elektronen aus einer Metalloberfläche, wobei die Elektronen aus dem Metall in das Vakuum bzw. die Gasatmosphäre der Photozelle austreten. Man pflegt daher diese Art der photoelektrischen Wirkung als den „äußeren“ Effekt zu bezeichnen. Unter „innerem Photoeffekt“ versteht man demzufolge eine solche Loslösung von Photoelektronen, bei der die Elektronen nicht aus dem Innern des vom Licht getroffenen Körpers herausgelangen. Diesen inneren Photoeffekt, der sich in einer Änderung der elektrischen Leitfähigkeit des belichteten Stoffes äußert, zeigen sehr viele natürliche und künstliche Mineralien, manche sogar ziemlich stark.

Einige Forscher, in Deutschland vor allem Lange und Schottky, fanden nun, daß an Kupferoxydulkristallen außer dem seit langem bekannten inneren Effekt noch eine weitere photoelektrische Erscheinung auftreten kann, die sie als Sperrschichtphotoeffekt bezeichneten. Auf einer Unterlage aus metallischem Kupfer befindet sich eine Schicht von Kupferoxydul, und über dieser Oxydulschicht ist als zweite Elektrode eine äußerst dünne Goldschicht angebracht. Derartige dünne Goldschichten, die man heute mittels Kathodenzerstäubung bis zu Dicken von einem Zehntausendstel eines Millimeters herstellt, sind für Licht noch gut durchlässig. Das von oben auf eine solche Sperrschichtzelle fallende Licht dringt durch die dünne Goldelektrode hindurch in das Kupferoxydul und setzt sich dort in Elektrizität um. Ein an beide Elektroden angeschlossenes Instrument zeigt bei Belichtung einer solchen Zelle, ohne daß hierbei eine Hilfsbatterie verwendet wird, einen Strom von einigen zehntel Milliampere an. Die genauere wissenschaftliche Untersuchung dieses in der Tat sehr bemerkenswerten Effektes hat ergeben, daß für sein Zustandekommen außer dem inneren Photoeffekt des Kupferoxyduls noch das Vorhandensein einer sehr dünnen unipolar leitenden Schicht*) an der Berührungsstelle des Oxyduls mit den

Metallelektroden wesentlich ist, was in der Bezeichnung des Effektes als Sperrschichteffekt zum Ausdruck gebracht worden ist.

Nach der Entdeckung des Effektes setzte man zunächst große Hoffnungen auf die Sperrschichtzellen als ein Mittel zur direkten Gewinnung von Elektrizität aus Licht. Diese ersten Erwartungen haben sich bis heute nicht erfüllt, und wir sind auch jetzt noch von einer befriedigenden Lösung des Problems weit entfernt.

Es ist nun seit der vor einigen Jahren erfolgten Entdeckung in systematischer Weiterentwicklung des Sperrschichtprinzipes gelungen, die Leistungsfähigkeit der Sperrschichtzellen zu steigern. Einerseits wurde so die Selen-sperrschichtzelle erfunden, deren Wirksamkeit die der ursprünglichen Kupferoxydulzellen um mehr als das hundertfache übertrifft, andererseits gelang es auch, die Leistungsfähigkeit der Kupferoxydulzellen durch eine Reihe von grundlegenden Verbesserungen in ähnlicher Weise zu erhöhen. Derartige moderne Kupferoxydulzellen, die zurzeit die leistungsfähigsten Sperrschichtzellen überhaupt sind, geben bei Belichtung mit Sonnenlicht einen Photostrom von ca. 0,5 Milliampere pro Quadratmeter Zellenoberfläche, während die Spannung eines solchen Lichtelementes etwa 0,1 Volt beträgt. Nach den üblichen Verfahren der Herstellung von solchen Sperrschichtzellen ist es ohne Schwierigkeiten möglich, derartige Zellen mit 1 Quadratmeter Fläche herzustellen. Eine solche als Lichtelement wirkende Zelle würde im Sonnenlicht bei einer Klemmspannung von 0,1 Volt einen Strom von etwa 5 Amp. liefern können. Mit 50 derartigen hintereinandergeschalteten Lichtelementen wäre man also, da dann eine Spannung von 5 Volt vorhanden wäre, bereits instande, eine Akkumulatoren-batterie mit einem Ladestrom von 5 Amp. aufzuladen. Prinzipiell ist es demnach heute schon möglich, mittels Sperrschichtzellen Sonnenlicht in größerem Umfang in Elektrizität umzusetzen. Allerdings spielt bei allen derartigen Projekten noch immer die Kosten- und Rentabilitätsfrage die entscheidende Rolle. Setzen wir an, daß wir im Durchschnitt pro Quadratmeter Zellenfläche eine nutzbare Leistung von 0,5 Watt erzielen werden, so müssen wir hundert Lichtelemente von je 1 qm Fläche aufstellen, um eine Leistung von 50 Watt zu erreichen. Nun ist der Herstellungspreis eines solchen 1-qm-Lichtelementes einschließlich der bei der technischen Montage entstehenden Nebenkosten, wenn man eine Massenfabrikation annimmt, mit etwa 15 Mark anzusetzen. Unsere 50-Watt-Anlage würde also etwa 1500 Mark kosten, eine 1-Kilowatt-Anlage mit derartigen Sperrschichtzellen 50 000 Mark. Vergleicht man mit dieser Zahl den Gestehungspreis eines modernen Großkraftwerkes, wo man pro Kilowatt Leistung einen Baupreis von etwa 500 Mark ansetzt, so

*) Als unipolar leitend bezeichnet man die elektrische Eigenschaft der Grenzschicht, den elektrischen Strom nur in einer Richtung gut zu leiten, während ihm bei umgekehrter Richtung ein großer Widerstand entgegengesetzt wird.

erkennt man sofort, warum man heute der Realisierung eines Sperrschichtzellen-Sonnenkraftwerkes noch nicht nähertritt, obwohl die technische Ausführung an und für sich keine Schwierigkeiten mehr bringen würde.

Aus der angedeuteten kurzen Ueberschlagsrechnung ersieht man also, daß zurzeit eine Anlage mit Sperrschichtzellen noch etwa hundertmal teurer sein würde als jedes normale Elektrizitätswerk mit Dampfmaschinen und Kohlen-

feuerung. Andererseits haben wir schon erwähnt, daß die ersten vor nunmehr 5 Jahren hergestellten Sperrschichtzellen eine mehr als 100 mal geringere Leistungsfähigkeit aufwiesen als die heutigen, und es erscheint nach den bisherigen Fortschritten durchaus möglich, daß es in weiterer rastloser Vervollkommnung der Sperrschichtzellen gelingen wird, die Leistungsfähigkeit dieser Zellen nochmals um das noch fehlende 100fache zu erhöhen.

Der gestirnte Himmel im August und September 1933.

Von Günter Archenhold.

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

Im August sind zwei Himmelserscheinungen von besonderem Interesse, zunächst die alljährlich auftretenden Perseiden-Sternschnuppenfälle, die um den 10. August als „Tränen des hl. Laurentius“ aufzutreten pflegen, und eine Sonnenfinsternis am Morgen des 21. August. Sie ist zwar bei uns nicht besonders günstig zu beobachten — die Zeiten sind weiter unten angegeben —, doch bleibt sie für längere Zeit die einzige hier sichtbare.

Der Fixsternhimmel ist in den August- und Septemberrnächten von besonderer Schönheit durch den hohen Stand der Milchstraße, die sich mit ihrem geheimnisvollen Schimmer von Nordost nach Südwest über den Himmel spannt. Die hellsten bei uns sichtbaren Teile grüßen uns. Schon ein Opernglas zeigt eine fast unendliche Zahl von Sternen. Der in einem sternreichen Teil der Milchstraße stehende Deneb im Schwan leuchtet scheinbar, und mit ihm sind die übrigen Sommersternbilder deutlich erkennbar. In unseren Sternkarten sind die helleren Sterne eines jeden Bildes verzeichnet. An die Sommerbilder grenzen die im Westen vor ihrem Untergange befindlichen Frühlingsgestirne, und im

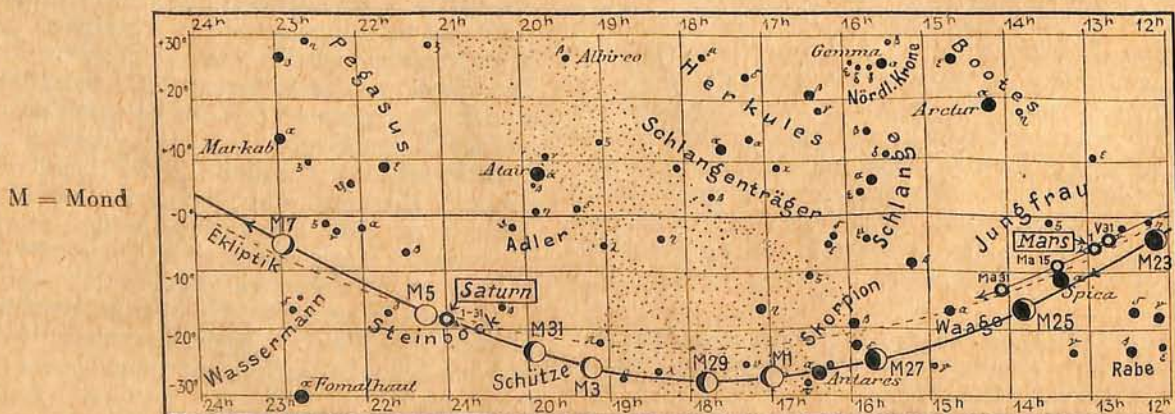
Osten erscheinen mit Widder und den Plejaden im Stier die Vorboten des Herbstes.

Die Planeten.

Merkur beginnt seinen Lauf am 1. August in rückläufiger Bewegung im Sternbild des Krebses (Rekt. = $8^h 28^m$). Zunächst ist er unsichtbar, erscheint aber bereits am 11. August am Morgenhimmel. Die günstigsten Beobachtungsmöglichkeiten sind am 20. und 21. August, an welchen Tagen er 35 Minuten lang für das bloße Auge erkennbar ist. Anfang September ist die Sichtbarkeitsperiode beendet, da sich Merkur dann schnell der Sonne nähert. Die obere Konjunktion fällt auf den 12. September.

Venus ist weiterhin etwa eine halbe Stunde lang nach Sonnenuntergang in der Abenddämmerung zu beobachten. Ihr Abstand von der Erde verringert sich von 218 auf 162 Millionen km. Die im astronomischen Fernrohr an der rechten Seite erkennbare Phasenwirkung vergrößert sich von $\frac{1}{10}$ auf $\frac{1}{4}$ der Scheibe. Bei ihrem Lauf überholt Venus am 17. August Jupiter; sie nähert sich ihm bei der Konjunktion

Lauf von Sonne, Mond und Planeten



um 12^h mittags dieses Tages bis auf 6'. Auch am Abend wird man beide Planeten im Fernglas noch dicht nebeneinander sehen.

Mars ist nur für eine Viertelstunde am Abendhimmel sichtbar. Er geht Anfang August kurz vor 22^h, Ende September kurz nach 19^h unter und wandert aus dem Sternbild der Jungfrau in das der Waage.

Jupiter kann nur noch in den ersten Augusttagen für wenige Minuten am Abendhimmel gesehen werden. Vom 8. August ab bleibt er wegen seiner Sonnennähe zwei Monate lang für uns unsichtbar.

Saturn gelangt am 6. August in Opposition zur Sonne und ist daher zunächst die ganze Nacht über sichtbar. Im Laufe des September verkürzt sich die Sichtbarkeitsdauer, da er dann bereits mehrere Stunden vor Sonnenaufgang unter dem Horizont verschwindet. Sein Durchgang durch den Meridian erfolgt am 1. August $\frac{1}{2}$ Stunde nach Mitternacht, am 1. September um 22 $\frac{1}{4}$ ^h und am 30. September um 20 $\frac{1}{4}$ ^h. Die beiden Monate bringen also die günstigste Beobachtung Gelegenheit für den schönsten aller Planeten mit sich.

Uranus erscheint immer früher vor Sonnenaufgang über dem östlichen Horizont. Sein Kartenort ist am 15. August: Rekt. = 1^h42^m.4, Dekl. = + 9°58', am 15. September: Rekt. = 1^h40^m.0, Dekl. = + 9°44'.

Neptun kommt am 2. September in Konjunktion mit der Sonne und ist daher unsichtbar.

Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne überschreitet bei ihrem abwärts gerichteten Lauf am 23. September den Himmelsäquator, womit der astronomische Herbst beginnt. Ihre Oberfläche erscheint z. Z. zumeist vollkommen ohne Flecken, so daß wir annehmen können, daß wir uns kurz vor dem Sonnenfleckenninimum befinden.

für den Monat August 1935.

Am 21. August spielt sich in der Frühe eine in Berlin teilweise sichtbare Sonnenfinsternis ab (vgl. den Aufsatz von Prof. Mader „Die Finsternisse des Jahres 1935“ im „Weltall“, Heft 4/5 dieses Jahrgangs, Seite 66/67). Fast in ganz Deutschland ist der Beginn der Finsternis nicht sichtbar. Die Zeiten der größten Phase und das Ende der Finsternis sind aus der dem genannten Aufsatz beigegebenen Tabelle ersichtlich. In Berlin geht die Sonne am 21. August um 4^h57^m auf. Das Maximum der Finsternis tritt bereits um 5^h12^m ein, wobei 31 % des Sonnendurchmessers vom Monde bedeckt werden. Um 5^h57^m ist die Finsternis beendet.

Weitere Angaben über die Sonne enthält die nachstehende Tabelle:

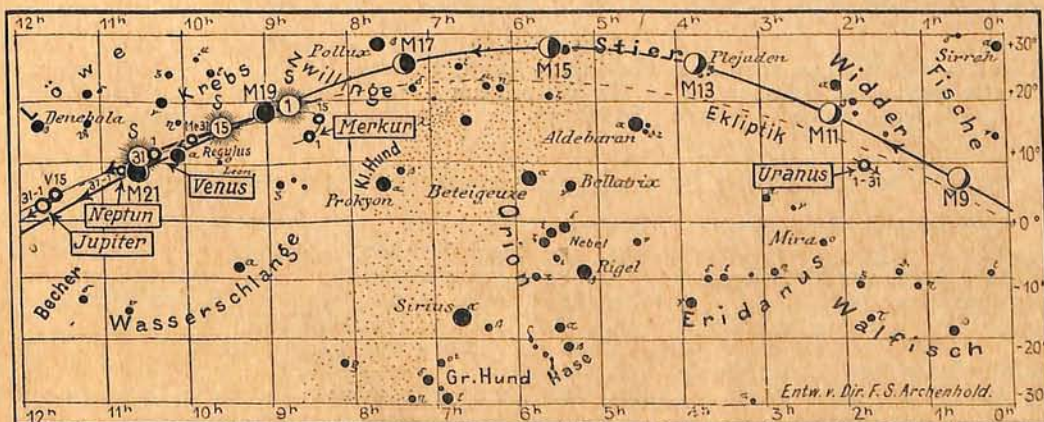
| August | Deklin. Oh Weltzeit | Aufgang für Berlin (Polhöhe 52 $\frac{1}{2}$ °) | | Untergang | | Zeitgleichg. wahre minus mittlere Zeit | | Sternzeit Berl. Mittag | |
|--------|------------------------|---|----------|-----------|----------|--|------|---------------------------|---|
| | | M. E. Z. | M. E. Z. | M. E. Z. | M. E. Z. | m | s | h | m |
| 1. | +18 12 | 4 24 | 19 59 | -6 | 11 | 8 | 38,4 | | |
| 5. | 17 10 | 4 31 | 19 52 | 5 | 53 | 8 | 54,2 | | |
| 10. | 15 47 | 4 39 | 19 43 | 5 | 16 | 9 | 13,9 | | |
| 15. | 14 17 | 4 47 | 19 33 | 4 | 25 | 9 | 33,6 | | |
| 20. | 12 41 | 4 56 | 19 22 | 3 | 21 | 9 | 53,3 | | |
| 25. | 11 0 | 5 4 | 19 11 | 2 | 6 | 10 | 13,1 | | |
| 30. | + 9 15 | 5 12 | 19 0 | -0 | 39 | 10 | 32,8 | | |
| Sept. | | | | | | | | | |
| 1. | + 8 32 | 5 15 | 18 55 | -0 | 2 | 10 | 40,6 | | |
| 5. | 7 5 | 5 22 | 18 46 | +1 | 15 | 10 | 56,4 | | |
| 10. | 5 12 | 5 30 | 18 34 | 2 | 57 | 11 | 16,1 | | |
| 15. | 3 18 | 5 39 | 18 22 | 4 | 42 | 11 | 35,8 | | |
| 20. | + 1 22 | 5 47 | 18 11 | 6 | 28 | 11 | 55,6 | | |
| 25. | - 0 35 | 5 55 | 17 59 | 8 | 13 | 12 | 15,3 | | |
| 30. | - 2 32 | 6 4 | 17 47 | +9 | 54 | 12 | 35,0 | | |

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

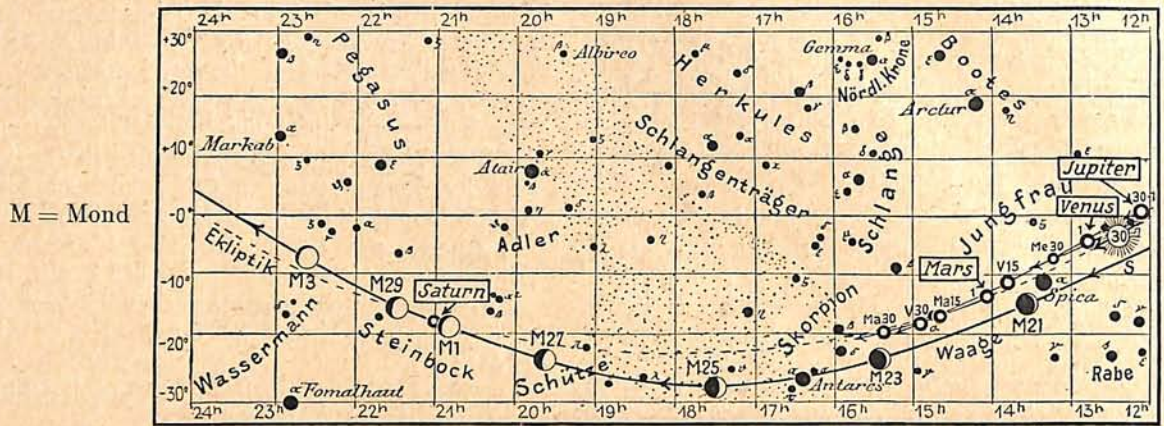
Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

| | | | | |
|------------------|---------|-------------------------------|----------|-------------------------------|
| Vollmond: | Aug. 5. | 20 $\frac{1}{2}$ ^h | Sept. 4. | 6 ^h |
| Letztes Viertel: | „ 13. | 4 $\frac{3}{4}$ ^h | „ 11. | 22 $\frac{1}{2}$ ^h |
| Neumond: | „ 21. | 6 $\frac{3}{4}$ ^h | „ 19. | 19 $\frac{1}{4}$ ^h |
| Erstes Viertel: | „ 28. | 11 $\frac{1}{4}$ ^h | „ 26. | 16 $\frac{1}{2}$ ^h |

Nachdruck verboten.



S = Sonne



Die Auf- und Untergangszeiten des Mondes für Berlin sind folgende:

| August | | | Mond- Aufgang Untergang für Berlin | | | August | | | Mond- Aufgang Untergang für Berlin | | | Sept. | | | Mond- Aufgang Untergang für Berlin | | | | | | | | | |
|----------------|----|-------|--|----------|----------|----------|----------------|----|--|----------|----------|----------------|----|-----|--|----------|----------------|----|-------|----------|----------|-----|-------|-------|
| Wochen- tag | | | M. E. Z. | M. E. Z. | M. E. Z. | M. E. Z. | Wochen- tag | | | M. E. Z. | M. E. Z. | Wochen- tag | | | M. E. Z. | M. E. Z. | Wochen- tag | | | M. E. Z. | M. E. Z. | | | |
| | | h m | h m | h m | h m | h m | | | h m | h m | h m | | | h m | h m | h m | | | h m | h m | h m | h m | | |
| 1 | Di | 16 55 | 23 27 | 17 | Do | — | 18 | 8 | 1 | Fr | 17 59 | 0 59 | 16 | Sa | 1 20 | 17 15 | 2 | Mi | 18 7 | — | 18 | Fr | 1 6 | 18 35 |
| 2 | Mi | 18 7 | — | 18 | Fr | 1 6 | 18 | 35 | 3 | Sa | 18 17 | 2 31 | 17 | St | 2 38 | 17 28 | 4 | Do | 19 0 | 0 30 | 19 | Sa | 2 21 | 18 53 |
| 3 | Do | 19 0 | 0 30 | 19 | Sa | 2 21 | 18 | 53 | 5 | Mo | 18 42 | 5 27 | 19 | Di | 5 16 | 17 51 | 6 | Fr | 19 34 | 1 53 | 20 | St | 3 39 | 19 8 |
| 4 | Fr | 19 34 | 1 53 | 20 | Mo | 4 58 | 19 | 20 | 7 | Di | 18 55 | 6 50 | 20 | Mi | 6 37 | 18 0 | 7 | Sa | 19 56 | 3 26 | 21 | Do | 4 58 | 19 20 |
| 5 | Sa | 19 56 | 3 26 | 21 | Di | 6 16 | 19 | 32 | 8 | Mo | 19 4 | 8 11 | 21 | Fr | 8 0 | 18 14 | 8 | Do | 20 12 | 5 0 | 22 | Di | 6 16 | 19 32 |
| 6 | St | 20 12 | 5 0 | 22 | Mi | 7 35 | 19 | 42 | 9 | Di | 19 17 | 9 29 | 22 | Fr | 9 27 | 18 30 | 9 | Mo | 20 25 | 6 30 | 23 | Mi | 7 35 | 19 42 |
| 7 | Mo | 20 25 | 6 30 | 23 | Do | 8 55 | 19 | 52 | 10 | Fr | 19 32 | 10 48 | 23 | Sa | 10 58 | 18 50 | 10 | Di | 20 37 | 7 56 | 24 | Do | 8 55 | 19 52 |
| 8 | Di | 20 37 | 7 56 | 24 | Fr | 10 17 | 20 | 5 | 11 | Sa | 19 52 | 12 6 | 24 | St | 12 28 | 19 23 | 11 | Mi | 20 47 | 9 16 | 25 | Fr | 10 17 | 20 5 |
| 9 | Mi | 20 47 | 9 16 | 25 | Sa | 11 44 | 20 | 23 | 12 | Mo | 20 19 | 13 20 | 25 | Mo | 13 47 | 20 13 | 12 | Do | 20 58 | 10 35 | 26 | Sa | 11 44 | 20 23 |
| 10 | Do | 20 58 | 10 35 | 26 | St | 13 13 | 20 | 47 | 13 | Di | 20 56 | 14 27 | 26 | Di | 14 50 | 21 20 | 13 | Fr | 21 11 | 11 53 | 27 | St | 13 13 | 20 47 |
| 11 | Fr | 21 11 | 11 53 | 27 | Mo | 14 41 | 21 | 22 | 14 | Mo | 21 48 | 15 23 | 27 | Mi | 15 33 | 22 42 | 14 | Sa | 21 27 | 13 9 | 28 | Mo | 14 41 | 21 22 |
| 12 | Sa | 21 27 | 13 9 | 28 | Di | 15 56 | 22 | 17 | 15 | Di | 22 50 | 16 5 | 28 | Do | 16 4 | — | 15 | St | 21 50 | 14 25 | 29 | Di | 15 56 | 22 17 |
| 13 | St | 21 50 | 14 25 | 29 | Mi | 16 54 | 23 | 31 | 16 | Do | — | 16 36 | 29 | Fr | 16 23 | 0 11 | 16 | Mo | 22 20 | 15 36 | 30 | Mi | 16 54 | 23 31 |
| 14 | Mo | 22 20 | 15 36 | 30 | Do | 17 34 | — | — | 17 | Fr | 0 2 | 16 58 | 30 | Sa | 16 38 | 1 39 | 17 | Di | 23 3 | 16 39 | 31 | Do | 17 34 | — |
| 15 | Di | 23 3 | 16 39 | 31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | Mi | 23 58 | 17 29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Im August und September sind in Berlin folgende Bedeckungen heller Fixsterne durch den Mond zu beobachten:

| Dat. | Name | Gr. | Rekt. 1933 | Dekl. 1933 | Phase | Zeiten für Berlin M. E. Z. | Winkel | Mondalter | Hilfsgrößen | |
|-----------|----------------------------|-----|------------|------------|-------|----------------------------|--------|-----------|-------------|-------|
| | | m | h m | ° ' " | | h m | ° | d | m | m |
| Aug. 11. | 20 H. ¹ Arietis | 6,4 | 2 5,7 | + 16 55 | A | 23 29 | 227 | 20,2 | + 0,1 | + 1,9 |
| 12. | ε Arietis | 4,6 | 2 55,4 | + 21 4 | A | 23 44 | 197 | 21,2 | + 0,6 | + 2,2 |
| Sept. 17. | ψ Leonis | 5,6 | 9 40,1 | + 14 20 | A | 3 54,5 | 356 | 26,9 | - 0,6 | - 2,3 |
| 28. | 36 B. Capricorni | 6,2 | 20 25,6 | - 22 37 | E | 20 19,5 | 129 | 9,0 | — | — |

E = Eintritt, A = Austritt

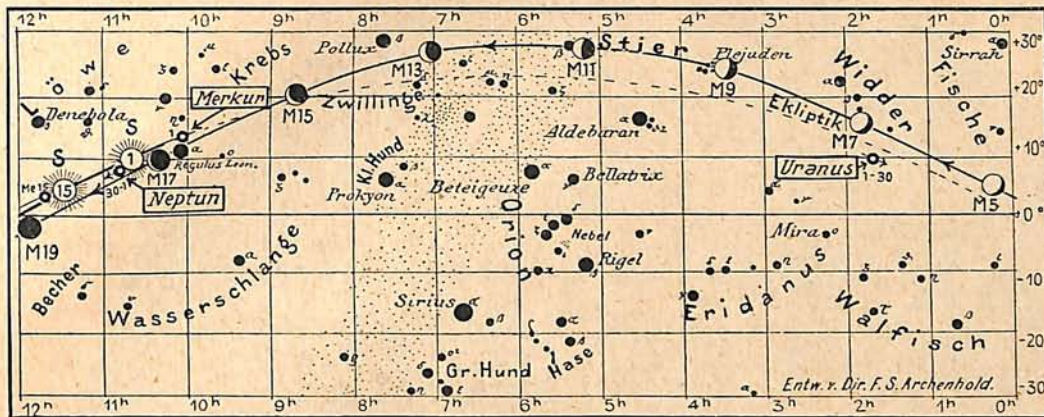
Die Hilfsgrößen a und b dienen dazu, genäherte Ein- und Austrittszeiten für ganz Deutschland zu berechnen. Den für Berlin geltenden Zeitangaben ist die Korrektur $a(15^{\circ},1 - \lambda) + b(\varphi - 52^{\circ},4)$ hinzuzufügen, wobei λ und φ die geographische Länge und Breite des Beobachtungsortes bedeuten.

Kalender der Konstellationen und bemerkenswerten Himmelserscheinungen.

| Aug. h | Aug. h | | |
|--------|--|--------|--|
| 2. 24 | Uranus stationär. | 9. 1 | Algol im kleinsten Licht. |
| 3. 18 | Mond in Erdnähe (scheinbarer Durchmesser 33'0", Horizontalparallaxe 60'28"). | 9. 8 | Merkur stationär. |
| 3. 20 | Venus in Konjunktion mit Neptun (Venus 58' nördl.). | 11. 15 | Uranus in Konjunktion mit dem Monde. |
| 5. 21 | Saturn in Konjunktion mit dem Monde (Saturn 30' nördl.). | 11. 22 | Algol im kleinsten Licht. |
| 6. 0 | Saturn in Opposition zur Sonne. | 11. 23 | Bedeckung von 20 H. ¹ Arietis. |
| 6. 4 | Algol im kleinsten Licht. | 12. 24 | Bedeckung von ε Arietis. |
| | | 15. 16 | Mond in Erdferne (scheinbarer Durchmesser 29'54", Horizontalparallaxe 54'10"). |
| | | 17. 12 | Venus in Konjunktion mit Jupiter. |

für den Monat September 1935.

Nachdruck verboten.



S = Sonne

- | | |
|---|---|
| <p>Aug. h</p> <p>17. 24 Merkur in größter westlicher Abweichung 18° 57'.</p> <p>19. 15 Merkur in Konjunktion mit dem Monde.</p> <p>21. — In Europa sichtbare ringförmige Sonnenfinsternis.</p> <p>22. 6 Neptun in Konjunktion mit dem Monde.</p> <p>23. 15 Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.</p> <p>Sept. h</p> <p>2. 2 Saturn in Konjunktion mit dem Monde.</p> <p>2. 25 Neptun in Konjunktion mit der Sonne.</p> <p>3. 20 Algol im kleinsten Licht.</p> <p>7. 7 Merkur in Konjunktion mit Neptun.</p> <p>7. 21 Uranus in Konjunktion mit dem Monde.</p> <p>12. 1 Merkur in oberer Konjunktion mit der Sonne.</p> <p>12. 10 Mond in Erdferne (scheinbarer Durchmesser 29'56", Horizontalparallaxe 54'14").</p> <p>17. 4 Bedeckung von ψ Leonis.</p> <p>18. 5 Algol im kleinsten Licht.</p> <p>18. 16 Neptun in Konjunktion mit dem Monde.</p> <p>19. 8 Merkur in Konjunktion mit Jupiter.</p> <p>20. 9 Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.</p> | <p>Aug. h</p> <p>24. 5 Venus in Konjunktion mit dem Monde.</p> <p>26. 2 Mars in Konjunktion mit dem Monde.</p> <p>29. 5 Algol im kleinsten Licht.</p> <p>31. 7 Mond in Erdnähe (scheinbarer Durchmesser 32'53", Horizontalparallaxe 59'58").</p> <p>31. 24 Algol im kleinsten Licht.</p> <p>Sept. h</p> <p>20. 12 Merkur in Konjunktion mit dem Monde.</p> <p>21. 1 Algol im kleinsten Licht.</p> <p>22. 23 Venus in Konjunktion mit dem Monde.</p> <p>25. 15 Sonne tritt in das Zeichen der Waage; Herbstanfang.</p> <p>25. 16 Mars in Konjunktion mit dem Monde.</p> <p>25. 22 Algol im kleinsten Licht.</p> <p>25. 12 Mond in Erdnähe (scheinbarer Durchmesser 32'25", Horizontalparallaxe 59'20").</p> <p>26. 19 Algol im kleinsten Licht.</p> <p>27. 7 Jupiter in Konjunktion mit der Sonne.</p> <p>28. 20 Bedeckung von 36 B. Capricorni.</p> <p>29. 7 Saturn in Konjunktion mit dem Monde.</p> |
|---|---|

KLEINE MITTEILUNGEN

Lichtschwankungen eines Planetoiden. Bei der Durchsicht von 58 photographischen Platten, die in Johannesburg zur Untersuchung veränderlicher Sterne aufgenommen worden waren, entdeckte H. van Gent vom Kapteynschen Astronomischen Laboratorium in Groningen einen neuen Planetoiden, der beträchtliche Lichtschwankungen zeigt. Das Objekt hat die Bezeichnung 1931 PH erhalten. Es wurde auf allen zur Verfügung stehenden Platten aufgesucht und die Helligkeit in der üblichen Weise im Anschluß an einige Vergleichssterne bestimmt. Da die Bewegung des Planetoiden während der sieben Tage, aus denen die meisten Aufnahmen stammen, nur sehr gering war, so war der Anschluß an die gleichen Sterne möglich. Das Aussehen des Planetoiden war zwar etwas verschieden von dem der Vergleichssterne, da die Eigenbewegung während der Expositionszeit von 30 Minuten zur Wirkung gekommen ist, doch wird dadurch die Genauigkeit der Messungen des um die 14. und 15. Größenklasse schwankenden Objektes nur wenig beeinträchtigt.

Die Lichtschwankungen haben eine Periode von 0,21297 Tagen; die Amplitude beträgt 0,6 Größenklassen.

Der Planetoid besitzt also ähnlich wie Eros eine von der Kugelform stark abweichende Gestalt, wodurch sich bei der Rotation die Helligkeitsschwankungen ergeben. Die Rotationszeit entspricht der doppelten Periode der Helligkeitsschwankungen, da während jeder Umdrehung zwei Maxima und zwei Minima auftreten. Die Umdrehungszeit beträgt demnach 10½ Stunden, also etwa doppelt soviel wie bei Eros.

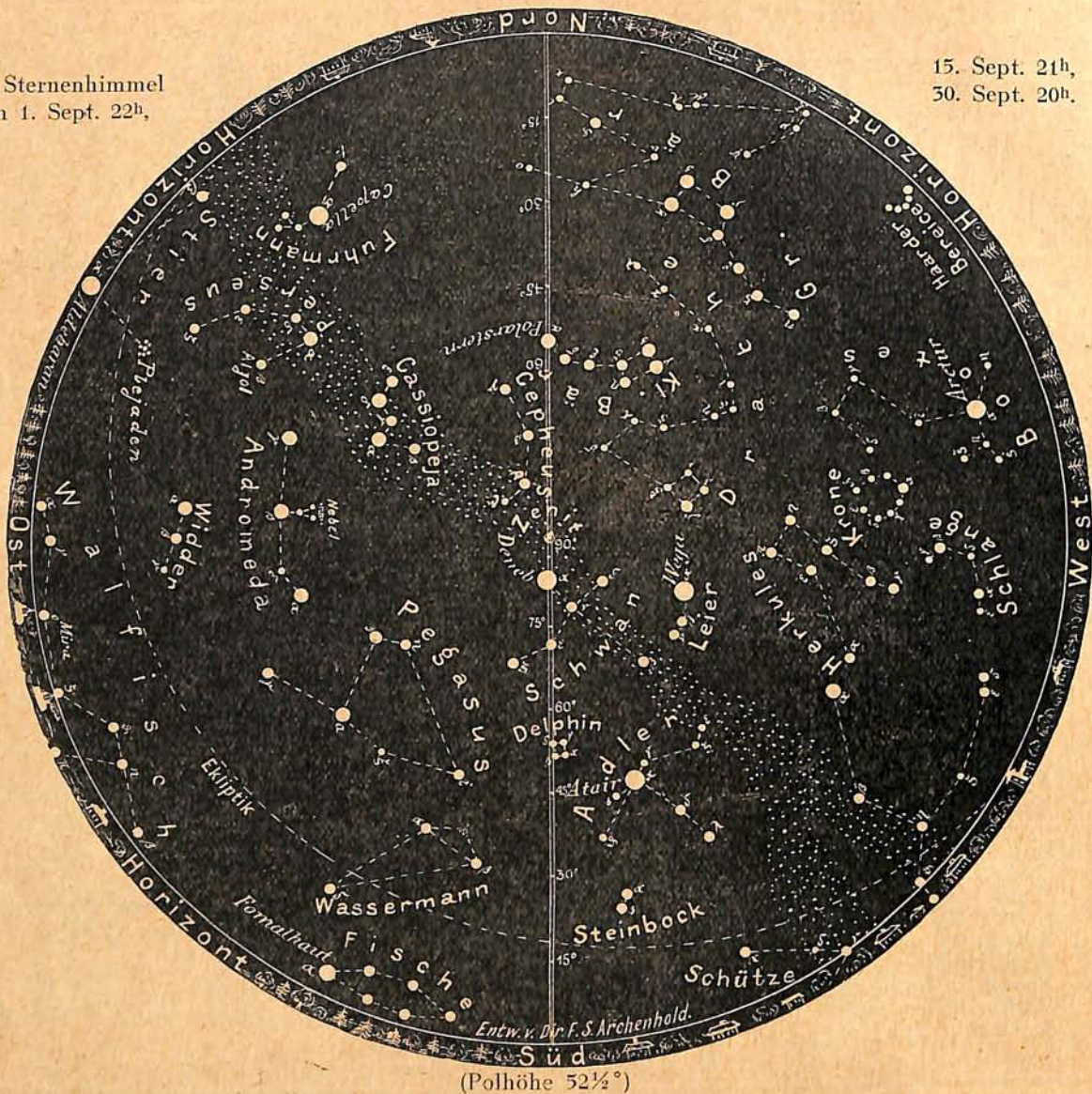
G. A.

Die Energie der Höhenstrahlung. Bei der Erörterung der Energieverhältnisse der kosmischen Ultrastrahlung muß man unterscheiden zwischen der Energie eines einzelnen Ultrastrahlungsteilchens (Quant bzw. Korpuskel) und dem Gesamtenergiestrom durch die Flächeneinheit.

Wie aus der Härte der Strahlung zu schließen ist, gehören die *Elementarteilchen* der Ultrastrahlen

Der Sternenhimmel
am 1. Sept. 22^h,

15. Sept. 21^h,
30. Sept. 20^h.



zu den energiereichsten, die dem Physiker bekannt sind. Nach Regener enthält die Höhenstrahlung fünf verschiedene Komponenten; die Energie der zwei härtesten berechnet er zu $1,44 \cdot 10^{-3}$ Erg und $6 \cdot 10^{-3}$ Erg. Da der erste Wert mit der bei der Zerstrahlung eines Wasserstoffkernes (Proton), der letzte mit der bei derjenigen eines Heliumatoms freiwerdenden Energie recht nahe zusammenfällt, glaubt Regener, daß diese beiden Komponenten in diesen Zerstrahlungsvorgängen ihren Ursprung haben.

Für die Berechnung der Gesamtenergie der Ultrastrahlung ist die Kenntnis ihrer einzelnen Komponenten nicht erforderlich; sie läßt sich daher mit großer Sicherheit durchführen. Der genaueste Wert, der ebenfalls von Regener ermittelt wurde, beträgt $3,5 \cdot 10^{-3}$ Erg pro Quadratcentimeter und Sekunde. Ein Vergleich mit den oben aufgeführten Zahlen zeigt, daß nicht einmal in jeder Sekunde ein Quant der härtesten Ultrastrahlung auf eine Fläche von einem Quadratcentimeter auftrifft.

Wie man sieht, ist der Energiefluß der Ultrastrahlung von $3,5 \cdot 10^{-3}$ Erg $\text{cm}^{-2} \text{sec}^{-1}$ recht beachtlich, fällt er doch in die Größenordnung des

Energiestromes (Licht), den die Erde vom gesamten Fixsternhimmel erhält. Eddington gibt z. B. für letzteren einen Wert von $5,75 \cdot 10^{-3}$ Erg $\text{cm}^{-2} \text{sec}^{-1}$ an; von anderen Seiten wird er sogar niedriger, zwischen 5 und $5 \cdot 10^{-3}$ Erg $\text{cm}^{-2} \text{sec}^{-1}$, berechnet.

Die ebenso große Energiedichte der Ultrastrahlung wie die des gesamten Fixsternlichtes scheint — wie Prof. Regener ausführlich darlegt — für die Astrophysik hinsichtlich der Temperatur im Weltraum von einigem Interesse zu sein.

Nimmt man einen Körper von genügender Dimension an, um die Ultrastrahlung zu absorbieren — bei der Dichte 1 einen Körper von einigen Metern Durchmesser (5 m Wasser absorbieren schon $\frac{9}{10}$ der Ultrastrahlung) —, so wird die absorbierte Ultrastrahlung die Temperatur des Körpers soweit erhöhen, bis ein Gleichgewicht mit der durch die Temperaturerhöhung bedingten Wärmestrahlungsemission erreicht ist. Rechnet man mit einer schwarzen Strahlung und dem angegebenen Energiewert für die Ultrastrahlung, so ergibt sich — bei Ausschluß anderer Einstrahlung — die Gleichgewichtstemperatur zu $2,8^\circ$ absolut. Dies wäre z. B. im inter-

galaktischen Raum zwischen den Spiralnebeln, wo unser eigenes Milchstraßensystem nur als ganz lichtschwacher Spiralnebel erscheinen würde, der Fall. Die zusätzliche Strahlungsdichte der Lichtstrahlung beginnt erst eine Rolle zu spielen, wenn man in den Bereich eines der Spiralnebel z. B. unseres Milchstraßensystems eindringt. Da die Ausstrahlung bekanntlich mit der vierten Potenz der Temperatur ansteigt, würde die Lichtstrahlung aller unserer Fixsterne die absolute Temperatur des Körpers jedoch nur auf $5,56^\circ$ abs. erhöhen. Erst mit zunehmender Annäherung an einen Fixstern (z. B. unsere Sonne) würde die Wärmestrahlung mehr und mehr die ausschlaggebende Rolle spielen. Dies ist bekanntlich bei unserer Erde der Fall. Obgleich die Ultrastrahlung der Erde insgesamt $1,8 \cdot 10^{16}$ Erg sec^{-1} oder 2,4 Millionen PS zuführt, spielt diese Zahl in unserer Energiebilanz eine ebenso unwesentliche Rolle wie das gesamte Licht aller Fixsterne. Ausschlaggebend ist hier allein die Strahlung unseres Tagesgestirns.

W. M. H. Schulze.

Einige neue astronomische Demonstrationsapparate. Nachdem das Zeiß-Planetarium den Gedanken verwirklicht hat, die Bewegungen des Sternenhimmels durch Projektion an eine Kuppel zu zeigen, lag der Gedanke nahe, ähnliche Apparate auch im kleineren Maßstab herzustellen, die geeignet sind, nicht nur wie das reine Projektionsplanetarium ein naturgetreues Abbild der himmlischen Vorgänge zu geben, sondern zugleich auch in den Mechanismus der Bewegungen der Himmelskörper selbst einen Einblick zu gewähren.

Dieses Ziel erstrebt das Universalplanetarium von G. Kiehlmann, das in der Werkstatt für Präzisionsarbeiten E. Unglaube in Glogau ausgeführt wird*). Es besteht aus einem gläsernen Sternglobus von 42 cm Durchmesser mit einem kombinierten, mehrfach verstellbaren Umlaufgetriebe zur Darstellung der Bewegungen. Durch elektrische Kleinbeleuchtung können Schattenbilder an eine hellblaue Stoffkuppel von etwa 4–5 Meter Durchmesser projiziert werden. Für den Schulunterricht hat die Verwendung des Schattenbildes gegenüber der Projektion leuchtender Sterne den Vorteil, daß der Unterrichtsraum nicht verdunkelt zu werden braucht. Außerdem gelingt es nur bei dieser Projektionsart, die räumlich körperliche Totalansicht, wie sie die bekannten Kleinmodelle (Planetarien, Tellurien usw.) bieten, mit der projizierten Innenansicht des großen Zeißschen Planetariums zu vereinigen. Diese Darstellungsweise ermöglicht es, die Bewegungen am Himmel, wie wir sie z. B. von unserer Erde aus zu sehen gewohnt sind, als eine unmittelbare Folge des heliozentrischen Systems zu erläutern. Die dem neuen Lehrmittel charakteristischen Doppelansichten, die einander in bester Weise ergänzen, lassen die Anschauung zu einer förmlichen Durchschauung werden. Der Apparat zeigt alle elementaren Bewegungsvorgänge vom Umlauf des Mondes bis zu den schleifenförmigen Bahnen der Planeten und kann

*) Preis 280 M.; in ergänzbarer Teilausführung ohne Planeten 180 M.; mit Motorantrieb 365 M.

daher in allen Stufen des astronomischen Unterrichts Verwendung finden. Er ist leicht zu handhaben und bequem transportabel. Es wäre zu hoffen, daß dieser Apparat zum Segen des astronomischen Unterrichts eine recht weite Verbreitung finden würde.

Zwei neue, sehr preiswerte astronomische Universalapparate sind von Dr. Karl Westphal im Selbstverlag herausgebracht worden. Der Zellohimmel (Preis 78 M.) besteht aus einem Kugelgerippe von 40 cm Durchmesser. Äquator, Ekliptik und Deklinationskreise bestehen aus transparentem, zum Teil bunt gefärbtem Zellon. 150 Sterne vermitteln den Eindruck einer völlig in sich geschlossenen Fixsternsphäre. Das Ganze ist drehbar, in einer der Weltachse entsprechenden Neigung, einzustellen. Durch die in dem Kugelgerippe ausgesparten Lücken lassen sich in das Innere die verschiedenartigsten beweglichen Teile hineinsetzen. Insgesamt werden etwa 70 Einzelteile mitgegeben, um alle überhaupt denkbaren Kombinationen zu ermöglichen. Auch kann bei diesem Instrument — zwar nicht so eindrucksvoll wie bei dem Kiehlmannschen — durch Projektion der Sternenhimmel an eine weiße Wand projiziert werden. Es würde zu weit führen, alle Anwendungsmöglichkeiten der Apparatur hier aufzuzählen, und es sei deshalb auf das 56 Seiten umfassende Anleitungsbuch verwiesen, in dem man eine große Anzahl von Demonstrationen beschrieben findet. Der Referent konnte sich selbst davon überzeugen, wie vorzüglich alles durchdacht ist. Der neue Apparat ist in der Anwendungsmöglichkeit dem bekannten Mangschen Universalapparat weit überlegen; dabei beträgt sein Preis nicht einmal ein Fünftel von diesem.

Der Flaschenhimmel (Preis 42 M.) besteht aus einer Glaskugel mit weiter Öffnung, die durch eine Gummidichtung verschlossen werden kann. Dadurch ist es möglich, die Kugel zur Hälfte mit einer undurchsichtigen Flüssigkeit zu füllen, deren Oberfläche bei einfacher Neigung der Flasche sich auf jede gewünschte geographische Breite einstellt. Diese Idee hatte der Verfertiger bereits bei dem von ihm erdachten astronomischen Kosmos-Baukasten angewandt. Die Einrichtung sowie die Einzelteile gleichen in vielem dem Zellohimmel. Während dieser vor allen Dingen für den Schulunterricht gedacht ist, kommt der Flaschenhimmel wegen seines niedrigen Preises auch für den Liebhaberastronomen in Betracht.

Die Verwendung der räumlichen Modelle wird dazu beitragen, auch denjenigen Schülern, denen ein plastisches Anschauungsvermögen abgeht, die Himmelserscheinungen leicht faßlich zu erklären; sie seien deshalb für den Schul- und Selbstunterricht bestens empfohlen.

G. A.

Kleine Planeten im August und September 1933.

Nach längerer Pause können wieder einige Planetoiden mit kleinen Fernrohren aufgesucht werden, und zwar Eunomia, Pallas und Amphitrite. Pallas ist während der diesmaligen Opposition sehr licht-

schwach, nämlich 9. Größe. Wegen der großen Exzentrizität der Bahn schwankt die Helligkeit dieses Planeten von einer Opposition zur anderen beträchtlich. In diesem Jahre befindet er sich nahe dem fernsten Punkt seiner Bahn und ist daher relativ lichtschwach. Bemerkenswert ist die große nördliche Abweichung von der Ekliptik, wodurch Pallas eine günstige Stellung über dem Horizont einnimmt. Die beiden anderen Planetoiden schließen sich dem Tierkreis enger an. Wir lassen nachstehend die Ephemeriden folgen:

| (15) <i>Eunomia</i> | | | (2) <i>Pallas</i> | | |
|---------------------|--------------------------------------|----------|-------------------|--------------------------------------|-----------|
| | Rekt. | Dekl. | | Rekt. | Dekl. |
| Juli 27. | 21 ^h 22 ^m | — 8° 18' | Aug. 4. | 21 ^h 46 ^m | + 11° 55' |
| Aug. 4. | 21 15 | 8 2 | 12. | 21 40 | 10 55 |
| | 12. 21 7 | 7 55 | 20. | 21 54 | 9 57 |
| | 20. 20 59 | 7 49 | 28. | 21 28 | 8 10 |
| | 28. 20 ^h 51 ^m | — 7° 47' | Sept. 5. | 21 ^h 25 ^m | + 6° 54' |
| | Opposition Aug. 8. | | | Opposition Aug. 16. | |
| | Größte Helligkeit 8 ^m ,0. | | | Größte Helligkeit 9 ^m ,0. | |

| (29) <i>Amphitrite</i> | | |
|------------------------|--------------------------------------|----------|
| | Rekt. | Dekl. |
| Aug. 20. | 25 ^h 22 ^m | — 7° 10' |
| | 28. 25 16 | 7 55 |
| Sept. 5. | 25 8 | 7 57 |
| | 15. 25 1 | 8 21 |
| | 21. 22 55 | 8 42 |
| | 29. 22 ^h 47 ^m | — 8° 56' |
| | Opposition Sept. 8. | |
| | Größte Helligkeit 8 ^m ,9. | |

G. A.

BÜCHERSCHAU*

Schurig-Götz: Tabulae Caelestes (Himmels - Atlas). 6. Auflage. 10 Tafeln m. 4 Seiten Erläuterungen. Verlag Eduard Gaebler's Geographisches Institut, Leipzig 1935. Pr. geb. 4,50 RM.

Der äußerst praktische Himmelsatlas von Schurig-Götz, der längere Zeit vergriffen war, liegt nunmehr in sechster Auflage vor. Er enthält gegenüber den früheren Ausgaben einige grundlegende Veränderungen. Die Grenzen der Sternbilder sind nach den neuen wissenschaftlichen Vereinbarungen eingezeichnet, so daß sie jetzt Stücke eines Deklinations- oder Rektaszensions-Kreises sind. Bei der neuen Linienziehung wurde darauf Rücksicht genommen, die meisten Sterne, vor allem die helleren, in dem bisherigen Sternbild zu belassen; nur für eine Reihe kleinerer Sterne mußten die bisher üblichen Zahlen- oder Buchstabenbezeichnungen abgeändert werden.

Der Himmelsatlas von Schurig-Götz enthält bekanntlich alle für das bloße Auge sichtbaren Sterne, und zwar sind die Helligkeiten in Stufen von 1/3 Größenklassen deutlich kenntlich gemacht. Die Bezeichnungen der Sterne und Sternbilder durch rötlichen Druck hat sich in der Praxis außerordentlich bewährt. Doppelsterne und Veränderliche sowie Nebel und Sternhaufen haben besondere Zeichen. Eine Uebersicht über bemerkenswerte Objekte jedes Sternbildes ist in der Einleitung gegeben, so daß ihre Aufsuchung im Fernrohr ohne weitere Hilfsmittel möglich ist. Neu hinzugekommen ist eine von Philipp Fauth gezeichnete Mondkarte, die bedeutend mehr Einzelheiten zeigt als die gleichfalls beibehaltene Franz'sche Karte.

Der Atlas sei allen Freunden des gestirnten Himmels als zuverlässiger Führer aufs wärmste empfohlen. Der Preis ist trotz der Erweiterungen der gleiche geblieben und kann bei der äußerst sorgfältigen Ausführung als niedrig bezeichnet werden.

G. A.

Kosmos-Sonnenuhr. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart. Preis 15,50 M.

Die Sonnenuhr, die als ältestes Zeitmeßinstrument ihre Zeitangaben direkt von der Quelle, von der Allmutter Sonne bezieht und vom frühen Altertum bis weit ins Mittelalter hinein in verschiedenen, oft hochkünstlerischen Ausführungen in Gebrauch war, ist im Sekudentempo des 20. Jahrhunderts fast in Vergessenheit geraten. In Städten mit alten Kirchen und an anderen alten Bauwerken ist sie als ein Ueberbleibsel aus einer vergangenen Zeit noch öfter zu sehen. Aber eine richtig gebaute und richtig aufgestellte Sonnenuhr ist auch heute noch im Zeitalter des Rundfunks, der Präzisionschronometer und der mikroskopisch feinen Einteilung der Zeit für den denkenden Naturfreund ein interessanter und wertvoller Gegenstand. Er lenkt die Aufmerksamkeit auf die Beobachtung des Sonnenlaufes während eines Tages, eines Monats, eines Jahres, erklärt die Entstehung der Jahreszeiten und zeigt die Abweichung unserer Werkuhren vom Lauf der Sonne. Es ist deshalb ein dankenswertes Unternehmen der Franckh'schen Verlagshandlung; jetzt eine in ihrer Art geradezu ideale Sonnenuhr herausgebracht zu haben. Wünschenswert wäre es allerdings gewesen, wenn die Herstellung sich zu einem niedrigeren Preise hätte ermöglichen lassen, damit dieses ausgezeichnete Lehrmittel wirklich die verdiente Verbreitung finden könnte. Die neue Kosmos-Sonnenuhr hat eine Gesamthöhe von 18 cm, ist mit Libelle und Kompaß versehen und in Leichtmetall



ausgeführt. Durch eine einfache und praktische Einstellvorrichtung, die es ermöglicht, das Zifferblatt an der Gradeinteilung des Ständers auf die geographische Breite des Aufstellungsortes einzustellen, ist die Sonnenuhr an keinen bestimmten Standort gebunden. Ueberall auf der Erde kann sie aufgestellt und in Gebrauch genommen werden. Sehr lehrreich ist für den aufmerksamen Himmelsbeobachter die Umrechnung der von der Sonnenuhr angezeigten „wahren Sonnenzeit“ in „mittlere Ortszeit“ und in M.E.Z., was durch die Tabellen, die in der beigelegten *Anleitung zum Gebrauch der Kosmos-Sonnenuhr* enthalten sind, sehr leicht möglich ist. Die Schaffung der künstlichen „mittleren Ortszeit“ ist deshalb erforderlich, weil die wahre Sonnenzeit mit wechselnder, ungleichförmiger Geschwindigkeit dahingeht. Der Grund ist u. a. der, daß sich unsere Erde in ihrer nicht genau kreisförmigen Bahn nicht mit gleicher Schnelligkeit um die Sonne bewegt. Um die von unseren üblichen Uhren angezeigte mittlere Zeit zu erhalten, muß die „Zeitgleichung“ berücksichtigt werden, welche in einer der beigegebenen Tafeln auf Minuten genau angegeben ist. Aehnlich einfach ist die Umrechnung in M.E.Z., die bekanntlich am 1. April 1895 in Deutschland eingeführt wurde, um die für den Verkehr störende Verschiedenheit der Zeit an verschiedenen Orten zu beseitigen.

So führt die sorgfältige Benutzung der Sonnenuhr in wichtige Fragen der Himmelskunde ein, führt zur direkten Beobachtung der Natur und lehrt auch, das dem Pulschlage der Jahreszeiten unterworfenen Gedeihen des Lebens zu beachten, das im Takte des glühenden Motors der Welt, im Rhythmus der lebenspendenden Himmelsuhr schwingt; denn „ewig in Wandlung ist der Himmelsbogen“.

E. Krug.

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

DAS WELTALL

Herausgegeben von Dr. F. S. Archenhold, Schriftleiter: Günter Archenhold.

52. Jahrgang Heft 12

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

September 1955

Inhaltsverzeichnis:

| | Seite | | Seite |
|---|-------|--|-------|
| 1. Gewaltige Eruption auf dem Saturn. Von Dr. A. Weber. (Mit zwei Abbildungen.) | 161 | 5. Zur Bilderschau der Treptow-Sternwarte. Von Artur Lange. | 172 |
| 2. Das Nordlicht in Sage und Forschung. Von Dr. Bernhard Sticker. (Mit einer Abbildung.) | 164 | 6. Der gestirnte Himmel im Oktober 1955. Von Günter Archenhold. (Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.) | 174 |
| 5. Ueber den Einfluß der Sonne auf die Wolkenbildung. Von Günter Archenhold. (Mit einer Figur.) | 168 | 7. Kleine Mitteilungen: Aufflammen von RS Ophiuchi. — Planet 1955 HH = 192 Nausikaa. — Feldhaus „Tage der deutschen Technik“. | 176 |
| 4. Kontinuierliche Gasspektren. Zur Deutung des kontinuierlichen Spektrums der Sterne. Von Dr. Bomke. | 170 | 8. Bücherschau | 176 |
| | | 9. An unsere Leser! | 176 |

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

Gewaltige Eruption auf dem Saturn.

Von Dr. A. Weber, Berlin-Steglitz.

(Mit zwei Abbildungen.)

Im nachstehenden schildert der erste Beobachter der Saturnkatastrophe seine denkwürdige Entdeckung.

Der wegen seines interessanten Ringsystems wohl allen Freunden der Himmelskunde aus eigener Anschauung bekannte Planet Saturn hat neuerdings durch das Sichtbarwerden eines hellen weißen Flecks, den der Verfasser dieser Zeilen am 5. August auf der Aequatorzone des Planeten entdeckte, die Aufmerksamkeit der Astronomen auf sich gezogen.

Es wird nicht allgemein bekannt sein, daß Flecken auf dem Saturn eine außerordentlich seltene Erscheinung sind. Nur ein einziges Mal ist bisher ein ähnlich großer Fleck gesehen worden. Es war dies im Jahre 1876, als Asaph Hall, der Entdecker der beiden Marsmonde, mit dem großen Washingtoner Refraktor einen solchen in der Aequatorzone des Saturn entdeckte und ihn ungefähr einen Monat messend verfolgen konnte. Abgesehen von mehreren schwachen und verwaschenen Flecken, die Stanley Williams und Leo Brenner in den neunziger Jahren beobachtet haben — in den großen amerikanischen Fernrohren konnten sie nicht gesehen werden, so daß ihre Existenz von bekannten Astronomen, u. a. Barnard, angezweifelt wurde —, haben sich auf dem Saturn nur noch im Jahre 1905 weiße und dunkle Flecken in 30° bis 55° nördlicher Breite des Planeten, also nicht in seiner Aequatorzone, gezeigt, von denen mit Sicherheit gesagt werden kann, daß sie wirklich vorhanden gewesen sind.

Der Verfasser eines bekannten Leitfadens der astronomischen Beobachtung hat daher nicht

ganz unrecht, wenn er schreibt, daß es ein müßiges Beginnen ist, auf dem Saturnellipsoid irgendwelche Gebilde erkennen zu wollen. Mit kleinen und sogar großen Fernrohren sieht man gelegentlich nur schwache Aequatorstreifen angedeutet. Die Folge davon ist, daß Saturn, besonders dann, wenn er tief am Himmel steht, nur wenig beobachtet wird. Es ist also durchaus erklärlich, daß in jener Nacht nur noch ein Beobachter, der englische Liebhaberastronom *William T. Hay* in Norbury bei London, kurze Zeit nach mir den Fleck unabhängig fand. Erst 50 Stunden später hat ihn noch der amerikanische Astronom *Willis* bei der Beobachtung des Saturn mit dem Meridiankreis des Washingtoner Observatoriums gefunden. Damit ist die Aufzählung der unabhängigen Entdecker beendet.

Wenn auch bei meiner Entdeckung der Zufall keine kleine Rolle gespielt haben mag, so müssen doch eine Menge von Voraussetzungen erfüllt sein, ehe man sich zu einer Meldung an eine Sternwarte und sogar zu einer telegraphischen Benachrichtigung der astronomischen Zentralstelle in Kiel entschließt. In erster Linie verdanke ich den jetzigen Erfolg der Leistungsfähigkeit der benutzten Instrumente, deren Größe und Ausführung, vielleicht mit Ausnahme ihrer besonderen optischen Qualität, sich aber ganz im Rahmen dessen hält, was man in Händen des Liebhaberastronomen anzutreffen pflegt. Was es für Instrumente sind, und wie ich sie für die Beobachtungen des Saturnflecks angewandt habe, soll daher der interessierte Leser des „Weltall“ im nachstehenden erfahren.

Vor einiger Zeit hatte ich durch einen Gelegenheitskauf ein ungefaßtes, aber, wie eine Prüfung zeigte, gutes 77-mm-Objektiv erworben. Eine Fassung für dieses und eine Rohrmontierung, die einer Zeiß'schen zum Verwechseln ähnlich sieht, war bald nebst dem notwendigen Stativ nebst Feinbewegungen mit Hilfe einer eigenen, vielseitigen Präzisionsdrehbank und gut ausgerüstetem Werkzeugschrank ebenso rasch und eigenhändig hergestellt wie alle meine anderen Fernrohre. Doppelsterne wie Wega, ϵ und 5 Lyrae, ϵ Arietis und π Aquilae sind leichte Objekte für diesen Refraktor; auch die bekannten drei schwachen Sterne zwischen ϵ und 5 Lyrae zeigt er bei durchsichtiger Luft.

Am Abend des 5. August schienen mir, nach dem ruhigen Licht der tiefer stehenden Sterne zu urteilen, die

Luftverhältnisse sehr gut zu sein. Eine so günstige Beobachtung Gelegenheit läßt man nicht ungenutzt, besonders dann nicht, wenn man schon lange auf eine solche gewartet hat, um die Leistung des kleinen Refraktors auch am Saturn festzustellen. Ein an diesem Abend als Gast bei mir anwesender Kollege hatte den Saturn noch nicht mit einem Fernrohr gesehen, und so

war also ein doppelter Anlaß zur unverzüglichen Aufstellung des kleinen Refraktors gegeben. Erwartungsgemäß war das Bild des Saturn bei 160facher Vergrößerung außergewöhnlich scharf und ruhig. Die Cassinirennung war auf beiden Ansen als feine schwarze Linie zu sehen, ebenso der Kreppring vor der Kugel, die gelbliche Aequatorzone und das nach Süden scharf begrenzte Nordäquatorband. Außerdem war Rhea sichtbar, aber sonst zeigte sich nichts Auffälliges. Dies war in der Zeit von 23^h bis 23^h10^m. Wegen der vorzüglichen Luft machte ich meinem Gast den Vorschlag, mit meinem 164-mm-Reflektor weiterzubeobachten. Mit diesem Instrument, das ich später beschreibe, beobachtete ich von der hohen Dachterrasse meines Steglitzer Wohnhauses, von wo ich freien Ausblick nach allen Richtungen bis zum Horizont habe. Nur nach Norden zu ist die Aufhellung des Himmels infolge der Stadibleuchtung störend. Der Reflektor war mit Hilfe meines Gastes in wenigen Minuten

gebrauchsfertig, und ich stellte mit 260facher Vergrößerung auf den Saturn ein. Sogleich erblickte ich auf seiner Aequatorzone einen auffällig hellen weißen runden Fleck von etwa 5" Durchmesser. Das war etwas ganz Ungewöhnliches, und ich bat meinen Kollegen, sich schleunigst den Saturn anzusehen, und fragte ihn, ob ihm nichts auffalle. Er sah auch sofort den Fleck, glaubte aber, das wäre in Ordnung und erklärte, es sei kein Kunststück, diesen hellen Fleck zu sehen. Der Fleck stand in diesem Augenblick noch etwas östlich vom Zentralmeridian, den er, wenn es sich um eine Erscheinung auf dem Saturn handelte, bald erreichen mußte, denn mir war in Erinnerung, daß Saturn ähnliche Rotationsverhältnisse wie Jupiter hat. Nach unserer Auffassung erreichte die Fleckmitte den Zentralmeridian um 23^h50^m.

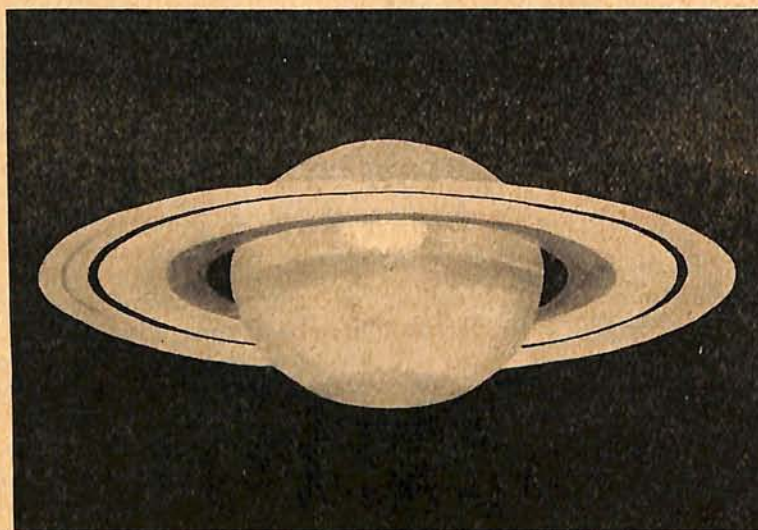


Abb. 1. Saturn mit hellem Fleck.

Zeichnung von Dr. Weber am 6. August 1933 23h15m mit seinem 164-mm-Spiegelteleskop bei 260facher Vergrößerung.

Im Vertrauen auf die Zuverlässigkeit des Reflektors bin ich dann zum Telefon geeilt und habe die Sternwarte Babelsberg von der seltsamen Beobachtung verständigt. Dort war von einem Fleck auf dem Saturn nichts bekannt. Eine sofortige Bestätigung meiner Beobachtung konnte ich wegen der Abwesenheit der dortigen Beobachter, die zur Tagung der Astronomischen Gesellschaft nach

Göttingen gefahren waren, nicht erhalten. Es blieb mir nichts anderes übrig, als allein mit meinem Kollegen weiter zu beobachten. Das Aussehen des Flecks hatte sich inzwischen verändert; er war etwas diffus in die Länge gezogen und wurde zusehends blasser und gelblicher. Um 1 Uhr war er am Westrand des Planeten verschwunden.

Meine Erkundigungen in den nächsten Tagen waren ergebnislos; nirgends war etwas von einem Fleck bekannt. So kam denn die Nacht zum 6. August, in der der Fleck entsprechend der von Hall 1876 gefundenen Rotationszeit wieder für Berlin sichtbar sein mußte. Mit dem kleinen Refraktor habe ich den Fleck in jener Nacht zur vorausberechneten Zeit wieder gefunden, als er als helle Wolke am Ostrande des Planeten auftauchte. Dann habe ich meistens mit dem Reflektor weiterbeobachtet und die Durchgangszeiten des Westrandes, der Mitte und des Ostrandes des Flecks, der wiederum sehr hell war, aber nicht so intensiv wie

bei seiner Entdeckung, durch den Zentralmeridian bestimmt. Auch Form, Lage und Helligkeit wurden geschätzt. Als am Morgen des 6. August noch immer keine anderweitige Bestätigung meiner Beobachtungen oder eine Meldung vorlag, benachrichtigte ich telegraphisch die Zentralstelle in Kiel. Es stellte sich bald heraus, daß nur noch Herr Hay kurze Zeit nach mir den Fleck in jener Nacht des 5. August gefunden hatte.

Bei den nächsten Meridiandurchgängen des Flecks waren noch andere Beobachter anwesend, die alle die leichte Sichtbarkeit des Flecks mit dem kleinen Refraktor bestätigten. Auch mit einem Cassegrain-Reflektor von 94 mm Öffnung, der als Leitrohr für eine Astrokamera

(Ernon-Anastigmat 1:5,5, Brennweite 25 cm) dient, wurde der Fleck gesehen. Selbst mit einem kleinen 47-mm-Fernrohr, allerdings einem echten Fraunhofer, konnte man ihn ganz leidlich erkennen. Ein jeder

Liebhaberastronom, der in der fraglichen Zeit den Saturn beobachtete, hätte den Fleck finden können. Vielleicht kann der eine oder andere sagen, daß er ihn um eine bestimmte Zeit am 5. August noch nicht gesehen hat. Hierdurch könnte der Zeitpunkt und die Schnelligkeit des Aufleuchtens des Flecks ermittelt werden. Ich selbst halte

es für unwahrscheinlich, daß ich den Fleck am Abend des 5. August in der Zeit der Beobachtung mit dem 77-mm-Refraktor (25^h bis $25^h 10^m$) übersehen habe. Danach dürfte er in höchstens einer Viertelstunde sichtbar geworden bzw. entstanden sein. Insofern sprechen meine Beobachtungen für die Annahme eines eruptiven Vorgangs.

Der Fleck hat sich im Laufe der nächsten Wochen in Richtung der Rotation des Saturn in die Länge gezogen. Sein westlicher Anfang ist wegen der diffusen Ausbreitung des Flecks nicht mehr gut zu erkennen. Man sieht nur eine stetige Zunahme der Intensität der Äquatorzone bis weit über die der Ringe hinaus, die dann mit dem Ende des Flecks auf die normale Intensität plötzlich abfällt. Wenn daher dieses östliche Ende des Flecks im Zentralmeridian steht, so ist die westliche Hälfte der Äquatorzone auffällig hell, während die östliche Hälfte sich kaum von der übrigen Kugelhelligkeit unter-

scheidet. Für das östliche Ende des Flecks ergeben meine ersten Beobachtungen eine Rotationszeit von etwa $10^h 14^m,7$. Die südliche Kante des bräunlichen Nordäquatorbandes wird durch den Fleck nicht gestört. Sie bietet gewissermaßen dem Fleck ein Hindernis, an dem entlang er sich im Laufe der Zeit ausbreitet (Abb. 1). Nach Süden zu wird der Fleck von dem vorgelagerten Kreppring des Saturn scheinbar begrenzt. Ob der Fleck eigenes Licht ausstrahlt, kann nur durch photometrische und spektrographische Untersuchungen mittels größerer Instrumente festgestellt werden.

Bei dem jetzigen Fleck handelt es sich um die mächtigste und interessanteste Erscheinung

dieser Art, die jemals auf Saturn wahrgenommen wurde; sie dürfte über den inneren Aufbau dieses Planeten wertvolle Aufschlüsse geben. Zunächst ist es wenig wahrscheinlich, daß bald ein gleicher Vorgang beobachtet werden kann. Vielleicht hat jemand das Glück in etwa 29 Jahren, wenn Saturn wieder an der gleichen Stelle seiner Bahn steht; denn es ist merkwürdig, daß die Erscheinungen von bedeutenden Flecken im Jahre 1876, 1905 und 1935, ungefähr im Abstand der Umlaufzeit des Saturn von 29,5 Jahren, aufgetreten sind. Das ist nur eine Vermutung; aber ein Ana-



Abb. 2. Dr. Weber an seinem Spiegelteleskop.

logon besteht bei Jupiter, bei dem die Sichtbarkeit der Streifen und Flecken an eine Periode von der Dauer seiner Umlaufzeit um die Sonne gebunden zu sein scheint.

Nun bleibt noch einiges über den Reflektor zu sagen. Meine ersten Erfahrungen mit einem solchen Instrument sammelte ich Mitte 1929, als ich einen vortrefflichen 158-mm-Parabolspiegel von 1500 mm Brennweite in einen Sperrholztubus einbaute. Mit oder ohne Luftklappe am Rohr waren die Bilder infolge störender Luftwirbel oder Temperaturschichtung im Tubus unbefriedigend, und nur selten konnte man die optische Qualität des Spiegels erkennen. Diese Mängel wurden restlos behoben durch den Bau eines Aluminium-Gittertubus, der einen anderen, optisch selten gut gelungenen Spiegel von 164 mm Durchmesser und 1500 mm Brennweite erhielt. Diesen wie den 158-mm-Spiegel und die Spiegel zum 94-mm-Cassegrain verdanke ich dem Entgegenkommen und der

Kunsthfertigkeit des bei den Berliner Liebhaber-astronomen nicht unbekanntem Herrn V. Hoffmann, Friedenau. Der Fangspiegel wurde zwecks möglicher Verringerung der Intensität der Beugungsringe zu Gunsten des primären Bildes klein gehalten. Er hat nur 50 mm \varnothing . Dieser neue Reflektor mit Gittertubus (Abb. 2), der für den Gebrauch schnell auf ein leichtes parallaktisches Achsensystem aufgesetzt werden kann, und den ich jetzt ausschließlich benutze, hat schon ganz respektable Leistungen gezeigt. So nenne ich die Enckelinie auf dem Saturnring mit 570 facher Vergrößerung, den Siriusbegleiter, allerdings nur bei ganz guten Luftverhältnissen in den Jahren 1951 und 52, ferner den 5. und 6. Stern im Trapez des Orion. Stern Nr. 51 der Polfolge ist noch blickweise zu erkennen, wozu aber ein gut ausgeruhtes Auge, ruhige Luft und große Durchsichtigkeit der Atmosphäre gehören. Die Doppelsternnatur von ζ Cancri, λ Cygni, λ Cassiopeiae und BC γ Andromedae ist nicht schwierig zu erkennen. Bei guten Luftverhältnissen gibt die 260 fache

Vergrößerung insbesondere bei Jupiter, Saturn, Mars und Mond gestochen scharfe Bilder und widerlegt die Ansicht, daß bei einem Reflektor dieser Oeffnung eine solche Vergrößerung zu groß sei. Für Doppelsterne wird zweckmäßig ein 5,5-mm-Okular genommen, damit die große, fast noch punktförmige Intensität der Sterne etwas geschwächt wird und die längliche Form der nicht vollkommen getrennten Doppelsterne besser erkannt werden kann. Während bei Sternen der 6. Größenklasse nur ein feiner regelmäßiger Beugungsring zu sehen ist, habe ich bei Sternen 1. Größe schon fünf und mehr vollkommen geschlossene Ringe bei besten Luftverhältnissen sehen können.

Es ist also zu verstehen, wenn ich diesen vorzüglichen Reflektor so oft als möglich benutze, um mich an der durch die optische Güte seiner Spiegel bedingten Leistung zu erfreuen. Insofern hat auch der Hersteller des Spiegels an der erfolgreichen Beobachtung am Abend des 5. August einen nicht zu kleinen Anteil.

Das Nordlicht in Sage und Forschung.

Von Dr. Bernhard Sticker*).

(Mit einer Abbildung.)

Die großen Naturerscheinungen, die plötzlich und unerwartet über uns am Himmel stehen, haben zu allen Zeiten den einfachen Menschen nur zu leicht zum Wunderglauben verlockt; sie sind es aber auch, die den sinnenden Geist von jeher angetrieben haben, zu erforschen, was denn nun wirklich hinter den Erscheinungen verborgen liegt. Zahlreiche Beispiele lassen sich hierfür anführen. Wohl am besten bekannt ist die Geschichte der Kometen-astronomie, die ein beredtes Zeugnis davon ablegt, wie aus dem blinden Glauben naturnaher Menschen an die Unheil, Not und Krieg verkündenden feurigen Kometen sich langsam, aber stetig eine höhere Erkenntnis der Naturphänomene ihren Weg bricht. In ihren wesentlichen Zügen gleicht auch die Geschichte der Nordlichtvorstellungen diesem Wege. Beide Erscheinungen treten in unseren Breiten nicht nur selten auf, sondern die Nordlichter tragen gleich den Kometen für den einfachen Menschen den Stempel des Uebernatürlichen, und wer einmal dieses überirdisch schöne, in Farben und Worten kaum wiederzugebende Lichtspiel gesehen hat, der versteht es auch, warum sich der Aberglaube so hartnäckig daran geheftet und in ihm den Vorboten großer, gefahrdrohender Ereignisse gesehen hat.

Wir wollen hier einen kleinen Streifzug durch die Geschichte dieser Vorstellungen im Leben der einzelnen Völker unternehmen und dabei zugleich den mühsamen Versuchen nach-

spüren, die man angestellt hat, um Ursprung und Natur des Nordscheins zu ergründen. Es wird uns dabei nicht überraschen, daß diese merkwürdige Naturerscheinung in den Chroniken und Berichten aller Völker, von denen sie überhaupt gesehen werden konnte, seit alten Zeiten immer wiederkehrt. Man findet sie im altbabylonischen Gilgamesch-Epos ebenso wie in der nordischen Edda-Dichtung; sie tritt in der Physik des Aristoteles auf und auch in dem Sagenkreis nordamerikanischer Indianerstämme.

Die älteste Ueberlieferung mit genauer Zeitangabe, die von einem in Italien gesehenen Nordlicht berichtet, ist wohl eine Mitteilung aus dem Jahre 505 v. Chr.: „Hastae militares ad multam noctem in coelo ardentis visae“ (Feurige Spieße wurden in später Nacht am brennenden Himmel gesehen). Die gleichen Berichte von dem „coelum ardere visum“, dem brennenden Himmel, kehren in den Jahren 465, 465 und 461 wieder. Im Jahre 445 wurde in Athen, kurz vor Ausbruch des Peloponnesischen Krieges, der Himmel 70 Tage lang glühend gesehen. Und so wiederholen sich in dieser Zeit die Berichte aus Italien, Griechenland, Kleinasien und aus Ländern, wohin die Kriegs- und Handelsfahrten die Alten immer führten. Wir wollen die Einzelheiten dieser Beobachtungen hier übergangen und nur an einem Beispiel sehen, wie die wissenschaftliche Naturforschung des Altertums diese Erscheinung in ihr Weltbild einzuordnen suchte.

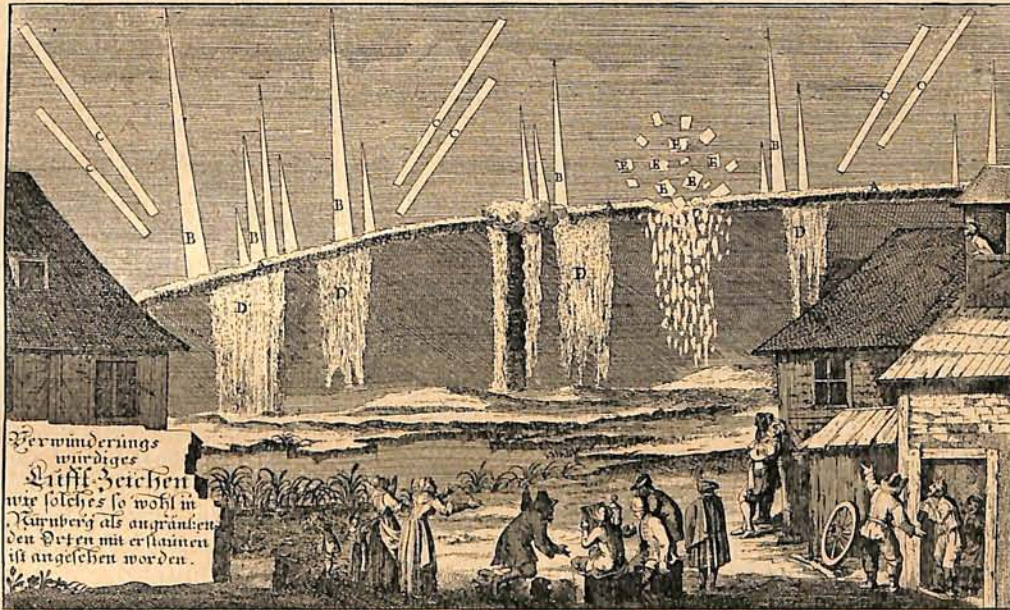
*) Nach einem in der Rhein. Gesellschaft für Geschichte der Medizin, Naturwissenschaft und Technik am 20. Juni 1953 gehaltenen Vortrage.

Aristoteles (4. Jahrh. v. Chr.) befaßt sich in zwei seiner naturwissenschaftlichen Schriften, in dem „Peri kosmou“ und in seiner Meteorologie, eingehend mit dem Nordlicht. Schon Aristoteles waren die verschiedenen Erscheinungsformen des Nordlichts geläufig, und er trifft danach folgende Unterscheidungen:

Mit „phlox kaiomene“ bezeichnet er die weitverbreiteten Erscheinungen, die, wie er sich ausdrückt, dem Leuchten im Felde angezündeten Strohes ähnlich sind; „aix“ nennt er das mehr in die Länge als in die Breite ausgedehnte Leuchten, „dalos“ den Feuerbrand, aus dem die Strahlen aufschließen. Ferner hat er noch die Bezeichnungen „chasmata“ (Öffnungen) und „bothynoi“ (Höhlen), unter denen er die bogen-

des Helios) abgeleitet haben, so muß auch Aristoteles hier das Feuer, das die Wolken nur widerspiegeln, in der Entflammung einzelner Teile der sogenannten Feuerregion suchen. Das Licht, welches von diesem Feuerherd auf eine dunkle Wolke trifft, soll den Eindruck des Klaffenden, einer Höhlung, hervorrufen, und wie alle Wolkenbildungen auf raschen Veränderungen beruhen, so sollen auch hier die Erscheinungen nicht lange bestehen bleiben, sondern sich bald wieder auflösen und vergehen.

Eine wissenschaftliche Erklärung in unserem Sinne ist diese in das meteorologische System der Alten zwar gut hineinpassende, aber nichtsdestoweniger durch und durch phantastische Vorstellung keineswegs. Ein Fortschritt oder,



Mittelalterliche Darstellung eines Nordlichts (Nürnberg 1682).
Aus dem Archiv der Treptow-Sternwarte.

förmigen Erscheinungen und das darunter befindliche dunkle Segment versteht. Diese Klassifizierung wird übrigens auch von den Römern übernommen; man findet sie bei Seneca in den „Quaestionibus naturalibus“ und in der Naturgeschichte des Plinius. Natürlich konnten sich diese Philosophen nicht wie das Volk mit der sinnbildlichen Namengebung und Deutung wie „feurige Lanzen“, „streitende Heere“ begnügen, und Aristoteles stellt in seiner Meteorologie im Kapitel „Atmosphärische Spiegelungen“ eine sehr ausführliche Theorie auf. Er erklärt das nächtliche Farbenspiel durch Luftspiegelungen und durch Wolkenbildungen, und zwar durch Wolken, die entweder in Flammen gesetzt werden — und dabei die verschiedenen Farben und Formen annehmen — oder nur ein mehr oder weniger weit entferntes Feuer widerspiegeln. Wie die alten Physiker aber die meisten leuchtenden Himmelserscheinungen, wie Kometen, Meteore, ja die Milchstraße und den Blitz, als Ausfluß eines fernen kosmischen Feuers (oft

ehrllicher gesagt, ein Anfang der wissenschaftlichen Erforschung des Nordlichtes konnte sich nur gründen auf die Kenntnis der Natur des Lichtes überhaupt. Die Ergebnisse eingehender physikalischer und chemischer Forschungen mußten das Material zu einer einwandfreien Erklärung liefern. Jahrhunderte, ja Jahrtausende vergingen darüber.

Inzwischen blühten bei den Völkern die wunderlichsten und phantastischsten Vorstellungen weiter. Nur eine kleine Auslese sei hier vorgeführt, um auf dieses kulturhistorisch so aufschlußreiche, aber noch kaum bearbeitete Gebiet hinzuweisen. Die alten nordischen Völker glaubten, wie wir dies aus vielen Stellen der Edda entnehmen können, im Glanze des Nordscheins und in seinen wunderlichen Gestalten die schlachtenlenkenden und die gefallene Helden nach Walhalla geleitenden Walküren zu erblicken und im Nordlichtgeräusche deren Gesänge zu hören.

„Doch Zeit ist zum Ritt auf gerötetem Wege:
Den Flugweg lenk ich das leuchtende Roß;
Muß sein im Westen der Windhelmbrücke¹⁾,
Eh Walhalls Säng' das Siegervolk weckt.“
(Helgakvidha Hundingsbana.)

Durch diese Anschauung scheint auch eine bekannte Stelle in der Germania des Tacitus entstanden zu sein, wonach man im hohen Norden die strahlenden Häupter der Götter oder Sonnenrosse am Himmel erblicke. Die alten S c h o t t l ä n d e r sahen im Nordlicht eine Versammlung der Luftgeister und Feen, die Spiele und Tänze in den luftigen Höhen aufführten. Die T u n g u s e n in Ostsibirien halten die Erscheinung für in der Luft kämpfende Geister; die grönländischen E s k i m o s sehen in ihr die im Himmel tanzenden und Ball spielenden Seelen der Verstorbenen. Das gleiche wird von kanadischen I n d i a n e r s t ä m m e n berichtet. Die Indianer nördlich der Hudsonbay vergleichen das Nordlicht mit den Funken, welche in der trockenen Luft jener Gegenden den geriebenen Haaren von Fellen entspringen und haben dafür die Bezeichnung „Edthin“, d. h. Hirschkuh. Diese Vorstellungen sind alle charakteristisch für Völker, denen das Nordlicht etwas Alltägliches und Vertrautes ist. Ganz anders ist das Bild natürlich dort, wo das Phänomen schon wegen seiner Seltenheit etwas Unheimliches und Furchterregendes mit sich bringt. Als Zeugen hierfür sind in erster Linie die Vorläufer unserer Tageszeitungen, die sog. Einblattdrucke, zu nennen, von denen sich eine größere Zahl mit dem Auftreten von Nordlichtern und ihrer Deutung beschäftigten. Die Einstellung dieser Zeit kommt wohl am besten in einer Schrift Luthers an die aufständischen Bauern zum Ausdruck, in der er sich äußert, „daß die Teufel sich jetzt oft in leiblicher Gestalt sehen lassen und wie Flammen am Himmel, in Drachengestalt und anderen Figuren daherziehen“ und „daß ihm die schrecklichen Zeichen und Wunder, so diese Zeit geschehen sind, einen schweren Mut machen und er Sorge, Gottes Zorn sei zu stark angegangen“. Bekannt ist ja wohl auch folgende Stelle in Goethes Götz von Berlichingen, in dem Zwiegespräch der Bauernführer Metzler und Link:

„Hast du den breiten wolkenfärbigen Streif gesehen, mit tausend und tausend Striemen, wie Spieß und dazwischen kleine Schwerter? — Das ist ein grausam erschrecklich Zeichen! — Wie das alles so bleichrot, und darunter viel feurige helle Flammen und dazwischen die grausamen Gesichter mit rauchen Häuptionen und Bärten! — Und das zwitzert alles so durcheinander, als lägs in einem blutigen Meere, und arbeitet durcheinander, daß einem die Sinne vergehen!“

Wir wollen uns mit diesen Hinweisen, die sich beliebig vermehren lassen, begnügen und

¹⁾ d. i. die Milchstraße.

uns wieder den konkreten wissenschaftlichen Deutungsversuchen zuwenden. Die Anschauung des Aristoteles, daß das Nordlicht der Widerschein eines fernen, fremden Feuers sei, kehrt bis in die neuere Zeit hinein immer wieder. Der gegen Ende des 12. Jahrhunderts verfaßte nordische „Königsspiegel“ sagt aus: „Einige meinen, das Nordlicht sei der Widerschein desjenigen Feuers, das gegen Norden und Süden das Meer begrenzt, andere sagen, es sei der Widerschein der Sonne, wenn sie sich unter dem Horizont befindet, und endlich meinen einige, es sei das Eis, welches während der Nacht das Licht ausstrahle, das es am Tage eingesogen.“ Forscher wie Cartesius (17. Jahrh.), Burrmann, Frobesius und Hell (18. Jahrh.) waren alle noch für ähnliche, katoptrische Hypothesen. Hell nahm dabei an, daß in der Atmosphäre schwebende Eisteilchen mitwirkten, das Licht zu spiegeln und zu brechen, wodurch die mannigfachen Lichterscheinungen erklärt werden sollten. Mit welchen primitiven Mitteln und Vorstellungen die Forscher damals noch arbeiteten, geht aus einem Berichte der Schwedischen Akademie hervor. „Samuel von Triewald“, so heißt es dort, „bildete das Nordlicht künstlich nach, indem er einen einige Millimeter starken Lichtstrahl durch ein Prisma und dann durch ein Glas mit Kornbranntwein streichen ließ, wodurch sich auf der den gebrochenen Strahl auffangenden Wand eine nordlichtartige, stets wechselnde Erscheinung zeigte.“

Allen diesen katoptrischen Hypothesen, die das Nordlicht nicht für einen selbständigen Leuchtvorgang ansahen, wurde erst im Anfange des 19. Jahrhunderts der Boden entzogen, und zwar durch die Entdeckung der Polarisation des Lichtes durch Malus (1810). Da nur widerspiegeltes Licht sich als polarisiert erwiesen hatte, war ein einwandfreier Weg gefunden, um festzustellen, ob das Polarlicht im eigenen oder erborgten Lichte leuchtet. Die Beobachtungen, die zuerst Biot 1817 auf den Shetlandsinseln anstellte, ergaben während monatelanger Versuche nicht die geringste Spur von Polarisation. Das Polarlicht muß also ein selbständiger Leuchtvorgang sein.

Aber noch war ein weiter Weg bis zur endgültigen Klärung zurückzulegen. Nur sorgfältigste Beobachtungen auf wissenschaftlicher, nicht spekulativer Grundlage konnten einer einwandfreien theoretischen Deutung dienen. Man hat gewöhnlich in diesem Sinne das Jahr 1621 als Beginn der wissenschaftlichen Erforschung des Nordlichtes bezeichnet. Im September dieses Jahres überzog ein auffälliges und gewaltiges Nordlicht fast ganz Europa und besonders Frankreich. Der Astronom Pierre Gassendi, der das Phänomen genau beschrieben hat, nahm es zum Anlaß einer systematischen Erforschung. Von ihm stammt auch die heute noch in der wissenschaftlichen Literatur gebräuchliche Bezeichnung „Aurora borealis“ (die

nördliche Morgenröte), eine treffende Bezeichnung, da das Nordlicht wie die Morgen- und Abendröte über dem Horizont aufleuchtet und sich auch durch prächtige Farben- und Strahlenentwicklung auszeichnet.

Die ersten grundlegenden Erfolge der Nordlichtforschung sind jedoch trotz der Bemühungen dieser Zeit erst hundert Jahre später zu verzeichnen. Dabei ist es höchst auffällig, wie spät man erst auf die Beziehungen der Nordlichter zu den erdmagnetischen Störungen aufmerksam wurde, obwohl bereits 1716, lange bevor die magnetischen Störungen wirklich beobachtet wurden, der bekannte Kometenentdecker Halley, veranlaßt durch das große Nordlicht im März des genannten Jahres, eine magnetische Theorie aufgestellt hatte. Danach sollte das an den Erdpolen ausströmende magnetische Fluidum in den niederen Höhen der polaren Zonen aufleuchten. Diese Theorie fand zahlreiche Anhänger, regte aber nicht zu weiteren Beobachtungen an. Der erste bestimmte Nachweis des Zusammenhangs mit den magnetischen Störungen gelang den Astronomen Hjärter und Celsius erst im Jahre 1741. Aus dieser Zeit datiert auch noch ein anderer sehr wesentlicher Fortschritt. Man stellte nämlich die sehr vernünftige Frage, die eigentlich die Grundlage aller Nordlicht-Theorien sein sollte: In welchen Höhen der Atmosphäre spielt sich dieser Leuchtvorgang ab, wenige Meter über dem Erdboden oder viele hundert Kilometer? Die Angabe einer brauchbaren Methode, die Höhe der Nordlichter zu bestimmen, wird gewöhnlich dem Franzosen Mairan zugeschrieben, der 1726 der Pariser Akademie einen Bericht mit bemerkenswert richtigen Angaben (80 bis 160 km) vorlegte; doch ist seine Idee — das im Prinzip auch heute noch angewandte Verfahren, bestimmte Nordlichtstrahlen von zwei verschiedenen Erdorten aus anzuvisieren und aus der perspektivischen Verschiebung gegen die sehr viel weiter entfernten Sterne die Höhe zu berechnen — schon früher zu finden. Zum ersten Male ist sie in einer ziemlich unbekannt gebliebenen Dissertation des Studenten der Philosophie und Theologie Christ. Heinr. Gütther aus dem Jahre 1716 beschrieben.

Halley war auch der erste, der auf den Zusammenhang der Nordlichter mit dem Auftreten der Sonnenflecken hinwies. Die ersten zahlenmäßigen Belege lieferte hundert Jahre später Fritz, dem wir auch eine ausgezeichnete und damals erschöpfende Monographie über das Nordlicht verdanken. Fritz entdeckte die tägliche, jährliche und säkulare Periode der Häufigkeit der Nordlichter und wies auf das

ziemlich genaue Zusammenfallen der elfjährigen Häufigkeitsperiode mit der der Sonnenflecken hin. Damit war ein weiterer und diesmal sehr bedeutender Fortschritt auf dem Wege zu einer physikalischen Erklärung gewonnen. Man wußte nun schon, in welchen Höhen und Schichten der Atmosphäre sich der Vorgang abspielt, hatte erkannt, daß es sich um einen selbständigen Leuchtvorgang handelt und gelernt, die Anregung zu diesem Leuchtvorgang in der Tätigkeit der Sonnenflecken, also vielleicht in einer von der Sonne ausgehenden Strahlung, zu suchen. Wie man dann das Problem zur vollständigen Lösung brachte, ist den Lesern dieser Zeitschrift aus ausführlichen Darstellungen²⁾ in früheren Jahrgängen bekannt. Spektroskopie und Photographie waren die beiden mächtigen Helfer der Forschung, die zur Lösung der beiden letzten noch offenen Fragen beitrugen, nämlich, welcher Art die von der Sonne ausgehende Strahlung ist, magnetisch, elektrisch oder korpuskular, und welcher physikalische Prozeß sich in den höheren Atmosphärenschichten abspielt, wenn die Materie durch diese Strahlung zum Leuchten angeregt wird. Nachdem bereits 1881 der deutsche Physiker Goldstein und unabhängig davon der Däne Paulsen 1895 auf die Kathodenstrahlen als die eigentliche Ursache der Nordlichter und der erdmagnetischen Störungen hingewiesen hatten, aber fälschlicherweise den Herd derselben in dem Erdkörper selbst vermuteten, wurde die Anregung von Birkeland und Störmer aufgegriffen und praktisch wie theoretisch mustergültig durchgeführt. Es kann danach heute als gesichert angesehen werden, daß die Nordlichterscheinungen durch eine von der Sonne ausgehende Strahlenart hervorgerufen werden, die mit den Kathodenstrahlen identisch oder doch wenigstens eng verwandt ist. Die Kathodenstrahlen, die ja anderen Gesetzen als die gewöhnlichen Lichtstrahlen folgen, werden durch das magnetische Kraftfeld der Erde zu den Nord- und Südpolarkappen abgelenkt und treffen dort auf die Moleküle der Luft, hauptsächlich wohl Stickstoff und Sauerstoff. Die durch den Aufprall zum Leuchten angeregten Moleküle bilden die uns sichtbare Erscheinung des Polarlichts.

Damit hat ein Jahrhunderte altes Problem seine grundsätzliche Lösung gefunden. Für den „exakten“ Naturwissenschaftler gibt es ein Naturgeheimnis weniger. Aber Wunder und Rätsel genug werden immer für die bleiben, die selber einmal das nächtliche Flammenspiel erleben.

²⁾ Siehe u. a. Jg. 51, S. 72, 1952.

Ueber den Einfluß der Sonne auf die Wolkenbildung.

Von Günter Archenhold.

(Mit einer Figur.)

Alles Leben auf der Erde verdankt seinen Ursprung der Sonne. Wohin wir sehen, ob es sich um eine Pflanze handelt, die dem Licht entgegenstrebt, eine Wolke, die am Himmel entlangsegelt, oder eine Quelle, die dem Schoße der Erde entspringt, stets können wir in irgendeiner Umwandlungsform die wirkenden Kräfte unseres Tagesgestirns erkennen. Vor allem sind es die Licht- und Wärmestrahlen, durch die aus dem unerschöpflichen Vorrat der Sonne Energie auf die Erde übertragen wird, und diese sind es auch, welche in erster Linie die meteorologischen Vorgänge hervorrufen.

Seitdem man weiß, daß sich auf unserer Sonne in einer elfjährigen Periode Veränderungen in Flecken, Fackeln und Protuberanzen bemerkbar machen, hat man danach gesucht, ob nicht auch irdische Erscheinungen denselben Rhythmus zeigen. Neben vielen positiven Ergebnissen bei Polarlichtern, elektrischen und erdmagnetischen Erscheinungen ist besonders auf dem Gebiete der reinen Meteorologie die Frage nach einer Abhängigkeit von Temperatur, Luftdruck, Niederschlag, Wolkenformen unentschieden geblieben, denn wenn auch in einzelnen Fällen ein Sonneneinfluß als glaubhaft hingestellt wurde, so machten andere Beobachtungen die Ergebnisse wieder zweifelhaft.

Will man die Zusammenhänge zwischen Sonnenvorgängen und meteorologischen Erscheinungen erkennen, so ist es mit der Aufstellung von groben Statistiken nicht getan. Man muß vielmehr in die Einzelvorgänge hineinleuchten und insbesondere die Frage erörtern, ob die von den Flecken und aktiven Stellen der Sonnenoberfläche ausgesandte elektrische Strahlung, die ihrem Betrage nach weit hinter dem der Wärmestrahlung zurücktritt, nicht doch eine nachweisbare Wirkung ausübt. Wie durch astronomische Beobachtungen klar gestellt wurde, unterliegt nämlich trotz gewaltiger Ausdehnungen der dunklen Flecken auf der Sonnenscheibe zur Zeit des Fleckenmaximums das Gesamtlicht nur unmerklichen Schwankungen, da hellere Teile für einen Ausgleich sorgen.

In welcher Weise kann aber die elektrische Strahlung der Sonne auf atmosphärische Vorgänge Einfluß gewinnen? Die Antwort wird durch Laboratoriumsversuche erbracht, die zeigen, daß sich die Luftfeuchtigkeit an den durch die elektrische Strahlung entstandenen Ionen niederschlägt. Man kann vermuten, daß

diese Vorgänge insbesondere bei der Bildung der höchsten Wolkenformen, wie Zirren und Zirrostratusgewölk, eine Rolle spielen und sich somit bei ihnen am ehesten eine Beziehung zu den Sonnenflecken nachweisen läßt. In der Tat liegen hierüber bereits aus früherer Zeit Beobachtungen vor. So führt Hermann Fritz, Professor am Eidgenössischen Polytechnikum in Zürich, in seinem 1889 gedruckten Werk „Die wichtigsten periodischen Erscheinungen der Meteorologie und Kosmologie“ an, daß in den nordischen Ländern, nachweislich seit 1751, eigentümliche Formen von Zirrenbildungen beobachtet worden sind, die als *Polarbanden* bezeichnet werden und ihrer Art und Häufigkeit nach mit den Polarlichterscheinungen übereinstimmen. H. Osthoff machte des weiteren auf das wechselnde Aussehen der Zirren aufmerksam. Er schreibt in seinem Aufsätze „Ueber den Einfluß der Sonne auf die Erde“ („Das Weltall“ Jg. 11, Heft 1), daß diese Wolkengattungen zur Zeit größter Sonnentätigkeit zierlich und vielgestaltig sind, während sie zu anderen Zeiten breitflächige und grobe Formen ohne feine Struktur aufweisen. Von J. Maurer, Zürich, ist in den Astronomischen Nachrichten des öfteren auf das übereinstimmende Auftreten von Sonnenflecken und Ringerscheinungen um Sonne und Mond aufmerksam gemacht worden. Meine eigenen Untersuchungen befassen sich gleichfalls mit den in dem Zirkus- und Zirrostratusgewölk auftretenden Haloerscheinungen, die durch Brechung des Lichtes in den kleinen, in ungeheurer Zahl diese Wolkenformen zusammensetzenden Eiskristallen entstehen.

Seit 1926 habe ich diese, zuweilen in den wunderbarsten Formen und Farben auftretenden Lichterscheinungen regelmäßig verfolgt und in meiner Arbeit „Ergebnisse einer vierjährigen Reihe von Halobeobachtungen und Vergleich mit anderen Reihen“¹⁾ aufgezeigt, daß bei einer Gegenüberstellung der Halohäufigkeit und der Sonnenfleckenrelativzahlen eine Beziehung zwischen beiden hervortritt.

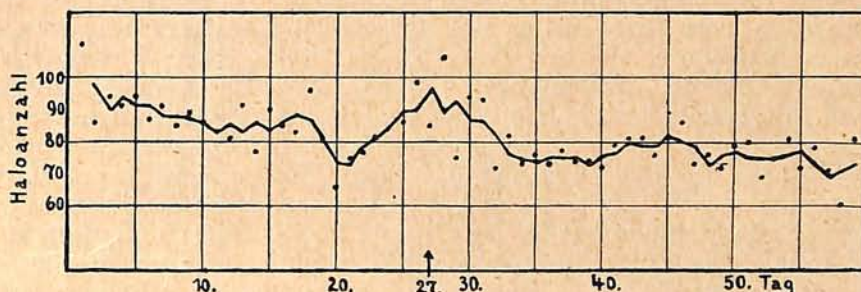
Da alle von der Sonnenflecken-tätigkeit direkt abhängenden Erscheinungen neben der großen elfjährigen Periode auch die 27tägige Rotationsperiode der Sonne widerspiegeln, so wäre der Nachweis des gleichen Verhaltens der Halotage ein weiterer unabhängiger Beweis für die Sonnenabhängigkeit der halobildenden Wolken. Zugleich aber würde dadurch klargestellt, daß nicht etwa eine allgemeine Temperatur-

¹⁾ „Das Weltall“ Jg. 29, S. 97—100.

oder Strahlungsveränderung der Sonne die Vorgänge in der Erdatmosphäre hervorruft, sondern daß genau wie bei den Nordlichtern und erdmagnetischen Erscheinungen eine von bestimmten Tätigkeitsfeldern der Sonnenoberfläche ausgehende elektrische Korpuskularstrahlung als Ursache angesehen werden muß. In der Tat liegt im Auftreten der Sonnenhalos eine Periodizität von 27 Tagen vor²⁾. Man kann sie erkennen, wenn man für jeden beobachteten Sonnenhalo feststellt, auf welche der folgenden Tage ebenfalls Haloerscheinungen entfallen. Die Zusammenfassung der an den einzelnen Folgetagen beobachteten Halos ergibt das in der Figur gezeichnete Bild. Es ist unter Verwendung der in den Jahren 1926 bis 1952 beobachteten Sonnenhalos gewonnen worden. Die Mondhalos mußten unberücksichtigt bleiben, da diese selbstverständlich eine mit der Umlaufzeit des Mondes übereinstimmende Periode aufweisen würden. Man erkennt in der Figur, daß die Anzahl der Halos bis zum 19. Folgetage allmählich abnimmt. Nach einer auffälligen Einsenkung steigt dann die Kurve vom 21. Tage an gleichmäßig bis zum 27. Tage, um sich dann wieder abwärts zu wenden und etwa vom 35. Tage an gleichmäßig weiterzuverlaufen. Die Berechnung der einzelnen Zahlenwerte war recht umständlich und zeitraubend, doch ist ein anderes Verfahren nicht angängig, weil die Lebensdauer der Störungsgebiete stets nur sehr kurz ist und häufig sogar mehrere gleichzeitig auftreten. Bei den Rechnungen bin ich u. a. von den Herren Rabe und von Bezold unterstützt worden, denen ich auch an dieser Stelle meinen Dank aussprechen möchte. Das Zahlenmaterial selbst ist zu umfangreich, als daß ich es hier wiedergeben kann. Die Endwerte, die eine Erweiterung des bereits veröffentlichten Zahlenmaterials darstellen, sind in der Figur durch Punkte markiert. Der Verlauf der Kurve ist durch Mittelbildung von je drei Einzelwerten entstanden.

Noch ein weiteres das Problem betreffende Ergebnis möchte ich hier erwähnen. Es handelt sich dabei um die Frage, wieviel Zeit zwischen dem Auftreten der Sonnenflecken und dem Erscheinen der Halos verstreicht. Wie bekannt, machen sich erst ein bis anderthalb Tage nach dem Auftreten großer Veränderungen auf der Sonne erdmagnetische Störungen bemerkbar. Die Haloerscheinungen sind wiederum etwas über einen Tag gegen die magnetischen

Störungen verzögert, so daß man mit einem dreitägigen Nachhinken des Auftretens der in Betracht kommenden Wolkenformen gegenüber den Vorgängen auf der Sonne rechnen kann. Ueber die Stärke der erdmagnetischen Störungen geben die magnetischen Charakterzahlen Aufschluß, die mir für den Zeitraum bis Ende 1951 zur Verfügung standen. Für jeden Halotag sowie für die drei vorangehenden und die beiden folgenden Tage wurden die Charakterzahlen den Verzeichnissen entnommen und diese für jedes der sechs Jahre von 1926 bis 1951 zusammengezählt. Das Ergebnis ist in der Tabelle zusammengestellt. Die letzte Zeile enthält das Gesamtmittel für den in Betracht gezogenen Zeitraum. Man sieht, daß die höchste



Die 27tägige Periodizität der Sonnenhalos.

Halotage und magnetische Charakterzahlen.

| Jahr | magnet. Jahresmittel | Anzahl d. Halos | 3Tage zuvor | 2Tage zuvor | 1 Tag zuvor | Halotag | 1 Tag nachher | 2Tage nachher |
|-----------|----------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|---------|---------------|---------------|
| 1926 | 0,653 | 41 | 0,590 | 0,620 | 0,778 | 0,654 | 0,588 | 0,624 |
| 1927 | 0,630 | 58 | 0,541 | 0,529 | 0,621 | 0,521 | 0,586 | 0,621 |
| 1928 | 0,631 | 80 | 0,640 | 0,658 | 0,719 | 0,640 | 0,641 | 0,668 |
| 1929 | 0,672 | 56 | 0,718 | 0,782 | 0,675 | 0,600 | 0,593 | 0,539 |
| 1930 | 0,829 | 72 | 0,882 | 0,875 | 0,911 | 0,868 | 0,832 | 0,839 |
| 1931 | 0,663 | 64 | 0,608 | 0,627 | 0,661 | 0,633 | 0,650 | 0,633 |
| 1926-1931 | | 371 | 0,672 | 0,689 | 0,731 | 0,660 | 0,658 | 0,663 |

magnetische Charakterzahl durchschnittlich einen Tag vor dem Auftreten des Halos liegt. Nur das Jahr 1929 macht darin eine Ausnahme; dort verschiebt sich das Maximum auf den zweiten Tag vor dem Halotag.

Auf dreifache Weise ist der Sonneneinfluß auf die halobildenden Wolken zutage getreten, so daß man wohl kaum von einem Zufall sprechen kann. Die Einwirkung der aktiven Sonnenstrahlung ist also nicht auf die Polargebiete beschränkt, sondern man kann die Folgerung ziehen, daß sie auch in unserer geographischen Breite bis in niedere Höhen eindringt. Der Nachweis der grünen Nordlichtlinie im Spektrum des Nachthimmels außerhalb der Polarzonen deutet in dieselbe Richtung. Das ganze Fragengebiet ist nicht nur für den Astronomen von größtem Interesse, sondern dürfte auch für die Meteorologie Bedeutung gewinnen.

²⁾ G. Archenhold „Eine 27tägige Periode der Halo-häufigkeit“ in „Gerlands Beiträge zur Geophysik“ Bd. 59, Heft 2/5, 1935.

Kontinuierliche Gasspektren.

Zur Deutung des kontinuierlichen Spektrums der Sterne.

Von Dr. B o m k e.

Es ist seit langem bekannt, daß Gase im Gegensatz zu festen und flüssigen Körpern kein kontinuierliches, sondern ein aus einzelnen voneinander getrennten Linien bestehendes Spektrum aussenden. Auf dieser Eigenschaft leuchtender Gase beruhen die Methoden der Spektralanalyse, denn da die von einem leuchtenden Gas ausgesandten einzelnen Spektrallinien je nach der Natur des betreffenden Gases bestimmte, für den betreffenden Stoff charakteristische Wellenlängen haben, kann man, wie bereits Kirchhoff und Bunsen erkannt, aus den in einem Gasspektrum auftretenden Linien auf die Natur der das Licht emittierenden Gase Schlüsse ziehen. Die spektralanalytische Methode hat in der Chemie bereits mehrmals zur Entdeckung neuer, bisher noch unbekannt gewesener Elemente geführt und vor allem in der Astronomie die größten Erfolge gezeitigt, beruhen doch schließlich fast alle unsere näheren Kenntnisse über das Vorkommen der verschiedenen Elemente auf solchen spektroskopischen Untersuchungen des Sternenlichtes.

Nachdem es Planck im Jahre 1900 mittels seiner so berühmt gewordenen Entdeckung von der quantenhaften Natur des Lichtes gelungen war, eine vollkommene Theorie der von festen Körpern bei hoher Temperatur emittierten Strahlung zu geben und vor allem eine genaue Formel für die sogenannte schwarze Strahlung fester Körper aufzustellen, gelang es in den nachfolgenden Jahren, vor allem dank der Arbeiten von Niels Bohr, mittels der neuen Lichtquantentheorie auch die Gesetzmäßigkeiten der Linienspektren der leuchtenden Gase zu enträtseln. Man kann ruhig behaupten, daß diese für die Gasspektren gefundenen Gesetze und Beziehungen zu den durch das Experiment am schönsten und genauesten bestätigten Folgerungen der theoretischen Physik gehören.

Bei dieser Sachlage ist es in der Tat bemerkenswert, wenn sich jetzt als Resultat vieler theoretischer und experimenteller Forschungen der letzten Jahre gezeigt hat, daß auch die Gase, ähnlich wie die festen und flüssigen Körper, unter bestimmten Umständen imstande sind, kontinuierliche Spektren zu emittieren.

Außer den bekannten Linienspektren der Gase sind bereits seit langem die sogenannten Bandenspektren bekannt, die an vielen Gasen beobachtet werden können. Diese Bandenspektren bestehen aus zahlreichen dicht beieinander liegenden einzelnen Linien, die an einzelnen

Stellen der Banden, vor allem oft an deren kurzwelligen Köpfen, sich derart dicht häufen können, daß dadurch an solchen Stellen, vor allem bei Benutzung eines Spektroskops mit geringer Auflösungskraft, leicht der Eindruck eines kontinuierlichen Teiles des Spektrums hervorgerufen werden kann. Diese Bandenspektren sind durch eine Reihe sehr schöner Untersuchungen von Deslandres und anderen ihrer Natur nach aufgeklärt worden. Es zeigte sich dabei, daß sie im Gegensatz zu den gewöhnlichen Linienspektren der Gase, wie sie von angeregten Gasatomen ausgesandt werden, von gasförmigen Verbindungen herrühren, deren Molekülbestandteile gegeneinander Schwingungen und Rotationsbewegungen ausführen. Mit den neuen kontinuierlichen Gasspektren haben diese Bandenspektren nichts zu tun.

Wirkliche kontinuierliche Gasspektren, die sich auch bei stärkster Auflösung als völlig kontinuierlich erwiesen, wurden erstmalig in den Spektren gewisser Wasserstoffsterne entdeckt. In der Folge gelang es dann auch, solche kontinuierlichen Wasserstoffspektren im Laboratorium zu erzeugen, und neuerdings sind dann kontinuierliche Gasspektren noch an einer großen Reihe von Stoffen, beispielsweise an den Dämpfen vieler Metalle wie Natrium, Kalium, Rubidium, Cäsium, Indium, Thallium, am Helium usw. aufgefunden worden. Die Studie nach den Gesetzmäßigkeiten und nach einer Theorie dieser kontinuierlichen Spektren ergab, daß sich die kontinuierlichen Gasspektren in drei verschiedene Gruppen, entsprechend ihrer verschiedenen Entstehungsart, einteilen lassen. Danach sind zu unterscheiden: die Atomgrenzkontinua, die Molekülkontinua, die statistischen Kontinua.

Die *Atomgrenzkontinua* treten, wie schon ihr Name besagt, an Gasatomen auf, an denen auch die normalen Linienspektren beobachtet werden. Die Linienspektren, die man auch Serienspektren nennt, da in jedem Linienspektrum die verschiedenen Linien in sogenannte Linienserien derart zusammengefaßt werden können, daß sich die Linien einer solchen Serie durch die gleiche Gesetzmäßigkeit darstellen lassen, zeichnen sich neben anderem dadurch aus, daß für jede derartige Serie von zusammengehörenden Linien eine kurzweilige Grenze existiert, an der die Serie endet. Für das Wasserstoffatom sind vier derartige Serien bekannt: die im Sichtbaren liegende Balmer-Serie, die ultraviolette Lyman-Serie und die Paschen-

und Bergmann-Serien, die beide im Ultraroten liegen. Es hat sich nun gezeigt, daß eine Reihe der beobachteten kontinuierlichen Gasspektren, eben die Atomgrenzkontinua, sich an die Grenzen der Linienserien anschließen und von dort nach dem kurzwelligen Gebiet sich erstrecken. Aus dieser Beobachtung konnte N. Bohr auf den Entstehungsmechanismus der Atomgrenzkontinua schließen und eine an die Serienspektren anschließende Theorie entwickeln. Während nämlich nach den bekannten Ergebnissen der Bohrschen Atomtheorie eine einzelne Spektrallinie ausgesandt wird beim Uebergang eines Elektrons von einer wohlbestimmten Quantenbahn in eine andere des Atoms, entsteht das an die Seriengrenze sich anschließende kontinuierliche Gasspektrum, wenn ein freies Elektron von einem ionisierten Gasatom eingefangen wird. Das freie Elektron befindet sich sozusagen in unendlicher Entfernung von dem einfangenden Atom und kann, da es zunächst keiner Quantenbedingung unterworfen ist, jede beliebige kinetische Energie besitzen. Andererseits läuft das vom Atom gebundene Elektron im Endzustand auf einer der Energie des betreffenden Serienendes entsprechenden Quantenbahn um. Da somit der Ausgangszustand energetisch unbestimmt ist, der Endzustand jedoch der Seriengrenze entspricht, wird bei diesem Prozeß des Einfangens ein an die Seriengrenze anschließendes kontinuierliches Spektrum emittiert. Es mag an dieser Stelle erwähnt werden, daß man auch dementsprechende kontinuierliche Absorptionsspektren an verschiedenen Gasen aufgefunden hat, deren Deutung dieselbe ist, nur daß natürlich dabei der Prozeß im Atom entgegengesetzt verläuft, indem das Atom durch das absorbierte Licht ionisiert wird.

In der Astrophysik hat man aus der Intensitätsverteilung des Balmer-Grenzkontinuums, das an einer Reihe von Gasnebeln beobachtet ist, auf Grund dieser Theorie bereits die Temperatur dieser Nebel auf $10\,000^\circ$ bis $50\,000^\circ$ bestimmen können.

Während also, wie oben auseinandergesetzt, ein diskontinuierliches Spektrum (Linien- oder Bandenspektrum) stets ein Anzeichen für die Existenz stabiler Zustände in einem Atom oder Molekül ist, zeigt das Auftreten eines *Molekülkontinuums*, die zweite Art der kontinuierlichen Gasspektren, stets das Eintreten eines dissoziationsartigen Veränderungsprozesses des emittierenden Moleküls an. Ohne hier näher auf die vor allem von Frank und Condon ausgeführte Theorie einzugehen, durch die in die große Mannigfaltigkeit der hier auftretenden Erscheinungen wenigstens in großen Zügen Klarheit gebracht wurde, soll hier nur erwähnt werden, daß solche kontinuierlichen Spektren molekularer Gase bereits an sehr zahlreichen Stoffen gefunden worden sind, so an molekularem Wasserstoff (wohl zu unterscheiden von dem Atomgrenzkontinuum des atomaren

Wasserstoffs), an Sauerstoff, an den verschiedenen Halogenen (z. B. Jod und Brom), an zahlreichen organischen und anorganischen Verbindungen der Halogene, an den instabilen Verbindungen, die sich in elektrischen Entladungsröhren zwischen Metallen und Edelgasen bilden können, und an vielen anderen gasförmigen Stoffen.

Das Molekülkontinuum des Wasserstoffs ist, ebenso wie das Atomkontinuum des Wasserstoffs, bereits zur Deutung astrophysikalischer Vorgänge herangezogen worden. Schon vor längerer Zeit hat man in mehreren galaktischen Nebeln kontinuierliche Spektren beobachtet. Bei diesen Nebeln handelt es sich um Gasmassen, die durch das Licht ihrer heißen Zentralsterne zum Leuchten angeregt werden. Nach ten Bruggecate hat man sich nun vorzustellen, daß in diesen Nebeln bei sehr heißen Zentralsternen (Klasse Oe5 bis B0) der Wasserstoff des Nebels durch das stark ultraviolett haltige Licht des Zentralsterns ionisiert wird und dann die Linien der Balmerschen Serie des Wasserstoffes aussendet. Ist dagegen der Zentralstern bereits mehr abgekühlt, so daß seine Strahlung nicht mehr imstande ist, den umgebenden Nebel zu ionisieren, so bilden sich einzelne Wasserstoffmoleküle, die dann das Molekülkontinuum ausstrahlen. Durch diese von ten Bruggecate begonnenen Forschungen können vielleicht noch wichtige Anhaltspunkte über den physikalischen Zustand solcher Nebelmaterie gewonnen werden.

Schließlich müssen wir noch die dritte Gruppe der kontinuierlichen Gasspektren, die *statistischen Spektren*, erwähnen. Ueber diese statistischen Spektren ist bisher noch am wenigsten bekannt; vor allem steht hier eine quantitative Theorie noch ganz aus. Und trotzdem sind hier noch die interessantesten Zusammenhänge zur Astronomie und auch allgemein wichtige physikalische Erkenntnisse zu erwarten. Um die Erscheinungen, um die es sich hier handelt, verstehen zu können, müssen wir an die an gewöhnlichen Spektrallinien eines Gases oft zu beobachtende Erscheinung der Linienverbreiterung anknüpfen. Die bekannteste derartige Erscheinung ist der auch astronomisch so bedeutsame Dopplereffekt. Die durch den Dopplereffekt unter Umständen bedingte Verbreiterung der Linien ist jedoch viel zu gering, um selbst bei sehr großer Dichte der Linien eines Gasspektrums den Eindruck eines kontinuierlichen Spektrums hervorzurufen. Es gibt jedoch noch einige andere Effekte, die unter Umständen wohl zu einer genügenden Verbreiterung der Linien führen können, vor allem, wenn die leuchtende Gasmasse unter genügend hohem Druck steht, wie beispielsweise der innere Starkeffekt, der auf der bei hohem Gasdruck auftretenden Störung der Elektronenschwingungen des leuchtenden Atoms durch die inneratomaren Felder der benachbarten Atome

beruht, und der Effekt der Linienverbreiterung infolge Koppelungsbreite und Stoßdämpfung. Daß durch diese und ähnliche Effekte, die auch das Zustandekommen der kontinuierlichen Strahlung fester Körper bedingen, bei hohem Druck in Gasen kontinuierliche Spektren erzeugt werden können, die weitgehend der Strahlung eines festen schwarzen Körpers gleichen, ist neuerdings durch Laboratoriumsversuche mit Funkenentladungen unter sehr hohem Druck, an Explosionserscheinungen und bei sehr stromstarken Kondensatorentladungen in gasgefüllten Entladungsröhren erwiesen worden.

Eine mit den Methoden der thermodynamischen Statistik durchgeführte quantitative Theorie für diese Art der Gaskontinua kann auch für zahlreiche Probleme der Astronomie

von großer Bedeutung sein. Es mag hier nur daran erinnert werden, daß zahlreiche Sterne, wie auch unsere Sonne, ein völlig kontinuierliches und in der spektralen Energieverteilung weitgehend dem eines schwarzen festen Strahlers ähnliches Spektrum aussenden. Trotzdem bestehen keine Zweifel darüber, daß wegen der hohen Temperaturen, die im Innern eines solchen Sternes Millionen Grad erreichen, diese Sterne keineswegs feste Körper, sondern nur Gasmassen sein können. Die erwähnten Laboratoriumsversuche haben nun für dieses sonst kaum verständliche Verhalten eine Erklärungsmöglichkeit gegeben, und es ist zu erwarten, daß sich aus der zurzeit noch ausstehenden endgültigen Theorie dieser Erscheinungen neue und bedeutungsvolle astronomische und astrophysikalische Resultate ergeben.

Zur Bilderschau der Treptow-Sternwarte.

Von Artur Lange.

Die astronomische Forschung, die mit ihren Fernrohren und anderen technischen Hilfsmitteln in die Tiefen des Weltenraumes vordringt, hat Geheimnisse enträtselt, die vor wenigen Jahren noch unlösbar erschienen. Unsere Kenntnis von den Wundern der Sternenwelt, von der Größe des Weltenraumes ist ins Unermeßliche gewachsen. Von dem astronomischen Weltbild unserer Vorfahren, die sich die Erde als ruhende Scheibe, überdacht von einem gläsernen Gewölbe, an dem die Sterne als Lichtpünktchen befestigt sind, vorstellten, bis zu dem astronomischen Weltbild der Gegenwart ist ein riesengroßer Schritt.

Durch die Vervollkommnung der astronomischen Beobachtungstechnik, durch die Verwendung der Photographie auf dem Gebiete der Weltraumforschung wissen wir, daß das Sonnensystem, zu dem unsere Erde gehört, ein Teil einer riesigen Sternwolke, eines gewaltigen Spiralnebels ist. Viele Milliarden Sterne oder Sonnen gleich unserer Sonne stehen in diesem Spiralnebel. Billionen und Trillionen Kilometer ist jeder einzelne dieser Sterne von unserem Sonnensystem entfernt. Etwa 200 000 Jahre braucht das Licht, um von den äußersten Sternen unseres Milchstraßensystems zu uns zu kommen. Und doch stehen diese Sterne noch nicht an der Grenze des Weltenraumes. In dunklen, sternklaren Nächten sieht man, nur schwer erkennbar, durch die Riesenfernrohre zarte lichtschwache Wolken im Weltenraum schweben. Diese Wolken, die als Spiralnebel bezeichnet werden, bestehen aus Sternen; sie sind Milchstraßensysteme, so wie unsere Milchstraße. Hunderttausende von Spiralnebeln gibt es; sie stehen in geradezu phantastischen Ent-

fernungen. Die fernsten Spiralnebel, die nur photographisch beobachtet werden können, sind etwa 200 Millionen Lichtjahre von uns entfernt.

Trotz aller Fortschritte der Astronomie ist der Sternenhimmel den meisten Menschen fremd geworden. Das ist zu verstehen. Zwischen den lichterfüllten Großstadtstraßen, die den Blick nach oben, zu den Sternen, verengen, verliert sich das Wissen von den Sternenwelten sehr schnell. Hier zu helfen, dem Menschen die Sterne wieder näher zu bringen, ist eine große Aufgabe der Gegenwart. Ihr wird die Treptow-Sternwarte, Deutschlands größte Volkssternwarte, in vollkommener Weise gerecht. Nicht nur, daß auf ihr jedermann Gelegenheit hat, mit eigenen Augen die Wunder des Weltalls zu sehen, daß jeder durch die Fernrohre der Sternwarte die zerklüftete Oberfläche unseres Trabanten, die Ringe des Saturn, die Gas- oder Spiralnebel beobachten kann, an Hand von Schausammlungen im kürzlich beschriebenen Museum und den Vorräumen werden alle Besucher in verständlicher Weise mit den neuesten Ergebnissen der astronomischen Forschung bekannt gemacht.

Fast alles, was in einem Zusammenhang mit der Sternenkunde steht, seien es die Männer, die sich um die Astronomie verdient gemacht haben, die Instrumente, die der Sternforschung dienen, oder die photographischen Ergebnisse der astronomischen Untersuchungen, wird in anschaulicher Weise zur Darstellung gebracht.

Im Vorraum hängen Bilder von den Baumeistern unseres Weltbildes. Ihr weltanschauliches Denken wird in kurzen Aussprüchen, die unter den Bildern angebracht sind, charakterisiert. Von Claudius Ptolemäos bis A. S. Edding-

ton sind die Großen der Astronomie zu finden. Eine Brücke zu dem, was nicht wissenschaftlich, sondern nur innerlich zu erfassen ist, die wundervolle Ruhe und Erhabenheit, die von den Sternen ausgeht, schlägt ein Bild von Fräulein Charlotte Scholz, das eine Frau am Meer, die in die Sternennacht hincinträumt, zeigt. Der neben dem Bild hängende Ausspruch des Königsberger Philosophen und Schöpfers einer Naturgeschichte des Himmels, Immanuel Kant, — vom gestirnten Himmel, der immer aufs neue Bewunderung und Ehrfurcht in uns erweckt — paßt so recht zu der Stimmung, die das Bild in uns weckt.

Im Lese- und Warteraum finden wir, nach Gebieten geordnet, Darstellungen und Bilder, die uns mit den verschiedensten Problemen der Astronomie bekannt machen. Vergrößerungen von Gasnebel- und Spiralnebelaufnahmen zeigen die wundervollen Erfolge der Astrophotographie. Um die lichtschwachen Nebelwolken auf die Platte zu bannen, sind oftmals stundenlange Belichtungszeiten notwendig. Besonders interessant sind die beiden, unter den Nebelbildern hängenden Tafeln, die die Entstehung von Planetensystemen erklären. Die erste Tafel zeigt das Werden der Planeten nach der Kant-Laplaceschen, die zweite nach der Jeans'schen Theorie. Nach Kant-Laplace ist unser Sonnensystem aus einem Gasball entstanden, bei dessen Verdichtung zur Sonne es zur Ablösung von verschiedenen Ringen gekommen ist, die sich dann später zu den einzelnen Planeten gleichsam aufgerollt haben. Völlig anders ist die Planetenentstehung nach der Jeans'schen Theorie, die unter dem Namen Gezeitentheorie bekannt ist. Durch Anziehungskräfte werden, wenn zwei Sonnen aneinander vorüberziehen, auf der kleineren Sonne heftige Gezeiten verursacht. In einzelnen Fällen können sich die Anziehungskräfte so stark bemerkbar machen, daß richtige Materieberge aus dem Innern der kleinen Sonne herausgezogen werden. Aus solchen Materiemassen bilden sich dann später, wenn die größere Sonne wieder in die Raumentiefen des Weltalls untergetaucht ist, die Planeten.

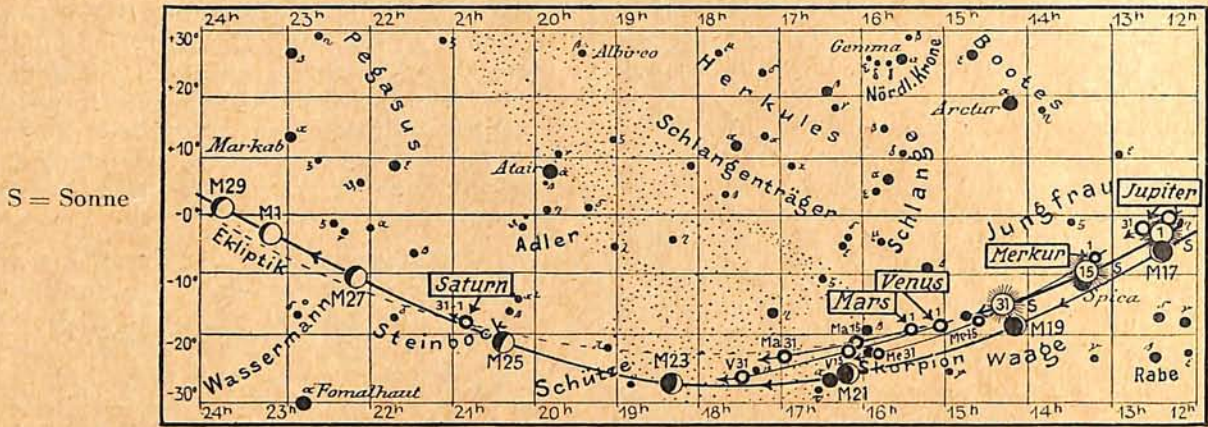
An besonderen Wänden aufgehängte Bilder geben Kunde von den Arbeiten, die auf dem Gebiet der Sonnen-, Planeten- und Mondforschung geleistet werden. Erwähnenswert sind auch die Aufnahmen von fast allen großen Sternwarten der Welt. Sie zeigen, daß zwischen den deutschen und den ausländischen Sternwarten, was instrumentelle Ausrüstung anbetrifft, kaum ein Unterschied besteht. Nur einige in Amerika aufgestellte Fernrohre übertreffen an Lichtstärke die deutschen Instrumente. Ein Beweis dafür, daß man auch in anderen Ländern die Güte deutscher Präzisionsarbeit zu schätzen weiß, ist, daß viele der großen Instrumente deutscher Herkunft sind. In fast allen

Sternwarten sind von den Zeißwerken in Jena erbaute Fernrohre aufgestellt. Bilder von den Sternwarten Nanking, Mailand, Neuchâtel usw. beweisen es. Moderne astronomische Meßinstrumente, wie Spektralapparate zur Untersuchung des Sternenlichts oder Photozellen zur Bestimmung der Sternhelligkeiten, werden auf Aufnahmen von der Neubabelsberger Sternwarte gezeigt.

Interessant sind auch die Darstellungen, die sich mit dem Problem der Weltraumfahrt befassen. Ob es möglich sein wird, einen solchen Raketenflug einmal zu verwirklichen, ist eine Frage, die man heute noch nicht beantworten kann. Kleine Bilder zeigen die Flugzeiten, die ein Weltraumfahrer brauchen würde, um zu den einzelnen Sternen zu kommen. Eine Fahrt zum Mond, die mit einem Flugzeug erst in 35 Tagen $4\frac{1}{2}$ Stunden zurückgelegt werden könnte, dauert mit dem Raketenschiff nur $9\frac{1}{2}$ Stunden. Unvergleichlich viel länger würde eine Fahrt zum sonnenfernsten Bruder der Erde, zum Planeten Pluto, beanspruchen. Die Strecke Erde—Pluto, die etwa 6000 Millionen Kilometer beträgt, könnte ein Flugzeug in 1484 Jahren 99 Tagen, ein Raketenschiff in 16 Jahren 325 Tagen zurücklegen.

Vervollständigt wird die Bilderschau durch Darstellungen aus dem Gebiete der Meteorologie. Wolken- und Blitzaufnahmen zeigen, daß auch in der Schicht, die zwischen uns und den Sternen liegt, viel Schönes zu sehen ist. Von der schwierigen Arbeit der Wetterfachleute berichten Bilder von der Großwetterstation Lindenberg. Bis zu welchen ungeheuren Höhen die Lufthülle über dem Erdboden lagert, zeigt ein Schnitt durch die Atmosphäre. Danach sind einzelne Polarlichter, von denen eine Reihe schöner Aufnahmen gezeigt werden, in Höhen von 1000 Kilometer beobachtet worden.

Die verschiedenen, in der Ausstellung gezeigten Gemälde sind in freundlicher Weise von den Damen Charlotte Scholz und Erika Prang der Sternwarte zur Verfügung gestellt worden; ihnen sei an dieser Stelle noch einmal gedankt. Dank für das Ueberlassen von wertvollem Bildmaterial gebührt den Herren Prof. Dr. P. Guthnick, Direktor der Universitätssternwarte Neubabelsberg, Dr. Heinrich Strebel, Direktor der Sternwarte Herrsching bei München, Magister Krause, Nixdorf, Günter Scholz, Gerhard Hübner sowie den Observatorien Heidelberg, Leipzig, Sonneberg, Lindenberg, Danzig und der Seewarte Hamburg. Am Gelingen der Ausstellung haben einen wesentlichen Anteil die Zeißwerke-Jena und R. Fueß-Steglitz, die Bilder von Fernrohren bzw. meteorologischen Instrumenten zur Verfügung stellten, sowie die Agfawerke-Berlin, die die Reproduktion und Vergrößerung der in der Ausstellung gezeigten Bilder übernahm.



Der gestirnte Himmel im Oktober 1933.

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 den Fixsternhimmel so, wie er uns am 1. Oktober um 22^h erscheint. Sie gilt aber auch für den 15. Oktober um 21^h und für den 31. Oktober um 20^h. Im Süden tritt jetzt ein Sternbild hervor, das im Sommer nicht sichtbar war: der „südliche Fisch“, der zu den angegebenen Zeiten seine Meridianstellung einnimmt. Der hellste Stern heißt Fomalhaut, d. h. Maul des Fisches. Er gehört zu den uns nächsten Sternen der 1. Größenklasse. Ueber ihm erstreckt sich das Sternbild des Wassermanns, das außer einer Anzahl bemerkenswerter Doppelsterne einen in unserer Karte verzeichneten kugelförmigen Sternhaufen 7. Größe von 6' Durchmesser enthält. Im Südosten erscheint der gleichfalls zur Wasserregion gehörende Walfisch, dessen bemerkenswertester Stern der sonderbare Veränderliche Mira ist. Er wurde im Jahre 1596 von dem ostfriesischen Pfarrer Fabricius entdeckt. In der Folgezeit erkannte man, daß die Helligkeit in einer Periode von angenähert 11 Monaten schwankt. Im Minimum ist er etwa 9^m. Nach Verlauf von drei bis vier Monaten kann er mit dem bloßen Auge wahrgenommen werden. Im Maximum ist er meistens etwa 3^m; zuweilen erreicht er jedoch die 4. oder 5. Größenklasse, während er manchmal sogar 2. Größe wird. Lange Zeit blieb Mira der einzige bekannte veränderliche Stern, bis 1667 Montanari die Veränderlichkeit des Algol entdeckte. Bis 1850 waren 24, bis 1900 etwa 500 Veränderliche bekannt, und jetzt sind es infolge der Anwendung der Photographie 7000. Die Beobachtung ihres Lichtwechsels ist eins der fruchtbarsten Betätigungsbereiche für den Liebhaberastronomen.

Die Planeten.

Merkur eilt vor der Sonne einher und gelangt in die südlichsten Teile des Tierkreises.

Er bleibt deswegen trotz seiner großen östlichen Elongation in unseren Breiten unsichtbar.

Venus ist im Oktober wieder länger am Abendhimmel zu beobachten. Die Sichtbarkeitsdauer steigert sich im Laufe des Monats von 40 Minuten auf 1¼ Stunden. Am 14. Oktober marschirt Venus dicht bei Mars vorüber. Eine weitere schöne Planetenstellung ergibt sich in diesem, an nahen Planetenstellungen so reichen Jahr am 22. Oktober, wo zu den beiden noch immer nahe beieinander stehenden Planeten Venus und Mars die schmale Mondsichel hinzukommt und Antares im Skorpion mit ihnen ein fast gleichseitiges Dreieck bildet. Ein Feldstecher wird bei Betrachtung dieser Begegnung am Himmel gute Dienste leisten.

Mars ist den ganzen Monat hindurch nach Sonnenuntergang noch eine Viertelstunde lang am südwestlichen Horizont erkennbar.

Jupiter, der sich Ende September in Konjunktion mit der Sonne befand, taucht Mitte des Monats am Morgenhimmel auf. Die Dauer der Sichtbarkeit nimmt außerordentlich schnell zu und beträgt am 31. Oktober schon 1½ Stunden. An diesem Tage erfolgt der Aufgang um 4½^h.

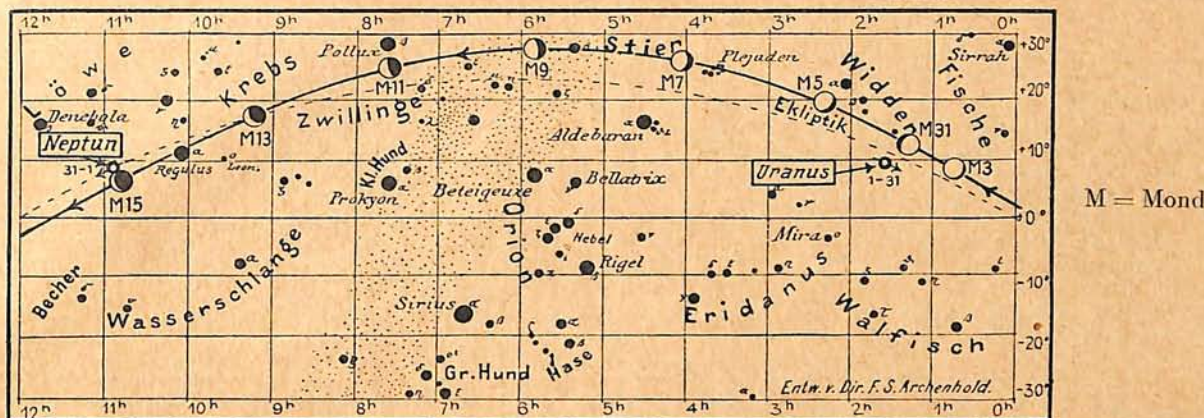
Saturn ist noch immer der am besten zu beobachtende Planet. Bei Eintritt der Dunkelheit steht er bereits fast im Meridian, den er anfangs kurz nach 20^h, am Ende des Monats um 18¼^h überschreitet. Sein Untergang verfrüht sich täglich um 4^m. Am 31. Oktober kann er bis zu seinem Untergange um 22½^h genau 5 Stunden lang gesehen werden.

Uranus kommt am 19. Oktober in Opposition zur Sonne und läßt sich daher die ganze Nacht über beobachten. Er bewegt sich rückläufig im Sternbild der Fische. Nachstehend geben wir seine Ephemeride an:

| | Rekt. | Dekl. |
|------------|---------|----------|
| 1. Oktober | 1h57m,9 | + 9° 52' |
| 5. „ | 1h55m,8 | + 9° 20' |
| 31. „ | 1h53m,5 | + 9° 6' |

für den Monat Oktober 1955.

Nachdruck verboten.



Neptun ist vor Sonnenaufgang am östlichen Himmel aufzusuchen. Er steht am 15. Oktober in Rekt. = $10^h 52^m 6$ und Dekl. = $+8^{\circ} 5'$.

Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne, in deren Nähe wir auf unserer Planetenkarte fünf der Planeten finden, steigt weiter in der Ekliptik herab. Ihre Mittagshöhe sinkt merklich von 35° auf 24° . Die Tageslänge verkürzt sich von $11\frac{1}{4}$ auf $9\frac{1}{2}$ Stunden.

Die Auf- und Untergangszeiten der Sonne, ihre Deklination, Zeitgleichung und Sternzeit sind in der folgenden Tabelle angegeben:

| Okt. | Deklin. Oh Weltzeit | Aufgang für Berlin (Polhöhe $52\frac{1}{2}^{\circ}$) | | Zeitgleichg. wahre minus mittlere Zeit | Sternzeit Berl. Mittag |
|------|------------------------|---|----------|--|---------------------------|
| | | M. E. Z. | M. E. Z. | | |
| 1. | $-2^{\circ} 55'$ | 6 5 | 17 45 | $+10 13$ | 12 38,9 |
| 5. | $4^{\circ} 28'$ | 6 13 | 17 35 | $11 28$ | 12 54,7 |
| 10. | $6^{\circ} 23'$ | 6 22 | 17 24 | $12 54$ | 13 14,4 |
| 15. | $8^{\circ} 16'$ | 6 31 | 17 13 | $14 7$ | 13 34,1 |
| 20. | $10^{\circ} 6'$ | 6 40 | 17 2 | $15 6$ | 13 53,8 |
| 25. | $11^{\circ} 52'$ | 6 49 | 16 51 | $15 49$ | 14 13,5 |
| 30. | $-13^{\circ} 34'$ | 6 58 | 16 41 | $+16 15$ | 14 33,3 |

Der Mond zeigt im Oktober den folgenden Wechsel seiner Lichtgestalten:

| | | |
|------------------|---------|-------------------|
| Vollmond: | Okt. 5. | $18\frac{1}{4}^h$ |
| Letztes Viertel: | .. 11. | $17\frac{3}{4}^h$ |
| Neumond: | .. 19. | $6\frac{3}{4}^h$ |
| Erstes Viertel: | .. 25. | $25\frac{1}{4}^h$ |

Seine Auf- und Untergangszeiten für Berlin lauten:

| Okt. | Wochen- tag | Mond- Aufgang Untergang für Berlin | | Okt. | Wochen- tag | Mond- Aufgang Untergang für Berlin | |
|------|----------------|--|----------|------|----------------|--|----------|
| | | M. E. Z. | M. E. Z. | | | M. E. Z. | M. E. Z. |
| 1 | St | h m | h m | 17 | Di | h m | h m |
| 2 | Mo | 16 50 | 3 5 | 18 | Mi | 4 11 | 16 8 |
| 3 | Di | 17 2 | 4 28 | 19 | Do | 5 34 | 16 20 |
| 4 | Do | 17 12 | 5 47 | 20 | Fr | 7 1 | 16 35 |
| 5 | Fr | 17 24 | 7 7 | 21 | Sa | 8 32 | 16 55 |
| 6 | Sa | 17 38 | 8 26 | 22 | So | 10 5 | 17 24 |
| 7 | So | 17 56 | 9 44 | 23 | Mo | 11 32 | 18 8 |
| 8 | Mo | 18 20 | 11 0 | 24 | Di | 12 43 | 19 11 |
| 9 | Di | 18 53 | 12 11 | 25 | Do | 13 34 | 20 31 |
| 10 | Do | 19 39 | 13 13 | 26 | Fr | 14 7 | 21 58 |
| 11 | Fr | 20 36 | 14 1 | 27 | Sa | 14 29 | 23 26 |
| 12 | Sa | 21 45 | 14 35 | 28 | So | 14 45 | — |
| 13 | So | 22 58 | 15 1 | 29 | Mo | 14 58 | 0 52 |
| 14 | Mo | — | 15 19 | 30 | Di | 15 10 | 2 14 |
| 15 | Di | 0 15 | 15 33 | 31 | Do | 15 21 | 3 32 |
| 16 | Do | 1 33 | 15 45 | | Fr | 15 31 | 4 50 |
| | Fr | 2 52 | 15 56 | | Sa | | |

Bei seinem Wege durch den Tierkreis bedeckt der Mond sechs hellere Sterne. Wer über eine gute Uhr verfügt, kann sich durch Bestimmung der genauen Zeiten an der Kontrolle der Mondbewegung beteiligen. Durch eine vorzüglich arbeitende Rechnerorganisation ist Gewähr dafür gegeben, daß keine Beobachtung unverwertet bleibt. Die erforderliche Mindestgenauigkeit des Uhranges liegt bei einer halben Sekunde.

| Okt. | Name | Gr. | Rekt. 1955 | | Dekl. 1955 | | Phase | Zeiten für Berlin M. E. Z. | | Win- kel | Mond- alter | Hilfsgrößen | |
|------|------------------|-----|------------|------|-------------------|---|-------|----------------------------------|---------------|-------------|----------------|-------------|---|
| | | | h | m | ° | ' | | h | m | | | ° | d |
| 6. | 26 Arietis | 6,2 | 2 | 26,9 | $+19^{\circ} 34'$ | A | 5 | 7,5 | 317° | 16,4 | — | — | |
| 10. | 415 B. Tauri | 6,1 | 5 | 56,8 | $+27^{\circ} 34'$ | A | 4 | 18,5 | 309° | 20,3 | $-1,7$ | $-1,6$ | |
| 13. | 181 B. Geminorum | 6,0 | 7 | 35,2 | $+24^{\circ} 23'$ | A | 0 | 3,5 | 346° | 23,2 | — | — | |
| 13. | η Cancri | 5,5 | 8 | 28,8 | $+20^{\circ} 40'$ | A | 2 | 5,5 | 288° | 23,2 | $-0,4$ | $+1,1$ | |
| 30. | 21 Piscium | 5,6 | 23 | 46,0 | $+0^{\circ} 42'$ | E | 2 | 25,5 | 101° | 10,9 | $-0,4$ | $-2,2$ | |
| 31. | 51 Piscium | 5,6 | 0 | 28,9 | $+6^{\circ} 35'$ | E | 0 | 38,5 | 19° | 11,8 | $-0,6$ | $+1,4$ | |

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 $a(15^{\circ},1 - \lambda) + b(\varphi - 52^{\circ},4)$ hinzuzufügen, wobei λ und φ die geographische Länge und Breite des Beobachtungsortes bedeuten.

Kalender der Konstellationen und bemerkenswerten Himmelserscheinungen.

Okt. h

- 5. 5 Uranus in Konjunktion mit dem Monde.
- 6. 5 Bedeckung von 26 Arietis.
- 10. 4 Bedeckung von 415 B. Tauri.
- 10. 6 Mond in Erdferne (scheinbarer Durchmesser 29'35", Horizontalparallaxe 54'15").
- 11. 5 Algol im kleinsten Licht.
- 15. 0 Bedeckung von 181 B. Geminorum.
- 15. 2 Bedeckung von η Cancri.
- 14. 0 Algol im kleinsten Licht.
- 14. 15 Venus in Konjunktion mit Mars.
- 14. 19 Saturn stationär.
- 16. 5 Neptun in Konjunktion mit dem Monde.
- 16. 21 Algol im kleinsten Licht.

Okt. h

- 18. 5 Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- 19. 7 Uranus in Opposition zur Sonne.
- 20. 24 Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- 22. 1 Mond in Erdnähe (scheinbarer Durchmesser 52'47", Horizontalparallaxe 60'4").
- 22. 8 Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- 22. 14 Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 26. 15 Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- 28. 11 Merkur in größter östlicher Abweichung 25°57'.
- 30. 2 Bedeckung von 21 Piscium.
- 31. 1 Bedeckung von 51 Piscium.
- 31. 5 Algol im kleinsten Licht.

KLEINE MITTEILUNGEN

Aufflammen von RS Ophiuchi. Am 16. August wurde durch ein Telegramm der Sternwarte Kopenhagen mitgeteilt, daß Peltier am Tage zuvor einen neuen Stern 6. Größe im Schlangenträger entdeckt habe. Es handelt sich dabei um den veränderlichen Stern RS Ophiuchi, dessen Lichtschwankungen im Jahre 1901 durch Miß Fleming auf Grund der Merkwürdigkeiten seines Spektrums bekannt geworden waren.

Nach den Feststellungen Hoffmeisters auf Sonnenberger Ueberwachungsplatten ist der Stern vor dem Ausbruch im allgemeinen 11. Größe gewesen. Die Lichtschwankungen haben etwa eine halbe Größenklasse betragen. Im Mai dieses Jahres war die Helligkeit 10^{m,5}. Eine vereinzelt stehende Platte vom 16. Juni zeigt den Stern um 9.7. Größe; im Juni und Juli war er zeitweilig heller als 10^m. Die plötzliche große Helligkeitszunahme wurde zuerst von Loreta in Bologna beobachtet; danach war der Stern am 10. August schwächer als 7.5., am 11. August 5.8., am 12. August 4.5. Größe. An den drei folgenden Tagen betrug seine Helligkeit 5^{m,1}, 5^{m,8} und 6^{m,2}. Das Maximum fällt demnach auf den 12. August. Bis zum Ende des Monats ging die Helligkeit weiter stark zurück.

Das Spektrum des Sterns nahm nach den Feststellungen von Dr. Rolf Müller vom Astrophysikalischen Observatorium Potsdam schon wenige Tage nach dem Maximum den Nebelcharakter an, was sonst meistens erst monatelang nach dem Helligkeitsausbruch einzutreten pflegt. Es ließen sich 25 helle Emissionslinien nachweisen.

Auch diese Nova liegt wie alle anderen — im Einklang mit einer alten Regel — im Zuge der Milchstraße.

G. A.

Planet 1933 HH = 192 Nausikaa. Auf der Suche nach dem Finlayschen Kometen fand E. L. Johnson auf einer Aufnahme vom 22. April einen hellen Planetoiden mit bemerkenswert schneller Bewegung. Die erste Bahnberechnung schien auf einen der Erde sehr nahe kommenden Körper hinzudeuten, jedoch stellte sich schließlich heraus, daß es sich um einen längst bekannten Planetoiden, 192 Nausikaa, handelt. Dieser wird Anfang November in Opposition zur Sonne gelangen und dabei die Helligkeit 7^{m,8} erreichen.

G. A.

Feldhaus „Tage der deutschen Technik“. Wir erhalten die Mitteilung, daß der unseren Lesern bereits rühmlichst bekannte Kalender des Historikers der Technik Dr.-Ing. F. M. Feldhaus „Tage der deutschen Technik“ auch für das Jahr 1954 wieder erscheinen wird. Die Ausstattung ist weiterhin verbessert worden, und die 365 Tagesblätter bringen seltene, zum Teil sogar bisher unveröffentlichte Abbildungen. Da der Kalender immer schnell vergriffen ist, können schon jetzt Vorausbestellungen an die Bücherstelle der Treptow-Sternwarte erfolgen.

BÜCHERSCHAU

Eddington, Arthur: The expanding universe. 128 S. m. 2 Tafeln. University Press, Cambridge 1953. Pr. 5 sh. 6 d. — In deutscher Ausgabe: **Dehnt sich das Weltall aus!** Uebersetzt von Helene Weyl. 200 S. Deutsche Verlagsanstalt Stuttgart und Berlin 1955. Pr. 4,50 M.

Von den englischen Wissenschaftlern versteht es Eddington in einer geradezu hervorragenden Weise, das Interesse an den wissenschaftlichen Problemen in weite Kreise zu tragen. In seiner klaren und ansprechenden Darstellung hat er uns schon in mehreren Werken mit den modernen Arbeiten über den Bau der Sterne und das Weltbild der Physik vertraut gemacht. Jeder, der über die üblichen Vorkenntnisse verfügt, kann sich dadurch über die Ergebnisse der Eddingtonschen Theorien, die man als führend ansprechen kann, orientieren. Das neue Werk ist keine durchaus leichte Lektüre, was man aber auch bei den in Frage stehenden Problemen nicht erwarten kann. Es behandelt im ersten Kapitel die großen Radialgeschwindigkeiten der Spiralnebel, im zweiten den sphärischen Raum und daran anschließend die Theorie des sich ausdehnenden Weltalls; im Schlußkapitel werden höchst bemerkenswerte Zusammenhänge zwischen Zahlen der Weltgröße und denen des Atoms behandelt. Das Werk sei allen Fortgeschrittenen wärmstens empfohlen.

G. A.

An unsere Leser!

Mit diesem Heft schließt der 52. Jahrgang. Das Inhaltsverzeichnis wird der Oktobernummer beigelegt. Es wird höflichst gebeten, den Bezugspreis für den neuen Jahrgang dem Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, auf Postscheckkonto Berlin 4015 zu überweisen. Vorausbestellungen auf Einbanddecken nimmt der Verlag gleichfalls entgegen.

Die Schriftleitung.

