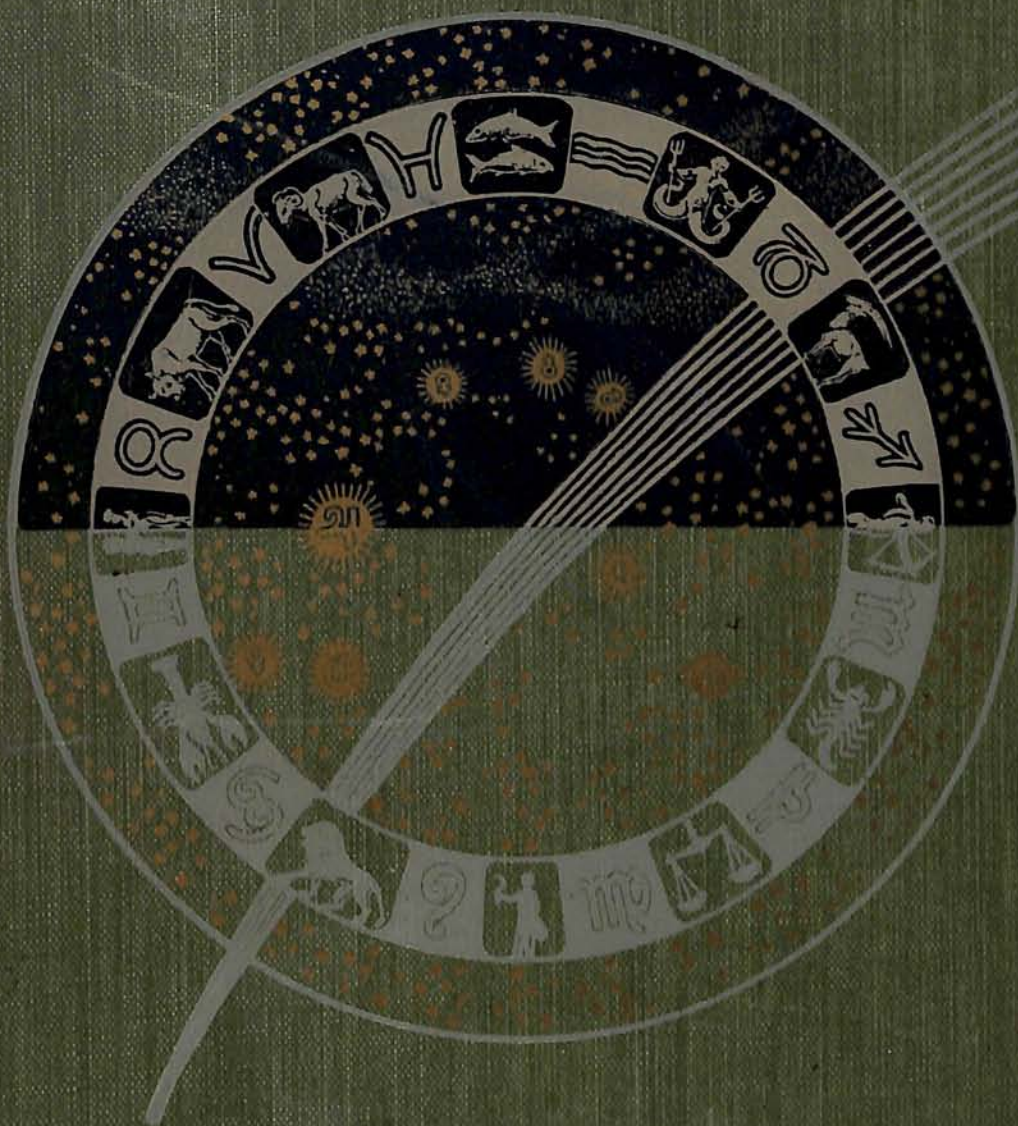


# Das Weltall



30. Jahrgang.

1930 - 1931

Herausgegeben

von

Dr. F. S. Archenhold.



# DAS WELTALL

Bildgeschmückte Zeitschrift für Astronomie  
und verwandte Gebiete

Herausgegeben unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen

von

**Dr. F. S. Archenhold**

Direktor der Treptow-Sternwarte

*Das Gebiet der Naturerscheinungen  
ist sozusagen unerschöpflich und fast  
noch unerforscht.*

*Ernst Mach.*

**30. Jahrgang**

Oktober 1930 bis September 1931

Mit 4 Beilagen und 103 Abbildungen



Verlag der Treptow-Sternwarte  
Berlin-Treptow

# Das Weltall

Ein Handbuch der Astronomie  
für die Jugend

von Dr. J. F. Blumenthal

Leipzig, 1881

Verlag von B. G. Teubner

Preis 1 Mark 50 Pfennig

Verlag von B. G. Teubner

Leipzig

## Mitarbeiter.

	Seite		Seite
Anding, Prof. Dr. E. ....	176	Kirchberger, Prof. Dr. Paul .....	169
Archenhold, Dr. F. S. 12, 17, 27, 44, 65, 83, 101, 116, 132, 153, 173	173	Kruse, Dr. W. ....	40
Archenhold, Günter 12, 16, 17, 27, 31, 44, 47, 48, 65, 70, 71, 72, 73, 83, 87, 88, 101, 103, 104, 115, 116, 120, 132, 135, 136, 153, 159, 160, 173, 174, 175, 176	176	Kühlein, Chemiker Theo .....	31, 75
Beer, Dr. Arthur .....	105	Löbering, Walther .....	171
Blaschke, Dr. M. ....	16, 104	Mader, Prof. Dr. August .....	56
Blunck, Gustav .....	130	Röder, Ing. Hermann .....	119
Bohlin, Prof. Dr. K. ....	49	Röpcke, Paul .....	175
Bork, Studienrat Prof. Dr. Ferdinand .....	9	Roose, Konrektor L. W. ....	54, 151
Buser, Fr. ....	125	Rügemer, Dr. Hans .....	135
Dannemann, Prof. Dr. Fr. 7, 25, 39, 53, 79, 98, 112, 128, 141	141	Sandner, Dr. W. ....	63, 86, 118
Dittrich, Prof. Dr. Ernst .....	33, 113	Schaub, Dr. Werner .....	99
Eilhauer, A. ....	158	Schellhas, Dr. P. ....	149
Fries, Prof. Dr. Carl .....	16, 26	Schmidt, Dr. K. ....	62, 137
Friesecke, Studienrat Dr. Hans .....	43	Schmullius, Dipl.-Ing. Th. ....	161
Hagedorn, A. ....	159	Schulze, Walter M. H. ....	95, 129
Hofmann, Albert .....	142	Sommer, Studienrat R. ....	21, 121
Homann, Hans .....	89	Stempell, G. von .....	81
		Stracke, Prof. Dr. G. ....	1
		Theile, stud. astron. Walter .....	60
		Wattenberg, D. ....	15, 157
		Wegner, Dr. Rudolf 32, 48, 72, 104, 120, 136, 160	160
		Zieger, Dr. Paul .....	88, 120, 160

## Inhaltsverzeichnis.

	Seite		Seite
Zur Eros-Opposition 1930—31. Von Prof. Dr. G. Stracke .....	1	Aus der Arbeit der Astronomischen Gesellschaft. Von Dr. W. Kruse .....	40
Marksteine auf dem Wege des Eindringens in das Weltall. Von Prof. Dr. Fr. Dannemann. I. Messende Beobachtung als Anfang der Astronomie. II. Die erste Bestimmung der Größe der Erde .....	7	Astronomie und Schule. Von Studienrat Dr. Hans Friesecke .....	43
Vorstufen unseres Kalenders in der Volkskunde und im Kalender. Von Studienrat Prof. Dr. Ferdinand Bork .....	9	Zeichnungen und Farbenstudien des Planeten Mars 1924 und 1926 sowie Allgemeines über die Marsfrage. Von Prof. Dr. K. Bohlin ....	49
Das Photographieren in natürlichen Farben ....	11	Marksteine auf dem Wege des Eindringens in das Weltall. Von Prof. Dr. Fr. Dannemann. V. Die Keplerschen Gesetze der Planetenbewegung .....	53
Elektrizität auf der Erde und im Kosmos. Von Dr. F. S. Archenhold und G. Archenhold ....	17	Der Sternhimmel im Regenschirm. Von L. W. Roose .....	54
Wie warm ist es auf unserem Mond? Von Studienrat R. Sommer .....	21	Die Finsternisse des Jahres 1931. Von Prof. Dr. August Mader .....	56
Marksteine auf dem Wege des Eindringens in das Weltall. Von Prof. Dr. Fr. Dannemann. III. Die Anfänge des heliozentrischen Welt-systems .....	25	Die Beobachtung veränderlicher Sterne. Von Walter Theile .....	60
Carl Christian Bruhns zum 100. Geburtstage. Von Prof. Dr. C. Fries .....	26	Die wissenschaftliche Tagung der Badischen Gesellschaft für Wetter- und Klimaforschung. Von Dr. K. Schmidt .....	62
Die Entstehung der Finsternisvoraussagen. Von Prof. Dr. Ernst Dittrich .....	33	Gesetzmäßigkeiten in der Anordnung von Sonnenflecken zu Gruppen. Von Dr. W. Sandner ..	63
Marksteine auf dem Wege des Eindringens in das Weltall. Von Prof. Dr. Fr. Dannemann. IV. Die Erneuerung des heliozentrischen Welt-systems durch Kopernikus .....	39	Eros. Von Günter Archenhold .....	73
		Das Problem der unmittelbaren Ausnutzung der Sonnenenergie. Von Theo Kühlein .....	75
		Marksteine auf dem Wege des Eindringens in das Weltall. Von Prof. Dr. Fr. Dannemann. VI. Das Newtonsche Weltgesetz .....	79

	Seite
Zum 150. Geburtstage von Joseph Johann von Littrow. Von G. von Stempell .....	81
Die Neuen Sterne. Von Hans Homann .....	89
Neuere Ergebnisse der Höhenstrahlungsforschung. Von Walter M. H. Schulze .....	95
Marksteine auf dem Wege des Eindringens in das Weltall. Von Prof. Dr. Fr. Dannemann. VII. Die Ermittlung des Gewichts der Erde	98
Gewicht und Masse. Von Dr. Werner Schaub ....	99
Feuerkugeln und Sternschnuppen. Von Dr. Arthur Beer .....	105
Marksteine auf dem Wege des Eindringens in das Weltall. Von Prof. Dr. Fr. Dannemann. VIII. Die Erschließung der Astronomie der Fixsterne .....	112
Karl Schoch. Ein Erinnerungsblatt von Prof. Dr. Ernst Dittrich .....	113
Über die kinematographische Aufnahme der Mondfinsternis am 2. April 1931 auf der Treptow-Sternwarte. Von Günter Archenhold .....	115
Wie Pluto gefunden wurde. Von Studienrat R. Sommer .....	121
Altes und Neues über Zodiakallichtforschung. Von Fr. Buser .....	125
Marksteine auf dem Wege des Eindringens in das Weltall. Von Prof. Dr. Fr. Dannemann. IX. Bessels Messung der Entfernung eines Fixsterns .....	128
Sonnenflecken und Funkempfang. Von W. M. H. Schulze .....	129
Zur Photographie der Sonnenkorona. Von Gustav Blunck .....	130
Sonnenfleckenperiode und Witterungsschwankungen. Von Dr. K. Schmidt .....	137
Marksteine auf dem Wege des Eindringens in das Weltall. Von Prof. Dr. Fr. Dannemann. X. Die Erforschung der physikalischen und chemischen Natur der Gestirne .....	141
Himmelspolarisation. Von Albert Hofmann ....	142
Zeitrechnung und Astronomie bei den Maya. Von Dr. P. Schellhas .....	149
Weltall und Schule. Von Konrektor L. W. Roose	151
Elektrische Leuchtphänomene und ihre Deutung. Von Dipl.-Ing. Th. Schullius .....	161
Wie sieht eine Mondfinsternis auf dem Monde aus? Von Prof. Dr. Paul Kirchberger .....	169
Jupiterbeobachtungen 1930 bis 1931. Von Walther Löbering .....	171

### Der gestirnte Himmel

im November 1930 .....	12
im Dezember 1930 .....	27
im Januar 1931 .....	44
im Februar und März 1931 .....	65
im April 1931 .....	83
im Mai 1931 .....	101
im Juni 1931 .....	116
im Juli 1931 .....	132
im August und September 1931 .....	153
im Oktober 1931 .....	173

	Seite
<b>Aus dem Leserkreise.</b>	
Beobachtungen von Halos (2 Beobachter) .....	14
Großes Nordlicht am 17. Oktober 1930 (4 Beobachter) .....	30
Meteorbeobachtungen (4 Beobachtungen) .....	47
Warum dreht sich die Erde? Von Heinrich Schwarzbach .....	70
Halo-beobachtungen (4 Beobachter) .....	86
Wie ich ein Freund der Sterne wurde. Von Wilhelm Möbius .....	118
Meteorbeobachtungen (4 Beobachtungen) .....	134

### Kleine Mitteilungen.

Johann Georg Hagen † .....	15
Beobachtung von Planetoiden .....	15
Auffindung des zweiten Tempelschen Kometen (1930 f) .....	16
Kepler-Ehrung in Regensburg .....	31
Planetenbenennung .....	31
Lichtwechsel des Eros .....	31
Eros-Ephemeride .....	31
Der Ostwaldsche Farbenkegel .....	31
Astronomisches Silbenrätsel .....	32
Neuer Komet 1930 g (Nakamura) .....	47
Die Rotation der Sterne .....	47
Eros .....	48
Neues über den großen sibirischen Meteorfall ....	70
Kleine Planeten im Februar 1931 .....	71
Das Marsbild Anfang Januar 1931 .....	71
Die heliozentrischen Längen der großen Planeten für 1931 .....	71
Lösung des Silbenrätsels aus Heft 2 .....	71
Astronomisches Silbenrätsel .....	72
Rotation in Sonnenflecken .....	86
Ein veränderlicher Stern mit der kürzesten jemals festgestellten Periode .....	87
Der kleine Planet Ceres .....	87
Die Sonnenfleckenrelativzahlen für das Jahr 1930	87
Die Bedeutung der fundamentalen Positions-astronomie .....	103
Nachträgliche Auffindung eines vermutlich neuen Kometen aus dem Jahre 1902 .....	103
Kleine Planeten im Mai und Juni .....	104
Aerologische Forschungsfahrten und Luftverkehr	104
Beobachtungen des Schülen-Wilsonschen Phänomens 1925—1930 .....	118
Interessantes über den Wasserdruck in großen Meerestiefen .....	119
Albert A. Michelson † .....	120
Auflösung des Silbenrätsels aus Heft 4/5 .....	120
Strömungen in Sternatmosphären .....	135
Neuer heller Algolveränderlicher .....	135
Kleine Planeten im Juli 1931 .....	136
Die Farbe des Sirius .....	136
Die Spektren der Plejadensterne .....	157
Ein aztekischer Kalenderstein .....	158
Das neue physikalische Kabinett der Treptow-Sternwarte .....	159
Auffindung des Enckeschen Kometen .....	159
Graphische Vorausbestimmung des Ein- und Austritts einiger Mondkrater bei der Finsternis am 26. September 1931 .....	159

Zwei neue Kometen .....	174
Die Photographie eines 8-fachen Blütes .....	175
Neue Bestimmung der Polarisation des Merkurlichtes .....	175
Extreme Mondhöhen .....	175
Berliner Astronomisches Jahrbuch .....	176

### Bücherschau.

Ambrosius, Ernst, und Konrad Frenzel, Das Bild der Erde .....	160
Apel, Max, Die Weltanschauungen der großen Denker .....	88
Arrhenius-Lundmark, die Sternenwelt .....	176
Bölsche, Wilhelm, Ausgewählte Werke .....	160
Bork, Ferdinand, Die Geschichte des Weltbildes ..	160
Crelle's Rechentafeln. Neue Ausgabe, besorgt v. O. Seeliger .....	88
Dacqué, Edgar, Die Erdzeitalter .....	160
Driesch, Hans, Relativitätstheorie und Weltanschauung, 2. Aufl. ....	48
Gutenberg, B., Lehrbuch der Geophysik, Lieferung 4	72
Handbuch der Philosophie, hsg. v. A. Baeumler und M. Schröter, 26. bis 31. Lieferung .....	120
Heinze, Hans, Das Wasser in der Natur und im Dienste des Menschen .....	104
Henseling, Robert, Astronomie für Alle .....	72
Jeremias, Alfred, Handbuch der altorientalischen Geisteskultur, 2. Aufl. ....	16
Kepler, Johannes, in seinen Briefen. Herausgegeben v. Max Caspar und Walther von Dyck	87
Kirchberger, Paul, Die Entwicklung der Atomtheorie, 2. Aufl. ....	32

Klüber, Harald von, Das Vorkommen der chemischen Elemente im Kosmos .....	136
Maeterlinck, Maurice, Geheimnisse des Weltalls ..	160
Nelting, R., Das Merkator-System .....	88
Nölke, Friedrich, Der Entwicklungsgang unseres Planetensystems .....	48
Observatoires astronomiques, Les, et les astronomes von P. Stroobant .....	160
Perlewitz, P., Wetter und Mensch .....	16
Peters, J., Sechsstellige Tafel der trigonometrischen Funktionen .....	88
Peters, J., Sechsstellige trigonometrische Tafel für neue Teilung .....	88
Peters, J., Multiplikations- und Interpolations- tafeln für alle ein- bis dreistelligen Zahlen	88
Przybyllok, Erich, Unser Kalender in Vergangenheit und Zukunft .....	120
Rademacher, Hans, und Otto Toeplitz, Von Zahlen und Figuren .....	120
Ruedy, Richard, Bandenspektren auf experimenteller Grundlage .....	72
Sallaberger, Marian, Sonnenuhren (Anleitung zur Selbstherstellung) .....	72
Schrutka, Lothar, Theorie und Praxis des logarithmischen Rechenschiebers .....	72
Schütte, Karl, Wann geht die Sonne auf und unter?	72
Stöckl, Karl, Kepler-Festschrift .....	176
Stuker, P., Sonne, Mond und die Planeten .....	104
Teudt, Wilhelm, Germanische Heiligtümer, 2. Aufl.	136
Triebel, F., Rechen-Resultate, 4. Aufl. ....	88
Troels-Lund, Himmelsbild und Weltanschauung im Wandel der Zeiten, 5. Aufl. ....	16
Westermanns Schüler-Globus .....	104
Westermanns Umriss: Nördliche und südliche Ekliptik (Gummistempel) .....	16

### Verzeichnis der Abbildungen.

Heliozentrische Bahnen mehrerer Planeten .....	2
Eros-Bahn in der Opposition 1930—31 .....	5
Antike Wasseruhr .....	7
Das zum Messen der Sonnenhöhe dienende Instrument der Alten .....	7
Das Astrolab .....	7
Das Meßinstrument des Ptolemäos .....	8
Die Erdmessung des Eratosthenes .....	8
Bronzeierscheibe von Borkenhof .....	9
Motiv aus dem Treptower Park, aufgenommen mit Agfa-Pan-Film .....	12
Der Sternenhimmel am 1. November 22 <sup>h</sup> , 15. Nov. 21 <sup>h</sup> , 30. Nov. 20 <sup>h</sup> .....	Umschlag, Heft 1
Lauf von Sonne, Mond und Planeten für November 1930 .....	12—13
Wie die Kometenschweife fast genau von der Sonne abgewandt sind. Dargestellt von Peter Apian (1495—1551) .....	20
Ringförmige und spiralförmige Leuchterscheinungen um eine magnetische Kugel nach den Birkelandschen Versuchen über die Ablenkung von Elektronen .....	21

Aristarchs Verfahren, die Entfernung des Mondes und der Sonne zu bestimmen .....	25
Das Ptolemäische Weltsystem .....	26
Der Sternenhimmel am 1. Dezember 22 <sup>h</sup> , 15. Dez. 21 <sup>h</sup> , 31. Dez. 20 <sup>h</sup> .....	Umschlag, Heft 2
Lauf von Sonne, Mond und Planeten für Dezember 1930 .....	28—29
Das farbtongleiche Dreieck nach W. Ostwald .....	32
Der Farbkegel von Ostwald .....	32
Bahnlage der Planeten Merkur, Venus, Erde und Mars .....	39
Das System des Kopernikus .....	40
Der Sternenhimmel am 1. Januar 22 <sup>h</sup> , 15. Jan. 21 <sup>h</sup> und 31. Jan. 20 <sup>h</sup> .....	Umschlag, Heft 3
Lauf von Sonne, Mond und Planeten für Januar 1931 .....	44—45
Sinus Sabäus .....	50
Zur Erläuterung des zweiten Keplerschen Gesetzes	54
Mondfinsternis vom 2. April 1931 (3 Figuren)	56—57
Mondfinsternis vom 26. September 1931 .....	59



	Seite		Seite
Änderung der durchschnittlichen Neigung der Achse bipolarer Sonnenfleckengruppen mit der heliographischen Breite .....	64	Lauf von Sonne, Mond und Planeten für Mai 1931 .....	102—103
Das Zodiakallicht. Photographische Aufnahme von Fr. Buser am 21. März 1927 .....	65	Zur Erklärung der größeren Meteorhäufigkeit in den Morgenstunden .....	106
Der Sternenhimmel am 1. Februar 22 <sup>h</sup> , 15. Febr. 21 <sup>h</sup> , 28. Febr. 20 <sup>h</sup> .....	Umschlag, Heft 4/5	Ein Meteorstein, aufgefunden in Friedrichsau ....	109
Lauf von Sonne, Mond und Planeten für Februar und März 1931 (2 Abb.) .....	66—67	Der Sternenhimmel am 1. Juni 22 <sup>h</sup> , 15. Juni 21 <sup>h</sup> , 30. Juni 20 <sup>h</sup> .....	Umschlag, Heft 8
Der Sternenhimmel am 1. März 22 <sup>h</sup> , 15. März 21 <sup>h</sup> , 31. März 20 <sup>h</sup> .....	68	Lauf von Sonne, Mond und Planeten für Juni 1931 .....	116—117
Lichtkurve des Eros .....	73	Die Bahn des Pluto .....	124
Prinzip der ältesten Wasserhebemaschine .....	76	Ost-Zodiakallicht am 18. Dezember 1930 .....	126
Ein von Heron gebauter Mechanismus, durch den die Tempeltüren sich scheinbar von selbst öffneten .....	76	Sonnentätigkeit von 1923 bis 1930 .....	129
Prinzip einer Sonnenkraftmaschine .....	77	Beziehung zwischen Sonnentätigkeit und Funkempfang .....	129
Sonnenmotor in Kalifornien .....	78	Der Sternenhimmel am 1. Juli 22 <sup>h</sup> , 15. Juli 21 <sup>h</sup> , 31. Juli 20 <sup>h</sup> .....	Umschlag, Heft 9
Das Newtonsche Gravitationsgesetz (3 Abb.) .....	80	Lauf von Sonne, Mond und Planeten für Juli 1931 .....	132—133
Der Sternenhimmel am 1. April 22 <sup>h</sup> , 15. April 21 <sup>h</sup> , 30. April 20 <sup>h</sup> .....	Umschlag, Heft 6	Sonnenfleckperiode und Witterungsschwankungen (3 Abb.) .....	139—140
Lauf von Sonne, Mond und Planeten für April 1931 .....	84—85	Himmelpolarisation (21 Fig.) .....	143—148
Große Sonnenfleckengruppe am 25. Oktober 1930 .....	87	Zahlen der Maya (3 Abb.) .....	150—151
Sonnenfleck am 12. August 1928 .....	87	Venus-Hieroglyphe .....	151
Der Neue Stern in den Zwillingen, am 3. April 1912 photographiert mit dem 6-Zöller am großen Fernrohr der Treptow-Sternwarte .....	91	Der Sternenhimmel am 1. August 22 <sup>h</sup> , 15. Aug. 21 <sup>h</sup> , 31. Aug. 20 <sup>h</sup> .....	Umschlag, Heft 10—11
Lichtkurve der Nova Geminorum .....	94	Lauf von Sonne, Mond und Planeten für August und September 1931 (2 Abb.) .....	154—155
Skobelzyn'sche „Nebel Aufnahme“ mit „Ultrastrahl“ .....	96	Der Sternenhimmel am 1. September 22 <sup>h</sup> , 15. Sept. 21 <sup>h</sup> , 30. Sept. 20 <sup>h</sup> .....	156
Registrierstreifen von den Tauchversuchen Regeners im Bodensee .....	96	Ein aztekischer Kalenderstein .....	158
Die Ermittlung des Gewichts der Erde (2 Abb.) .....	98—99	Jupiterzeichnungen (2 Abb.) .....	172
Der Sternenhimmel am 1. Mai 22 <sup>h</sup> , 15. Mai 21 <sup>h</sup> , 31. Mai 20 <sup>h</sup> .....	Umschlag, Heft 7	Der Sternenhimmel am 1. Oktober 22 <sup>h</sup> , 15. Okt. 21 <sup>h</sup> , 31. Okt. 20 <sup>h</sup> .....	Umschlag, Heft 12
		Lauf von Sonne, Mond und Planeten für Oktober 1931 .....	174—175
		Photographie eines 8-fachen Blitzes .....	175

## Verzeichnis der Beilagen.

	Heft		Heft
Photographie in natürlichen Farben mit Agfa-Farbenplatte .....	1	West-Zodiakallicht, photographiert von Fr. Buser am 11. Januar 1928 .....	9
Orionnebel, nach einer Aufnahme mit dem 2½-m-Spiegel der Mt. Wilson-Sternwarte .....	3	Aufnahmen der mittleren und äußeren Sonnenkorona außerhalb von Finsternissen nach einem Spezialverfahren von G. Blunck .....	
Marszeichnungen von Prof. Dr. K. Bohlin (farbig) .....	4—5		

## Sach- und Namenregister.

	Seite		Seite
Aerologische Forschungsfahrten und Luftverkehr .....	104	(Elektrizität)	
Astronomische Gesellschaft, Aus ihrer Arbeit .....	40	Leuchtphänomene und ihre Deutung .....	161
Astronomisches Jahrbuch, Berliner .....	176	Erde:	
Atmosphärische Erscheinungen:		Bestimmung der Größe .....	8
Blitz, ein 8-facher .....	175	Erdströme .....	19
Halobeobachtungen .....	14, 86	Gewicht .....	98
Bruhns, Carl Christian, zum 100. Geburtstage .....	26	—, warum dreht sie sich? .....	70
Elektrizität:		Fundamentalsystem, astronomisches .....	103
— auf der Erde und im Kosmos .....	17, 161	Funkempfang und Sonnenflecken .....	129

	Seite
<b>Geschichte der Astronomie:</b>	
Bessels Messung einer Fixsternentfernung . . . . .	128
Erde, Ermittlung des Gewichts . . . . .	98
—, erste Bestimmung der Größe . . . . .	8
Finsternisvoraussagen, Entstehung . . . . .	33
Fixsternastronomie, Erschließung der . . . . .	112
Gestirne, Erforschung der physikalischen und chemischen Natur . . . . .	141
Kalender, Vorstufen . . . . .	9
Kalenderstein, aztekischer . . . . .	158
Keplersche Gesetze der Planetenbewegung . . . . .	53
Maya, Zeitrechnung und Astronomie . . . . .	149
Messende Beobachtung . . . . .	7
Newtons Weltgesetz . . . . .	79
Orientation . . . . .	136
Weltsystem, Anfänge des heliozentrischen . . . . .	25
—, Kopernikanisches . . . . .	39
Gewicht und Masse . . . . .	99
Hagen, Johann Georg † . . . . .	15
Halbeobachtungen . . . . .	14, 86
Höhenstrahlung, neuere Ergebnisse . . . . .	95
<b>Kepler:</b>	
— Briefe . . . . .	87
— Ehrung in Regensburg . . . . .	31
— Festschrift . . . . .	176
Planetenbenennung . . . . .	31
Planetenbewegung . . . . .	53
Kinematographie der Mondfinsternis 1931 April 2 . . . . .	101, 115
<b>Kometen:</b>	
1902, nachträgliche Auffindung . . . . .	103
Encke 1931 a, Wiederauffindung . . . . .	159
Nagata 1931 b . . . . .	174
Nakamura 1930 g . . . . .	47
Ryves 1931 c . . . . .	174
Tempel II 1930 f, Wiederauffindung . . . . .	16
<b>Lehrmittel:</b>	
Westermanns Umriss . . . . .	16
Leuchterscheinungen bei verschiedenem Vakuum . . . . .	162
<b>Liebhaberastronomie:</b>	
Wie ich ein Freund der Sterne wurde . . . . .	118
Littrow, Joseph Johann von . . . . .	81
Masse und Gewicht . . . . .	99
Meßinstrumente der Alten . . . . .	7
<b>Meteore und Sternschnuppen:</b>	
1908 Juni 30 . . . . .	70
Beobachtungen . . . . .	47, 134
Feuerkugeln und Sternschnuppen . . . . .	105
<b>Meteorologie:</b>	
Badische Gesellsch. f. Wetter- u. Klimaforschung, Aus der Tagung . . . . .	62
Blitz, ein 8-facher . . . . .	175
Gewitter . . . . .	17
Himmelpolarisation . . . . .	142
Witterungsschwankungen und Sonnenfleckenperiode . . . . .	137
Michelson, Albert A. † . . . . .	120

	Seite
<b>Mond:</b>	
Finsternis, vom Monde aus betrachtet . . . . .	169
Finsternis 1931 April 2 . . . . .	56, 85, 101
—, Kinematographie der . . . . .	101, 115
Finsternis 1931 Sept. 26 . . . . .	59, 156
—, Vorausbestimmung d. Ein- und Austritts v. Mondkratern . . . . .	159
Finsternisvoraussagen, Entstehung . . . . .	33
Mondhöhen, extreme . . . . .	175
Temperatur . . . . .	21
<b>Nebel:</b>	
Orionnebel . . . . .	44
Newtons Gravitationsgesetz . . . . .	79
Nordlicht 1930 Okt. 17 . . . . .	30
Ostwaldscher Farbenkegel . . . . .	31
<b>Photographie:</b>	
Blitz, ein 8-facher . . . . .	175
Farben- . . . . .	11
Sonnenkorona . . . . .	130
<b>Planeten:</b>	
Heliozentrische Längen für 1931 . . . . .	71
Jupiterbeobachtungen 1930 bis 1931 . . . . .	171
Jupitermonde, Unsichtbarkeit der vier großen 1931 Febr. 14 . . . . .	67
<b>Mars</b>	
Allgemeines . . . . .	52
Aussehen Januar 1931 . . . . .	71
Bedeckung durch Mond . . . . .	133
Zeichnungen und Farbenstudien . . . . .	49
Merkurlicht, Polarisation . . . . .	175
Pluto . . . . .	29, 68, 121
Planetensystem, Entwicklungsgang (v. Nölke) . . . . .	48
<b>Planetoiden:</b>	
Bahnen von großer Exzentrizität . . . . .	5
Benennung v. 1134 u. 927 (Kepler u. Ratisbona) . . . . .	31
Beobachtung von — . . . . .	15, 71, 87, 104, 136
Eros-Opposition 1930—31 . . . . .	1, 15, 31, 48, 71, 73
Psyche . . . . .	15
Polarisation des Himmels . . . . .	142
— des Merkurlichtes . . . . .	175
<b>Relativitätstheorie u. Weltanschauung (v. Driesch)</b>	
	48
Saros-Periode . . . . .	36
Schoch, Karl . . . . .	113
Schule und Astronomie . . . . .	43, 151
Silbenrätsel, astronomische . . . . .	32, 71, 72, 120
<b>Sonne:</b>	
Finsternisse 1931 . . . . .	58
Finsternisvoraussagen, Entstehung . . . . .	33
<b>Flecken</b>	
Gesetzmäßigkeiten in der Anordnung zu Gruppen . . . . .	63
Periode und Witterungsschwankungen . . . . .	137
Relativzahlen 1930 . . . . .	87
Rotation in . . . . .	86
Schülen-Wilsonsches Phänomen, Beobachtungen 1925—1930 . . . . .	118
— und Funkempfang . . . . .	129
— und Nordlicht 1930 Okt. 17 . . . . .	31

	Seite		Seite
(Sonne)		(Sterne)	
Korona, das Photographieren .....	130	(Veränderliche)	
Parallaxenbestimmung durch Eros .....	3	Beobachtungsmethode .....	60
Sonnenenergie, unmittelbare Ausnutzung .....	75	$\lambda$ Tauri .....	27
Sonnenstrahlen, elektrische Wirkung .....	19	Veränderlicher m. kürzester Periode .....	87
Sonnenuntergang, physikalische Betrachtung ...	43	W Virginis .....	42
Sternbedeckungen, Hilfsgrößen zur Berechnung	46	Zonen-Unternehmen der AG .....	41
Sternbilder:		Sternhimmel:	
Herkules .....	153	Bewegungen am — .....	153
Jungfrau .....	101	— im Regenschirm .....	54
Löwe .....	83	Sternschnuppen (siehe Meteore)	
Skorpion .....	132		
Umgrenzungen, neue .....	83	Technik:	
Waage .....	116	Sonnenenergie, unmittelbare Ausnutzung .....	75
Sterne:		Treptow-Sternwarte, neues physikalisches Kabinett .....	159, 161
Entfernungsmessung, erste .....	128	Wasserdruck in großen Meerestiefen .....	119
Fixsterne, Erschließung der Astronomie der ...	112		
Neue Sterne .....	89	Zeitrechnung:	
—, Geschichte .....	89	Kalender, Vorstufen .....	9
Plejadensterne, Spektren .....	157	Kalenderstein, aztekischer .....	158
Rotation .....	47	— der Maya .....	149
Sirius, Farbe .....	136	Zodiakallicht .....	65, 125
Sternatmosphären, Strömungen in .....	135		
Veränderliche			
Algolveränderlicher, neuer heller .....	135		

# DAS WELTALL

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

30. Jahrgang Heft 1

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

Oktober 1930

## Inhaltsverzeichnis:

- |   |         |  |          |
|---|---------|--|----------|
| 1. Zur Eros-Opposition 1930-31. Von Prof. Dr. G. Stracke. Mit zwei Abbildungen. . . . .   | Seite 1 | 5. Der gestirnte Himmel im November 1930. Von Dr. F. S. Archenhold und G. Archenhold. Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten. . . . . | Seite 12 |
| 2. Marksteine auf dem Wege des Eindringens in das Weltall. Von Prof. Dr. Fr. Dannemann. I. Messende Beobachtung als Anfang der Astronomie. II. Die erste Bestimmung der Größe der Erde. Mit fünf Abbildungen. . . | „ 7     | 6. Aus dem Leserkreise: Beobachtungen von Halos. . . . .   | „ 14     |
| 3. Vorstufen unseres Kalenders in der Volkskunde und im Kalender. Von Studienrat Prof. Dr. Ferdinand Bork. Mit einer Abbildung. . .   | „ 9     | 7. Kleine Mitteilungen: Johann Georg Hagen †. – Beobachtung von Planetoiden. – Auffindung des zweiten Tempelschen Kometen (1930f) . . .  | „ 15     |
| 4. Das Photographieren in natürlichen Farben. Mit einer farbigen Beilage und einer Abbildung . . .  | „ 11    | 8. Bücherschau. . . . .  | „ 16     |

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

## Zur Eros-Opposition 1930–31.

Von Professor Dr. G. Stracke, Berlin-Dahlem.

(Mit zwei Abbildungen.)

Seit drei Jahrzehnten sieht man in der astronomischen Welt der bevorstehenden Opposition des kleinen Planeten 433 Eros mit großen Erwartungen entgegen. Von allen bisher bekannten Körpern des Sonnensystems ist Eros infolge seiner ungewöhnlichen Bahnlage das geeignetste Objekt zur Bestimmung mehrerer fundamentalen astronomischen Konstanten. Seine bisher günstigste Opposition nach seiner Entdeckung war die von 1900–01, die zur Konstantenbestimmung wertvolle Beiträge geliefert hat. Wesentlich bessere Erfolge verspricht die Opposition 1930-31, da sie einmal erheblich günstiger ist als die vor drei Jahrzehnten, und da seit dieser Zeit in der Verbesserung der Sternpositionen und in der Verfeinerung der astronomischen Beobachtungskunst große Fortschritte erzielt sind.

Eros wurde am 13. August 1898 in Berlin von G. Witt auf photographischem Wege entdeckt. Die von A. Berberich ausgeführte erste Bahnbestimmung ergab als ganz unerwartetes Resultat, daß die mittlere Sonnenentfernung von Eros 1,46 astronomische Einheiten, also kleiner als die des Mars ist, die 1,52 beträgt. Da die Exzentrizität der Bahn mit 0,22 nicht unerheblich ist, so liegt das Perihel in der Sonnenentfernung 1,13 beträchtlich innerhalb der Marsbahn. Die erdnahe Perihellage und der Umstand, daß Perihel und absteigender Knoten sehr nahe zusammenfallen, bewirken, daß Eros in einer für die Beobachtung ziemlich günstigen

Jahreszeit, in der 2. Hälfte des Januar, bis auf 0,15 astr. Einheiten der Erde nahe kommen kann. Dieser günstigste Fall wurde zuletzt 1894 erreicht. Leider sind aus dieser Opposition erst nachträglich nur eine kleinere Zahl von Erospositionen auf photographischen Platten aufgefunden worden, die überdies an Genauigkeit zu wünschen übrig lassen. Eine ähnlich günstige Erscheinung ist die bevorstehende Opposition 1930-31, in der Eros der Erde bis auf 0,17 a. E. nahe kommt. Das Aphel liegt in der Sonnenentfernung 1,78 im Gebiete des Gros der kleinen Planeten. In Abb. 1 sind die (in die Ekliptik geschlagenen) heliozentrischen Bahnen mehrerer großen und kleinen Planeten dargestellt, darunter auch die von Eros. Die Knotenlage der Bahnen ist durch die verschiedenartige zeichnerische Ausführung der Bahnkurven angedeutet. Die Bahn von Eros ist gegen die Ekliptik um  $10^{\circ},8$  geneigt. Die Stelle seiner größten Erdannäherung ist durch einen Pfeil gekennzeichnet.

Infolge der großen Unterschiede in den Entfernungen von Eros schwankt auch seine Helligkeit ziemlich stark, nämlich zwischen der 7. und 12. Größe, während die mittlere Helligkeit 9,5 ist. In mehreren Oppositionen konnten periodische Schwankungen der Helligkeit festgestellt werden. So beobachtete E. v. Oppolzer 1900-01 eine Schwankung von 1,7 Größenklassen. Die Periode war etwa 5 Stunden, während der 2 ungleiche Maxima und Minima

auftraten. Schwankungen wurden auch von S. J. Bailey, M. Harwood, L. Campbell u. a. in den Oppositionen 1903, 1914, 1916 und 1919 beobachtet. Hingegen konnten P. Guthnick und E. Bernewitz trotz ausgedehnter Beobachtungen während der Oppositionen 1907 und 1921 keine

und 1900-01, nur 3 Beobachtungen die Opposition 1903 und 1919 ergeben. Es ist leider versäumt, immer wieder auf die Wichtigkeit zahlreicher gleichmäßig verteilter Beobachtungen in allen Oppositionen hinzuweisen.

Die rechnerische Bearbeitung der Erosbahn lag im wesentlichen in den Händen des Entdeckers G. Witt. Unter Verwendung seiner Vorarbeiten und der von E. Millosevich leitete E. Noteboom aus 24 Normalorten, die aus den Beobachtungen aller Oppositionen bis 1914 gebildet sind, bei Berücksichtigung der Störungen durch die 8 großen Planeten ein verbessertes Elementensystem ab. Nach der Verbesserung zeigte sich in der Darstellung der Normalorte ein wenn auch nur kleiner Gang in den übrigbleibenden Fehlern, der unaufgeklärt geblieben ist. Mit den Noteboomschen Elementen setzte Witt die Störungsrechnung bis zur Opposition 1930-31 fort. Als vorläufiges Endresultat dieser zeitraubenden Rechnungen gab Witt im Jahre 1925 eine genäherte Erosphemeride, die die Grundlage zu den umfangreichen Vorarbeiten zu der Opposition 1930-31 bilden sollte. Aus der Ephemeride in Astr. Nachr. Bd. 224 S. 385, oder besser noch aus der graphischen Darstellung in Abb. 2 erkennt man den eigenartigen Verlauf der scheinbaren Erosbahn. Die Helligkeit nimmt von der Größe 10,6 zu Anfang Oktober bis auf 7,1 gegen Ende Januar zu, um dann wieder bis zur 10,0. Größe Anfang Mai herabzusinken.

Die Vorarbeiten zu dieser Opposition bestehen in der Bestimmung äußerst genauer Positionen einer großen Zahl von Anhaltsternen, die zur Ortsbestimmung von Eros benutzt werden sollen. Zunächst war ein weitmaschiges Netz von über 800 Sternen (Anhaltsterne 1. Ordnung) mit Hilfe des Meridiankreises festzulegen. Sodann sollte auf photographischem Wege ein dichteres Netz von Sternen (Anhaltsterne 2. Ordnung) bestimmt werden, die sich der Erosbahn möglichst eng anschließen, und die so dicht zu wählen sind, daß den Beobachtern während der kommenden Erosopposition für visuelle und photographische Beobachtungen mit langbrennweitigen Fernrohren eine genügende Zahl dieser Sterne zur Verfügung steht.

Im Jahre 1925 wurde in Zusammenarbeit mit mehreren Sternwarten des In- und Auslandes die Bearbeitung der Anhaltsterne 1. Ordnung im Astronomischen Rechen-Institut unter Leitung von A. Kopff in Angriff genommen. Diese Sterne dienen im wesentlichen zur Ermittlung der Konstanten der photographischen Platten, können aber auch für die Ortsbestimmung des Eros selbst mittelst kurzbrennweitiger Instrumente benutzt werden. Der Durchführung des Programms stellten sich erhebliche Schwierigkeiten entgegen, die vor allem durch die Lichtschwäche eines Teiles der Sterne bedingt ist. Das Programm mußte in Ermangelung einer genügenden Zahl geeigneter Refraktoren mit großem brauchbaren Gesichtsfeld so aufgestellt werden, daß für die späteren photo-

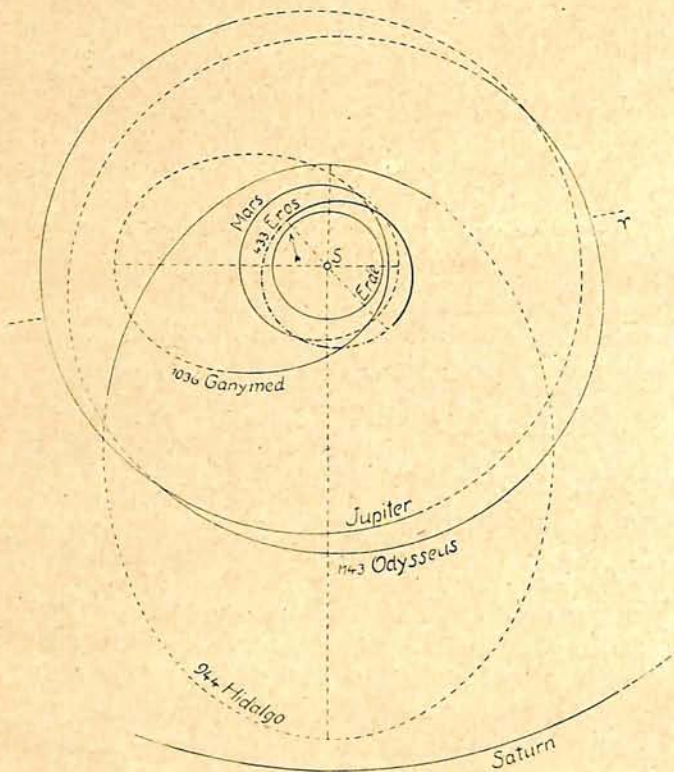


Abb. 1.  
Heliozentrische Bahnen mehrerer Planeten.

nennenswerten Schwankungen ermitteln. Erklärungsversuche für die auffälligen Erscheinungen liegen mehrere vor. So hielt H. v. Seeliger Eros für eine sehr unregelmäßig geformte starre Masse, die ein abgesprengtes Stück eines durch Zusammenprall mit einem anderen Körper zerstörten Planeten sei. K. Graff hielt den Vorgang nur für vorstellbar, wenn man Rotation und Spiegelung an einer Stelle der Oberfläche eines stark unsymmetrischen Körpers annehme. In der Annahme einer Albedo von 0,24 ist der Erosdurchmesser nur 32 km.

Eros hat eine siderische Periode von  $1\frac{3}{4}$  Jahren und eine synodische Periode von  $2\frac{1}{2}$  Jahren. Seit der Entdeckungsoption 1898-99 haben bis jetzt 14 Oppositionen stattgefunden, die sämtlich beobachtet worden sind. Nachträglich konnte Eros auf Platten aus den Jahren 1893-94 und 1896 festgestellt werden. Die Beobachtungen aus den 16 Erscheinungen sind zwar nicht ganz gleichmäßig über die Bahn verteilt, wie es für eine sichere Bahnbestimmung stets erwünscht sein muß. Es liegen aber mehrere tausend Beobachtungen vor, so daß Eros zu den am meisten beobachteten kleinen Planeten gehört. Ungewöhnlich zahlreiche Beobachtungen haben die Erscheinungen 1898-99

graphischen Aufnahmen von Eros die Himmelskartenrefraktoren zu benutzen sind. Da diese aber ein kleines Gesichtsfeld haben, so war die Einbeziehung von Sternen, die für den Meridiankreis schwach sind, nicht zu umgehen. Ihre sichere Bestimmung wird aber nur dann keine Schwierigkeiten bereiten, wenn unter Verwendung gut ausgewählter Gitter mit dem Taster beobachtet wird. Auf die schwachen Sterne, deren Grenzhelligkeit die Helligkeit 9,5 ist, konnte nicht verzichtet werden, da sie empfindliche Lücken im Netz der Anhaltsterne ausfüllen, und deren Fehlen sich beim Bestimmen der Plattenkonstanten vielleicht fühlbar machen würde. In jedem Feld von  $2 \times 2^{\circ}$ , dessen Mittelpunkt sich auf der Erosbahn befindet, wurden etwa 8 möglichst gleichmäßig verteilte Sterne ausgewählt, die visuell gut beobachtbar aber photographisch nicht zu hell sind. Es wurde Wert darauf gelegt, daß namentlich im Hinblick auf die Ableitung der Eigenbewegungen für jeden Stern wenigstens eine Beobachtung in einem modernen Meridiankreiskatalog vorlag. Infolge des teilweise sehr steilen Laufes der Erosbahn erwies es sich als notwendig, daß die Neubearbeitung der Sterne am Meridiankreis von mehreren Sternwarten ausgeführt wurde. An der Beobachtung dieser Anhaltsterne 1. Ordnung waren die Sternwarten Babelsberg, Bergedorf, Cape, Cincinnati, Greenwich, Heidelberg, Lick, Padua, Uccle, Washington beteiligt. Die Bearbeitung des Beobachtungsmaterials, bei dem die Ergebnisse der Neubearbeitung des neuen Auwers'schen Fundamentalkataloges selbstverständlich berücksichtigt wurden, ist soweit vorgeschritten, daß die Aufstellung des Gesamtkataloges der Anhaltsterne 1. Ordnung nahe vor dem Abschluß steht. In den Katalog wurden auch die Spektren der Sterne aufgenommen, da sie sowohl bei der visuellen Beobachtung beachtet werden müssen, als auch für die Beurteilung der Helligkeit auf den photographischen Platten von Wert sind.

Der 2. Teil der Vorbereitungsarbeiten, die Bestimmung der Oerter der Anhaltsterne 2. Ordnung, ist damit eingeleitet, daß in Bergedorf die Felder der Erosbahn photographiert und die Auswahl der Sterne so getroffen wurde, daß auf ein Plattenfeld von  $1 \times 1^{\circ}$  außer den Anhaltsternen 1. Ordnung etwa 6—8 Sterne von der 10. bis 12,5. Größe ausgesucht sind. Sodann wurden dort besondere Aufnahmen der Erosbahn gemacht, auf denen später diejenigen Sterne 2. Ordnung der Hamburger Liste vermessen werden sollen, die für die Erosaufnahmen in Frage gekommen sein werden. Außerdem wurde in Babelsberg noch eine visuelle Durchmusterung des größten Teiles der Erosfelder am Refraktor zwecks Auswahl von visuell helleren Sternen ausgeführt. Von mehreren Seiten wurde vorgeschlagen, die Auswahl der Anhaltsterne 2. Ordnung während der Erosbeobachtung den Beobachtern selbst zu überlassen. Dieser Vorschlag wird wahrscheinlich umso mehr Anklang finden, als auf Grund

der unerwartet großen Abweichungen der ersten Erosbeobachtungen der jetzigen Erscheinung von der Ephemeride mit der Möglichkeit gerechnet werden muß, daß für die Auswahl der Sterne 2. Ordnung die vorausberechnete Erosbahn mit der wahren Bahn in der Zeit der größten Annäherung nicht genau genug übereinstimmt. Es ist selbstverständlich, daß vor Auswertung des zu erwartenden reichen Beobachtungsmaterials die Erosbahn mit größtmöglicher Vollkommenheit aus allen Beobachtungen von 1893 bis 1931 abgeleitet sein muß.

Die Auswertung soll, wie einleitend gesagt wurde, vor allem in der Bestimmung oder richtiger, der Verbesserung mehrerer fundamentalen astronomischen Konstanten, der Grundlage aller astronomischen Maßbestimmungen bestehen. Zu den wichtigsten Konstanten gehört die Sonnenparallaxe, d. i. der Winkel, unter dem im Sonnenmittelpunkt der Radius des Erdäquators erscheint, wenn sich die Erde in der mittleren Entfernung von der Sonne befindet. Mit der Sonnenparallaxe wird danach auch die fundamentale Längeneinheit des Sonnensystems, die mittlere Entfernung Erde—Sonne bekannt. Eine genaue direkte Messung der Sonnenparallaxe, deren Wert nur etwa  $8''.80$  beträgt, scheidet aus leicht ersichtlichen Gründen aus. Zu ihrer Bestimmung gibt es aber mehrere andere Methoden, zu deren besten diejenige gehört, die von der großen Erdnähe von Eros Gebrauch macht. Da durch das 3. Keplersche Gesetz alle Entfernungen (Parallaxen) im Sonnensystem aus den mit großer Genauigkeit bekannten Umlaufzeiten folgen, sobald nur eine der Entfernungen (Parallaxen) bekannt geworden ist, so braucht man nur die Parallaxe eines einzigen Körpers zu bestimmen. Dazu wird man natürlich einen Himmelskörper wählen, der der Erde sehr nahe kommt, dessen Parallaxe also sehr groß ist. Das geeignetste Objekt ist Eros, der eine sehr große Parallaxe erreicht, dessen Bahn genügend gesichert werden kann, und der wegen seines punktförmigen Aussehens gegenüber den großen Planeten eine größere Beobachtungsgenauigkeit zuläßt. Das Prinzip der Methode besteht darin, die parallaktische Ortsverschiebung von Eros durch Anschluß an in gleicher Richtung liegende Fixsterne von 2 stark verschiedenen Standpunkten aus zu bestimmen, und aus der Erosparallaxe unter Anwendung des 3. Keplerschen Gesetzes die Sonnenparallaxe zu berechnen. Die Bestimmung der Parallaxe von Eros, die bei seiner kleinsten Erdentfernung von 0,17 a. E. in der Opposition 1930-31 mit  $50''.2$  den 6-fachen Betrag der Sonnenparallaxe erreicht, ist am erfolgversprechendsten, wenn das Maximum an parallaktischer Verschiebung von Eros beobachtet wird. Dabei sind die Besonderheiten der scheinbaren Erosbahn zu beachten und auszunutzen. Dementsprechend werden drei Arten von Beobachtungen vorgeschlagen: 1. Beobachtungen, die an derselben Sternwarte in großen westlichen und östlichen Stundenwinkeln, d. h.

abends und morgens angestellt werden. (Messung von Rektaszensionsdifferenzen.) 2. Korrespondierende Beobachtungen an 2 Sternwarten, die in nahe gleicher Breite aber in Länge um mehrere Stunden auseinanderliegen, oder Beobachtungen nahe dem Meridian an der östlichen Sternwarte und in großem östlichen Stundenwinkel an der westlichen Sternwarte. (Messung von Rektaszensionsdifferenzen.) 3. Korrespondierende Beobachtungen an Sternwarten, die in nahe gleicher Länge aber in Breite möglichst weit auseinanderliegen. (Messung von Deklinationsdifferenzen.) Jede dieser Methoden hat ihre Licht- und ihre Schattenseiten, auf die näher einzugehen hier zu weit führen würde. Für die Ermittlung der Sonnenparallaxe würde es genügen, wenn Eros nur in der engeren Umgebung der größten Annäherung (etwa Januar und Februar 1931) beobachtet würde. Mit Rücksicht auf den Umkehrpunkt gegen Mitte März, in dem Eros fast 8 Tage zum Stillstand kommt, empfiehlt sich aber eine Ausdehnung der Beobachtungen bis in die 2. Hälfte des März. Denn hier hat man große Aussicht, viele Anschlüsse von Eros an denselben Fixstern vornehmen zu können. Man erreicht damit den Vorteil, etwaige Fehler in den Sternpositionen auszuschalten, ein Vorteil, der bei der raschen Bewegung von Eros und der sternarmen Gegend während des wichtigsten Teiles der Bahn leider nur wenig wahrgenommen werden kann.

Neben der Bestimmung der Sonnenparallaxe hofft man aber noch andere Konstanten aus den Erosbeobachtungen ableiten zu können. Um diese Möglichkeit voll auszuschöpfen, ist es wichtig, daß die Beobachtungen über die ganze Ausdehnung der Wittschen Ephemeride angestellt werden. Beobachtungsreihen, die sich über mehrere Monate erstrecken müssen, sind z. B. für die Bestimmung der sogen. lunaren Gleichung erforderlich. Diese ist für den Beobachter gleichfalls eine Ortsverschiebung aller Himmelskörper, die um so größer ist, je näher sie der Erde sind. Auch zu ihrer Bestimmung ist also Eros in der jetzigen Opposition hervorragend geeignet. Die Verschiebung kommt auf folgende Weise zustande. Nicht der Erdmittelpunkt beschreibt die sogen. Erdbahn, sondern der Mittelpunkt der Masse Erde + Mond. Erde und Mond führen in etwa einem Monat (Lunation) kleine Bewegungen um den Massenmittelpunkt aus. Und zwar ist die Erdbewegung um so viel kleiner als die des Mondes, wie ihre Masse größer ist. Die notwendige Folge dieser monatlichen Bewegung ist für den irdischen Beobachter eine abwechselnd westliche und östliche Schwankung des Erosortes gegen den Ort, in dem er ihn sehen würde, wenn die Erdbewegung um den Massenmittelpunkt nicht vorhanden wäre. Diese lunare Gleichung genannte Schwankung wird als Störungsglied in die Erd-(Sonnen-)bewegung eingeführt, und hängt vor allem vom Verhältnis der Mond- zur Erdmasse ab. Sie ist in Rektaszension u. a. dem Ausdruck  $\sin(\alpha - \alpha_{\epsilon})$  proportional, wo  $\alpha$  und  $\alpha_{\epsilon}$  die

Rektaszensionen von Eros und Mond sind. Ihre extremen Werte erreicht sie also bei  $\alpha - \alpha_{\epsilon} = \pm 6^{\text{h}}$ . Die Erfahrungen bei der Opposition 1900-01 haben gelehrt, daß es zweckmäßig ist, Eros auch dann zu beobachten, wenn die lunare Gleichung gleich null ist. Die Beobachtungen sind also zu den Zeiten anzustellen, an denen  $\alpha - \alpha_{\epsilon} = 0^{\text{h}}, 6^{\text{h}}, 12^{\text{h}}, 18^{\text{h}}$  ist, und zwar sind sie über möglichst viele Perioden der lunaren Gleichung auszudehnen. In der ausführlichen Eros Ephemeride werden den Beobachtern alle erforderlichen Hinweise für die zweckmäßigsten Beobachtungszeiten gegeben. Diese Beobachtungen liefern geozentrische Erosörter, in die die lunare Gleichung insofern eingeht, als sie in den Sonnenkoordinaten enthalten ist. Aus ihnen kann man Korrekturen der benutzten lunaren Gleichung ableiten, und kann dann aus einer Beziehung zwischen ihr, der Sonnenparallaxe und der Mondmasse auch die letztere berechnen.

Wie weit das Beobachtungsmaterial der bevorstehenden Erosopposition geeignet ist, noch andere Konstanten zu bestimmen, (etwa die Venusmasse, die Erdbahnelemente usw.) muß späterer Entscheidung vorbehalten bleiben.

Besondere Aufmerksamkeit sollte noch der Frage zugewendet werden, ob nicht durch ausgedehnte Beobachtungsreihen am Meridiankreise eine Verbesserung des Fundamentalsystems zu erreichen ist.

Zu den Beobachtungsmethoden am visuellen und photographischen Refraktor, am Helio- meter, am Meridiankreis und zur technischen Ausführung der Beobachtungen sind von mehreren Seiten eine Reihe von Vorschlägen gemacht, die Berücksichtigung verdienen. Sie geben vor allem Hinweise zur Ausschaltung oder Verminderung aller Arten von systematischen Fehlern (atmosphärische Dispersion, Helligkeitsgleichung, Farbendifferenzen, Instrumentalfehler usw.). Diese Fehler sind geeignet, bei nicht ausreichender Beachtung den Erfolg völlig in Frage zu stellen. Wenn die Erosopposition den erwarteten Erfolg haben, und den bisherigen großen Aufwand an vorbereitenden Arbeiten rechtfertigen soll, so muß auf große Reihen erstklassiger Beobachtungen, die nach möglichst verschiedenen Methoden angestellt sind, größter Wert gelegt werden. Nur Beobachtungen, deren Unsicherheit kleiner ist als einige wenige Hundertstel Sekunden, können einen wesentlichen Beitrag zur genaueren Bestimmung der astronomischen Konstanten liefern.

Die nach Abschluß der Erosbeobachtungen der bevorstehenden Opposition vorzunehmende Verwertung des Beobachtungsmaterials muß nach einheitlichen Gesichtspunkten, und möglichst an zentralen Stellen ausgeführt werden. Es ist selbstverständlich, daß auch dabei das äußerste an Genauigkeit geleistet werden muß, wenn ein Fortschritt erzielt werden soll. Der Fortschritt für die astronomische Wissenschaft besteht nicht nur darin, daß die Konstanten und Planetenmassen an sich genauer als bisher be-

stimmt werden, sondern darin, daß erst die genaueren Werte eine Prüfung der Frage nach der Gültigkeit der Newtonschen Mechanik zulassen.

Um das Jahr 1890, als die Zahl der bekannten kleinen Planeten etwa 300 betrug, tauchte der Gedanke auf, die Suche nach ihnen und ihre systematische Verfolgung aufzugeben, da der Gewinn für die astronomische Forschung im Vergleich zum Arbeitsaufwand zu gering sei. Die Diskussion hierüber wurde dadurch unterbrochen, daß M. Wolf ein neues Verfahren der Aufsuchung und Verfolgung der kleinen Planeten, das photographische Verfahren, einführte. Die Folge war eine ununterbrochene Kette von Neuentdeckungen, die die interessantesten Typen unter den kleinen Planeten überhaupt erst bekannt werden ließen. Wenige Jahre später wurde Eros entdeckt, der für die Bestimmung der Konstanten im Sonnensystem von so großer Bedeutung geworden ist. Durch Verzicht auf Planetenbeobachtungen wäre Eros voraussichtlich gar nicht entdeckt und damit ein erheblicher Fortschritt vereitelt worden. Wieder einige Jahre später fand man den ersten kleinen Planeten, dessen mittlere tägliche Bewegung fast genau gleich der von Jupiter ist. Diesem folgten von demselben Typ 6 weitere Planeten, die man die Trojaner nennt: 588 Achilles, 617 Patroclus, 624 Hektor, 659 Nestor, 884 Priamus, 911 Agamemnon und 1143 Odysseus. Sie wurden in den Jahren 1906—30 sämtlich in Heidelberg entdeckt. Die Kenntnis der Bahnformen der Planeten wurde im Jahre 1911 mit der Entdeckung eines Planeten erweitert, dessen Bahnexzentrizität den bis dahin größten Wert von 0,54 hatte. Diesem Funde folgten später 2 ganz ähnliche. Es sind dies die 3 Planeten: 719 Albert, 887 Alinda, 1036 Ganymed. Infolge der großen Exzentrizitäten kommen sie der Erde beinahe ebenso nahe wie Eros. Für eine Bestimmung der Sonnenparallaxe kommt aber nur Ganymed in Frage. Er ist so hell, daß er während des ganzen Umlaufs verfolgt werden kann. In der Umgebung der größten Annäherung an die Erde wird er nahezu ebenso hell wie Eros, ist also selbst dem Meridiankreis zugänglich. Albert ist verloren gegangen. Alinda kann infolge der Lichtschwäche nur in der Umgebung des Perihels beobachtet werden, so daß wegen der ungünstigen Verteilung der Beobachtungen die sichere Bahnbestimmung erhebliche Schwierigkeiten bereitet, größere als bei Eros, der in allen Oppositionen beobachtet wurde. Der Durchmesser von Ganymed gehört mit etwa 170 km zu den mittelgroßen, während die von Albert und Alinda mit 5—6 km zu den kleinsten bekannten Werten gehören.

Eine ganz erhebliche Ausdehnung des Bereichs der heliozentrischen Bahnen der Planeten trat mit der Entdeckung von 944 Hidalgo ein. Seine mittlere tägliche Bewegung ist mit 260" die kleinste, während die Exzentrizität und die Neigung seiner Bahn gegen die Ekliptik mit 0,65 bzw. 43° die bisher größten Werte unter denen der Planeten erreicht haben. Seine größte

Entfernung von der Sonne ist 9,4, also nicht viel kleiner als die des Saturn. Die Bahn ist ihrer Lage und Form nach so durchaus ähnlich denen einer Reihe von kurzperiodischen Kometen, daß man zunächst schwankte, ob man ihn wirklich zu den Planeten zählen dürfe. Entscheidend für die Eingruppierung unter die Planeten war sein punktförmiges Aussehen. Hinsichtlich der Bahnformen besteht kein nennenswerter Unterschied mehr zwischen Planeten und periodischen Kometen.

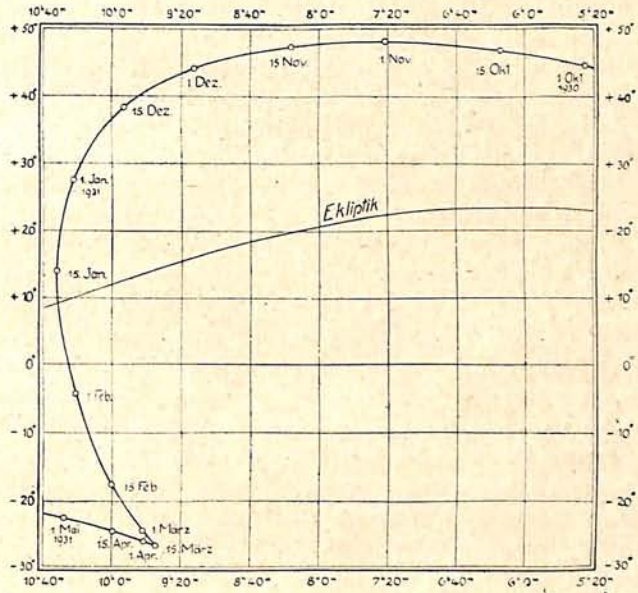


Abb. 2.  
Eros-Bahn in der Opposition 1930-31.

Der Planetenring hat mit Eros und der Albertgruppe auf der Innenseite, mit Hidalgo auf der Außenseite eine sehr starke Erweiterung erfahren. Während er bis 1898 durch die Bahnen der großen Planeten Mars und Jupiter begrenzt war, bilden jetzt die Bahnen von Erde und Saturn die Grenzen. (Vergl. Abb. 1.) Dieser Raum ist in den letzten Jahrzehnten durch die zahlreichen Neuentdeckungen — die Zahl der nummerierten Planeten ist jetzt auf 1152 gestiegen — immer mehr ausgefüllt, auch in den Grenzgebieten. So ist z. B. in den bisher freien Raum zwischen 460" und 510" mittlerer Bewegung 1144 mit 489" eingetreten. In den Raum zwischen Eros und den Hauptring haben sich mehrere Planeten mit etwa 1300" Bewegung eingeschoben.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Entdeckungen der letzten Jahrzehnte das Bild des Planetenringes völlig verändert haben. Die Kosmogonie ist damit vor ganz neue Aufgaben gestellt, denn gerade die in den letzten Jahrzehnten bekannt gewordenen ungewöhnlichen Bahnformen der kleinen Planeten bereiten den zahlreichen Hypothesen über die Entstehung des Sonnensystems erhebliche Schwierigkeiten.

Auf dem indirekten Wege über die Helligkeitsmessungen hat man Volumen und Gesamtmasse des Planetenringes zu bestimmen ge-



sucht. In der Annahme einer Albedo von 0,24 für alle Planeten entspricht das Volumen dem einer Kugel mit einem Radius von etwa 670 km. Für die Masse erhält man etwa ein 285 Millionstel der Sonnenmasse. Da der zugrunde gelegte Wert der Albedo auch wesentlich anders aussehen kann, so sind die hier genannten Zahlenwerte unsicher. Man hat gefunden, daß bei gleichmäßiger Massenverteilung der Planetenring nicht imstande ist, meßbare Störungen auf benachbarte Körper des Sonnensystems hervorzurufen. Nun ist aber die Verteilung der Planeten vom heliozentrischen Standpunkt aus als durchaus nicht gleichmäßig festgestellt worden. Wenigstens geht aus einer Anordnung der Anzahl für jede Rektaszensionsstunde hervor, daß sich in dem Moment, für den die Untersuchung durchgeführt wurde, bei 12<sup>h</sup> ein ausgesprochenes Häufigkeitsmaximum, bei 22<sup>h</sup> ein entsprechendes Minimum findet. Vielleicht ist dieser Massenhügel doch imstande, meßbare Störungen auf benachbarte Planeten auszuüben. Diese Frage ist bisher nicht geklärt.

Außer Eros haben noch andere kleine Planeten Verwendung zur Bestimmung von Konstanten und Planetenmassen gefunden. So hat man z. B. die Planeten 12 Viktoria, 80 Sappho und 7 Iris herangezogen, um aus ihren Helio- und Meridiankreisbeobachtungen die Sonnenparallaxe zu bestimmen. Aus Störungen der Planeten 24 Themis, 33 Polyhymnia und vor allem von 447 Valentine ist die Jupitermasse mit hoher Genauigkeit abgeleitet worden.

In den letzten Jahren ist man der Frage nähergetreten, ob man nicht durch Beobachtungen von kleinen Planeten am Meridiankreis das Fundamentalsternsystem verbessern kann. Für diese äußerst wichtige Aufgabe kommen Planeten in Betracht, die für den Meridiankreis genügend hell sind, deren Theorie gesichert ist oder werden kann, und die hohe Deklinationen erreichen. So sind z. B. die Planeten 4 Vesta geeignet, dessen Beobachtungen zu diesem Zweck neuerdings aufgenommen sind, und 2 Pallas, dessen Bahn um 35° gegen die Ekliptik geneigt ist. Leider ist bei diesem Planeten, der besonders geeignet erscheint, die Knotenlage ungünstig, so daß er über 40° Deklination nicht hinauskommt.

Von allergrößter Bedeutung sind aber die kleinen Planeten für die Himmelsmechanik geworden. Ein Blick in die Literatur dieses Gebietes zeigt, wie viele neue Aufgaben die kleinen Planeten hier gestellt, und wie befruchtend ihre Entdeckungen gewirkt haben.

Die Theorie der Bahnbestimmung fand in der Bahnberechnung der kleinen Planeten ganz neue Aufgaben vor. Neben der Festlegung des Sternsystems war die Bahnbestimmung im ganzen 19. Jahrhundert das Problem der

Astronomie. Und gegenwärtig ist auf diesem Gebiete unter Einführung brauchbarer Rechenmaschinen das Interesse wieder sehr groß geworden.

Für die Himmelsmechanik haben die Trojaner besondere Bedeutung erlangt, da sie Beispiele für einen speziellen Fall des Dreikörperproblems darbieten. Lagrange hatte gezeigt, daß unter gewissen Voraussetzungen 3 Körper nach dem Newtonschen Gravitationsgesetz stets in den Eckpunkten eines gleichseitigen Dreiecks verharren können. Sind die Körper nur in der Nähe dieser Punkte, so führen sie eine von kurzperiodischen Schwingungen überlagerte Libration um den betr. Dreieckspunkt als Gleichgewichtslage aus. Dieser Fall liegt bei den Trojanern vor. Sie stehen mit der Sonne und Jupiter in den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks, und die Libration hat eine etwa 150jährige Periode. Patroclus und Priamus sind um den Librationspunkt gelagert, dessen Länge 60° kleiner, die übrigen 5 Planeten um den Punkt, dessen Länge 60° größer ist als die des Jupiter.

Ein anderes wichtiges Problem der Himmelsmechanik ist das Lückenproblem im System der kleinen Planeten, das ein Analogon im Saturnring hat. In der Verteilung der mittleren Bewegungen der kleinen Planeten ist man schon frühzeitig auf Lücken aufmerksam geworden. Sie finden sich an den Stellen, an denen die mittlere Bewegung von Jupiter zu der eines kleinen Planeten in kleinzahligem Verhältnis steht, kommensurabel ist. Je kleiner die Differenz zwischen den beiden kleinen Zahlen ist, um so markanter und ausgedehnter sind die Lücken. Die ausgeprägtesten Lücken zeigen sich bei den Verhältnissen 1 : 2 und 1 : 3. Ein ganz anderes Verhalten zeigen in bezug auf die Kommensurabilitäten die Planeten mit mittleren Bewegungen von weniger als 600". Sie häufen sich gerade in der Umgebung der Kommensurabilitätsstellen, z. B. bei dem Verhältnis 1 : 1 (Trojaner), 2 : 3 (Hildatypus) usw. Zwischen diesen Stellen wurde bisher kein Planet gefunden. Für die Erklärung dieser Erscheinungen liegen zahlreiche Versuche vor. Voll befriedigend sind sie alle nicht. Es ist gezeigt worden, daß die klassische Störungstheorie überhaupt nicht imstande ist, die Entstehung der Lücken aus ihr abzuleiten.

Die Bedeutung der kleinen Planeten für die astronomische Wissenschaft konnte hier nur in einigen Punkten erläutert werden. Man erkennt aber, daß dieses Gebiet neben allen anderen Spezialgebieten seine Existenzberechtigung hat, und daß es durchaus nicht verdient, zum alten Eisen geworfen zu werden, wie übereifrige Neuerer glauben machen möchten, die von den stürmischen Fortschritten auf astro-physikalischem Gebiet herauscht sind.

# Marksteine auf dem Wege des Eindringens in das Weltall.

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

Unter diesem Titel veröffentlichen wir eine Reihe von zehn Abhandlungen, die sozusagen eine Geschichte der Astronomie in nuce darstellen. Jeder Aufsatz ist in sich abgeschlossen. Es werden folgende Themen zur Behandlung kommen: I. Messende Beobachtung als Anfang der Astronomie, II. Die erste Bestimmung der Größe der Erde, III. Die Anfänge des heliozentrischen Weltsystems, IV. Die Erneuerung des heliozentrischen Weltsystems durch Kopernikus, V. Die Keplerschen Gesetze der Planetenbewegung, VI. Das Newtonische Weltgesetz, VII. Die Bestimmung des Gewichts der Erde, VIII. Herschel als Begründer der Fixsternastronomie, IX. Bessels Entfernungsmessungen der Fixsterne, X. Die Erforschung der physikalischen und chemischen Natur der Gestirne.

durch messende Beobachtung in die Natur einzudringen sucht. An die Beobachtung der Gestirne schloß sich schon im frühesten Altertum das Messen der Zeit und der Raumverhältnisse an. Die dazu erforderlichen Instrumente erfanden die Babylonier und die Aegypter lange vor Beginn unserer Zeitrechnung. Es waren das die Sonnen- und die Wasseruhren sowie das Astrolab.

Von der Einrichtung einer Wasseruhr erhält man im Deutschen Museum im Saal für Zeitmessung eine Vorstellung. Sie läßt zwei Figuren (Abb. 1) erkennen. Aus den Augen der rechts befindlichen Figur tropft Wasser in den einen Schenkel einer zweischenkligen Röhre. In dem anderen Schenkel wird dadurch ein Schwimmer gehoben, der die linke, die Stunden anzeigende Figur trägt.

## I.

### Messende Beobachtung als Anfang der Astronomie.

(Mit vier Abbildungen.)

Die Astronomie ist oft als Königin der Wissenschaften bezeichnet worden. Gewiß ist sie die älteste unter den Wissenschaften, denn nirgends ist so früh das Anzeichen der Wissenschaftlichkeit zum Ausdruck gekommen. Es macht sich dadurch geltend, daß der Mensch

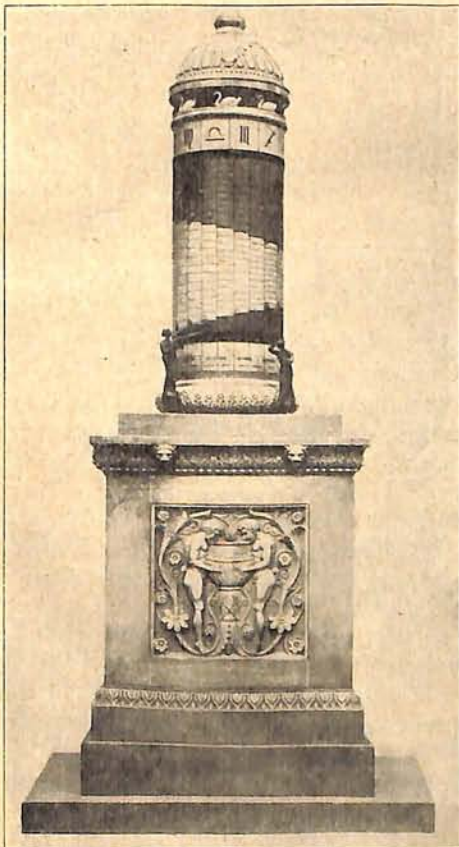


Abb. 1. Antike Wasseruhr.

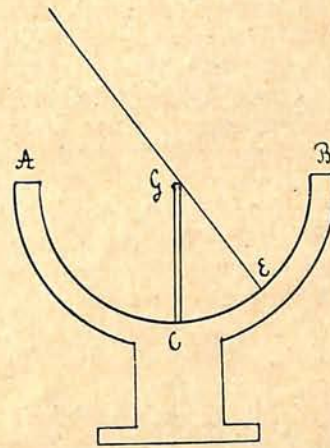


Abb. 2. Das zum Messen der Sonnenhöhe dienende Instrument der Alten.

Ein Instrument, das die Höhe der Sonne und damit den Mittag anzeigt, läßt die zweite Abbildung erkennen. Mit der Wasser- und mit der Sonnenuhr wurde man in Rom erst im dritten und im zweiten Jahrhundert v. Chr. bekannt. Mitteleuropa lernte die Wasseruhr erst zur Zeit Karls des Großen durch die Araber kennen. Durch sie wurde man noch später (um 1000 n. Chr.) mit der Sonnenuhr bekannt.

Wie die ersten Winkelmeßinstrumente aussahen, zeigen uns Abb. 3 und 4. Abb. 3 stellt das Astrolab (Sternfasser) dar. Das Astrolab war in seiner einfachsten Form ein mit einer Gradeinteilung versehener Ring, über dem ein Dioptrilineal spielte. Durch die beiden Oeffnungen des letzteren wurde der Stern anvisiert. Bei einem anderen Winkelmeßinstrument kam eine gradlinige Einteilung zur Anwendung. Sein Gebrauch ist aus der Abb. 4

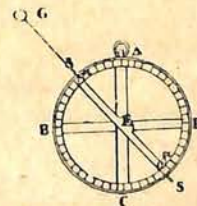


Abb. 3. Das Astrolab.

anvisiert. Bei einem anderen Winkelmeßinstrument kam eine gradlinige Einteilung zur Anwendung. Sein Gebrauch ist aus der Abb. 4

ohne weiteres ersichtlich. Aus der Vereinigung mehrerer Kreise entstanden die Armillen. Mit ihrer Hilfe hat Eratosthenes um 220 v. Chr. den Abstand der Wendekreise zu  $11/83$  des Kreisumfangs ( $47^{\circ},8$ , also ziemlich genau) bestimmt.

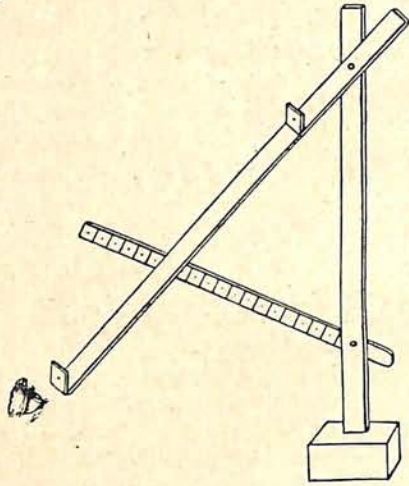


Abb. 4. Das Meßinstrument des Ptolemäos.

Etwa seit 700 v. Chr. zeigt sich deutlich das Bestreben, die Bewegungen der Himmelskörper mit möglichster Genauigkeit räumlich und zeitlich zu verfolgen. Die Winkel werden bis auf 6 Bogenminuten, der Zeitablauf bis auf  $3/4$  Minuten bestimmt. Die Zeitunterschiede zwischen Sonnenuntergang und Mondaufgang wurden so genau ermittelt, daß die erhaltenen Angaben noch für die heutige Astronomie von Wert sind. Nach Kugler, der sich um die Entzifferung der astronomischen Keilschrifttexte das größte Verdienst erworben hat, war es mit Hilfe dieser Texte möglich, einen Fehler aufzudecken, den die heutigen Berechnungen der Mondbewegung aufwiesen.

Wie weit sich die Genauigkeit einer Bestimmung durch die über lange Zeiträume fortgesetzte Beobachtung einer periodischen Bewegung steigern läßt, zeigt folgendes Beispiel: Die Babylonier ermittelten die mittlere Dauer des synodischen Monats auf  $29^d12^h44^m7^s,5$ . Die heutige Astronomie berechnet den synodischen Monat zu  $29^d12^h44^m2^s,9$ . Die Abweichung beträgt also nur wenige Sekunden. Der erste dieser beiden Werte folgt daraus, daß für eine große Zahl von Monaten die entsprechende Zahl von Umläufen festgestellt wurde.

## II.

### Die erste Bestimmung der Größe der Erde.

(Mit einer Abbildung.)

Wenn sich auch über die Bezeichnung der Himmelskunde als Königin der Wissenschaften streiten läßt, so steht jedoch unbestreitbar fest, daß Beobachten und Messen als die allerersten Grundlagen der exakten Wissenschaften zu betrachten sind.

Mit Messen einhergehendes Beobachten haben die Bewohner des alten Orients, die Babylonier und die Aegypter, am Sternen-

himmel erlernt, wie aus der ersten Betrachtung hervorgeht. Demgemäß hat sich die Astronomie als die älteste Wissenschaft entwickelt.

Den ersten Astronomen erschien die Erde als Scheibe und der Himmel als ein darüber errichtetes Gewölbe. Zweifel, ob man es bei der Erde wirklich mit einer Scheibe zu tun habe, entstanden durch Bergbesteigungen und durch Reisen. Begab man sich z. B. von Griechenland nach Aegypten, so tauchten neue Sterne auf, die man in Griechenland niemals zu sehen bekam.

Die Ansicht, daß die Erde eine Kugel sei, bestand schon bei Platon. Bei ihm heißt es, sie „schwebe in der reinen Himmelsluft und sei, von ferne betrachtet, einem Balle ähnlich“.

Es lag nahe, diese Anschauung mit jener zu vereinen, daß Mond und Sonne als ähnliche große Kugeln in bedeutender Entfernung von der Erde frei im Raume schweben.

Mit dieser vielleicht schon um 400 v. Chr. entstandenen Erweiterung des Weltbildes war die Aufgabe gegeben, zunächst die Größe, die Abstände und die Bewegungen dieser Kugeln festzustellen.

Den kühnen Gedanken, die Größe der Erdkugel zu ermitteln, faßte im dritten Jahrhundert v. Chr. der alexandrinische Gelehrte Eratosthenes. Er knüpfte an die Beobachtung an, daß die Sonne am Mittag des 21. Juni in Syene (Assuan) senkrecht scheint. In Alexandrien dagegen wirft am längsten Tage ein senkrechter Gegenstand mittags einen Schatten. Durch welche Messungen Eratosthenes von dieser Beobachtung zu einer Bestimmung des Erdum-

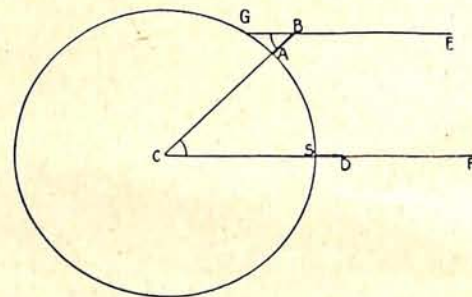


Abb. 1. Die Erdmessung des Eratosthenes.

fangs gelangen konnte, zeigt Abb. 1. Den Gnomon in Alexandrien bezeichne man mit AB; denjenigen in Syene mit SD. Die Sonnenstrahlen FD und EB sind parallel. Der Strahl EBG bildet mit dem Gnomon den Winkel ABG. Dieser ist ebenso groß wie der Winkel ACS. Eratosthenes brauchte also nur den Winkel ABG zu messen, um den Abstand von Alexandrien und Syene in Teilen des Kreisumfangs zu kennen. Er fand diesen Winkel zu  $1/50$  des Umfangs. Wurde nun die Strecke Syene-Alexandrien gemessen, — Eratosthenes ermittelte sie zu 5000 Stadien (ein Stadium = etwa 180 m) —, so brauchte man sie nur mit 50 zu vervielfältigen, um den Umfang der Erde zu finden (250 000 Stadien oder 45 000 km). Der gefundene Wert kam der Wahrheit also ziemlich nahe. Die Erd-

messung des Eratosthenes erregte die Bewunderung des Altertums. Plinius nennt sie „ein keckes Wagstück, doch mit so feiner Schlußfolgerung ausgeführt, daß man sich schämen mußte, wenn man der Sache keinen Glauben schenken wollte.“ Nur in den im nächsten Abschnitt zu besprechenden Messungen des Aristarch hat das Altertum etwas Ähnliches aufzuweisen.

Die Erben der Alten waren bekanntlich zunächst die Araber. Insbesondere die Astronomie wurde durch sie gefördert. So wurde die Erdmessung unter Al Mamun, dem Sohn und Nachfolger Harun al Raschids, wieder aufgenommen. Ein wesentlicher Fortschritt lag darin, daß die zugrunde gelegte Strecke nicht in Tagesreisen, sondern mit Hilfe der Meßschnur ausgemessen wurde. Und zwar geschah dies genau in der Richtung des Meridians. Das Ergebnis kam dem wahren Wert bedeutend näher. Es belief sich auf 40 700 Kilometer. Als das 17. Jahrhundert das Problem wieder aufnahm, hatten die Mathematik und die Instrumente eine bedeutende Fortbildung erfahren. Snellius

führte damals das Verfahren der Triangulation ein (1617). Es bestand darin, daß er von einer äußerst genau gemessenen Standlinie ausging und von dieser aus durch Winkelmessung ein Netz von Dreiecken bestimmte. Picard (1671) vervollkommnete die Triangulation, indem er die Meßinstrumente mit einem Fernrohr, das mit einem Fadenkreuz versehen wurde, verband. Picards Gradmessung ermöglichte es Newton, das Gravitationsgesetz zu finden. Im 18. Jahrhundert erstreckte sich die Gradmessung über einen Bogen von zwölf Breitengraden (von Dünkirchen bis zur Insel Formentera). Sie wurde zur Feststellung des Metermaßes unternommen. Im 19. Jahrhundert dehnte man die Messungen über ganze Kontinente aus und gelangte so zu immer genaueren Bestimmungen der Gestalt der Erde, zur Ermittlung des Geoids, eines Problems, mit dessen Lösung das 1886 gegründete Unternehmen der internationalen Erdmessung sich beschäftigt. Es ist also eine ununterbrochene Entwicklung, die von Eratosthenes zu dieser Aufgabe der neuesten Zeit hinüberleitet.

## Vorstufen unseres Kalenders in der Volkskunde und im Kalender.

Von Studienrat Prof. Dr. Ferdinand Bork.

(Mit einer Abbildung.)

Es wäre ungereimt, die Geschichte unseres Kalenders schreiben zu wollen, ehe die entscheidenden Fragen beantwortet sind. Die Hauptfrage ist natürlich die, welche Kalender dem jetzigen vorausgegangen sind. Es ist wohl nicht angebracht, nur die verschiedenen römischen und griechischen Systeme heranzuziehen, da der heutige Kalender schon durch die Wocheneinteilung und die Heiligen ein eigenes Gesicht hat. Um aber auf Vorstufen in dieser Richtung zu gelangen, muß man ganz andere Tatsachen heranbemühen. Manches darauf Hinzielende ist bereits zusammengestellt worden, und was ich hier zu bringen gedenke, soll den schon vorhandenen Stoff nur ein wenig vermehren.

Ehe die Siebentagewoche ihren Siegeszug durch die Welt hielt, war in Indogermanien die Neuntagewoche zu Hause. Die Zeitrechnung ging vom Monde aus. Man zerlegte den Phasenlauf desselben in 27 Nächte der Sichtbarkeit und 3 Nächte der Unsichtbarkeit. Die erstere, längere Periode wurde in 3 Wochen zu je 9 Nächten eingeteilt. Dieser Kalendertyp ist in zahlreichen Volksüberlieferungen zutage getreten, die längst wissenschaftlich ausgebeutet worden sind. Ich erinnere an das Buch „Die iranische Ueberlieferung und das arische System“, Leipzig 1909, des eben verstorbenen Georg Hüsing, an Wolfgang Schultz: „Gesetze der Zahlenverschiebung im Mythos und in mythenhaltiger Ueberlieferung“, Wien 1910, an desselben „Zeitrechnung und Weltordnung usw.“ (Mannusbibliothek 35),

Leipzig und Würzburg 1924, und an Fr. Röck: „Zahlen-, Welt- und Kalenderbilder“ (Mannus Bd. 21, 1929, S. 201—219). Ein auf dieser Grundlage ersonnenes Kalenderinstrument ist die von Dr. E. Beninger in dem Aufsätze „Eine



Bronzezierscheibe von Borkenhof (Westpreußen).  
(Nach Mitt. d. Anthropol. Ges. Wien. Etwa 1/2 n. Gr.)

Darstellung eines Mondkalenders der germanischen Bronzezeit“, *Mitteilungen der Anthropol. Ges., Wien (MAGW)*, 56, 1929, meisterlich behandelte Zierscheibe von Borkenhof, die aus der Zeit von etwa 1000 v. Chr. stammt, und die unsere Abbildung wiedergibt. Beninger beschreibt sie folgendermaßen: „Die zwei oberhalb angesetzten Oesen haben Zweckbestimmung, offenbar war die Zierscheibe zum Um- oder Aufhängen bestimmt. Um den inneren, durch das

Radkreuz mit den 4 Spiralen gebildeten Ring sind 9 einfache Spiralen gelegt. Den zweiten Kreis bilden 9 S-förmige Doppelspiralen. Den dritten Kreis bilden 9 Doppelspiralen, deren lange Schenkel sich zwischen je 2 S-Spiralen des mittleren Kreises bis zum inneren Ring verschieben. Dadurch sind die Spiralen des äußeren Kreises gegenüber denen des mittleren und inneren um die Hälfte seitlich verschoben. Außerhalb des äußeren Ringes sind unten 3 Spiralen angebracht, dicht aneinander gerückt. Ganz ungezwungen läßt sich die Beziehung zur Monatsteilung  $3 \times 9 + 3$  herstellen. Frappierend die Wiedergabe der dreimal sich wiederholenden neunnächtigen Woche, vor allem aber die aus dem äußersten Ring herausgestellten, unten angebrachten 3 Spiralen der Tarnzeit. Gerade die letztere Darstellung ist so treffend, so überaus bestechend (man ist versucht zu sagen, so geistreich), daß dadurch schon der symbolische Charakter der Zierscheibe über jeden Zweifel erhaben ist.“

Im folgenden will ich eine Beobachtung hinzufügen, die dem volkstümlichen Kalender entnommen ist. Ich beginne mit einem Zitat aus R. Kühnau „Sagen aus Schlesien“, Berlin-Friedenau o. J. (1914 oder 1915). S. 37: „Der Tag der heiligen Walpurgis (1. Mai) wird im benachbarten Böhmen viel gefeiert. Nach dem Glauben der Bewohner des Riesengebirges aber gibt es 9 Walpurgisnächte, welche dem Namensfeste der Heiligen unmittelbar vorangehen.“

Hier liegt eine Ueberlieferung vor, die sich auf einen Heiligkeitag bezieht und eine Woche von 9 Tagen meint. Sie umfaßt folgende Nächte: April 23., 24., 25., 26., 27., 28., 29., 30., Mai 1.

Ich sehe die Umgebung dieser Woche an und finde folgendes: Die sich anschließende Woche von 9 Nächten müßte folgende Daten umfassen: Mai 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9., 10. Hinter dem 10. Mai befindet sich in der Tat ein kalendarischer Einschnitt: es folgen nämlich die 3 Eisleiligen: Mai 11. (Mamertus), 12. (Pancratius), 13. (Servatius).

Hier ist also der Rest eines Monats der Gestalt  $9 + 9 + 9 + 3$  Nächte erkennbar.

Ich glaube noch einen weiteren Rest beisteuern zu können. Gylfaginning 23<sup>1)</sup> berichtet: daß Njord und Skadi „neun Nächte in Thrymheim weilen wollten und dann drei Nächte zu Noatun“. Anscheinend war hier ehemals gemeint: dreimal neun und drei.

Hier sei auch an Prinz Ahmed und die Fee Päre Banu erinnert. Nach dem Texte in 1001 Nacht weilt Ahmed bei seiner Gattin 27 Tage, bei seinem Vater 3 Tage. Die Zahlen sind umzukehren, da Päre Banu eine Unterirdische ist. Nur während der 3 Tage der Unsichtbarkeit des Mondes kann er in der Unterwelt sein. Bei Njord dagegen sind die Zahlen richtig erhalten, da Njord der unterirdischen Wasserwelt angehört, während Skadi ebenso sicher oberirdisch ist. Ich erwähne dies, um darauf hin-

<sup>1)</sup> H. Gering: Die Edda. Leipzig u. Wien o. J. S. 317.

weisen zu können, daß die 3 Eisleiligen einmal als unterweltlich gegolten haben mögen.

Außer dem Mondkalender ragt auch ein westasiatischer Jahrtyp, das Venusjahr, nach Europa hinein. Dieses besteht aus 9 Monaten zu 32 oder 33 Tagen und 4 Epagomenentagen, also aus 292 Tagen. Jeder Monat hat 4 Wochen zu 8 Tagen. Ueber dieses Kalendersystem hat Fr. Röck in seiner schönen und ergebnisreichen Arbeit „Kalender, Stern Glaube usw.“ (MAGW 52, 1922) außerordentlich viel Licht verbreitet. Einer seiner überraschendsten Funde ist der Tiroler Frauendreißiger (S. 64 f.), ein aus 4 Wochen zu acht Tagen bestehender „Maltermonat“ von 32 Tagen<sup>2)</sup>. Die Wochen heißen bezeichnenderweise Oktaven. Die Oktaven sind folgende:

1. Oktave 15. bis 22. August (Hoher Frauentag bis Maria Heimgangs-Oktav),
2. „ 23. „ 30. „ (Phil. Benitius, „der seelenreine Diener Mariens“ bis Rosa von Lima),
3. „ 31. Aug. b. 7. Sept. (Raimund Ungelobten bis Frauenabend),
4. „ 8. bis 15. Sept. (Maria Geburt oder Unser Frau im Haberschnitt bis Maria Geburts-Oktav oder Frauendreißigst-Ende).

Der Frauendreißiger stammt also, wie die oben besprochenen Walpurgistage, aus einem Heiligenkalender.

In Rochholz „Deutscher Glaube und Brauch“, Bd. II S. 5, finde ich die Bemerkung: „Die Namen deutscher Gerichtstage werden in die von Kalenderheiligen verwandelt.“ Er berichtet sodann, daß das Allding, an dem 10 000 freie Grundsassen zum Landtage zusammentraten, dreimal im Jahre stattfand:

- 18. März = 10 000 Märtyrertag (Anselm, Cyrillus),
- 22. Juni = 10 000 Rittertag (Achatius, Paulinus),
- 21. Oktober = 10 000 Maidtag (Ursula).

Leider habe ich nicht ermitteln können, woher diese seltsamen Angaben stammen. Ich versuche, mit ihnen auf folgende Weise fertig zu werden. Der Maidtag scheint mir darauf zu deuten, daß ein Venusjahr vorliegt. Es fragt sich nur, wie es anzusetzen ist; denn es dürfte wohl sicher sein, daß, wenn ein solches gemeint ist, dies irgendwie dem späteren Jahre von 365 Tagen eingepaßt worden ist.

Vom 19. März bis 31. Dezember sind 288 Tage, d. h. ein Venusjahr ohne die vier Epagomenentage. Da ich dabei den 18. März habe ausschalten müssen, so ist wohl anzunehmen, daß entweder der 15. bis 17. März oder der 1. bis 3. Januar zunächst als Epagomenentage angesehen werden könnten.

Gehen wir jetzt an die Wiederherstellung des Venusjahres. Ist der 21. Oktober, der Maidtag, der Venustag, so wird sich eine volle Festwoche anschließen, die vom 21. bis 28. Oktober, also 8 Tage lang, dauern wird. Unter dieser Voraussetzung ergeben sich folgende Teile des Jahres.

<sup>2)</sup> In Bayern ist diese Zeitspanne verkürzt worden, vom 15. August bis 8. September. Vergl. H. Marzell: Bayerische Volksbotanik. S. 57.

Vom 29. Oktober bis 3. Januar + 18. März<sup>3)</sup> = 68 Tage  
 = 2 Monate + 4 Tage,  
 vom 19. März bis 22. Juni = 96 Tage = 3 Monate,  
 vom 23. Juni bis 28. Oktober = 128 Tage = 4 Monate.

Ich nehme an, daß auf das Venusfest, das am 28. Oktober endet, die 4 Epagomenentage folgen müssen, daß also das Venusjahr am 1. November, dem Tage Allerheiligen, zu Ende geht. Damit ist die Länge und Lage der Venusmonate grundsätzlich aufgeklärt. Ihre Lage dürfte die folgende sein:

- |          |               |                               |
|----------|---------------|-------------------------------|
| 1. Monat | 2. November—  | 3. Dezember,                  |
| 2. „     | 4. Dezember—  | 3. Januar + 18. März,         |
|          |               | (Festzeit 18. März),          |
| 3. „     | 19. März —    | 19. April,                    |
| 4. „     | 20. April —   | 21. Mai,                      |
| 5. „     | 22. Mai —     | 22. Juni,                     |
| 6. „     | 23. Juni —    | 24. Juli (Festzeit 23. Juni), |
| 7. „     | 25. Juli —    | 25. August,                   |
| 8. „     | 26. August —  | 26. September,                |
| 9. „     | 27. Septemb.— | 28. Oktober (Festzeit 21. bis |
|          |               | 28. Oktober),                 |
- Epagomenen 29. Oktober—1. November.

Wenn meine Annahme, daß ein Venusjahr hier vorliegt, richtig ist, so kann man wohl die weitere Vermutung wagen, daß sich in den Namen der drei Alldinge neben der Venus die der beiden germanischen Dinggötter Tyr und Thor verbergen. Der Märtyrertag dürfte der Tyrstag sein, weil ja Tyr vom Fenriswolfe die Hand abgebissen wurde und man ihn deswegen christlicherseits wohl als Märtyrer bezeichnen konnte, und der Rittertag dürfte der Tag Thors sein.

Daß auch im germanischen Kulturgebiet einmal die Venus als Herrin der Welt eine große Rolle gespielt haben wird, dürfte aus meinem Buche „Die Geschichte des Weltbildes“, Leipzig, 1930, bes. S. 12 f. u. 25 Anm. 1. hervorgehen.

So werfen übersehene und mißachtete Volksüberlieferungen oft Licht auf die Kulturgeschichte.

<sup>3)</sup> oder vom 14. Januar bis 18. März.

## Das Photographieren in natürlichen Farben.

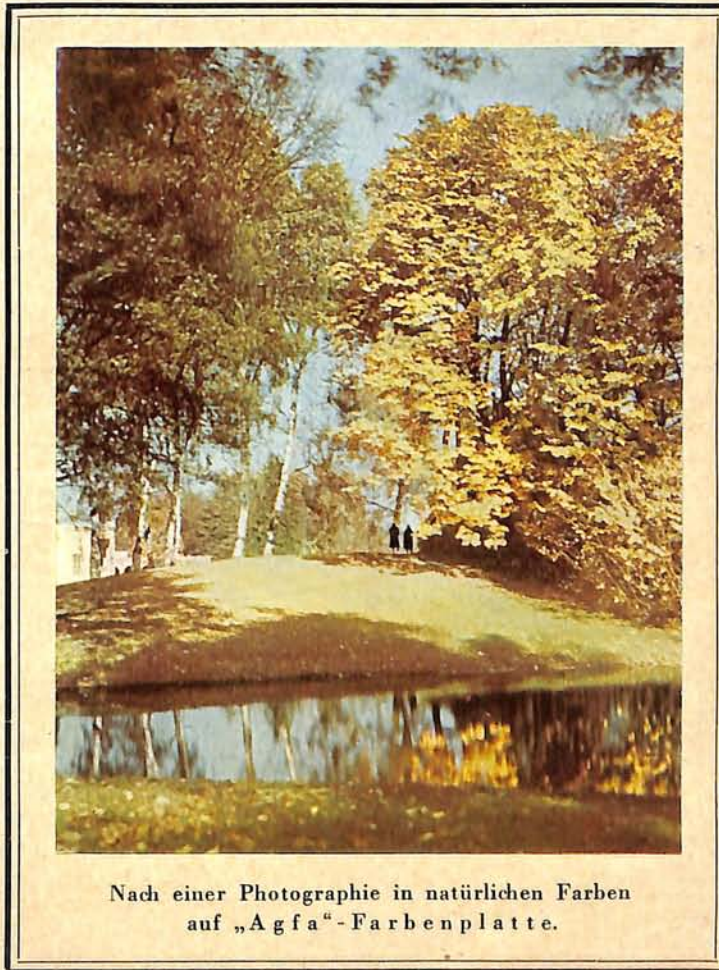
(Mit einer farbigen Beilage und einer Abbildung.)

Der Herbst ist die Zeit, in der sich jeder Lichtbildner zur schließensoll, wenn er sich bisher noch nicht mit ihr befaßt hat. So schön auch Schwarz-Weiß-Bilder werden mögen, so werden doch nie alle Farbenreize durch eine Grauskala wiedergegeben werden können. Man hilft sich wohl mit panchromatischem Aufnahmematerial, das wegen seiner Rotempfindlichkeit die ganze Farbenabstufung des Herbstes ausgezeichnet wiedergibt. Unsere Abbildung aus den Parkanlagen in Berlin - Treptow, die wir aus den Agfa - Photoblättern Jg. 7 Nr. 3 entnommen haben, zeigt dies in voller Deutlichkeit.

Die Farben wirklich als solche darstellen kann nur die Farbrasterplatte, jene geniale Sonderanwendung des schon lange bekannten Dreifarben-Verfahrens, das in der Drucktechnik

so Hervorragendes leistet. Während dort aber drei Aufnahmen mit verschiedenen Filtern nötig

sind, wird hier nur eine unter einem Filter gemacht. Die Agfa-Farbenplatte z. B. hat ein aus den drei Grundfarben gemischtes Raster unter der eigentlichen Schicht, das aus feinsten verschiedenen Stärkekörnchen besteht, deren Zwischenräume durch Kohlenstaub ausgefüllt sind. Da die verwendeten Farbstoffe wasserlöslich sind, muß die Rasterschicht durch eine ganz farblose Lackschicht geschützt werden. Hierüber erst wird die Bromsilberschicht gegossen, die nicht nur für alle Farben empfindlich (panchromatisch), sondern auch für alle gleich empfindlich (isochromatisch) sein



Nach einer Photographie in natürlichen Farben auf „Agfa“-Farbenplatte.

muß. Zum Ausgleich der noch bestehenden Unterschiede wird ein ganz bestimmtes Farbenfilter gebraucht. Das Licht muß erst das

Filter durchdringen, bevor es auf die Silberschicht dringt. Daher muß man die Platte verkehrt in die Kassette legen. Wenn man nach der Einstellung ein Agfa-Lukor-Filter aufsetzt, erspart man sich jede Aenderung an der Kamera. Das Lukorfilter ist derart geschliffen, daß es die Brennweite wie eine sehr schwache Vorsatzlinse gerade um die Dicke der Farbenplatte verlängert. Die Farbrasterplatte wird nach der Entwicklung nicht fixiert, sondern „umgekehrt“, indem zuerst das unentwickelte Silber in einem Bad aus Kaliumbichromat und Schwefelsäure aufgelöst und dann am Tageslicht das zurück-



Motiv aus dem Treptower Park aufgenommen mit Agfa-Pan-Film.

gebliebene Bromsilber im selben Entwickler wieder geschwärzt wird. Das ganze Verfahren bietet nicht die geringsten Klippen oder Schwierigkeiten. Weil die Belichtungszeit wesentlich länger als bei gewöhnlichen Platten ist, hat ein lichtstarkes Objektiv große Vorzüge bei Farbenaufnahmen. Man erhält nach dem Umkehrverfahren sofort ein positives Bild. Papierabzüge lassen sich also nicht herstellen, wohl aber Farbedrucke. Unsere Beilage, die wir der Freundlichkeit der I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft (Agfa) verdanken, ist nach einer solchen farbigen Aufnahme hergestellt.

## Der gestirnte Himmel im November 1930.

Von Dr. F. S. Archenhold und G. Archenhold.

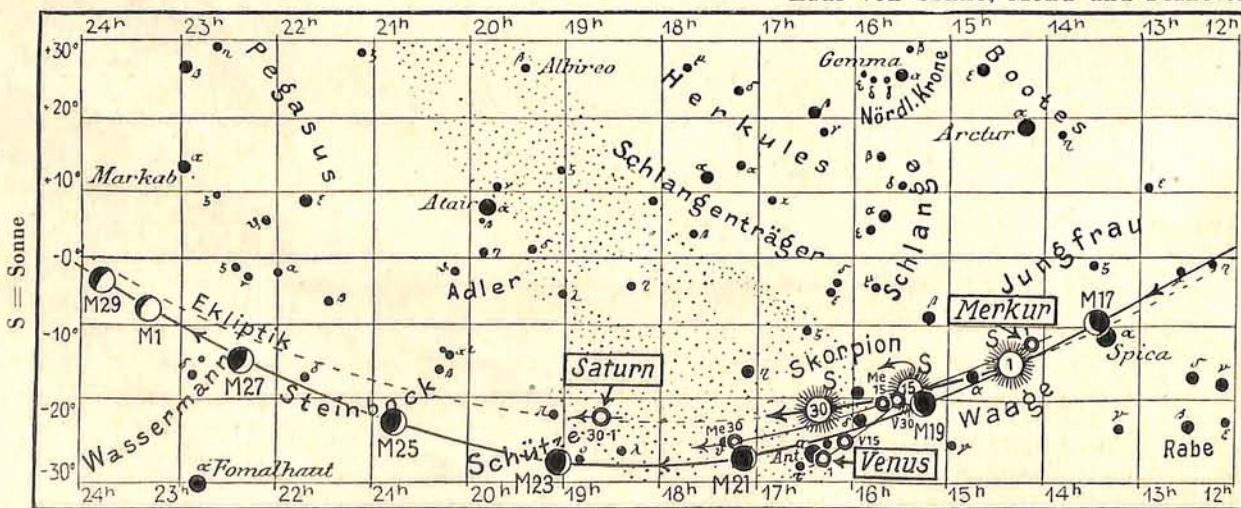
(Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.)

Wenn wir unsere Sternkarte betrachten, so fällt uns sofort auf, daß die Milchstraße genau vom Ostpunkt durch den Zenit zum Westpunkt geht. Wir sind dadurch in der Lage, diese Himmelsrichtungen am Firmament leicht festzustellen. Die zwei bekanntesten Zirkumpolarsternbilder befinden sich in ihren extremsten Stellungen. Der Große Bär berührt im Norden fast den Horizont; die Kassiopeia hat ihren höchsten Stand fast senkrecht über uns im Zenit. Das schöne Wintergestirn, der Orion,

erhebt sich anfangs November gegen 10 Uhr gerade über den Horizont. Auch die Zwillinge sind schon sichtbar. In ihnen, nahe dem Stern Delta, steht außer dem nur in den größten Fernrohren sichtbaren neuen Planeten Pluto der hell leuchtende Jupiter, über den der Leser nähere Angaben weiter unten findet. Vier der bekanntesten veränderlichen Sterne sind auf der Karte zu finden: Algol im Perseus im östlichen Teil der Milchstraße, Mira im Walfisch über dem südöstlichen Horizont, My im

Abb. 2a.

Lauf von Sonne, Mond und Planeten



Kepheus und Beta in der Leier, die beiden letzten im Zuge der Milchstraße auf der Westseite des Himmels gelegen.

Wir wollen an dieser Stelle den Leser auf die Verfinsterungen des bedeckungsveränderlichen Algol hinweisen, die im November günstig zu beobachten sind.

Nov. 3. 19 <sup>h</sup>	Nov. 20. 24 <sup>h</sup>
„ 15. 6 <sup>h</sup>	„ 23. 21 <sup>h</sup>
„ 18. 3 <sup>h</sup>	„ 26. 17 <sup>h</sup>

Besondere Aufmerksamkeit erfordern im November die Sternschnuppen, die, wie alljährlich, in der Zeit vom 11. bis 16. November zu erwarten sind. Diese als Leoniden bekannten Sternschnuppen sind schon seit Jahrtausenden beobachtet worden. Der im Löwen gelegene Punkt, in dem sich die rückwärts verlängerten Bahnen der Sternschnuppen treffen, geht zwar erst nach 10 Uhr abends auf und daher ist, wie stets, die stärkste Entfaltung erst nach Mitternacht zu erwarten. Wie schon des öfteren ausgeführt wurde, ist eine rege Beteiligung von Freunden der Himmelskunde an den Beobachtungen der Leoniden erwünscht. Wir bitten, recht genaue Eintragungen aller Beobachtungen, besonders über die Zeit des Aufleuchtens und die Flugbahn der Sternschnuppen machen zu wollen, da derartige Aufzeichnungen von großem Wert für Höhenbestimmungen usw. sind. Durch photographische Aufnahmen kann die Spur heller Sternschnuppen mit größter Genauigkeit festgelegt werden, und ein solches Bild ist zugleich eine dauernde Erinnerung für den Beobachter.

Von den Planeten ziehen im November vor allem Mars und Jupiter die Aufmerksamkeit des Beobachters auf sich.

Merkur steht am 7. November in oberer Konjunktion mit der Sonne und bleibt während des ganzen Monats für das bloße Auge unsichtbar.

Venus, die sich wie Merkur ganz nahe beim Tagesgestirn befindet, gelangt am 22. November in untere Konjunktion mit der Sonne. Sie steigt in Deklination schnell empor, so daß

man sie schon Ende des Monats mit bloßem Auge am südöstlichen Morgenhimmel erspähen kann.

Mars erscheint anfangs um 22<sup>h</sup>, zuletzt um 21<sup>h</sup> über unserem Horizont und bleibt für den Rest der Nacht sichtbar. Er hält sich im Sternbild des Krebses auf. Am 2., 3. und 4. November zieht er bei seiner Wanderung durch den äußeren Teil des schönen Sternhaufens der Krippe hindurch. Seine Helligkeit ist in Zunahme begriffen, da er sich der Erde von 174 Millionen km auf 140 Millionen km nähert. Er übertrifft zuletzt Pollux in den Zwillingen fast um das Doppelte an Leuchtkraft. Sein scheinbarer Durchmesser wächst von 8'' auf 10'' an.

Jupiter steht in den Zwillingen und ist anfangs von 20<sup>h</sup>, zuletzt von 18<sup>h</sup> an sichtbar. Er ist jetzt das leuchtendste Gestirn am ganzen Himmel und wird für das kommende halbe Jahr unsere Aufmerksamkeit fesseln. Die Stellungen und Verfinsterungen seiner vier hellen Monde geben wir nachstehend an:

Verfinsterungen			Stellungen			
Nov.	M. E. Z.	Mond	Nov.	2h 45 <sup>m</sup>	Nov.	2h 45 <sup>m</sup>
	h m			M. E. Z.		M. E. Z.
3	20 53	II E	1	10 234	16	0 1423
5	4 18	I E	2	0 2134	17	21 0 34
6	22 46	I E	3	21 0 34	18	3 0 14
10	23 28	II E	4	3 0 214	19	31 0 24
12	6 11	I E	5	31 0 24	20	32 0 14
13	20 48	III A	6	32 0 14	21	2 0 4
14	0 40	I E	7	2 0 413	22	0 234
15	2 04	IV E	8	41 0 23	23	0 1243
15	4 13	IV A	9	4 0 213	24	214 0 3
18	2 02	II E	10	421 0 3	25	432 0 1
20	21 32	III E	11	43 0 1	26	431 0 2
21	0 47	III A	12	431 0 2	27	43 0 1
21	2 34	I E	13	432 0 1	28	421 0
22	21 02	I E	14	42 0 3	29	4 0 23
25	4 37	II E	15	1 0 23	30	4 0 123
28	1 31	III E				
28	4 27	I E				
28	4 47	III A				
29	22 56	I E				

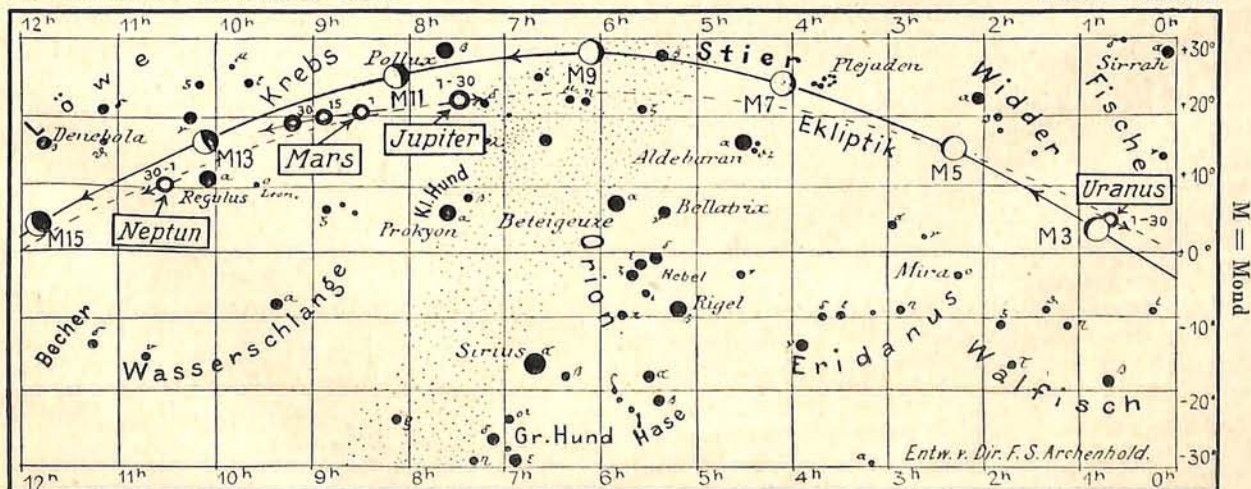
E = Eintritt A = Austritt

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

für den Monat November 1930.

Abb. 2b.

Nachdruck verboten.





Saturn ist noch immer, wenn auch unter ungünstigen Umständen, am Abendhimmel zu erkennen. Im Monatsanfang sinkt er nach zweistündiger Sichtbarkeitsdauer um 19<sup>3</sup>/<sub>4</sub>h, am Ende nach nur einstündiger Sichtbarkeit um 18<sup>h</sup> unter den südwestlichen Horizont.

Uranus ist in den Fischen im November mit dem Fernrohr bequem aufzufinden. Er steht am 15. in Rekt. = 0<sup>h</sup>45<sup>m</sup>,2 und Dekl. = + 4<sup>o</sup>6'.

Neptun steht am 15. November in Rekt. = 10<sup>h</sup>30<sup>m</sup>,7 und Dekl. = + 10<sup>o</sup>5' im Sternbild des Löwen. Seine Helligkeit kommt der eines Sternes 8. Größe gleich.

Die Sonne geht in Berlin zu folgenden Zeiten auf und unter:

	Aufgang	Untergang
Nov. 1.	7 <sup>h</sup> 3 <sup>m</sup>	16 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup>
„ 15.	7 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup>	16 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup>
„ 30.	7 <sup>h</sup> 54 <sup>m</sup>	15 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>

Weitere wichtige Angaben finden sich in obiger Tabelle:

Folgende Bedeckungen heller Fixsterne durch den Mond sind in Berlin zu beobachten:

Datum	Name	Gr.	Rekt. 1930	Dekl. 1930	Eintritt M. E. Z.	Austritt M. E. Z.	Positionswinkel	
							Eintritt	Austritt
Nov. 1.	ψ <sup>1</sup> Aquarii	4,5	23 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup> ,2	— 9 <sup>o</sup> 28'	19 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup>	20 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup>	44'	244 <sup>o</sup>
„ 2.	27 Piscium	5,1	23 55 ,1	3 57	18 45	—	53	—
„ 2.	29 Piscium	5,1	23 58 ,2	— 3 25	21 10	—	65	—
„ 6.	♄ Arietis	4,5	3 7 ,6	+19 28	23 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup>	—	60 <sup>o</sup>	—
„ 7.	♄ Arietis	4,5	3 7 ,6	19 28	—	0 21	—	243
„ 9.	415 B Tauri	6,1	5 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> ,6	+27 <sup>o</sup> 34'	—	21 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup>	—	274 <sup>o</sup>

### Bemerkenswerte Konstellationen.

Nov. h	Nov. h
2. 10 Venus stationär.	14. 13 Neptun in Konjunktion mit dem Monde.
4. 0 Uranus in Konjunktion mit dem Monde.	18. 10 Merkur in Konjunktion mit Venus.
7. 4 Merkur in oberer Konjunktion mit der Sonne.	20. 18 Venus in Konjunktion mit dem Monde.
8. 6 Jupiter stationär.	21. 3 Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
11. 9 Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.	22. 19 Venus in unterer Konjunktion mit der Sonne.
12. 18 Mars in Konjunktion mit dem Monde.	23. 16 Saturn in Konjunktion mit dem Monde.

## AUS DEM LESERKREISE

### Beobachtungen von Halos.

Am 14. Juli d. J. hatte ich in Wanfried a. d. Werra Gelegenheit, einen Sonnenring zu beobachten. Seit Sonnenaufgang war der Himmel mit einem Zirro-Stratus-Wolkenschleier bedeckt, so daß eine Beobachtung von Sonnenflecken mich nicht befriedigte. Als ich um 11<sup>h</sup>15<sup>m</sup> M.E.Z. mein Fernrohr auf die Sonne richten wollte, bemerkte ich einen Sonnenring. Die Erscheinung war sehr auffällig. Durch einen Alto-Stratus-Schleier hatte sich auch noch ein Hof um die Sonne gebildet. Bis 11<sup>h</sup>30<sup>m</sup> konnte ich den Ring beobachten, dann wurde er durch Strato-Kumulus-Wolken völlig verdeckt, so daß ich ihn nicht mehr photographieren konnte. Der Ring hatte große Ähnlichkeit mit dem im 7. Heft des 29. Jahrgangs des Weltalls abgebildeten

Sonnenring. Es bestand nur der Unterschied, daß in dem beschriebenen Falle der ganze Ring zu sehen war.

Willi Höppner,

Mitgl. d. Vereins v. Freunden d. Treptow-Sternwarte.

Ich erlaube mir, von einer sehr schönen Halo-Erscheinung zu berichten, welche ich am 26. Mai d. J. zu beobachten Gelegenheit hatte.

Beobachtungsort: Erlangen, von der Straße aus.  
M.E.Z.

9<sup>h</sup>15<sup>m</sup> Fast wolkenlos, nur einige wenige Zirren, hochschwebender Dunst. — Sehr auffälliger Halo; vom 22<sup>o</sup>-Ring nur die obere Partie sichtbar, diese aber in sehr deutlichen Farben. Der durch

Datum	Rektasz.		Deklin.		Sternzeit		Zeitgleichg.	
	0 <sup>h</sup> Weltzeit	h m	0 <sup>h</sup> Weltzeit	o /	Berlin.Mittag	h m	wahre minus mittlere Zeit	m s
Nov. 1.	14	21,9	— 14	8	14	40,1	+	16 19
„ 5.	14	37,6	15	24	14	55,8		16 21
„ 10.	14	57,6	16	53	15	15,5		16 4
„ 15.	15	17,9	18	15	15	35,2		15 26
„ 20.	15	38,6	19	29	15	55,0		14 26
„ 25.	15	59,6	20	34	16	14,7		13 6
„ 30.	16	20,9	— 21	30	16	34,4	+	11 28

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

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Vollmond:	Nov. 6.	11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> h
Letztes Viertel:	„ 13.	13 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Neumond:	„ 20.	11 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>
Erstes Viertel:	„ 28.	7 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> h

Am 15. November steht der Mond in Erdnähe mit einem scheinbaren Durchmesser von 32'23" und einer Horizontalparallaxe von 59'20". In Erdferne steht der Mond am 27. November. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt an diesem Tage 29'36", die Horizontalparallaxe 54'14".

M.E.Z.

die Sonne parallel zum Horizont gehende Lichtstreifen rechts heller als links. Rechte Neben-  
sonne.

- 10<sup>h</sup> 0<sup>m</sup> Bewölkung wie 9<sup>h</sup> 15<sup>m</sup>. — Halo bedeutend schwächer. Oberster Teil des 22°-Ringes immer noch farbig, aber nicht mehr so stark wie vorher. Ein Teil des Horizontalkreises rechts sichtbar.
- 11<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> Bewölkung wie 9<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> plus Kumuli. — 22°-Ring ohne Farben, oberster Teil durch eine Haufenwolke verdeckt.
- 12<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> Kumuli, wenige Stratus. — Vom Halo nichts zu sehen.
- 13<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> Klarer Himmel, Kumuli. — Kein Halo gesehen.
- 14<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> Bewölkung wie 13<sup>h</sup> 45<sup>m</sup>. — Sehr schwacher 22°-Ring. Keine Farben, nur oberer Teil.
- 15<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> Bewölkung abnehmend. — Schwacher 22°-Ring, nicht vollständig, Farben schwach.

M.E.Z.

- 16<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> Keine eigentlichen Wolken mehr; jedoch über den ganzen Himmel ausgedehnte Dunstschicht. — Lichtring von 22°, nur oberer Teil, sehr schwach, kaum Farben.
- 17<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> Keine Haufenwolken mehr, geschlossene Dunstschicht. — Lichtring von 22°, oberer Berührungsbogen, linke Neben-sonne deutlich, rechte Neben-sonne auffällig, Horizontalkreis schwach, Farben mäßig.
- 18<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> Der ganze Himmel von einer nun schon dicken und teilweise in Streifen geordneten Dunstschicht bedeckt, durch welche die Sonne nur mehr sehr fahl hindurchscheint. — Halo schwach (oberer Teil des 22°-Ringes).

Ich glaube, daß diese über den ganzen Tag sich erstreckende Halo-Beobachtung interessieren dürfte.

Werner Sandner.

## KLEINE MITTEILUNGEN

**Johann Georg Hagen** †. Einer der bedeutendsten Vertreter der astronomischen Wissenschaft, der Nestor der Sternwartedirektoren, Pater Prof. Dr. Joh. Georg Hagen S.J. von der Vatikan-Sternwarte, ist in hohem Alter gestorben. Trauernd stehen wir an der Bahre dieses hervorragenden Gelehrten, der auf verschiedenen Gebieten der Astronomie bahnbrechend gewirkt hat.

Hagen wurde am 6. März 1847 zu Bregenz geboren und hat in Münster bei Heis und in Bonn bei Argelander studiert. Er wurde Mitglied der Gesellschaft Jesu und war von 1880 bis zu seiner Berufung nach Rom i. J. 1906 an der Sternwarte zu Georgetown bei Washington tätig. Hagen gebührt das Verdienst, die altehrwürdige Vatikan-Sternwarte in eine moderne astronomische Forschungsstätte verwandelt und ihr das Ansehen verschafft zu haben, das sie heute besitzt. Hagens große Fähigkeiten kamen in Rom zu voller Entfaltung. Besonders verdanken wir ihm ganz neue Gesichtspunkte über die veränderlichen Sterne und die hellen und dunklen Nebelwelten; seine Arbeiten hierüber werden unvergänglich sein. Bekannt ist seine Meinung, daß der ganze Himmel von dunklen kosmischen Wolken überzogen sei.

Prof. Hagen war bis zuletzt praktisch tätig und ist noch im letzten Jahre durch viele Abhandlungen hervorgetreten, die größtenteils in deutscher Sprache veröffentlicht sind. Er besaß trotz seines hohen Alters scharfe Augen, die auch dort noch Lichteindrücke zu erkennen vermochten, wo selbst die photographische Platte versagte. Er war Dr. phil. h. c. der Universität Bonn und Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Rom, und gelegentlich seines 80. Geburtstages, am 6. März 1927, ernannte ihn die kathol.-theol. Fakultät der Universität Münster i. W. zum Dr. theol. h. c. Nun ist er abberufen. Seine Seele, die eine Gedankenfülle hervorgebracht hat, ist hinaufgeeilte zu den ewigen Sternen, zurück zum großen Weltgeist, mit dem er sich stets eng verbunden fühlte; sein Name aber ist eingraviert in die Annalen der Wissenschaft und wird fortleben, solange es am Fernrohr und Katheder Vertreter der Astronomie gibt, und solange Menschen das Weltall erforschen.

D. Wattenberg.

**Beobachtung von Planetoiden.** Das für die Planetoiden-Beobachtung mit kleinen Instrumenten bisher so ungünstige Jahr 1930 bringt zum Schluß die Möglichkeit,

den Planeten Eros aufzusuchen, über dessen Bedeutung Prof. Dr. Stracke auf Seite 1 dieses Heftes wertvolle Mitteilungen macht. Eros wird in der zweiten Hälfte des November auch kleinen Instrumenten leicht zugänglich; seine Helligkeit kommt dann der eines Sternes 9. Größe gleich. Wir lassen nachstehend die Ephemeride für jeden Tag bis zum 30. November folgen, aus der zu erkennen ist, daß Eros zu dieser Zeit eine hohe Deklination besitzt. Die dem Strackeschen Aufsatz beigegebene Karte wird bei der Aufsuchung von besonderem Nutzen sein.

(433) *Eros*

	Rekt.	Dekl.		Rekt.	Dekl.
Nov. 15.	8 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup>	+ 46° 54'	Nov. 23.	8 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup>	+ 45° 31'
„ 16.	8 22	46 46	„ 24.	8 51	45 17
„ 17.	8 26	46 37	„ 25.	8 55	45 3
„ 18.	8 29	46 28	„ 26.	8 58	44 48
„ 19.	8 33	46 18	„ 27.	9 2	44 33
„ 20.	8 37	46 7	„ 28.	9 5	44 16
„ 21.	8 41	45 55	„ 29.	9 8	43 59
„ 22.	8 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup>	+ 45° 43'	„ 30.	9 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup>	+ 43° 42'

Ein anderer Planet, *Psyche*, dessen Oppositionshelligkeit 9,1. Größe ist, kommt am 1. Dezember in Erdnähe. Er wurde am 17. März 1852 von Gasparis in Neapel entdeckt. Beinahe wäre seine Entdeckung Hind in London gelungen. Dieser hatte nämlich bereits am 29. Januar ein Sternchen 11. Größe in das Blatt seines Sternatlasses, das die Sterne in Rektaszension 10<sup>h</sup> enthält, eingezeichnet und es sogleich zum Kupferstecher geschickt. Er erhielt es von diesem erst am 18. März zurück. Bei der Kontrolle fehlte dieses Sternchen, was bei Hind sofort die Vermutung aufkommen ließ, daß er es mit einem neuen kleinen Planeten zu tun habe. Bei seiner Suche danach fand er auch am 20. März ein verdächtiges Objekt; aber noch ehe er es durch eine zweite Beobachtung als Planet feststellen konnte, wurde die Mitteilung von Gasparis bekannt.

Eine Planetoidenentdeckung galt im Jahre 1852 noch als ein besonders wichtiges Ereignis, da bis dahin erst 15 dieser Himmelskörper bekannt waren.

Nachstehend folgt die Ephemeride der *Psyche*:

(16) *Psyche*

	Rekt.	Dekl.		Rekt.	Dekl.
Okt. 31.	4 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	+ 17° 49'	Dez. 2.	4 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	+ 16° 44'
Nov. 8.	4 45	17 34	„ 10.	4 18	16 31
„ 16.	4 39	17 17	„ 18.	4 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup>	+ 16° 23'
„ 24.	4 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup>	+ 17° 0'			

Opposition Dez. 1. Größte Helligkeit 9,1. Al.

**Auffindung des zweiten Tempelschen Kometen (1930f).** Der für dieses Jahr zurückerwartete kurz-periodische Komet Tempel wurde von Wood in Johannesburg am 26. August wieder aufgefunden. Er stand nahe am vorausberechneten Orte im Sternbild der Waage und konnte durch weitere Beobachtungen sicher iden-

tifiziert werden. Der im Jahre 1873 zum ersten Mal gesehene Komet hat eine Umlaufzeit von 5,2 Jahren und ist bisher in acht Erscheinungen beobachtet worden. Nur dreimal konnte er bei seiner Wiederkehr nicht aufgefunden werden. Für eine Beobachtung in Deutschland steht der Komet auch diesmal recht ungünstig. G. A.

## BÜCHERSCHAU

**Troels-Lund: Himmelsbild und Weltanschauung im Wandel der Zeiten.** Autorisierte, vom Verfasser durchgesehene Uebersetzung von Leo Bloch. 5. Aufl. 276 S. Verlag Teubner, Leipzig 1929. Pr. geb. 8 M.

Das Buch, das in fünfter Auflage vor uns liegt, bedarf keiner ins Einzelne gehenden Besprechung, gehört es doch seit dem Ausgang des vorigen Jahrhunderts zum wertvollen Bestand jeder Bücherei, die Himmelskunde, Geistes-, Kultur- und Religionsgeschichte umfaßt. Der Gelehrte benützt es dank der trefflichen Anmerkungen und Hinweise als Nachschlagewerk, jeder vom Drang nach Erkenntnis Beseelte, nach Antwort auf die Fragen der Unendlichkeit Strebende erfährt eine Erweiterung seines Wissens und seiner inneren Erfahrung. Die plastische Darstellung der Probleme und die vollendete Uebersetzung des Werkes, der man nur ganz selten einmal anmerkt, daß die Gedanken nicht ursprünglich deutsch geformt sind, werden zum Genuß.

Al.

**Westermanns Umriss: Nördliche und südliche Ekliptik.**

Gummistempel je 12×16 cm. Verlag Georg Westermann, Braunschweig. Preis je Stempel 10 M., Stempelkissen 5,50 M., Druckgummiunterlage 2,40 M.

Jeden Schritt, der das Interesse der Astronomie an den Schulen wecken und fördern will, begrüßen wir auf das lebhafteste. Jetzt hat der rührige Verlag Westermann ein Lehrmittel herausgebracht, das wir allen Lehrern ans Herz legen wollen. Es sind Gummistempel vom nördlichen und südlichen Teil der Ekliptik, in deren Abdrücke die Schüler Einzeichnungen machen sollen. — Man nehme sich einmal unsere Planetenkarten vor und denke sie sich ohne Grad- und Stundeneinteilung, Namen der Sterne sowie ohne die monatlich wechselnden Eintragungen des Laufes von Sonne, Mond und Wandelsternen. Dann bleiben die ausgezogene Aequator- und die gestrichelte Ekliptiklinie sowie die Namen der Ekliptikal- und benachbarten Sternbilder. Der Lehrer wird nun die Schüler auf alles, was unsere Karten an Wissenswerten bieten, hinweisen, sie zur Beobachtung des Sternenhimmels anregen und sie veranlassen, es einzzeichnen. Unsere Zeitschrift mit ihrer monatlichen Stern- und den Planetenkarten wird sich dabei als ausgezeichnetes Hilfsmittel zur Vorbereitung für den Unterricht erweisen.

Die Stempelbilder kommen sehr deutlich hervor, so daß für die Eintragungen in technischer Beziehung keine Schwierigkeiten bestehen. Ich möchte nur vorschlagen, die Hydra auch mit ihrem deutschen Namen zu bezeichnen, wie es bei allen anderen Sternbildern der Fall ist, und das Gradnetz in die Stempel mit aufzunehmen.

Al.

**Perlewitz, P.: Wetter und Mensch.** 279 S. m. 85 Abb. (Prometheus-Bücher.) Verlag Hesse & Becker, Leipzig 1929. Pr. geb. 4,80 M.

Verfasser behandelt in dem Büchlein zuerst die Beobachtungen und Elemente des Wetters, dann deren Anwendungen und das Klima, im Anschluß daran die Hauptprobleme der wissenschaftlichen wie praktischen Wetterkunde und den Wetternachrichtendienst. Wir hören von

den Wetterumschlägen, von der Kurz- und Langfristvorhersage und dergl. mehr. Jeder, der sich für das Wetter interessiert und sich über das kommende Wetter gern ein Bild machen möchte, dem ist das Büchlein sehr zu empfehlen; er findet darin alles Wissenswerte in klarer und verständlicher Sprache wiedergegeben, das noch durch die zahlreichen Abbildungen erläutert und leichter verständlich wird.

Dr. Bl.

**Jeremias, Alfred: Handbuch der altorientalischen Geisteskultur.** 2. völlig erneuerte Aufl. 508 S. m. 260 Abb. u. einer Sternkarte. Verlag W. de Gruyter & Co., Berlin 1929. Pr. 24 M., geb. 26 M.

Jeremias faßt in seinem jetzt völlig neu bearbeiteten Werk enzyklopädisch zusammen, was man von der Kultur der ältesten inschriftlich erreichbaren Völker Babylons weiß, und stellt mit wundervoller Genauigkeit die Grundzüge ihrer Weltanschauung dar, die vor allem astral war. Der gestirnte Himmel war die Vorlage und das Paradigma für alles Erdengeschehen, und für alles Fragliche des Lebens gab es nur die eine Lösung und Antwort, die der gestirnte Himmel hergab. Der Grundgedanke altorientalischer Naturphilosophie ist der, daß alles irdische Geschehen eine Spiegelung himmlischer Vorgänge ist. Vor allem ist nach Jeremias der altorientalische Mythenschatz auf astrale Vorgänge zurückzuführen, und maßgeblich ist der Kreislauf, sei es des Jahres oder der Planeten oder des Mondes.

Was Jeremias in seinem Buche bringt, beruht auf vielseitiger Gelehrsamkeit. Er beherrscht die Keilschrift und das astronomische Material in gleicher Weise und ist als Theologe befähigt, den religionsgeschichtlichen Gehalt dieser ganzen Problemstellung aus der Tiefe heraus zu verarbeiten. Die gesamte Kosmologie, die Astronomie und Astrosophie der Babylonier, die Mantik, Zahlensymbolik und Kalenderlehre, Theologie und Sittenlehre im alten Zweistromland gelangen zu tief-schürfender Darstellung und gewähren ein einheitliches Bild von der geistigen Verfassung jener urgeschichtlichen Epoche. Nur wer sich damit vertraut gemacht hat, vermag überhaupt erst antike Geschichte zu verstehen, und so scheint es mir ein dringendes Bedürfnis, daß Jeremias im Anschluß an das große, herrliche Werk nun einen ganz kurzen Grundriß für Schulen höherer Lehranstalten schreibe.

Zu dem Buche sei noch bemerkt, daß es vorzüglich ausgestattet und mit 260 Bildern und einer Sternkarte<sup>1)</sup> versehen ist. Auf alle Fälle gekommen wir von der Kultur der Babylonier einen trotz aller Barbarei recht hohen Eindruck und freuen uns der bei aller Gelehrsamkeit faßlichen Darstellung. Der Astronom aber wird, auch wenn er von babylonischer Kultur keinerlei Begriff hat, mit Interesse den Gang sternkundlicher Spekulation durch die Geschichte der Menschheit verfolgen, die heut wie einst zu dem überwältigenden Schauspiel des nächtlichen Horizontes hinaufstarrt und ihm ihre tiefen und tiefsten Fragen vorlegt.

Prof. Dr. Carl Fries.

<sup>1)</sup> Diese Karte konnten wir bereits dem Aufsatz von Prof. D. Dr. Alfred Jeremias „Der babylonische Fixsternhimmel um 2000 v. Chr.“ im 6. Heft des 28. Jahrgangs beifügen.

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

# DAS WELTALL

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

30. Jahrgang Heft 2

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

November 1930

## Inhaltsverzeichnis:

1. Elektrizität auf der Erde und im Kosmos. Von Dr. F. S. Archenhold und G. Archenhold. (Mit drei Abbildungen) . . . . .	Seite 17	Von Dr. F. S. Archenhold und G. Archenhold. (Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.) . . . . .	Seite 27
2. Wie warm ist es auf unserem Mond? Von Studienrat R. Sommer . . . . .	„ 21	6. Aus dem Leserkreise: Großes Nordlicht am 17. Oktober 1930 . . . . .	„ 30
3. Maßsteine auf dem Wege des Eindringens in das Weltall. Von Prof. Dr. Fr. Dannemann. III. Die Anfänge des heliozentrischen Welt- systems. (Mit zwei Abbildungen) . . . . .	„ 25	7. Kleine Mitteilungen: Kepler-Ehrung in Regensburg. — Planetenbenennung. — Licht- wechsel des Eros. — Eros-Ephemeride. — Der Ostwaldsche Farbenkegel. (Mit zwei Abb.) — Redaktionelle Notiz zu Heft 1. — Astro- nomisches Silbenrätsel . . . . .	„ 31
4. Carl Christian Bruhns zum 100. Geburtstage. Von Prof. Dr. C. Fries . . . . .	„ 26	8. Bücherschau . . . . .	„ 32
5. Der gestirnte Himmel im Dezember 1930.			

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

## Elektrizität auf der Erde und im Kosmos.

Von Dr. F. S. Archenhold und G. Archenhold.

(Mit drei Abbildungen.)

Es sind gewaltige Erscheinungen, welche die Elektrizität unter der Erde, auf der Erde und in der Luft hervorruft. Diese elementare Kraft, deren Wesen uns erst die neuere Zeit, insbesondere die Erforschung der Eigenschaften der Elektronen, eröffnet hat, spielt im ganzen Naturgeschehen — nicht nur auf der Erde — eine große Rolle. Wir können uns unsere heutige Kultur ohne die Hilfsmittel der Elektrizität kaum noch vorstellen, und immer neue Gebiete erschließen sich ihrer Anwendung in Wissenschaft, Technik und Medizin. Neuerdings sind Versuche im Gange, das Wachstum der Pflanzen durch unterirdische schwache elektrische Ströme in günstigem Sinne zu beeinflussen, was für die Ernährung der Menschheit von großer Bedeutung sein wird, wenn die Zahl der Erdbewohner sich im gleichen Tempo wie bisher weiter steigert. Bei den Beziehungen der Himmelskörper zueinander stellen sich die elektrischen Kräfte als ein bedeutsamer Faktor neben die Universalkraft der Gravitation.

In unserer Zeitschrift haben wir immer wieder darauf hingewiesen, daß außer den Licht- und Wärmestrahlen, die die Sonne auf die Erde sendet, Strahlungen elektrischer Art, die insbesondere von den Sonnenflecken ausgehen, wichtige Erscheinungen auf der Erde und in ihrer Atmosphäre auslösen. Die Erdströme, welche die Oberfläche unseres Planeten durchziehen und von solcher Stärke sein können, daß sie in früherer Zeit das Telegraphieren auf weiten

Strecken unmöglich machten, verstärken sich mit dem Anschwellen der Sonnenfleckentätigkeit und schwinden mit ihrem Kleinerwerden fast ganz dahin. Erdmagnetische Störungen und Nordlichter sind andere häufig erwähnte Folgen der von der Sonne ausgehenden elektrischen Strahlung.

Noch nicht klargestellt ist die Frage, inwieweit die Häufigkeit und Stärke der Gewitter mit der Sonnentätigkeit zusammenhängt. Im Gewitter erleben wir das gewaltigste der auf elektrischen Vorgängen beruhenden Naturereignisse. Besonders bei den primitiven Völkern vermittelt es den größten Eindruck. Noch heute strecken die Indianer Südamerikas bei jedem Blitzschlag ihre Hände in Schrecken und Furcht empor, um durch diese Geste die bösen Geister zu beschwören. Die Gewitterelektrizität entsteht durch Zerstäubung und gegenseitige Reibung von Wassertropfen und Schneeflocken, wobei durch Influenzwirkung die elektrische Kraft noch erhöht wird. Die schnellen Bewegungen in den Gewitterwolken, die durch warme aufsteigende Luftströmungen hervorgerufen werden, und die starken Regen- oder Hagelfälle, die fast jedes Gewitter begleiten, geben die Voraussetzung für diese Erklärung. Die elektrische Spannung entlädt sich von Wolke zu Wolke oder zwischen Wolke und Erde. Bei einem Blitz, der vor mehreren Jahren in einen Fabrikschornstein einschlug, wobei ein zwölfdrähtiges Kupferkabel schmolz, ermittelte man

eine Stromstärke von 60 000 Ampere und eine Energiemenge von 28 000 Kilowattstunden. Wenn man den Strompreis einer Kilowattstunde mit 20 Pfg. bewertet, so würde dieser eine Blitz einen Geldwert von etwa 5600 M. darstellen. Bei manchen Gewittern folgt aber Blitz auf Blitz. Es sind also ganz gewaltige Energiemengen, die bei jedem Gewitter frei werden, und es ist eines der interessantesten Probleme der Wissenschaft, diese Kraftquellen für den Menschen nutzbringend zu verwerten, die bisher nutzlos waren oder sogar im Falle des Einschlagens von Blitzen in Gebäude großen Schaden anrichteten. Durch Blitzableiter, die nach den Versuchen von Franklin allgemeine Verbreitung gefunden haben, ist es möglich, die größten Schäden abzuwenden, doch werden in Deutschland allein noch jährlich über 150 Menschen vom Blitz erschlagen. Der Aufsatz „Der bezwungene Blitz“ im 28. Jahrgang des „Weltall“ berichtete über die von deutschen Physikern unternommenen Versuche, die Gewitterelektrizität aufzufangen. Es sind von ihnen Spannungen von  $3\frac{1}{2}$  Millionen Volt ermittelt worden, also höhere, als jemals im Laboratorium erzeugt worden sind.

Nicht nur während der Gewitter treten elektrische Spannungen in unserer Atmosphäre auf, sondern jederzeit lassen sich elektrische Potentialdifferenzen zwischen der Erde und den Atmosphärenschichten feststellen. Der Ursprung dieser Luftelektrizität und der Grund für die elektrische Aufladung der Erde ist noch nicht erkannt; wir müssen uns daher mit der Feststellung ihres Vorhandenseins begnügen. Die Messungen, die von einer verhältnismäßig kleinen Zahl von Forschern in den letzten 25 Jahren ausgeführt worden sind, haben uns jedoch über die Art der luftelektrischen Erscheinungen schon in großen Zügen Aufschluß gegeben. Im Durchschnitt wächst die Spannung des elektrischen Feldes an der Erdoberfläche bei jedem Meter Höhenzuwachs um 120 Volt. Mit zunehmender Höhe über dem Erdboden nimmt der Potentialanstieg rasch ab, und in 9 km Höhe ist er bereits auf wenige Volt pro Meter herabgesunken. Die Stärke des gesamten, von der Atmosphäre zur Erdoberfläche gehenden Stromes wird auf 1000 Ampere geschätzt. Diese luftelektrischen Erscheinungen gehen, vom Menschen unbemerkt, vor sich.

Mit dem Gewitter eng verbunden sind die St.-Elmsfeuer, die auch nicht allzu häufig beobachtet werden. In ihnen entlädt sich die Elektrizität nicht blitzartig, sondern durch ein mit knisterndem Geräusch verbundenes stetiges Funkensprühen. Die Lichterscheinung, die an hervorragenden Spitzen sichtbar ist, wird am häufigsten an Kirchtürmen, an den Spitzen der Mastbäume von Schiffen und an Auffangstangen der Blitzableiter beobachtet. Sie überschreitet selten eine Länge von 1 cm. Das St.-Elmsfeuer tritt auf, wenn an tiefstehenden Wolkenmassen starke und rasche Verdichtungen des atmosphärischen Wasserdampfes eintreten, womit immer

die Entwicklung einer starken elektrischen Spannung verbunden ist. Auch heftige Schneegestöber sind im Winter häufig von St.-Elmsfeuern begleitet. Besonders auf den meteorologischen Höhenstationen sind sie wiederholt beobachtet worden. Mit dem großen Funkeninduktor im Vortragssaal der Treptow-Sternwarte können die dem St.-Elmsfeuer ähnlichen Funkenbüschel ebenso wie auch richtige Blitze erzeugt werden.

Sehr interessant sind die bei Vulkanausbrüchen auftretenden Gewitter. Auch hier wird die Elektrizität durch die Reibung der emporgeschleuderten Staub- und Dampfmassen sowie durch die Verdichtung der Dämpfe erzeugt. Bei einigen Eruptionen zuckten in den über dem Vulkan schwebenden Rauchsäulen die Blitze ständig nach allen Richtungen. Wie die gewöhnlichen Gewitter sind auch die vulkanischen Gewitter von einem Platzregen begleitet.

Die bei der Erklärung der Gewittererscheinungen mit in Betracht gezogene Erzeugung der Elektrizität durch Reibung kann jeder erkennen, der irgendeinen Gegenstand aus Hartgummi — Füllfederhalter oder etwas ähnliches — an Wolle oder einen Glasstab an Seide reibt. Der geriebene Gegenstand wird dann Papierschnitzel oder andere leichte Gegenstände anziehen, und im Dunkeln kann man sogar leuchtende Funken aus ihm hervorziehen. Die Entstehung der Elektrizität durch Reibung ist schon in uralter Zeit bekannt gewesen. Der besonders an den Gestaden der Ostsee zu findende Bernstein, der bereits vor Tausenden von Jahren ein begehrter Handelsartikel war und jetzt hauptsächlich in einem Bergbaubetrieb bei Palmnicken gewonnen wird, wurde von den Griechen „Elektron“ genannt. Die Bezeichnung „Elektrizität“ hängt damit zusammen, daß der geriebene Bernstein sich elektrisch auflädt. Zur Erzeugung größerer Elektrizitätsmengen wird die Reibungselektrizität heute nicht benutzt. Erst die Entdeckung Galvanis, daß Metalle, die durch gewisse Flüssigkeiten miteinander verbunden sind, ebenfalls elektrische Ströme erzeugen, erschloß der Elektrizität größere Anwendungsgebiete. Heute noch wird auf diese Weise in den Klingel- und Trockenelementen der elektrische Strom gewonnen. Aus der großen Zahl von Möglichkeiten, Elektrizität zu erzeugen, sei hier noch auf die in der Astronomie zur Messung der Sternstrahlung verwendeten Thermoelemente hingewiesen, bei denen zwei verschiedene Metalle zu einem Stromkreis zusammengelötet sind. Wird nun die eine Lötstelle auf irgendeine Weise, etwa durch die Sternstrahlung, erwärmt, so wird ein elektrischer Strom, dessen Stärke von der Erwärmung abhängig ist, hervorgerufen.

Ueber eine ganz neue Art, elektrische Spannungen zu erzeugen, berichtete Dr. B. Lange auf der diesjährigen Königsberger Tagung der Ge-

sellschaft Deutscher Naturforscher und Aerzte. Eine aus Kupfer und Kupferoxydul hergestellte Kombination stellt ein lichtempfindliches Instrument dar, bei dem das Licht direkt in Elektrizität umgewandelt wird. In ihrer Wirkungsweise unterscheidet sich diese Vorrichtung von den bisher benutzten Photozellen dadurch, daß sie keinerlei Hilfsspannungen bedarf.

Wo Elektrizität in größeren Mengen erforderlich ist, wird sie durch *Dynamomaschinen* erzeugt. Das dieser Maschine zugrunde liegende physikalische Prinzip ist das der elektromagnetischen Induktion. Wird nämlich irgendein Leitungsdraht in einem magnetischen Felde bewegt, so treten in ihm elektrische Ströme auf. Man kann diese Beobachtung in *magnetelektrischen Maschinen* ausnutzen. In den *Dynamomaschinen* wird nun ein Gedanke von Werner Siemens angewendet, wonach der von der Maschine selbst erzeugte Strom zur Verstärkung des ursprünglichen Magnetfeldes benutzt wird.

Die Wechselwirkung zwischen magnetischen und elektrischen Kräften begegnet uns immer wieder. Wir müssen daher auch kurz auf die Tatsache hinweisen, daß unsere Erde einen großen Magneten darstellt. Die magnetische Kraft der Erde ist aber nach Richtung und Stärke nicht konstant. Man wird daher zu dem Schluß veranlaßt, daß diese Veränderungen auf elektrischen Strömen beruhen, die in der Erde oder auch in der Atmosphäre vorhanden sind. Die Bekanntschaft mit den *Erdsströmen* machte man nach der Einführung längerer Telegraphenlinien. Man verwandte nämlich zur Verbindung zweier Orte nur einen Draht und benutzte die Erde selbst als Rückleiter, indem man an den Enden der Telegraphenleitung große Platten im Grundwasserspiegel versenkte. Es traten nun zu bestimmten Zeiten so starke Erdströme auf, daß der Telegraphiebetrieb gänzlich unmöglich wurde, da durch die Ströme die Morsetaster betätigt wurden, oder sogar Funken in ihnen entstanden. Wir wissen heute, daß diese besonders starken Störungen durch elektrische Wirkungen hervorgerufen werden, die von den Sonnenflecken ausgehen. Die von ihnen verursachten magnetischen Variationen werden an mehreren Stellen der Erde registriert. Die statistischen Kurven der Sonnenflecken-tätigkeit und die Stärke der magnetischen Variationen laufen einander fast vollkommen parallel.

Auf der *Sonne* selbst treten elektrische Erscheinungen in noch größerem Ausmaße auf als auf der Erde. Die Sonne ist ebenso wie die Erde magnetisiert, und zwar weisen die magnetischen Pole etwa in die gleiche Richtung. Diese Feststellung ist von Hale auf der Sonnenwarte des Mount-Wilson-Observatoriums durch Untersuchungen an Spektrallinien gemacht worden. Der holländische Physiker Zeeman hatte im Jahre 1896 festgestellt, daß gewisse Spektrallinien einer Lichtquelle, die sich in einem starken Magnetfelde befindet, in mehrere Kom-

ponenten aufgespalten werden. Diese Entdeckung, die uns so klar vor Augen führt, daß bei den Leuchtvorgängen in den Atomen elektromagnetische Kräfte Einfluß haben, hat Hale im Jahre 1908 veranlaßt, die Linien im Sonnenspektrum daraufhin zu untersuchen, ob in ihnen der Zeemann-Effekt auftritt. Der Nachweis des allgemeinen Magnetfeldes der Sonne, das 80mal stärker ist als das der Erde, bringt zugleich eine Erklärung für die merkwürdige Form der äußersten Gashülle der Sonne, die wir als *Sonnenkorona* bezeichnen. Insbesondere zur Zeit der Sonnenfleckenminima sieht man Strahlen der Korona an den magnetischen Polen der Sonne hervorkommen, die wie die magnetischen Kraftlinien gekrümmt sind. Es ist daher anzunehmen, daß die Gestalt der Sonnenkorona, die ja auch mit der Sonnenflecken-tätigkeit wechselt, auf den Einfluß elektrischer und magnetischer Kräfte zurückzuführen ist.

Die stärksten magnetischen Felder finden wir in den *Sonnenflecken* selbst vor. In ihnen sind Feldstärken bis zu 5000 Gauß, also fast gleich dem Zehntausendfachen des Erdfeldes, gemessen worden. Diese magnetischen Wirkungen werden dadurch hervorgerufen, daß die in den Sonnenflecken wirbelnde Materie elektrisch geladen ist. Je nach dem Drehungssinn des Wirbels haben wir einen magnetischen Nord- und Südpol vor uns, und es ist eine der wichtigsten Entdeckungen in der Sonnenfleckenforschung gewesen, als es Hale gelang, aus der magnetischen Polarität der Sonnenflecken nachzuweisen, daß der Drehungssinn der Sonnenflecken-gruppen zwischen je zwei Sonnenfleckenperioden wechselt, und wir statt der bisher angenommenen 11jährigen, von Schwabe entdeckten Periode unter Berücksichtigung dieses Umstandes eine 22jährige zu setzen haben. Wir haben hierüber bereits im „Weltall“, Jahrgang 25, Heft 11, berichtet.

Die elektrische Wirkung der Sonne und der Sonnenflecken macht sich bis zur Erde hin bemerkbar. Durch elektrische Strahlung werden, wie wir schon eingangs bemerkten, die Erdströme hervorgerufen. Sie verursacht aber auch noch andere Erscheinungen, von denen besonders das *Polarlicht* die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gelenkt hat. Nach den Berechnungen von Störmer müssen die von der Sonne ausgehenden elektrischen Partikelchen im Magnetfeld der Erde eine Ablenkung erfahren, woraus sich erklärt, daß sich das Polarlicht hauptsächlich in den Gebieten um die Erdpole bemerkbar macht. Das Nordlicht stellt eine durch die elektrische Strahlung hervorgerufene Leuchterscheinung der höchsten stark verdünnten Atmosphärenschichten dar. Messungen haben ergeben, daß sie meistens über 80 km hoch liegen. Die höchsten Lichterscheinungen haben sogar Höhen von über 1000 km gehabt. Bis zu dieser Höhe müssen sich also die letzten Ausläufer der Erdatmosphäre erstrecken. Gerade in verdünnten Gasen aber kann die elektrische

Strahlung die schönsten Leuchtformen hervorgerufen, wie man aus Erfahrungen im physikalischen Laboratorium weiß. Man kann dort auch zeigen, wie z. B. die Kathodenstrahlung, die aus schnell bewegten Elektronen besteht, von einem Magneten abgelenkt wird. Störmer nimmt an, daß die von den Sonnenflecken ausgehenden Elektronen im Erdfeld in der Regel eine zusammenhängende Fläche ausfüllen, die auch zur Erklärung der in den letzten Jahren bei Kurzwellensendern festgestellten Weltraumechos herangezogen worden ist. An diesen Elektronenflächen sollten nämlich die Radiowellen reflektiert werden.

Es sei in diesem Zusammenhang kurz auf die den Radiobastlern bekannte Heavisideschicht hingewiesen. Man nennt so eine elektrisch leitende Schicht, die in etwa 50—100 km Höhe über der Erdoberfläche liegt und für die Ausbreitung der Radiowellen von größter Bedeutung ist. Je nach der Stärke der Sonnenaktivität scheint nun die Höhe dieser Schicht veränderlich zu sein, wodurch besonders der Empfang entfernterer Stationen beeinflusst wird. Es wäre zu wünschen, daß die Rundfunkbastler über die Güte des Fernempfanges ständig Buch führen, um ihre Beobachtungen mit den auf den Sternwarten ausgeführten Sonnenbeobachtungen zu vergleichen. Es sei daran erinnert, daß es ein Liebhaber der Astronomie war, ein Apotheker Schwabe zu Dessau, der zuerst erkannt hat, daß die Sonnenflecken in regelmäßigen Zwischenräumen in besonders starkem Maße auftreten. So glauben wir, daß auch bei der Feststellung des elektrischen Einflusses der Sonne die Mitarbeit recht vieler erwünscht ist.

Die elektrischen Kräfte, deren wissenschaftlicher Nachweis auf der Erde und auf der Sonne mit voller Sicherheit zu erbringen ist, spielen höchstwahrscheinlich auch auf anderen Himmelskörpern eine Rolle. Nur ist es bedeutend schwieriger, eindeutige Beweise hierfür zu liefern.

So scheinen bei der Entwicklung der Schweife und beim Leuchten der Kometen elektrische Vorgänge wirksam zu sein. Um die fast immer von der Sonne abgewandten Kometenschweife (s. Abb. 1) zu erklären, nahm schon Kepler einen von der Sonne ausgehenden Druck an, dessen Ursache er in ihrer Strahlung suchte. Bessel, Zöllner und Bredichin haben angenommen, daß die Kraftquelle elektrischer Natur sei. Arrhenius hat dann zuerst an Stelle der elektrischen Abstoßung den Strahlungsdruck gesetzt, der nach der Maxwell'schen elektromagnetischen Theorie des Lichtes besonders auf kleine Körperchen eine bedeutende Wirkung hat. Trotzdem ist anzunehmen, daß außer dem Strahlungsdruck auch noch Wirkungen der Ionisation und einer damit verbundenen elektrischen Abstoßung wirksam sind. Nacheinander auf H. Benioff zurückgehenden Theorie wird ein Teil der Kometenbestandteile durch die

ultraviolette Sonnenstrahlung ionisiert. Die frei werdenden Elektronen werden vom Lichtdruck fortgerissen, so daß der Kern allmählich eine positive Ladung annimmt. Durch diese

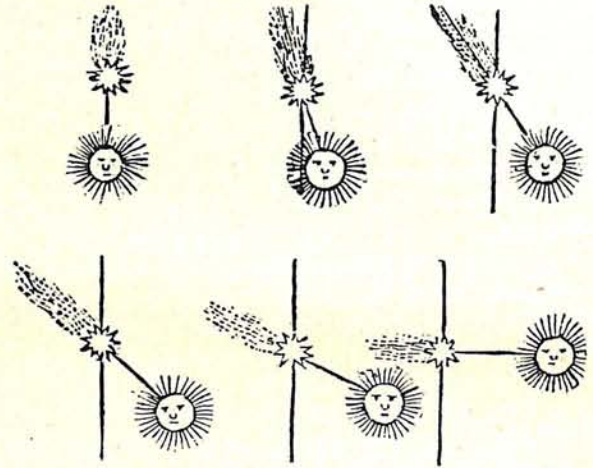


Abb. 1.

Wie die Kometenschweife fast genau von der Sonne abgewandt sind. Dargestellt von Peter Apian (geb. 1495 zu Goltschen bei Leißnig in Sachsen, gest. 1551 zu Ingolstadt), der dies zuerst beim Halleyschen Kometen im Jahre 1531 erkannt hat.

elektrische Aufladung findet eine Abstoßung aller positiv geladenen Teilchen statt, wodurch die Vorgänge in der nächsten Nähe des Kometenkerns erklärt werden können. Für die Entwicklung des Schweifes nimmt auch Benioff die Wirkung des Lichtdruckes an. Die Frage, ob die elektrische Strahlung der Sonnenflecken auf die Kometen von Einfluß ist, hat Berberich bereits vor über 40 Jahren aufgeworfen. Er ist damals zu dem Schluß gekommen, daß zur Zeit des Sonnenfleckenmaximums die Kometen heller erscheinen als im Sonnenfleckenminimum, äußerte aber diese Ansicht nur mit größter Vorsicht. Nach Untersuchungen von J. Bosler aus dem Jahre 1909 ist der Enckesche Komet, der alle 3,3 Jahre zur Sonne wiederkehrt, zur Zeit des Sonnenfleckenmaximums heller als zur Zeit des Sonnenfleckenminimums.

Ueber die elektrischen Kräfte der Geschwister unserer Erde wissen wir noch recht wenig. Ein Nachweis ihrer magnetischen Kräfte durch den Zeeman-Effekt ist nicht möglich, da sie kein Licht aussenden, sondern nur das Sonnenlicht reflektieren. Eine direkte Wirkung ihrer etwa vorhandenen magnetischen Felder bis zur Erde könnte durch allerfeinste Messungen nur nachgewiesen werden, falls ihr Magnetismus ungeheuer stark wäre. Selbst der uns so nahe Mond müßte etwa tausendmal stärker magnetisch sein als die Erde, damit sein Einfluß festgestellt werden könnte. Es ist nur eine bloße Vermutung, wenn man ein mattes Leuchten, das mehrmals auf der dunklen Seite der Venus gesehen worden ist, auf nordlichtähnliche Erscheinungen zurückführt. Auch auf dem Jupiter, in dessen dichter Gasatmosphäre dauernde Veränderungen vor sich gehen, sind

möglicherweise elektrische Kräfte am Werke. Einzelne Flecken scheinen sich anzuziehen oder abzustößen, je nachdem wie sie geladen sind. Besonders bei dem Roten Fleck und dem Schwarzen Schleier konnten solche Erscheinungen beobachtet werden. Wir dürfen wohl in Analogie zur Erde annehmen, daß auch die anderen Planeten Sitz magnetischer und elektrischer Kräfte sind.



Abb. 2.



Abb. 3.

Ringförmige und spiralförmige Leuchterscheinungen um eine magnetische Kugel nach den Birkelandschen Versuchen über die Ablenkung von Elektronen.

Ebenso müssen wir annehmen, daß die fernen Sterne gleich unserer Sonne Quellen elektrischer Energien sind. Besonders die veränderlichen und neuen Sterne scheinen in dieser Hinsicht besondere Aufmerksamkeit zu verdienen.

Die Elektrizität spielt auch eine Rolle bei dem Leuchten der feinen kosmischen Nebel. Vor allem die ringförmigen Nebel dürften ihre Gestalt elektrischen Kräften oder dem Strahlungsdruck verdanken. Birkeland, der durch seine Versuche eine Stütze für die Annahme gegeben hat, daß das Nordlicht durch die elektrische Strahlung der Sonne hervorgerufen wird, hat bei geeigneten Versuchsbedingungen um eine magnetisierte Kugel eine

ringförmige Leuchterscheinung hervorrufen können (Abb. 2). Auch spiralförmige Erscheinungen sind beobachtet worden (Abb. 3).

Ein bis heute noch nicht gelöstes Rätsel geben uns die durchdringenden Strahlen auf, die aus dem Weltall kommen und ähnliche Eigenschaften haben wie die beim Zerfall des Radiums auftretende Gammastrahlung. Sie verdanken ihren Namen der Eigenschaft, durch sämtliche Stoffe hindurchzugehen. Selbst 2 m dicke Bleiplatten, die für gewöhnliche Gammastrahlung nicht durchlässig sind, werden von ihnen durchdrungen. Nach Ansicht einiger Physiker entspringen die durchdringenden Strahlen uns bisher unbekanntem radioaktiven Vorgängen. Andere wieder meinen, daß sie bei der Umwandlung von Masse in Energie entstehen, wie dies nach der Einsteinschen Theorie möglich und zur Erklärung der langen Lebensdauer der Sterne erforderlich ist.

Wie wir heute wissen, wird alle Materie aus elektrischen Bausteinen aufgebaut. Würden wir die in den Atomen wirkenden elektrischen Kräfte frei machen können, so würde uns so viel Energie zur Verfügung stehen, wie wir nur wünschen, denn in einem Gramm beliebiger Materie steckt die Energie von vielen Millionen Kilowattstunden. Nicht nur die tote Materie wird durch elektrische Kräfte beherrscht, sondern auch das Leben von Pflanze und Tier wird durch elektrische Wirkungen beeinflusst. Vor kurzem ist die Entdeckung gemacht worden, daß von lebenden Zellen eine kurzweilige Strahlung ausgeht, die wir uns nicht anders entstanden denken können als durch elektrische Vorgänge. Wir stehen hier an der Schwelle zu neuen Erkenntnissen, die in uns die Hoffnung erwecken, daß auch die Lebensvorgänge sich in das wissenschaftliche Weltbild einfügen lassen.

## Wie warm ist es auf unserem Mond?

Von Studienrat R. Sommer.

Wohl keine Frage wird von astronomisch interessierten Laien so oft gestellt wie die nach der Bewohnbarkeit fremder Welten. Bei der Abschätzung der sich bietenden Möglichkeiten spielt die Temperatur auf der Oberfläche der Himmelskörper eine wichtige Rolle. In diesem Zusammenhang sei an den jahrzehntelangen Streit der Meinungen erinnert, ob der Mars ein wesentlich kühleres Klima als die Erde habe, weil er weiter von der Sonne absteht, etwa so kalt, daß seine von Rissen durchfurchte Oberfläche vollkommen vereist sei, oder ob dieser Nachbarplanet ebenso warm, vielleicht sogar wärmer als die Erde sei, weil seine Polkappen im Verlauf eines Marsjahres in der Regel bis auf geringe Reste abschmelzen. Je nach dem Standpunkt des Beurteilers wurde damit die Bewohnbarkeit als unmöglich ab-

gelehnt oder als wahrscheinlich angenommen.

Den Mond sehen wir zwar, seitdem vor fast einem Jahrhundert Mädlers „Allgemeine vergleichende Selenographie“ erschien, als eine unbewohnte Welt an. Ohne Luft, ohne Wasser ist für unsere enge menschliche Auffassung kein Leben denkbar. Gleichwohl gewinnen Angaben über die etwaigen Temperaturen auf unserem Trabanten lebhaftes Interesse im Hinblick auf die vielleicht einmal Wirklichkeit werdende Raumschiffahrt. Dann wird der Mond das erste mit Sehnsucht betrachtete Ziel abenteuerlich veranlagter Forscher sein. Welche klimatischen Bedingungen dürften sie wohl auf dem Monde antreffen?

Ehe wir versuchen, eine bündige Antwort zu geben, müssen wir erst im klaren sein, was wir auf der Erde unter Klima verstehen. So-



weit die Temperatur in Frage kommt, meinen wir den Wärmezustand der Luft, die uns umspült, mit der unser Körper in Wärmeaustausch steht. Als Lufttemperatur wieder bezeichnen wir den Stand eines im Schatten frei aufgehängten Thermometers. Davon müssen wir scharf die Bodentemperatur unterscheiden. Gegenstände, die von der Sonne beschienen werden, zeigen je nach Farbe und Beschaffenheit ihrer Oberfläche eine andere Temperatur als die umgebende Luft. Fällt Sonnenschein auf ein Thermometer, so messen wir nicht mehr die Lufttemperatur, sondern den Wärmezustand des betrachteten Instruments, der leicht  $10^{\circ}$  über der gerade vorhandenen Lufttemperatur liegen kann. Berußen wir gar die Thermometerkugel, dann klettert die Quecksilbersäule um weitere  $10^{\circ}$  oder  $20^{\circ}$  höher. Die gesamte auffallende Sonnenenergie wird unter diesen Umständen in Wärme verwandelt, und das Quecksilber kommt beim Steigen erst dann zur Ruhe, wenn das erhitzte Thermometer in der Zeiteinheit an die Umgebung ebenso viele Kalorien abgibt, wie es seinerseits von der Sonne empfängt.

Als Höchstwerte kommen in der Sahara Lufttemperaturen von  $+ 45^{\circ}$  bis  $+ 50^{\circ}$  C vor, während bei zenitnahem Stande der Sonne Bodentemperaturen von  $+ 70^{\circ}$  bis  $+ 75^{\circ}$  C gemessen wurden. Da der Mond keine Atmosphäre hat, beziehen sich die nachstehend genannten Werte auf seinen Boden. Das muß man im Auge behalten, wenn man die Zahlen für Mond und Erde vergleichen will.

Der Mond gilt nach uralten Ueberlieferungen als „kalt“. Für die Entstehung dieser Anschauung spielt wohl der Gegensatz der beiden großen Himmelslichter ebenso eine Rolle wie die leicht zu beobachtende Tatsache, daß Mondscheinnächte kühler sind als andere. Das hat allerdings mit dem Mond selbst herzlich wenig zu tun. Dessen Schein ist nur der Zeuge, daß eine Wärme zurückhaltende Wolkenschicht fehlt, daß also die Wärme des Erdbodens ungehindert in den Weltenraum strahlen kann. Vielleicht besitzt die Mondkugel noch Eigenwärme. Darüber wissen wir zunächst noch nichts; aber über eine andere, dauernd fließende Quelle können wir aussagen. Da der Mond von der Sonne Wärme empfängt, muß er eine Temperatur haben, die über dem absoluten Nullpunkt liegt ( $- 273^{\circ}$  C). Dann aber strahlt er seinerseits Wärme aus. Die gilt es zu messen. Das ist nicht ganz einfach, denn ihr Betrag ist nur winzig, erreicht nach Lord Rosse nur den 82 000. Teil, nach Hutchins sogar nur den 185 000. Teil der Sonnenwärme. Letztere nehmen wir direkt mit unserem Gefühl wahr. Besser läßt ein sogenanntes Brennglas, eine Lupe, die Wirkung erkennen. Je größer die auffangende Fläche der Linse ist und je kürzer ihre Brennweite, je kleiner also das Fokusbild der Sonne ausfällt, desto intensiver tritt die Hitze in Erscheinung.

Beim Mond fielen alle Versuche in dieser Richtung, von Tschirnhaus (1687) bis zu Forbes (1836) ohne Ergebnis aus, weil man zum Nachweis der Wärme Thermometer benutzte. Erst Melloni gelang es 1846 mit Hilfe einer Thermosäule und einer 1 m im Durchmesser haltenden zusammengesetzten Linse (Zonenlinse, wie sie für Leuchttürme in Gebrauch sind) eine merkwürdige Wirkung zu erzielen. Aber ein Rückschluß auf die Mondtemperatur war nicht möglich, da das die Verbindung herstellende physikalische Gesetz noch unbekannt war. Darum machte Lord Rosse keine absoluten Messungen, sondern verglich an einem Brennspiegel von 90 cm Oeffnung die Mondwärme mit der irdischer Kugeln von bekannten Temperaturen. Er kam so zu dem Ergebnis, daß die gesamte Mondkugel ebenso strahlt, als wenn ihre Temperatur  $+ 110^{\circ}$  C wäre. Er war sich aber vollkommen klar darüber, daß dieser Wert kein nennenswertes Gewicht besaß. Tatsächlich glaubte man in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, eine Mondtemperatur von  $+ 200^{\circ}$  bis  $+ 300^{\circ}$  C annehmen zu dürfen.

Eins ging schon mit Sicherheit aus Lord Rosses Messungen hervor, daß nämlich die Mondwärme genau so schwankt wie seine Lichtgestalt. Das besagt, daß die Eigenwärme der Mondkugel ohne merklichen Einfluß auf seine Strahlung ist, daß praktisch alle Mondwärme von der Sonne stammt. Zu demselben Resultat kamen auch Langley und Frank Very, die 1889 auf dem Allegheny Observatorium die Energiekurve der Mondstrahlung mit Hilfe eines äußerst empfindlichen Bolometers in vorbildlicher Weise festlegten.

Um aus den gemessenen Beträgen die Mondtemperatur bestimmen zu können, muß man die zugrunde liegenden Strahlungsgesetze kennen. Wärme und Licht verhalten sich physikalisch zueinander genau so wie tiefe Töne zu hohen. Wärme und Licht sind beide Schwingungen des Aethers, die sich lediglich durch die Länge ihrer Wellen unterscheiden. Beträgt letztere  $0,4\mu$  bis  $0,8\mu$  ( $1\mu$  ist der 1000. Teil eines Millimeters), so nehmen wir die Aetherschwingungen als Licht wahr und sagen bei  $0,4\mu$  dazu Violett und bei  $0,8\mu$  Rot. Sind dagegen die Wellen  $1\mu$  lang und darüber, so empfinden wir lediglich Wärme.

Ein heißer Körper strahlt in allen möglichen Wellenlängen; aber das Gemisch enthält nicht von jeder Strahlenart gleich viele, sondern eine bestimmte Wellenlänge überwiegt, kommt in Höchststärke vor, wie etwa die von  $0,5\mu$  bei der Sonne. Die benachbarten Wellen,  $0,4\mu$  und  $0,6\mu$ , sind ganz erheblich schwächer. Die Strahlungskurve eines warmen Körpers zeigt immer ein Maximum, dessen Lage (Wellenlänge) sich nach der Temperatur der Strahlungsquelle richtet. Erhöht sich diese, so wandert das Maximum nach dem Wienschen Verschiebungsgesetz umgekehrt proportional zur absoluten Temperatur nach der kurz-

welligen Seite. Mißt man also die Verteilung der Strahlungsintensitäten eines Himmelskörpers auf die einzelnen Wellenlängen, so kann man daraus seine Temperatur herleiten. Bei einigen tausend Grad Hitze liegt die stärkste Strahlung im gelben Teil des Spektrums. Bei niedrigerer Temperatur wandert das Maximum ins Rot, bei noch geringerer in das Infrarot, wo wir mit unseren Augen nichts mehr wahrnehmen können, wo aber eine Thermosäule oder ein Bolometer noch anspricht. Eine einfache Rechnung zeigt, daß bei der zu erwartenden Temperatur des Mondes (d. h. unter  $+ 200^{\circ}$  C) kaum ein merklicher Teil der Strahlung im sichtbaren Spektrum liegen kann. Gerade umgekehrt ist es bei der Sonne. Und das ist gut so, denn dadurch läßt sich bei der gesamten Mondstrahlung der Teil, der lediglich reflektierte Sonnenwärme ist, von jenem isolieren, der vom warmen Mondboden herrührt. Allerdings liegen die Verhältnisse in der Praxis nicht ganz so einfach. Die Sonne strahlt tatsächlich auch etwas in den langen Wellen, und diesen Einfluß muß man bei der Reduktion der Messungen in Rechnung stellen. Selbst wenn die Mondoberfläche lange Wellen vollkommen spiegelte, so könnte die reflektierte Sonnenwärme die Mondstrahlung in diesem Gebiet um höchstens 1 % verfälschen. In Wahrheit kommt aber nur ein Bruchteil dieses Wertes in Frage, so daß die weiter unten angegebenen Mondtemperaturen dadurch nicht einmal um  $1^{\circ}$  erniedrigt werden.

Bei der Messung am Fernrohr erreicht man die Trennung der langen von den kurzen Wellen, indem man in den Gang der Mondstrahlen einen Gegenstand bringt, der auf Licht anders als auf Wärme reagiert. Stoffe wie Paraffin oder Hartgummi sind für Licht undurchsichtig, nicht aber für langwellige Wärme; durch Steinsalz wieder gehen alle Strahlen von  $0.3$  bis  $14\mu$  gleichmäßig gut. Flußspat ist für Strahlen bis  $8\mu$  durchsichtig, absorbiert aber alle Wellen länger als  $12\mu$ . Durch dickes Glas endlich kommt nur Licht, fast keine Wärme. Ein kleines Mikroskopdeckglas von  $0,165$  mm Dicke läßt nur Strahlen bis  $4\mu$  durch.

In den letzten Jahren haben Edison Pettit und Seth Nicholson auf der Mount-Wilson-Sternwarte in ähnlicher Weise, wie sie die Strahlung der Fixsterne und der Planeten untersuchten, auch die des Mondes gemessen, worüber sie in den Contributions des Mt. Wilson Obs. Nr. 392 ausführlich berichten. Sie benutzten den Newton-Brennpunkt des 100-zölligen Spiegels, der ein Mondbild von 11 bis 12 cm Größe liefert. Die Thermosäule bestand aus Platin- und Bleidrähten, die von einem Silbergehäuse eingeschlossen waren, das nur eine winzige Oeffnung von  $0.6$  mm im Quadrat freiließ. Dieses Fenster wurde mit einer 2 mm dicken Steinsalzplatte bedeckt. Davor setzte man je nach Bedarf ein dünnes Deckglas ( $0,165$  mm dick), oder Flußspat ( $4$  mm) oder

auch eine Wasserschicht von 1 cm Dicke, um einzelne Teile der Gesamtstrahlung herauszufiltern. Mit Glas bekommt man 90 % des Mondlichts und 35 % der Mondwärme, mit Flußspat 95 % des Lichts und nur 11 % der Wärme, mit der Wasserzelle 60 % des Lichts. Die Einstellung erfolgte drei Lunationen hindurch (1923, 1924 und 1929) täglich auf bestimmte Gegenden in der Nähe des Mondäquators.

Werden die unpaarigen Lötstellen einer Thermosäule von Strahlen getroffen, so erwärmen sie sich um einen verschwindend geringen Bruchteil eines Zentigrades. Dadurch entsteht ein schwacher elektrischer Strom, der mit einem empfindlichen Galvanometer gemessen wird. Indem man einmal mit, dann ohne Deckglas usw. den Ausschlag beobachtet, kann man das Verhältnis der kurzwelligen zu der Gesamtstrahlung und damit den Anteil der langwelligen Strahlung — der Wärmestrahlung — ermitteln.

Hätte die Erde nun keine Atmosphäre, dann wäre die Reduktion auf Temperatur sehr einfach. Leider aber leben wir am Grunde eines Luftmeeres, dessen veränderliche Beimischungen von Wasserdampf, Kohlensäure und Ozon die optischen Eigenschaften in unangenehmer Weise beeinflussen. Darum war s. Z. Piazzzi Smyth auf den 3800 m hohen Pic von Teneriffa geklettert, wo er bei seinen Mondstrahlungsmessungen wenigstens einen Teil der Atmosphärenwirkung los wurde. Das Mt.-Wilson-Observatorium liegt nur 1700 m über dem Meeresspiegel, und dort muß man wohl oder übel versuchen, der Sache rechnerisch beizukommen. Die genannten Beimischungen wirken so, daß sie einfach Strahlen bestimmter Wellenlängen nicht durchlassen. Ozon z. B. schneidet alle Strahlen unter  $0.3\mu$  (Ultraviolett) ab, Wasserdampf und Kohlensäure wirken nur im Rot und Infrarot. Dort gibt es sozusagen durchscheinende „Löcher“ in der Luft, so daß wir Mondwärme eigentlich nur in dem Bereich von 8 bis  $14\mu$  empfangen, obwohl natürlich der Mond auch in anderen Gattungen strahlt. Für Wellen von 4 bis  $8\mu$  ist die Atmosphäre undurchsichtig. Damit könnte man sich zur Not abfinden, wenn wenigstens die genauen Grenzen dieser „Löcher“ bekannt wären. Aber das ist leider noch nicht der Fall. Ueber die Schirmwirkung des Wasserdampfes hat Fowle im Laboratorium umfangreiche Versuche angestellt und ausführliche Tabellen in den Miscellaneous Collections des Smithsonian Instituts 1917 veröffentlicht. Leider läßt ihre Anwendung auf Mondmessungen sehr zu wünschen übrig, da Fowle nur Mengen bis zu dem 10. Teil des über Mt. Wilson im Durchschnitt vorhandenen Wasserdampfes untersucht hat, so daß Pettit und Nicholson Fowles Tabellen bis auf das Zehnfache ihres Bereiches extrapolieren mußten. Damit kommt ein nicht erwarteter Faktor der

Unsicherheit in die Ergebnisse, während andere Einflüsse, wie z. B. das tägliche Blinderwerden der benutzten Spiegel (des 100-Zöllers und des Fangspiegels), mit aller erforderlichen Genauigkeit in Rechnung gestellt werden konnten. Um die nicht vermeidbaren Fehler wenigstens abzuschwächen, machte man nicht absolute Strahlungsmessungen, sondern verglich den Mond mit benachbarten Fixsternen, deren Energiekurven aus früheren Messungen auf Mt. Wilson bekannt waren. Da die Atmosphäre nicht immer den gleichen Feuchtigkeitsgehalt besitzt, fielen auf diese Weise wenigstens die nur schwer kontrollierbaren Abweichungen vom mittleren Zustand heraus.

Die Empfindlichkeit der benutzten Apparatur war so, daß man noch Temperaturen bis  $-170^{\circ}$  C mit etwa 10 % Genauigkeit bestimmen konnte. Bei tieferen Graden nahm die Unsicherheit rasch zu; die untere z. Z. überhaupt erreichbare Grenze dürfte bei  $-200^{\circ}$  C liegen.

Nicholson und Pettit maßen im Vollmond die Strahlung, die wir von einem Gürtel längs des Mondäquators erhalten, also von einem Streifen, der über Mare Smithii, Foecunditatis, Tranquillitatis, Nubium, Oceanus Procellarum bis zum Krater Riccioli zieht. Für die Bodentemperatur ergaben sich dabei Werte, die zwischen  $+47^{\circ}$  und  $+134^{\circ}$  C liegen. Die höchste Zahl, die ungefähr dem Schmelzpunkt des Schwefels entspricht (ein Stück der Mondoberfläche, nahe bei Aristarch, hat bekanntlich einen Schwefelbelag), gehört zu dem Punkt, der die Sonne gerade im Zenit hat; die kleinere Zahl betrifft die Gebiete in nur  $48''$  vom Mondrand. Nach dem Lommel-Seeligerschen Gesetz wäre ein Temperaturverlauf längs des Mondäquators zu erwarten, der sich wie der Cosinus der Zenitdistanz der Sonne für den betreffenden Mondort ändert. Die Beobachtungen lehren aber, daß die Quadratwurzel aus der dritten Potenz des Cosinus sich den Messungen besser anschließt. Weder das Eulersche noch das Lambertsche Verteilungsgesetz sind auch nur annähernd erfüllt. Die Ursache der Abweichungen liegt in der rauhen Beschaffenheit der Mondoberfläche. Die Strahlung ist nicht, wie theoretisch bei glatter Begrenzung zu erwarten, nach allen Richtungen gleich stark. Verfolgte man durch eine Lunation immer den Punkt, der die Sonne im Scheitel hatte, so ergab sich bei Vollmond  $+134^{\circ}$  C dafür, im ersten oder letzten Viertel aber, wenn also jener Punkt sich gerade am sichtbaren Mondrand befand, nur  $+85^{\circ}$  C.

Aus dem Verlauf der Temperaturkurve kann man folgern, daß etwa der achte Teil der sichtbaren Mondoberfläche heißer ist als der normale irdische Siedepunkt des Wassers.

Einmal — am 5. Juli 1927, zwei Tage vor dem ersten Viertel, — wurde im aschfarbenen Licht eine Stelle in nur  $48''$  Entfernung vom dunklen Mondrand gemessen. Ein Stern von

der nullten (radiometrischen) Größe hätte am Galvanometer einen Ausschlag von 19 mm ergeben, während die Mondgegend nur  $0,09 \pm 0,05$  mm anzeigte. Das entspricht einer Temperatur von  $-150^{\circ}$  C und beweist, daß die Eigenwärme des Mondes bedeutungslos ist. Genau dasselbe folgt aus Beobachtungen von Mondfinsternissen. Solche haben schon Lord Rosse und Boedicker 1884 und 1888 gemessen und gefunden, daß die Mondwärme mit fortschreitender Verfinsterung abnimmt und kurz vor dem Ende der Totalität nur noch  $\frac{1}{2}$  oder 1 % der Vollmondswirkung aufweist.

In ähnlicher Weise haben Pettit und Nicholson die Finsternis vom 14. Juni 1927 verfolgt, die für Mt. Wilson sehr günstig lag, weil der verfinsterte Mond um Mitternacht im Meridian stand. Sie wählten einen Punkt in  $48''$  Abstand vom Südrande, weil der am weitesten in den Erdschatten tauchte. Die Totalität dauerte für diese Stelle  $2^{\text{h}}40^{\text{m}}$  und die partielle Phase je eine Stunde. Aus Vergleich mit Arktur und Wega ergab die in Temperatur umgerechnete Strahlung kurz vor Beginn der Verfinsterung  $+69^{\circ}$  C. Sie fiel dann im Verlauf der teilweisen Finsternis auf  $-50^{\circ}$  C. Als der Kernschatten der Erde darüber hinwegstrich, sank sie langsam weiter bis auf minus  $123^{\circ}$  C. Für wenige Minuten nach der Totalität blieb sie unverändert, dann stieg sie proportional der wieder den Mond treffenden Sonnenstrahlung zwanzig Minuten lang rasch an. Am Schluß der ganzen Erscheinung war mit  $+66^{\circ}$  C fast genau wieder der Anfangswert erreicht. Dieses Verhalten ist ein Zeichen, daß die Gesteine der Mondoberfläche die Wärme nur sehr schlecht leiten. Während die Sonne in jeder Minute auf einen Quadratcentimeter bei senkrechter Strahlung rund 1,9 Kalorien niedersendet, können davon höchstens 0,1 Kalorien in den Boden wandern. Nach Epstein verhält sich der Mond in dieser Hinsicht wie Bimstein oder vulkanische Asche. Die geringe Leitfähigkeit der Mondgesteine bewirkt, daß die Temperatur von der Oberfläche an sehr rasch abfällt. Bei Schichten von nur 1 cm Dicke müssen schon Unterschiede von  $100^{\circ}$  auftreten. Hat die Oberfläche eine Temperatur gleich der des siedenden Wassers, so ist weniger als einen Finger breit darunter eine Temperatur, wo Wasser zu Eis wird.

Es ist interessant, für den unter dem Sonnenzenit liegenden Punkt die Temperatur theoretisch zu bestimmen. Sie ist abhängig von der Sonnenstrahlung (Solarkonstante), von der in das Innere geleiteten Wärme und von der reflektierten Strahlung. Während die Solarkonstante auf der Erde zwischen 1,91 und 1,965 Kalorien schwankt, tritt beim Monde wegen seiner nicht immer gleichen Entfernung von der Sonne eine weitere Quelle der Veränderung ein, so daß für ihn dieser Wert von 1,84 bis 2,04 Kalorien variiert. Nimmt man

die reflektierte Strahlung in einem bestimmten Prozentsatz (52 Prozent, wie aus der Finsternis folgt) proportional zur auffallenden, ferner die in den Boden abgewanderte Menge als konstant an, so folgt für den oben genannten Punkt eine Temperatur von  $+95^{\circ}$  bis  $+105^{\circ}$  C. Die beobachtete ist merklich höher. Um die Differenz zu erklären, müßte man entweder die Solarkonstante um 20 Prozent erhöhen (was so gut wie ausgeschlossen ist) oder annehmen, daß entweder der Mond in den langen Wellen stärker strahlt als bei der Rechnung vorausgesetzt oder aber, daß die Erdluft in dem Gebiet von 8 bis 14 durchlässiger ist, als nach Fowles Tabellen extrapoliert wurde. Beide Gründe lassen schwerwiegende Folgerungen zu.

Es ist bekannt, daß manche Stoffe bestimmte Wellenlängen fast vollkommen spiegeln, während sie dicht benachbarte durchlassen. So z. B. reflektiert Sylvin Strahlen von 61, Stein-salz solche von 51, Flußspat die von 32 und  $24\mu$  besonders stark. So könnte es sein, daß der Mond in der Gegend von 8 bis  $14\mu$  besonders strahlt. In diesem Bereich macht sich die Wirkung der Silikate bemerkbar, die im Laboratorium an der Strahlung zwischen 8 und  $10\mu$  erkannt werden können. Leider stört an dieser Stelle die Sonnenstrahlung in ungefähr dem-

selben Maße, und die Genauigkeit der Messungen mit einer Flußspatplatte reicht nicht hin, beide Einflüsse zu trennen. Die von Langley und Very bestimmte Form der Energiekurve der Mondstrahlung läßt nun allerdings keine Abweichung von der eines schwarzen Strahlers in dieser Gegend erkennen. Deshalb aber dürfen wir doch nicht sagen, daß die Mondoberfläche keine Silikate aufweist, sondern nur, daß sie — wenn vorhanden — wie schwarze Körper strahlen, d. h. in fein verteiltem Zustand vorkommen wie Sand oder poröser Bimstein.

Kommt aber in Betracht, daß die Erdluft für Strahlen zwischen 8 und  $14\mu$  durchlässiger ist als angenommen, dann sind alle bisher gemessenen planetarischen Temperaturen zu hoch berechnet! Man müßte die Mondtemperaturen um etwa 17, die des Merkur um 45, die der Venus um 9 und die des Mars um 10 Grad erniedrigen. Bei den erstgenannten Himmelskörpern ist das nicht ausschlaggebend für ihre physikalische Natur, wohl aber wäre der Betrag für den Mars bedeutungsvoll.

Ehe die Frage nach der Durchlässigkeit der Erdluft für die langwelligen Wärmestrahlen von den Physikern nicht gelöst ist, kann die Bestimmung der Temperaturen auf dem Mond und den Planeten nicht endgültig sein.

## Marksteine auf dem Wege des Eindringens in das Weltall.

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

### III.

### Die Anfänge des heliozentrischen Weltsystems.

(Mit zwei Abbildungen.)

Die im vorigen Abschnitt betrachtete Erdmessung des Eratosthenes bildete sozusagen den Hebel, messend über die Erde hinauszugelangen und auf diese Weise in die Gliederung des Weltalls einzudringen.

Zuerst gelang es, von der Größe und der Entfernung des Mondes und der Sonne ein annähernd richtiges Bild zu erhalten. Es rührt her von dem alexandrinischen Gelehrten Aristarch (um 270 v. Chr. in Samos geboren). Er legte die Ergebnisse seiner Messungen und seines Nachdenkens in einer Schrift „Ueber die Größen und Entfernungen des Mondes und der Sonne“ nieder. Aus dieser Schrift, von der einiges erhalten geblieben ist, ersieht man, daß Aristarch den Mond für etwa 30 (statt 48) mal so klein, die Sonne dagegen für 300 (statt 1 300 000) mal so groß wie die Erde hielt.

Um sich ein Urteil darüber zu bilden, ob die Sonne weiter als der Mond von uns entfernt ist, und um wieviel die Entfernung der Sonne

die des Mondes ungefähr übertrifft, stellte er sich zunächst die Frage, um welchen Winkel Mond und Sonne voneinander abstehen, wenn wir den Mond gerade zur Hälfte erleuchtet erblicken. Man findet, daß der Bogenabstand beider Gestirne dann etwa gleich einem rechten Winkel ist.

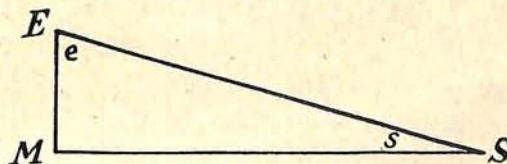


Abb. 1. Aristarchs Verfahren, die Entfernung des Mondes und der Sonne zu bestimmen.

Steht jemand auf der Erde im Punkte E, so werden die drei Weltkörper ein rechtwinkliges Dreieck bilden, wenn die Mondkugel für ein in E befindliches Auge gerade zur Hälfte beleuchtet ist. Fassen wir jetzt den Winkel bei E ins Auge. In der Abbildung beträgt dieser Winkel etwa  $70^{\circ}$ . In diesem Falle wäre der Abstand der Sonne von der Erde etwa dreifach so groß wie der des Mondes von der Erde. Je weiter wir aber die Sonne nach rechts verlegen, um so mehr wird sich der Winkel e bei E einem rechten Winkel nähern.

Nach der Messung Aristarchs beträgt der Winkel  $e$ , wenn Mond, Sonne und Erde die Stellung zueinander einnehmen, daß der Mond von E aus gerade zur Hälfte beleuchtet erscheint,  $87^\circ$ . Daraus berechnete Aristarch, daß die Dreiecksseite ES etwa 20mal so groß sei wie die Seite EM, daß somit die Entfernung der Sonne von der Erde diejenige des Mondes um das Zwanzigfache übertreffe. In Wahrheit kommt der Winkel  $e$  einem rechten Winkel viel näher als Aristarch zu beobachten glaubte. Immerhin war der Beweis erbracht, daß die Sonne viel weiter von der Erde entfernt ist als der Mond, wenn die Ermittlung des wahren Verhältnisses der Entfernungen auch noch nicht gelang.

Halten wir zunächst einmal an der Zahl fest, die Aristarch gefunden hatte, so ergibt sich über das Größenverhältnis der Weltkörper folgendes: Mond und Sonne erscheinen annähernd gleich groß ( $\frac{1}{2}^\circ$ ). Ist aber die Sonne bei gleicher scheinbarer Größe 20mal weiter von uns entfernt als der Mond, so muß die Sonne  $20 \cdot 20 \cdot 20$  oder 8000mal größer als der Mond sein.

Aristarch konnte also aus seinen Beobachtungen schon mit ziemlicher Sicherheit schließen, daß die Sonne ein vieltausendmal größerer Weltkörper ist als unser Trabant, und daß sie auch die Erde ganz erheblich an Größe übertrifft.

Deshalb regte sich auch in ihm der Zweifel, ob die Erde tatsächlich den Mittelpunkt des Ganzen bilde, und die um so viel größere Sonne sich wirklich um die Erde bewege.

Daß Aristarch tatsächlich die heliozentrische, die Sonne als Mittelpunkt des Alls betrachtende Lehre schon 1800 Jahre vor Kopernikus klar ausgesprochen hat, geht auch aus einer Stelle hervor, die sich in einem auf uns gelangten

Werke des Archimedes findet. Sie lautet: „Aristarch gelangt zu der Annahme, die Fixsterne samt der Sonne seien unbeweglich. Die Erde aber werde in einer Kreislinie um die Sonne, die in der Mitte der Erdbahn steht, herumbewegt.“

Als im 2. Jahrhundert n. Chr. die Astronomie der Alten durch Ptolemäos in ein System gebracht wurde, geschah dies auf Grund der geozentrischen Weltansicht.

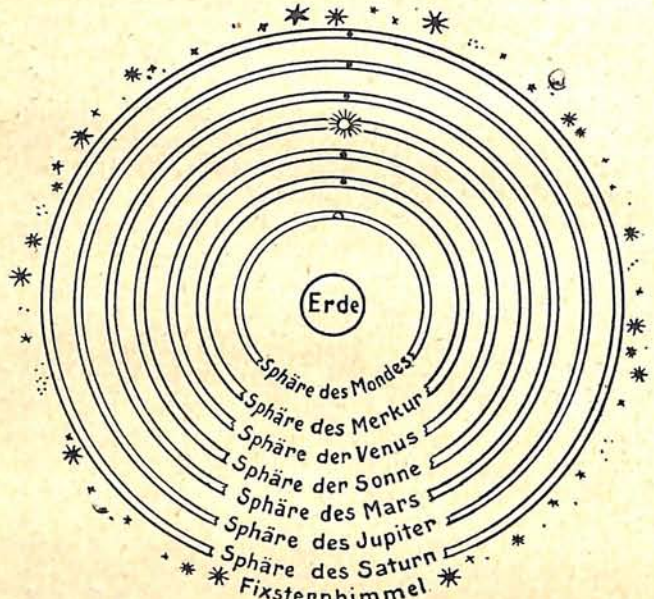


Abb. 2. Das Ptolemäische Weltsystem.

Das Ptolemäische System blieb während des Altertums und durch das ganze Mittelalter hindurch in Geltung. Das Wesentlichste und die Mitte der Welt war danach die im Zentrum ruhende Erde. Um sie bewegen sich der Mond, die Sonne, die fünf Planeten und der Fixsternhimmel.

## Carl Christian Bruhns zum 100. Geburtstage.

(Geb. 22. Nov. 1830, gest. 25. Juli 1881.)

Am 22. November 1830 wurde zu Plön in der Holsteinischen Schweiz Carl Christian Bruhns geboren. Der berühmte Astronom und Meteorologe gehörte nicht zu den Bahnbrechern, nicht zu den Epochenmachenden; aber seine fleißige Forschung und seine Fähigkeit wissenschaftlicher Organisation haben seinen Namen in den Annalen der Stern- und Wetterkunde verherrlicht. Er wurde als Sohn wenig bemittelter Eltern geboren und ergab sich dem Handwerk der Schlosserei. Bis zum 18. Lebensjahr war er Mechaniker ohne irgend weitergehenden Ehrgeiz; wieder ein Beispiel, daß aus dem Handwerk die lebenskräftigsten Naturen und Schöpferkräfte hervorgehen können. Es war eine glückliche Fügung, daß gerade ein Mann wie der große Astronom Encke, der Sekretär der Preußischen Akademie der Wissenschaften

und Ordinarius an der Berliner Universität war, die Entdeckung machte, daß in dem jungen Bruhns ein ganz eigentümliches, ausgeprägtes rechnerisches Talent steckte. Er veranlaßte ihn, sich dem Studium der Astronomie und Meteorologie zu widmen und bot ihm die Stelle eines 2. Assistenten an der Berliner Sternwarte an. In dieser Stellung zeichnete sich Bruhns bald derartig aus, daß ihm bereits nach 2 Jahren die Stelle eines 1. Assistenten der Sternwarte übertragen werden konnte. Mit dreißig Jahren erhielt er einen Ruf an die Universität Leipzig und den Posten des Direktors der Sternwarte, ein beispielloser Erfolg. Seinem Einfluß auf die sächsische Regierung war es zu danken, daß drei Jahre nach seiner Berufung 22 wohlausgerüstete meteorologische Stationen errichtet wurden, denen sich dann noch 7 andere anschlossen.

Auch auf die Neugestaltung der Leipziger Sternwarte hatte er entscheidenden Einfluß. Es gelang ihm dort, 6 neue Kometen zu entdecken. Die sorgfältigen Beobachtungen an der Wetterstation betrieb er mit solchem Fleiß, daß er zwei Bände damit füllte. Er erkannte auch mit hellem Blick, daß die naturkundliche Forschung international sein müsse und vor keinen Grenzpfählen Halt machen könne. Er erreichte, daß tatsächlich überstaatliche Vereinbarungen über wetterkundliche Untersuchungen und Statistiken ins Leben gerufen wurden. Er schuf ein internationales meteorologisches Komitee, dessen Präsidium er innehatte, wie seine Begabung überhaupt stark auf dem Gebiet wissenschaftlicher Organisation lag. Von seiten der sächsischen Landwirtschaft wurde in ihn gedrungen, sich ihrer Nöte anzunehmen und durch wetterkundliche Prognosen ihnen behilflich zu sein. Mit gewohnter Lebhaftigkeit ging er auf ihr Anliegen ein. Auf sein Betreiben wurde in enger Verbindung mit der Hamburger Seewarte ein Wetterprognosedienst eingerichtet, der zu den ersten Versuchen dieser Art in Europa überhaupt gehörte. Daneben fand er Zeit zu einer Fülle von wissenschaftlichen Arbeiten, z. B. „Die astronomische Strahlenbrechung in ihrer historischen Entwicklung“ und „Atlas der Astronomie“. Er verlor über seiner erdfernen Forschung aber

nicht das Diesseits aus den Augen, und besonders waren es Untersuchungen über die Geschichte der Astronomie, die ihn fesselten. 1861 erschien „Geschichte und Beschreibung der Leipziger Sternwarte. Zur Eröffnung der neuen Sternwarte“. Seinem Gönner und Freund Encke widmete er 1869 eine Biographie. Auch Alexander von Humboldts Leben hat er in drei Bänden beschrieben (1872). Historisch interessant ist auch sein Dekanatsprogramm von 1877/78 „Die Astronomen auf der Pleißenburg. Die Observatoren: Rüdiger, Mollweide, Möbius, d'Arrest. Die Amanuenses: Meißner, Wechsler, Thieme, Brandes, Heym“, wo er besonders Möbius und Mollweide liebevoll und eingehend behandelt. Auch die persönlichen Angaben über seine Vorgänger, die Begrenztheit ihrer sozialen Lebensverhältnisse usw. sind reizvoll und kulturgeschichtlich wertvoll.

In seinen letzten Lebensjahren war Bruhns leidend und mußte viele seiner amtlichen Obliegenheiten aufgeben, so den Vorsitz der Leipziger Geschichte für Erdkunde. Am 25. Juli 1881 endete sein arbeitsreiches Leben. Er hatte sich allgemeiner Verehrung erfreut und galt unter seinen Fachgenossen als das zusammenhaltende, treibende und belebende Element aller gemeinsamen Arbeit.

Prof. Dr. C. Fries.

## Der gestirnte Himmel im Dezember 1930.

Von Dr. F. S. Archenhold und G. Archenhold.

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

Unsere Sternkarte auf der ersten Seite des Umschlages gibt den Anblick des Sternenhimmels am 1. Dezember 22<sup>h</sup> wieder. Da sich der Aufgang der Fixsterne jeden Tag um 3<sup>m</sup>56<sup>s</sup> verfrüht, so gilt die Karte auch für den 15. Dezember 21<sup>h</sup> und 31. Dezember 20<sup>h</sup>. Für die neu hinzugetretenen Leser bemerken wir, daß die Karte bei der Beobachtung in Blickrichtung gehalten werden kann, und zwar so, daß die auf der Karte angegebenen Himmelsrichtungen mit der Wirklichkeit übereinstimmen.

Blickt man zu den angegebenen Zeiten nach Osten, so ist die Karte so zu halten, daß Kartenost nach unten zeigt. Wir finden dann auf der Ostseite des Himmels, die von der Westseite durch den Meridian geschieden ist, von links nach rechts die folgenden wichtigen Sternbilder: Großer Bär, Fuhrmann, Zwillinge, Kleiner Hund, Orion, Stier, Perseus und Eridanus. Dicht am Horizont erscheint Sirius, der hellste Stern aus dem Großen Hund, und mit ihm sind dann die Wintersternbilder fast vollständig am Osthimmel sichtbar geworden.

Im Stier steht ein dem bloßen Auge zugänglicher veränderlicher Stern.  $\lambda$  Tauri, dessen Lichtwechsel ebenso wie bei Algol durch gegen-

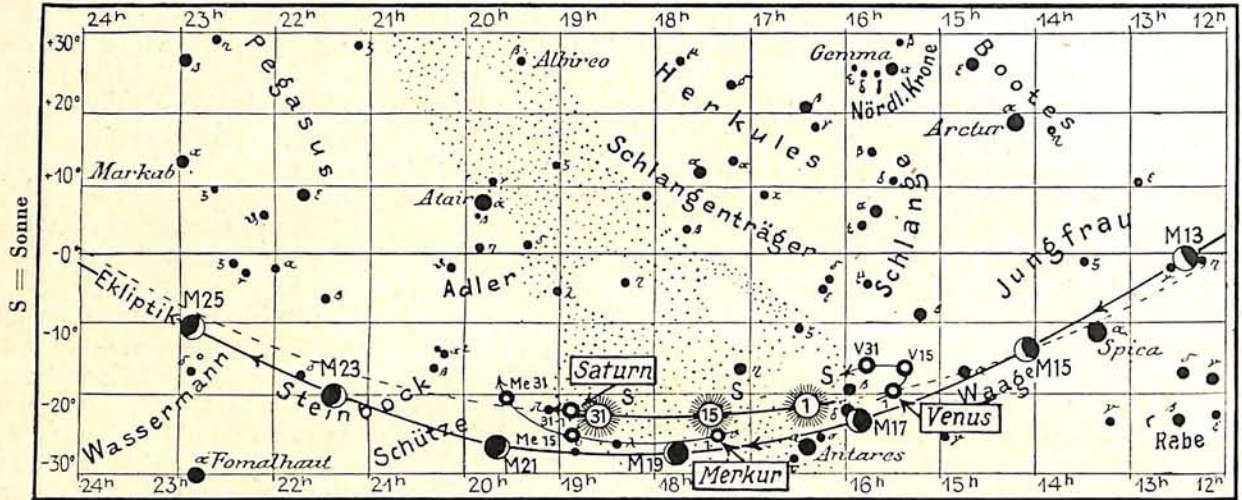
seitige Bedeckung zweier Sterne hervorgerufen wird. Seine Veränderlichkeit ist im Jahre 1848 von Baxendell entdeckt worden. In seiner normalen Helligkeit gleicht Lambda einem Stern 3,8. Größe, im Minimum geht die Helligkeit auf 4<sup>m</sup>,2 zurück. Er ist einer der hellsten Sterne der Algolklasse. Seine Periode beträgt 3,953 Tage, also 1<sup>h</sup>7<sup>m</sup>45<sup>s</sup> weniger als 4 Tage, ist aber nicht konstant, da noch ein dritter Körper zum System von  $\lambda$  Tauri gehört. Ähnlich wie beim Algol-system gehören auch die Sterne von  $\lambda$  Tauri einem frühen Spektraltypus an, nämlich B 3. Die Sterne sind daher noch nicht so stark verdichtet wie unsere Sonne und im Durchmesser wesentlich größer. Mitte Dezember ist der Lichtwechsel des Sterns gut zu beobachten, da die Minima in die Mitternachtsstunden fallen. Am 15. Dezember 1<sup>h</sup>15<sup>m</sup> morgens befindet sich der Stern im kleinsten Lichte. Bereits 5 Stunden vorher ist eine Lichtabnahme zu bemerken.

Auch der veränderliche Algol ist im Dezember gut zu beobachten. Seine beobachtbaren Minima treten zu folgenden Zeiten ein:

Dezember 8.	5 <sup>h</sup>	Dezember 16.	19 <sup>h</sup>
„ 11.	2 <sup>h</sup>	„ 28.	6 <sup>h</sup>
„ 13.	22 <sup>h</sup>	„ 31.	3 <sup>h</sup>

Abb. 2a.

Lauf von Sonne, Mond und Planeten



Die Stellung der Planeten im Tierkreis kann aus unserer Planetenkarte ersehen werden. Die Oerter der schnelllaufenden inneren Planeten sind für den 1., 15. und 31. angegeben. Mars bewegt sich im Dezember nur wenig, weil er aus der rechtläufigen Bewegung in die rückläufige, d. h. in die der scheinbaren Sonnenbewegung entgegengesetzte Richtung übergeht. Er sowohl wie die anderen äußeren Planeten sind durch ihren Ort zur Mitte des Monats angegeben. Die Richtung ihrer Bewegung wird durch den Pfeil gekennzeichnet.

Merkur ist im Dezember in unseren Breiten nicht günstig zu beobachten, da er zu weit südlich steht. In den Tropen aber ist er um die Zeit seines größten scheinbaren Abstandes (Elongation) von der Sonne am 20. Dezember am Abendhimmel gut sichtbar.

Venus ist als Morgenstern anfangs  $\frac{3}{4}$  Stunden, zuletzt über drei Stunden lang vor Sonnenaufgang im Südosten zu sehen. Sie geht aus rückläufiger in rechtläufige Bewegung über.

Mars, im Sternbild des Krebses, eilt mit einer Geschwindigkeit von 41000 km in der Stunde der Erde näher. Sein Abstand vermindert sich von 139 Millionen km am Anfang des Monats auf 109 Millionen km am Ende desselben. In der Erdnähe am 25. Januar 1931 wird die Entfernung 99 Millionen km betragen. Mars geht am 1. Dezember um  $20\frac{3}{4}^h$  und am 31. schon um  $18\frac{3}{4}^h$  auf, so daß er allmählich auch in den frühen Abendstunden sichtbar ist. Sein scheinbarer Abstand wächst von  $10''$  auf  $13''$  an. Im Fernrohr erscheint er also  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{3}$  mal so groß wie Jupiter.

Jupiter steht in den Zwillingen. Er geht zwei Stunden vor Mars auf und ist in der letzten Hälfte des Monats während der ganzen Nacht sichtbar. Die Stellungen und Verfinsterungen seiner vier hellen Monde sind in der nachstehenden Tabelle angegeben. Bei der Verfinsterung der drei ersten Monde ist im Dezember

stets nur der Eintritt zu beobachten, beim vierten Mond auch der Austritt.

Verfinsterungen			Stellungen			
Dez.	M. E. Z. h m	Mond	Dez.	2h 0m M. E. Z.	Dez.	2h 0m M. E. Z.
1	20 01	IV E	1	421 0 3	17	431 0 2
1	22 26	IV A	2	234 0 1	18	34 0 21
5	5 30	III E	3	31 0 42	19	231 0 4
5	6 21	I E	4	3 0 214	20	0 314
5	20 29	II E	5	213 0 4	21	1 0 234
7	0 50	I E	6	0 2134	22	2 0 134
8	19 18	I E	7	0 234	23	2 0 134
12	23 03	II E	8	21 0 34	24	31 0 24
14	2 44	I E	9	23 0 14	25	3 0 124
15	21 12	I E	10	31 0 42	26	321 0 4
18	16 39	IV A	11	34 0 21	27	2 0 431
20	1 37	II E	12	4231 0	28	41 0 23
21	4 38	I E	13	4 0 13	29	42 0 13
22	23 07	I E	14	41 0 23	30	42 0 3
24	17 35	I E	15	42 0 3	31	431 0 2
26	17 27	III E	16	42 0 1		
27	4 12	II E				
28	6 32	I E				
30	1 01	I E				
30	17 29	II E				
31	19 30	I E				

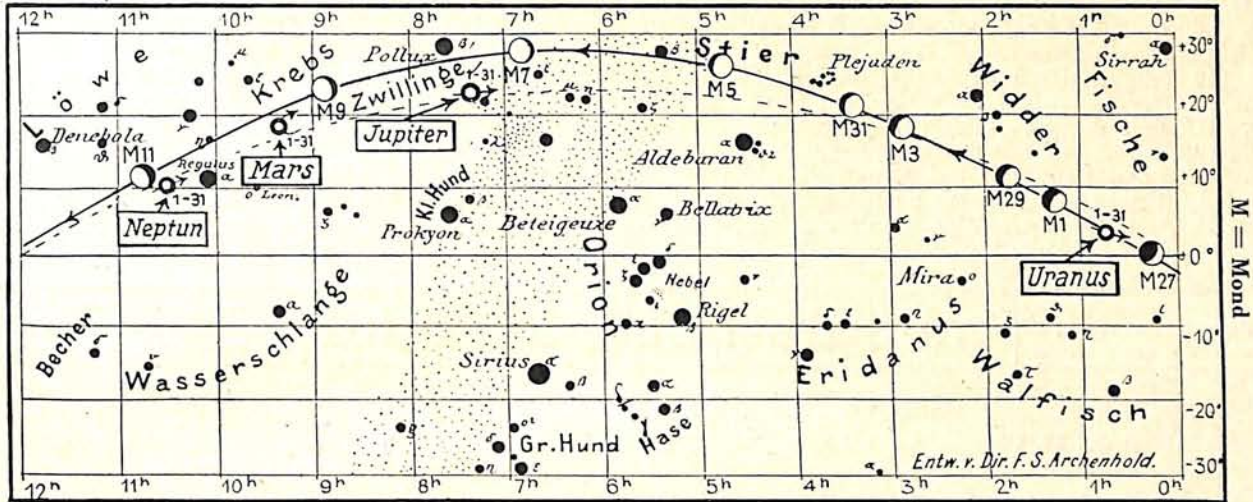
E = Eintritt A = Austritt

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

Saturn wird beinahe von der Sonne eingeholt. Er verschwindet daher gegen Mitte des Monats vom Abendhimmel.

Uranus, in den Fischen, kulminiert anfangs gegen  $20^h$ , zuletzt gegen  $18^h$  und ist daher mit einem Fernrohr in dieser Zeit am besten aufzusuchen. Ein Fernrohr mit Kreisteilungen oder ein guter Sternatlas erleichtert die Auffindung wesentlich. Wir geben hier die Stellung des Uranus für den 15. Dezember mit Rekt. =  $0^h43^m,2$  und Dekl. =  $+3^{\circ}55'$  an.

Neptun steht am 15. Dezember in Rekt. =  $10^h31^m,3$  und Dekl. =  $+10^{\circ}3'$  und ist am besten nach Mitternacht aufzusuchen, da er anfangs um  $6^h$ , zuletzt um  $4^h$  kulminiert.



Pluto ist nach seinem Erscheinen am Morgenhimmel von Prof. Max Wolf zum ersten Male wieder am 30. August beobachtet worden. Seine photographische Helligkeit wurde von ihm zu  $14^m,3$  angegeben. Von Prof. K. Graff wurden am 20. September mit dem Wiener Refraktor zwei Messungen der visuellen Helligkeit ausgeführt, die im Mittel  $14^m,88$  ergaben.

Auf die große Bedeutung von Pluto für die theoretische Astronomie macht Prof. Wilkens in den Astronomischen Nachrichten aufmerksam. Es liegt einer der schwierigsten und interessantesten Fälle der Himmelsmechanik vor. Einmal beträgt die Umlaufszeit von Pluto nahezu das Dreifache der Umlaufszeit von Uranus, und zum anderen entspricht die dreifache Umlaufszeit von Neptun der doppelten von Pluto. Es werden dadurch große Störungen langer Periode verursacht, die ein Analogon zu ähnlichen Fällen (Hilda- bzw. Hestiatypus) im System der Planetoiden haben, nur mit dem Unterschied, daß die beträchtliche Masse von Pluto nicht gleich Null gesetzt werden darf, wie man es bei Aufgaben, die Kleine Planeten betreffen, zu tun gewöhnt ist.

Die Sonne gelangt am 22. Dezember  $14^h 40^m$  in den tiefsten Punkt ihrer Bahn. Der astronomische Winter beginnt. Die Auf- und Untergangszeiten für Berlin sind:

	Aufgang	Untergang
Dez. 1.	7h 56m	15h 54m
„ 15.	8h 13m	15h 50m
„ 31.	8h 20m	15h 59m

Weitere wichtige Angaben finden sich in folgender Tabelle:

Datum	Rektasz.		Deklin.		Sternzeit		Zeitgleichg. wahre minus mittlere Zeit
	0h Weltzeit		0h Weltzeit		Berlin, Mittag		
	h	m	o	'	h	m	m s
Dez. 1.	16	25,2	- 21	40	16	38,3	+ 11 6
„ 5.	16	42,5	22	15	16	54,1	9 32
„ 10.	17	4,4	22	50	17	13,8	7 23
„ 15.	17	26,4	23	14	17	33,5	5 3
„ 20.	17	48,6	23	25	17	53,2	2 36
„ 25.	18	10,8	23	26	18	13,0	+ 0 6
„ 30.	18	33,0	- 23	14	18	32,7	- 2 22

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

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Vollmond:	Dez. 6.	$1\frac{3}{4}^h$
Letztes Viertel:	„ 12.	21
Neumond:	„ 20.	$2\frac{1}{2}$
Erstes Viertel:	„ 28.	5 h

Am 10. Dezember steht der Mond in Erdnähe. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt an diesem Tage  $32'30''$ , die Horizontalparallaxe  $59'33''$ . In Erdferne steht der Mond am 25. Dezember mit einem scheinbaren Durchmesser von  $29'34''$  und einer Horizontalparallaxe von  $54'9''$ .

Folgende Bedeckungen heller Fixsterne durch den Mond sind in Berlin zu beobachten:

Datum	Name	Gr.	Rekt. 1930	Dekl. 1930	Eintritt M. E. Z.	Austritt M. E. Z.	Positionswinkel	
							Eintritt	Austritt
Dez. 1.	e Piscium	5,6	1h 4m,8	+ 5° 17'	18h 5m	—	114°	—
„ 1.	88 Piscium	6,2	1 11 ,1	6 38	22 54	—	71	—
„ 2.	26B Arietis	6,0	1 55 ,7	11 57	21 40	—	91	—
„ 3.	π Arietis	5,2	2 45 ,4	17 10	21 58	22h 23m	131	169°
„ 4.	45 Arietis	6,0	2 51 ,9	18 3	1 51	—	94	—
„ 7.	136 Tauri	4,6	5 48 ,9	27 36	—	2 28	—	265
„ 8.	c Geminorum	5,5	7 39 ,8	25 57	—	19 27	—	281
„ 31.	δ Arietis	4,5	3h 7m,6	+19° 28'	17h 18m	18h 26m	63°	239°



## Bemerkenswerte Konstellationen.

Dez. h		Dez. h	
1. 8	Uranus in Konjunktion mit dem Monde (Uranus 22' nördl.).	20. 6	Merkur in größter östlicher Abweichung 20°11'.
8. 13	Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.	21. 6	Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
9. 5	Neptun stationär.	21. 19	Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
10. 11	Mars in Konjunktion mit dem Monde.	21. 19	Uranus stationär.
11. 19	Neptun in Konjunktion mit dem Monde.	22. 15	Sonne tritt in das Zeichen des Steinbocks; Wintersanfang.
12. 4	Venus stationär.	27. 19	Merkur stationär.
15. 1	Merkur in Konjunktion mit Saturn.	28. 16	Uranus in Konjunktion mit dem Monde (Uranus 8' nördl.).
17. 13	Venus in Konjunktion mit dem Monde.	28. 17	Venus in größtem Glanz.
19. 16	Mars stationär.		

## AUS DEM LESERKREISE

### Großes Nordlicht am 17. Oktober 1930.

Am Abend des 17. Oktober trat ein helles Nordlicht auf, das an verschiedenen Stellen Deutschlands gesehen werden konnte. Es liegen uns Meldungen vor aus Ostpreußen, Brandenburg, Hannover, Thüringen und sogar aus Süddeutschland.

Herr Studienrat Dr. H o g r e b e beobachtete das Nordlicht in Osnabrück und schreibt: „Erste Beobachtung: 19½h bis 19¾h. Ein heller Strahl in NNW, noch nicht sehr hell. Zweite Beobachtung: 22¾h bis 23h in N bis NNW. Ein prachtvolles Schauspiel. Der betr. Horizont fast in Dämmerungshelligkeit; aus der hellen Zone schießen breite Strahlen empor, einzelne stehen mehrere Minuten fest, der äußerste in NNW fast eine halbe Stunde; andere verschwinden kurz nach dem Aufleuchten wieder, neue tauchen auf. Die Farbe der Strahlen ist mehr ins Grünlichgelbliche, einer im N rötlich. Der längste Strahl reicht bis zur Hälfte des Zenits; er geht fast bis  $\beta$  und  $\gamma$  Ursae minoris.“

Herr Studienrat Prof. K. L i e b e r m a n n schildert die Erscheinung in Danzig folgendermaßen: „Ein Nordlicht von großer Stärke und Schönheit konnte ich am 17. Oktober zwischen 18h16m und 19h16m M. E. Z. hier beobachten. Der Beginn steht nicht genau fest; während um 18h noch keinerlei auffällige Erscheinung sichtbar war, erschien das Nordlicht 18h16m bereits in voller Entwicklung als heller gelblich-weißer Streifen von Kapella nördlich vom Großen Bären vorbei bis zum Bootes. Der untere Rand des Streifens war scharf begrenzt, nach dem oberen Rande hin, der unscharf erschien, nahm die Helligkeit stark ab, die Gesamtbreite war etwa doppelt so groß wie die der Milchstraße, die Gesamthelligkeit beträchtlich größer als die der Milchstraße. Die Sterne des Kleinen Löwen und der Jagdhunde, ferner Bootes mit Ausnahme von Arktur waren nicht zu sehen. Ein zweiter Streifen von etwa ⅔ Milchstraßenbreite begann links von Arktur, verdeckte teilweise die Sterne im Herkules und der Nördlichen Krone, zog links von Wega bis zu  $\beta$  Lyrae und von da fast genau zum Ostpunkte. Die Helligkeit dieses Streifens war zwar geringer, aber auch beständiger, die Farbe mehr weiß. Am Nordhorizont entlang stand ein niedriger gelber Streifen, der seine größte Helligkeit rechts des Nordpunktes erreichte. Von 18h24m ab löste sich der Hauptstreifen sehr schnell in 3 wolkenähnliche Gebilde auf, deren lichtschwächstes links von Kapella, die beiden anderen unterhalb des Großen Bären und rechts über Arktur standen. Kaum 1m später schießt ein etwa 10 breites, aus gelben und grünlichen Einzelstrahlen bestehendes Strahlenbündel rechts vom Nordpunkt und senk-

recht zum Horizont bis zu rund 35° Höhe auf, verschwindet aber 18h28m wieder, während sich beiderseits des Nordpunktes eine helle Kappe bildet. Die drei wolkenähnlichen Gebilde ändern abwechselnd und sich offenbar gegenseitig beeinflussend ihre Helligkeit. Die Wolke bei Kapella ist 18h30m kaum noch zu sehen, die beiden anderen nähern sich einander, da wächst die Helligkeit des oberen Streifens zwischen Bootes und Leier so stark, daß er minutenlang alle Sterne verdeckt und selbst Wega dagegen verblaßt; aber 18h43m scheint die Kraft der ganzen Erscheinung gebrochen, sie ist nur noch undeutlich sichtbar, nur der NNO-Horizont bleibt hell. Doch 18h46m beginnt eine neue Phase, die große Wolke von Arktur bis zu den tiefststehenden Sternen des Großen Bären leuchtet von neuem auf, nur die Wolke bei Kapella bleibt schwach. 18h50m beginnt der obere Streifen wieder stärker zu leuchten, von 18h53m—54m übertrifft er in seiner ganzen Ausdehnung von der Schlange über Herkules und Leier bis zum Ostpunkte hin die Milchstraße an Helligkeit, und 2m später ist er kaum noch zu sehen. Matt nur leuchtet die große Wolke rechts über Bootes, da steigt 19h7m noch einmal ein heller und wesentlich breiterer Streifen von Arktur bis zu  $\beta$  in der Leier, stückweise und schwach wird auch die Fortsetzung zum Ostpunkte hin sichtbar, dann beginnt das Ganze schnell zu verblassen, und von 19h16m an ist kaum noch eine Spur zu finden.

Auffallend bei dem ganzen Phänomen erscheint mir einmal, daß das Ganze stark an Wolkengebilde erinnerte und die sonst oft beobachteten, vom Nordhorizonte aufsteigenden Strahlenbündel mit einer Ausnahme völlig fehlten; zum andern ist bemerkenswert, daß die Erscheinung sich wiederholt bis über den Scheitelpunkt hin zum südwestlichen Himmel verfolgen ließ. Erhöhte Fleckentätigkeit der Sonne habe ich nicht feststellen können.“

Auf eine vom Herausgeber dieser Zeitschrift veranlaßte Rundfrage in Insterburger Zeitungen liefen zwei Mitteilungen ein. Frau H. W i e d h ö f f t schreibt: „Da wir etwas ausgebaut wohnen, uns das Laternenlicht also nicht blendete, konnten wir um 6½ Uhr abends am Nordhimmel zwei bis drei helleuchtende breite Streifen beobachten, die sich oft veränderten, vermehrten und zusammengingen.“

Ebenso teilte Herr Lehrer E. C h r i s t e l e s t, der 20 km südlich von Insterburg wohnt, mit, daß er am 17. Oktober zwischen 21h35m und 22h15m ein Nordlicht beobachtet hat.

Auf Grund von photographischen Aufnahmen mit dem großen Fernrohr der Treptow-Sternwarte läßt sich feststellen, daß am 10. Oktober eine sehr große und stark veränderliche, aus vielen Einzelkernen bestehende Fleckengruppe in der Mitte der Sonne stand, deren Ausdehnung 200 000 km betrug. Am 17. Oktober hatte diese Gruppe die uns zugewendete Sonnenhälfte bereits verlassen.

Eine weitere Gruppe ging am 15. Oktober durch den Zentralmeridian der Sonne. Sie war nicht so groß wie die erste, zeigte aber gerade an den Tagen vor dem Nordlicht starke Veränderungen. Herr Dr. Werner

Sandner, Nürnberg, hatte die Liebenswürdigkeit, uns mitzuteilen, daß er in dieser Gruppe am 14. Oktober 45 Kerne, am 15. Oktober 60, am 16. Oktober 45, am 17. Oktober, dem Tage des Nordlichts, aber nur noch 10 Kerne zählen konnte. Am 18. Oktober beobachtete er eine innerhalb der letzten 24 Stunden neu entstandene, allerdings nur unbedeutende Fleckengruppe in der Nähe der Sonnenscheibenmitte.

Weiter teilte uns Herr Dr. Sandner mit, daß ihm Nordlichtbeobachtungen aus dem vergangenen Sommer bekannt geworden sind, und zwar vom 25. und 28. Juli und 21. und 22. August.

**KLEINE MITTEILUNGEN**

**Kepler-Ehrung in Regensburg.** Am 24. und 25. September 1930 fand in der Stadt, in der Kepler so oft weilte, um auf den dortigen Reichstagen sein Recht zu vertreten, und in der er vor nun 300 Jahren nach mühevollen, aber gesegnetem Leben die Augen schloß, eine Gedenkfeier statt. Wie die Geburtsstadt, Weil der Stadt in Württemberg, besitzt auch die Sterbestadt Keplers ein Kepler-Denkmal, an dem am 24. September ein Huldigungsakt stattfand. Er wurde durch den Gesang des Liedes „Gott, Du Schöpfer der Welt“, dessen Text von Kepler stammt, eingeleitet. Nach einer Ansprache von Prof. v. Dyck, einem Huldigungsreigen und Gesängen folgte die Kranzniederlegung am Denkmal. Die Treptow-Sternwarte und der Verein von Freunden der Treptow-Sternwarte wurden durch Direktor Dr. Archenthal vertreten, der dem schlichten Charakter Keplers entsprechend keinen prunkvollen Lorbeerkranz, sondern als Sinnbild für die große Geistesstat Keplers eine Ellipse aus Tannengrün niederlegte, in deren einem Brennpunkt die Sonne durch zwei zusammengelegte gelbleuchtende Dahlien dargestellt wurde. Zahlreiche Vorträge in der Walhalla, dem Reichssaal und dem Neuen Hause, die Keplers Leben, seine Bedeutung für die Naturwissenschaften, insbesondere die Astronomie, und seine Beziehungen zur Stadt Regensburg betrafen, trugen dazu bei, die Erinnerung an einen der größten unserer Wissenschaft lebendig werden zu lassen.

**Planetenbenennung.** Zur Erinnerung an die 300. Wiederkehr des Todestages von Kepler und an die Kepler-Gedächtnisfeier in Regensburg wurde der Planet 1134 „Kepler“ und der Planet 927 „Ratisbona“ benannt. Beide Planeten sind von M. Wolf entdeckt.

**Lichtwechsel des Eros.** Die ersten Helligkeitsmessungen des kleinen Planeten Eros deuten auf einen starken Lichtwechsel in der gegenwärtigen Opposition hin. Nach Messungen von Prof. K. Graff, Wien, schwankte die Helligkeit in der Zeit vom 15. bis 17. Oktober 1930 um mehr als eine Größenklasse. Ein Telegramm von Zessewitsch aus Leningrad besagt, daß die Amplitude des Lichtwechsels 1 Größenklasse bei einer Periode von 2½ Stunden betrage. Dies wäre in Einklang zu bringen mit früheren Beobachtungen von Oppolzer, die eine Periode von 5 Stunden mit zwei ungleichen Maxima und Minima ergaben. Durch eine Umdrehung des Eros um seine Achse könnte die Veränderlichkeit am einfachsten erklärt werden.

G. A.

**Eros-Ephemeride.** In Fortsetzung der Ephemeride im letzten Heft bringen wir nachstehend die Oerter des kleinen Planeten Eros im Dezember nach Prof. G. Stracke:

Dez.	Rekt.		Dekl.	Dez.	Rekt.		Dekl.
	h	m			h	m	
1.	9	12,9	+43 39	17.	9	57,3	+36 59
3.	9	19,2	43 0	19.	10	1,7	35 54
5.	9	25,4	42 18	21.	10	5,8	34 44
7.	9	31,3	41 34	23.	10	9,6	33 30
9.	9	37,0	40 46	25.	10	13,1	32 12
11.	9	42,4	39 55	27.	10	16,4	30 49
13.	9	47,7	39 0	29.	10	19,3	29 23
15.	9	52,6	+38 2	31.	10	21,9	+27 51

Helligkeit am	1. Dezember	8,7. Größe
"	" 15.	8,2.
"	" 31.	7,7. "

**Der Ostwaldsche Farbenkegel.** Wenn man das weiße Sonnenlicht durch ein Glasprisma treten läßt, dann findet in dem Prisma eine Brechung des Lichtes statt, die zur Folge hat, daß das weiße Licht in Farben zerlegt wird. Auf einem hinter dem Prisma aufgestellten Schirm erhält man ein buntes Band mit den „Regenbogenfarben“ Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo, Violett. Der Uebergang von einer „Hauptfarbe“ zur nächsten ist ein allmählicher, und das normalsichtige menschliche Auge vermag in dem Band der Spektralfarben etwa 160 verschiedene Farbtöne zu unterscheiden. Dabei ist jede Farbe durch ihre Wellenlänge gekennzeichnet: dem Rot kommt eine Wellenlänge von etwa 700  $\mu\mu$ , dem Violett eine solche von etwa 400  $\mu\mu$  zu. Für praktische Zwecke ist diese natürliche Einteilung der Farben in 7 Spektralfarben oft nicht brauchbar oder doch zu eng. Denn das Spektrum enthält ja nicht die Farben Schwarz und Weiß und deren Zwischenfarben. Um diese in die Betrachtung mit einzubeziehen, hat man die schwarz-weißen Farben zunächst von den „bunten“ Farben durch die Bezeichnung „unbunte Farben“ unterschieden. Charakteristisch für die unbunten Farben ist, daß sie sich in einer stetigen Reihe anordnen lassen, die von Weiß durch helles und dunkles Grau nach Schwarz verläuft. Dies ist bei den bunten Farben nicht ohne weiteres möglich; einmal sind sie viel mannigfaltiger, und dann sind sie vor den unbunten Farben durch eine besondere Eigenschaft ausgezeichnet, die man als Farbton bezeichnet. Eine stetige Anordnung der bunten Farben erhält man dann, wenn man sich das Spektralband kreisförmig zusammengebogen denkt und zwischen Rot und Violett noch Purpur einschaltet. Dadurch ergibt sich eine von der natürlichen Folge der Spektralfarben abgeleitete praktische Anord-

nung der bunten Farben auf dem „Farbenkreis“. Die ersten Arbeiten zur Systematik der Farben gehen auf Newton zurück (aber ohne die Ergänzung durch Purpur). Um auch die unbunten Farben in das System aufnehmen zu können, hat man den Weißpunkt über und den Schwarzpunkt unter der Kreisfläche der bunten Farben angeordnet, wodurch man zu einem Doppelkegel gelangt, auf dem jede denkbare Farbe ihren Platz findet. W. Ostwald hatte (um 1915) als „Elemente“ aller Farben Weiß, Schwarz und Vollfarbe erkannt. Wenn man ein Dreieck zeichnet, dessen Ecken Weiß (W), Schwarz (S)

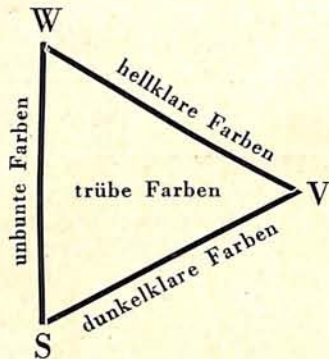


Abb. 1. Das farbtongleiche Dreieck nach W. Ostwald.

und Vollfarbe (V) sind, dann liegen auf der Linie WS in stetiger Folge alle grauen Farbtöne; die Linie WV enthält den Uebergang Weiß-Vollfarbe, die sog. hellklaren Farben, während auf SV alle sog. dunkelklaren Farben zwischen Schwarz und Vollfarbe liegen. Alle übrigen Mischungen dieser Vollfarbe mit Weiß und Schwarz haben ihren Platz im Innern dieses Dreiecks (trübe Farben). Farben, die dem nämlichen Dreieck an-

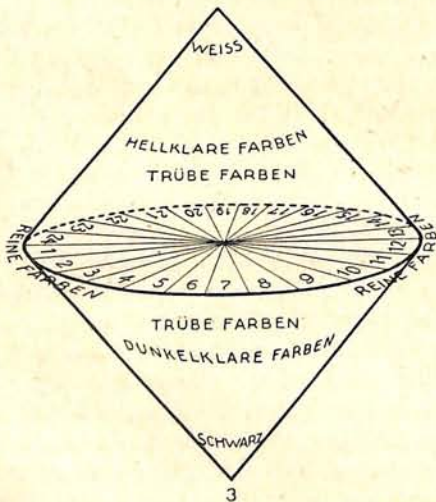


Abb. 2. Der Farbkügel von Ostwald.  
(Aus Bd. 6 des „Großen Brockhaus“.)

gehören, nennen wir farbtongleich; die Gesamtheit aller farbtongleichen Farben ist das „farbtongleiche Dreieck“. — Es ist ohne weiteres einleuchtend, daß man je dem Farbton ein farbtongleiches Dreieck zuordnen kann. Fügt man dann alle farbtongleichen Dreiecke derart aneinander, daß ihre unbunten Seiten WS zusammenfallen, während die bunten Spitzen auf den zur Linie WS senk-

rechten Farbenkreis zu liegen kommen, so entsteht ein Doppelkegel (Abb. 2), der auch als Farbkörper bezeichnet wird. Sein Aequator wird von dem Kreis der reinen Vollfarben gebildet, in seinen Spitzen liegen Weiß und Schwarz. Der obere Kegelmantel trägt die hellklaren, der untere die dunkelklaren Farben; in der Kegelachse WS liegen die unbunten (grauen) Farben, und das Kegellinnere wird von den trüben Buntfarben ausgefüllt. Ostwald hat ein System aufgestellt, wonach die Elemente Weiß, Schwarz und Vollfarbe gemessen werden können und worauf eine quantitative Farbenlehre begründet werden kann.\*) Kühlein.

**Redaktionelle Notiz zu Heft 1.** Die im letzten Heft auf Seite 7 zum Aufsatz „Messende Beobachtung als Anfang der Astronomie“ von Prof. Dr. Fr. Dannemann gegebene 1. Abbildung „Antike Wasseruhr“ verdanken wir dem freundlichen Entgegenkommen des Verlages R. Oldenbourg, München, der uns das Klischee aus dem bei ihm erschienenen Werk von Prof. Dannemann „Werdegang der Entdeckungen“ zur Verfügung gestellt hat. Die Schriftleitung.

**Astronomisches Silbenrätsel.**

Aus den Silben:

ab — bel — bel — ce — che — dus — en — fleck — glei — hy — jek — ju — kro — la — le — lin — mi — nacht — ne — ob — per — pi — se — se — skop — ter — tiv sind sieben Wörter zu bilden, deren erste Buchstaben von oben nach unten und deren letzte Buchstaben von unten nach oben gelesen, den Namen eines berühmten Astronomen ergeben.

1. Planet, 2. Teil des Fernrohrs, 3. Bahnform,
4. Meßvorrichtung, 5. Aequinoxtium, 6. Himmelskörper,
7. Saturnmond.

\*) Ueber dieses interessante Gebiet der Farbenlehre findet der Leser einen ausführlichen Artikel in dem soeben erschienenen 6. Band des „Großen Brockhaus“, 792 S., in Ganzleinen 26 M., (bei Umtausch eines alten Lexikons 23,50 M.), dem auch mit Genehmigung des Verlages Brockhaus die beiden Abbildungen entnommen sind. Auch der 7. Band, der die Buchstaben G—Gz enthält, wird noch vor Weihnachten erscheinen.

**BÜCHERSCHAU**

**Kirdberger, Prof. Dr. Paul: Die Entwicklung der Atomtheorie.** 2. Aufl. 294 S. m. 31 Abb. u. 10 Bildnistafeln. Verlag C. F. Müller, Karlsruhe 1929. Pr. brosch. 5,50 M., geb. 6,50 M.

Der Verfasser behandelt in gemeinverständlicher Darstellung dieses schwierige Gebiet, so daß dem Interessenten und dem reifen Schüler das Durchstudieren des Werkes nur empfohlen werden kann. Der Inhalt gliedert sich in folgende Kapitel: Der Atomismus der Philosophen und Chemiker, die Molekulartheorie der Physiker, der Atomismus der Physiker. Letzterer Abschnitt behandelt in seinen Unterabteilungen den Atomismus der Elektrizität, die Radioaktivität, Röntgen-Interferenzen und Spektroskopie, den Atomismus der Strahlung (Quantentheorie) und das Bohrsche Atommodell. Im Anhang finden wir eine Tabelle zum periodischen System der Elemente. Die kurzen mathematischen Zusätze am Ende des Buches sind sehr zu begrüßen. Schließlich werden einige Werke, die den Leser weiterführen können, genannt. Die große Mehrzahl der in der ersten Auflage gebrauchten Fremdwörter ist mit Ausnahme der unentbehrlichen Fachausdrücke beseitigt. Die vielen Abbildungen erhöhen das Verständnis. Dr. Wegner.

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



Orionnebel, nach einer Aufnahme mit dem  $2\frac{1}{2}$ -m-Spiegel der Mt. Wilson-Sternwarte.



# DAS WELTALL

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

30. Jahrgang Heft 3

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

Dezember 1930

## Inhaltsverzeichnis:

- |   |          |   |          |
|---|----------|---|----------|
| 1. Die Entstehung der Finsternisvoraussagen.<br>Von Prof. Dr. Ernst Dittrich. . . . .   | Seite 33 | 5. Der gestirnte Himmel im Januar 1931. Von<br>Dr. F. S. Archenhold und G. Archenhold. (Mit<br>einer Sternkarte auf dem Umschlag, einer<br>Karte des Laufes von Sonne, Mond und<br>Planeten sowie einer Beilage.) . . . . . | Seite 44 |
| 2. Marksteine auf dem Wege des Eindringens<br>in das Weltall. Von Prof. Dr. Fr. Dannemann.<br>IV. Die Erneuerung des heliozentrischen Welt-<br>systems durch Kopernikus. (Mit zwei Abb.) .. | 39       | 6. Aus dem Leserkreise: Meteorbeobachtungen. ..   | 47       |
| 3. Aus der Arbeit der Astronomischen Gesell-<br>schaft. . . . .   | 40       | 7. Kleine Mitteilungen: Neuer Komet 1930 g<br>(Nakamura). — Die Rotation der Sterne.<br>— Eros. . . . .   | 47       |
| 4. Astronomie und Schule. Von Studienrat Dr.<br>Hans Friesecke. . . . .   | 43       | 8. Bücherschau. . . . .   | 48       |

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

## Die Entstehung der Finsternisvoraussagen.

Von Prof. Dr. Ernst Dittrich.

In den letzten Jahrhunderten vor Christi tauchte die Voraussage der Finsternisse auf Grund der Saros-Periode sowohl in Babylonien als in Griechenland auf. Dieser Zyklus zählt 223 Lunationen. Wir wissen auch, daß die Maya-Völker Zentralamerikas einen Finsterniszyklus von 135 Lunationen kannten. Der Maya-Zyklus ist somit kürzer und schlechter, also entwicklungsgeschichtlich jedenfalls früher als der Saros. Der amerikanische Astronom R. W. Wilson, welcher ihn in dem berühmten Dresdener Maya-Kodex auffand, hat ihn aus diesem Grunde wohl als Maya-Saroid bezeichnet.

Für uns ist die Kenntnis des Saroides jedenfalls prähistorisch. Wir können nur ahnen, daß vor der Entdeckung des Saros kürzere, unzuverlässigere Zyklen bestanden haben.

Einen Versuch, diese Frage aufzuklären, machte 1930 Prof. Ludendorff in den Berliner Akademieberichten in seiner Studie „Ueber die Entstehung der Tzolkin-Periode im Kalender der Maya“. Er versucht, das Tzolkin von 260 Tagen aus dem Gebrauch eines etwas fehlerhaften Zyklus von  $520 = 2 \times 260$  Tagen zu erklären, der auf Finsterniserscheinungen beruht.

Gibt es Belege für die Kenntnis unzuverlässiger Finsterniszyklen? — Ich kenne nur einen einzigen: In der Schulbibliothek des Wittingauer Gymnasiums in Böhmen hatten wir das dreibändige Werk: „Entdeckungs-Reise in die Südsee und nach der Beringstraße zur Erforschung einer nordöstlichen Durchfahrt. Unternommen in den Jahren 1815, 1816, 1817

und 1818 auf Kosten Sr. Erlaucht, des Herrn Reichskanzlers Grafen Rumanzoff auf dem Schiffe Rurick unter dem Befehle des Leutnants der Kaiserlichen Marine Otto von Kotzebue“, Weimar 1821. — In diesem Werk fand ich Spuren einer Art Wissen um die Mondfinsternisse auf den Karolinen.

Die Nachrichten stammen von dem Eingeborenen Kadu, welcher auf der Karolineninsel Ulle geboren war. Er verließ Ulle mit dem Gefährten Edock und noch zwei anderen im Segelboot, um bei einer entfernten Insel zu fischen. Nie mehr sind sie dorthin zurückgekommen; sie gerieten in einen wilden Sturm, welcher sie in unbekannte Gewässer verschleppte. Acht lange, lange Monate irrten sie im Stillen Ozean hin und her. Sie wußten ganz genau, wie lange diese Odyssee gedauert hat, weil sie bei jedem Neumond einen Knoten in eine extra dafür bestimmte Schnur machten.

Auf einer bewohnten Koralleninsel fand sie der „Rurick“, Kotzebues Schiff, und Kadu wurde an Bord genommen. Weil er anständig und vernünftig war, wurde er so behandelt, wie die Schiffsoffiziere. Er lernte russisch und erzählte manches Interessante. Er war glaubwürdig. Seine geographischen und ethnographischen Mitteilungen konnten durch nachträgliche Beobachtungen oft bestätigt werden.

Vom ersten Tage an führte Kadu seinen Kalender für sich. Jeden Abend machte er einen Knoten in eine besondere, dafür bestimmte Schnur. Als aber das Schiff mit ihm

schon einen Monat unterwegs war, hörte er auf, da er glaubte, daß das Schiff umherirre. Chamisso, der Naturforscher der Expedition (der bekannte Dichter), behauptet abweichend, daß die Knoten Monate bedeuteten, daß er jedoch seinen Kalender nicht genau führte, so daß sich die Russen darin nicht auskannten. — Hatte er etwa zwei Schnüre, eine Schnur für die Tage und eine für die Monate?

Sonderbar malte sich die Natur in Kadus Seele. Fest glaubte er, daß man graue Haare vom Schrecken der Schlacht bekomme. Schneeflocken beobachtete er mit Staunen, fing sie ein und sah mißtrauisch nach den russischen Offizieren, als sie ihm in den Händen dahinschwanden. Wunder und Zauber waren für ihn reale Wirklichkeit. Er hielt sich selbst für einen Zauberer. Anfangs wollte er durch Imprekation den Russen günstigen Wind sichern. Aber ihr Lächeln belehrte ihn bald von der Bedeutungslosigkeit seiner Beschwörungen.

Auf den Karolinen, seiner Heimat, glaubt man fest an die magische Wirkung der Zeremonien. Besonders die Bewohner der Insel Eap gelten als berühmte Zauberer. Bei Windstille rufen sie sich Wind aus der Himmelsgegend, woher sie ihn eben brauchen. Sie werfen ein Gewürz ins Meer, und es entsteht ein Sturm. Auf anderen Inseln schreibt man ihrer Magie den Verlust von Menschenleben und Schiffen zu. Ein absonderlicher Zauber wurde Kadu von einem dieser Insulaner, namens Eonopei, gezeigt. Er war schon tot, als Kadu Chamisso sein Erlebnis erzählte.

Eonopei machte aus Taro-Teig einen runden flachen Kuchen. Es war Nacht, Vollmondnacht. Beschwörungen murmelnd, begann er den Kuchen aufzuessen. Kaum hatte er ein Stückchen Kuchen abgebissen, so fehlte dieses sofort am Mondrande. Je mehr er vom Kuchen afaß, desto mehr fehlte vom Monde, bis Kuchen und Vollmond sich auf eine Sichel reduzierten. Nachdem er so weit den Mond magisch verzehrt hatte, änderte er die Zeremonie und die Beschwörung. Er knetete und zog den übriggebliebenen weichen Teig mehr und mehr, damit er die Kuchensichel wieder auf runde Form bringe. Gleichzeitig erweiterte sich wieder die Mondsichel, bis schließlich wieder der klare Vollmond am Himmel stand. Kadu saß knapp neben dem Beschwörer. Abwechselnd beobachtete er scharf den Mond und wieder den Kuchen. Er wunderte sich, wie beide gleichartig abnahmen und wieder zunahmen.

Chamisso erkennt in Kadus Wunder die Mondfinsternis, durchschaut auch den Trick des Zauberers, glaubt aber, daß man doch auf Eapu vor Erfindung der Schrift keine Finsternis vorausberechnen konnte. Chamisso vergißt, daß die Zählung der Neulichter durch Knoten schon Schrift ist, und die war auf den Karolinen bekannt. Knoten-Notizen genügen zur Entdeckung der Regelmäßigkeit der Finsternisse, und diese genügt zu roher, angenäherter Voraussage.

Wir wollen die Nachricht ihrer Wichtigkeit wegen streng prüfen. Wenn Chamisso recht hat, so lügt Kadu wie ein Zigeuner. Das wäre die einzige Erklärung, die ich gelten lassen könnte. Dies stimmt jedoch nicht zu Kadus Ehrlichkeit und Wahrhaftigkeit. Auch hat er sich öfter davon überzeugt, daß er den Russen nicht so leicht imponiert; zudem ist an der Nachricht etwas so psychologisch Korrektes. Ich wundere mich gar nicht, daß uns die Finsternisvoraussage in den Tiefen der Vergangenheit zunächst in den Händen eines Zauberers entgegentritt. Die Antike glaubte auch, daß die thessalischen Hexen durch ihre Beschwörungen den Mond vom Himmel ziehen, also Finsternis machen könnten. Bei vielen Primitiven wird die Finsternis Zauberern zugeschrieben. Es ist einmal nicht anders: die Wurzeln der Naturwissenschaften liegen im Magischen, das wohl ein Nebenprodukt des Totemismus zu sein scheint. Mancher Wunsch der Menschheit, dessen Befriedigung der Zauberer versprach, ist schließlich durch die Wissenschaft erfüllt worden. Der Zauberer ist der Vorgänger des Naturforschers. Anfänge der Naturwissenschaft, ein bißchen Physik, ein wenig Chemie, Kosmetik und allerlei Seltsames wurden an der Universität von Krakau, in Salamanka und besonders bei den Mauren in Spanien als „*Magia naturalis*“ gelehrt. Die Schauexperimente unserer Vorlesungen sind noch ein Nachhall von vergangenen Zeiten, wo der Naturforscher gern verblüffte. Heute noch bietet z. B. der Physiker dem Besucher des Instituts das reelle Bild des Rosenstraußes in der Doppelbrennweite des Hohlspiegels an.

Ueber diese Frage rede ich als Fachmann. Bin ich doch selbst Zauberer, leider nur in der Meinung der niederen Volksschichten meines Wirkungsortes. Ich trage innerhalb der Sternwarte gern schwarze Klotmäntel. Einmal wies ich einer Frau aus dem Volke den Weg zu jemandem. Die Dame erzählte mir dann, daß die Frau ihr gesagt hat, den Weg habe ihr der Herr gezeigt, der sich kleidet wie ein „Priester der Schwarzkunst“.

Allem Anscheine nach erbe ich den Nimbus des Gründers der Sternwarte von Stará Dala. Nicolaus von Konkoly galt als Zauberer. Persönlich hörte ich einen Tagelöhner von seinen Wundern erzählen. Es waren Märchenwunder, nur machte er sie mit „Elektrizität“! Heute noch sind unsere Instrumente unter dem Schutze des Aberglaubens sicherer als hinter Schloß und Riegel.

In bösen Zeiten lecken die Zungen des Aberglaubens höher hinauf. In dem lächerlichen Auto-Fetisch sind geradezu Nigger-Gedanken modisch geworden. Ueber den Zigeuner, der mich für einen Zauberer hält, kann man lächeln; peinlich ist es, wenn die heutige Medizinerin der Freundin ein orientalisches Scheusälchen borgt, weil es sich bewährt hat gegen den bösen Chemiker!





Weil Jahr und Sonne in der Gedankenwelt der Polynesier zurücktritt, wendet sich die Aufmerksamkeit automatisch dem Monde und Mondmythen zu. Zu diesen gehören die Flutsagen. Die Arche ist ursprünglich der Mondkahn, welcher als Neulicht die Keime des Lebens rettet. In den Tropen liegt die Neulicht-Sichel wie ein Schiff am Horizont. Gerade in Polynesien waren aber die Bedingungen für die Erhaltung der Flutgeschichte besser als anderswo. Wenn Vollmond oder Neumond zur Taggleiche mit Sturm zusammentraf, wurden manchmal die niedrigen Inseln ganz überflutet. Dann konnte niemand von der Rettung durch den Flug der Vögel erzählen als der „Noe“ im Boot. Auch die Beobachtung der Vögel hat im Stillen Ozean ihren guten Sinn. Früh ziehen die Vögel gegen den Wind auf das Meer. Abends kehren sie mit dem Winde zur Insel zurück. Man kann also durch augurenhaftes Beobachten des Vogelfluges abends Inseln entdecken. Der polyne-sische Noah rettet auch alle Tiere. Das war nicht schwer, da es sich nur um Hund, Schwein und Ratte handelte. Von den Menschen rettet er nur sein Weib — und den Hausfreund. Die Vorliebe für den Mond drängte das Jahr so stark zurück, daß man in Polynesien nach rohen Halbjahren<sup>2)</sup>, Monsunzeiten, rechnete. Hier waren die besten Bedingungen zur Entdeckung des sechsmonatlichen Finsterniszyklus vorhanden.

Anders scheint sich die Entdeckung der *Sarosperiode* abgespielt zu haben. Es ist der Zyklus der Babylonier und Griechen, welche ihn wohl von jenen übernommen haben, wie die Bezeichnung durch ein babylonisches Wort andeutet. Der dreifache Saros, welcher nahezu eine ganze Zahl Tage zählt, also besonders leicht zu entdecken war, war nach Ptolemäos und Geminos den Babyloniern wohlbekannt. Sie bezeichneten diesen Zyklus von 54 Jahren 33 Tagen als *exeligmos*. Kugler, „Sternkunde in Babel“, I. 52. 1907, übersetzt das griechische Wort als „ganze Schwenkung oder Aufrollung“ und bemerkt, daß es ursprünglich ein militärischer Bewegungsbegriff ist. Das Wort Saros findet sich zuerst bei Suidas (Ideler, Chron. I. 207).

Ueberlegen wir uns nun den systematischen Weg zur Auffindung des Saros. Warum wiederholen sich Finsternisse nach einem Saros? Weil er sowohl (annähernd) eine ganze Zahl Lunationen (zu 29<sup>d</sup>,53059) als auch eine ganze Zahl Drachen-Umläufe (zu 27<sup>d</sup>,21222) zählt. Systematisch löst man das Perioden-Problem der Finsternisse, indem man nach ganzen Zahlen x, y fragt, welche annähernd die Gleichung

$27,21222 y = 29,53059 x$   
befriedigen. Es ist also der Bruch  
 $x : y = 27,21222 : 29,53059$  (1)  
in einem Kettenbruch zu entwickeln. Die Serie seiner Nenner gibt Zeile N in folgendem

<sup>2)</sup> Ginzler, Chronologie, II. 150, 1911.

Täfelchen. Dasselbe gibt auch die zugehörigen ganzen Zahlen x, y.

Tab. 2.

N	1	11	1	2	1	4	3	4	1	3	10	6
x	1	11	12	35	47	223	716	3087	3803	14496	148763	907074
y	1	12	13	38	51	242	777	3350	4127	15731	161437	984353

Der letzte Bruch unter dem Nenner 6 ist der genaue Wert von x : y aus Formel (1), nur gekürzt mit 3, dem einzigen gemeinsamen Teiler.

Aus Zeile x der Tabelle 2 entnehmen wir, daß die Finsternisse wiederkehren nach einer Lunation, nach 11 oder 12 Lunationen. Sicherer ist die Rückkehr nach 35, 47 oder 223 Lunationen. Der zuletzt genannte Zyklus ist der Saros.

Es liegt im Wesen der Näherungsbrüche, daß die Zyklen um so wertvoller sind, je länger sie werden. Merkwürdigerweise ist nicht einmal der Nachfolger des Saros beachtet worden, welcher 716 Lunationen zählt. Wohl hat Lersch 1889 längere Perioden angegeben, aber sie sind bei einer Prüfung durch Ginzler durchgefallen. Keine erreichte für Kleinasien den Wert des dreifachen Saros, welcher die Finsternisse wieder zu derselben Tagesstunde schafft. Es ist kein Wunder, denn keine von Lersch's Perioden erscheint in unserer Tafel (Ginzler, „Spezieller Kanon“, 267, 1899).

Prüft man die Zahlen unserer Tafel an Oppolzers „Kanon der Finsternisse“, so zeigt sich wohl manchmal eine Sonnenfinsternis nach einem Monat, öfter nach 11 oder 12 Lunationen, aber das Vorkommen von Finsternissen nach sechs Monaten, welches normal ist, entgeht uns. Etwas ist nicht in Ordnung. Auch der Maya-Saroid von 135 Monaten ist uns ja verloren gegangen.

Wir haben nämlich eine unnütze, einengende Voraussetzung gemacht. Wir fordern, daß die durch einen Zyklus verbundenen Finsternisse derselben Art sind, also entweder beide im aufsteigenden Knoten oder im absteigenden. Das ist nicht nötig, da man es doch der Finsternis nicht ansieht, ob der Mond die Ekliptik nach Norden oder Süden kreuzt. Wir werden also nochmals rechnen. Damit aber auch eine aufsteigende Finsternis mit einer absteigenden zyklisch verbunden werden kann, verlangen wir, daß eine ganze Anzahl Lunationen annähernd einer ganzen Zahl halber Drachenumläufe gleicht, es soll also

$$13,60611 y = 29,53059 x \quad (2)$$

sein.

Genau wie früher gelangen wir zu

Tab. 3.

N	2	5	1	6	1	1	1	1	9	1	1	20	3	
x	1	5	6	41	47	88	135	223	358	3445	3803	7248	148763	453537
y	2	11	13	89	102	191	293	484	777	7477	8254	15731	322874	984353

Der letzte Bruch unter 3 ist wieder Kontrolle. Er stimmt mit dem genauen Wert von x : y aus Formel (2), wenn man durch 3 kürzt.

Nun stimmt es mit den Oppolzerschen Intervallen; 1, 5, 6 sind die vorkommenden Nachbardistanzen der Finsternisse. Es ist 1 und 5 seltener, 6 häufiger. Nach den sukzessive verlässlicheren Zyklen von 41, 47, 88 erscheint der Maya-Saroid und nach ihm der Saros.

An Hand des Finsternis-Kanons können wir das Täfelchen folgendermaßen deuten:

Sehen wir von den Finsternissen ab, welche sich nach einer Lunation wiederholen, dann erscheinen die Finsternisse manchmal nach 5, aber in der Regel nach 6 Lunationen. Im Zyklus von 41 Lunationen erscheint 6 sechsmal, 5 einmal. Etwas genauer ist der Zyklus von 47 Lunationen, welcher eine 6 mehr hat. Noch dauerhafter sind die Zyklen

$$88 = 47 + 41,$$

$$135 = 47 + 88 = 47 + 47 + 41.$$

Der letzte Zyklus ist der Maya-Saroid. Er kann angeordnet werden als Folge von drei Zyklen zu 47, 47, 41 Lunationen. Jeder Teilzyklus besteht aus lauter 6-Monat-Intervallen und einem einzigen 5-Monat-Intervall. Der Saroid kann z. B. so aussehen:

6	6	6
6	6	6
6	6	6
6	6	6
6	6	6
6	6	6
5	5	5
6	6	—

Wo die 5 Monate erscheinen, muß allerdings durch Beobachtung in einem Saroid bestimmt werden. So verlässlich wie der Saros ist allerdings dieser Indianer-Zyklus nicht, aber er genügt für kürzere Zeit. Ich empfehle diese Indianer-Methode unseren Volksschulen. Sie ist so einfach, daß sie jedenfalls schon Zehnjährige begreifen können.

In der Methode des polynesischen Zauberers ahne ich die Vorstufe des Maya-Zyklus. Da er seiner Voraussage nicht ganz sicher ist, nimmt er nur einen Zeugen, und auch diesem sagt er nicht, warum er ihn gerufen hat. Er dürfte ein unbestimmtes Wissen haben, daß sich die Mondfinsternisse nach sechs Lunationen wiederholen. Manchmal bleiben sie aus, manchmal kommen sie um eine Lunation verfrüht, worauf wieder eine zusammenhängende 6-Monats-Serie folgt usw.

Sobald man Protokoll führte, sei es nur am Knotenstrick oder Kerbstock, konnte der Saroid entdeckt werden. Astronomie, die sich auf Knotenschnüre stützt, fand sich in Peru. Der Inka Pachakutek sagt: „Spott verdient, wer die Kunst der Knotenrechnung nicht kennt und glaubt, daß er den Lauf der Sterne ausrechnen kann.“ Quipus, Knotenschnüre mit astronomischen Zahlen sind nach Kreichgauer in peruanischen Gräbern gefunden worden. — Die Knotenstrick-Astronomie war in Peru Tatsache.

Reif war das Problem des Finsterniszyklus, als man nach der Gesetzmäßigkeit in der Verteilung der 5-Monat-Intervalle zu forschen be-

gann. Wünschenswert sind allerdings alte Aufzeichnungen. Nicht jedes Volk hat die Pietät des Chinesen für das geschriebene Wort; wenn aber das Material für die Aufzeichnungen unverwüstlich ist, erhalten sie sich von selbst. Sowohl die Maya als die Babylonier schrieben in Stein. Die Maya pflegten sogar die öffentlich aufgestellten Daten mit einem lunaren Komplement zu versehen. Nach meinen eigenen Untersuchungen deute ich dieses Komplement als Versuch, die dem ausgestellten Datum nächste Mondfinsternis anzugeben. Es gelingt nicht immer; man tastet und probiert noch.

Es ist nicht gerade nötig, daß die Entdeckung des Saros in der alten Welt denselben Weg genommen hat wie die Entdeckung des Saroids in der neuen. Beide Zyklen unterscheiden sich in ihrer Beziehung zum Jahr. Der Saros ist 18 ganzen tropischen Jahren sehr nahe:

Der Saros . . . . .	6585,3212 Tage
18 tropische Jahre . . . . .	6574,3596 „
	<hr/>
	10,9616 Tage

Also nur etwa 11 Tage ist der Saros länger als 18 tropische Jahre. Darauf gründet sich die hübsche Volksschul-Methode der Voraussage von Finsternissen mit Hilfe alter Kalender. Für das Jahr 1930 brauchen wir den 18 Jahre zurückliegenden Kalender des Jahres 1912, welcher die Finsternisse dieses Jahres angibt und einen Kalender des Jahres 1930, welcher die Mondphasen bringt. Nun suchen wir die Tagesdaten der Finsternisse von 1912 im Kalender von 1930, schreiten von ihm etwa 10 Tage weiter bis zum nächsten Neumond (bzw. Vollmond) und finden eine Sonnenfinsternis (bzw. Mondfinsternis). Ein Versagen tritt nur selten ein wegen der geringfügigen Unvollkommenheit des Saros. Man kann sich darüber orientieren, wenn man die Finsternisse der aufeinander folgenden Sari zeilenweise auf Millimeterpapier nach Oppolzers Kanon einträgt, z. B. 2 mm pro Lunation.

Behandeln wir analog den Saroid! Es zählen 135 Lunationen 29,53059 mal so viel Tage. Es ist also:

Der Saroid . . . . .	3986,62965 Tage
11 tropische Jahre . . . . .	4017,66420 „
	<hr/>
	— 31,03455 Tage

Also der Saroid ist um 31 Tage kürzer als 11 tropische Jahre.

Nun ist wohl zuerst der dreifache Saros und der dreifache Saroid entdeckt worden, weil für sie die Finsternisse etwa zu derselben Tageszeit fallen. Die Verschiebung der wiederkehrenden Finsternisse gegen die Jahreszeiten macht für den Saros einen Monat, für den Saroid ein Vierteljahr. Das ist ungünstig, da sich dann die Finsternis in die Regenzeit verschieben kann und unbemerkt bleibt.

Sehen wir uns nach den babylonischen Nachrichten um, wo uns der Saros sozusagen in

Funktion entgegentritt. Zum Verständnis einige einleitende Erklärungen:

Unsere astronomischen Zeitschriften bringen regelmäßig den astronomischen Kalender, welcher über Mond und Planeten informiert. Wenn es sich nur um Finsternisse handeln würde, genügte ein bloßer Hinweis auf den Kalender von 1912. Mit ebensolchen Hinweisen kann man aber auch die Planeten behandeln. Für jeden gibt es annähernd ganzzahlige Jahreszyklen, nach denen sich die heliakischen Phasen, Unsichtbarkeit, Oppositionen usw. wiederholen. Solche Planetenperioden sind für Merkur 46 Jahre, Venus 8, Mars 47, Jupiter 71, Saturn 59 Jahre.

Man könnte somit auf die wichtigsten Erscheinungen des Mondes und der Planeten für 1930 folgendermaßen hinweisen:

Merkur . . . . .	1884
Venus . . . . .	1922
Mars . . . . .	1883
Jupiter . . . . .	1859
Saturn . . . . .	1871
Mond . . . . .	1912

D. h. die Mondfinsternisse fallen so, wie im Jahre 1912, die Saturnphänomene wie i. J. 1871, die Jupitererscheinungen wie i. J. 1859 usw. Haben wir alte astronomische Kalender oder Beobachtungsnotizen aus diesen Jahren, so sind wir über die entsprechenden Phänomene des Jahres 1930 im reinen.

Genau so verfahren die Babylonier. Ich entnehme aus Kuglers „Sternkunde und Sternendienst in Babel“, I. 44, 1907, aus einem Täfelchen der Seleuzidenzeit:

Jupiter . . . . .	64	Seleuzid. Aera.
Venus . . . . .	127	„ „
Merkur . . . . .	89	„ „
Saturn . . . . .	76	„ „
Mars . . . . .	88	„ „
Mond . . . . .	117	„ „

Der erhaltene Titel bezeugt ausdrücklich, daß die Beobachtungen aus den verschiedenen Jahren dazu dienten, die wichtigsten Erscheinungen des Mondes und der Planeten „für das Jahr 135 des Königs Seleukus zu bestimmen.“

Zieht man die Seleuzidischen Jahreszahlen des Täfelchens vom Jahre 135 ab, erhält man die oben erwähnten Planetenperioden. Unter diesen ganzzahligen Perioden tritt der Saros auf als Annäherung an ganze 18 Jahre. Darin ist wohl ein Wink auf den verlorenen Ursprung der Entdeckung des Saros enthalten. Man hat wohl zu den bekannten ganzzahligen Planetenperioden eine entsprechende Mondperiode gesucht.

Untersuchen wir an den Zahlen der Tabelle 3, wie sich die Zyklen in synodischen Monaten, nämlich 41, 47, 88, 135, 223, 358, 3445, 3803, usw. zum tropischen Jahre verhalten. Mit sukzessiv wachsender Annäherung sind

trop. Jahre:	2, 3, 8, 11, 19, 334, 1021
synod. Monate:	25, 37, 99, 136, 235, 4131, 12628

Wir sehen hier auf einen Blick, daß der 135-Saroid um eine Lunation von 136 abweicht. Der Saros muß einer ganzen Anzahl tropischer Jahre nahe sein, weil  $223 = 235 - 12$  ist.

Untersuchen wir noch die Nachbarzahlen 88 und 358, die Summe und Differenz von Saros und Saroid. Da

der Saros . . . . .	18 J + 10,96 Tage,
der Saroid . . . . .	11 J - 31,03 „ beträgt,
ist der Zyklus 88 = 7 J + 41,99 „	
u. der Zyklus 358 = 29 J - 20,07 „	

Von den vier kürzeren, also zugänglicheren Zyklen ist der Saros der Ganzzahligkeit in tropischen Jahren am nächsten. Das ist wichtig, da wohl sein Dreifaches früher entdeckt wurde als er selbst. Dadurch hebt sich der Saros aus den anderen kleinen Zyklen heraus.

Unter diesem Gesichtspunkte schneidet der Maya-Saroid schlecht ab. Deshalb glaube ich, daß dieser Indianer-Zyklus anders aufgefunden wurde als der Saros der Babylonier. Dieser scheint eine Uebertragung der Idee des ganzzahligen Planetenzyklus auf den Mond zu sein. Jener könnte von dem direkten Studium der 6-Monat-Intervalle der Finsternisse und ihrer zeitweisen Verschiebungen um einen Monat stammen.

Der Grund zu diesem Studium konnte ganz irrational sein. Die nordperuanischen Indianer von Pacasmayo hielten den Mond für den höchsten Gott, weil er die Elemente beherrscht, die Gezeiten, Bliz und Donner. Auch die Lebensmittel spendet er. Der Mond scheint bei Tag und bei Nacht, daher ist er mächtiger als die Sonne, die man nie in der Nacht sieht. Der Mond verdunkelt die Sonne viele Male, aber niemals die Sonne den Mond. Daher veranstalteten sie bei partiellen Sonnenfinsternissen Gastmähler, welche den Sieg des Mondes feiern, während sie bei Mondfinsternissen weinten und, solange die Verfinsterung dauerte, Trauertänze aufführten (W. Krickeberg, „Märchen der Azteken und Inkaperuaner, Maya und Muisca“, 284. 1928).

Da diese Indianer aus religiösen Gründen auf die Finsternisse achtgaben, kann leicht der Wunsch nach ihrer Voraussicht entstanden sein, damit man Festmahl oder Trauertänze rechtzeitig vorbereitete. Die ersten Versuche werden unsachlich gewesen sein wie bei den Babyloniern, wo eventuell eine Finsternisvoraussage sich auf Leberschau gründete (Boll) oder auf ein Omen: Wenn die Sonne am ersten Nisan bei ihrem Erscheinen rot wie eine Fackel ist, weißes Gewölk von ihr aufsteigt und Ostwind weht, so wird am 28. oder 29. Monatstag eine Sonnenfinsternis eintreten; der König wird noch in diesem Monat sterben und sein Sohn den Thron besteigen (Boll-Bezold, „Stern glaube und Sterndeutung“, 15. 1926).

Hier ist schon der Glaube vorhanden, daß man Sonnenfinsternisse voraussagen kann, wenn es auch einstweilen mit kindlichen Ana-

logiemitteln versucht wird. Die Wurzeln dieses höchst irrationalen Analogiegläubens sind wohl psychologischer Natur. Während des Krieges sind wieder solche Versuche gemacht worden. So hat jemand für das Ende des Krieges den Deutschen in Böhmen eine Bartholomäusnacht aus historischen Analogien vorausgesagt. Resultat war nur der Heiterkeitserfolg des Propheten bei den Tschechen.

Diese kleine Studie bedeutet noch nicht das letzte Wort über das Problem. Jedenfalls scheint die Sache durch das Studium der Maya-Astronomie in Fluß zu kommen. Ludendorffs

Versuch ist ein Beweis für das steigende Interesse. An der Bedeutung der Zahl 520 zweifle ich allerdings. Viel näher lag doch für primitive Versuche der normale 6-Monat-Zyklus, dessen Darstellung durch 177 oder seltener 178 Tage den Mayas nach der Mondtafel im Kodex Dresdensis wohlbekannt war.\*)

\*) Förstemann hat wohl zuerst 1886 den lunaren Charakter der Tafel erkannt. Wie jeder Pfadfinder arbeitete er einsam, aber mit klarem Bewußtsein der Bedeutung seiner Studien. Bei seinem 60jährigen Doktorjubiläum erfreuten ihn seine Freunde mit einer Kopie des Kodex Dresdensis. — Und da sagte der Achtzigjährige: „Jetzt kann ich anfangen zu arbeiten.“

## Marksteine auf dem Wege des Eindringens in das Weltall.

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

IV.

### Die Erneuerung des heliozentrischen Weltsystems durch Kopernikus.

(Mit zwei Abbildungen.)

Durch das Festhalten an der geozentrischen Lehre war die Astronomie in immer größere Schwierigkeiten geraten, weil Lehre und Beobachtungen sich immer weniger deckten, je genauer man beobachten lernte. Daß er die Unzulänglichkeit der herrschenden Theorie einsah und doch nichts Besseres an die Stelle zu setzen wußte, das brachte Kopernikus fast zur Verzweiflung. In diesem Zustande suchte er in den Schriften der Alten Auskunft. Sein Suchen wurde belohnt. Bei einigen alten Schriftstellern fand er die Meinung erwähnt, daß sich die Erde bewege. Von diesem ersten Keim bis zum Ausbau des heliozentrischen Systems war aber noch ein weiter Weg. Denn eine gelegentliche Äußerung, von der sich nachher herausstellt, daß sie das Richtige getroffen hat, ist noch lange keine Theorie, die ja erst in der Zusammenfassung und Deutung vieler als richtig erkannter Tatsachen besteht.

Kopernikus fand in den alten Schriften sogar noch mehr als nur gelegentliche, mit der herrschenden Weltansicht im Widerspruch stehende Äußerungen. So begegnete ihm die Lehre, daß wenigstens zwei von den fünf den Alten bekannten Planeten um die Sonne kreisen, nämlich Merkur und Venus. Sie gehen niemals an den östlichen Abendhimmel über, sondern bleiben stets in der Nähe der Sonne. Das Verhalten von Merkur und Venus hatte schon im Altertum zu der Ansicht geführt, daß die beiden Planeten sich wohl um die Sonne bewegen müßten.

Hier setzte Kopernikus ein. „Bezieht man“, sagt er, „die drei übrigen Planeten Mars, Jupiter und Saturn gleichfalls auf die Sonne als

Mittelpunkt, und nimmt man an, daß ihre Bahnen so groß sind, daß sie außer Merkur und Venus auch die Erdbahn einschließen, so wird man die Erklärung ihrer Bewegungen nicht verfehlen.“

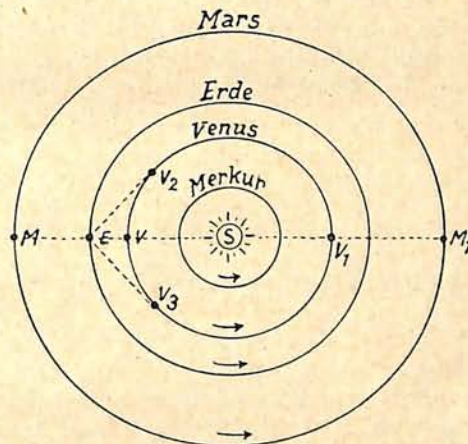


Abb. 1.

Bahnlage der Planeten Merkur, Venus,  
Erde und Mars.

E = Erde; M = Mars in Erddöhe (in Opposition zur Sonne); M<sub>1</sub> = Mars in Erdferne (in Konjunktion mit der Sonne); V = Venus in Erdnähe (untere Konjunktion); V<sub>1</sub> = Venus in Erdferne (obere Konjunktion); V<sub>2</sub> und V<sub>3</sub> = Venus im größten scheinbaren Abstand von der Sonne (Elongation).

In diesen Worten liegt der Kern der kopernikanischen Lehre. Eine besondere Stütze erhielt sie in den Erscheinungen, die der Mars zeigt: Ist das kopernikanische System richtig, so ist Mars der Erde am nächsten, wenn die Erde zwischen Mars und Sonne tritt. Letztere stehen sich dann, von der Erde aus gesehen, gegenüber (in Opposition). Befindet sich dagegen Mars hinter der Sonne (in Konjunktion), so ist er von uns am weitesten entfernt. Sein Abstand von der Erde ist dann um den Durchmesser der Erdbahn größer. Mars wird infolgedessen um so lichtschwächer erscheinen, je mehr er sich der Konjunktion mit der Sonne nähert.

Je mehr Erscheinungen im Einklang mit einer Theorie stehen, um so größere Wahrchein-

lichkeit gewinnt sie. Auf einen solchen Nachweis kam es also an. An diesen wendete Kopernikus die Arbeit seines Lebens. Als er sein großes Werk veröffentlichte, konnte er sagen, er habe nicht neun, sondern dreimal neun Jahre mit der Herausgabe gezögert. Trotzdem entsprach die neue Theorie nicht in dem Maße den Beobachtungen, wie Kopernikus es anfangs erwartet hatte. Ist es denkbar, so sagten die Gegner des Kopernikus, daß die Erde im Laufe eines halben Jahres ihre Stellung um den ganzen Durchmesser ihrer Bahn verändert, und daß die Anordnung der Fixsterne sich trotzdem immer gleichbleibt? Das war ein wohlberechtigter Einwurf, und die Kopernikaner konnten sich seiner Wucht nur dadurch entziehen, daß sie die Erdbahn im Verhältnis zur Entfernung der Fixsterne als verschwindend klein annahmen. Es stand also im Anfang nicht günstig um die heliozentrische Lehre, und erst um die Mitte des 19. Jahrhunderts erreichten die Meßinstrumente einen solch hohen Grad von Genauigkeit, daß sich die als Folge der Ortsveränderung der Erde geforderte Verschiebung der Fixsterne nachweisen ließ.

Die Weltansicht des Kopernikus bedeutete zwar eine ganz außerordentliche Erweiterung der seit alters herrschenden Vorstellung, sie wich aber von der heutigen doch noch erheblich ab.

Für Kopernikus war das Weltall noch eine Kugel von bestimmten Abmessungen. In ihrem Mittelpunkt ruhte die Sonne (Abb. 2). Begrenzt

wurde die Weltkugel von der Sphäre der Fixsterne, die ihr Licht, wie die Erde und die Pla-

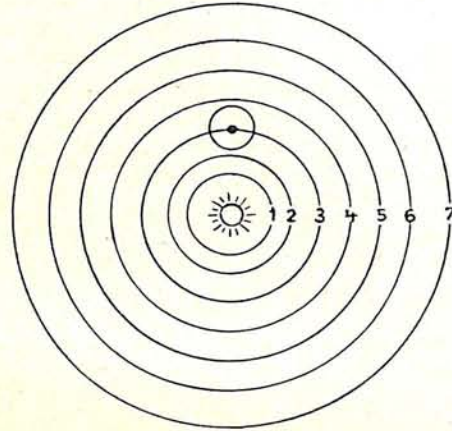


Abb. 2.  
Das System des Kopernikus.  
1 und 2 = Bahnen von Merkur und Venus; 3 = Bahn der Erde mit dem Mond; 4, 5 und 6 = Bahnen von Mars, Jupiter und Saturn; 7 = die unbewegliche Fixsternsphäre.

neten, von der Sonne erhalten sollten. Erst dem Blick des Dominikanermönches Giordano Bruno erweiterte sich die Fixsternsphäre zu einem in Raum und Zeit unendlichen Universum. Giordano Bruno war der erste, der die Fixsterne für Sonnen und für Mittelpunkte unzähliger, dem unseren ähnlicher Planetensysteme erklärte. Da er sich auch im übrigen mit den herrschenden kirchlichen Dogmen in Widerspruch setzte, überlieferte ihn die Inquisition im Jahre 1600 dem Scheiterhaufen.

## Aus der Arbeit der Astronomischen Gesellschaft.

Die Astronomen sind im allgemeinen recht seßhafte Leute. Es gibt jedoch zwei Dinge, die sie veranlassen, sich in Gruppen oder Scharen in Bewegung zu setzen. Der eine Fall tritt ein, wenn die Sonne irgendwo total verfinstert wird, der andere, wenn sie — ebenfalls irgendwo — tagen. In diesem Jahre wanderten sie nach Budapest, wo die Astronomische Gesellschaft ihre 29. Versammlung abhielt.

Es gibt gegenwärtig zwei internationale astronomische Vereinigungen, die sich in ihrem Aufbau wesentlich voneinander unterscheiden. Die ältere der beiden ist die Astronomische Gesellschaft (AG). Sie ist 1863 in Heidelberg von größtenteils deutschen Astronomen gegründet worden, war aber von vornherein als internationale Gesellschaft gedacht, da die Notwendigkeit der Zusammenarbeit der Sternwarten verschiedener Länder der unmittelbare Anlaß zu ihrer Gründung war. Infolgedessen hat die AG Mitglieder in allen Ländern der Erde, in denen sich Astronomen befinden. Daß trotz dieser unbedingten Internationalität immer nahezu die Hälfte der Mitglieder dem deutschen Sprachgebiet angehört, hat seinen Grund darin, daß es (im Gegensatz zu fast allen Ländern) in Deutschland keine besondere nationale Vereinigung

von Fachastronomen gibt und diese daher fast sämtlich Mitglieder der AG sind. Das Ueberwiegen von Mitteleuropa äußert sich auch darin, daß alle bisherigen Versammlungen in diesem Gebiet stattgefunden haben (jede zweite findet gewohnheitsmäßig in Deutschland statt). Einen ganz anderen Aufbau hat die zweite internationale astronomische Vereinigung, die in Deutschland gewöhnlich kurz als „Union“ bezeichnet wird (International Astronomical Union, IAU). Die IAU ist eine der nach der Beendigung des Krieges durch den „Conseil de recherches“ geplanten und teilweise auch gegründeten wissenschaftlichen Vereinigungen, in denen nicht die einzelnen Personen, sondern die Länder Mitglieder sind, die ihre Vertreter zu den Tagungen entsenden. Der „Conseil“ und die Unionen sind Gründungen der im Kriege mit Frankreich alliierten Länder und legten im Anfang großen Wert auf den Anschluß Deutschlands und der mit ihm verbündeten Länder. Die Verhältnisse haben sich auch hier sehr stark geändert, und insbesondere die IAU, die sich als sehr lebenskräftig erwiesen hat, steuert zielbewußt auf eine vollkommene Internationalität hin. Deutschland ist der IAU aus gewissen formellen Gründen

noch nicht beigetreten, an der letzten Tagung in Leiden (1928) haben aber deutsche Astronomen als Gäste teilgenommen. Auch in der Arbeitsweise besteht ein Unterschied zwischen den beiden Gesellschaften. Die IAU verlegt die Tätigkeit in eine große Zahl ständiger Kommissionen; ihre Tagungen sind in der Hauptsache Sitzungen dieser Kommissionen, es werden keine Vorträge gehalten. Die AG setzt nur für besondere Aufgaben Kommissionen ein, und auf ihren Versammlungen bilden die wissenschaftlichen Vorträge einen wesentlichen Bestandteil.

Es liegt wohl an dieser verschiedenartigen Struktur der beiden Vereinigungen, daß die AG durch die Gründung und die kräftige Entwicklung der IAU keinen Schaden genommen hat. Ihre Versammlungen sind jetzt stärker besucht, als es früher im Durchschnitt der Fall war. Auch die Budapester Versammlung hatte mit 120 Mitgliedern aus 16 Ländern eine starke Beteiligung zu verzeichnen und bot damit für die Erreichung des wesentlichsten Zweckes solcher Zusammenkünfte (die persönliche Fühlungnahme sonst weit getrennter Arbeitsgenossen) einen sehr günstigen Boden.

Die geschäftlichen Angelegenheiten der Gesellschaft nahmen wie immer nur wenig Zeit in Anspruch. Ein breiter Raum wurde aber der Aussprache über die von der Gesellschaft angeregten oder geförderten Unternehmungen eingeräumt. An erster Stelle steht dabei das sogenannte Zonen-Unternehmen, das eine Wiederholung des Unternehmens ist, das die ersten Lebensjahre der AG beherrschte. Man faßte damals den Entschluß, alle Sterne der Bonner Durchmusterung bis herunter zur 9. Größe an Meridiankreisen zu beobachten und so ein Netz von gut bestimmten Sternörter zu schaffen, in das Planeten und Kometen mit der nötigen Genauigkeit eingehängt werden können. Seit der Beobachtung der ersten dieser Sternkataloge (AG-Kataloge) sind jetzt mehr als 50 Jahre vergangen. In einer so langen Zeit verändern die Sterne ihren Ort schon um einen sehr merkbaren Betrag (Eigenbewegungen), das Netz der alten Oerter stimmt daher nicht mehr mit dem heutigen Netz der Sterne, an das sich unsere Beobachtungen anschließen, überein. Man hat sich deshalb vor einigen Jahren zu einer Neubeobachtung (zunächst des Nordhimmels) entschlossen, die neue Oerter und durch deren Verbindung mit den alten Oertern auch die für die Erforschung des Sternsystems dringend nötigen Eigenbewegungen liefern soll. Um nicht wieder zu viele Sternwarten und Instrumente für diese Aufgabe festzulegen, führt man die Neubeobachtung photographisch aus. Die drei Sternwarten Bonn, Bergedorf und Pulkowo photographieren den Himmel mit drei gleichen vierlinsigen Objektiven, die bei jeder Aufnahme ein Feld von  $5 \times 5$  Grad liefern; die für die Auswertung der Platten nötigen 14 000 Anhaltsterne werden an einigen Meridiankreisen beobachtet. Die Berichte der

teilnehmenden Sternwarten ergaben das erfreuliche Bild, daß die photographischen Aufnahmen und die Meridianbeobachtungen der Anhaltsterne überall bis zum Ende des nächsten Jahres beendet sein werden. Es ist also gelungen, die Aufnahmen auf eine ganz kurze Zeitspanne zusammenzudrängen, also ein für alle Teile gleichzeitiges Bild des Himmels zu schaffen, und außerdem die Anhaltsterne nahezu zur gleichen Zeit zu beobachten, was für die Genauigkeit und Bequemlichkeit der Plattenreduktion von Bedeutung ist.

Im Zusammenhange hiermit wurde auch die ständige Frage des Systems der Fundamentalsterne berührt, das gleichzeitig einer Revision unterzogen wird, um der Neubeobachtung des Himmels eine sichere Grundlage zu geben. Die größte Schwierigkeit bieten dabei die Deklinationen. Verschiedene Instrumente liefern, selbst wenn sie an demselben Orte stehen (wie der Ertelsche und der Repsoldsche Vertikalkreis in Pulkowo), systematisch verschiedene Deklinationen, ohne daß die Ursachen hierfür erkennbar sind. Man wird jetzt versuchen, eine Klärung herbeizuführen, indem man gut bekannte Instrumente (in erster Linie den Ertelschen Vertikalkreis der Sternwarte Pulkowo, auf dem zum großen Teil die Deklinationen des Auwersschen Fundamentalkatalogs beruhen) auf die Südhalbkugel bringt und so die Äquatorsterne mit demselben Instrument von Norden und von Süden her beobachtet.

Großes Interesse fand auch der Bericht über die Lage auf dem Gebiete der Veränderlichen Sterne. Erheblichen Kummer bereitet hier wie früher bei den Kleinen Planeten die Fülle der Neuentdeckungen. Die Zahl der Veränderlichen hat in vier Jahren um 50 Prozent zugenommen (bis auf 4031 Sterne), in den Sternbildern Sagittarius und Ophiuchus mußte die Argelandersche Bezeichnung mit zwei Buchstaben bereits verlassen werden. Die Bearbeitung dieses immer wachsenden Materials für seine Zusammenfassung in der „Geschichte und Literatur der Veränderlichen Sterne“ ist unter diesen Umständen keine leichte Aufgabe, soll aber in verstärktem Maße gefördert werden. Seit 1928 wird der Himmel auf den Sternwarten Babelsberg, Bamberg und Sonneberg mit Ernostar-Kameras überwacht; es erweist sich aber als schwierig, mit der Bearbeitung der Platten zu folgen.

Auch die bevorstehende große Annäherung des Planeten Eros an die Erde, die eine ungewöhnlich günstige Gelegenheit bieten wird, seine und damit die Sonnen-Parallaxe zu bestimmen, warf ihre Schatten voraus in mancherlei Diskussionen über methodische und organisatorische Fragen.

Die 21 Vorträge, die außerdem während der Versammlung gehalten wurden, behandelten naturgemäß nicht nur Fragen von allgemeinem Interesse. Für die in der

praktischen Arbeit des Faches Stehenden ist auch die Ankündigung eines neuen Instrumentes, einer neuen Rechenmethode oder sonst eines Hilfsmittels zur Bewältigung einer der vielen Einzelaufgaben von Bedeutung. So schilderte Hopmann (Leipzig) ein neues visuelles Photometer, Hoffmeister (Sonneberg) ein von ihm auf die Milchstraße und das Zodiaklicht angewandtes Flächenphotometer. Von allgemeinerer Bedeutung ist vielleicht die Rückkehr des durch die Alkali-Zellen ganz verdrängten Selen in die lichtelektrische Sternphotometrie, die durch eine Empfindlichkeitssteigerung auf das 70fache ermöglicht wird und sehr erwünscht ist, weil das Selen das langwellige Spektralgebiet um 7000 Å erfaßt.

Es wird auch manchen Amateur interessieren, daß die Herausgabe der Wolf-Palisa-Karten wieder aufgenommen werden soll. Diese Sternkarten der ekliptikalen Gegenden des Himmels waren bisher direkte Kopien von Aufnahmen des Heidelberger Bruce-Teleskops. Sie werden in Zukunft im Lichtdruckverfahren hergestellt werden, wodurch die Reichweite der Platten wenig, die Kosten aber erheblich herabgesetzt werden.

Eine zusammenfassende Darstellung der Beobachtungen des Veränderlichen W Virginis gab Fr. Güssow (Babelsberg). Sie führte die für verschiedene Unterabschnitte des bearbeiteten Zeitraums (1866 bis 1923) abgeleiteten Lichtkurven im Bilde vor. Während die Periode des Lichtwechsels konstant ist, ist die Form zu verschiedenen Zeiten sehr verschieden, so daß man W Virginis als eine Ausnahmerecheinung unter den  $\delta$ -Cephei-Sternen oder als einen Uebergang zu den Mira-Sternen ansehen muß.

Für die Photographie von Sonnenfinsternissen machte Michailow (Moskau) einen interessanten Vorschlag. Bei den üblichen Koronaaufnahmen sind, wenn sie die äußere Korona zeigen, die innere sowie Protuberanzen und Chromosphäre so intensiv, daß eine Photometrie der ganzen Korona auf derselben Platte unmöglich ist. Michailow schlägt deshalb vor, das Licht der inneren Teile durch eine rotierende Blende von bestimmter Form so zu schwächen, daß die Intensitäten in allen Teilen vergleichbar werden.

Lundmark (Lund) sprach über die Bestimmung der Entfernungen, Massen und Dichten der 80 nächsten Sternsysteme (außerhalb der Milchstraße). Die Entfernungsbestimmung wird dadurch möglich, daß sich in einer Reihe von Spiralnebeln auf den Aufnahmen der größten Instrumente die hellsten Sterne isolieren lassen. In 6 Systemen kommen  $\delta$ -Cephei-Sterne und neue Sterne vor; deren durchschnittliche Leuchtkraft ist bekannt, und durch Verbindung mit der beobachteten scheinbaren Helligkeit dieser Sterne ergibt sich die Entfernung dieser Systeme. Damit wird die durchschnittliche Leuchtkraft der 20 hellsten

Sterne bekannt, und wenn man annimmt, daß dieser Wert auch für die anderen Systeme gilt, kann man aus der scheinbaren Helligkeit der 20 hellsten Sterne für jede der anderen Spiralen die Entfernung ableiten. Die so erhaltenen Entfernungen liegen zwischen 100 000 und 1 000 000 Lichtjahren, die Durchmesser zwischen 1 100 und 45 000 Lichtjahren. Das Milchstraßensystem selbst sieht Lundmark als einen Haufen solcher Systeme an und als seine Glieder das lokale System, die beiden Magellanschen Wolken, ein oder zwei Systeme in Sagittarius, eins in Carina und 100 oder mehr kugelige oder elliptische Haufen, die auch bei den großen außergalaktischen Systemen vorhanden zu sein scheinen.

Auf das Gebiet des Dreikörperproblems führte der Vortrag von Strömgren (Kopenhagen), der die Stellung der Kopenhagener Arbeiten (die zwei endliche und eine dagegen kleine Masse behandeln) innerhalb des Problems umriß und besonders darlegte, daß die speziell erscheinende Massenwahl  $m_1 = m_2$  nicht die Wahl eines speziellen Falles bedeutet, weil das Massenverhältnis in allen behandelten Fällen keine entscheidende Rolle spielt außer in einem Fall, der durch eine neuere Arbeit ebenfalls erledigt worden ist.

Mehr für die Budapester Physiker als für die Astronomen war der Vortrag von Eddington (Cambridge) bestimmt, der Ueberlegungen zu einer wichtigen Frage der Atomphysik brachte. Die elektrische Ladung  $e$  des Elektrons und die Lichtgeschwindigkeit  $c$  kommen in der neuesten Form der Quantentheorie nur in der Verbindung  $hc/2\pi e^2$  vor, und dieser Ausdruck hat erfahrungsgemäß den Wert 137. Die Eddingtonschen Ueberlegungen gelten einem Versuch, diese Zahl als durch die Natur des Problems (zwei aufeinander wirkende Elektronen) gegeben nachzuweisen.

Mit dieser Uebersicht dürfte alles erwähnt sein, was von den Verhandlungen der Budapester Versammlung von allgemeinerem Interesse war. Eine sehr reizvolle Zugabe bedeutete es, daß die Gelegenheit geboten wurde, zu zwei Sternwarten zu besichtigen: die neue, mit modernsten Mitteln ausgestattete auf dem Schwabenberge bei Budapest und die alte, aus dem 18. Jahrhundert stammende bischöfliche Sternwarte in Eger (Erlau), deren Instrumente noch heute vorhanden sind!

Auch die Vorstandswahlen waren in diesem Falle von einiger Bedeutung. Der bisherige Vorsitzende Strömgren, der sein Amt seit dem Ende des Krieges innegehabt und viel für die Wiederbelebung der internationalen Beziehungen getan hat, mußte nach den Statuten aus dem Vorstände ausscheiden. An seiner Stelle wurde Max Wolf zum Vorsitzenden gewählt, der Eddington zu seinem Stellvertreter ernannte. Die nächste Versammlung soll 1932 in Göttingen stattfinden.

KR.

# Astronomie und Schule.

Von Studienrat Dr. Hans Friesecke.

Im Juliheft des „Weltall“ wurden von Herrn P. Börner bei einer physikalischen Betrachtung über den Sonnenuntergang kritische Bemerkungen gemacht über die Art, wie Astronomie auf der Schule gelehrt wird. Diese Ausführungen sind der Niederschlag eines Einzelerlebnisses und dürfen nicht verallgemeinert werden. Es ist daher angebracht, im Zusammenhang zu berichten, in welcher Weise die heutige Schule astronomisches Denken und Wissen zu vermitteln sucht.

Das Kernproblem der Schulastronomie ist die gegenseitige Durchdringung des geozentrischen und heliozentrischen Weltbildes. Die Schule muß dabei die folgenden erkenntnistheoretischen Einsichten beachten, ohne sie jedoch in voller Schärfe herausarbeiten zu können: die geozentrische Betrachtungsweise ist nichts als der Inbegriff aller Beobachtungen am Himmel; die heliozentrische kann aufgefaßt werden als eine gewisse einfache Ordnung, die in die zum Teil verwickelten Bewegungsvorgänge am Himmel gebracht wird. Von höherer Warte gesehen — vom Standpunkt der allgemeinen Relativitätstheorie — sind beide Anschauungen kinematisch und physikalisch gleichwertig. Jeder Vorgang läßt sich geozentrisch ebenso exakt, ebenso einfach oder kompliziert beschreiben wie heliozentrisch.

Jeder Unterricht muß an unmittelbare, jedem Schüler vertraute Erlebnisse anknüpfen. Daher bilden die Beobachtungen am Himmel selbstverständlich den Ausgangspunkt. Es wird also in den unteren Klassen alles zusammengetragen, was die Schüler über den Tages- und Jahreslauf der Sonne wissen, es wird die Beziehung zwischen Mondphasen und Sichtbarkeit rein empirisch festgestellt, der große Wagen tritt als Sternbild hervor, der Polarstern als Richtungsweiser in der Nacht. Ein Planetariumsbesuch faßt alle Ergebnisse in konzentrierter Form zusammen.

Von einem Untertertianer wird die Beobachtung gemacht, daß der große Wagen seine Stellung am Himmel ändert. Am nächsten klaren Abend richten sich alle verfügbaren photographischen Apparate, die jetzt stets in genügender Zahl vorhanden sind, eine Stunde lang auf die verschiedensten Stellen des Himmels. Und dann enthüllt der Projektionsapparat in wunderbarer Klarheit die einheitliche Bewegung sämtlicher Sterne. Daran wird die folgende Ueberlegung geknüpft: Könnte man im Innern eines fahrenden, ideal gefederten Eisenbahnzuges die Bewegung feststellen? — Nein, erst wenn man einen Blick zum Fenster hinauswirft, merkt man an der vorüberfliegenden Landschaft die eigene Bewegung! — Wir haben durch unsere Aufnahmen einen Blick zum Fenster der Erde hinausgeworfen! . . .

Die Drehung der Erde um ihre Achse ist erkannt.

Weitere Aufnahmen folgen: Auf ein und dieselbe Platte werden bei feststehendem Apparat an mehreren Abenden hintereinander zur gleichen Zeit kurze Zeitaufnahmen gemacht. Als Erfolg springt die fortschreitende Bewegung der Erde auf ihrer Bahn um die Sonne heraus. Der Uebergang zum heliozentrischen Weltbild ist vollzogen.

Jetzt kann das Demonstrationsmodell aus der Sammlung herausgeholt werden. Als Neuerkenntnisse kommen hinzu: der Unterschied zwischen Tag und Nacht, Sonnen-Auf- und Untergang, der Wechsel der Jahreszeiten. Dabei lautet die Frage: Wie wirken sich die verschiedenen Stellungen der Erde zur Sonne für den Beobachter auf der Erde aus? Vor einer einseitigen Bevorzugung des heliozentrischen Weltbildes kann nicht genug gewarnt werden. Die Schüler können dann zwar am Demonstrationsmodell alles gut erklären, finden sich aber am Himmel nicht zurecht. Man hüte sich auch davor, das heliozentrische Weltbild als das einzig Wahre und Wirkliche hinzustellen. Man legt sonst die Schüler im aufnahmefähigsten Alter erkenntnistheoretisch fest, was oft für das ganze Leben maßgebend ist. Aus diesem Grunde ist auch der Beobachter, der ganz außerhalb des Sonnensystems die Bewegungen der einzelnen Weltkörper betrachtet, zu verwerfen.

Es bleibt noch die Aufgabe der Oberstufe zu erläutern. Hier ist im wesentlichen das auf der Unter- und Mittelstufe Erarbeitete qualitativ und quantitativ weiter auszubauen. So werden im Mathematikunterricht die Beziehungen der einzelnen Koordinatensysteme, des horizontalen, äquatorialen und ekliptikalen, im geozentrischen und heliozentrischen Bilde eingehend besprochen. Die genaue Bahn der Erde und ihre Auswirkung für den Erdbeobachter als Zeitgleichung wird erkannt. Der Physikunterricht steuert das Gravitationsgesetz bei. Der Einfluß der endlichen Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes auf astronomische Probleme — Abweichungen in den Verfinsterungszeiten der Jupitermonde, Aberration und Dopplersches Prinzip — wird behandelt. Diese Betrachtungen erziehen die Schüler in hervorragendem Maße zum raumzeitlichen Denken. Mit rein räumlichen Vorstellungen kommt man bei diesen Fragen nicht aus. Aus diesem Grunde muß der Verfasser auch die Darstellung, die Herr Börner vom Sonnenuntergang gibt, ablehnen. Eine rein räumliche Vorstellung (2 Kreise mit äußeren Tangenten) wird dem Vorgang in keiner Weise gerecht. Man muß schon raumzeitlich denken. Dann aber muß es folgendermaßen lauten:

Die Sonnenstrahlen, die im Augenblick des



Sonnenunterganges mein Auge treffen, haben die Sonne schon verlassen, als diese noch eine gewisse Höhe über dem Horizont hatte. Oder: die Sonnenstrahlen, die im Augenblick des Sonnenunterganges von der Sonne ausgehen, treffen erst auf der Erde ein, wenn für mich die Sonne schon untergegangen ist. Ob man diese beiden Zeiten noch als „scheinbare“ und „wahre“ Untergangszeit unterscheiden will, ist eine müßige Sache der Definition. Die beobachtbare Untergangszeit steht eindeutig fest. Aus der absichtlich gewählten geozentrischen Ausdrucksweise ergibt sich zugleich, daß diese nicht für die falschen Darstellungen verantwortlich gemacht werden kann.

In letzter Zeit können auch noch in den Arbeitsgemeinschaften, zu denen sich interessierte Schüler freiwillig zusammenfinden, astronomische Probleme behandelt werden. Der Verfasser hat z. B. mit einer Generation die Beziehungen zwischen Ptolemäischem und

Kopernikanischem Weltbild an Hand der Planetenbewegungen erarbeitet. In diesen Arbeitsgemeinschaften können in aller Ruhe Zeit- und Ortsbestimmungen mit Hilfe des Theodoliten ausgeführt werden. Hier können vor allem photographische Methoden ausgearbeitet werden, um mit einfachsten Mitteln ein reiches astronomisches Anschauungsmaterial zu gewinnen.

Zum Schluß mag noch eine Gelegenheit, astronomisches Interesse zu erwecken, nicht unerwähnt bleiben: das sind die Wandertage. Werden diese als 1½-tägige Ausflüge ausgestaltet, so richten sich die Blicke des Abends in der Jugendherberge, wenn die Sternenwelten — von keinem Großstadtdunst gehemmt — aufleuchten, von selbst zum Himmel. Dann läßt sich wohl auch zu guter Stunde bei unserer Jugend ein Gefühl der Andacht und Ergriffenheit wecken, das Menschen aller Zeiten beim Anblick des gestirnten Himmels empfunden haben.

## Der gestirnte Himmel im Januar 1931.

Von Dr. F. S. Archenhold und G. Archenhold.

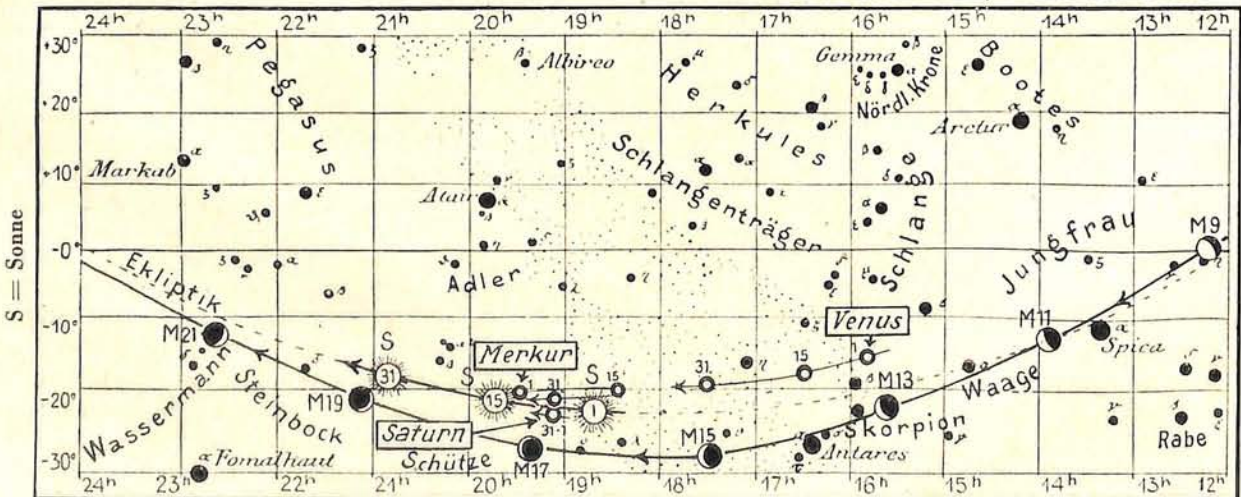
(Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag, einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten sowie einer Beilage.)

Der winterliche Sternenhimmel, zu dessen abendlicher Beobachtung unsere Sternkarte auf der ersten Seite des Umschlages dient, fesselt in jedem Jahre den Sternfreund von neuem durch die Schönheit seiner Sternbilder. Sirius, der hellste Fixstern, funkelt am südlichen Himmel. An ihm kann man die Erscheinung der Szintillation, die ihn in schnellem Wechsel in allen Farben und in verschiedener Helligkeit erscheinen läßt, am besten beobachten. Die Szintillation wird durch Ungleichmäßigkeiten in unserer Erdatmosphäre hervorgerufen. Die beiden am Osthimmel stehenden Wandelsterne Jupiter und Mars zeigen jedoch ein ruhiges Licht, da sie nicht wie die Fixsterne punktförmig erscheinen, sondern eine — für das bloße Auge allerdings noch nicht erkennbare — Ausdehnung haben.

Außer diesen beiden Planeten, deren Fernrohrbeobachtung im Januar besonders günstig ist, gibt es eine große Anzahl von Sternen, Sternhaufen und Nebeln, auf die das Fernrohr zu richten von besonderem Interesse ist. Von den auf unserer Karte dargestellten Sternen sind Mizar im Großen Bären,  $\gamma$  im Löwen, Kastor und  $\delta$  in den Zwillingen,  $\gamma$  in der Andromeda,  $\gamma$  im Widder,  $\nu$  im Drachen,  $\beta$  im Schwan und der Polarstern leicht zu beobachtende Doppelsterne. Zahlreiche Sternhaufen finden wir in der Milchstraßenzone, besonders im Perseus, Fuhrmann und in den Zwillingen. Die Plejaden und die Krippe im Krebs sind als Sterngruppen schon mit bloßem Auge erkennbar. Von den Nebeln nennen wir den Andromedanebel, den Crabnebel im Stier und den Orionnebel. Diesen kann man mit vollem

Abb. 2a.

Lauf von Sonne, Mond und Planeten



Recht als den schönsten aller Nebelgebilde am Himmel bezeichnen. Eine chaotische Fülle leuchtender Materie hebt sich im Fernrohr vom tiefsten Dunkel des Himmels ab. Eingebettet in den Nebel erscheinen einige Sterne, von denen vier besonders auffallende ein Trapez bilden. An dieser Stelle erreicht der Nebel seine größte Helligkeit. Auf unserer Beilage können wir eine Photographie des Orionnebels wiedergeben, die mit dem 100zölligen Spiegel der Mount Wilson-Sternwarte bei dreistündiger Belichtungsdauer aufgenommen worden ist. Um die Feinheiten der helleren Teile deutlicher hervortreten zu lassen, die durch Ueberexposition sonst verlorengehen würden, ist die Helligkeit des mittleren Teils des Nebels abgeschwächt worden. Beim Anblick dieser Aufnahme gewinnt man den Eindruck, als ob die Massen des Nebels sich in wirbelnder Bewegung befänden, und in der Tat sind solche Bewegungen durch spektroskopische Radialgeschwindigkeitsmessungen aufgedeckt und bestätigt worden. Es finden sich Geschwindigkeitsunterschiede bis zu 10 km in der Sekunde.

Der Orionnebel steht in einer Entfernung von fast 600 Lichtjahren von uns. Er ist von gewaltiger Ausdehnung. Das Licht braucht 10 Jahre, um von einem Rande des Nebels zum anderen zu gelangen, und doch ist er nur ein Teil einer fast das ganze Sternbild des Orion ausfüllenden Nebelmasse. Ihr Leuchten wird von den heißen Sternen hervorgerufen, die im Sternbild des Orion so zahlreich vorhanden sind. Wie in allen gasförmigen kosmischen Nebeln ist auch im Orionnebel die Materie in einem außerordentlich verdünnten Zustande vorhanden. So hat man berechnet, daß die Gesamtmasse des großen Orionnebels der Masse nur weniger Sterne von Sonnengröße entspricht. Die starke Verdünnung, die etwa millionenfach stärker ist als in dem besten auf der Erde herstellbaren Vakuum, erklärt auch die Tatsache, daß in dem Nebelspektrum Linien beobachtet werden, die bisher im Laboratorium noch nicht erzeugt werden können. Durch den Fortschritt der

theoretischen Physik sind diese Linien erst vor kurzem als Sauerstoff- und Stickstofflinien erkannt worden. Diese Feststellung ist ein neuer Beweis für die Einheit der Materie im Weltall.

Die langen Nächte geben Gelegenheit, den Lichtwechsel des veränderlichen Sterns Algol im Perseus eingehend zu beobachten. Seine Lichtminima treten zu folgenden Zeiten auf:

Januar 3.	0 <sup>h</sup>	Januar 23.	1 <sup>h</sup>
" 5.	20	" 25.	22
" 8.	17	" 28.	19 <sup>h</sup>
" 20.	4 <sup>h</sup>		

### Die Planeten.

**Merkur**, der bis zum 17. Januar rückläufig ist, begegnet der Sonne am 6. Januar. Am 28. hat er seinen größten scheinbaren Abstand von ihr. Für das bloße Auge ist er in der zweiten Hälfte des Monats am Morgenhimmel sichtbar, am günstigsten am 21. und 22. Januar, da er dann etwa 20 Minuten lang zu sehen ist.

**Venus** steht zu Beginn des Jahres im Sternbild der Waage. Sie ist Morgenstern und anfangs 3 Stunden, zuletzt 2½ Stunden vor Tagesanbruch sichtbar.

**Mars**, im Sternbild des Krebses, geht am Anfang des Monats um 18¾<sup>h</sup> auf und ist in der zweiten Monathälfte während der ganzen Nacht zu beobachten. Am 27. Januar steht er in Opposition zur Sonne; wegen des starken Abweichens der Marsbahn von einem Kreise findet die *Erdnähe* bereits am 25. Januar statt. Der Abstand des Mars von der Erde beträgt dann 99 Millionen km und sein scheinbarer Durchmesser 14",1. Seine Helligkeit erreicht die — 1,1. Sterngröße.

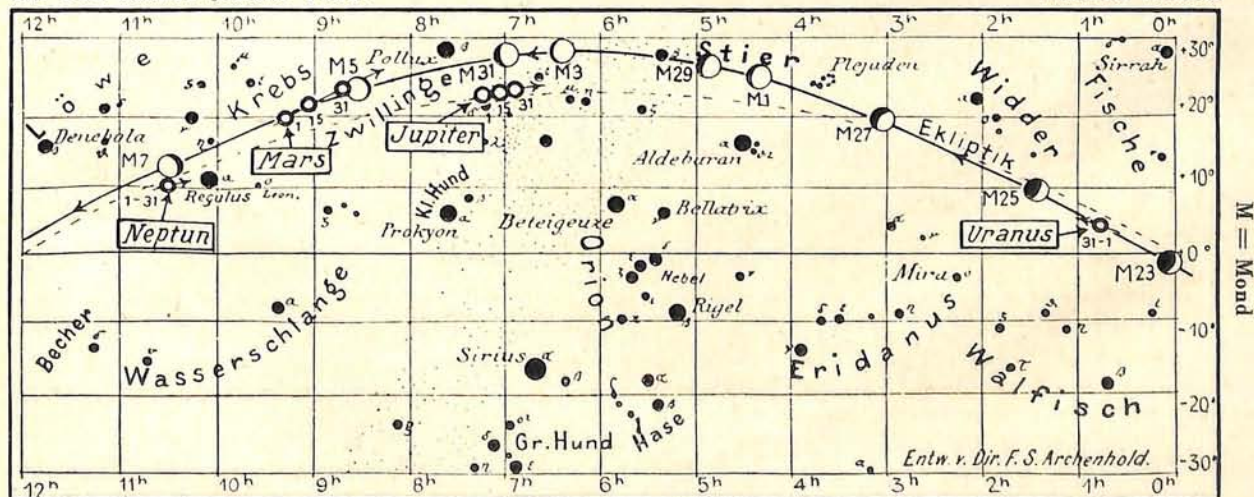
Mars wendet uns jetzt sein nördliches Polargebiet zu. Für die Nordhalbkugel des Planeten hat der Sommer am 5. November 1930 begonnen und wird bis zum 24. Mai 1931 dauern. Die weiße Polarkappe, die bei großer Ausdehnung selbst im kleinen Fernrohr gut erkennbar ist, wird im Januar wahrscheinlich nur klein erscheinen.

**Jupiter** ist der auffallendste Planet am Abendhimmel. Er steht am 6. Januar in Oppo-

für den Monat Januar 1931.

Abb. 2b.

Nachdruck verboten.



sition zur Sonne und bleibt fast während des ganzen Monats bis zum Sonnenaufgang sichtbar. Sein Meridiandurchgang erfolgt anfangs  $\frac{1}{2}$  Stunde nach Mitternacht, zuletzt um  $22\frac{1}{4}^h$ . Seine vier hellen Monde, deren Stellungen und Verfinsterungen in der nachstehenden Tabelle angegeben sind, machen die Beobachtung selbst bei geringer Vergrößerung interessant.

Verfinsterungen			Stellungen			
Jan.	M. E. Z.	Mond	Jan.	0 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	Jan.	0 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>
	h m			M. E. Z.		M. E. Z.
2	21 26	III E	1	43 0 12	17	423 0 1
3	6 46	II E	2	4321 0	18	41 0 23
4	8 01	IV E	3	42 0 1	19	4 0 213
6	2 56	I E	4	14 0 23	20	421 0 3
6	22 50	II A	5	0 2143	21	3 0 1
7	23 41	I A	6	21 0 34	22	31 0 24
9	18 09	I A	7	3 0 24	23	321 0 4
10	4 46	III A	8	3 0 124	24	23 0 14
13	7 07	I A	9	321 0 4	25	1 0 234
14	1 24	II A	10	23 0 14	26	0 2134
15	1 36	I A	11	1 0 234	27	21 0 34
16	20 04	I A	12	0 2143	28	2 0 14
21	2 02	IV E	13	214 0 3	29	31 0 42
21	3 59	II A	14	43 0 1	30	342 0
21	5 04	IV A	15	43 0 2	31	423 0 1
22	3 30	I A	16	4321 0		
23	21 59	I A				
24	17 16	II A				
28	6 34	II A				
29	5 26	I A				
30	23 54	I A				
31	19 51	II A				

E = Eintritt A = Austritt

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

S a t u r n gelangt am 5. Januar in Konjunktion mit der Sonne und bleibt daher unsichtbar.

U r a n u s ist am besten sofort nach Eintritt völliger Dunkelheit aufzusuchen. Er steht am 15. Januar in Rekt. =  $0^h44^m,1$  und Dekl. =  $+4^{\circ}1'$ .

N e p t u n steht am 15. Januar in Rekt. =  $10^h30^m,0$  und Dekl. =  $+10^{\circ}12'$ . Er kulminiert erst nach Mitternacht.

Die S o n n e, auf deren Oberfläche noch immer eine recht lebhaftige Fleckentätigkeit zu beobachten ist, steigt allmählich in ihrer Bahn herauf. In Berlin geht sie zu folgenden Zeiten auf und unter:

		Aufgang	Untergang
Jan.	1.	8 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup>	16 <sup>h</sup> 2 <sup>m</sup>
"	15.	8 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	16 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup>
"	31.	7 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup>	16 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup>

Am 3. Januar steht die Erde der Sonne am nächsten. Ihr Abstand beträgt an diesem Tage nur 147 000 000 km gegen im Mittel 149 500 000 km. Weitere Angaben über den Sonnenlauf, Sternzeit und Zeitgleichung sind in der folgenden Tabelle enthalten:

Datum	Rektasz.		Deklin.		Sternzeit		Zeitgleichg. wahre minus mittlere Zeit
	0 <sup>h</sup> Weltzeit	h m	0 <sup>h</sup> Weltzeit	o /	Berlin.Mittag	h m	
Jan. 1.	18	41,8	- 23	6	18	40,6	- 3 19
" 5.	18	59,5	22	45	18	56,3	5 11
" 10.	19	21,4	22	8	19	16,0	7 20
" 15.	19	43,0	21	20	19	35,7	9 16
" 20.	20	4,4	20	23	19	55,5	10 56
" 25.	20	25,5	19	15	20	15,2	12 18
" 30.	20	46,3	- 17	59	20	34,9	- 13 19

Der M o n d ist mit seinen Lichtgestalten von zwei zu zwei Tagen in unsere Planetenkarte eingetragen.

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Datum:

Vollmond:	Jan. 4.	14 <sup>h</sup> 1/4 <sup>h</sup>
Letztes Viertel:	" 11.	6 <sup>h</sup> 1/4
Neumond:	" 18.	19 <sup>h</sup> 1/2
Erstes Viertel:	" 27.	1 <sup>h</sup>

Am 6. Januar steht der Mond in Erdnähe. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt  $33'0''$ , die Horizontalparallaxe  $60'28''$ . In Erdferne steht der Mond am 22. Januar mit einem scheinbaren Durchmesser von  $29'29''$  und einer Horizontalparallaxe von  $54'2''$ .

Im Januar sind zahlreiche Bedeckungen heller Sterne durch den Mond zu beobachten. In Erweiterung unserer bisherigen Angaben über die Sternbedeckungen geben wir die Hilfsgrößen a und b, die dazu dienen, genäherte Ein- und Austrittszeiten für Orte in der näheren und weiteren Umgebung Berlins zu berechnen. Ebenso wie bei Sonnenfinsternissen sind auch bei Sternbedeckungen die Zeiten und Umstände für jeden Erdort verschieden. So erfolgt z. B. der Austritt des Sterns 13 Virginis am 10. Januar in Königsberg bereits um  $0^h37^m$ , in München aber erst um  $0^h52^m,5$ . Bezeichnet man die geographische Länge oder Breite irgendeines Ortes in Deutschland, in Graden ausgedrückt, mit  $\lambda$  und  $\varphi$ , so ist zu den für Berlin geltenden Zeitangaben die Korrektur

$a (13^{\circ},1 - \lambda) + b (\varphi - 52^{\circ},4)$  hinzuzufügen. Für Entfernungen bis zu 300 km von Berlin ergibt die Korrektur die Zeiten fast auf die Minute genau. In größeren Entfernungen sind darüber hinausgehende Abweichungen möglich.

Jan.	Name	Gr.	Rekt. 1931		Dekl. 1931		Phase	Zeiten für Berlin		Winkel	Mondalter	Hilfsgrößen	
			h m	o /	h m	o /		M. E. Z.	h m			a	b
10.	13 Virginis	5,9	12	15,1	- 0	24	A	0	47,5	355	20,9	- 0,1	- 1,7
23.	24 Piscium	6,1	23	49,4	- 3	32	E	17	50,0	24	4,9	- 0,5	+ 1,0
26.	12 H <sup>1</sup> Arietis	6,3	1	58,9	+ 13	9	E	17	33,5	22	7,9	- 0,7	+ 2,2
30.	406 B. Tauri	5,6	5	46,6	+ 27	57	E	22	0,5	44	12,1	- 1,5	+ 1,8
30.	136 Tauri	4,6	5	49,0	+ 27	36	E	23	7,5	126	12,1	- 1,1	- 2,3
31.	415 B. Tauri	6,1	5	56,7	+ 27	34	E	2	28,5	108	12,2	- 0,1	- 1,8

E = Eintritt, A = Austritt.

### Bemerkenswerte Konstellationen.

Jan.	h		Jan.	h	
3.	11	Erde in Sonnennähe.	17.	1	Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
4.	17	Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.	17.	3	Merkur stationär.
5.	15	Saturn in Konjunktion mit der Sonne.	17.	19	Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
6.	4	Merkur in unterer Konjunktion mit der Sonne.	25.	1	Uranus in Konjunktion mit dem Monde (Uranus 13' südlich).
6.	9	Merkur in Konjunktion mit Saturn.	25.	15	Mars in größter Erdnähe.
6.	16	Mars in Konjunktion mit dem Monde (Mars 34' südlich).	27.	20	Mars in Opposition zur Sonne.
6.	19	Jupiter in Opposition zur Sonne.	28.	19	Merkur in größter westlicher Abweichung 24'54".
8.	1	Neptun in Konjunktion mit dem Monde.	31.	23	Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
15.	0	Venus in Konjunktion mit dem Monde.			

## AUS DEM LESERKREISE

### Meteorbeobachtungen.

Während einer Saturnbeobachtung am 30. August 1930 hatte ich Gelegenheit, eine helle Feuerkugel zu beobachten. Die Zeit war 20<sup>h</sup>29<sup>m</sup> M.E.Z. Das Meteor fiel mit mittlerer Geschwindigkeit am südöstlichen Himmel, in sehr kleinem Winkel gegen den Horizont geneigt. Die ungefähren Koordinaten des Anfangs- und Endpunktes waren  $\alpha = 22\frac{1}{2}^{\text{h}}$ ,  $\delta = 0^{\circ}$ , bzw.  $\alpha = 21^{\text{h}}$ ,  $\delta = 22^{\circ}$ . Das Meteor, das von weißer Farbe war, hatte eine scheinbare Helligkeit von ungefähr -4. Größe. Die Dauer des Falles betrug etwa 2 $\frac{1}{2}$  Sek. Außer einer kleinen Schweifbildung traten keine besonderen Erscheinungen auf.

Berlin-Oberschöneweide.

Eugen Rabe (V.F.T.-Mitglied).

Am 4. September um 3<sup>h</sup>11<sup>m</sup>,7 M.E.Z. beobachtete ich über dem Südost-Horizont eine Feuerkugel, die am Ende der Bahn einen Durchmesser von etwa 5' bis 7' hatte. Der Anfang der Erscheinung wurde nicht wahrgenommen. Die beobachtete Bahnstrecke wurde in etwa 2 $\frac{1}{2}$ s durchlaufen. Die Feuerkugel hatte im ersten Bahn- teil Gr. 2, gelbliche Farbe und hinterließ einen Schweif, der aus einzelnen Lichtpunkten bestand, die sogleich

wieder verschwanden. Am Ende der Bahn leuchtete sie hell in bläulich-weißem Lichte auf. Ort der ersten Wahrnehmung  $\alpha = 341^{\circ}, 0$ ,  $\delta = + 1^{\circ}, 0$ ; Ort des Erlöschens  $\alpha = 351^{\circ}, 7$ ,  $\delta = 10^{\circ}, 5$ .

Trotz der ungünstigen Zeit ist es nicht ausgeschlossen, daß auch ein anderer Beobachter die Feuerkugel wahrgenommen hat. Vielleicht werden andere Liebhaber der Astronomie angeregt, solche Erscheinungen mehr zu beachten und gegebenenfalls mitzuteilen, so daß sie eventuell wissenschaftlich verwertet werden können.

Waldbröl, Rhld.

Reg.-Landmesser König.

Ueber eine Meteorerscheinung am 7. September 22<sup>h</sup>18<sup>m</sup> (nach der zweiten Mitteilung 22<sup>h</sup>15<sup>m</sup>—16<sup>m</sup>) sind uns zwei Beobachtungen zugegangen. Die weiß-grünliche Feuerkugel war heller als der danebenstehende Vollmond und etwa  $\frac{1}{8}$  so groß. Der Schweif war rötlich glühend.

Eine weitere helle Meteorerscheinung wurde am 16. September eine halbe Stunde vor Mitternacht gesehen. Wer hat diesen Fall gleichfalls beobachtet?

## KLEINE MITTEILUNGEN

**Neuer Komet 1930 g (Nakamura).** Am 13. November ist in Kyoto in Japan ein neuer Komet aufgefunden worden. Auch dieser 7. Komet des Jahres ist nur sehr lichtschwach. Seine Helligkeit wurde von dem Entdecker Nakamura als 13,5. Größe angegeben. Der Komet stand südlich der Plejaden im Stier und bewegt sich jetzt in südwestlicher Richtung durch den Widder. Wie eine vorläufige Bahnberechnung ergeben hat, stand der Komet bereits Mitte August in Sonnennähe. Da er sich jetzt von der Erde wie auch von der Sonne entfernt, ist seine Helligkeit im Abnehmen begriffen, so daß er bald unter die 15. Größenklasse herabsinken wird.

G. A.

**Die Rotation der Sterne.** Bei theoretischen Untersuchungen über den Ursprung der Doppelsterne und andere kosmogonische Probleme wird häufig angenommen, daß die Sterne eine schnelle Achsendrehung besitzen. Bei unserer Sonne ist die Umdrehungsgeschwindigkeit sehr gering, da sie sich in 25 Tagen einmal um sich selbst dreht. Sie würde nicht ausreichen, um eine Abschleuderung der Planeten zu erklären. Da die Sterne

selbst in den größten Fernrohren punktförmig erscheinen, so ist es unmöglich, durch direkte Beobachtung Aufschluß über ihre Rotation zu erhalten. Trotzdem ist es vor kurzem gelungen, in einigen Fällen den Nachweis einer Rotation bei Fixsternen zu erbringen\*). Bei manchen veränderlichen Sternen, deren Lichtwechsel durch gegenseitige Bedeckung von zwei umeinander kreisenden Sonnen hervorgerufen wird, zeigte sich bei der spektroskopischen Bestimmung ihrer Radialgeschwindigkeit eine Ungleichheit, deren Ursache in der Rotation der Komponenten gefunden wurde. Während der Bedeckung eines rotierenden Sterns tritt nämlich im Gegensatz zu einem nicht rotierenden Stern eine Aenderung der Lage der Spektrallinien ein: Ist z. B. nur die Hälfte des Sterns frei, die sich infolge der Rotation von uns fortbewegt, so erscheint die Radialgeschwindigkeit des Sterns vergrößert. Bei fortschreitender Bedeckung tritt dadurch eine je nach der Rotationsgeschwindigkeit und der Art der Bedeckung verschiedene Veränderung der Radialgeschwindigkeit ein.

\*) Es sei hier auf den ausführlichen Aufsatz von Studierat Sommer im „Weltall“ Jg. 24, Heft 7, hingewiesen.

Neuerdings hat O. Struve (Astrophysical Journal Bd. 72, Nr. 1) auch die Rotationen von Einzelsternen bestimmen können. Das Aussehen der Linien eines Sternspektrums muß nämlich bei rascher Rotation des Sterns um eine gegen die Gesichtslinie geneigte Achse verschwommen erscheinen. Nehmen wir an, die Achse der Rotation stände senkrecht auf der Verbindungslinie Stern—Erde, und ein Punkt am Sternäquator habe eine Umdrehungsgeschwindigkeit von 100 km, so würden die von den einzelnen Teilen des Sterns ausgehenden Lichtstrahlen auf Radialgeschwindigkeiten zwischen + 100 km und — 100 km hindeuten, und die Linien würden infolge des Dopplereffektes eine entsprechende Verbreiterung erfahren. Struve gibt an, daß in der Tat bei einzelnen Sternen Rotationsgeschwindigkeiten von über 50 km pro Sekunde vorhanden sind. So beträgt die Mindestgeschwindigkeit bei  $\eta$  im Großen Bären 200 km/sek. G. A.

**Eros**, der einzige kleine Planet, der im Januar heller als 9. Größe ist, wird ohne Zweifel von unseren Lesern gern aufgesucht werden. Während der größten

Erdnähe Ende Januar erreicht seine Helligkeit die 7. Größenklasse, und es besteht für den Liebhaber die Möglichkeit, durch genaue Helligkeitsbestimmungen der Wissenschaft wertvolles Material zur Verfügung zu stellen. Wie aus der Abbildung auf Seite 5 dieses Jahrgangs hervorgeht, bewegt sich Eros im Januar in südlicher Richtung, wobei er die Ekliptik fast senkrecht schneidet. Seine Ephemeride, die für 0<sup>h</sup> Weltzeit der angegebenen Tage gerechnet ist, lassen wir nachstehend folgen:

Jan.	Rekt. h m	Dekl. °	Jan.	Rekt. h m	Dekl. °
1.	10 23,1	+ 27 4	17.	10 30,8	+ 11 51
3.	10 25,2	25 25	19.	10 30,3	9 40
5.	10 27,0	23 42	21.	10 29,4	7 26
7.	10 28,5	21 54	23.	10 28,2	5 12
9.	10 29,6	20 1	25.	10 26,8	2 57
11.	10 30,4	18 5	27.	10 25,0	+ 0 42
13.	10 30,9	16 4	29.	10 23,0	— 1 31
15.	10 31,0	+ 13 59	31.	10 20,8	— 3 42

Helligkeit am 1. Januar 7,6. Größe  
 „ „ 15. „ 7,3. „  
 „ „ 31. „ 7,1. „  
 G. A.

**BÜCHERSCHAU\*)**

**Nölke, Prof. Dr. Friedrich: Der Entwicklungsgang unseres Planetensystems.** Eine kritische Studie. 359 S. m. 18 Fig. Verlag Dümmler, Berlin und Bonn 1930. Pr. kart. 15 M., geb. 17,50 M.

Noch vor wenigen Jahren mußte es als Wagnis gelten, kosmogonische Fragen als wissenschaftliche Aufgaben zu behandeln. Der Verfasser hat es vorzüglich verstanden, für den Interessenten ein diesbezügliches Werk zu schreiben. Im ersten Teil des Werkes wird die Analyse der Entwicklungsmöglichkeiten des Sonnensystems behandelt, im zweiten die Synthese des Entwicklungsganges des Sonnensystems. Nach den Untersuchungen des Autors hatte bereits der Urnebel, aus dem unser Sonnensystem entstand, besondere Eigenschaften, in denen die Gesetzmäßigkeiten vorgebildet waren. Die Sonne entwickelte sich aus den dem Schwerpunkt benachbarten massigen Teilen des Nebels. Neben der Hauptmasse wies der Nebel noch mehrere kleinere, an Größe aber sehr verschiedene Verdichtungszentren auf; aus ihnen entstanden die Planeten. Die Monde gingen zum Teil aus den Planetenatmosphären hervor, andere wieder hatten ihren Ursprung in kleinen in der Nähe der großen Planetenmassen befindlichen Kondensationskernen des Sonnennebels. Die Jupitermonde VIII und IX sind vielleicht eingefangene Planetoiden. Die Kometen können mit den Planeten nicht gleichen Stammes sein, da ihre Bahnverhältnisse sehr verschieden von denen der letzten sind. Wahrscheinlich sind sie Nebelkondensationen, die von der Sonne beim Durchschreiten auf ihrem Wege liegender kosmischer Nebel angezogen wurden. Als Heimatgebiet der Kometen kommen die das ganze Sternbild des Orion ausfüllenden Nebelmassen in Frage, die die Sonne vor langer Zeit durchleitet haben muß. Die Sternschnuppenschwärme sind Zerfallprodukte der Kometen. Die Materie des Zodiakallichtes wurde durch den Strahlungsdruck von der Sonne emporgehoben. Die eiszeitliche Klimaverschlechterung auf der Erde läßt sich mit einem Aufenthalt der Sonne in dem Nebel, dem die Kometen entstammen, ursächlich verknüpfen. Den Schluß größerer Abschnitte bilden zusammenfassende Inhaltsübersichten. Ueberall finden wir Literaturhinweise im Text und an

vielen Stellen mathematische Darlegungen. Endgültig sind die Probleme noch nicht gelöst, und der Autor kommt mit Recht zu dem Schluß, daß der Mensch letzten Endes die Welträtsel doch nicht enthüllen kann.

Man kann das Werk zum Studium bestens empfehlen. Dr. Wegner.

**Driesch, Prof. Dr. Hans: Relativitätstheorie und Weltanschauung.** 2. umgearbeitete Aufl. 114 S. Verlag Quelle & Meyer, Leipzig 1930. Pr. brosch. 3 M.

Wer in diesem Buche die Auswirkungen der Einsteinschen Relativitätstheorie auf die Weltanschauung dargestellt zu finden hofft, wird vieles Wesentliche klar erläutert finden, jedoch im ganzen kein vollständiges Bild von der ganzen Tragweite der neuen Theorie gewinnen können. In dieser Schrift wird vielmehr Einsteins Relativitätstheorie auf ihre philosophische Zulässigkeit hin untersucht. Driesch stellt einige Forderungen auf, denen jede Naturlehre entsprechen müsse und die er „realontologisch“ nennt. Die Natur müsse als etwas Reales, vom Beobachter Unabhängiges, angesehen werden; es dürfe nur von einem objektiven Naturgeschehen in einer Zeit und einem Raum gesprochen werden. Die Relativitätstheorie dagegen führt verschiedene Zeiten und gekrümmte Räume ein, um das Naturgeschehen, wie es sich verschieden bewegten Beobachtern darbietet, widerspruchlos erklären zu können. Dies sind die Hauptgründe, weswegen Driesch die Einsteinsche Theorie nicht anerkennen will.

Forschen wir in der Geschichte der Naturwissenschaft nach, ob philosophische Forderungen oder exakte Beobachtungstatsachen zum Fortschritt geführt haben, so finden wir, daß es die letzten waren. Die Geschichte lehrt zugleich, daß es vermessen wäre, von einer Theorie behaupten zu wollen, sie sei vollkommen und unveränderlich. So ist es auch mit der Relativitätstheorie. Gegenwärtig ist sie die umfassendste Theorie; man muß sich daher bemühen, ihre Ansichten über Raum und Zeit zu verstehen. G. A.

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

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

Fig. 1.



1924 September 30.

Fig. 2.



1924 Oktober 15.

Fig. 3.



1924 Oktober 15.

Fig. 4.



1924 Oktober 16.

Fig. 5.



1924 Oktober 19.

Fig. 6.



1924 November 19.

Fig. 7.



1911 November 20.

Fig. 8.



1926 November 1.

Fig. 9.



1926 November 2.

Fig. 10.



1926 November 28.

Fig. 11.



1926 Dezember 8.

Marszeichnungen von Prof. Dr. K. Bohlin.



# DAS WELTALL

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

30. Jahrgang Heft 4/5

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

Januar  
Februar 1931

## Inhaltsverzeichnis:

1. Zeichnungen und Farbenstudien des Planeten Mars 1924 und 1926 sowie Allgemeines über die Marsfrage. Von Prof. Dr. K. Bohlin. (Mit einer farbigen Beilage und einer Abb.)	Seite 49	7. Gesetzmäßigkeiten in der Anordnung von Sonnenflecken zu Gruppen. Von Dr. W. Sandner. (Mit einer Abbildung.)	Seite 63
2. Marksteine auf dem Wege des Eindringens in das Weltall. Von Prof. Dr. Fr. Dannemann. V. Die Keplerschen Gesetze der Planetenbewegung. (Mit einer Abbildung.)	„ 53	8. Der gestirnte Himmel im Februar und März 1931. Von Dr. F. S. Archenhold und G. Archenhold. (Mit Sternkarten und Karten des Laufes von Sonne, Mond und Planeten für beide Monate sowie einer Abbildung.)	„ 65
3. Der Sternhimmel im Regenschirm. Von L. W. Roose.	„ 54	9. Aus dem Leserkreise: Warum dreht sich die Erde? Von Heinrich Schwarzbach.	„ 70
4. Die Finsternisse des Jahres 1931. Von Prof. Dr. August Mader. (Mit vier Figuren.)	„ 56	10. Kleine Mitteilungen: Neues über den großen sibirischen Meteorfall. — Kleine Planeten im Februar 1931. — Das Marsbild Anfang Januar 1931. — Die heliozentrischen Längen der großen Planeten für 1931. — Lösung des Silberrätsels aus Heft 2. — Astronomisches Silberrätsel.	„ 70
5. Die Beobachtung veränderlicher Sterne. Von stud. astron. Walter Theile.	„ 60	11. Bücherschau.	„ 72
6. Die wissenschaftliche Tagung der Badischen Gesellschaft für Wetter- und Klimaforschung. Von Dr. K. Schmidt.	„ 62		

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

## Zeichnungen und Farbenstudien des Planeten Mars 1924 und 1926 sowie Allgemeines über die Marsfrage.

Von Professor Dr. K. Bohlin, ehem. Direktor der Sternwarte Stockholm.

(Mit einer farbigen Beilage und einer Abbildung.)

Insgesamt wurde der Planet in den genannten Jahren an 29 Tagen beobachtet, und bekanntlich war im besonderen die Erscheinung 1924<sup>1)</sup> wegen der stattgefundenen großen Annäherung des Planeten an die Erde eine der günstigsten; demgegenüber hat jedoch der tiefe Stand des Planeten am Himmel für unsere Breiten wieder etwas ungünstig gewirkt. Es war daher nicht zu erwarten, daß Zeichnungen wesentlich mehr an Einzelheiten der allgemeinen Topographie des Planeten bringen konnten als die des Jahres 1911<sup>2)</sup>. Trotzdem hat die Erscheinung des Jahres 1924 manches Neue als Beitrag zur Auffassung der Gebilde auf der Planetenoberfläche geboten, worauf im folgenden Auszüge aus meinen Beobachtungen eingegangen werden mag. Es handelt sich namentlich darum, daß die meistens angenommene Delta-Form gewisser Marsgebilde nach neuen Beobachtungen eher als Busen-Form aufzufassen sein dürfte. Es scheint nämlich, daß der für gewöhnlich ge-

zeichneten spitzen Form der „Deltas“ im allgemeinen wahrscheinlich eine optische Täuschung zugrunde liegt als Folge davon, daß die, auch bei guter Luft verbleibende kleine Unruhe der Planetenfläche die Gebilde in der Richtung der jeweiligen Refraktionsstörungen der Atmosphäre, also in zenitaler Richtung, etwas verlängert, was natürlich in noch größerem Maße bei photographischen Aufnahmen unvermeidlich sein dürfte.

Außer für Zeichnungen wurde die Opposition 1924 noch zu Farbenstudien des Planeten benutzt, unter Anwendung von Farbfiltern, wie Graukeil, Rotkeil, Blaukeil und dünnem planparallelen Gelbfilter. Hierbei zeigte sich das Rotfilterglas insofern als das ergiebigste, als, wie es sofort erhellt, die Bodenstruktur der Planetenoberfläche dadurch schärfer und offenbar mehr naturgetreu zutage tritt als beim unmittelbaren Sehen durch das Fernrohrkular. Die gelbliche Färbung, die besonders bei unruhigen Luftverhältnissen dem Rot des Planetenbodens wie eingemischt erscheint, ist demzufolge dem Rot überlagert und wurde lediglich auf Rechnung der Marsatmosphäre geschrieben. Indessen sind an einer gelben Farbe der Mars-

<sup>1)</sup> Astronom. iakttagelser och undersökningar, Stockholm Observatorium, Band 11, Nr. 6.

<sup>2)</sup> Astronom. iakttagelser och undersökningar, Stockholm Observatorium, Band 9, Nr. 6.



luft an sich Zweifel erhoben worden, und eine andere Deutung dürfte wünschenswert erscheinen. Sie dürfte sich vielleicht auch als erdatmosphärische Wirkung einstellen, weil sich zu dieser Gelbfärbung der Marsoberfläche auch in der Regel Verwaschenheit des Bildes gesellt, was eine allgemeine Erfahrung aller Marsbeobachter sein dürfte. Ebenso anerkannt dürfte es sein, daß bei Unruhe der Luft Verzerrungen der Marsgebilde bis zur Unkenntlichkeit auftreten können, indem die „Deltas“ dabei in enormer Ausdehnung geradezu als Streifen erscheinen. Verfasser möchte sich erlauben, in bezug hierauf auf die Zeichnungen von 1911 Nr. 13 und 14 hinzuweisen, die beide eine und dieselbe Gegend darstellen; während Nr. 13 verzerrt ist, dürfte Nr. 14 offenbar bei kurz danach eingetretener Ruhe des Planetenbildes wahrscheinlich einigermaßen richtig sein. Schon im Hinblick auf die wirkliche Größe der Marsgebilde kann von einer so schnellen Deformation selbstverständlich nicht die Rede sein.

Die beigelegten Abbildungen der Zeichnungen, die wegen der hin und wieder ungünstigen atmosphärischen Verhältnisse mit Vorbehalt hier wiedergegeben werden, dürften über das einleitungsweise Gesagte einige Aufschlüsse ermöglichen. Es möge zunächst gestattet sein zu erwähnen, daß die Fig. 1 sich zufälligerweise mit der in Graff „Grundriß der Astrophysik“ abgebildeten photographischen Aufnahme des Lowell-Observatoriums unbekanntes Datums (1924, Abb. 281, links unten) fast vollständig deckt, was sogar in der Originalzeichnung noch auffallender ist als in der Reproduktion. Da in meinem Beobachtungsbuch der Uebersicht über die Beobachtungen die bezüglichen Bemerkungen beigelegt wurden, dürfte der folgende kurze Auszug aus demselben die Ergebnisse zweckmäßig darstellen. An denjenigen Tagen, wo zeichnerische Darstellungen wegen der Luftzustände nicht erhältlich gewesen sind, konnten jedoch in der Regel Farbenstudien Platz finden. Nix australis hatte sich von Aug. 17 bis Sept. 5 zu minimaler Größe reduziert, erschien Sept. 9 wieder etwas zugenommen zu haben und betrug Sept. 13 beiläufig gemessen 2",5. Häufige Gelegenheit bot sich zum Studium der roten Bodenfläche des Planeten bzw. der gelben Beimischung am Planeten. So ist Sept. 3 bei unruhiger Luft die Fläche des Planeten gelbrot, der ganze Rand reingelb, Sept. 13 aber ausnahmsweise die Mitte der Scheibe weiß, Rand breit gelb; der Planet durch Nebel verschleiert. Sept. 17 ist wieder die ganze Scheibe rot, linker Rand gelb. Als der Planet nun in Wolken verschwindet, wird er dunkelrot; bei aller schwächstem Licht erscheint die Scheibe aber eigentümlicherweise graugelb und der Rand gelb mit blauem Schleier, was bei wiederholten Gelegenheiten ebenso gesehen worden ist. Von Interesse sind die weiteren

Notierungen vom selben Tage, wonach mit dem orthoskopischen Okular ( $F = 12,5$  mm) die Farbe manchmal feuerrot erscheint — eine eigentümliche Nuance mit blauem Anstrich, man könnte vielleicht sagen „Geraniumrot“. Mit Graukeil, als der Planet wieder hell ist, verschwinden diese Farbspiele meistens, und die Farbe wird mehr gleichmäßig dunkelrot. Als zuletzt die Luft ganz klar wird, und der Planet dabei, wie in unzähligen Fällen notiert worden ist, sich auf einmal unruhig aufbläht, ist der blaue Anstrich am linken Rande nicht mehr zu sehen. Sept. 28. Rand gelb; Bild zu unruhig. Sept. 30. Mars durch Nebel gesehen; bestes bis dahin gesehenes Bild des Planeten. Als nach dem Entwerfe der Zeichnung, Fig. 1, der Nebel wegzieht, wird der Planet auf einmal allzu unruhig. Okt. 2 ist das Bild eigentlich zu unruhig, von nebligem Halo umgeben, ohne daß das Objektiv beschlagen ist; auch der Himmel ist wolkenfrei mit nur dünnerem Nebel in den höheren Luftschichten. Okt. 3. Hellas erscheint nach links intensiv weißgelb, besonders mit dem Graukeil. Die allgemeine Farbe ist dagegen Rotgelb, das bei bedeckenden Wolken wieder auf „Geraniumrot“ herabgesetzt wird.

Okt. 15. Bild um 22<sup>h</sup>18<sup>m</sup> Sternzeit erlaubt den Entwurf der Zeichnung 2. Das mittlere der „Deltas“ ist Sinus Sabäus. Mit dem Rotkeil wurde nachher die hier beigelegte



Fig. 12.

Zeichnung (Abb. 12) der beiden links gelegenen „Deltas“ in größerem Maßstabe ausgeführt mit der Bemerkung, daß dieselbe soweit möglichst einwandfrei erschiene. Mit dem Rotfilter zeigen sich also diese Gebilde als zwei Halbkreise, mit spitzen Ausläufern nach unten von offenbar mehr gesättigtem Ton als die eigentlichen „Busen“. Darüber befindet sich ein Gebilde wie eine langgestreckte Wolke. Es war sofort auffallend, wie man — was auch anderweitig zum Ausdruck gekommen ist — der wahren Gestalt der Erscheinungen auf der Planetenfläche mit Anwendung des Rotfilters näher kommt als sonst, und daß die häufig abweichende, dem bloßen Auge sichtbare Form der Gebilde optischen Trübungen zuzuschreiben ist, die durch das Rotfilter nicht hindurchkommen. Die rote Bodenfarbe des Planeten erscheint durch das Rotfilter von fremden Farben isoliert und speziell werden die dunklen Partien der Oberfläche hierdurch noch mehr verdunkelt. Es scheint deshalb, als ob sich in der Marsatmosphäre selbst die Quelle dieser fremden Strahlen befinde, etwa als ausgedehnte, aber diskret verteilte Niederschläge (Wolken), die das gelbe Sonnenlicht schon in

hohem Maße gegen die Erde reflektieren. Daß indessen in seltenen Fällen — und zwar voraussichtlich, wenn einmal ein größerer Teil der Marsatmosphäre ganz klar ist — die wirkliche Form der Gebilde der Bodenfläche auch ohne Rotfilter zutage treten kann, zeigt die Fig. 14 aus dem Jahre 1911, die hier als Fig. 7 wiedergegeben ist. Dieselbe abgerundete Form, von der oben gesprochen wurde, tritt in der Zeichnung hervor, so daß in diesem Falle (1911 Nov. 20) — also zu einem Zeitpunkt, wo man noch nicht auf die Anwendung des Rotfilters bei Marsbeobachtungen bedacht war — die richtige Form dieser Marsgebilde einmal erhalten worden ist, ohne daß man es damals wußte, daß dem so war. Bemerkenswert sei außerdem, daß Verfasser sowie bei der Beobachtung anwesende Besucher über die neuartige Form der Gebilde, 1924 Okt. 15, erstaunt waren, und daß mir damals keine Erinnerung von der 1911er Zeichnung vorgeschwebt hat. Vielmehr kommt es mir nunmehr in Erinnerung, daß seinerzeit jene Fig. 14 (7) als weniger zuverlässig gehalten wurde als die übrigen Zeichnungen aus diesem Jahre, die sich teils gegenseitig bestätigen, teils auch durch anderweitig veröffentlichte Marszeichnungen im allgemeinen bestätigt scheinen. Da nun ein solcher Fall sicherlich als Ausnahme anzusehen ist — Fig. 23-40 der Zeichnungen von 1911 zeigen doch nur Andeutungen von einer mehr zeichnungsfreien Auffassung solcher Marsgebilde —, so liegt der Schluß nahe, daß die Marsatmosphäre in der Regel zerstreute Wolkensammlungen enthält, was wieder ein tragender Beweis für das Vorhandensein von Wasserdampf in derselben ist. Leider fehlt für die Erde ein synoptisches Bild über die Gesamtheit der über größere Gebiete zerstreuten Wolkensammlungen. Aber auch in der irdischen Atmosphäre dürfte es als Ausnahmefall zu betrachten sein, daß wolkenfreier Himmel sich gleichzeitig z. B. über die Erdteile Europa und Afrika erstreckt.

Mit Blaukeil erscheint in der bezüglichen Abbildung vom selben Tage, Fig. 3, längs des linken Randes ein heller Meniskus (der Terminator befindet sich rechts). Fig. 4, Okt. 16, stellt die Planetenscheibe dar, als gerade Lacus Solis am Terminator zu erwarten ist. Von einer blau-roten Farbe kann nicht gesprochen werden, wohl aber von einer dunklen rotgelben Farbe. Fig. 5, Okt. 19, 22<sup>h</sup>55<sup>m</sup>, durch Rotkeil gezeichnet, ähnelt der einen Zeichnung (Nr. 7) von 1911 Nov. 6. Mit stärkerer Vergrößerung erscheint Nix als winziger Fleck, von einer gelbgrünen Zone umgeben, darunter ein schattenförmiges Gebilde. 1924 Okt. 6 notiert blau-rote Farbe; mit Gelbscheibe Farbe nur schwach gelb, mehr mattrot oder graurot. Nov. 19, Fig. 6. Obgleich dunstig, ist das Bild nicht besonders unruhig, Farbe aber nicht besonders merkbar. Nix australis ist deutlich markiert und hat zugenommen.

1926 Okt. 31. Deutliche Streifen; Mare Tyrrhenum und Mare Cimmerium auf dem inneren Teil der Scheibe, die die charakteristische Farbe besitzt. Am Rand dagegen ein gelber Ring, dessen Breite sogar  $\frac{1}{10}$  vom Planetendurchmesser beträgt. Die zentrale Partie der Scheibe fast kupferrot glänzend.

1926 Nov. 1, Fig. 8; Nov. 2, Fig. 9; Nov. 28, Fig. 10 mit orthoskopischem Okular und Rotkeil, keine rötliche Färbung der Scheibe.

1926 Dez. 8, Fig. 11. Scheibe ganz klein; nunmehr deutliche Phase. Die dunklen Gebiete erscheinen beinahe schwarz und kompakt, was daran liegt, daß die Scheibe mehr zusammengedrängt ist. Bild indessen deutlicher ohne, als mit Rotfilter. Der krumme Streifen links unten dürfte ein unvollkommenes Bild von Nepenthes darstellen.

Ueber die Rotfärbung des Planetenbodens sowie dessen gewöhnlich gelbe Umrisse gibt es eine Reihe von Hypothesen. Die rote Bodenfläche wird meistens auf die Gesteinsarten des Bodens zurückgeführt, und man braucht nicht, wie es bei Liebhabern der Marsforschung eine verbreitete Ansicht ist, gerade an Eisenoxyd zu denken, zumal dessen rotbraune Farbe kaum hereinpassen dürfte. Eine neuere Hypothese, nach welcher geradezu eine gelbe Farbe der Marsluft behauptet wird, ist von vornherein beiseitezustellen, da ihr der häufig gesehene bläuliche Anstrich verschiedener Gegenden des Planeten widerspricht und Ansprüche auf eine blaue Atmosphäre zu begünstigen scheint. Zwar ist die blaue Farbe der irdischen Atmosphäre nach Rayleigh der Streuung des Lichts zwischen den Luftmolekülen zuzuschreiben, die die blauen und violetten Strahlen umgekehrt zur vierten Potenz der Wellenlänge dermaßen bevorzugt, daß die Atmosphäre hierdurch ihre blaue Farbe erhält. An der Tatsache ihrer Farbe wird aber hierdurch nichts geändert. Nur könnte es in Frage gestellt werden, ob die Atmosphäre, auch von außen gesehen, diese Farbe hat. Man würde aber kaum daran zu zweifeln haben, weil das Blau der Luftschichten in horizontaler Richtung sehr auffallend wirksam ist.

Für den gelben Saum am Planetenrand könnte man geneigt sein, die Irradiation in Rechnung zu stellen. Versuche, die hierüber angestellt wurden durch Löcher mit einem roten, gelben oder grünen Hintergrund, zeigten jedoch, daß die Irradiation nicht farbenselektiv sein kann. Ganz gewiß ist dagegen die Unruhe der Luft hierbei von Bedeutung, indem die Planetenfläche als auch Sternfarben dadurch ins Gelb übergehen, was durch Interferenz bzw. Szintillation erklärbar ist. Wahrscheinlich darf man auch das Produkt  $Lichtweg \times Dichte$  am Planetenrand so hoch veranschlagen können, daß das Licht durch diese Strecke nicht hindurchgelassen, sondern reflektiert wird, wodurch der Rand uns ebenso hellgelb erscheinen mag wie Planeten mit dicker Atmosphäre, die größ-

tenteils das Sonnenlicht zurückwerfen. Manchem wird allerdings das Gelb des Mars greller erscheinen, als durch bloße Reflektion des Sonnenlichtes zu erwarten ist. Andererseits ist auffällig, daß bei besonders ruhiger Luft die rötliche Scheibenfarbe sich weiter an den Rand heran erstreckt als bei gewöhnlichen Luftzuständen. Diese Wahrnehmung dürfte sich jedoch auf den *Terminator* beziehen und nicht auf den eigentlichen Rand, wie wahrscheinlich wird durch eine allerdings vereinzelt dastehende Bemerkung, in der es heißt: „Zentrales Gebiet rot, der Rand hellgelb (nicht am *Terminator*)“. Das Gelb-Verhalten ist mutmaßlich durch das Vorhandensein von mehr als einer Ursache kompliziert und kann nicht als befriedigend erklärt gelten. Daß bei sehr wallender Luft der gelbe Saum sich verbreitert, wird durch Uebertragung der hellen Randgebiete ohne weiteres erklärlich.

\*

#### Allgemeines über die Marsfrage.

Neu hinzugekommene Untersuchungen der letzten Jahre haben uns der Lösung der Marsrätsel um ein Bedeutendes näher geführt. Besonders wurde die Frage von der mittleren Temperatur des Planeten von Professor *Schoenberg* in der *Physikalischen Zeitschrift*, Jahrg. 26, eingehender beleuchtet. Von größter Bedeutung für die Beurteilung dieser Frage sind hierbei die *Albedo* Bestimmungen von *Müller*, die für Mars auf den verhältnismäßig kleinen Wert 0,27 geführt hatten, der allerdings eine mittlere Temperatur von nur  $-57^{\circ}$  C bedingen würde. Zu berücksichtigen ist dabei aber, daß auch für die Erde nach dem *Stephanschen Strahlungsgesetz* eine sehr tiefe Temperatur erhalten wird, nämlich  $-34^{\circ}$  C. Die zu einer mittleren Temperatur von  $+15^{\circ}$  C fehlenden  $49^{\circ}$  C müssen daher für die Erde auf Rechnung der Rückstrahlung der Erdatmosphäre geschrieben werden. Für Mars ist somit die obengenannte Zahl mit einem Betrage von derselben Ordnung wie für die Erde zu erhöhen, und man würde dann ungefähr auf den Wert  $-8^{\circ}$  C der mittleren Temperatur des Planeten kommen. Ob der wahre Wert kleiner oder größer sein mag, hängt von der Dichte bzw. Masse der Atmosphäre des Planeten ab. Wie neuerdings berichtet worden ist („*Das Weltall*“, Dezemberheft 1928), ist wegen der geringeren Masse des Planeten mit einer viel langsameren Abnahme der Dichte seiner Atmosphäre mit der Höhe über der Bodenfläche zu rechnen als für die Erde. Eine ebenso, oder sogar mehr absorbierend wirkende Marsatmosphäre als die irdische ist deshalb nicht als ausgeschlossen zu betrachten. Aber man kann keineswegs mit irgendwelcher Sicherheit die Dichte der Atmosphäre an der Marsoberfläche angeben, was die eigentliche Schwierigkeit weiterer Schlüsse auf rein theoretischem Wege bedingt.

Von vornherein ist man geneigt, wegen der größeren Durchsichtigkeit der Marsatmosphäre und der Deutlichkeit, womit die Einzelheiten der Oberfläche des Planeten hervortreten, eine wenig dichte und hohe Atmosphäre anzunehmen, demgegenüber allerdings, wie oben angeführt wurde, nicht unwesentliche Trübungen in derselben nachweisbar sind. Für die Annahme einer relativ dünnen Atmosphäre wird im allgemeinen auf die kleine Masse des Planeten hingewiesen, die nicht hinreichend sei, um seine Atmosphäre dauernd festzuhalten — ein Verhalten, wofür *Mond* und *Merkur* Beispiele seien. Zu diesem Punkt möge aber, da jene Frage nicht als endgültig behandelt anzusehen ist, folgendes bemerkt werden. Für die Beurteilung der Haltbarkeit der Atmosphären der Himmelskörper hat man sich an die Ergebnisse der kinetischen Gastheorie gehalten, derzufolge die Geschwindigkeiten der Moleküle der verschiedenen Gase sich berechnen lassen und z. B. für Wasserstoff 1844 m/sek, Helium 1300, Stickstoff 492, Sauerstoff 461, Kohlensäure ( $\text{CO}_2$ ) 392 bei  $0^{\circ}$  C betragen. Bei diesen großen Geschwindigkeiten bestehe die Möglichkeit des allmählichen Entweichens der Moleküle in parabolischen Bahnen aus den Atmosphären der Himmelskörper in desto höherem Grade, je kleiner ihre Massen sind. Indem man diesen Gedanken erwog und durch die Abwesenheit einer Atmosphäre am *Mond* bestätigt gefunden, sowie für *Merkur* und *Mars* in gewissen Abstufungen als geltend angenommen hatte, wurde indessen übersehen, daß die freien Bewegungen der Moleküle in den Gasen alles andere als unbehindert sind, wie aus der Betrachtung der Diffusion der Gase ineinander hervorgeht. Schon die ersten Versuche *Daltons* über Diffusion von Kohlensäure und Luft, die in zwei kommunizierenden Gefäßen sich selbst überlassen wurden, zeigten, daß die beiden Gase erst nach mehreren Stunden, dann aber vollständig sich gemischt hatten. Es dürfte überflüssig sein zu bemerken, daß bei freier Bewegung der Moleküle der Erfolg bei den hohen Geschwindigkeiten der Moleküle als momentan erwartet werden sollte. Ein ausgezeichnetes Beispiel der Mischung der Gase zeigt uns unsere Atmosphäre. Obwohl der Sauerstoff schwerer ist als der Stickstoff im Verhältnis 110 : 97, so zeigt doch die Luft an allen Stellen, wo sie geschöpft wird, wesentlich dieselbe Zusammensetzung von 79 Teilen Stickstoff und 21 Teilen Sauerstoff. Wie bekannt, glaubte der Physiker *Buys-Ballot* wegen des langsamen Vorganges der Diffusion, daß die kinetische Gastheorie mit derselben ganz in Widerspruch stände, und diese Ansicht wurde allgemein geteilt, bis es *Clausius* gelang, die Frage dahin zu klären, daß die von den Molekülen beschriebenen freien Wege zwischen den Zusammenstößen sehr kurz sein müßten — für Luft z. B. nicht einmal ein zehntausendstel Millimeter. Die Bewegung der Moleküle ist daher als eine oszillierende aufzufassen.

Wenn also die Schlüsse über die Entweichung der Moleküle aus einer Planetenatmosphäre hinfällig oder jedenfalls beeinträchtigt werden, so entsteht doch ein Ausnahmefall für diejenigen Himmelskörper, die in Libration zum Zentralkörper, der gleichzeitig Wärmequelle ist, stehen, indem dann Konvektionsströme von der belichteten Seite gegen die kältere Rückseite des Planeten auftreten müssen. Der somit hinübergeführte Teil der Atmosphäre würde sich, so lange er dort gehalten wird, exzentrisch zum Schwerpunkt des Planeten lagern und dann nach bekannten mechanischen Gesetzen von demselben in irgendeiner Bahn entweichen. Aber auch wenn er bei der niedrigen Temperatur der Rückseite des Planeten an der Oberfläche als Niederschlag haftet, würde doch allmählich eine Vergasung direkt aus dem festen Zustande erfolgen, wodurch die genannte auflösende Kraftwirkung sich wieder geltend machen würde. Mit einem angenommenen Librationszustande bei Merkur würde also das Fehlen einer Atmosphäre bei diesem Planeten im Einklang stehen. Für Venus würde zunächst auf eine kurze Rotationsdauer oder auf einen noch nicht abgeschlossenen Vorgang der genannten Art zu schließen sein. Der Mond hingegen bleibt von dieser Betrachtung ausgeschlossen. Statt dessen hätte man

sich das Entweichen einer ursprünglichen Atmosphäre des Mondes durch Gezeitenwirkung in seiner Atmosphäre vorzustellen, wodurch auch eine Verlagerung gewisser Teile der Atmosphäre gegenüber dem Schwerpunkt des Mondkörpers stattfinden würde, sofern man nicht zu einem Stadium zurückgreifen will, wo die Erde als zweite Wärmequelle für den Satelliten die obengenannte Wirkung ausgeübt hat.

Auf die Frage nach der Temperatur der Marsatmosphäre bzw. Bodenfläche einzugehen, fällt um so weniger in den Rahmen dieses Aufsatzes, als neuerdings über die thermischen Untersuchungen von *Co bl e n t z* und *N i c h o l s o n* unter Anwendung der Wasserzelle im „Weltall“ berichtet wurde. Diese Untersuchungen sind vielleicht berufen, über diese Frage zuverlässigeren Aufschluß zu geben, als durch theoretische Erwägungen möglich ist, durch Versuche, die Albedo des Planeten von 0,27 auf 0,17 oder weniger herabzusetzen oder die Gegenstrahlung seiner Atmosphäre näher abzuschätzen. Zum Studium der diesbezüglichen neueren Untersuchungen, die uns der Lösung der Frage von dem jeweiligen Zustande unseres Nachbarplaneten jedoch bedeutend näher gebracht haben, gibt die vorzügliche Darstellung *Graffs* in seinem „Grundriß der Astrophysik, 1928“ Anleitung.

## Marksteine auf dem Wege des Eindringens in das Weltall.

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

### V. Die Keplerschen Gesetze der Planetenbewegung.

(Mit einer Abbildung.)

Kopernikus hatte das heliozentrische Welt-system begründet. Durch deutsche Geistesarbeit sollte es auch seinen weiteren Ausbau erfahren und auf den Boden unzweifelhafter Gewißheit erhoben werden. Zu dieser Tat war Johannes Kepler berufen, der bedeutendste Astronom, den Deutschland im 17. Jahrhundert hervor-gebracht hat.

Daran, daß die Himmelskörper kreisförmige Bahnen beschreiben, hatte vor Kepler niemand gezweifelt. Kepler war der erste, der diesen fast als Axiom betrachteten Grundsatz verließ. Zunächst untersuchte er, ob sich bessere Resultate der Berechnung unter der Annahme ergeben würden, daß die Bahn eines Planeten die Form des Ovals besäße. Endlich, als sich eine genügende Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung auch dadurch nicht erreichen ließ, kam er auf den Gedanken, anstatt des Ovals die Ellipse zugrunde zu legen. Und siehe da, während nach den von Kopernikus entworfenen Tafeln z. B. der beobachtete Ort des

Mars im Jahre 1608 um nahezu 5 Grad von dem berechneten abwich, zeigte Kepler in seinem ein Jahr später herausgegebenen Hauptwerk: „Ueber die Bewegungen des Mars“, daß der Fehler fast ganz verschwindet, wenn man den Planeten eine Ellipse beschreiben läßt, in deren einem Brennpunkte sich die Sonne befindet.

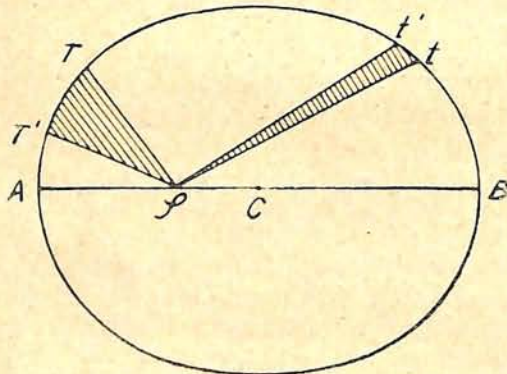
Wenige Entdeckungen sind in solchem Maße das Ergebnis mühevoller, Jahrzehnte dauernder Arbeit gewesen wie diese Entdeckung Keplers.

Unermüdlich hatte Kepler während der ersten Jahrzehnte des 17. Jahrhunderts trotz untergeordneter Amtstätigkeit, die ihn nicht einmal vor der Sorge um das tägliche Brot bewahrte, zwei Aufgaben verfolgt. Einmal galt es, auf Grund der eigenen und der Beobachtungen Tychos Planetentafeln zu entwerfen, welche die bisherigen ungenauen Tafeln übertrafen. Die zweite höhere Aufgabe bestand in der Schöpfung einer mit dem System des Kopernikus in Einklang stehenden Theorie der Planetenbewegung. Beide Aufgaben hat Kepler glänzend gelöst und daneben noch Wertvolles auf den Gebieten der Mathematik und der Optik geleistet.

Die neuen Tafeln erschienen erst kurz vor dem Tode Keplers. Während der letzten Jahre

ihrer Abfassung konnte die mühevoll Arbeit durch die von Bürgi und Neper erfundenen Logarithmen verringert werden. Fast ein Jahrhundert blieben die neuen Tafeln ein unentbehrliches Hilfsmittel der Astronomen, dann erst wurden sie durch bessere ersetzt.

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



Zur Erläuterung des zweiten Keplerschen Gesetzes. Werden die Stücke  $tt'$  und  $TT'$  von dem Planeten in gleichen Zeiten zurückgelegt, so ist  $tt'S$  der Fläche nach gleich  $TT'S$ .

Die Geschwindigkeiten stehen nach ihm in einem solchen Verhältnis, daß die Flächenstücke, die von dem Leitstrahl, d. h. der den Planeten mit der Sonne verbindenden Geraden, beschrieben werden, für gleiche Zeiten gleiche Größe besitzen.

Damit waren die Gesetze enthüllt, nach denen die Bewegung jedes einzelnen Planeten vor sich

geht. Es galt noch die Beziehung zu finden, die alle Planeten verknüpft und sie als Glieder eines Systems erscheinen läßt. Die Lösung dieses Problems wurde erst nach einem weiteren Jahrzehnt mühevoller Arbeit gefunden.

Seit dem Jahre 1595 brütete Kepler, wie er sich selbst einmal ausdrückt, mit der ganzen Kraft seines Geistes über der Einrichtung des Kopernikanischen Systems. Unablässig suchte er von drei Dingen die Ursache zu ergründen, nämlich von der Anzahl, der Entfernung und der Bewegung der Planeten. Endlich konnte er ausrufen: „Dasjenige, dem ich den größten und besten Teil meines Lebens gewidmet habe, ist jetzt gefunden und die Wahrheit auf eine Weise erkannt, die selbst meine glühendsten Wünsche übersteigt.“ Die als drittes Keplersches Gesetz bekannte Beziehung zwischen den Umlaufzeiten und den Entfernungen zweier Planeten lautet dahin, daß sich die Quadrate der Umlaufzeiten wie die dritten Potenzen der mittleren Abstände von der Sonne verhalten. Besitzt z. B. ein Planet eine Umlaufzeit von 27 Jahren, so läßt sich nach diesem Gesetze folgern, daß er neunmal so weit wie die Erde von der Sonne entfernt ist, denn  $1^2 : 27^2 = 1 : 729 = 1^3 : 9^3$ . Dieses Verhältnis findet sich beim Saturn annähernd verwirklicht. Er hat eine Umlaufzeit von 30 Jahren, und seine Entfernung von der Sonne ist dementsprechend etwas größer als neun Halbmesser der Erdbahn.

Wir erkennen aus dieser Betrachtung, daß die genaue Bestimmung des Abstandes der Erde von der Sonne von der größten Bedeutung ist. Kepler kannte die absolute Größe dieses Abstandes noch nicht. Er setzte ihn in seinen Berechnungen gleich eins, benutzte also für die Entfernungen der Planeten nur die relativen Werte.

Nachdem die Astronomie durch die Forschungen von Kopernikus und Kepler eine andere Gestalt gewonnen hatte, bedurfte es einer zusammenhängenden neuen Darstellung des gesamten Lehrgebäudes. Dieser Aufgabe unterzog sich Kepler durch die Herausgabe eines astronomischen Lehrbuches. Es war das erste, welches das Kopernikanische System zugrunde legte, fast ein Jahrhundert nach dem Tode seines Begründers. Wie langsam sich damals doch die Wahrheit erst Bahn zu brechen vermochte!

## Der Sternhimmel im Regenschirm.

Von L. W. R o o s e.

Für den Unterricht in der Himmelskunde, der in den Schulen ein Teil der mathematischen Erdkunde ist, gibt es eine ganze Anzahl von Anschauungsmitteln. Sie zeigen den Lauf der Sonne, Entstehung der Jahreszeiten, das Kreisen der Planeten um die Sonne und ihre Entfernung von derselben, Sonnen- und Mond-

finsternisse u. dergl. mehr. Für die eigentliche Sternkunde gibt es Himmelskarten, Sterngloben und die beliebigen beweglichen Sternkarten, nach welchen man sich den sichtbaren Fixsternhimmel für jede beliebige Zeit nach Monaten, Tagen und Stunden einstellen kann. Und dennoch gibt es gerade hier eine recht fühlbare

Lücke. Das Sichzurechtfinden auf einer Sternkarte ist für Schüler außerordentlich schwierig. Die Uebertragung aus der planliegenden Karte in die Wölbung des Himmels ist für das Kind eine gewaltige Aufgabe; dazu kommt noch, daß viele Sternbilder, z. B. beim Auf- und Niedergang, auf der Karte an ganz anderer Stelle liegen, die Sternbilder in der Nähe des Äquators sogar auf der Sternkarte einfach auseinandergerissen und auf den verschiedenen Hemisphären zu suchen sind. Auf dem Sternglobus dagegen muß der Schüler sich die Sternbilder von der Oberfläche einer Kugel in die Innenseite einer Hohlkugel versetzt denken, sie ferner am Himmel als Spiegelbild aufsuchen. Daraus folgt, daß derartige Karten und Globen dem reifen Menschen zwar wertvolle Hilfsmittel sein können, dem Schüler, zumal dem jüngeren, aber keine klare Anschauung vermitteln können. Auch die drehbare Sternkarte ist meistens noch zu schwierig. Sie gibt zwar den Horizont an, der bei den vorigen Hilfsmitteln fehlt, aber wenn man die Schüler nicht anleitet, die Sternkarte jeweils nach der betreffenden Himmelsrichtung, wo man ein Sternbild feststellen will, schräg nach oben zu halten, bleibt ihnen die bewegliche Sternkarte ein Rätsel. Dazu kommt, daß sie sich nur für den Einzel-, höchstens für den Gruppenunterricht eignet. Auch die Planetarien, die viele Städte zu Belehrungszwecken gebaut und dem Publikum, auch den Schulen, geöffnet haben, verwirren die Schüler meistens durch ihre Fülle. So wunderbar und erhebend auch das funkelnde, kreisende Schauspiel an sich ist, in die Geheimnisse des gestirnten Himmels führt es nur den, der den wahren Sternhimmel immer wieder und wieder auf sich hat wirken lassen. Darum ist es unerläßlich, die Schüler einige Male des Abends zu versammeln und ihnen ein paar Sternbilder zu zeigen und den Lauf der Gestirne in großen Zügen zu erklären. Gelegenheit dazu bieten mehrtägige Schülerwanderungen und abendliche Schulveranstaltungen.

Nun gibt es aber ein sehr einfaches Mittel, das so Geschaute auch am Tage zu vertiefen, zu ergänzen oder in einfacher Anschauung zu wiederholen. Das ist ein schräg gestellter, aufgespannter Regenschirm mit einigen eingeklebten Sternbildern. Auf dem pädagogischen Kongreß zu Berlin 1928 hatte ich ein solches Modell ausgestellt, das sich allgemeiner Beliebtheit erfreute und eifrige Nachahmung gefunden hat.

Dieser bewegliche Sternhimmel sei kurz beschrieben:

Die Innenseite des aufgespannten Schirmes stellt den nördlichen Sternhimmel dar, in die zu diesem Zwecke die wichtigsten Sternbilder aus Goldpapierstanzen eingeklebt sind. Um markante Sternbilder, wie z. B. Orion, der gerade im Himmelsäquator liegt, nicht nur halb bringen zu müssen, wird die Anordnung in der Nord-Süd-

richtung etwas gestaucht, so daß Sterne bis zum 20. Grad südl. Breite aufgenommen werden können, trotzdem das Himmelszelt nicht einmal die Form einer Halbkugel hat.

Die Rippen des Schirmes veranschaulichen die Meridiane und sind, je nachdem der Schirm z. B. 8-, 10- oder 12teilig ist, 45°, 36° oder 30° voneinander entfernt. Der Schirmstock bildet die Himmelsachse, die drehbar ist und so das Auf- und Untergehen der Sterne veranschaulichen kann; denn der Stock ist schräg auf einer Horizontplatte, einem Kreisabschnitt, der gerade in die Schirmöffnung hineinpaßt, aufmontiert. Will man das Modell nur als Anschauungsobjekt für den Heimathimmel verwenden, so bekommt der Stock eine feste Richtung entsprechend der heimatlichen Polhöhe (Berlin z. B. 52½°). Will man dagegen auch den Himmel anderer Orte veranschaulichen, so muß die drehbare Himmelsachse auf einen mit einem Gradkreis versehenen Kasten verstellbar aufmontiert werden. Somit ist es möglich, die natürliche Polhöhe jedes Ortes der nördlichen Erdhalbkugel einstellen und ablesen zu können. Die Horizontplatte fertigt man aus Holz oder Pappe. Am besten macht man sie aus Transport- und Stapelungsgründen zusammenlegbar dreiteilig, wie auch das Ganze, das auf einem Fuß, etwa einem Notenständer, ruht, leicht zerlegbar sein muß.

Dieses leicht selbst zu beschaffende Anschauungsobjekt hat vor allen bisher gebrauchten folgende Vorzüge:

1. Die Sternbilder treten in ihrer natürlichen Stellung an der Innenseite einer Hohlkugel auf.

2. Der Sternhimmel wird in Verbindung mit dem Horizont gezeigt.

3. Durch Drehen der Himmelsachse rotiert der Sternhimmel; die Schüler erleben also die Sterne in ihrer täglichen Bewegung am nächtlichen Himmel, das Aufgehen im Osten, das Untergehen im Westen, beziehungsweise das Kreisen der Zirkumpolarsterne.

4. Sie sehen das Größerwerden des Zirkumpolarkreises mit wachsender Polhöhe.

Durch Einstecken von Sonne und Mond kann auch der Lauf dieser Himmelskörper erklärt werden.

Der bewegliche Sternhimmel im Regenschirm soll keine genaue Sternkarte, vielmehr ein Klassenanschauungsmittel zur ersten Einführung in die Kenntnis des gestirnten Himmels und die Geheimnisse seiner Bewegung sein. Deshalb sind nur die wichtigsten Sternbilder der nördlichen Hemisphäre, etwa 21, mit ihren größten Sternen, etwa 110, dargestellt. Es genügt aber auch, wenn weit weniger angebracht werden.

Wer ein wenig Basteltalent verspürt, soll nur selbst versuchen, sich dieses Modell zu bauen — er wird es nicht bereuen.

# Die Finsternisse des Jahres 1931.

Von Prof. Dr. August Mader.

(Mit vier Figuren.)

Im Jahre 1931 werden fünf Finsternisse stattfinden: 3 Sonnen- und 2 Mondfinsternisse. Von ihnen werden jedoch nur die beiden letzten in unseren Gegenden sichtbar sein.

Die ersten zwei Erscheinungen des Jahres 1931 treten im Monat April, die übrigen drei im September und Oktober ein.

I. Die erste Finsternis, eine totale Mondfinsternis, ereignet sich am Gründonnerstag, dem 2. April, und fällt daher mit dem Ostervollmond zusammen. Sie beginnt nach den Angaben des Berliner Astronomischen Jahrbuches, umgerechnet in mitteleuropäische Zeit (M.E.Z.), um 18<sup>h</sup>27<sup>m</sup> mit dem Eintritt des Mondes in den Halbschatten der Erde. Um 19<sup>h</sup>23<sup>m</sup> erreicht der Mond den Kernschatten. Die totale Finsternis setzt um 20<sup>h</sup>22<sup>m</sup> ein und endet um 21<sup>h</sup>53<sup>m</sup>. Um 22<sup>h</sup>52<sup>m</sup> tritt der Mond aus dem Kernschatten, um 23<sup>h</sup>48<sup>m</sup> auch aus dem Halbschatten. Die totale Verfinsterung des Mondes währt daher fast 1½ Stunden, die Zeitdauer zwischen den übrigen aufeinanderfolgenden Berührungen beträgt ungefähr je eine Stunde.

Der Positionswinkel, gemessen vom Nordpunkte der Mondscheibe über Osten, ist für die Eintrittsstelle des Kernschattens 130°, für die Austrittsstelle 287° (Fig. 1).

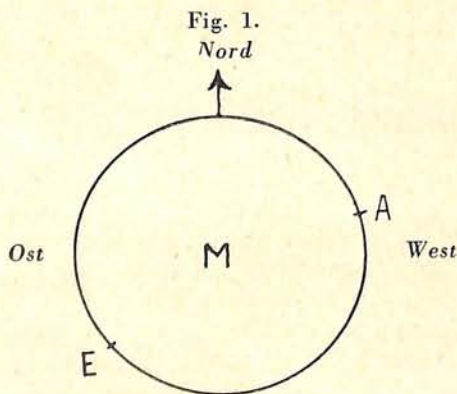


Fig. 1. Mondfinsternis vom 2. April 1931.

M = Mittelpunkt der Mondscheibe.  
E = Eintrittsstelle des Erdschattens.  
A = Austrittsstelle „ „

Die Größe der Finsternis in Einheiten des Monddurchmessers beträgt 1,509.

Der Anfang der Finsternis ist sichtbar in den westlichen Teilen des Stillen Ozeans, in Asien, in Australien, im Indischen Ozean, in Europa mit Ausnahme seiner westlichsten Teile und in Afrika, ausgenommen der nordwestliche Teil.

Das Ende ist sichtbar in Asien mit Ausnahme der östlichen Teile, im Indischen Ozean, in Europa, in Afrika, im Atlantischen Ozean und in den östlichen Teilen von Südamerika.

Da diese Finsternis in ihrem ganzen Verlauf in unseren Gegenden sichtbar sein wird, soll an der Hand einer einfachen Zeichnung ihr Verlauf dargestellt werden. Dazu entnimmt man aus dem Jahrbuche folgende Angaben, die für 20<sup>h</sup>55<sup>m</sup>53<sup>s</sup> M.E.Z., der Zeit der Opposition des Mondes in Rektaszension, dem Vollmond, am 2. April gelten:

	Für den Mond:	Für die Sonne:
Rektaszension	$\alpha_1 = 12^h 44^m 32^s,9$	$\alpha_2 = 0^h 44^m 32^s,9$
Stündl. Änderung	$\Delta\alpha_1 = 2^m 13^s,5$	$\Delta\alpha_2 = 9^s,1$
Deklination	$\delta_1 = -4^{\circ}33'11''$	$\delta_2 = +4^{\circ}47'23''$
Stündl. Änderung	$\Delta\delta_1 = -17'54''$	$\Delta\delta_2 = +58''$
Scheinb. Halb.	$r_1 = 16'38''$	$r_2 = 16'0''$
Parallaxe	$\pi_1 = 1^{\circ}1'4''$	$\pi_2 = 8',8$

Da, von der Erde aus gesehen, die Achse des Schattenkegels der Erde genau gegenüber der Sonne liegt, so erhält man Rektaszension und Deklination des Mittelpunktes (Fig. 3) des Erdschattenkreises, wie er uns auf dem Himmelsgewölbe erscheinen würde, wenn dort in der Mondentfernung eine Projektionsebene gedacht wird, dadurch, daß man die Rektaszension der Sonne um 12 Stunden vermehrt und ihre Deklination mit entgegengesetzten Vorzeichen nimmt. Daher ist für den Mittelpunkt des Erdschattenkreises:

$$\alpha_0 = 12^h 44^m 32^s,9$$

$$\delta_0 = -4^{\circ}47'23''$$

Diese Werte gelten, wie erwähnt, für den Zeitpunkt des Vollmondes. Die stündlichen Änderungen dieser Werte sind:

$$\Delta\alpha_0 = 9^s,1 \text{ und}$$

$$\Delta\delta_0 = -58''.$$

Beide Werte sind die gleichen wie bei der Sonne, nur der letzte mit entgegengesetztem Vorzeichen.

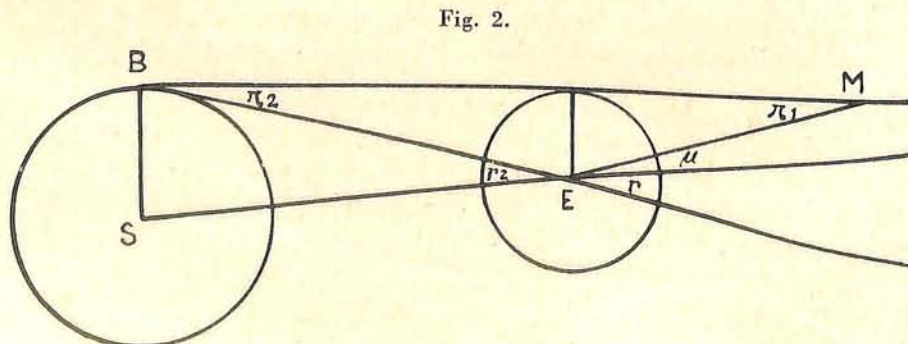


Fig. 2.

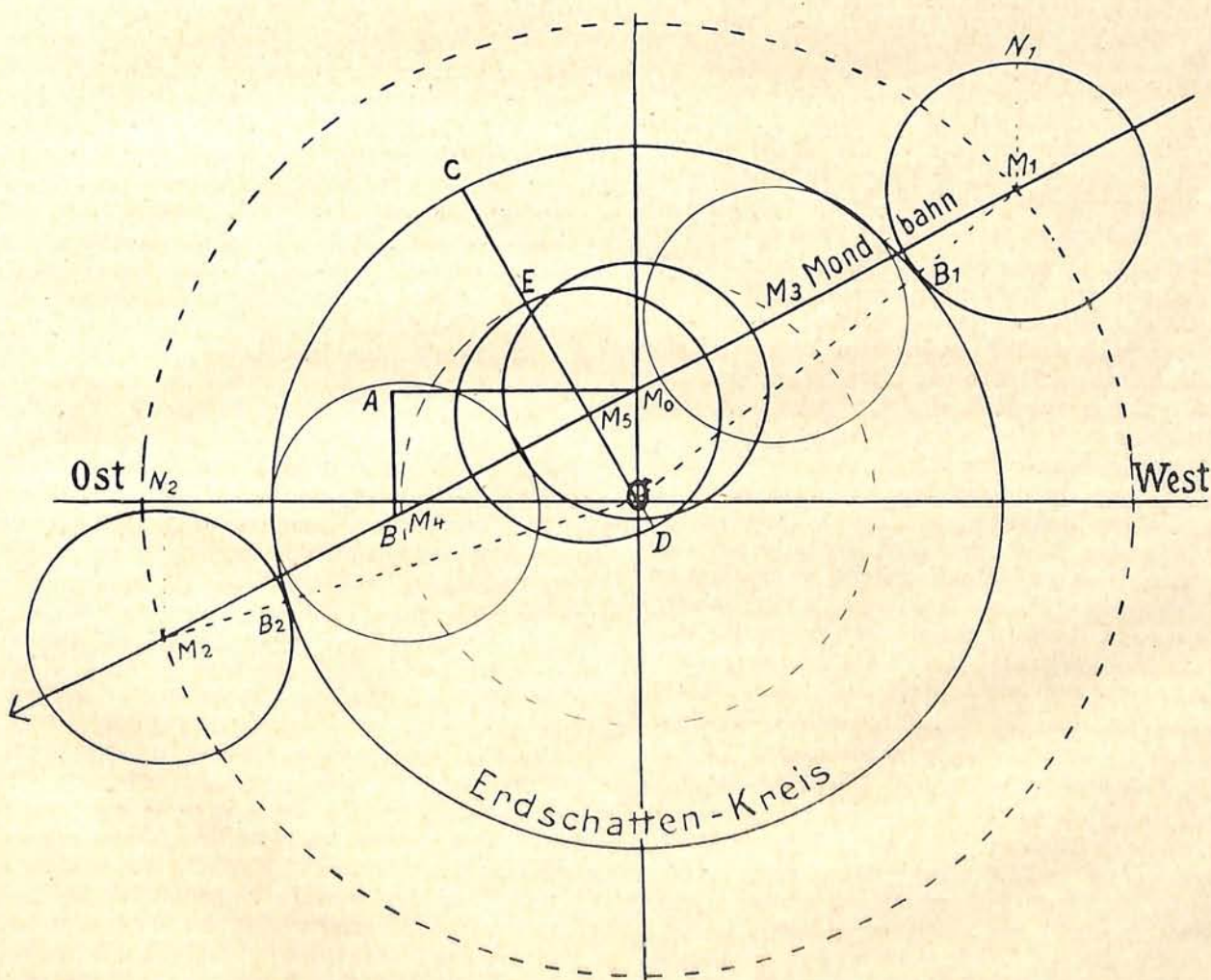
Um nun den scheinbaren Halbmesser des Erdschattenkreises zu erhalten, betrachten wir die vorstehende Figur 2, in der Sonne und Erde mit ihren Mittelpunkten S und E sowie eine Mantellinie des Kernschattenkegels dargestellt sind. Bei M ist der Mond zu denken.  $r_2$  ist, wie bereits oben in der Tabelle angeführt, der scheinbare Halbmesser der Sonne, gesehen vom Mittelpunkt der Erde aus.  $\pi_1$  und  $\pi_2$  sind die Aequatorial-Horizontal-Parallaxen des Mondes und der Sonne, das sind jene Winkel, unter denen, vom Monde bzw. der Sonne aus gesehen, der Halbmesser der Erde erscheinen würde. Durch Verlängerung der Geraden BE über E hinaus erhält man mit der ebenfalls verlängerten Zentralen einen Winkel  $r$ , der als Scheitelwinkel zu  $r_2$  diesem gleich sein muß. Mit  $\mu$  ist der Winkel bezeichnet, unter dem der Halbmesser des Erdschattenkreises vom Erdmittelpunkte E aus erscheint. Der Winkel, der aus der Summe der beiden Winkel  $\mu$  und  $r$  besteht, ist Außenwinkel für das Drei-

eck MEB und daher gleich der Summe der beiden nicht anliegenden Innenwinkel  $\pi_1 + \pi_2$ . Daher ist  $\mu = \pi_1 + \pi_2 - r_2$ , die sogenannte „Hipparch'sche Gleichung“, weil Hipparch (zwischen 160 und 125 vor Christi Geburt) mit ihrer Hilfe und aus der beobachteten längsten Dauer einer totalen („zentralen“) Mondfinsternis die Sonnen- und Mondentfernung zu bestimmen versuchte.

In den unteren Schichten der Erdatmosphäre tritt infolge ihrer größeren Dichtigkeit und verschiedener Verunreinigungen eine Absorption der Sonnenstrahlen ein. Dadurch wird aber eine Vergrößerung des Erdschattenkegels bedingt, die auch tatsächlich aus verschiedenen Finsternisbeobachtungen zu  $1/50$  festgestellt wurde. Wir haben also für den maßgebenden Halbmesser des Erdschattenkreises zu setzen:

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

Fig. 3.



Darstellung des Verlaufs der Mondfinsternis vom 2. April 1931.



Für die bevorstehende Finsternis ergibt sich durch Einsetzen der oben angegebenen Werte:

$$\mu = \frac{51}{50} (61',06 + 0',15 - 15',99) = 46',12.$$

Beim Durchgang der Sonnenstrahlen durch die dünneren und reineren oberen Schichten der Atmosphäre gelangt dagegen infolge Brechung der Lichtstrahlen etwas Licht in den Kernschattenkegel der Erde, so daß der Mond auch bei totalen Mondfinsternissen nicht ganz unsichtbar wird.

In der umstehenden Figur 3 fällt die vertikale Achse des rechtwinkligen Achsenkreuzes mit dem Himmelsmeridian, sein Mittelpunkt O mit dem oben berechneten Mittelpunkt des Erdschattenkreises zusammen. Der Halbmesser des letzteren von 46',12 wird in einer beliebigen Einheit dargestellt, z. B. 1' durch eine Strecke von 1 mm, so daß um O ein Kreis von 46,1 mm Halbmesser zu schlagen ist. Damit erhalten wir das Bild des Erdschattenkreises. Dieser ist zwar am Himmel in Bewegung, weil die Sonne in Bewegung ist. Doch ist diese ungefähr 12mal langsamer als die des Mondes. Wir denken uns daher die Zeichnung mit dem Erdschattenkreis fortbewegt und bestimmen nun den Weg des Mondes relativ zu diesem.

Nach den oben mitgeteilten Zahlen ist zur angegebenen Zeit der Abstand der Mittelpunkte der Mondscheibe und des Erdschattenkreises  $\delta_1 - \delta_0 = \delta_1 + \delta_2 = 0^{\circ}14'12''$ . Es ist also in der Zeichnung vom Punkte O aus auf der vertikalen Achse nach aufwärts eine Strecke von 14,2 mm aufzutragen, wodurch man für den Ort des Mittelpunktes des Vollmondes den Punkt M<sub>0</sub> erhält. Um diesen Punkt beschreibt man einen Kreis mit dem Halbmesser von 16,6 mm, wodurch Lage und Größe der Mondscheibe im Erdschattenkreis zur Zeit des Vollmonds erhalten wird.

Zur Zeichnung der Mondbahn vor und nach dem Zeitpunkte des Vollmonds berechnen wir den Unterschied der stündlichen Bewegungen des Mondes und des Erdschattenkreises in Rektaszension und Deklination, wobei die Verkürzung der Parallelkreise mit wachsender Deklination berücksichtigt werden muß, was durch Multiplikation der Rektaszensionsdifferenz mit  $\cos \delta$  erreicht wird. So bekommen wir:  $(\alpha_1 - \alpha_0) \cos \delta = 31',0$  und  $\Delta \delta_1 - \Delta \delta_0 = \Delta \delta_1 + \Delta \delta_2 = -16',9$ .

Entsprechend der Bedeutung dieser Zahlen wird nun in der Zeichnung vom Punkte M<sub>0</sub> aus in der Richtung des Parallelkreises die Strecke M<sub>0</sub>A = 31,0 mm und senkrecht darauf AB = 16,9 mm wegen des negativen Vorzeichens nach unten aufgetragen. Die Gerade durch die beiden Punkte M<sub>0</sub> und B gibt dann den Weg des Mondmittelpunktes im Erdschattenkreise, wobei die Strecke M<sub>0</sub>B in einer Stunde zurückgelegt wird. Für das betrachtete

kurze Stück kann die Mondbahn unbedenklich als geradlinig angesehen werden.

Ein Kreis um O, dessen Halbmesser um den Halbmesser der Mondscheibe größer genommen wird, gibt in den Durchschnittspunkten mit der verlängerten Geraden M<sub>0</sub>B jene Lagen M<sub>1</sub> und M<sub>2</sub> des Mittelpunktes der Mondscheibe, die sie beim Eintritte in den Kernschatten um 19<sup>h</sup>23<sup>m</sup> sowie bei ihrem Austritte aus demselben um 22<sup>h</sup>52<sup>m</sup> einnimmt.

Diese Zeiten lassen sich ebenfalls aus der Zeichnung ermitteln durch Ausmessung der betreffenden Strecken und Vergleich derselben mit der in einer Stunde zurückgelegten Strecke M<sub>0</sub>B, wenn noch berücksichtigt wird, daß der Mond um 20<sup>h</sup>56<sup>m</sup> in M<sub>0</sub> steht.

Die beiden Berührungspunkte B<sub>1</sub> und B<sub>2</sub> der Mondscheibe um M<sub>1</sub> und M<sub>2</sub> mit dem Erdschattenkreise geben ferner jene Stellen des Mondrandes an, an denen die Finsternis beginnt bzw. endet. Sie sind bestimmt durch die vom Punkte der größten Deklination der sichtbaren Mondscheibe aus gemessenen Winkel N<sub>1</sub> M<sub>1</sub> B<sub>1</sub> = 130° und N<sub>2</sub> M<sub>2</sub> B<sub>2</sub> = 287°.

Zieht man weiter um O einen Kreis, dessen Halbmesser gleich dem Halbmesser des Erdschattenkreises vermindert um den der Mondscheibe ist, so erhält man in den Schnittpunkten dieser Kreise mit der Geraden M<sub>1</sub> M<sub>2</sub> jene Lagen der Mondscheibe M<sub>3</sub> und M<sub>4</sub>, in denen die totale Verfinsternung beginnt bzw. endet. Ähnlich wie früher ergeben sich für die entsprechenden Zeiten 20<sup>h</sup>22<sup>m</sup> und 21<sup>h</sup>53<sup>m</sup>.

Fällt man vom Punkte O eine Senkrechte auf die Gerade M<sub>1</sub> M<sub>2</sub>, so findet man jenen Punkt M<sub>5</sub> dieser Geraden, der von O den kleinsten Abstand hat. Erreicht daher der Mondmittelpunkt bei seiner Wanderung auf der Geraden M<sub>1</sub> M<sub>2</sub> diesen Punkt, was um 21<sup>h</sup>7<sup>m</sup> der Fall ist, so ist die Mitte der Finsternis erreicht. Die verlängerte Senkrechte bis zu den Schnittpunkten C und D ist dann ein Maß für die „Größe der Finsternis in Einheiten des Monddurchmessers“. Es findet sich CD = 1,5 ED. Zur Erhöhung der Genauigkeit kann die Zeichnung entsprechend größer angelegt werden.

II. Die zweite Finsternis des Jahres ist eine teilweise Sonnenfinsternis, die für Berlin und Umgebung nicht sichtbar ist, da sie in der mitteleuropäischen Nacht von Freitag dem 17., auf Sonnabend, den 18. April, stattfindet.

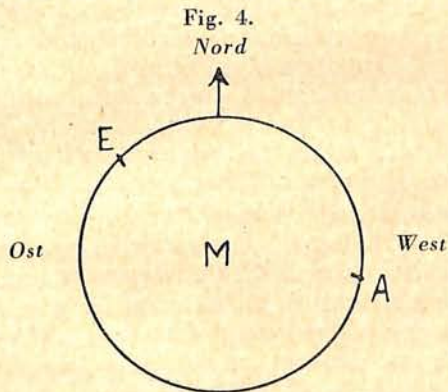
Die Finsternis beginnt am 17. April um 23<sup>h</sup>57<sup>m</sup> M.E.Z. für einen Punkt im westlichen Teile Chinas, dessen geographische Länge westlich von Greenwich  $\lambda = 259^{\circ}45'$  und dessen geographische Breite  $\varphi = +26^{\circ}52'$  ist. Die größte Phase, bei der von der Sonne 0,511 in Einheiten des Sonnendurchmessers verfinstert wird, zeigt sich am 18. April um 1<sup>h</sup>45<sup>m</sup> für einen Punkt des Urals, dessen geographische Länge  $\lambda = 301^{\circ}16'$  und dessen geographische Breite  $\varphi = +61^{\circ}38'$  ist. Der letzte Kontakt

ist zu sehen um  $3^{\text{h}}32^{\text{m}}$  von einem Punkte des Baffinlandes westlich Grönlands mit den geographischen Koordinaten  $\lambda = 80^{\circ}1'$  und  $\varphi = +76^{\circ}6'$ . Sonst ist die Finsternis sichtbar in Asien mit Ausnahme der östlichen und südwestlichen Teile, im nordöstlichen Europa und im nördlichen Eismeere.

III. Nach Ablauf von fast 5 Monaten beginnt die zweite Gruppe der Finsternisse dieses Jahres. Zunächst folgt Sonnabend, den 12. September, wieder eine teilweise Sonnenfinsternis, die ebenfalls für Berlin unsichtbar bleibt. Sie ist ziemlich unbedeutend, da nur 0,047 Teile des Sonnendurchmessers verfinstert werden. Die Erscheinung beginnt um  $5^{\text{h}}13^{\text{m}}$  M.E.Z. für einen Punkt im nordöstlichen Teile der Halbinsel Alaska ( $\lambda = 140^{\circ}27'$  westlich von Greenwich,  $\varphi = +71^{\circ}18'$ ). Die größte Phase tritt ein um  $5^{\text{h}}41^{\text{m}}$  an der südlichen Küste der Halbinsel ( $\lambda = 152^{\circ}39'$ ,  $\varphi = +61^{\circ}24'$ ). Die Finsternis endet um  $6^{\text{h}}9^{\text{m}}$  an einem Punkte südlich Alaskas ( $\lambda = 162^{\circ}29'$ ,  $\varphi = +51^{\circ}10'$ ). Sonst ist die Finsternis nur sichtbar in den übrigen Teilen Alaskas und an der Ostspitze Asiens.

IV. Vierzehn Tage darauf folgt am Sonnabend, dem 26. September, eine totale Mondfinsternis, die auch in unseren Gegenden sichtbar sein wird.

Der Eintritt des Mondes in den Halbschatten der Erde erfolgt um  $17^{\text{h}}41^{\text{m}}$  M.E.Z., der in den Kernschatten um  $18^{\text{h}}54^{\text{m}}$ . Die totale Verfinsternung beginnt um  $20^{\text{h}}6^{\text{m}}$  und endet um  $21^{\text{h}}31^{\text{m}}$ . Der Mond tritt aus dem Kernschatten um  $22^{\text{h}}42^{\text{m}}$ , aus dem Halbschatten um  $23^{\text{h}}55^{\text{m}}$ . Die Zeitdauer zwischen den einzelnen Momenten ist ähnlich wie bei der ersten Mondfinsternis.



Mondfinsternis vom 26. September 1931.

M = Mittelpunkt der Mondscheibe.  
E = Eintrittsstelle des Erdschattens.  
A = Austrittsstelle „

Der Positionswinkel, wieder gemessen vom Nordpunkte der Mondscheibe über Osten, ist für die Eintrittsstelle des Erdschattens  $45^{\circ}$ , für die Austrittsstelle  $257^{\circ}$  (Fig. 4).

Die Größe der Finsternis in Einheiten des Monddurchmessers ist 1,326.

Der Anfang der Finsternis ist sichtbar in den westlichen Teilen des Stillen Ozeans, in Asien, in Australien, im Indischen Ozean, in

Europa außer seiner westlichsten Teile und in Afrika mit Ausnahme der nordwestlichen Teile.

Das Ende ist sichtbar in Asien mit Ausnahme der nordöstlichen Teile, im Indischen Ozean, in Europa, in Afrika, im Atlantischen Ozean und in den östlichen Teilen von Südamerika.

Auch für diese Finsternis kann nach dem bei der ersten Finsternis dieses Jahres beschriebenen Vorgange der Verlauf der Erscheinung durch eine Zeichnung dargestellt werden. Unter Verwendung der früheren Bezeichnungen seien die für  $20^{\text{h}}30^{\text{m}}$  M.E.Z., der Zeit des Vollmondes, geltenden Daten hier angegeben:

	Für den Mond:		Für die Sonne:	
Rektaszension	$\alpha_1 = 0^{\text{h}}10^{\text{m}}3^{\text{s}},3$		$\alpha_2 = 12^{\text{h}}10^{\text{m}}3^{\text{s}},3$	
Stündl. Änderung	$\Delta\alpha_1 = 1^{\text{m}}43^{\text{s}},9$		$\Delta\alpha_2 = 9^{\text{s}},0$	
Deklination	$\delta_1 = +0^{\circ}48'43''$		$\delta_2 = -1^{\circ}5'24''$	
Stündl. Änderung	$\Delta\delta_1 = +14'14''$		$\Delta\delta_2 = -59''$	
Scheinb. Halb. m.	$r_1 = 14'42''$		$r_2 = 15'57''$	
Parallaxe	$\pi_1 = 53'58''$		$\pi_2 = 8''8$	

V. Nach einem halben Umlaufe des Mondes um die Erde folgt als letzte Finsternis dieses Jahres eine teilweise Sonnenfinsternis am Sonntag, dem 11. Oktober, die aber für unsere Gegenden unsichtbar bleibt.

Die Finsternis beginnt um  $12^{\text{h}}1^{\text{m}}$  M.E.Z. für einen Punkt im Stillen Ozean westlich von Südamerika, dessen geographische Länge westlich von Greenwich  $\lambda = 80^{\circ}24'$  und dessen geographische Breite  $\varphi = -15^{\circ}40'$  ist. Die größte Phase, ausgedrückt in Einheiten des Sonnendurchmessers, von 0,898 tritt um  $13^{\text{h}}55^{\text{m}}$  für einen Punkt im südlichen Teile des Stillen Ozeans ( $\lambda = 119^{\circ}37'$  und  $\varphi = -61^{\circ}22'$ ) ein. Die Finsternis endet um  $15^{\text{h}}49^{\text{m}}$  für einen Punkt im südlichen Eismeer ( $\lambda = 295^{\circ}30'$  und  $\varphi = -70^{\circ}46'$ ). Sonst ist die Finsternis sichtbar in Südamerika mit Ausnahme der nördlichen und nordöstlichen Teile, im südlichen Atlantischen und Stillen Ozean und im südlichen Eismeere.

Zum Schluß folgt noch eine Zusammenstellung der Finsternisse im 18jährigen Saros-Zyklus mit den in Klammern angegebenen Größen der einzelnen Finsternisse:

	1895	1913	1931
I. Totale Mondf.	11. März (1,628)	22. März (1,576)	2. April (1,509)
vor dem Durchgange des Mondes durch den absteigenden Knoten.			
II. Teilw. Sonnenf.	26. März (0,358)	6. April (0,424)	17./18. Apr. (0,511)
nach dem Durchgange des Mondes durch den aufsteigenden Knoten.			
III. Teilw. Sonnenf.	20. August (0,274)	31. August (0,152)	12. Sept. (0,047)
vor dem Durchgange des Mondes durch den absteigenden Knoten.			
IV. Totale Mondf.	4. Sept. (1,559)	15. Sept. (1,435)	26. Sept. (1,326)
vor dem Durchgange des Mondes durch den aufsteigenden Knoten.			
V. Teilw. Sonnenf.	18. Sept. (0,741)	30. Sept. (0,825)	11. Okt. (0,898)
nach dem Durchgange des Mondes durch den absteigenden Knoten.			

Mit der bereits unbedeutenden teilweisen Sonnenfinsternis vom 12. September 1931 findet wieder einmal eine Reihe von Erscheinungen im Saros-Zyklus ihren Abschluß.

# Die Beobachtung veränderlicher Sterne.

Von stud. astron. Walter Theile.

Die Beschäftigung mit den veränderlichen Sternen gilt heute wohl allgemein als das dankbarste Arbeitsfeld für den Liebhaberastronomen, da Beobachtungen auf diesem Gebiete der Wissenschaft von großem Nutzen sein können. Nachdem F. W. Argelander in Bonn um 1840 die von W. Herschel angeregte Stufenschätzungsmethode ausgebaut hatte, konnte jeder mit beliebigen instrumentellen Hilfsmitteln und guten Augen dieses einfache Verfahren leicht erlernen. Viele Veränderliche sind auf Grund dieser Methode entdeckt und auf ihre Merkmale untersucht worden. Während die Zahl der Veränderlichen noch um die Mitte des vergangenen Jahrhunderts kaum 20 betrug, ist sie bis jetzt auf nahezu 4000 angewachsen, und nicht zuletzt darf wohl die Argelandersche Methode genannt werden, die uns Aufklärung über diese seltsame Erscheinung an fernen Sternen gebracht hat.

Zu jeder Messung ist ein Maßstab erforderlich. Schon in dem ersten überlieferten Sternkatalog, dem Almagest von Ptolemäus (um 138 n. Chr.), ist ein solches Maß für die Helligkeit der Sterne mitgeteilt. Hier werden 6 Größenklassen unterschieden, eine Einteilung, die bis heute für die mit bloßem Auge sichtbaren Sterne beibehalten und für die im Fernrohr wahrnehmbaren weiter fortgesetzt ist. Man sagt allgemein: zwei Sterne haben einen Helligkeitsunterschied von einer Größenklasse, wenn der eine genau 2,514 mal so hell ist wie der andere. Einem Unterschied von 5 Größenklassen entspricht also eine  $(2,514)^5$  gleich genau 100 mal so große Helligkeit. Je schwächer ein Stern, um so höher ist die Zahl für seine Größenklasse. Nach dem psychophysischen Fechnerschen Gesetz hat unser Auge die Eigenschaft, nicht die Intensitäten selbst, sondern ihre Verhältnisse aufzufassen. Die Helligkeitsskala ist keine Leiter, deren Sprossen in gleichmäßigen Abständen angebracht sind, so daß der Unterschied von Stufe zu Stufe einer bestimmten Lichtmenge entspricht, sondern die Stufengröße wächst proportional mit der erreichten Höhe. Stellt man jedoch die Logarithmen der Helligkeitswerte dar, so ergibt sich eine gleichmäßige Reihe.

Nach diesen Vorbemerkungen wollen wir nun zu der eigentlichen Argelanderschen Methode übergehen. Sie beruht auf dem Begriff der Helligkeitsstufe, unter der man den kleinsten für ein scharfes Auge noch eben meßbaren Helligkeitsunterschied zweier Sterne versteht. Dieser Wert schwankt bei geübten Beobachtern um den zehnten Teil einer Größenklasse, ist aber für den einzelnen erfahrungsgemäß ziemlich konstant. Grundlegend ist die Tatsache, daß unser Auge zur Bestimmung kleiner Lichtdifferenzen sehr gut geeignet ist,

und daher wird auch die Genauigkeit bei einem nur geringen Unterschied immer größer sein. Soll nun die Veränderlichkeit irgend eines Sternes, sei es mit freiem Auge oder im Fernrohr festgestellt werden, so muß man ihn an die in seiner Nähe stehenden Nachbarsterne von bekannter konstanter Größe anschließen, d. h. ihn vergleichen. Zu diesem Zweck wird eine geeignete Anzahl von Vergleichssterne der näheren Umgebung ausgewählt, auf einer Karte festgelegt und meist mit den Buchstaben des kleinen Alphabets a, b, c . . . bezeichnet. Sodann können die Schätzungen des Veränderlichen beginnen. Nehmen wir an, zwei Sterne a und b sollen miteinander verglichen werden. Wie man dabei vorzugehen hat, ist von Argelander selbst zum ersten Male in seiner berühmten „Aufforderung“ in Schurigs Jahrbuch 1844 beschrieben worden und sei hier als Beispiel für solche Messungen im Original wiedergegeben:

„Erscheinen mir beide Sterne entweder immer gleich hell, oder möchte ich bald den einen, bald den anderen ein wenig heller schätzen, so nenne ich sie gleich hell und bezeichne dies dadurch, daß ich ihre Zeichen unmittelbar nebeneinander setze, wobei es gleichgültig ist, welches Zeichen vorsteht; sind also die Sterne a und b verglichen, so schreibe ich entweder a b oder b a. Kommen mir auf den ersten Blick zwar beide Sterne gleich hell vor, erkenne ich aber bei aufmerksamer Betrachtung und wiederholtem Uebergange von a zu b und b zu a entweder immer oder doch nur mit sehr seltenen Ausnahmen a für eben bemerkbar heller, so nenne ich a um 1 Stufe heller als b und bezeichne dies durch a 1 b, ist hingegen b der hellere, durch b 1 a, so daß immer der hellere vor, der schwächere hinter der Zahl steht.

Erscheint der eine Stern stets und unzweifelhaft heller als der andere, so wird dieser Unterschied für 2 Stufen angenommen und durch a 2 b bezeichnet, wenn a, hingegen durch b 2 a, wenn b der hellere ist.

Eine auf den ersten Blick ins Auge fallende Verschiedenheit gilt für 3 Stufen und wird durch a 3 b oder b 3 a bezeichnet.

Endlich bedeutet a 4 b eine noch auffallendere Verschiedenheit zugunsten von a.“

Weiter als vier Stufen ist Argelander nicht gegangen, und es wird auch allgemein nicht empfohlen. Bei der Argelanderschen Methode wird der Variable v meist an zwei Vergleichssterne, einen helleren und einen schwächeren, angeschlossen, so daß eine Beobachtung beispielsweise geschrieben wird a 2 v 3 b, d. h. v ist 2 Stufen schwächer als a, aber 3 heller als b. Demgemäß soll der Unterschied zweier Umgebungssterne  $\frac{3}{4}$  Größenklassen nicht über-

schreiten. Erfahrene Beobachter schätzen oft noch halbe Stufen. Vor der eigentlichen Bearbeitung des Veränderlichen werden nach derselben Stufenmethode erst mehrmals die Helligkeiten der Vergleichssterne unabhängig voneinander abgeschätzt und geordnet. Schließlich wird von vielen Messungen das Mittel genommen, wobei der schwächste Vergleichssterne den Wert  $0,0^{\text{st}}$  (Stufen) erhält. Zum Erlernen der Stufenschätzungen sind die Sternbilder des großen und kleinen Bären, wie auch der Cepheus-Rhombus wegen der nahezu gleichen Helligkeit der Sterne besonders geeignet. Nach einiger Uebung versuche man sich mit kleinen Fernrohren an einigen Mirasternen, von denen ich besonders den schönen T Cephei (1855: Rekt.  $21^{\text{h}}7^{\text{m}}37^{\text{s}}$ , Dekl.  $+67^{\circ}54',0$ ) empfehlen möchte, der als Zirkumpolarstern bei uns das ganze Jahr sichtbar ist. Ein Katalog aller benannten Veränderlichen wird alljährlich von der Universitäts-Sternwarte Berlin-Babelsberg von Prof. R. Prager im Auftrag der A.G.-Kommission herausgegeben. — Wenn auch zu Beginn des Photometrierens bei wiederholten Schätzungen Unterschiede von mehreren Stufen vorkommen sollten, so wird der persönliche Stufenwert alsbald doch einen konstanten Wert annehmen. Volle Uebereinstimmung bei verschiedenen Beobachtern wird überhaupt nur ganz selten eintreten, da, namentlich wenn die Sterne verschiedenfarbig sind, mehr oder weniger große subjektive Unterschiede auftreten können. Die Beobachtungszeit wird nach Greenwicher Zeit angegeben in Tagen und Bruchteilen des Tages nach der Julianischen Datumzählung (z. B. 1931 Jan. 1.  $0^{\text{h}}$  Weltzeit = 2 426 342,5).

Neben der erwähnten Argelanderschen Stufenmethode soll noch kurz ein anderes Verfahren, die allgemeine Bruchmethode nach E. C. Pickering, Erwähnung finden. Sie geht von der Tatsache aus, daß heute allgemein Messungen nach einem Maßstab mit Dezimalteilung gemacht werden und zerlegt den Zwischenraum zweier Sterne immer in 10 gleiche Teile. Soll wieder ein Veränderlicher  $v$  mit zwei Sternen  $a$  und  $b$  verglichen werden, so ist anzugeben, wieviel Zehntel in dem Intervall von  $a$  nach  $b$   $v$  schwächer als  $a$  und heller als  $b$  ist. Wissenschaftlich mag diese Methode vielleicht einwandfreier sein, da kein konstanter Stufenwert zu merken ist, sondern die Natur sozusagen das Intervall selbst vorschreibt. Der Nachteil besteht aber darin, daß die Vergleichssterne nicht gegeneinander kontrolliert werden können, sondern von einer photometrischen Basis abhängig sind und einem Helligkeitskatalog, etwa der PD (Potsdamer photometrische Durchmusterung) oder der Harvard Photometry entnommen werden müssen. Auch hier geben die kleinsten Schätzungsintervalle wieder die genauesten Resultate.

Die Helligkeitsmessung soll so vor sich gehen, daß jeder Stern einzeln in der Mitte des

Gesichtsfeldes auf kurze Zeit fixiert wird, keineswegs aber beide zugleich an verschiedenen Seiten des Okulars. Denn die Empfindlichkeit der Netzhaut unseres Auges ist von Punkt zu Punkt verschieden, und außerdem erscheinen die Sterne am Rande des Gesichtsfeldes meist heller als in der Mitte. Schwache Sterne nahe der Lichtgrenze wird man manchmal noch durch indirektes Sehen erkennen, da die seitlichen Teile der Netzhaut empfindlicher sind als die zentralen.

Eine Lichtschätzung soll nicht zu lange Zeit in Anspruch nehmen, der erste Eindruck ist oft der beste. Die Hauptsache ist, die Helligkeit genau zu merken und sich des Gesehenen bewußt zu werden. Als weitere Fehlerquelle bei Lichtschätzungen ist die Extinktion zu beachten, die vom Zenit zum Horizont wächst, da dort das Sternenlicht einen größeren Weg in den irdischen Atmosphärenschichten zurücklegen muß. In  $10^{\circ}$  Höhe macht diese Schwächung ungefähr eine, in  $20^{\circ}$  Höhe etwa eine halbe Größenklasse aus. Deshalb vergleiche man Veränderliche nach Möglichkeit nur mit Sternen auf demselben Höhenkreis und am besten auch in nahezu demselben Azimut. Bei der Vergleichen farbiger Sterne in verschiedenen lichtstarken Instrumenten kann das Urteil durch eine unter dem Namen Purkinje'sches Phänomen bekannte Erscheinung stark beeinflußt werden. Ist beispielsweise die Amplitude eines Veränderlichen sehr groß, so daß man nahe des Minimums zu stärkerer Optik greifen muß, so wird ein rötlicher Stern im lichtstärkeren Fernrohr immer heller erscheinen. Deshalb beobachte man noch eine Zeitlang mit beiden Fernrohren nebeneinander (oder auch mit Feldstecher und Fernrohr). Stark rot gefärbte Sterne — und das sind die meisten vom Miratypus — zeigen im Fernrohr einen stehenden Glanz, der die Sicherheit der Helligkeitsschätzung oft wesentlich beeinträchtigen kann. Bei Beobachtungen der hellen Variablen mit bloßem Auge sollen nach dem Vorschlag erfahrener Fachleute kurze, innen geschwärzte Papprohre mit großem Vorteil zu verwenden sein.\*) Zu jeder Schätzung gehören Angaben über Luftzustand, Nebel, Mondeinfluß, gute und unsichere Beobachtung usw.

Ein weiterer erheblicher Fehler kann die persönliche Voreingenommenheit sein. Es muß daher auf alle Fälle vermieden werden, die vergangenen Schätzungen im Gedächtnis zu behalten, denn hat man daraus etwa eine Helligkeitszunahme erkannt, so ist die Versuchung nur leider allzugroß, den Stern bei der nächsten Messung noch heller zu schätzen. Allerdings wird dieser Fehler meist nur bei kleinem

\*) Eine Zusammenstellung von 80 Veränderlichen für das bloße Auge und kleine Fernrohre findet man in Fr. Becker „Am Fernrohr“ (Ferd. Dümmlers Verlag). Dasselbst sind auch Umgebungskärtchen und Vergleichssterne angegeben.

Beobachtungsprogramm und bei kurzperiodischen Veränderungen sich bemerkbar machen.

Nachdem eine Reihe von Messungen vorliegt, werden die Beobachtungen in ein rechtwinkliges Koordinatensystem eingetragen, dessen waagerechte Achse die Zeit und dessen

senkrechte Achse die Helligkeit in Stufen oder umgerechnet in Größenklassen darstellt. Die Verbindungslinie der Schätzungen in diesem System gibt dann ein anschauliches Bild über den Verlauf des Lichtwechsels, die Amplitude und die Lage der Minima und Maxima.

## Die wissenschaftliche Tagung der Badischen Gesellschaft für Wetter- und Klimaforschung.

Die Badische Gesellschaft für Wetter- und Klimaforschung, die ihren Sitz in Karlsruhe hat, hielt am 26. Oktober ihre zweite wissenschaftliche Tagung in Mannheim ab. Bestimmend für die Wahl des Tagungsortes war die Tatsache, daß vor 150 Jahren am gleichen Orte die erste meteorologische Gesellschaft der Welt, die „Societas Meteorologica Palatina“ gegründet worden war, die für die Entwicklung der meteorologischen Wissenschaft von einschneidender Bedeutung wurde. Die wissenschaftliche Tagung gestaltete sich damit gleichzeitig zu einem Gedenktage und wurde von zahlreichen Gelehrten aus ganz Deutschland besucht, unter denen sich Vertreter nicht nur der Meteorologie, sondern auch der mit ihr verknüpften Astronomie, Medizin, Land- und Wasserwirtschaft, sowie der Technik befanden.

Es kann natürlich nicht Zweck vorliegenden Berichtes sein, alle gehaltenen Vorträge hinreichend zu würdigen, dies wäre in wenigen Zeilen auch gar nicht möglich. Nur einige allgemeinere Themen und solche, die den Leserkreis des „Weltall“ besonders interessieren dürften, seien besprochen.

Der erste Vortrag, gleichzeitig Festrede, gab einen umfassenden geschichtlichen Ueberblick über die Entwicklung der meteorologischen Beobachtungen seit Mitte des 17. Jahrhunderts. Wenn auch das Thema durch die vor 150 Jahren in Mannheim erfolgte Gründung der schon erwähnten „Societas Meteorologica Palatina“ an sich schon hinreichend berechtigt war, so setzte doch der Redner, Prof. Dr. A. Pepler, Karlsruhe, einige Worte unseres großen Religions- und Kulturhistorikers Adolf von Harnack — gewissermaßen als höher zu wertende Begründung des Themas — an die Spitze seiner Ausführungen: Eine wissenschaftliche Forschung ist ohne ein Einfühlen in die große Geschichte und die Geschichte der Wissenschaft nur unvollkommen. Jeder Gelehrte muß sich stets vor Augen halten, daß er auf den Erkenntnissen seiner Vorläufer weiterbaut. Selbst der Forscher, der mit genialer Intuition begabt zu sein scheint, würde sich — wie der Vortragende betonte — in einem großen Irrtume befinden, wenn er seine Entdeckungen und Erfindungen ausschließlich seiner Intuition zuschreiben würde.

So war es denn eine außerordentlich wertvolle Uebersicht, die, in umständlichem und mühsamem Quellenstudium zusammengetragen, über die Entwicklung der meteorologischen Beobachtungen gegeben wurde. Der Redner zeigte auf, wie bedeutungsvoll die durch Stefan von Stengel und Jakob Hemmer 1780 ins Leben gerufene Societas für die Meteorologie gewesen sei, da hier erstmalig einheitliche Beobachtungen meteorologischer Erscheinungen mit gleichen Instrumenten und zu gleichen Terminen an verschiedenen Orten eingeführt wurden. Nur durch solche Beobachtungen können die Verhältnisse in verschiedenen Gegenden und Klimaten miteinander vergleichbar werden. Eine stattliche Zahl Bände, die Ephemeriden der Societas, die dank dem Entgegenkommen des Direktors der Badischen Landesbibliothek im Auditorium aufgelegt werden konnten, enthält die Ergebnisse dieses ersten Beobachtungsnetzes von 39 über Europa, Grönland und Nordamerika verteilten Stationen.

Im Anschluß berichtete Geh. Rat H. Hergesell, allgemein bekannt als Berater des Grafen Zeppelin vor dem Kriege, über den Stand der Vorbereitungen für das kommende internationale Polarjahr 1932/33. Das Polarjahr soll dazu beitragen, unsere Kenntnisse von dem für unser Wetter ausschlaggebenden Austausch der Luftmassen zwischen Pol und Äquator zu erweitern. Die Erforschung der allgemeinen Zirkulation zwischen der kältesten und wärmsten Zone der Erde ist somit erste Aufgabe. Die unwirtlichen Verhältnisse in Arktis und Antarktis bringen es mit sich, daß die dauernde Erhaltung meteorologischer Stationen auf unüberwindliche Schwierigkeiten stößt. Auf Verabredung aller Kulturstaaten wird daher mit beträchtlichen Kosten ein Netz von Stationen um den Pol herum angelegt, das ein Jahr hindurch, ausgerüstet mit allen modernen Instrumenten, Beobachtungen ausführt.

Es ist bedauerlich, daß Deutschland, die anerkannt führende Nation in der Meteorologie, seine Mitarbeit angesichts der gegenwärtigen finanziellen Lage stark einschränken muß. Als Genugtuung ist es aber immerhin anzusehen, daß unter den sechs Männern der Wissenschaft, aus denen sich das Präsidium der „Internationalen Kommission für das Polarjahr 1932/33“

zusammensetzt, ein Deutscher vertreten ist: Geh. Rat Hergesell, gleichzeitig auch Präsident der Internationalen Kommission für die Erforschung der freien Atmosphäre. Kein Berufenerer als er konnte daher über die letzten in Leningrad gefaßten Kommissionsbeschlüsse berichten, die außerordentlich interessante Einzelheiten über die geplanten Arbeiten eröffneten. Unter diesen sei erwähnt, daß für Verwendung von Registrierballonen im Polargebiet besondere Registrierapparate in Slutzk und Lindenberg entwickelt worden sind, die Luftdruck- und Temperaturwerte während des Hochfluges der unbemannten Ballone mittels Radiosender den Empfangsstationen am Boden übermitteln. Diese Erfindung ist außerordentlich wichtig, da das Auffinden der Registrierinstrumente nach der Ballonlandung so gut wie ausgeschlossen ist, eine Anwendung der gewöhnlichen Aufstiegsmethode mittels Registrierungen auf Ruß, wie sie seit Jahren in bewohnten Zonen gebräuchlich ist, somit nicht in Frage kommt.

Unter den übrigen Vorträgen erfreute sich der von Reg.-Rat Dr. Benkendorff gegebene Einblick in die praktische und wissenschaftliche Bedeutung des Flugwetterdienstes bei den Hörern regen Anteils.

Weiter sind zu nennen die Vorträge von Prof. Linke (Frankfurt a. M.) über den Stand der Bioklimatologie, Prof. Holdefleiß (Halle) über Agrarmeteorologie, Dr. Ihne (Darmstadt)

über Pflanzenphänologie, Geh. Rat Schmauß (München) über kolloidchemische Gedanken in der Meteorologie, Dr. Schneider (Weimar) über Wetterdienst für die Elektrizitätswirtschaft, Kurdirektor Loßnitzer (St. Blasien) über das Heilklima der deutschen Mittelgebirge.\*)

Im Anschluß an die Sitzung nahmen die Teilnehmer auf Einladung der Stadt Mannheim noch an einer Vorführung im städtischen Planetarium teil. Hierbei hielt der Leiter des Planetariums, Prof. Dr. Feurstein, einen hochinteressanten Vortrag über meteorologische Studien an der Sonne und den großen Planeten. Außerordentlich eindrucksvoll waren die in vorzüglichen Lichtbildern gezeigten Wirbel auf der Sonnenoberfläche, deren Drehungssinn in gleicher Weise wie bei den irdischen Hoch- und Tiefdruckgebieten für Nord- und Südhalbkugel entgegengesetzt ist.

Als Gesamteindruck aller Vorträge sei zum Schluß hervorgehoben, daß die Tagung der Badischen Gesellschaft für Wetter- und Klimaforschung eine Vortragsfolge bot, aus der man vorzüglichen Einblick in den neuesten Stand der meteorologischen Wissenschaft und ihrer Anwendungen gewinnen konnte.

\*) Wer sich über bestimmte Referate eingehender informieren möchte, der findet in der Zeitschrift für angewandte Meteorologie alle, auch die infolge Zeitmangels nicht mehr gehaltenen Vorträge ausführlich veröffentlicht.

Dr. K. Schmidt.

## Gesetzmäßigkeiten in der Anordnung von Sonnenflecken zu Gruppen.

(Mit einer Abbildung.)

Auf der durch ihre Sonnenfleckenstatistik auch allen Liebhabern bekannten Sternwarte zu Zürich wird seit langem außer der Sammlung und Berechnung der Relativzahlen auch die Beobachtung des Entwicklungszustandes der Sonnenflecken und der in diesen vor sich gehenden Veränderungen betrieben. So hat der jetzige Vorstand der Sternwarte, Prof. Dr. W. Brunner, im Jahre 1910<sup>1)</sup> und erneut 1927<sup>2)</sup> auf hochinteressante Eigenbewegungsphänomene hingewiesen, welche sich innerhalb von Sonnenfleckengruppen abspielen. Das Hauptergebnis seiner Untersuchung ist, „daß die Eigenbewegungen nicht eine zufällige, regellose auftretende Eigenschaft der Flecken einer Gruppe, sondern eine allgemeine Begleiterscheinung bei der Neubildung von Fleckengruppen und auch bei der Teilung von Einzel flecken sind. Der Vorgang steht sicher in naher Beziehung mit der Natur und der Entstehungsweise der Sonnenflecken. Die Ablösung von Flecken von Hofflecken und die divergierenden

Eigenbewegungen erinnern lebhaft an die Ausbildung und Ablösung der Teilminima oder sogenannten sekundären Depressionen, wie sie z. B. in unserer Atmosphäre häufig am südöstlichen oder westlichen Rand der großen Depressionen auftreten, die vom Atlantischen Ozean her über Nordwest- und Nordeuropa ziehen.“

Eine weitere wichtige Erkenntnis haben die Untersuchungen über die Richtung der die zwei Hauptflecken einer bipolaren Gruppe verbindenden Linie erbracht. Im Rahmen einer längeren Aufsatzreihe<sup>3)</sup> der Mount Wilson-Beobachter hat A. H. Joy die Frage behandelt,

<sup>1)</sup> „Beiträge zur Kenntnis gewisser Eigenbewegungen in Sonnenfleckengruppen“ (Abhandlungen der Sternwarte Zürich V).

<sup>2)</sup> „Beispiele von divergierenden Eigenbewegungen bei der Neubildung von Fleckengruppen und bei der Teilung von Einzelflecken“ (Astronomische Mitteilungen Nr. 116, S. 216).

<sup>3)</sup> „The magnetic polarity of sun-spots“ (Astrophys. Journ. Bd. 49, No. 3, 1919).

ob die Neigung der Längsachsen bipolarer Sonnenfleckengruppen gegen den Sonnenäquator etwaige Gesetzmäßigkeiten aufweist. Seine methodischen Untersuchungen stützen sich auf das Beobachtungsmaterial von Carrington und Spörer, welches den Zeitraum von 1856 bis 1893 umfaßt. Wie jeder Sonnenbeobachter aus Erfahrung weiß, liegen die Längsachsen der Fleckengruppen stets fast genau parallel zum Sonnenäquator. Joy findet nun, daß im allgemeinen erstens der im Sinne der Sonnenrotation vorausgehende Hauptfleck dem Aequator näher steht als der folgende Teil, und daß ferner die Neigung der Gruppenachse bei höherer heliographischer Breite der Sonnenflecken größer ist als bei geringerer. Diese Resultate, welche jedoch nur Durchschnittswerte aus einer großen Zahl von Einzelbeobachtungen sind, faßt Joy in einer Tabelle zusammen, welche wir hier in stark gekürzter Form folgen lassen.

Lage der Fleckengruppe in heliographischer Breite	Mittlere Neigung
0°— 4°	3°,7
5 — 9	2 ,4
10 —14	5 ,6
15 —19	5 ,8
20 —24	8 ,7
25 —29	9 ,3
30°—34°	10°,8

Eingehender behandelt Prof. Brunner diese Fragen in einer kürzlich erschienenen Arbeit<sup>4)</sup>. Er verwendet dazu das sehr umfangreiche Material der Sternwarte Zürich aus den Jahren 1894 bis 1928. Die Untersuchung erstreckt sich auf

1. die Abhängigkeit des Neigungswinkels von der heliographischen Breite der betrachteten Gruppe,
2. den Einfluß der Entwicklungsphase, in der sich die Gruppe gerade befindet, und
3. die Verschiedenheit des durchschnittlichen Neigungswinkels im Gebiete des aufsteigenden und des absteigenden Astes der Fleckenhäufigkeitskurve.

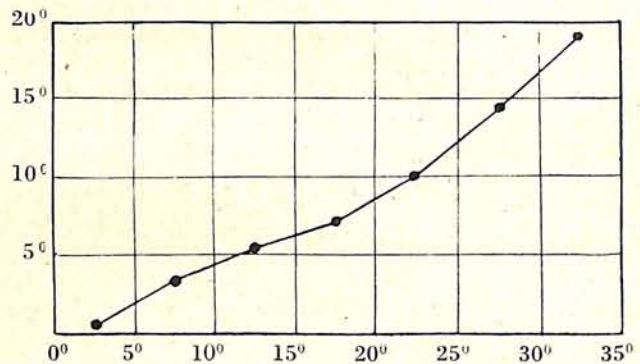
Zunächst zeigt sich, in Uebereinstimmung mit Joy, daß der im Sinne der Sonnenrotation vorangehende Hauptfleck der Gruppe eine geringere heliographische Breite hat, also dem Aequator näher steht als der nachfolgende.

Im einzelnen ergibt sich folgendes Bild:

Zu 1) Das Resultat von Joy wird bestätigt; größerer heliographischer Breite einer Fleckengruppe entspricht eine stärkere Neigung ihrer Längsachse gegen den Aequator. Es geht dies deutlich aus der folgenden Zusammenstellung hervor, die wir, etwas gekürzt, der Brunnerschen Arbeit entnehmen. Sie zeigt außerdem, daß die Neigungswinkel auf der Südhalbkugel stets etwas größer gefunden worden sind als auf der Nordhalbkugel.

Heliogr. Breite	Mittlere Neigung		
	N. Halbkugel	S. Halbkugel	Ganze Sonne
0°— 4°	0°,1	1°,0	0°,6
5 — 9	2 ,5	4 ,8	3 ,6
10 —14	5 ,1	5 ,6	5 ,4
15 —19	6 ,2	7 ,9	7 ,2
20 —24	9 ,7	10 ,1	9 ,9
25 —29	13 ,4	15 ,1	14 ,4
30°—40°	19°,3	18°,4	19°,0
0°—40°	5°,8	7°,0	6°,5

Das Resultat dieser Untersuchung zeigt sich besonders schön in einer Skizze (siehe Abb.), welche die Zahlen der Tabelle graphisch darstellt. Aus ihr ist der gleichmäßige Gang klar ersichtlich, der die Ergebnisse Prof. Brunners vor denjenigen Joys auszeichnet.



Aenderung der durchschnittlichen Neigung der Achse bipolarer Sonnenfleckengruppen mit der heliographischen Breite (Abscisse: heliogr. Breite; Ordinate = mittlere Neigung).

Zu 2) Mit fortschreitender Entwicklungsphase wird die Neigung der Gruppenachse kleiner. Um dies zahlenmäßig untersuchen zu können, teilte Brunner die bipolaren Fleckengruppen nach ihrer Entwicklungsphase in drei Typen ein, derart, daß Typ I die jüngsten, Typ III die ältesten bipolaren Gruppen umfaßt. Aus seiner Arbeit stammen die folgenden Werte, welche sich auf den Zeitraum von 1906 bis 1928 beziehen:

Typ	Neigung der Gruppenachse
I	7°,8
II	6°,5
III	4°,6

Zu 3) Solange sich die Sonnentätigkeit im aufsteigenden Ast der Fleckenhäufigkeitskurve befindet, pflegt die mittlere Neigung der Gruppenachsen etwas größer zu sein als zur Zeit des absteigenden Astes. Im Mittel findet Brunner für die Jahre 1894 bis 1928 für die Zeit

zwischen Maximum und Minimum (absteigender Ast, 1894—1901, 1906—1913, 1917—1923)	6°,3
zwischen Minimum und Maximum (aufsteigender Ast, 1901—1906, 1913—1917, 1923—1928)	7°,0

Dieses Ergebnis war zu erwarten, da es eine logische Folgerung aus 1) ist und durch

<sup>4)</sup> „Gesetzmäßigkeiten in der Anordnung von Sonnenflecken zu Gruppen“ (Astronomische Mitteilungen Nr. 124, S. 67, 1930).

die Verschiedenheit der mittleren Breite der Fleckengruppen während der einzelnen Phasen der Sonnenfleckenperiode bedingt wird.

Man darf nicht übersehen, daß alle hier angegebenen Werte Durchschnittszahlen aus einer sehr großen Reihe von Einzelbeobachtungen darstellen und daß die Streuung der Einzelresultate um die hier gegebenen Mittelwerte recht bedeutend ist.

Diese neuesten Brunnerschen Arbeiten bringen zweifellos für den Sonnenbeobachter

ein hochinteressantes Material und stellen einen wesentlichen Beitrag zur Kenntnis der trotz aller Forschungen und angewandten Beobachtungsarbeit noch immer so rätselhaften Sonnentätigkeitsperiode dar. Zugleich aber beweisen sie von neuem, daß sich auch ohne amerikanische Riesenteleskope mit den verhältnismäßig geringen Mitteln, wie sie uns in Deutschland oder der Schweiz zur Verfügung stehen, wichtige und wertvolle Resultate erzielen lassen.

Dr. W. Sandner.

## Der gestirnte Himmel im Februar und März 1931.

Von Dr. F. S. Archenhold und G. Archenhold.

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

Der Sternenhimmel, den unsere Karten für die Abendstunden darstellen, zeigt noch sein winterliches Gepräge. Die Gruppe der Wintersternbilder ist im März ganz in den südwestlichen Quadranten hinübergerückt, und ihr Untergang erfolgt im Laufe der Nacht zu immer früherer Stunde. Am östlichen Himmel verkünden die höher steigenden Sternbilder das Kommen der wärmeren Jahreszeit. Wir sehen dort Arktur im Bootes und Spika in der Jungfrau als hellste Sterne.

Besonders günstig sind die beiden Monate zur Beobachtung des zunehmenden Mondes und der am Abendhimmel stehenden Planeten, weil infolge der steilen Stellung der Ekliptik zum Horizont die Höhe der in ihrer Nähe einherziehenden Wandelsterne nach Sonnenuntergang einen relativ großen Betrag erreicht. Auch das abendliche Zodiakallicht ist im Februar und März am günstigsten zu sehen. Es ist dies ein Lichtgebilde von außerordentlicher Zartheit. Seine Helligkeit erreicht oder übertrifft zwar häufig die Helligkeit der Milchstraße, aber es ist zu bedenken, daß das Zodiakallicht stets auf dem von der abendlichen Dämmerung noch schwach erhellten Himmelsgrunde zu sehen ist. Bei klarem Himmel und durchsichtiger Luft ist es auch in unseren Breiten gut sichtbar, besonders dann, wenn man seinen Beobachtungspunkt so wählt, daß keine künstliche Beleuchtung am westlichen Horizont störend wirkt. Von besonderem Interesse ist die Bestimmung der Lage der Lichtspitze des Zodiakallichts, dessen Umgrenzung annähernd die Gestalt eines Dreiecks hat. Die Lichtspitze oder überhaupt die Symmetrieachse des Lichtscheins fällt nämlich nicht immer genau mit dem Tierkreis zusammen. Dies konnte neuerdings auch von Dr. Rolf Müller durch photometrische Messungen an photographischen Aufnahmen festgestellt werden, die er auf der ehemaligen deutschen Beobachtungsstation in La Paz (Bolivien) her-

gestellt hatte. Diese Beobachtungsstation, auf der vor allem Spektralaufnahmen des Südhimmels gemacht worden sind, lag in einer geographischen Breite von  $-16\frac{1}{2}^{\circ}$  und in einer Höhe von 3636 m über dem Meeresspiegel. Da in der Aequatorzone die Ekliptik stets eine steile Lage zum Horizont hat, so ist dort das Zodiakallicht fast das ganze Jahr hindurch sichtbar. Die große Reinheit der Luft in dem hochgelegenen Beobachtungsort trug zum Erfolg der Aufnahmen bei. Bei allen 6 untersuchten Aufnahmen aus dem Juli und August 1929 fällt die

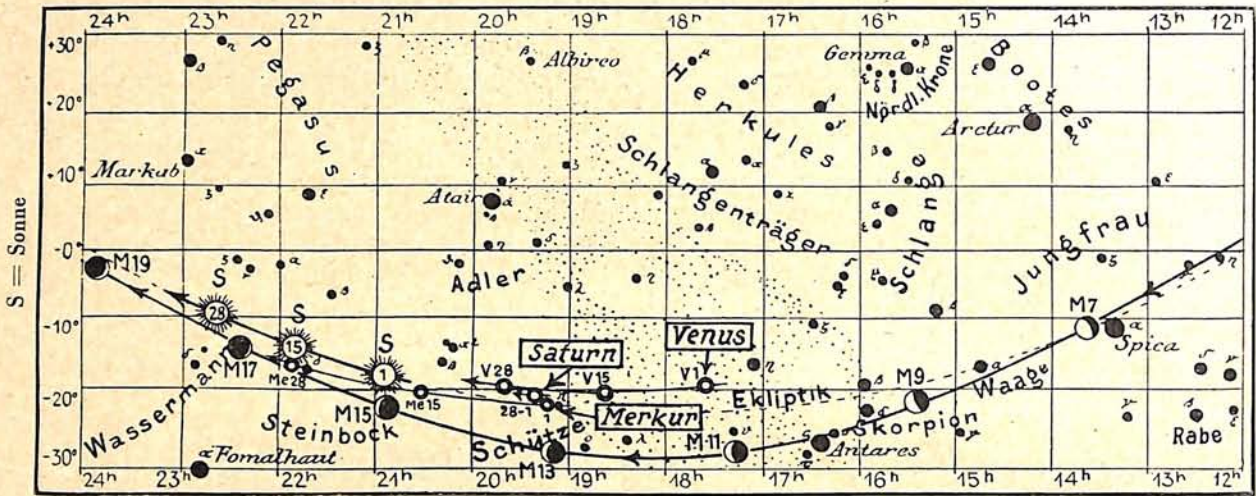


Abb. 1. Das Zodiakallicht.  
Photographische Aufnahme von Fr. Buser, Arosa, am  
21. März 1927 (20<sup>h</sup>9<sup>m</sup> — 20<sup>h</sup>21<sup>m</sup>).



Abb. 2a.

Lauf von Sonne, Mond und Planeten



Lichtachse des Zodiakallichts nicht genau mit der Ekliptik zusammen. Die photographisch-photometrische Methode dürfte geeignet sein, die noch durchaus unzureichenden Kenntnisse über die Natur der Erscheinung wesentlich zu erweitern. Auch in Europa lassen sich gut photographische Aufnahmen des Zodiakallichts anfertigen; z. B. hat Buser in Arosa sehr schöne Zodiakallichtaufnahmen gemacht. Mit der gütigen Erlaubnis des Herausgebers der Astronomischen Nachrichten, Herrn Prof. Kobold, können wir hier eine Zodiakallichtaufnahme wiedergeben. Sie ist von Herrn Buser mit einem Ernststar-Objektiv 1 : 1,8, das eine Brennweite von  $16\frac{1}{2}$  cm hat, bei einer Belichtungszeit von 12 Minuten erhalten worden. Da die Kamera feststand, so haben die Sterne kurze Striche auf dem Bilde erzeugt. Die auffallende Sterngruppe in der oberen Hälfte des Bildes sind die Plejaden. — Es ist zu hoffen, daß durch die Zuhilfenahme der Photographie und exakte Messungen bald Klarheit über den Ursprung des Zodiakallichts gewonnen werden kann.

Im Februar und März sind die Lichtminima des veränderlichen Algol zu folgenden Zeiten zu beobachten:

Februar	9.	6 <sup>h</sup>	März	7.	1 <sup>h</sup>
"	12.	3	"	9.	22
"	15.	0	"	12.	19
"	17.	21	"	27.	3
"	20.	17 <sup>h</sup>	"	30.	0 <sup>h</sup>

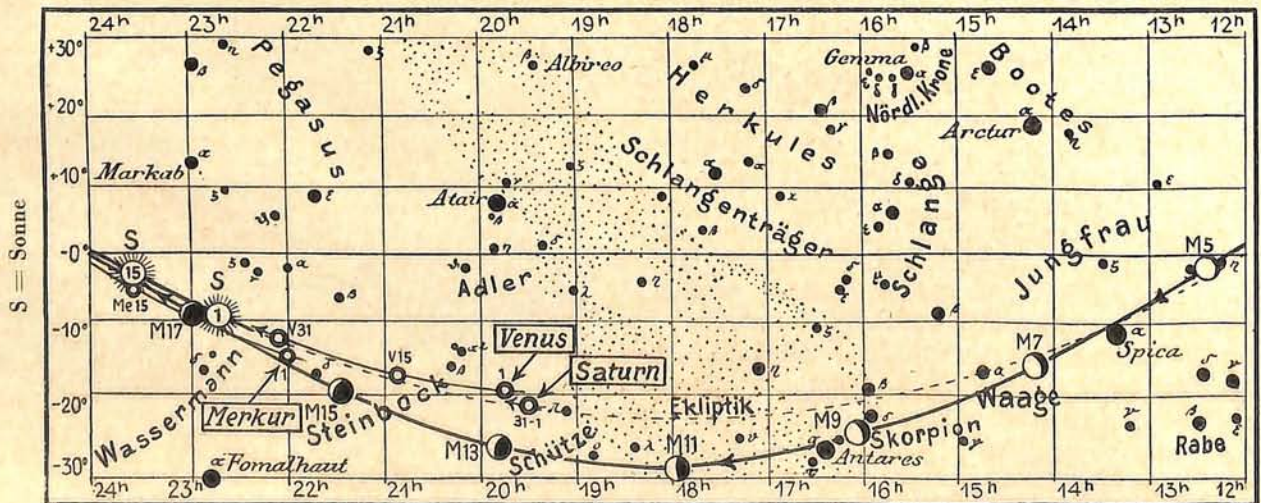
### Die Planeten.

Merkur durchwandert in den beiden Monaten Februar und März ein volles Viertel des Tierkreises. Er gelangt aus dem Sternbild des Schützen bis an die Umgrenzung des Widders. Dabei überholt er am 16. März die nicht so schnell laufende Sonne. Für das bloße Auge ist Merkur nur in den beiden ersten Tagen des Februar am Morgenhimmel und in den letzten Märztagen am Abendhimmel sichtbar. Am 31. März beträgt seine Sichtbarkeitsdauer 20 Minuten; sie nimmt Anfang des Monats April, der uns die günstigste abendliche Sichtbarkeitsperiode des Jahres bringt, noch weiter zu.

Venus bleibt weiterhin Morgenstern. Ihre Sichtbarkeitsdauer nimmt allmählich von  $2\frac{1}{2}$

Abb. 3a.

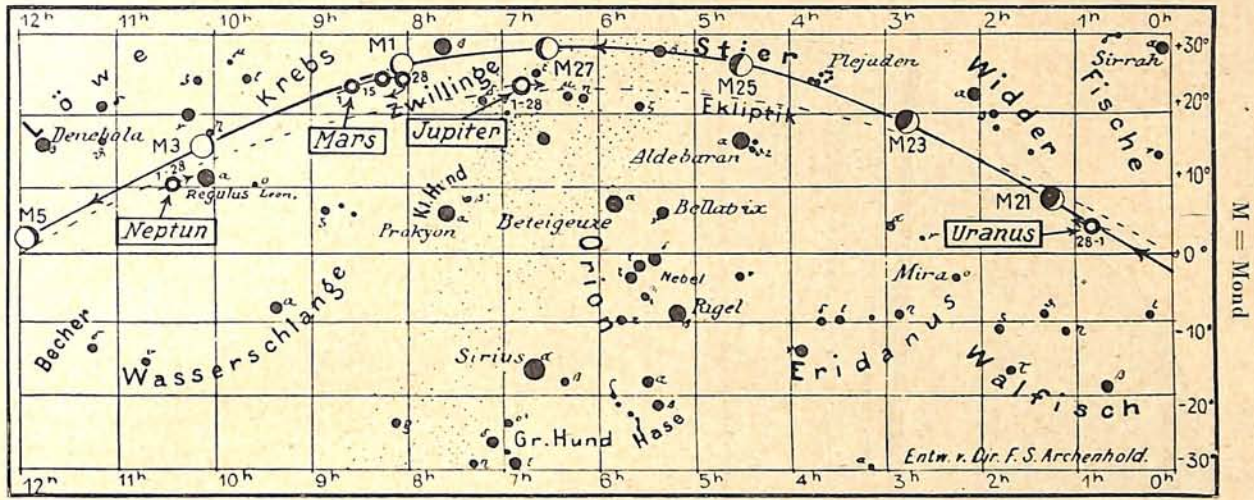
Lauf von Sonne, Mond und Planeten



für den Monat Februar 1931.

Abb. 2b.

Nachdruck verboten.



Stunden auf 30 Minuten ab. Am Morgen des 25. Februar geht sie an Saturn vorbei.

Mars bewegt sich nur langsam im Sternbild des Krebses. Am 9. März geht seine rückläufige Bewegung wieder in die rechtläufige über. Er ist vom Eintritt der Dunkelheit an bis in die frühen Morgenstunden hinein sichtbar. Im Meridian befindet er sich Anfang Februar um Mitternacht, Ende Februar um 21<sup>3</sup>/<sub>4</sub>h und Ende März um 19<sup>3</sup>/<sub>4</sub>h. Sein Abstand von der Erde wächst von 100 Millionen km auf über 150 Millionen km an. Dementsprechend geht sein scheinbarer Durchmesser von 14'' auf 9'' zurück.

Jupiter, der in den Zwillingen steht, ist anfangs fast die ganze Nacht, zuletzt noch bis 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>h morgens, sichtbar. Er wird am 7. März rechtläufig. Die Stellungen und Verfinsterungen seiner vier hellen Monde geben wir in den nachstehenden Tabellen an. Besonders möchten wir darauf hinweisen, daß am 14. Februar von 21<sup>h</sup>51<sup>m</sup> bis 24<sup>h</sup>6<sup>m</sup> keiner der hellen Monde neben dem Jupiter sichtbar ist. Der I. Mond steht während dieser Zeit vor der Jupiterscheibe, der II. verschwindet bereits um 20<sup>h</sup>29<sup>m</sup> hinter der

Scheibe und taucht erst am 15. um 1<sup>h</sup>1<sup>m</sup> aus dem Jupiterschatten wieder auf, der III. ist von 21<sup>h</sup>24<sup>m</sup> bis 24<sup>h</sup>49<sup>m</sup> verfinstert, und der IV. befindet sich von 21<sup>h</sup>24<sup>m</sup> bis 24<sup>h</sup>20<sup>m</sup> vor der Scheibe. Es kommt nur sehr selten vor, daß wie in diesem Falle während mehrerer Stunden keiner der Monde sichtbar ist.

Verfinsterungen			Stellungen			
Febr.	M. E. Z. h m	Mond	Febr.	23 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> M. E. Z.	Febr.	23 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> M. E. Z.
1	18 23	I A	1	40 123	15	40 123
6	20 03	IV E	2	421 03	16	412 03
6	23 16	IV A	3	42 031	17	42 031
7	1 50	I A	4	431 02	18	431 02
7	20 49	III A	5	34 01	19	43 021
7	22 26	II A	6	23 04	20	4321 0
8	20 18	I A	7	1 0234	21	4 0
14	3 45	I A	8	0 1234	22	4 023
14	21 24	III E	9	21 034	23	21 043
15	0 49	III A	10	2 0314	24	2 0134
15	1 01	II A	11	31 024	25	31 024
15	22 14	I A	12	3 0214	26	3 0124
22	1 24	III E	13	231 04	27	321 04
22	3 36	II A	14	0 0	28	23 014
23	0 09	I A				
24	18 38	I A				

E = Eintritt, A = Austritt

für den Monat März 1931.

Abb. 3b.

Nachdruck verboten.

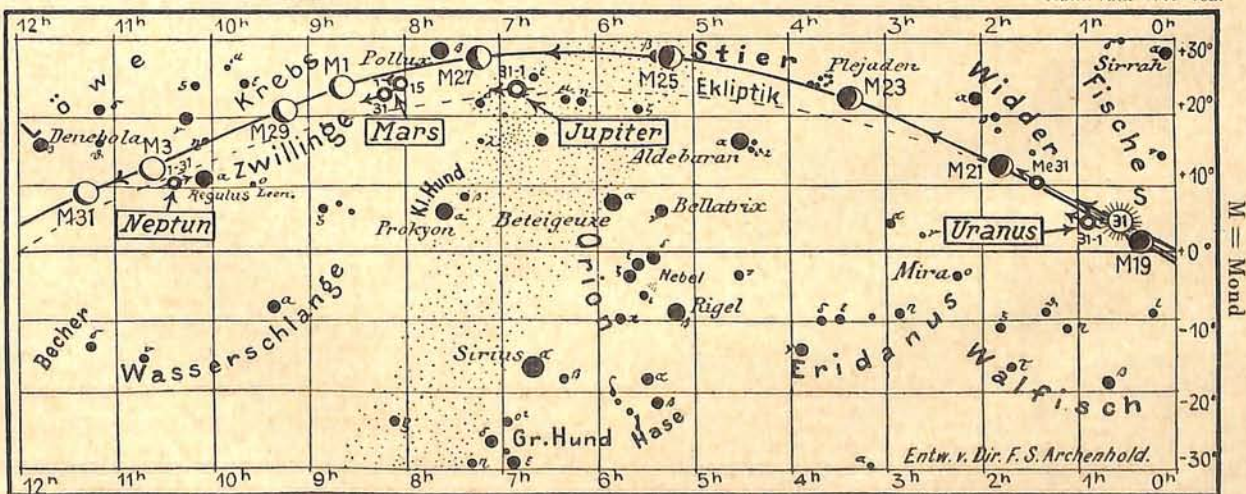
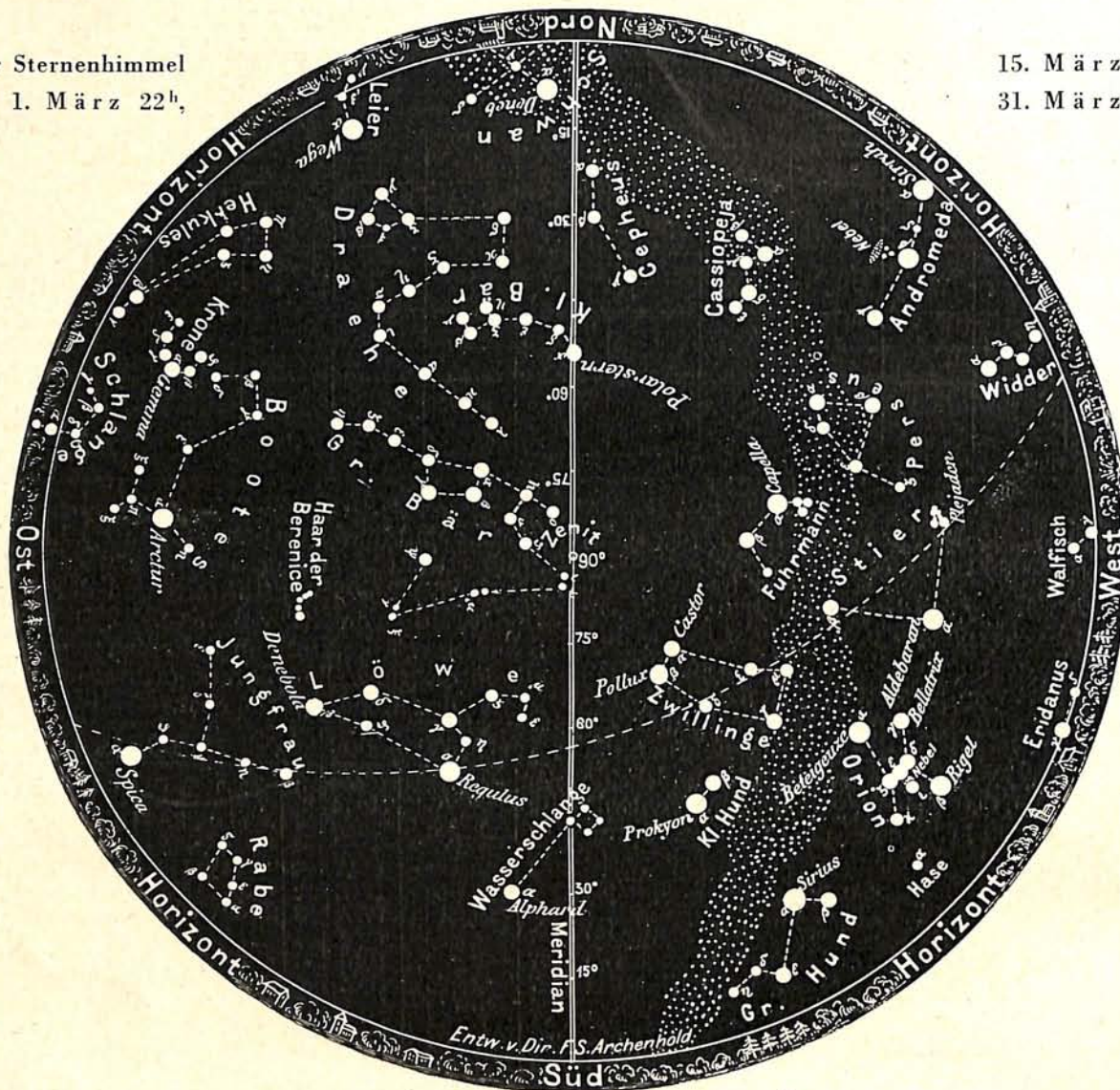


Abb. 4.

Der Sternenhimmel  
am 1. März 22<sup>h</sup>,

15. März 21<sup>h</sup>,  
31. März 20<sup>h</sup>.



(Polhöhe 52° 1/2')

Verfinsterungen			Stellungen				
März	M. E. Z.		Mond	März	23 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> M. E. Z.	März	23 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> M. E. Z.
	h	m					
2	2	05	I A	1	○ 234	17	2 ○ 34
3	20	34	I A	2	12 ○ 43	18	1 ⊙ 4
4	19	29	II A	3	24 ○ 13	19	3 ○ 412
10	22	29	I A	4	413 ○ 2	20	3412 ○
11	22	04	II A	5	43 ○ 12	21	432 ○ 1
18	0	25	I A	6	4321 ○	22	41 ○ 32
19	0	40	II A	7	423 ○ 1	23	4 ○ 123
19	18	54	I A	8	41 ○ 32	24	42 ○ 3
22	20	54	III A	9	4 ⊕ ⊙ 3	25	4 ○ 13
25	2	21	I A	10	42 ○ 13	26	43 ○ 12
26	20	49	I A	11	13 ○ 2	27	3412 ○
29	2	13	IV E	12	3 ○ 124	28	32 ○ 41
29	21	26	III E	13	321 ○ 4	29	1 ○ 24
30	0	54	III A	14	32 ○ 14	30	○ 1234
	E = Eintritt			15	1 ○ 324	31	21 ○ 34
	A = Austritt			16	○ 1234		

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

Saturn, im Schützen, taucht am 4. Februar am Morgenhimmel auf. Seine Sichtbarkeitsdauer steigert sich langsam auf 1 Stunde 23 Minuten am 31. März.

Uranus, in den Fischen, ist nicht mehr so günstig zu beobachten wie in den vorhergehenden Monaten. Am 15. Februar ist er in Rekt. = 0<sup>h</sup>47<sup>m</sup>,8 und Dekl. = + 4°26' zu finden.

Neptun gelangt am 24. Februar in Opposition zur Sonne und ist daher während der ganzen Nacht gut aufzusuchen. Sein Meridiandurchgang erfolgt Anfang Februar um 2<sup>h</sup> morgens, Ende März kurz vor 22<sup>h</sup>. Wir lassen seine Ephemeride folgen:

Febr.	Rekt.		Dekl.		Rekt.		Dekl.
	h	m			h	m	
4.	10	28,3	+ 10 22	März	8.	10 25,0	+ 10 42
"	12.	10 27,5	10 27	"	16.	10 24,2	10 47
"	20.	10 26,6	10 32	"	24.	10 23,4	10 51
"	28.	10 25,8	+ 10 37	Apr.	1.	10 22,7	+ 10 55

Pluto ist in kleinen Fernrohren nicht sichtbar, weshalb wir über ihn an dieser Stelle nicht

weiter berichten wollen. Seine Umlaufszeit um die Sonne ist jetzt auf 248 Jahre und 10 Monate bestimmt worden.

Der Sonne schnelles Emporsteigen in der Ekliptik macht sich uns durch die schnelle Zunahme der Tageslänge deutlich bemerkbar. Am 1. Februar scheint sie nur 9 Stunden über unserem Horizont, am 31. März sind es dagegen fast 13 Stunden. Am 21. März um 15<sup>h</sup> beginnt der astronomische Frühling mit dem Moment, in dem die Sonne den Himmelsäquator überschreitet. Der Punkt, in dem sie dann steht, heißt Frühlingspunkt. Durch ihn wird der Nullpunkt für alle Längenangaben am Himmel bestimmt, genau wie auf der Erde Greenwich der Ausgangspunkt für die geographischen Längenangaben ist. Der Frühlingspunkt selbst wandert infolge der Präzession unter den Sternbildern. In unserem Zeitalter liegt er im Sternbild der Fische, während er vor Jahrtausenden im Sternbild des Stiers und dann in dem des Widders sich befunden hatte.

Die Sonne geht in Berlin zu folgenden Zeiten auf und unter:

	Aufgang	Untergang
Febr. 1.	7 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup>	16 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup>
„ 15.	7 24	17 17
März 1.	6 55	17 43
„ 15.	6 23	18 9
„ 31.	5 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	18 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup>

Weitere wichtige Angaben finden sich in obestehender Tabelle.

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

Tag	Name	Gr.	Rekt. 1931		Dekl. 1931		Phase	Zeiten für Berlin M. E. Z.		Win- kel	Mond- alter	Hilfsgrößen	
			m	h m	o /	h m		o	d			a	b
Feb. 4.	37 Leonis	5,5	10	13,0	+14	4	A	4	56,5	294	16,4	-0,6	-1,7
„ 8.	86 Virginis	5,6	13	42,3	-12	5	A	1	39,5	7	20,2	+0,7	-2,5
„ 10.	42 Librae	5,0	15	36,2	-23	36	A	6	33,5	318	22,4	-1,1	-0,5
Mz. 1.	c Geminorum	5,5	7	39,9	+25	57	E	3	15,5	84	11,6	-0,1	-1,3
„ 9.	64 G. Librae	5,8	15	12,4	-22	9	A	3	43,5	271	19,6	-1,6	+0,3
„ 23.	ζ Arietis	4,8	3	10,9	+20	47	E	19	50,0	42	4,5	-0,8	-0,0
„ 27.	47 Geminorum	5,6	7	7,1	+26	58	E	23	23,5	180	8,6	-	-
„ 29.	λ Cancri	5,9	8	16,4	+24	14	E	2	16,0	70	9,8	-0,1	-1,2
„ 31.	37 Leonis	5,5	10	13,0	+14	4	E	2	10,5	112	11,7	-0,3	-1,7

E = Eintritt, A = Austritt.

### Bemerkenswerte Konstellationen.

Febr. h

- 20 Merkur in Konjunktion mit Saturn.
- 23 Venus in größter westl. Abweichung 46°55'.
- 12 Mars in Konjunktion mit dem Monde (Mars 19' südlich).
- 10 Neptun in Konjunktion mit dem Monde.
- 9 Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 7 Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- 16 Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- 10 Uranus in Konjunktion mit dem Monde.
- 1 Neptun in Opposition zur Sonne.
- 3 Venus in Konjunktion mit Saturn (Venus 1°43' nördlich).
- 6 Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.

März

- 11 Mars in Konjunktion mit dem Monde.

März h

- 20 Neptun in Konjunktion mit dem Monde.
- 9 Jupiter stationär.
- 5 Mars stationär.
- 17 Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- 6 Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 1 Merkur in oberer Konjunktion mit der Sonne.
- 17 Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- 19 Uranus in Konjunktion mit dem Monde (Uranus 43' südlich).
- 15 Sonne tritt in das Zeichen des Widders; Frühlingsanfang.
- 8 Merkur in Konjunktion mit Uranus.
- 15 Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- 23 Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- 6 Neptun in Konjunktion mit dem Monde.

Datum	Rektasz. 0 <sup>h</sup> Weltzeit		Deklin. 0 <sup>h</sup> Weltzeit		Sternzeit Berlin.Mittag		Zeitgleichg. wahre minus mittlere Zeit	
	h	m	o	'	h	m	m	s
Febr. 1.	20	54,5	-17	26	20	42,8	-13	38
„ 5.	21	10,8	16	17	20	58,5	14	5
„ 10.	21	30,8	14	44	21	18,3	14	21
„ 15.	21	50,5	13	5	21	38,0	14	19
„ 20.	22	9,9	11	20	21	57,7	13	58
„ 25.	22	29,0	9	32	22	17,4	13	20
„ 28.	22	40,3	8	24	22	29,2	12	50
März 1.	22	44,1	8	2	22	33,2	12	38
„ 5.	22	59,0	6	30	22	48,9	11	48
„ 10.	23	17,5	4	34	23	8,6	10	36
„ 15.	23	35,9	2	36	23	28,4	9	16
„ 20.	23	54,2	-	0 38	23	48,1	7	49
„ 25.	0	12,4	+	1 21	0	7,8	6	19
„ 30.	0	30,6	+	3 18	0	27,5	-	4 48

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

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Vollmond:	Febr. 3.	1 <sup>h</sup> 1/4	März 4.	11 <sup>h</sup> 1/2
Letztes Viertel:	„ 9.	17 <sup>h</sup> 1/4	„ 11.	6 <sup>h</sup> 1/4
Neumond:	„ 17.	14 <sup>h</sup> 1/4	„ 19.	8 <sup>h</sup> 3/4
Erstes Viertel:	„ 25.	17 <sup>h</sup> 3/4	„ 27.	6 <sup>h</sup>

Am 3. Februar und 4. März steht der Mond in Erdnähe. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt an diesen beiden Tagen 33'25" und 33'33", die Horizontalparallaxe 61'13" bzw. 61'29". In Erdferne steht der Mond am 18. Februar und 17. März mit einem scheinbaren Durchmesser von 29'27" und einer Horizontalparallaxe von 53'57" bzw. 53'56".

## AUS DEM LESERKREISE

### Warum dreht sich die Erde?

Von Heinrich Schwarzbach.

Eines der größten Rätsel, welches seit den Zeiten des Kopernikus den Menschegeist beschäftigt, ist die Erklärung des Ursprunges der Planetenbewegungen. Es konnte bisher festgestellt werden, warum sich die Planeten in elliptischen Bahnen um die Sonne bewegen; wodurch aber diese Bewegung entstand, konnte bisher noch in keiner Weise erklärt werden.

Die stete Erweiterung unserer Kenntnisse über die Nebelflecke des Weltraumes, sowie die Erkennung der sich im Allerkleinsten abspielenden Vorgänge gestatten uns jedoch, auch auf den Ursprung der Weltkörperbewegungen Schlüsse zu ziehen.

Es gilt heute als wahrscheinlich, daß sich die Weltkörper aus Nebelflecken entwickeln. Während dieser Entwicklung erhalten auch die aus dem Nebel entstandenen Weltkörper ihre Bewegung, welche sie dann dauernd beibehalten. Es fällt also die Entstehung der Bewegung dieser Körper mit ihrer Entstehung aus dem Urnebel zusammen. Wo aber ist der Ursprung der Bewegung zu suchen?

Es besteht heute die Auffassung, daß bereits das Atom im Zusammenhange mit einer Bewegung steht. Man nimmt an, daß das Atom aus einem Kerne besteht, um welches Elektronen kreisen. Wenn auch über die Art dieser denkbar kleinsten Teilchen lediglich Mutmaßungen entstehen, so gilt doch das Vorhandensein der Bewegung selbst durch die Ergebnisse der neueren Atomforschung als erwiesen.

Es ist nun anzunehmen, daß in einem Urnebel des Weltraumes die Atome nicht von Anfang an vorhanden sind, sondern der Urnebel besteht lediglich aus den kreisenden Bausteinen der Atome, und erst mit der zunehmenden Verdichtung des Nebels entwickeln sich die Atome, wobei erst die leichteren und später die schweren Atome entstehen dürften. Während dieser Atombildung entstehen auch jene Bewegungen, welche zu der Entwicklung eines Sonnensystems oder einer Sterngruppe führen.

Wir können nicht annehmen, daß diese Bewegungen durch äußere Einflüsse wie z. B. durch Zusammenstöße entstehen. Ich wäre eher geneigt, anzunehmen, daß diese Bewegungen durch Energien, welche in dem Ur-

nebel schon vorhanden sind, hervorgerufen werden; z. B. durch die Uebertragung der Bewegung, welche die allerkleinsten Teilchen ausführen.

Wir wollen also in dieser Richtung Untersuchungen anstellen. Vorerst gilt es festzustellen, ob in der Mechanik eine Uebertragung der Bewegung überhaupt nachweisbar ist.

Zu unserem ersten Versuch verwenden wir eine Taschenuhr. In dieser befindet sich ein kleines Rädchen in steter Vor- und Rückbewegung. Wäre es nicht möglich, daß die Bewegung dieses Rädchens einen Einfluß auf die gesamte Uhr ausübt?

Um dasselbe festzustellen, schlagen wir einen möglichst schwachen Nagel in die Wand ein und hängen eine Taschenuhr mit ihrem Ringe an den Nagel auf, also ohne Verwendung eines Bindfadens. Die Uhr muß frei hängen und darf nicht etwa mit ihrer Rückseite die Wand berühren. Nach einiger Zeit können wir feststellen, daß tatsächlich die Uhr kleine Pendelbewegungen ausführt. Hängen wir anstatt der Taschenuhr eine Weckeruhr mit ihrem Ringe freischwebend an den Nagel, so sind die Pendelbewegungen noch deutlicher sichtbar, denn sie betragen bei einer guten Weckeruhr mehrere Millimeter. Es findet also tatsächlich eine Uebertragung der Bewegung der Unruhe statt.

Einen anderen Versuch machte ich mit zwei in einen Rahmen montierten Kugeln, bei denen sich gleichfalls die Bewegung der Kugeln auf den ganzen Rahmen überträgt. (Der angeführte Versuch bildet eine experimentelle Bestätigung des Gesetzes von der Erhaltung der Energie [Drehungsmomente], so daß die Erscheinung auch mit der Theorie im Einklang steht. Die Schriftleitung.)

Uebertragen wir die aus diesen Versuchen gewonnene Erkenntnis auf die Vorgänge im Weltall, so finden wir die Möglichkeit der Annahme bestätigt, daß sich aus den rotierenden Urteilchen im Laufe der Zeit die Bewegungen und Drehungen der Himmelskörper herausbilden können. Wegen Platzmangels kann dies hier jedoch im einzelnen nicht dargelegt werden. Es sei nur erwähnt, daß man in einem bestimmten Teil des Nebels von vornherein ein Drehmoment nach einer Richtung voraussetzen muß.

## KLEINE MITTEILUNGEN

**Neues über den großen sibirischen Meteorfall.** Der am 30. Juni 1908 in Sibirien erfolgte Niedergang eines Meteors stellt das gewaltigste Ereignis dieser Art dar, das sich in historischer Zeit auf unserm Erdball abgespielt hat. Wir haben darüber im „Weltall“, Jg. 28, Heft 10/11, an Hand zahlreicher Bilder ausführlich berichten können. Bereits im Juliheft des Jahres 1908 findet sich die Beschreibung von außergewöhnlichen Lichterscheinungen am

30. Juni jenes Jahres. Wir wissen heute, daß diese auffallenden Dämmerungserscheinungen und leuchtenden Nachtwolken mit dem sibirischen Meteor im Zusammenhang stehen. Neuerdings sind nun die von den empfindlichen Barographen in England und Deutschland aufgezeichneten Luftdruckkurven jenes Tages genauer untersucht worden, und es hat sich herausgestellt, daß diese Barographen alle eine Luftdruckwelle verzeichnet haben.

Der Ausschlag des Potsdamer Instrumentes beträgt 0,57 mm. Die Störung erstreckt sich etwa über eine halbe Stunde. Aus dem Zeitpunkt des Beginns der Störungen ergibt sich, daß sich die Luftdruckwelle mit einer Geschwindigkeit von 323 m in der Sekunde, also mit Schallgeschwindigkeit, fortgepflanzt hat. Mehr als 5700 km hat sie zurückgelegt; die Potsdamer Messungen scheinen sogar eine Welle anzudeuten, die den viel längeren Weg über den Antipodenpunkt genommen hat. Die verheerende Wirkung des Meteorfalls an Ort und Stelle ist uns durch den früheren Bericht von Prof. Kulik bereits geschildert worden. Dort war auch eine neue Expedition zum Fallort des Meteors erwähnt worden. Diese ist inzwischen beendet worden, hat aber nicht den erwarteten Erfolg gehabt. Obgleich einige der Einschlagslöcher bis zu einer Tiefe von 9 m untersucht worden sind, ist nichts Auffallendes gefunden worden. In den unwirtlichen Wäldern Sibiriens ist es schwer, mit einer besseren Ausrüstung, die ein tieferes Eindringen in den gefrorenen Boden ermöglichen würde, vorwärts zu kommen. Das Meteor — oder die verschiedenen Stücke, die etwa ein Dutzend Einschlagstrichter gebildet haben — wird sich wahrscheinlich tief in den Erdboden eingegraben haben. Trotzdem darf man wohl hoffen, daß in den kommenden Jahren vielleicht doch Stücke des Meteorriesen aufgefunden werden. Möglicherweise könnten sich dann auch Anhaltspunkte dafür ergeben, ob das Meteor erst in der Erdatmosphäre zerplatzt ist, oder ob es bereits aus mehreren Stücken bestand, als es in die Luft hülle der Erde eintrat. Vor allem würde sich dann die Fallrichtung genau bestimmen lassen, so daß darüber entschieden werden könnte, ob das Meteor ein Teil des Pons-Winneckeschen Kometen ist, der in jenen Tagen der Erde nahe war.

G. A.

**Kleine Planeten im Februar 1931.** Von den im Februar in Opposition zur Sonne gelangenden Planetoiden sind außer Eros noch Pallas, Eunomia und Amphitrite heller als 9. Größe. Insbesondere ist Pallas, der zweite aufgefunden kleine Planet, sehr hell, da sie einem Stern 6.6. Größe gleichkommt. Sie wandert nordwärts aus der Wasserschlange in den Sextanten. Wir lassen nachstehend die Ephemeriden der genannten Planeten folgen. Im März gelangt kein hellerer Planetoid in Opposition zur Sonne.

(29) *Amphitrite*

	Rekt.	Dekl.
Jan. 27.	9 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup>	+ 23° 53'
Febr. 4.	9 2	24 14
	12. 8 54	24 27
	20. 8 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup>	+ 24° 30'

Opposition Febr. 3.  
Größe Helligkeit 9<sup>m</sup>,0.

(15) *Eunomia*

	Rekt.	Dekl.
Jan. 27.	10 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup>	+ 1° 38'
Febr. 4.	10 4	1 37
	12. 9 56	1 45
	20. 9 48	2 1
	28. 9 41	2 22
März 8.	9 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup>	+ 2° 45'

Opposition Febr. 25.  
Größe Helligkeit 8<sup>m</sup>,9.

(2) *Pallas*

	Rekt.	Dekl.
Jan. 27.	10 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup>	— 18° 12'
Febr. 4.	10 31	16 26
	12. 10 27	14 7
	20. 10 21	11 16
	28. 10 16	8 2
März 8.	10 10	4 33
	16. 10 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup>	— 1° 2'

Opposition Febr. 23.  
Größe Helligkeit 6<sup>m</sup>,6.

Die Eros-Ephemeride geben wir wegen der schnellen Bewegung wieder für jeden zweiten Tag an:

(433) *Eros*

Febr.	Rekt. h m	Dekl. °	Febr.	Rekt. h m	Dekl. °
1.	10 19,6	— 4 46	15.	9 59,5	—17 24
3.	10 17,1	6 52	17.	9 56,5	18 44
5.	10 14,4	8 53	19.	9 53,6	19 37
7.	10 11,5	10 48	21.	9 50,7	21 2
9.	10 8,6	12 38	23.	9 48,1	22 0
11.	10 5,6	14 20	25.	9 45,6	22 52
13.	10 2,5	—15 59	27.	9 43,3	—23 36

Opposition Febr. 17.  
Helligkeit schwankend.

G. A.

**Das Marsbild Anfang Januar 1931.** Die anhaltend ungünstige Witterung gegen Ende des vergangenen und zu Beginn des neuen Jahres ließen nur wenige Beobachtungen des jetzt in Opposition stehenden Nachbarplaneten Mars zu. Diese lassen jedoch erkennen, daß das Marsbild auch in mittelgroßen Fernrohren viele Einzelheiten zeigt, da bei dem hohen Stande des Planeten starke Vergrößerungen angewendet werden können. Die nördliche Polarkappe erscheint leuchtend weiß. Sie hat noch eine beträchtliche Ausdehnung und ist sehr deutlich zu erkennen, weil sie der Erde zugewandt ist. Dagegen erscheinen die dunklen Gebilde der Südhalbkugel einschließlich der Großen Syrte in starker Verkürzung und zeigen sich dem Auge nicht so deutlich wie in den letzten Marsoppositionen. Auf der nördlichen Halbkugel, die nicht so ausgedehnte dunkle Flächen zeigt wie die südliche, zeichnen sich Trivium Charontis und Cerberus durch große Deutlichkeit aus.

G. Archenhold.

**Die heliozentrischen Längen der großen Planeten für 1931.** Wie für die vergangenen Jahre (Das Weltall Jg. 28, Seite 115 und Jg. 29, S. 71) seien hier auch für das laufende Jahr die heliozentrischen Längen der Planeten mitgeteilt. Sie sollen dem Leser ein Hilfsmittel zur Anfertigung einer Skizze sein, die die Stellung der Planeten im Kopernikanischen System darstellt.

	Merkur	Venus	Erde	Mars
Januar 1.	73°	123°	100°	115°
Februar 1.	218	174	131	129
März 1.	298	219	159	141
April 1.	86	268	190	155
Mai 1.	221	315	220	168
Juni 1.	311	5	250	182
Juli 1.	104	53	278	195
August 1.	233	103	308	210
September 1.	325	153	338	225
Oktober 1.	128	201	7	240
November 1.	244	251	38	257
Dezember 1.	337°	299°	68°	273°

	Jupiter	Saturn	Uranus	Neptun
Januar 1.	105°	284°	14°	154°
April 1.	112	287	15	155
Juli 1.	120	290	16	155
Oktober 1.	127°	292°	17°	156°

**Lösung des Silbenrätsels aus Heft 2.** Die Anfangs- und Endbuchstaben ergeben: Johannes Kepler. Die Wörter bedeuten: 1. Jupiter. 2. Objektivlinse. 3. Hyperbel. 4. Ablesemikroskop. 5. Nachtgleiche. 6. Nebelfleck. 7. Enceladus.

**Astronomisches Silbenrätsel.**

a — ap — bun — de — die — enk — er — ga —  
gi — gung — i — in — ke — me — ment — mond —  
nei — nep — neu — o — pa — rat — re — ri — sen —  
si — ster — stri — strier — stru — tun — us — weg

Aus vorstehenden 33 Silben sind zwölf Wörter zu bilden, deren Anfangs- und Endbuchstaben, beide von oben nach unten gelesen, den sich von Vers zu Vers

wiederholenden Schluß eines bekannten Gedichtes von Chamisso ergeben.

Bedeutung der einzelnen Wörter: 1. Verfasser einer Himmelskunde, 2. wissenschaftliches Gerät, 3. Astronom, 4. heller Fixstern, 5. Name eines Sternnebels, zugleich griechischer Buchstabe, 6. Planet, 7. Mondphase, 8. Planet, 9. Begründer der Spektralanalyse, 10. Instrument, 11. kleiner Planet, 12. Eigenschaft einer Planeten- oder Kometenbahn.

**BÜCHERSCHAU\*)**

**Henseling, Robert: Astronomie für Alle.** Einführung in die Astronomie. 471 S. mit 485 Abb. im Text und auf Tafeln. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1927/1929. Pr. geb. 20 M.

Das vorliegende Buch ist eine populäre Einführung in die Astronomie. Es ist mit zahlreichen Abbildungen und Tafeln versehen, die das im Text Gebotene veranschaulichen. Beim Leser wird ein tieferes Interesse für die Astronomie vorausgesetzt, und es wird von ihm besonders in den mehr physikalischen Abschnitten ein Einfühlen in die fachliche Ausdrucksweise verlangt. Trotz seines Umfangs konnte in dem Werk natürlich nicht alles Wissenswerte vollständig zur Darstellung gebracht werden, doch ist es sehr geeignet, zur Verbreitung astronomischer Kenntnisse beizutragen.

**Sallaberger, Marian: Sonnenuhren.** Anleitung zur Selbstherstellung von Sonnenuhren aller Art, Sonnenringen und Universaluhren. („Spiel und Arbeit“ Band 79). 43 S. mit 30 Abb. und 2 Modellbogen. Verlag Otto Maier, Ravensburg. Pr. brosch. 1,50 M.

Der interessante Band soll allen denen dienen, die sich selbst Sonnenuhren bauen wollen. Der Inhalt ist leicht verständlich. Auf dem Modellbogen finden wir die einzelnen Sonnenuhren dargestellt, so daß man sie nur auszuschneiden und aufzukleben braucht, jedoch sind die Sonnenuhren für eine gewisse Breite (48°) berechnet. Das Büchlein macht die Sonnenuhrkunde jedermann verständlich und wertvoll.

Dr. Wegner.

**Gutenberg, Dr. B.: Lehrbuch der Geophysik.** Lieferung 4, S. 609—796. 48 Abb. Verl. Gebr. Borntraeger, Berlin 1927. Pr. geh. 11,40 M.

Nachdem die drei vorhergehenden Lieferungen des „Lehrbuchs der Geophysik“ die Entwicklung und den Aufbau der Erde behandelt haben, wobei insbesondere die Vorgänge im Erdkörper selbst und die Gezeiten des Meeres dargestellt worden sind, umfaßt die 4. Lieferung vor allem die Erscheinungen in der Atmosphäre. Prof. L. Weickmann behandelt in dem Abschnitt „Aufbau der Atmosphäre“ die theoretischen und praktischen Untersuchungen, die unsere Ansichten über den Aufbau der höchsten Atmosphärenschichten beeinflußt haben. Eine vollständige Klarheit über die Zusammensetzung der Atmosphäre in größeren Höhen ist ja bis heute noch nicht erreicht. Die Optik der Atmosphäre erfährt eine übersichtliche Behandlung durch Prof. F. Linke und Prof. A. Wegener. Der erste behandelt die atmosphärischen Strahlungsvorgänge mit besonderer Berücksichtigung ihrer Abhängigkeit von der Lufttrübung, der zweite gibt einen Ueberblick über die atmosphärische Strahlenbrechung und die optischen Erscheinungen in Wolken. Der Abschnitt über die elektrischen Vorgänge in der Atmosphäre ist Prof. Benndorf anvertraut worden, der darauf hinweist, wie wichtig die Erforschung der luftelektrischen Erscheinungen ist. Das wertvolle Werk sei jedem, der sich mit geophysikalischen Fragen beschäftigt, wärmstens empfohlen.

G. A.

**Ruedy, Dr. Richard: Bandenspektren auf experimenteller Grundlage.** (Heft 101/102 der Sammlung Vieweg). 124 S. m. 62 Fig. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1930. Pr. geh. 9,60 M.

Dieses Buch ist nur für Wissenschaftler und Gelehrte geschrieben. Die Arbeit stellt sich zur Aufgabe, die Hauptarten der Banden auf Grundlage der Erfahrung darzustellen und an Hand einiger Beispiele die Einordnung der Bandenlinien zu erläutern. Der Inhalt gliedert sich in vier Hauptabschnitte: Die Energiestufen, die einzelne Bande, Austausch von Schwingungsenergie, und das Bandenspektrum eines Moleküls.

Dr. Wegner.

**Schrutka, Prof. Dr. Lothar: Theorie und Praxis des logarithmischen Redensdielektors.** 2. Aufl., 103 S. Verlag Franz Deuticke, Leipzig 1929. Pr. brosch. 4 M.

Das Büchlein ist besonders wegen seiner theoretischen Analyse der einzelnen Rechenaufgaben bemerkenswert. Für den Anfänger und Praktiker dürfte es nicht so geeignet sein wie für den Fortgeschrittenen. G. A.

**Bei der Schriftleitung eingegangene Bücher** (ausführliche Besprechung vorbehalten):

**Schütte, Dr. Karl: Wann geht die Sonne auf und unter?** 9 S. und 37 Tafeln. Verlag Ferd. Dümmler, Berlin 1930. Pr. kart. 4,80 M.

Die Tafeln stellen von 10 zu 10 Tagen auf einer Karte Mitteleuropas die Linien gleichen Sonnenauf- und Unterganges graphisch dar. Für einen bestimmten Erdort können die angenäherten Zeiten durch Interpolation erhalten werden.

**Platzmann, Prof. Dr. J.: Himmels-Almanach für 1931.** 58 S. mit 11 Tafeln. Verlag Ferd. Dümmler, Berlin 1931. Pr. brosch. 3,50 M.

**Süddeutsche Monatshefte.** 28. Jg., Heft 2: Fortschritte der Himmelskunde seit Kepler. 72 S. Verlag Süddeutsche Monatshefte, München, November 1930. Pr. brosch. 1,75 M.

**Brill, Prof. Dr. Alexander: Ueber Keplers Astronomia Nova.** (Tübinger Naturwissenschaftliche Abhandlungen, 13. Heft.) 15 S. Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart 1930. Pr. brosch. 1,10 M.

**Rohr, Moritz von: Zur Geschichte der Zeißischen Werkstätte bis zum Tode Ernst Abbes.** 120 S. mit 47 Abb. Verlag Carl Zeiß, Jena 1930.

**Henseling, Robert: Sternbüchlein 1931.** 94 S. mit 40 Abb. und 2 Tafeln. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1931. Pr. brosch. 1,50 M.

**Sommer, Richard: Astro-Kalender 1931.** 32 S. Verlag Joh. Ambros. Barth, Leipzig 1930. Pr. brosch. 2 M.

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

**An unsere Leser!**

Das nächste Heft erscheint in der ersten  
Hälfte des März. Die Schriftleitung.

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

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. A r c h e n h o l d, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: Otto R a t h e, Berlin-Treptow. Druck von Wilhelm Greve Aktiengesellschaft, Berlin SW 68.

# DAS WELTALL

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

30. Jahrgang Heft 6

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

März 1931

## Inhaltsverzeichnis:

1. Eros. Von Günter Archenhold. (Mit einer Abbildung.) . . . . .	Seite 73	Dr. F. S. Archenhold und G. Archenhold. (Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.) . . . . .	Seite 83
2. Das Problem der unmittelbaren Ausnutzung der Sonnenenergie. Von Theo Kühlein. (Mit vier Abbildungen.) . . . . .	„ 75	6. Aus dem Leserkreise: Halobeobachtungen.	„ 86
3. Marksteine auf dem Wege des Eindringens in das Weltall. Von Prof. Dr. Fr. Dannemann. VI. Das Newtonsche Weltgesetz. (Mit drei Abbildungen.) . . . . .	„ 79	7. Kleine Mitteilungen: Rotation in Sonnenflecken. (Mit zwei Abbildungen.) — Ein veränderlicher Stern mit der kürzesten jemals festgestellten Periode. — Der kleine Planet Ceres. — Die Sonnenfleckenrelativzahlen für das Jahr 1930. . . . .	„ 86
4. Zum 150. Geburtstage von Joseph Johann von Littrow. Von G. von Stempell. . . . .	„ 81	8. Bücherschau. . . . .	„ 87
5. Der gestirnte Himmel im April 1931. Von			

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

## Eros.

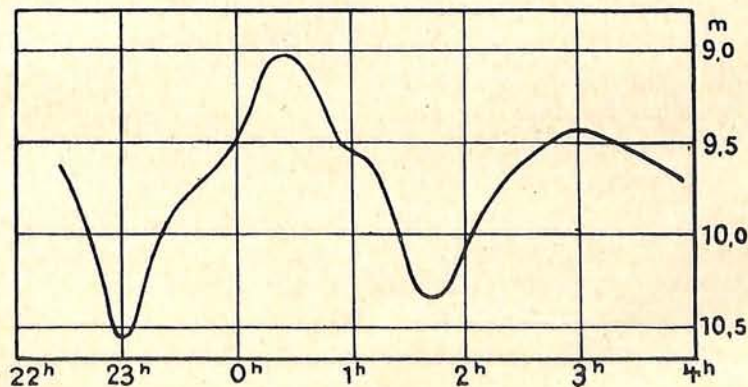
Von Günter Archenhold.

(Mit einer Abbildung.)

Die größte Erdnähe von Eros ist vorüber. Der kleine Planet entfernt sich jetzt wieder mit einer Geschwindigkeit von 14 000 km in der Stunde von der Erde. Wie aus der von Prof. Stracke gegebenen Abbildung in Heft 1 dieses Jahrgangs hervorgeht, befindet sich Eros seit Ende Februar in stark südlichen Deklinationen, so daß die Beobachtungen der in Nordeuropa befindlichen Sternwarten als abgeschlossen gelten können. Leider muß gesagt werden, daß die Beobachtungen der europäischen Sternwarten durch das anhaltend schlechte Wetter ungünstig beeinflusst worden sind. Auch die Sternwarte in Johannesburg, die gemeinsam mit der Sternwarte in Berlin-Babelsberg arbeiten sollte, hat unter ungewöhnlich ungün-

Sorgfalt getroffenen Vorbereitungen, eine Verbesserung wichtiger astronomischer Konstanten — insbesondere der Sonnenparallaxe — zu gewinnen, erreicht werden wird.

Neben der schlechten Witterung ist es noch etwas anderes, was die Astronomen in Unruhe versetzt hat. Man hatte angenommen, daß die Gestalt des kleinen Planeten Eros bei den Beobachtungen keine Rolle spielen und sein nahezu punktförmiges Aussehen im Fernrohr genaueste Einstellungen ermöglichen würde. Es ist ja nicht der kleine Planet selbst, dem das große Interesse der letzten Zeit galt. Er sollte vielmehr nur die Rolle des Vermittlers bei der Neubestimmung der astronomischen Konstanten spielen. Diese Konstanten können nur



Lichtkurve des Eros

nach Beobachtungen von Prof. K. Graff in der Nacht vom 26. zum 27. Dezember 1930.

stiger Witterung zu leiden gehabt. Die übrigen Sternwarten, z. B. in Algier und Südamerika, haben jedoch mehr Glück gehabt, so daß zu hoffen ist, daß doch das Ziel der mit größter

durch eine eingehende Bearbeitung des gesamten Beobachtungsmaterials ermittelt werden; es liegt also auf der Hand, daß heute in dieser Hinsicht noch nichts über das eigentliche



Ergebnis der Eros-Opposition gesagt werden kann. Verschiedene Beobachtungen deuten aber darauf hin, daß möglicherweise die Beschaffenheit des Eroskörpers selbst doch einen ins Gewicht fallenden Einfluß auf die erhofften Resultate ausüben wird.

Wie wir im Novemberheft bereits mitgeteilt haben, zeigt Eros in dieser Opposition wie in einigen früheren Jahren starke Lichtschwankungen. Sie betrug Ende Dezember etwa  $1\frac{1}{2}$  Größenklassen, haben aber in den folgenden Monaten abgenommen. In der Lichtkurve ist ein sehr stark ausgeprägtes Nebenminimum zu beobachten. Dies geht sehr schön aus einer von Prof. K. Graff mitgeteilten Lichtkurve hervor, die wir hier wiedergeben. Diese Lichtkurve ist am 26. Dezember 1930 auf der Insel Mallorca gewonnen worden. Die Periode des Lichtwechsels beträgt  $5^h 16^m$  und ist bemerkenswert konstant. Bereits in der Opposition 1900/1901 waren von Oppolzer Lichtschwankungen von fast der gleichen Periode beobachtet worden. Man muß daher annehmen, daß Eros mit dieser Periode um seine Achse rotiert. Die Größe der Lichtschwankungen macht es wahrscheinlich, daß die Gestalt des Planeten stark von der Kugelform abweicht. Dies ist bei einem so kleinen Körper nichts Ueberraschendes. Die Kugelform darf ja nur bei solchen Himmelskörpern vorausgesetzt werden, die aus dem flüssigen oder gasförmigen Zustand hervorgegangen sind. Die kleinen Planeten aber müssen als Trümmerwelten angesehen werden. Die Form der Lichtkurve von Eros legt die Vermutung nahe, daß er ein langgestreckter Himmelskörper ist, der dann hell erscheint, wenn er der Erde seine Breitseite zuwendet, aber dunkler ist, wenn er ihr seine Schmalseite zeigt. Eindeutige Folgerungen können jedoch aus der Lichtkurve allein nicht gezogen werden, da auch die Reflexionsfähigkeit verschiedener Teile seiner Oberfläche auf die Lichtkurve von wesentlichem Einfluß sein kann. Die Annahme einer länglichen Gestalt mag insbesondere deswegen aufrechterhalten werden, weil damit die symmetrische Lage der Nebenminima zu den Hauptminima eine zwanglose Erklärung findet.

Wenn Eros wirklich eine unregelmäßige Gestalt haben sollte, so könnten dadurch für die genaue Bestimmung der Sonnenparallaxe und der übrigen Größen gewisse Schwierigkeiten entstehen, da dann bei den Einstellungen des Erosbildes im Fernrohr je nach der Rotationsphase gewisse Abweichungen auftreten. Geben

wir Eros einen Durchmesser von 30 km, so entspricht dies zur Zeit der größten Annäherung des Planeten an die Erde einem scheinbaren Durchmesser von rund  $\frac{1}{4}''$ . Wenn infolge der unregelmäßigen Gestalt der bei den Messungen pointierte Punkt des Erosbildes auch nur um ein Zwanzigstel dieser Größe von der Lage des Schwerpunktes des Eroskörpers abweicht, so wäre dies eine bedeutende Größe, die bei den Reduktionen unbedingt berücksichtigt werden müßte. Man wird daher zu untersuchen haben, ob die Bestimmungen des Erosortes eine Ungleichheit von derselben Periode wie beim Lichtwechsel ergeben.

In der Tat scheinen Beobachtungen, die auf der Johannesburgsterne Sternwarte gemacht worden sind, einen direkten Beweis für die unregelmäßige Gestalt von Eros zu geben. Zu Beginn des Jahres 1924, als Eros für diese in Südafrika gelegene Sternwarte sehr günstig stand, wurde beobachtet, daß er nicht punktförmig sondern etwas länglich aussah. Eine Mitteilung über diese Beobachtung wurde s. Zt. nach Europa geschickt, ging aber wahrscheinlich bei der Post verloren, so daß sie nicht publiziert worden ist. Erst durch eine neue Mitteilung vom 18. Dezember 1930 erfahren wir, daß Eros damals länglich wie ein enger Doppelstern erschien. Diese Beobachtung von Innes wurde durch Wood bestätigt. Wie sich Innes erinnern kann, betrug die Ausdehnung von Eros in der Längsrichtung  $0'',7$ , in der Breite  $0'',3$ . Ein Telegramm der Sternwarte in Johannesburg vom 6. Februar d. J. meldet, daß wiederum eine Verlängerung von Eros beobachtet worden ist, und daß der Positionswinkel der Längsachse sich mit der Lichtwechselperiode von  $5\frac{1}{4}$  Stunden verändert. Dadurch wird die Annahme, daß Eros kein kugelförmiger Körper ist, bestätigt.

Zum Schluß wollen wir noch auf den Umstand eingehen, daß Ort und Helligkeit von Eros in der jetzigen Opposition von der Ephemeride abweichen. Diese Abweichungen sind nicht so erheblich, wie sie von manchen Seiten dargestellt werden. Insbesondere ist beim Vergleich der beobachteten Helligkeiten mit den in der Ephemeride angegebenen zu berücksichtigen, daß Eros eine beträchtliche Phase zeigt. Der Phasenwinkel betrug am 1. Januar  $41^\circ$ , am 9. Februar, als er am kleinsten war,  $25^\circ$ , und nimmt jetzt wieder zu. Nach Bestimmungen in früheren Oppositionen ist der Einfluß der Phase auf die Helligkeit von Eros sehr beträchtlich, so daß man fast die ganze Abweichung der beobachteten von den in der

Ephemeride angegebenen Helligkeiten auf diesen Einfluß zurückführen kann. Dem übrigbleibenden Rest von etwa  $\frac{2}{10}$  Größenklassen ist keine größere Bedeutung beizulegen. Auch die Bahnabweichung des Eros mag sich vielleicht durch eine Bahnverbesserung und Neurechnung der Störungen aufklären. Trotzdem wollen wir noch kurz auf eine Hypothese von Prof. Hartmann, La Plata, eingehen, die dieser in den A. N. 5762 veröffentlicht hat. Er weist darauf hin, daß sich Eros bei der festgestellten Rotationszeit von wenigen Stunden infolge der Zentrifugalkraft ganz nahe an der Grenze des Zerfallens befindet. Besonders wenn Eros eine langgestreckte Gestalt, etwa wie eine enorme Felsnadel, besitzt, so können sich einzelne Teile von dem Planeten lösen. Hartmann wollte

durch die Annahme starker Abschleuderungen die Differenz zwischen beobachteter und vorausberechneter Helligkeit, die ohne Berücksichtigung des Phasenwinkels 1,5 Größenklassen beträgt, erklären. Nach unsern obigen Ausführungen über den Einfluß des Phasenwinkels braucht man jedoch nicht zu dieser Annahme zu greifen. Die Hartmannschen Ausführungen zeigen aber, welche Bedeutung dem Eroskörper selbst zukommt, denn durch fortgesetzte Abschleuderungen, selbst kleineren Ausmaßes, könnte die Bahn von Eros unkontrollierbaren Veränderungen unterworfen sein, die ihn zu einer genauen Parallaxenbestimmung ungeeignet machen würden.

Man wird also der Bearbeitung des gesamten Eros betreffenden Materials mit größter Spannung entgegensehen.

---

## Das Problem der unmittelbaren Ausnutzung der Sonnenenergie.

Von Theo Kühlein.

(Mit vier Abbildungen.)

Ueber die Sonne als Energiequelle für unseren Planeten äußert sich der Astronom John Herschel (1792—1871) auf äußerst treffende Weise in folgendem Sinne: Die Sonnenstrahlen bringen die Winde hervor, zwingen die Wasser der Meere zum Kreislauf, indem sie ihre Verdampfung bewirken . . . der wieder zu Wasser verdichtete Dampf bewässert als Regen die Festländer und läßt Quellen und Flüsse entstehen . . ., und ihre belebende Kraft erzeugt unter Vermittlung anorganischer Stoffe die zur Ernährung von Tier und Mensch notwendigen Pflanzen; letztere bilden auch die Grundstoffe für die auf der Erde vorhandenen Kohlen, die ein ungeheures Lager lebendiger Kraft darstellen.

Wenn wir die Kohle oder ihre Umwandlungsprodukte verfeuern, wenn wir uns die Wucht der stürzenden Wassermassen, den Hauch des Windes zunutze machen, dann zehren wir indirekt von dem unerschöpflichen Kraftvorrat unseres Tagesgestirns. Der Gedanke liegt nahe, die Sonnenenergie auf direktem Wege der technischen Verwendung dienstbar zu machen, insbesondere im Hinblick auf die Tatsache, daß die jährlich der Erde von der Sonne zufließende Wärme ein Vielfaches des Welt-Energiebedarfes beträgt<sup>1)</sup>, und daß die Kohlenlager, unser wichtigster Energielieferant, über kurz oder lang erschöpft sein werden.

Nun ist die auf eine bestimmte Fläche von

der Sonne gespendete Energie nicht so intensiv, als daß sie ohne weiteres ausreicht, um sie zu technischen Zwecken verwendbar zu machen. Beispielsweise hat Mouchot (um 1875) festgestellt, daß in Paris die auf 1 qm an einem sonnigen Tag in 8—10 Stunden gestrahlte Energie etwa 1 PS zu leisten vermag. Dagegen vermögen Glaslinsen die Sonnenstrahlen in 20—30facher Stärke zu sammeln; und noch stärker wirken in dieser Richtung Brennspiegel, die bei allen neueren Konstruktionen der „Sonnenkraftmaschinen“ einen wesentlichen Teil bilden.

Bereits die Araber, die nach der Eroberung Aegyptens mit der dort in Blüte stehenden Glasfabrikation vertraut wurden, bedienten sich gläserner Retorten zur Destillation von Flüssigkeiten durch die Sonnenstrahlen und fußten damit — wohl unbewußt — auf der Tatsache, daß z. B. die Luft in einem durch Glas verschlossenen Raum durch die Sonne stärker erwärmt wird als in einem offenen Raum. O. Kausch berichtet, daß der Genfer Naturforscher de Saussure (Ende des 18. Jahrh.) dies durch folgenden Versuch nachweisen konnte:

Er setzte in bestimmten Abständen fünf Glasglocken übereinander und maß nach Bestrahlung der Apparatur die Temperaturen in den einzelnen Räumen, wobei sich von außen nach innen eine beträchtliche Zunahme der Temperatur zeigte, so daß in der inneren Glocke untergebrachte Früchte sogar zum Kochen kamen.

<sup>1)</sup> Vergl. „Weltall“, Jg. 27, S. 25.

Die Verwendung von Brennsiegeln zur Konzentration der Sonnenstrahlung läßt sich bis ins Altertum zurückverfolgen. Schon von dem griechischen Mathematiker Euklid (300 v. Chr.) werden Brennspiegel beschrieben, und sein Schüler Archimedes soll 212 v. Chr. mit Hilfe von Brennsiegeln die Syrakus belagernde Flotte in Brand gesetzt haben. Ebenso soll Proclus (514) die Flotte der Goten bei Konstantinopel angezündet haben. Plutarch erzählt, man habe in Rom das heilige Feuer der Vesta mit Brennsiegeln wieder entzündet. Bei den Arabern — und durch sie später bei den Alchimisten — waren polierte Stahlspiegel zum Destillieren in Gebrauch.

In zahlreichen mittelalterlichen Berichten finden Hohlspiegel Erwähnung, die zum Zweck der Ausnutzung der Sonnenwärme gebaut wurden. Ein solcher Spiegel des Lyoner Optikers Villette (1662) z. B. hatte eine Brennweite von 97 cm bei einem Durchmesser von 81 cm; im Brennpunkt dieses Spiegels konnte innerhalb einer Minute Eisen, Kupfer usw. zum Schmelzen gebracht werden.

Das 18. Jahrhundert ging von den großen Hohlspiegeln zur Auflösung in eine große Zahl kleiner Planspiegel über. Ein derartiger Brennspiegel von Buffon (um 1750) bestand aus 360 kleinen Glasspiegeln  $16 \times 22$  cm, die (in geringem Abstand) in einem Rahmen beweglich angeordnet waren, und zwar so, daß man ihre sämtlichen Sonnenbilder in einem Punkt vereinigen konnte. Metalle und Erze kamen (in etwa 10 m Entfernung) zum Schmelzen.

Da Metallspiegel den Glasspiegeln in ihrer Wirkung als überlegen erkannt wurden, finden wir bald danach große (parabolische) Spiegel, die aus Holz gefertigt waren und einen dünnen Innenbelag von poliertem Metall (Messing, Bronze, Silber) trugen. Die Breite des Brennpunktes solcher Spiegel betrug nicht mehr als 1—2 cm. Untersuchungen von Mouchot (1880) zeigten, daß es mit Metallspiegeln von 80 cm Durchmesser möglich ist, „bei 400—500° Alaun zu schmelzen und zu kalinieren, Benzoesäure herzustellen, Leinöl zu reinigen, Sirup zu konzentrieren, Schwefel zu sublimieren, Schwefelsäure zu destillieren und Holz zu verkohlen“.

Wenn wir die älteren Vorschläge zur direkten Erzeugung von Energie aus der Sonnenstrahlung betrachten, so liegt ihnen allen die Idee zugrunde, Luft in einem geschlossenen Raum zur Ausdehnung zu bringen und den dadurch erzeugten Druck zur Arbeitsleistung heranzuziehen. Der älteste Apparat ist wohl der von Heron (um 100 v. Chr.) in seiner „Pneumatika“ beschriebene, dessen Prinzip Jahrhunderte lang ohne Beachtung geblieben und erst von Salomon de Caus (1615) zu einer Wasserhebemaschine ausgebaut worden ist. Eine dieser Konstruktion nachgebildete stammt

von dem französischen Ingenieur B. F. de Bélidor (Abb. 1).

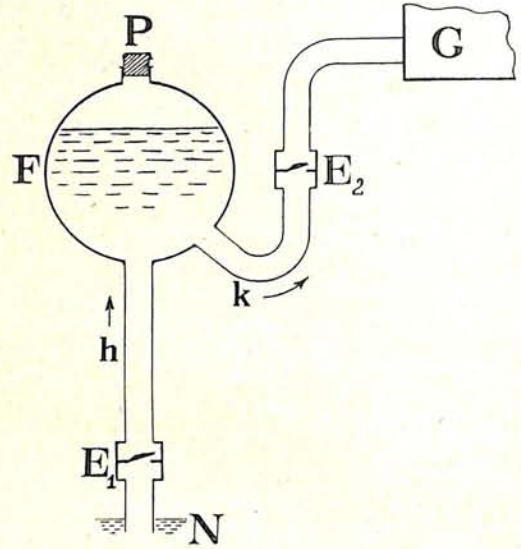


Abb. 1. Prinzip der ältesten Wasserhebemaschine.

Eine große Kugel F aus Kupfer wird vor der Bestrahlung zu  $\frac{2}{3}$  mit Wasser gefüllt (bei P); ihr nach unten gehendes Rohr h mit Ventil  $E_1$  taucht in das zu hebende Wasser (N). Bei Einwirkung der Sonne wird das Wasser aus F durch das Rohr k mit Ventil  $E_2$  nach dem Gefäß G gedrückt. In der Nacht zieht sich die Luft in F zusammen und saugt durch das Rohr h neues Wasser aus N nach.

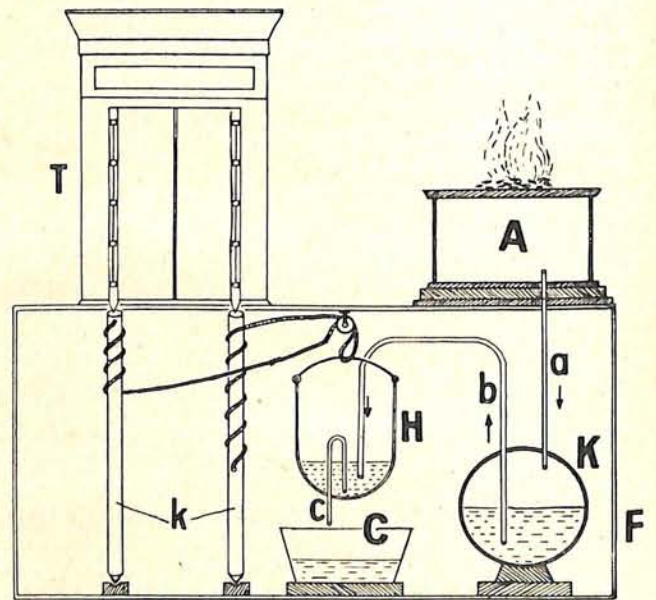


Abb. 2. Ein von Heron gebauter Mechanismus, durch den die Tempeltüren sich scheinbar von selbst öffneten.

Unter dem Tempel und dem Altar A befindet sich ein Raum F. Von dem Altarhohlraum führt ein Rohr a nach einer z. T. mit Wasser gefüllten Kugel K. Wird auf dem Altar das Opferfeuer angezündet, oder wird er von der Sonne bestrahlt, dann drückt die in A sich ausdehnende Luft das Wasser aus der Kugel durch das Rohr b in das Gefäß H. Um den Henkel dieses Gefäßes ist ein Tau geschlungen, das mit den freien Enden um die beiden drehbaren Balken k gewickelt ist; die Balken k selbst sind die

Verlängerung zweier Stäbe, an denen die Scharniere der Tempeltüre T befestigt sind. Fließt infolge der Luftausdehnung im Altarhohlraum Wasser in das Gefäß H (mit Syphonrohr c und darunter befindlichem Ablaufbehälter C), so senkt es sich und bewirkt durch das Anziehen der Taue eine Drehung der Balken k und damit das geheimnisvolle Öffnen der Tür.

Auf dem gleichen Prinzip beruhen zahlreiche Mechanismen zum Antrieb eines Uhrwerks, von denen wir besonders dem deutschen Jesuiten Anastasius Kircher sehr sinnreiche Konstruktionen verdanken; u. a. hat er auch einen von Heron gebauten Mechanismus verbessert, mit dessen Hilfe sich die Tore des Tempels bei Einwirkung der Sonne — scheinbar — von selbst öffneten (Abb. 2).

Die neueren Vorschläge zur Ausnutzung der Sonnenwärme gehen bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts zurück. Insbesondere war es A. Mouchot, der sich auf Anregung Napoleons eingehend mit diesem Problem befaßte und auch eine Reihe bemerkenswerter Erfolge erzielt hat. Der Grundtypus seiner verhältnismäßig einfachen Apparaturen ist folgender:

Eine kupferne Flasche, die auf einer Holzplatte ruht, wird von einem Glasmantel von etwa Fensterscheibendicke umgeben, der die Abstrahlung der Sonnenwärme verhindern soll. In einem solchen Kocher hat man 1 l Wasser von 15° in 45 Minuten zum Sieden gebracht. Verstärkt wird die Wärmewirkung noch durch einen passend aufgestellten Reflektor aus Metallblech. Als Ofen ausgebildet, kann dieser Apparat (bei vierstündiger Bestrahlung) zum Backen von Brot und zum Bereiten einer Mahlzeit benutzt werden<sup>2)</sup>.

Einen einfachen Destillierapparat für alkoholische Flüssigkeiten hat Mouchot (1869) in „La Chaleur Solaire“ beschrieben. Ein Erhitzer mit Retortenhelm nach oben beschriebener Bauart nimmt die zu destillierende Flüssigkeit auf, die direkt und vermittelt des Reflektors indirekt von der Sonne erhitzt wird; die Dämpfe werden von einem wassergekühlten Gefäß kondensiert. Mit einer derartigen Vorrichtung konnte Mouchot in der Wintersonne Algiers in einer Stunde 18 l Wein destillieren.

Zahlreich sind die Sonnen-Wasserpumpen, die Ende des vorigen Jahrhunderts versucht wurden. Pifre baute 1880 einen Erhitzer von 50 l Wasserinhalt mit Reflektor von 9¼ qm, mit dem er den Dampfdruck in 7—8 Minuten um je 1 Atmosphäre steigern konnte. Eine damit gekoppelte Dampfmaschine trieb eine Rotationspumpe, die in der Minute 100 l Wasser auf 3 m Höhe förderte.

In einer Maschine des schwedischen Mechanikers Ericsson wird die durch die Sonne erwärmte Luft direkt als bewegendes Mittel benutzt.

Eine neue Art der Sonnenkraftmaschinen tauchte auf, als man statt des Wassers leicht

verdampfbare Flüssigkeiten wie wasserfreie Schwefligsäure, Kohlendioxyd, Ammoniak, Schwefelkohlenstoff, Äther u. a. zu verwenden versuchte. Mit Schwefligsäure (SO<sub>2</sub>) kann man beispielsweise schon bei 35° eine Spannung von 5 Atm. erreichen<sup>3)</sup>. Derartige Einrichtungen sind durch verschiedene deutsche und amerikanische Patente geschützt worden; die von E. Mc Henry ist in Abb. 3 beschrieben. Einige Variationen dieser Apparatur sind so konstruiert, daß sie bei Tag zur Verdampfung von Flüssigkeiten dienen, während sie bei Nacht als Kondensatoren wirken.

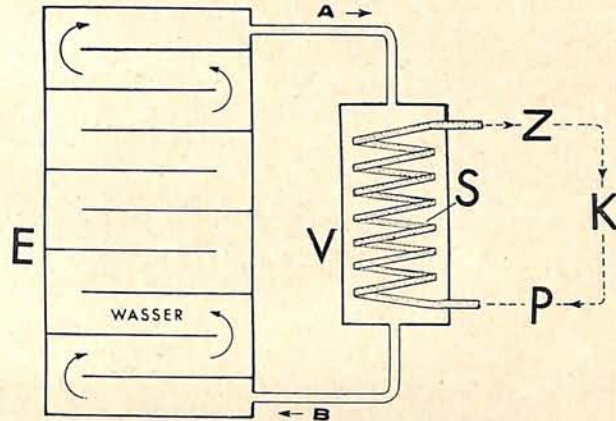


Abb. 3. Prinzip einer Sonnenkraftmaschine, die statt des Wassers eine leicht verdampfbare Flüssigkeit verwendet.

Das geeignet angeordnete Metallgefäß E ist zur besseren Zirkulation des Wassers durch Zwischenwände unterteilt. Durch das Rohr A strömt das in dem Erhitzer E von der Sonne erwärmte Wasser nach einem Verdampfer V mit einer leichtsiedenden Flüssigkeit, die durch die Rohrschlange S läuft und dabei von dem warmen Wasser verdampft wird, wonach das Wasser durch das Rohr B in den Erhitzer E zurückfließt. Die verdampfte Flüssigkeit wird einem Zylinder Z zugeführt, wo sie Arbeit leistet, und gelangt dann nach Passieren eines Verdichters K mittels einer Pumpe P wieder in die Rohrschlange des Verdampfers.

Die letzten Fortschritte in der direkten Ausnutzung der Sonnenwärme gehen in der Hauptsache auf F. Shuman zurück. Sein Grundgedanke war, „daß eine Sonnenanlage, die praktischen Wert haben soll, eine gute Wirkung, geringe Kosten für ihren Aufbau und ihre Unterhaltung verlangt. Sie muß ferner so eingerichtet werden können, daß sie 1000 PS und mehr hervorzubringen vermag. Sie darf nicht von Wind und Sturm beeinflusst werden, und jeder ihrer Teile muß, falls erforderlich, einzeln repariert werden können, ohne den

<sup>2)</sup> Eine tragbare Ausführung hat als Kochapparat für die französischen Kolonialtruppen Verwendung gefunden.

<sup>3)</sup> Vergl. auch die folgenden Dampfspannungen:

	bei 40°	bei 10°
Kohlendioxyd	91 Atm.	46 Atm.
Ammoniak	16 „	6,3 „
Methyläther	8,2 „	3,5 „
Schwefligsäure	6,2 „	2,4 „

Gesamtbetrieb zu stören. Auch muß die Konstruktion einer solchen Anlage einfach sein und leicht durch eine gewöhnliche Dampfmaschine unterstützt werden können. Schließlich müssen die Kosten der Apparatur so niedrig sein, daß letztere durch die Verzinsung nicht unwirtschaftlich wird“ (Shuman, Scientific American, 1911). Die nur teilweise Erfüllung aller dieser Forderungen hat die bisherigen Vorschläge fast sämtlich zum Scheitern verurteilt.

Zwecke umgebaut worden (zur Destillation, zur Salpetergewinnung, zum Gebrauch für das Militär u. dgl.). Besonderen Vorteil bieten jene Motoren, bei denen die Insolatoren in großer Anzahl auf ein einziges horizontales Metallrohr aufgesetzt sind, das sowohl um eine senkrechte als auch um eine waagerechte Achse drehbar gelagert ist. Dadurch können die Insolatoren leicht in beiden Ebenen (dem Sonnenstand entsprechend) eingestellt werden;

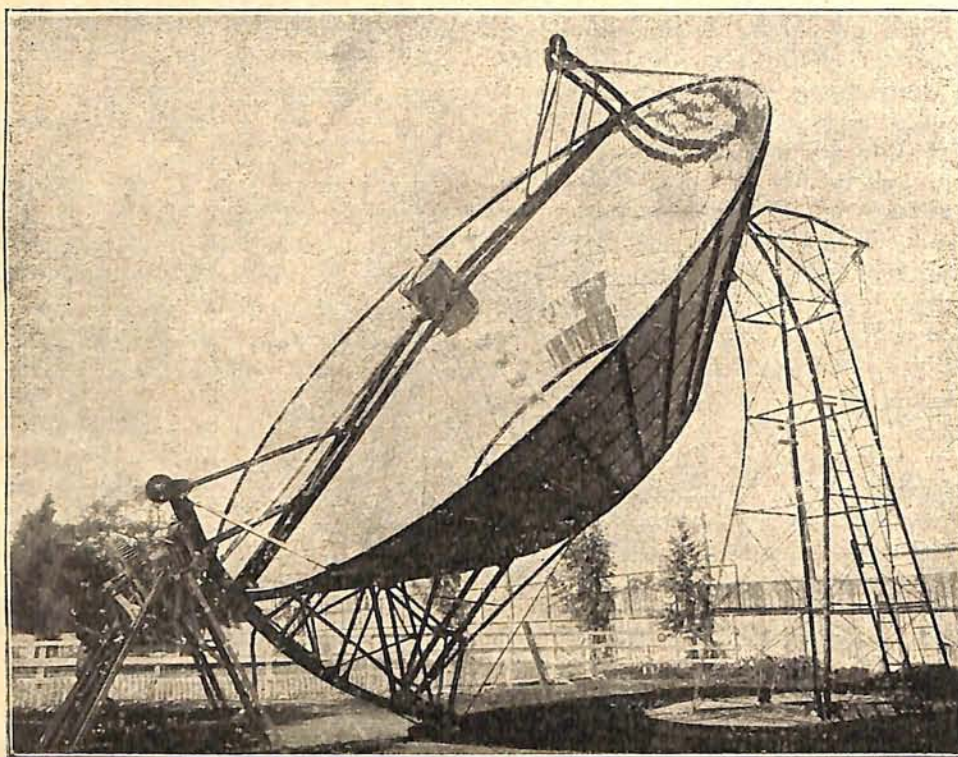


Abb. 4. Sonnenmotor in Kalifornien.

Die Shumanschen Sonnenmaschinen arbeiten meist so, daß die Verdampfung von Wasser in einem sonnenbestrahlten Verdampfer unterhalb Atmosphärendruck erfolgt.

Von den in Betrieb befindlichen Sonnenmaschinen verdient eine typische Konstruktion besondere Erwähnung (Abb. 4). Sie besteht im wesentlichen aus einem oder mehreren großen konischen Schirmen (etwa  $10 \times 5$  m), die innen mit 2000 und mehr kleinen Spiegeln (etwa  $60 \times 10$  cm) ausgelegt sind und von einem gemeinsamen leichten drehbaren Eisengerüst getragen werden. In die Brennlinie jedes Reflektors ragt ein geschwärzter Dampfkessel, auch Insolator genannt, für etwa 0,5 cbm Wasser mit 0,2 cbm Dampfraum. Durch ein Uhrwerk wird der Apparat der scheinbaren Sonnenbahn folgend bewegt. Nach einstündiger Bestrahlung erhält man Dampf von 10—15 Atm., der einem gemeinsamen Behälter (Rezeptor) und von da aus einer Dampfmaschine zugeleitet wird, die ihrerseits dann Arbeit leistet. — Solche Apparate sind für die mannigfachsten

weiterhin genügt zu ihrer Speisung eine einzige Wasserzuleitung.

Um die Einstellung der Reflektoren von Hand auszuschalten, hat die Sun Powder Comp. Ltd. eine interessante automatische Einstellung durch die Sonnenwärme selbst angewandt. In der Mitte des Reflektors wird ein Thermoelement angeordnet, das zunächst im Schatten liegt. Sobald infolge der Sonnenbewegung die Strahlen auf das Thermoelement fallen, wird ein schwacher Strom erzeugt, der mittels eines Elektromagneten einen Stromkreis schließt, wodurch ein Motor in Tätigkeit gesetzt wird, der die Apparatur so lange dreht, bis das Thermoelement wieder beschattet ist.

Ein allgemeiner Uebelstand der Sonnenkraftmaschinen ist der, daß nach Aufhören der Bestrahlung die Energieerzeugung unterbrochen wird. Zu seiner Beseitigung hat M. L. Severy vorgeschlagen, die augenblicklich nicht benötigte erzeugte Kraft dazu zu verwenden, um etwa Wasser in ein hochgelegenes Reservoir zu pumpen. Nach Aufhören der Bestrahlung öffnet sich dieses Reservoir selbsttätig, und das hoch-

gepumpte Wasser kann beispielsweise eine Turbine in Gang setzen, die nun ihrerseits die aufgespeicherte Sonnenenergie in Arbeit umsetzt.

Als letzte Einrichtung zur Dampferzeugung durch die Sonnenwärme sei die von W. Maier und A. Remshardt konstruierte beschrieben. Sie will alle Forderungen, die an einen Sonnenmotor zu stellen sind, erfüllen: erstens, Leistungen von 1000 PS und mehr, unter Beibehaltung der Konstruktion für kleine Leistungen, zweitens, Möglichkeit des Schutzes gegen jegliche Witterungseinflüsse, drittens, weitgehende Ausnutzung der von der Sonne beschienenen Erdoberfläche, viertens, gemeinsames Bewegen aller Reflektoren zwecks Einstellung nach dem Lauf der Sonne.

Jeder einzelne Reflektor ist ein parabolisch gekrümmtes Kupferblech, das um eine waagerechte Achse (in Ost-West-Richtung) drehbar ist und durch dessen Brennpunktlinie eine Heizröhre verläuft. Eine äußere Isolierschicht verhindert eine unerwünschte Abkühlung, eine oben aufgelegte Glasplatte das Eindringen bewegter Luft. Eine größere Anzahl solcher Reflektoren wird nebeneinander gereiht, und zwar auf einem gemeinsamen Rahmen, der die Lager der Reflektorachsen aufnimmt. Sämtliche Bewegungen der Reflektoren erfolgen gemeinschaftlich: die tägliche Bewegung durch Drehen des Rahmens, die jährliche durch Schneckenrad und Spindel. Die Enden der Heizröhren sind durch zwei Leitungen verbunden, die bei der Drehung des Rahmens abwechselnd als Zuleitung des Speisewassers und als Dampfsammler dienen und so eine lebhaft zirkulierende Wassermasse ermöglichen. Ist der Rahmen nach links geneigt, dann dient die linke Leitung als Wasserzuleitung,

die rechte für die Ableitung des durch die Sonnenwärme in den Heizröhren erzeugten Dampfes. Ein Dampfdom regelt die Entnahme des Dampfes, der, ehe er zur Arbeitsleistung verwendet wird, noch einen Ueberhitzer von beschriebener Bauart (Heizröhren in Reflektoren gelagert) passiert. Da die Zahl der Reflektoren beliebig groß gewählt werden kann, so ist es möglich, den Motor für jede gewünschte Leistung zu bauen.

Die vorstehenden Ausführungen bilden nur einen kleinen Ausschnitt aus den Forschungen zur Lösung des Problems der Sonnenkraftmaschine. Sie dürften gezeigt haben, welche Schwierigkeiten zu überwinden sind, um eine wirtschaftlich arbeitende Maschine zu schaffen, und wie man bis heute diese mannigfachen Schwierigkeiten zu überwinden versucht hat. Ohne Zweifel sind in Gebieten, die dauernde Sonnenbestrahlung aufweisen (wie Ägypten, Indien, Kalifornien, Chile), zahlreiche der beschriebenen Apparaturen mit Vorteil anwendbar: zu Destillationszwecken, zur Bewässerung, zur Bereitung von Trinkwasser u. dgl. Für unsere Breiten, die die hauptsächlichsten Industriezonen sind, erscheint zur Zeit wegen der relativ wenigen „Sonnentage“ die rationelle Anwendung der durch Sonnenmotore zu erzeugenden Energie fast aussichtslos — es sei denn, daß sich ein billiger Transport der in den südlicheren Breiten aufgefangenen und in Elektrizität verwandelten Sonnenenergie nach unseren industriellen Bedarfszentren ermöglichen läßt. Wenn Forschung und Technik dereinst zu einer vollkommenen Lösung des Problems der unmittelbaren Ausnutzung der Sonnenenergie gelangen würden, dann hätten sie damit die Menschheit für immer ihrer Energie-Sorgen enthoben.

---

## Marksteine auf dem Wege des Eindringens in das Weltall.

Von Prof. Dr. Fr. Dannemann.

### VI.

#### Das Newtonsche Weltgesetz.

(Mit drei Abbildungen.)

In Newton finden die beiden Hauptstämme der neueren Naturwissenschaft, die Astronomie in der Gestalt, die Kepler ihr gegeben, und die Mechanik, wie sie aus dem Haupte Galileis hervorging, ihren Zusammenschluß und ihre Fortentwicklung.

Ein großes Rätsel war es geblieben, ob die Gesetze der Mechanik auch für den Kosmos gelten. Galilei hatte den Fall, die Pendel- und die Wurfbewegung untersucht und ihre Gesetze gefunden. Und Kepler hatte sich schon die

Frage vorgelegt, ob die Schwerkraft, welche diese Bewegungen regelt, nicht etwa eine kosmische Kraft sei, die sich von der Erde bis zum Monde und von der Sonne auf sämtliche Glieder des Planetensystems erstreckt.

Die Beantwortung der Frage, ob die Bewegung der Himmelskörper auf eine Kraft zurückzuführen sei, die auch an die Erde gebunden und daher einer unmittelbaren Erforschung zugänglich ist, sollte jedoch erst durch Newton geschehen.

Newtons Auffassung der Planetenbewegung ist eine Erweiterung der von Galilei gefundenen Sätze über den Wurf. Am klarsten geht dieser Zusammenhang aus Newtons eigener Dar-

stellung hervor. Er schreibt: „Wie die Planeten in ihren Bahnen erhalten werden, ersieht man aus der Bewegung der Wurfgeschosse. Es be-

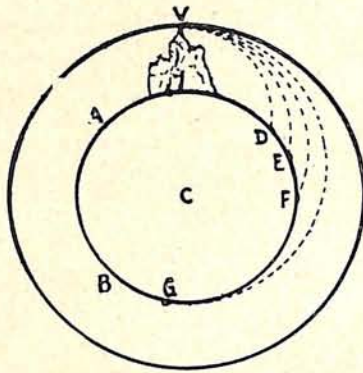


Abb. 1. Die Entdeckung des Gravitationsgesetzes.

zeichne (Abb. 1) A F B die Oberfläche der Erde, C ihren Mittelpunkt. V D, V E, V F, V G seien krumme Linien, die ein von der Spitze des Berges V in waagerechter Richtung und mit wachsender Geschwindigkeit geworfener Körper beschreibt. Wird die Geschwindigkeit immer größer, so wird der Körper endlich über den Umfang der Erde hinausgehen und zu dem Punkte V, von dem aus er geworfen wurde, zurückkehren. Da aber die Geschwindigkeit bei der Rückkehr zum Berge nicht kleiner als beim Ausgange sein kann, so muß der Körper fortfahren, sich stets in derselben Weise um die Erde zu bewegen. Denken wir uns Körper aus höheren Punkten in waagerechter Richtung fortgeworfen, und zwar aus Punkten, die 10 oder 100 Meilen oder gar ebenso viele Halbmesser von der Oberfläche eines Weltkörpers entfernt sind, so werden diese Körper sich ähnlich verhalten und fortfahren, nach Art der Planeten den Weltraum zu durchwandern.“

Die Richtigkeit dieser Überlegung mußte aber erst bewiesen werden. Dazu schien Newton kein Weltkörper geeigneter als der Mond, denn nur von ihm war die Entfernung und somit die Geschwindigkeit hinlänglich genau bekannt. Man

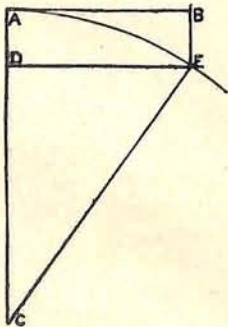


Abb. 2. Gravitation und Fall (nach Newton).

hatte die mittlere Entfernung des Mondes auf 60 Erdhalbmesser berechnet, und für den Erdhalbmesser hatte eine um das Jahr 1670 ausgeführte Gradmessung einen ziemlich zuverlässigen Wert ergeben. Newton berechnete aus diesen Daten das Stück BE, um das der Mond in einer Minute, in der er von A nach E gelangt, von der Richtung AB, die er im Punkte A besaß, abgelenkt wird (Abb. 2). Um dieses Stück BE ist offenbar der Mond in einer Minute nach der Erde hin gefallen. Angenommen,

der Mond würde nicht durch eine Stoßkraft angetrieben, sondern er ruhte in A, so würde er sofort nach dem Erdmittelpunkte C zu fallen beginnen und das Stück AD, das ebenso groß wie BE ist, in einer Minute zurücklegen. Diesen Fallraum des Mondes für eine Minute berechnete Newton gleich 15 Fuß\*). Nach dem von Galilei gefundenen Fallgesetz legt ein frei fallender Körper nahe der Oberfläche der Erde 54000 Fuß in der Minute zurück. Die Entfernung des Körpers vom Erdmittelpunkt ist in diesem Falle gleich einem Erdhalbmesser, während sie beim Mond 60 Erdhalbmesser beträgt. Wenn wir uns also um das 60fache vom anziehenden Erdzentrum entfernen — das las Newton aus der erhaltenen Zahl heraus —, so wird die Geschwindigkeit des fallenden Körpers nicht um das 60fache, sondern um das 60 · 60fache geringer. Die Zahl 15 ergibt sich nämlich aus 54000, wenn wir die letzte Zahl durch 60 · 60 dividieren:

$$54\ 000 : 3600 = 15.$$

Fällt der Körper aber 3600 oder 60 · 60mal so langsam, so beträgt die anziehende Kraft der Erde an der Stelle, an der sich der Mond befindet, auch nur den 3600. Teil derjenigen Anziehung, welche die Erdmasse auf einen Körper ausübt, der sich an ihrer Oberfläche befindet.

Die Formel, in die Newton das von ihm gefundene Weltgesetz kleidete, lautet: Die Gravitation, d. h. die zwischen den Weltkörpern wirkende und ihre Bewegung regelnde Anziehung, nimmt in dem Maße zu, wie die anziehenden Massen zunehmen, sie nimmt dagegen ab mit dem Quadrate der Entfernung.

Es gibt kaum etwas, das man an wissenschaftlicher Bedeutung diesem Gesetz zur Seite stellen kann. Und wie einfach, wie selbstverständlich erscheint es doch! Man hätte es eigentlich aus dem Verhalten des Lichtes erschließen können. Daß die Lichtstärke sich nach dem gleichen Gesetz abschwächt, wenn wir uns von der Lichtquelle entfernen, wußte man schon vor Newton. Wenn wir ein Licht, das einen Meter von einer Wand entfernt ist, in die Entfernung von zwei Metern bringen, dann bekommt das gleiche Stück der Wandfläche nur ein Viertel von dem Licht, das sie anfangs erhielt. Es ist das ohne weitere Erklärung aus der Abb. 3 er-

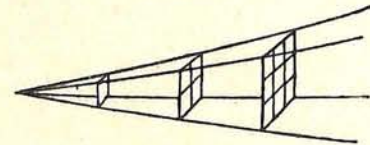


Abb. 3. Abnahme der Wirkung mit dem Quadrat der Entfernung.

sichtlich. Eine Wirkung, die sich nach allen Seiten ausbreitet, verteilt sich auf immer größere Kugelflächen, und die Kugelflächen verhalten sich wie die Quadrate der Radien. Lag

\*) 1 Fuß = etwa 30 cm.

da nicht die Annahme nahe, daß auch andere Kräfte, z. B. der Magnetismus und die Elektrizität, dem Newtonschen Gesetz gehorchen? Diese Vermutung erwies sich als richtig. Die Anziehung eines elektrischen Körpers oder eines Magneten nimmt tatsächlich, wie die Versuche bewiesen haben, in dem Maße ab, daß sie in der doppelten Entfernung nur noch ein Viertel, in der dreifachen ein Neuntel beträgt. Weite Gebiete wurden so durch ein einziges, großes Gesetz verbunden, und der Name Weltgesetz gewann erst jetzt seine volle Berechtigung.

Mit dem Ausspruch des Gesetzes und dem Nachweis seiner Richtigkeit für einen bestimmten Fall war es aber nicht getan. Newton erwuchs die Riesenaufgabe, die Uebereinstimmung möglichst aller Erscheinungen mit seinem Gesetz zu beweisen. Der Fall lag für ihn ähnlich wie für Kopernikus. Auch er mußte die Arbeit vieler Jahre daran wenden, um seine Theorie an den Erscheinungen zu prüfen. In dieser Anpassung der Vorstellung an die Tatsachen liegt die Hauptaufgabe aller Forschung großen Stils. So sehen wir auch Newton jahrelang beschäftigt, das Weltsystem einer ähnlichen großen Revision zu unterziehen, wie es vor ihm Kopernikus getan hatte. Es entstand Newtons unsterbliches Hauptwerk, die „Prinzipien der Naturlehre“.

Zunächst mußte bewiesen werden, daß die Gesetze Keplers im Einklang mit dem Gravitationsgesetz stehen. Newton zeigte, daß Keplers Gesetze sich daraus ableiten lassen. Dann wies er im einzelnen nach, daß die Monde gegen die Planeten und letztere gegen die Sonne gravitieren, d. h. daß ihre Bewegungen nach dem allgemeinen Gesetz der Schwere geregelt sind. Eine Erscheinung, die bis dahin jeder Erklärung

gespottet hatte, war die unter dem Namen der planetarischen Störung bekannte Unregelmäßigkeit in der Bewegung der Planeten. Alle Weltkörper ziehen sich gegenseitig an. Also müssen auch die Planeten, wenn sie auf ihrem Umlauf um die Sonne einander nahe kommen, sich wechselseitig merklich in ihrer Bewegung beeinflussen. Diesen Vorgang bezeichnet man als planetarische Störung. Newtons Gravitationsgesetz bot zuerst eine Handhabe, sie zu erklären und zu berechnen. Dieser Teil der Himmelskunde wurde später in solchem Maße ausgebildet, daß man aus der Größe der Störung, die ein Planet erleidet, die Ursache der Störung auffinden lernte. So gelang es, aus der Abweichung des Uranus als Störenfried einen unbekanntem Planeten, den Neptun, zu ermitteln und seinen Ort am Himmel zu berechnen, bevor ihn noch ein menschliches Auge erblickt hatte. Es war nur nötig, das Fernrohr auf den berechneten Ort zu richten, um den Neptun zu finden. Das ist einer der größten Triumphe, der Newtons Gravitationstheorie beschieden war. Auch der neue Planet Pluto ist auf diese Weise von Lowell vorhergesagt worden.

Als eine durch die Gravitation bewirkte Störung erkannte Newton auch das als Flut bezeichnete Anschwellen des Meeres. Er ermittelte, welche Rolle der Mond und die Sonne dabei spielen, und enträtselte damit ein Phänomen, das sich seit den ältesten Zeiten der wissenschaftlichen Erklärung entzogen hatte\*).

\*) Von Newton und seiner Zeit handeln der 12. und der 13. Abschnitt, Bd. II, S. 254—345, des Werkes von Friedrich Dannemann „Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung und in ihrem Zusammenhange“. Verlag W. Engelmann, Leipzig.

## Zum 150. Geburtstage von Joseph Johann von Littrow.

Von G. von S t e m p e l l.

Nicht jedem Wissenschaftler ist die schöne Gabe verliehen, die Früchte seiner Tätigkeit nicht nur dem engen Kreise seiner Fachgenossen zugänglich zu machen, sondern sie auch in gefühlswarmer Darstellung ins Volk hineinzutragen, das doch Anspruch hat, sich belehren und bilden zu lassen. Eine solche Gabe war dem zu seiner Zeit hervorragenden Astronomen Joseph Johann Edler von Littrow zuteil, der am 13. März 1781 in Bischofteinitz (Böhmen) geboren wurde. Zu gleicher Stunde, in welcher Wilhelm Herschel den Planeten Uranus entdeckte, erblickte er das Licht der Welt, in deren Tiefen er später sein Leben lang heimisch werden sollte. Dem Andenken des Gelehrten seien anläßlich seines 150. Geburtstages die folgenden Zeilen gewidmet.

Schon während der Schulzeit regten sich in

Littrow die ersten Anzeichen seiner Vorliebe für die Wissenschaft. Nach Verlassen der Schule bezog er als Achtzehnjähriger die Universität Prag und versuchte nacheinander sich in die Lehren der Rechtswissenschaft, der Medizin und selbst der Theologie zu vertiefen, doch fand er in keiner derselben die rechte Befriedigung. Hingegen fesselten ihn Mathematik und griechische Literatur und füllten seine freien Stunden aus. Er fühlte sich derartig unbefriedigt, daß er in ein Kloster zu gehen beschloß. Dazu kam es nun glücklicherweise nicht. Noch rechtzeitig wurde er an diesem Schritt durch den mit ihm eng befreundeten Direktor der Realschulen, Hall, gehindert, der ihm riet, sich der Astronomie zuzuwenden, zumal seine mathematischen Kenntnisse ihn hierzu ganz besonders befähigt erscheinen ließen. Littrow



folgte Halls Rat, und mit ganzer Kraft und Begeisterung verschwor er sich der am meisten ethisch und didaktisch bildenden Wissenschaft fürs ganze Leben. Bald finden wir den Studiosus in regem Briefwechsel mit dem damaligen Direktor der Wiener Sternwarte, Triesnecker, und im Jahre 1807 wurde er zum Professor der Astronomie und höheren Mathematik an der Universität Krakau ernannt.

Littrow mußte mehrfach an den Orten, in denen er beruflich tätig war, die damalige schlechte Beschaffenheit von Sternwarten erfahren, so auch hier in Krakau. Mühsam hatte er sich erst seine Stellung zu erkämpfen, bevor er organisatorisch tätig werden konnte. Nach drei Jahren verließ er Krakau wieder und ging nach Kasan, um an der dortigen Universität Astronomie zu lehren. Nicht einmal einen für eine Sternwarte geeigneten Raum fand er hier vor, von dem Vorhandensein irgendwelcher einigermaßen brauchbaren astronomischen Instrumente war keine Rede. Sein nächstes Streben war nun auf die Beseitigung dieser Grundübelstände gedeihlicher astronomischer Tätigkeit und auf die Schaffung einer Bücherei gerichtet. Es glückte ihm auch, durch sein organisatorisches Talent das Vorhaben durchzuführen, worauf er bald wieder von dannen zog. Im Jahre 1816 war ihm nämlich die Mitdirektion der Ofener Sternwarte übertragen worden. Auch diese Sternwarte konnte ihn in ihren Einrichtungen nicht befriedigen. Ueberdies lag sie auf einem hohen Berg, der von dem Personal der Warte erst jedesmal erklimmen werden mußte, da eine ständige Unterkunft oben nicht vorhanden war. Diese unglückliche Lage machte es Littrow unmöglich, eine praktische Tätigkeit zu entfalten, die ihm vielleicht sonst über alle diese und auch weiter noch vorhandenen üblen Dinge hinweggebracht hätte. Er hielt sich daher notgedrungen möglichst zurück und beschäftigte sich in der Folge lieber mit theoretischen Untersuchungen. Lindenau und Bohnenberger hatten soeben die „Zeitschrift für Astronomie“ ins Leben gerufen und fanden gleich in Littrow einen der tätigsten Mitarbeiter. Außerdem war er mit einer Uebersetzung der „Exposition du système du monde“ von Laplace beschäftigt.

Im Jahre 1817 starb Triesnecker, und Littrow bewarb sich um den dadurch frei gewordenen Direktorposten an der Wiener Sternwarte, den er auch zwei Jahre später erhielt. Die Sternwarte fand er in einem Zustande vor, der ihm volle Gelegenheit bot, seine ihm in so hohem Grade eigene Tätigkeit wiederum zu entfalten. Littrow ging tatkräftig ans Werk, reorganisierte die Sternwarte vollständig und stellte den Personal- und Sachmangel ab. Einunddreißig Jahre lang konnte er an dieser Stätte wirken, die ihm viel zu ver-

danken hatte. Bezüglich Gehalt stand er sich freilich nicht glänzend, aber er war trotzdem zufrieden und lebte als stiller Gelehrter für seine Wissenschaft und seine Familie.

Gleich nach seiner Übersiedlung nach Wien schrieb er zwei treffliche Abhandlungen, die eine über die Sonnenfinsternis des Jahres 1820, die andere über Höhenmessungen durch Barometer und gab gleichzeitig auch die beiden ersten Bände seiner „Theoretischen und praktischen Astronomie“ heraus. Bei der Gründung der Astronomical Society in London (1821) befand er sich unter den ersten zu Korrespondenten ernannten hervorragenden Astronomen. Mit mehreren anderen Gelehrten faßte er den Plan zur Gründung einer Akademie der Wissenschaften. Er sollte diese nicht mehr erleben. Nachdem die Wiener Sternwarte durch sein Zutun wieder unter die tätigen Schwesterinstitute eingereiht war, widmete Littrow einen großen Teil seiner Zeit dem Unterricht und literarischen Arbeiten. Sehr geschätzt war er als Lehrer. Seine volkstümlichen Vorträge, aber auch seine Schriften aus dieser Zeit trugen viel zur Verbreitung astronomischer Kenntnisse bei und verschafften ihm eine große Anhängerschaft. In rascher Folge erschienen von ihm 1823 bis 1831 mehrere gediegene Werke, z. B. „Analytische Geometrie“, ferner eine „Dioptrik oder Anleitung zur Verfertigung der Fernrohre“, sowie eine „Gnomonik oder Anleitung zur Verfertigung aller Arten von Sonnenuhren“. In der „Dioptrik“ gab er den ersten Anstoß zur Dialyse bei achromatischen Fernrohren, die in den Händen des berühmten Optikers Plössl so reiche Früchte trugen. Im Jahre 1833 begann Littrow mit der Abfassung seines im Jahre 1836 vollendeten Werkes „Wunder des Himmels“, einer volkstümlichen Himmelskunde in klarer und zweckmäßiger Einteilung, die später mehrere, dem Fortschritt der Wissenschaft entsprechende Neubearbeitungen erfuhr und so auch im Kreis der Sternfreunde das Andenken an den hervorragenden Verfasser immer wieder auffrischte.

In seinen letzten Lebensjahren schuf Littrow noch manche bedeutende literarische Arbeit. Zwei Jahre vor seinem Tode erschien der „Atlas des gestirnten Himmels“, ein Werk, das vor ähnlichen, bis dahin von anderen Astronomen veröffentlichten Sternkarten mehrere bedeutende Vorzüge aufzuweisen hatte. Sein letztes größeres Werk war die „Geschichte der induktiven Wissenschaften nach dem Englischen des Whewell“.

Erkältungsneigungen und ein zeitweiliger Blutandrang zum Herzen hatten sich bei Littrow, der im Jahre 1836 in den österreichischen Adelsstand erhoben worden war, zuletzt häufiger und stärker fühlbar gemacht, verminderten aber nicht merklich seine Schaffensfreudig-

keit. Am 30. November 1840 entschlief der verdienstvolle Gelehrte arm und in der gleichen Lage, in welcher er über dreißig Jahre früher ins öffentliche Leben getreten war. Mit ihm ging ein scharfsinniger, edler und allverehrter Mann dahin, der nur von lauterer Absichten für das allgemeine Beste beseelt war. Seine ästhetischen Abhandlungen erschienen ge-

sammelt als „Vermischte Schriften“ sechs Jahre nach seinem Tode.

Aus der mit acht Kindern gesegneten Ehe folgte ihm im Jahre 1842 sein Sohn Karl Ludwig, der schon mehrere Jahre sein Assistent gewesen war und praktisch sowie schriftstellerisch Verdienstliches geleistet hat, in der Leitung der Wiener Sternwarte.

## Der gestirnte Himmel im April 1931.

Von Dr. F. S. Archenhold und G. Archenhold.

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

Die beiden wichtigsten Himmelsereignisse des Monats sind die totale Mondfinsternis am 2. April und die außerordentlich günstige Sichtbarkeitsperiode von Merkur am Abendhimmel. Ueber sie findet der Leser weiter unten nähere Angaben. Der Fixsternhimmel selbst zeigt sich am 1. April um 22<sup>h</sup>, am 15. um 21<sup>h</sup> und am 30. April um 20<sup>h</sup> so, wie ihn unsere Karte auf der ersten Umschlagseite des Heftes darstellt. Im Westen schicken sich die Wintersternbilder an, unter den Horizont herabzusinken, im Osten kommen die Frühjahrs- und Sommerbilder herauf. Die Ekliptik verläuft von Nordwesten durch die Sternbilder Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe, Jungfrau und Waage zum südöstlichen Horizont. Der Löwe, dessen hellster Stern Regulus fast genau in der Ekliptik steht, wird vom Meridian durchschnitten. Der Sage nach wurde der Löwe von Juno an den Himmel versetzt, nachdem er von Herkules bezwungen und getötet worden war. Er stellt das fünfte Tierkreiszeichen dar. Der Name des früher als Löwenherz bezeichneten Sterns Regulus (abgeleitet von Rex) ist vermutlich aus einer astrologischen Vorstellung entstanden, wonach die im Zeichen des Löwen Geborenen von königlicher Geburt sein sollten. Der Name des zweithellsten Sterns im Löwen, Denebola, bedeutet weiter nichts als Schwanzstern. Von besonderem Interesse ist der dritthellste Stern, Gamma, der ein sehr schöner Doppelstern mit einem bedeutenden Farbenkontrast der beiden Komponenten ist. Der Hauptstern 2. Größe ist von goldgelber Farbe, während der um 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Größenklassen schwächere Begleiter in einem Abstände von 4'' grünlichrot erscheint. Vermutlich bilden die beiden Sterne kein physisches System. Die Aenderungen im Positionswinkel und der Distanz lassen sich durch verschiedene Eigenbewegungen der beiden Sterne erklären. Die Distanz und der Positionswinkel sind in dauernder Zunahme begriffen. Das ganze Sternbild umfaßt in dem Atlas von Bayer (1603) 39 Sterne, während der Himmelsatlas von Schurig-Götz, der bis zur Sterngröße 6.5 herabgeht, 164 Sterne enthält. Von diesen

werden 17 als Doppelsterne bezeichnet, und einer (R Leonis) ist veränderlich. Außerdem enthält das Sternbild noch 8 Nebelflecke.

Die Umgrenzungen der Sternbilder, die in den verschiedenen Sternatlanten nicht genau übereinstimmen und bisher einer gewissen Willkür unterworfen waren, sind neuerdings eindeutig festgelegt worden. Die bisher krummlinigen Grenzen sind durch neue ersetzt worden, die sich den alten möglichst genau anschmiegen, aber aus Stücken von Rektaszensions- und Deklinationkreisen zusammengesetzt sind. So ist es möglich geworden, unabhängig von Sternkarten durch Angabe der Rektaszension und Deklination der Eckpunkte ein Sternbild genau zu umgrenzen. Bei den erst in der Neuzeit entstandenen Karten des Südhimmels hatte man bereits bei Einführung der Sternbilder auf eine einfache Begrenzung Wert gelegt.

Der veränderliche Stern Algol im Perseus ist wegen seiner tiefen Stellung am Horizont nicht besonders günstig zu beobachten. Wir geben daher nur wenige Minima an:

April 1.	21 <sup>h</sup>
April 19.	2 <sup>h</sup>
April 21.	22 <sup>h</sup>

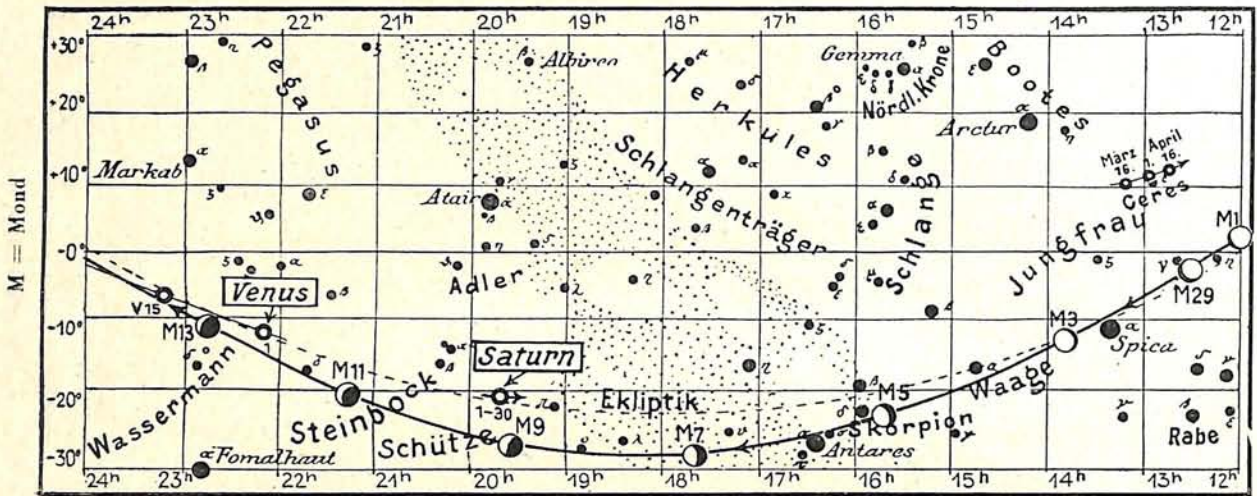
### Die Planeten.

Im April sind alle fünf hellen Wandelsterne gut zu beobachten.

Merkur erscheint noch während der Dämmerung ziemlich genau im Westen als Abendstern. Seine Sichtbarkeit für das bloße Auge beträgt am Anfang des Monats fast eine halbe Stunde und wächst bis zum 11. April auf nahezu eine Stunde an; dann nimmt sie aber rasch ab, so daß der schnellaufende Planet bereits am 23. April unsichtbar wird. Zu seiner Aufsuchung ist die erste Monatshälfte also am günstigsten. Sein Untergang erfolgt am 1. April um 20<sup>h</sup>, am 6. um 20<sup>1</sup>/<sub>2</sub><sup>h</sup> und am 11. um 20<sup>3</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup>. Man beginne etwa eine Stunde vorher nach dem Planeten zu suchen. In dieser Sichtbarkeitsperiode, die als sehr günstig zu bezeich-

Abb. 2a.

Lauf von Sonne, Mond und Planeten



nen ist, wird bei klarem Himmel jeder den selten zu sehenden Planeten auffinden können.

Venus ist noch immer Morgenstern. Da sie eine viel niedrigere Deklination als die Sonne besitzt, ist ihre Sichtbarkeitsdauer nur kurz. Sie vermindert sich noch im Laufe des Monats von einer halben auf eine viertel Stunde.

Mars entfernt sich rasch von der Erde, wie man auch mit freiem Auge an seiner abnehmenden Helligkeit feststellen kann. Sein Abstand von der Erde wächst von 154 Millionen km auf 194 Millionen km am Ende des Monats an; sein scheinbarer Durchmesser geht entsprechend von 9'' auf 7'' zurück. Mars bewegt sich im Sternbild des Krebses in Richtung auf Regulus im Löwen zu. Bei eintretender Dunkelheit steht er bereits im Meridian. Sein Untergang erfolgt anfangs gegen 4<sup>h</sup>, zum Monatsende gegen 2<sup>1/4</sup><sup>h</sup>. Die Deutlichkeit, mit der die dunkleren Gebilde seiner Oberfläche sichtbar sind, ist wahrscheinlich während dieser Opposition wieder in erheblichem Maße veränderlich.

Jupiter, in den Zwillingen, ist vom Eintritt der Dunkelheit an bis zu seinem Untergange anfangs bis 2<sup>1/2</sup><sup>h</sup>, zuletzt bis 1<sup>h</sup> morgens sichtbar. Die Stellungen und Verfinsterungen seiner vier hellen Monde geben wir obenstehend an.

Saturn kann am Morgenhimmel anfangs 1<sup>1/2</sup> Stunden, zuletzt 2 Stunden beobachtet werden. Er steht in der Verlängerung der von Deneb im Schwan über Atair im Adler gezogenen Linie ziemlich tief am Horizont.

Uranus befindet sich am 6. April in Konjunktion mit der Sonne und bleibt daher unsichtbar.

Neptun ist nach Eintritt der Dunkelheit bequem aufzusuchen. Er steht am 15. April in Rekt. = 10<sup>h</sup>21<sup>m</sup>,7 und Dekl. = + 11<sup>o</sup>0'.

Stellungen und Verfinsterungen der vier hellen Jupitermonde:

Verfinsterungen			Stellungen			
April	M. E. Z.	Mond	April	22 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	April	22 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>
	h m			M. E. Z.		M. E. Z.
2	22 45	I A	1	2 <sup>o</sup> 34	16	31 <sup>o</sup> 24
5	19 9	II A	2	3 <sup>o</sup> 24	17	31 <sup>o</sup> 24
6	1 26	III E	3	31 <sup>o</sup> 24	18	32 <sup>o</sup> 14
10	0 41	I A	4	32 <sup>o</sup> 14	19	13 <sup>o</sup> 4
12	21 44	II A	5	1 <sup>o</sup> 42	20	132 <sup>o</sup> 4
14	20 17	IV E	6	4 <sup>o</sup> 123	21	12 <sup>o</sup> 43
15	0 5	IV A	7	42 <sup>o</sup> 13	22	24 <sup>o</sup> 13
18	21 5	I A	8	42 <sup>o</sup> 13	23	413 <sup>o</sup> 2
20	0 20	II A	9	43 <sup>o</sup> 2	24	43 <sup>o</sup> 2
25	23 0	I A	10	431 <sup>o</sup>	25	432 <sup>o</sup>
			11	432 <sup>o</sup> 1	26	431 <sup>o</sup>
			12	413 <sup>o</sup> 2	27	4 <sup>o</sup> 132
			13	4 <sup>o</sup> 123	28	412 <sup>o</sup> 3
			14	21 <sup>o</sup> 3	29	42 <sup>o</sup> 13
			15	2 <sup>o</sup> 134	30	11 <sup>o</sup> 32

E = Eintritt  
A = Austritt

Die Sonne steigt in der Ekliptik rasch empor und erhöht dabei ihre Deklination von + 4<sup>o</sup> auf + 14<sup>o</sup>. Die Tageslänge nimmt infolgedessen von 13 Stunden auf fast 15 Stunden zu, und die Sonne vermag uns mehr Wärmestrahlen zuzusenden.

Sie geht in Berlin zu folgenden Zeiten auf und unter:

	Aufgang	Untergang
April 1.	5 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup>	18 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup>
„ 15.	5 11	19 3
„ 30.	4 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup>	19 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup>

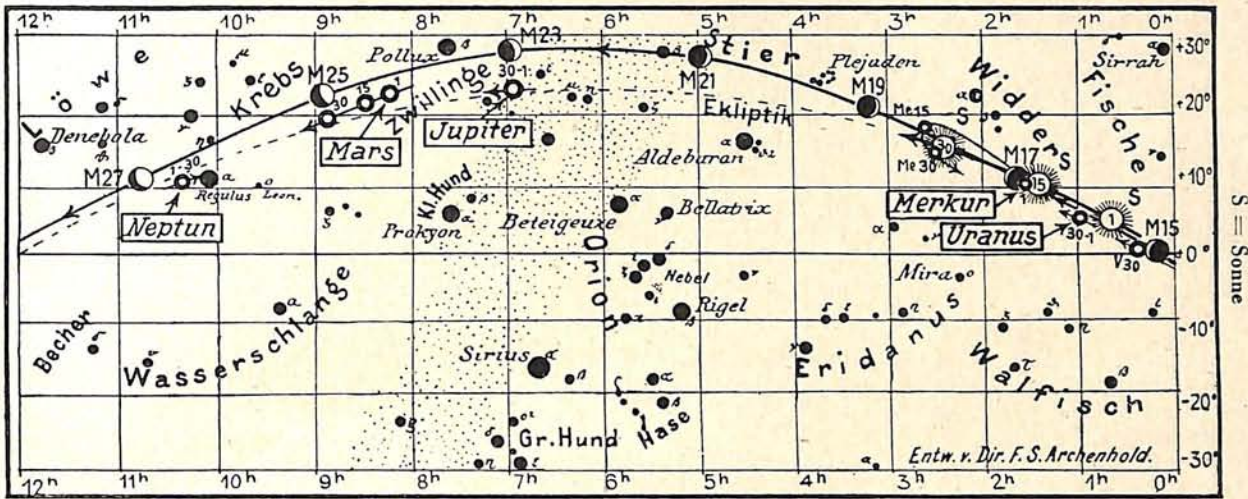
Weitere wichtige Angaben finden sich in folgender Tabelle:

Datum	Rektasz. 0 <sup>h</sup> Weltzeit	Deklin. 0 <sup>h</sup> Weltzeit	Sternzeit Berlin, Mittag	Zeitgleichg. wahre minus mittlere Zeit
	h m	o ' "	h m	m s
April 1.	0 37,9	+ 4 5	0 35,4	- 4 11
„ 5.	0 52,5	5 37	0 51,2	2 59
„ 10.	1 10,7	7 30	1 10,9	1 34
„ 15.	1 29,1	9 20	1 30,6	- 0 15
„ 20.	1 47,6	11 7	1 50,3	+ 0 55
„ 25.	2 6,3	12 48	2 10,0	1 55
„ 30.	2 25,2	+ 14 24	2 29,7	+ 2 44

für den Monat April 1931.

Abb. 2b.

Nachdruck verboten.



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

Am 2. April, dem Tage des Ostervollmonds, muß er den Erdschatten durchschreiten, so daß eine totale Mondfinsternis entsteht, deren ganzer Verlauf bei uns sichtbar ist. Sie beginnt kurz nach Sonnenuntergang um 19<sup>h</sup>23<sup>m</sup> und endet um 22<sup>h</sup>52<sup>m</sup>. Die Totalität dauert von 20<sup>h</sup>22<sup>m</sup> bis 21<sup>h</sup>53<sup>m</sup>. Im einzelnen verweisen wir auf den Aufsatz von Prof. Mader im vorhergehenden Heft dieser Zeitschrift, in dem auch über die bei uns unsichtbare Sonnenfinsternis am 17. April berichtet ist.

Die Hauptphasen des Mondes fallen auf folgende Daten:

Vollmond:	April 2. 21 <sup>h</sup>
Letztes Viertel:	.. 9. 21 <sup>h</sup> <sub>4</sub>
Neumond:	.. 18. 2
Erstes Viertel:	.. 25. 14 <sup>h</sup> <sub>4</sub>

Am 1. und 30. April steht der Mond in Erdnähe. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt an diesen beiden Tagen 33'24" und 33'1", die Horizontalparallaxe 61'12" bzw. 60'29". In Erdferne steht der Mond am 14. April mit einem scheinbaren Durchmesser von 29'29" und einer Horizontalparallaxe von 54'2".

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

April	Name	Gr.	Rekt. 1931		Dekl. 1931		Phase	Zeiten für Berlin		Winkel	Mondalter	Hilfsgrößen	
			h	m	°	'		h	m			a	b
22.	406 B. Tauri	5,6	5	46,6	+ 27	57	E	20	53,5	72	4,8	- 0,5	- 1,1
22.	136 Tauri	4,6	5	49,0	+ 27	36	E	22	4,5	146	4,9	+ 0,7	- 2,5

E = Eintritt.

Die Bedeutung der Hilfsgrößen a und b, die eine einfache Berechnung der genauen Zeiten für alle Orte innerhalb Deutschlands ermöglichen, ist in Heft 3 auf Seite 46 dieses Jahrganges angegeben.

### Bemerkenswerte Konstellationen.

April<sup>h</sup>

- 2. — In Europa sichtbare totale Mondfinsternis.
- 6. 3 Uranus in Konjunktion mit der Sonne.
- 10. 3 Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- 10. 12 Merkur in größter östlicher Abweichung 19° 27'.
- 14. 15 Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 17. 5 Uranus in Konjunktion mit dem Monde.
- 17. — In Deutschland unsichtbare partielle Sonnenfinsternis.

April<sup>h</sup>

- 19. 10 Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- 20. 4 Merkur stationär.
- 24. 2 Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- 25. 20 Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- 27. 13 Neptun in Konjunktion mit dem Monde.
- 30. 11 Merkur in unterer Konjunktion mit der Sonne.

## AUS DEM LESERKREISE

### Halobeobachtungen.

Die im „Weltall“, Jg. 30, H. 1, beschriebenen Halos vom 14. Juli und 26. Mai 1930 konnten auch in Linthal, Kanton Glarus, Schweiz, beobachtet werden. Ich notierte in meinem Beobachtungsbuch:

14. Juli: morgens hell; vormittags Zirrostratusbewölkung, Halo, Ring von 22° Radius, vollständig; nachm. Stratusdecke.

26. Mai: Von morgens 7 Uhr ab sehr schöne Haloerscheinung, Ring von 22° R und Ring von 46° R, oberer Berührungsbogen und linke Neben Sonne. (In dieser Form fast eine Stunde lang sichtbar, teilweise fast den ganzen Tag.)

Weiter beobachtete ich Halos im Jahre 1930:

17. Mai: vorm. 11¼ Uhr sehr schön ausgebildete Haloerscheinung, Ring 22° R, Kreis vollständig, farbig, über Mittag anhaltend, nachm. 4½ Uhr noch Halbkreis, farbig.

20. Mai: vorm. Haloerscheinung, Ring 22°, farbig, Ring nur teilweise.

4. Juni: morg. 7½ Uhr Halo, Ring 22°, farbig; soweit nicht vom Saasberg verdeckt, vollständig.

Am 23. Juli konnte ich vom Kirchenstock (Berg b. Linthal) aus ein Brockengespenst mit farbigem Glorienschein beobachten.

F. Frey, Pfarrer.

Im Jahre 1930 beobachtete ich zumeist in Nürnberg und Umgebung 37 Sonnen- und 12 Mondhalos. Da dreimal an einem Tag sowohl ein Sonnen- wie ein Mondhalo gesehen wurde, beträgt die Zahl der Halotage insgesamt 46. Die Tage, an denen Halos gesehen wurden, sind aus folgender Zusammenstellung ersichtlich:

Januar 8., 9., 11., 14.  
 Februar 5.  
 März 11., 12., 19., 23., 25., 28.  
 April 2., 9., 21., 24., 26., 29.  
 Mai 2., 6., 9., 10., 17., 23., 24., 26.  
 Juni 2., 11., 13., 16., 21., 26., 27.  
 Juli 10., 12., 14., 20., 25., 30.  
 August 5., 8., 12.  
 September 10., 18.  
 Oktober 31.

November 15., 24.

Dezember —

Besonders schön waren die Erscheinungen vom 25. März und 26. Mai.

Dr. W. Sandner.

Beobachtungen von Sonnenringen im Jahre 1930:

April 27. (mit Neben Sonne).

Mai 26.

Juni 6. (mit linker Neben Sonne).

Juli 11., 13.

August 7., 8.

Oktober 8., 11., 13., 14., 21.

November 4., 6.

Beobachtungsort zumeist Breslau.

Herbert Luft.

Statistische Beobachtungen von Halos  
1928 — 1930.

Die systematischen Beobachtungen sind von Januar 1928 bis Oktober 1928 in Alexandria (48°40' nördl. Br., 2h12m östl. Länge) und von November 1928 an in Kremenchug (49°4' nördl. Br., 2h13m östl. Länge) und Umgebung angestellt worden. Die Tabelle gibt die Zahl der Halotage für die einzelnen Monate an:

	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Insges.
1928	4	10	3	14	18	12	1	13	10	5	8	2	100
1929	9	19	8	10	5	8	4	5	2	5	3	3	81
1930	1	4	12	14	15	8	7	2	3	7	5	3	81
im Durchschn.	5	11	8	13	13	9	4	7	5	6	5	3	87

An den insgesamt 262 Halotagen wurden 207 Sonnenringe von 22°, 50 Mondringe von 22°, 57 Neben Sonnen, 5 Nebenmonde, 7 vertikale Neben Sonnen von 22°, 32 Zirkumzenitalbögen, 17 Sonnenringe von 46°, 1 Mondring von 46°, 11 Berührungsbogen des Ringes von 22°, 1 Horizontalkreis, 2 Schweife von Neben Sonnen und 1 Schweif von Nebenmonden beobachtet.

Kremenchug (Ukraine).

V. Tschernow.

## KLEINE MITTEILUNGEN

**Rotation in Sonnenflecken.** Spektroheliographische Aufnahmen haben uns den wirbelförmigen Bau von Sonnenflecken zur Gewißheit gemacht, nachdem man schon lange zuvor auf Grund ihres äußeren Anblickes auf einen solchen geschlossen hatte. Daß diese Wirbel um ihre Achse zu rotieren pflegen, ist uns ebenfalls geläufig. Weniger bekannt ist dagegen, daß man schon in kleinen Instrumenten durch gewöhnliche Okularbeobachtung häufig eine Drehbewegung der Sonnenflecken um ihre Achse feststellen kann, wenn man sich nur bemüht, beim Zeichnen bis zu den letzten Einzelheiten vorzudringen, welche das benutzte Instrument zu erkennen gestattet.

Ich verwende zu meinen Sonnenbeobachtungen einen parallaktischen 4-Zoll-Refraktor und arbeite bei 140-

facher Vergrößerung. Für eine erfolgreiche Beobachtung von Einzelheiten in Sonnenflecken ist m. E. wenigstens ein Dreizöller erforderlich und die Verwendung eines Helioskopes ratsam, welches die Helligkeit des Sonnenbildes kontinuierlich zu schwächen gestattet. Doch soll damit natürlich nicht etwa bestritten werden, daß auch schon in kleineren Fernrohren hübsche Details zu erkennen sind, und für die Fleckenstatistik, auf welche sich ja doch die meisten Liebhaber beschränken, genügt ein Zweizöller.

Zeichnet man nun möglichst oft die sichtbaren Sonnenflecken mit allen in ihnen erkennbaren Einzelheiten lagengetreu auf, so wird man in ihnen nicht selten Rotationsbewegungen feststellen können. Besonders in den regulär gebauten Gruppen und

Flecken erkennt man solche des öfteren; die Faserung und der spiralige Bau der Penumbra verraten dann mitunter schon bei der ersten Beobachtung die Drehbewegung. Aber auch große Gruppen zeigen dieselbe, und derartige Beobachtungen gestalten sich dann besonders interessant. Mitunter erscheinen große Gruppen auch in der Gestalt von Doppelwirbeln, und gelegentlich lassen sich zerrissene Fleckengruppen als die Reste eines großen zersprengten (wie durch Zentrifugalkraft auseinandergetriebenen) Wirbels auffassen.



Große Sonnenfleckengruppe  
am 25. Oktober 1930.

Sonnenfleck  
am 12. August 1928.

Meine Beobachtungsbücher enthalten eine größere Anzahl diesbezüglicher Eintragungen. Zwei hier wiedergegebene Zeichnungen mögen als Beispiele dienen für Flecken, welche bei mehrtägiger Beobachtung Rotation erkennen ließen; es sind zwei wahllos aus meinem Material herausgegriffene Darstellungen, also durchaus nicht etwa besonders „typische“ Fälle.

Zweck dieser Zeilen ist es, auf derartige reizvolle Beobachtungen hinzuweisen. Vielleicht läßt sich der eine oder andere Liebhaber anregen, auf diesem Gebiete zu arbeiten; große instrumentelle Hilfsmittel sind dazu jedenfalls nicht erforderlich.

Dr. Werner Sandner.

**Ein veränderlicher Stern mit der kürzesten jemals festgestellten Periode** ist von H. van Gent auf der Union-Sternwarte Johannesburg entdeckt worden. Sein Lichtwechsel vollzieht sich fast genau innerhalb 100 Minuten, wiederholt sich also über 14mal im Laufe eines Erdtages. Die geringe Helligkeit von etwa 14.—15. Größe in Verbindung mit der schnellen Periode des Lichtwechsels erschwert die photographische Beobachtung des Sterns sehr, weil schon während der notwendigen Belichtungszeit sich seine Helligkeit verändert. Aus diesem Grunde wurde er auch visuell am 65-cm-Refraktor der Union-Sternwarte beobachtet und 2 Stunden lang von 3 verschiedenen Beobachtern verfolgt. Die Lichtkurve bestätigt die photographisch ge-

wonnenen Ergebnisse, sowohl was die Kürze der Periode wie auch die sinuskurvenartige Form betrifft.

Der neue Veränderliche steht im Sternbild des Schiffs in Rekt. =  $8^h 10^m 38^s$  und Dekl. =  $-18^\circ 44' 9''$ , also im Zuge der Milchstraße. Es ist anzunehmen, daß er wie die meisten kurzperiodischen Veränderlichen zu den Riesensternen gehört, und daß er daher in einer großen Entfernung von uns zu suchen ist. G. A.

**Der kleine Planet Ceres** gelangt am 5. April in Opposition zur Sonne. Er besitzt von allen Planetoiden den größten Durchmesser und erscheint nur infolge seiner größeren Entfernung von der Sonne (410 Millionen km) schwächer als einige andere der kleinen Planeten. Seine diesmalige Oppositionshelligkeit beträgt  $7^m,1$ . Wir haben die Bahn der Ceres in unsere Planetenkarte 2a eingetragen. Es geht daraus hervor, daß sich der Planetoid ziemlich weit nördlich von der Ekliptik im Sternbild der Jungfrau bewegt. Nachstehend lassen wir seine Ephemeride folgen:

(1) Ceres			
	Rekt.	Dekl.	
März 16.	$13^h 10^m$	$+ 10^\circ 14'$	
24.	13 4	10 58	
April 1.	12 57	11 34	
9.	12 50	11 59	
17.	12 43	12 11	
25.	$12^h 38^m$	$+ 12^\circ 9'$	

Opposition April 5.  
Größe Helligkeit  $7^m,1$ . G. A.

**Die Sonnenfleckenzahlen für das Jahr 1930** zeigen eine starke Abnahme der Sonnenfleckentätigkeit gegen die Vorjahre an. Das Jahresmittel für 1930 beträgt nur 35,9 gegenüber 64,2 für 1929 und 76,8 für 1928. Wir lassen nachstehend die provisorischen Monatsmittel nach den von der Züricher Sternwarte bearbeiteten Beobachtungen folgen:

Januar	63,7	Juli	22,0
Februar	49,9	August	25,0
März	35,0	September	32,7
April	38,5	Oktober	32,7
Mai	37,9	November	36,5
Juni	28,9	Dezember	28,0

Da das letzte Sonnenfleckennaximum nunmehr längere Zeit zurückliegt, ist eine genaue Bestimmung desselben möglich. Es zeigt sich, wie Prof. Brunner, Direktor der Züricher Sternwarte, mitteilt, daß das Hauptmaximum in das zweite Viertel des Jahres 1928 fiel. Ebenso wie zur Zeit der größten Fleckentätigkeit starke Schwankungen in der Sonnenaktivität aufgetreten sind, so geht auch die augenblickliche Abnahme unter größeren Schwankungen der Sonnenaktivität vor sich. Ende Februar d. J. ist z. B. wieder eine sehr große Fleckengruppe sichtbar gewesen, die sogar mit bloßem Auge wahrgenommen werden konnte. Möglicherweise wird diese Gruppe Mitte März nochmals am östlichen Sonnenrande auftauchen. G. A.

## BÜCHERSCHAU

**Johannes Kepler in seinen Briefen.** Herausgegeben von Max Caspar und Walther von Dyck. 2 Bände, 424 und 364 S. mit 4 Tafeln und 8 Abb. Verlag R. Oldenbourg, München 1930. Pr. geb. 20 M.

Es konnte keine wertvollere Ehrung Keplers zur 300. Wiederkehr seines Todestages geben, als dazu beizutragen, der Allgemeinheit den Weg zu seinen schwer-

zugänglichen, zumeist in lateinischer Sprache verfaßten Schriften zu ebnen. In dem vorliegenden Werk hat Max Caspar, der uns schon die vortrefflichen Uebersetzungen der „Astronomia nova“ und des „Mysterium cosmographicum“ geschenkt hat, gemeinsam mit von Dyck eine sorgfältige Auswahl aus dem reichen Schatz des Keplerschen Briefwechsels vereinigt. Die lateinischen Briefe

werden in Uebersetzung dargeboten, ohne den Kepler eigenen Stil zu verwischen. Die Briefe, die er in deutscher Sprache an Angehörige, Behörden oder Fürsten geschrieben hat, sind in ihrer ursprünglichen Form wiedergegeben worden. Die Auswahl erfolgte unter dem Gesichtspunkt, alles das heranzuziehen, was in weiteren Kreisen auf Verständnis rechnen kann. Die Herausgeber sagen darüber im Vorwort: „Alles, was uns Kepler über seinen wechselvollen Lebensgang erzählt, in dem sich die ganze Tragik jener von vielfachen Spannungen und schwersten Erschütterungen aufgeregten Zeit widerspiegelt, alles, was er uns über den Ausgangspunkt, die Entwicklung und die Beeinflussung seiner Gedankenwelt, über Beweggründe und Absichten seines Handelns, über seine Freuden und Leiden, Kämpfe und Erfolge, über seine Zweifel und Hoffnungen berichtet, alles, was den innern Menschen vor uns aufdeckt mit dem ungemeinen Reichtum und der oft seltsamen Gegensätzlichkeit seiner Fähigkeiten und Gefühle, ist aufgenommen worden; zugleich aber und in engster Verbindung damit die Grundgedanken seiner wissenschaftlichen Arbeit, die Grundzüge seines Weltbildes, die Entstehungsgeschichte seiner Werke, die geistreichen Einfälle, die ihm in so großer Zahl zuströmten und sich auf die weitesten und mannigfaltigsten Gebiete des Wissens und des Lebens erstrecken. Da die Briefe an eine große Anzahl von Adressaten gerichtet sind, an Fürsten und Gelehrte, Freunde und Angehörige, Deutsche und Ausländer, gewinnt das Bild, das sie uns von Kepler vermitteln, an Lebendigkeit und Farbe. Außer den persönlichen Briefen haben wir auch die Widmungsschreiben der meisten seiner Werke aufgenommen, weil gerade sie deren Entstehungsgeschichte, Absicht und Inhalt lebendig vor Augen führen und überdies, durch besondere stilistische Feinheit ausgezeichnet, eine Fundgrube trefflicher Gedanken und Einfälle sind. Das Eingreifen Keplers in den gegen die Mutter angestregten Hexenprozeß war in Kürze herauszuheben, ebenso wie die in Angst des Herzens und innerer Bedrängnis, aber mit offenem Bekennermut geschriebenen Briefe in den Angelegenheiten seines Glaubens.“

Bei der Anordnung der Briefe ist durchweg die zeitliche Reihenfolge eingehalten worden. Inhaltlich zusammengehörige Briefe sind zu Beginn der Bände in übersichtlicher Weise gekennzeichnet. Wo es notwendig erschien, sind Aeußerungen und Antwortbriefe derjenigen aufgenommen, an die sich Kepler wendet. Ein Sach- und Namenregister sowie eine Zusammenstellung der Werke, in denen bereits früher Keplerbriefe veröffentlicht worden sind, beschließen diese Sammlung. Sie vermittelt uns ein lebendiges Bild der wissenschaftlichen Entwicklung Keplers wie auch der Menschen und Zustände jener Zeit, so daß sie in geschichtlicher, wissenschaftlicher und rein menschlicher Beziehung von größtem Interesse ist. Möge das Werk die Verbreitung finden, die es verdient; dann wird auch der Name „Kepler“ vollen Inhalt gewinnen. G. A.

**Apel, Dr. Max: Die Weltanschauungen der großen Denker.** (Reclams Universal-Bibliothek Nr. 7053/54.) 152 S. Verlag Reclam, Leipzig 1929. Pr. geh. 80 Pf., geb. 1,20 M.

Das Buch bringt auf engem Raum eine Fülle von Anregungen und wertvollen Ueberblicken. Es ist erstaunlich, in welcher knapper und fesselnder Art der Verfasser den Leser mit den bedeutendsten Gedanken der Philosophen von Plato bis Lotze bekannt macht. Die gedrängte Form der Darstellung, die die großen Linien in den Systemen der einzelnen Philosophen klar herausstellt, vermittelt ein eindrucksvolles Entwicklungsbild. Aus einer Reihe von Rundfunkvorträgen entstanden, lebendig und eindrucksvoll, geben die fünfzehn Beiträge einen vorzüglichen Ueberblick und regen zu eigenem Studium an. Dr. Z.

**Dr. A. L. Crelle's Rechentafeln.** Neue Ausgabe. Besorgt von O. Seeliger. Mit Tafeln der Quadrat- und Kubikzahlen von 1—1000. Folio. 501 S. Verlag W. de Gruyter & Co., Berlin 1930. Pr. geb. 26 M.

**Triebel, F.: Rechen-Resultate.** 4. Aufl. 285 S. Verlag M. Krayn, Berlin 1928. Pr. geb. 15 M.

**Peters, Prof. Dr. J.: Sechsstellige Tafel der trigonometrischen Funktionen.** Enthaltend die Werte der sechs trigonometrischen Funktionen von zehn zu zehn Bogensekunden. 293 S. Ferd. Dümmlers Verlag, Berlin 1929. Pr. 48 M., geb. 52 M.

**Peters, Prof. Dr. J.: Sechsstellige trigonometrische Tafel für neue Teilung.** Die Werte der sechs trigonometrischen Funktionen für jede Minute des in hundert Grade geteilten Quadranten. 170 S. Verlag Gebr. Wichmann, Berlin 1930. Pr. geb. 18 M.

**Peters, Prof. Dr. J.: Multiplikations- und Interpolationstafeln für alle ein- bis dreistelligen Zahlen.** 23 S. Verlag Gebr. Wichmann, Berlin. Pr. brosch. 1,75 M.

Crelles Rechentafeln, die wohl auf keiner Sternwarte fehlen, liegen in einer Neuausgabe vor. Sie erleichtern und beschleunigen das numerische Rechnen in hohem Maße, da sie alles Multiplizieren und Dividieren mit Zahlen unter Tausend ganz ersparen. Man kann die Ergebnisse den Tafeln direkt entnehmen, wobei der übersichtliche Druck einen Irrtum fast vollständig ausschließt.

Die Rechentafeln von Triebel stellen die Multiplikationen aller zweistelligen mit allen dreistelligen Zahlen dar und ermöglichen die entsprechenden Divisionen. Ihr Umfang ist daher nicht so groß wie der der Crelleschen Tafeln, bei denen man auch dreistellige Zahlen miteinander verbinden kann. In der Druckanordnung konnten sie aber noch einfacher gestaltet werden, so daß auch diese Tafeln wärmstens zu empfehlen sind.

Für die Benutzer von Rechenmaschinen hat Prof. Dr. J. Peters zwei neue begrüßenswerte Tafelwerke geschaffen. Wie in ihren Titeln angegeben, enthält die eine die trigonometrischen Funktionen von zehn zu zehn Bogensekunden, die andere für jede Minute des in 100 Grad geteilten Quadranten. Für viele Rechnungen ist die Einführung des Dezimalprinzips zur Teilung des Quadranten von großem Vorteil. Beide Tafeln sind vorzüglich ausgestattet. Die zweite enthält neben den notwendigen Hilfstafeln zur Verwandlung des neuen Gradmaßes in Bogenmaß, altes Gradmaß und Zeitmaß, die Proportionalteile aller Zahlen von 1 bis 999, welche bei der Interpolation benötigt werden. Diese letzte Zusammenstellung ist auch als Sonderdruck erschienen. Sie gibt unmittelbar die Produkte aller Zahlen unter Tausend mit den Zahlen 1—9. G. A.

**Nelting, R.: Das Merkator-System.** Die neue trigonometrische Einfunktion „f“ und „cf“ zur Lösung aller Aufgaben der Arithmetik und der ebenen und sphärischen Trigonometrie, nebst 3 Merkator-Logarithmen-Tabellen. 10 S. Selbstverlag, Eidelstedt-Hamburg, 1930.

Der Verfasser führt durch die Definition  $fx = \operatorname{tg} (45^\circ + \frac{1}{2}x)$  und  $cfx = \operatorname{ctg} \frac{1}{2}x$  zwei neue miteinander verwandte trigonometrische Funktionen ein, mit deren Hilfe die Aufgaben der ebenen und sphärischen Trigonometrie durch z. T. einfachere Rechenoperationen als bisher gelöst werden können. Die vorliegende Schrift ist besonders für den Mathematiker von Interesse, da sie zeigt, daß man sich bei komplizierten Aufgaben nicht unbedingt an die beim ebenen rechtwinkligen Dreieck so einfachen Winkel-funktionen  $\sin$ ,  $\cos$ ,  $\operatorname{tg}$  und  $\operatorname{ctg}$  zu halten braucht. G. A.

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

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: Otto Ratho, Berlin-Treptow. Druck von Wilhelm Greve Aktiengesellschaft, Berlin SW 68.

# DAS WELTALL

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

30. Jahrgang Heft 7

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

April 1931

## Inhaltsverzeichnis:

1. Die Neuen Sterne. Von Hans Homann. (Mit zwei Abbildungen.) . . . . .	Seite 89	totale Mondfinsternis am 2. April 1931. Von Dr. F. S. Archenhold und G. Archenhold. (Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes v. Sonne, Mond u. Planeten.)	Seite 101
2. Neuere Ergebnisse der Höhenstrahlungsforschung. Von Walter M. H. Schulze. (Mit zwei Abbildungen.) . . . . .	„ 95	6. Kleine Mitteilungen: Die Bedeutung der fundamentalen Positionsastonomie. — Nachträgliche Auffindung eines vermutlich neuen Kometen aus dem Jahre 1902. — Kleine Planeten im Mai und Juni — Aerologische Forschungsfahrten und Luftverkehr. . . . .	„ 103
3. Marksteine auf dem Wege des Eindringens in das Weltall. Von Prof. Dr. Fr. Dannemann. VII. Die Ermittlung des Gewichts der Erde. (Mit zwei Abbildungen.) . . . . .	„ 98	8. Bücherschau. . . . .	„ 104
4. Gewicht und Masse. Von Dr. Werner Schaub. „	99		
5. Der gestirnte Himmel im Mai 1931. — Die			

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

## Die Neuen Sterne.

Von Hans Homann.

(Mit zwei Abbildungen.)

Der Name „Neue“ Sterne oder „Novae“, wie der lateinische Ausdruck dafür lautet, ist eigentlich falsch und irreführend. Es handelt sich hier nicht um Sterne, die neu entstehen, sondern um solche, deren Helligkeit plötzlich sehr stark zunimmt, um nach einiger Zeit wieder abzunehmen. Da aber die Helligkeit dieser Sterne beim Lichtanstieg die Grenze der Sichtbarkeit mit bloßem Auge häufig überschreitet und man im Mittelalter, wo es noch keine Fernrohre gab, nur diese Novae entdecken konnte, glaubte man damals, es wären Sterne, die sich neu gebildet hätten. Aus dieser Zeit stammt der Ausdruck, den man bis heute beibehalten hat, obgleich er wörtlich unserem Wissen um diese Erscheinungen nicht entspricht.

Das Gebiet der Nova-Forschung ist so umfangreich, und die Erklärung der Erscheinungen ist so schwierig, daß es mir nötig erscheint, zuerst einmal einen kurzen Überblick über die Geschichte der Nova-Erscheinungen zu geben. Anhand der Erkenntnisse, die hierbei gewon-

nen werden, wird es möglich sein, die Ursache der Erscheinungen zu verstehen, soweit das bis heute überhaupt möglich ist.

### Die Geschichte der Nova-Erscheinungen.

Neue Sterne sind der Menschheit schon seit dem Altertum bekannt. Viele alte Schriftsteller erwähnen solche Erscheinungen, und Humboldt hat aus der chinesischen Chronik MA TUAN LIN eine ganze Reihe von Berichten herausgezogen, die seiner Meinung nach Neue Sterne behandeln. Allerdings müssen wir diesen alten Ueberlieferungen mit einigem Mißtrauen begegnen, denn die Berichtersteller des Altertums hatten nicht nur eine der wissenschaftlichen Forschung unerwünschte Phantasie, sondern auch eine ungenaue und laienhafte Ausdrucksweise. In der Tabelle habe ich die Novae aufgeführt, die uns durch solche Ueberlieferungen aus dem Altertum und dem Mittelalter bekannt geworden sind.

Datum	Ort	Quelle	Bemerkungen
134 v. Chr.	Skorpion (zwischen $\beta$ u. $\varrho$ )	Hipparch	Veranlaßte Hipparch zur Herausgabe seines Sternkataloges
*123 n. Chr. (Dez.) 172 (Dezember)	Zw. Herkules u. Ophiuchus Zwischen $\alpha$ u. $\beta$ Centauri	MA TUAN LIN MA TUAN LIN	Wurde 8 Monate lang beobachtet. Strahlte in 5 Farben
*369	—	MA TUAN LIN	Leuchtete von März bis August
*386	Sagittarius	MA TUAN LIN	Strahlte von April bis Juli
389	bei $\alpha$ Aquilae	griechische Quelle	Hell wie Venus, 3 Wochen lang
827	Skorpion	Haly und Sinfar ben Mohammed	Soll die Helligkeit des Mondes im ersten Viertel gehabt haben
945	Zw. Kepheus u. Kassiopeia	Cyprianus Leovitius	Soll laut Herschel ziemlich hell gewesen sein
*1006 (Mai)	Aries	—	Flackerte wie eine Flamme
*1011	Sagittarius	—	—
1012	Aries	Hepidanus	Leuchtete hell 3 Monate lang
*1203	—	—	Hell wie Saturn
1230	Serpens	MA TUAN LIN	Leuchtete bis März 1231
1260	Zw. Kepheus u. Kassiopeia	Cyprianus Leovitius	—

Die mit einem \* vor der Jahreszahl gekennzeichneten Sterne sind möglicherweise keine Novae, sondern vielleicht langperiodische Veränderliche (Mira Sterne) oder schweiflose Kometen gewesen.



Die eigentliche Geschichte der Neuen Sterne beginnt jedoch erst mit der Nova, die Tycho Brahe am 11. November 1572 sah. Diese ist zugleich die hellste Nova, über die wir einwandfreie Feststellungen besitzen. Sie war bei ihrer Entdeckung bereits etwa so hell wie Sirius ( $-1^m,5$ ) und hatte in ihrem Maximum, wo sie am hellen Tage gesehen werden konnte, etwa die Helligkeit  $-4^m$ . Der Stern verblaßte nach zwei Monaten, wurde rötlich wie Mars, dann wieder weiß. Die Lichtabnahme ging langsam vor sich, und erst im Juni 1574 verschwand der Stern für das damals noch unbewaffnete menschliche Auge vollständig. Goodrick wollte diese Nova mit den Erscheinungen von 945 und 1260 in Zusammenhang bringen, da diese in der gleichen Himmelsgegend (Kassiopeia) gesehen worden sind. Er glaubte, daß die Nova ein langperiodischer Veränderlicher sei. Da aber Tycho Brahe den Ort dieses Neuen Sterns sehr genau festgelegt hat, wissen wir, daß er seit dieser Zeit nicht mehr aufgeleuchtet ist, so daß es sich nicht um einen langperiodischen Veränderlichen handeln kann.

Kepler hat zwei Neue Sterne beobachten können, von denen die Nova im Schwan (1600) deswegen besonders interessant ist, weil sie erst nach 19 Jahren verblaßte und erst nach 21 Jahren unsichtbar wurde. Ueber die zweite, hellere Nova (N 1604), die aber schon nach zwei Jahren verschwand, hat Kepler eine Broschüre geschrieben: „Gründlicher Bericht von einem ungewöhnlichen neuen Stern, welcher im Oktober des 1604. Jahrs erstmalen gesehen. Gestellt durch Johan Khepplern . . .“

Von den seit 1572 in der Milchstraße beobachteten 32 helleren Neuen Sternen ist  $\eta$  Argus besonders interessant. Dieser Stern war zwischen 1600 und 1822 ein unregelmäßiger Veränderlicher zwischen  $5^m$  und  $3^m$ . Unter dauerndem Auf- und Abflackern wuchs er von 1837 bis 1850 bis etwa zur 1. Größenklasse heran. Dann sank seine Helligkeit wieder langsam. 1914 war der Stern bis auf  $8^m$  gesunken. Als man ihn damals beobachtete, fand man, daß er aus drei Komponenten bestand. Man muß den Stern seiner Lichtkurve nach als unregelmäßigen Veränderlichen bezeichnen, dem Spektrum nach aber ist er eine Nova.

Die erste Nova, die spektroskopisch untersucht wurde, war T Coronae (1866). Dieser Stern wurde bereits 1858 von Argelander als Stern 10. Größe in eine Sternkarte eingetragen. In der Nacht vom 12. zum 13. Mai entdeckte Birmingham die Nova als Stern  $2^m$ . Zwei Stunden vor der Entdeckung hatte der Mondforscher Schmidt in Athen die Gegend genau beobachtet und die Nova noch nicht gesehen. Die spektroskopische Untersuchung wurde von Huggins und Miller durchgeführt. Man erkannte, daß ein kontinuierliches Spektrum mit

hellen und dunklen Linien vorhanden war. Die dunklen Linien konnten nicht sicher identifiziert werden. Von den vier hellen Linien konnte man zwei als Wasserstofflinien  $H\alpha$  und  $H\beta$  feststellen.

An N 1876 Cygni konnten schon ziemlich eingehende spektroskopische Untersuchungen durchgeführt werden. Das sehr helle kontinuierliche Spektrum war anfangs von zahlreichen hellen und dunklen Linien durchzogen. Mit dem Sinken der Helligkeit verblaßte auch der kontinuierliche Untergrund, und die Emissionslinien traten deutlicher hervor. Hierbei konnte man eine sehr helle grüne Linie etwa bei  $\lambda$  5000 (Nebellinie) beobachten. Im Februar 1878, als der Stern  $<11^m$  war, blieb diese Linie allein übrig. Das Licht war also monochromatisch geworden und glich etwa dem der planetarischen Nebel.

Die Nova T Aurigae wurde am 23. Januar 1892 von dem Prediger Anderson in Edinburg entdeckt. Nachforschungen auf amerikanischen Platten ergaben, daß der Lichtanstieg bereits Ende 1891 begonnen hatte. Die Nova war also langsam heller geworden. Im Maximum war sie  $4^m,5$ . Die Lichtkurve zeigt dann bis zum März 1892 flache Wellen, doch veränderte sich die Helligkeit bis dahin nicht wesentlich. Dann sank sie aber sehr rasch, so daß der Stern im April bereits die 14. Größenklasse erreicht hatte. Im Herbst 1892 beobachtete Héreny das Spektrum und fand es übereinstimmend mit dem des Ringnebels in der Leier.

Die neue Epoche in der Erforschung der Neuen Sterne bricht eigentlich erst mit der Entdeckung der Nova Persei an. Seit dieser Zeit sind — besonders durch Zuhilfenahme der Himmelsphotographie — viel mehr Neue Sterne entdeckt worden als in den ganzen Jahrhunderten vorher, und wenn auch unser Wissen gerade in Bezug auf diese Erscheinungen noch immer lückenhaft ist, so können wir doch sagen, daß die erste einigermaßen sichere Erkenntnis der Zusammenhänge bei der Nova Persei möglich war.

Die Nova Persei wurde am 21. Februar 1901 als Stern  $2^m,7$  entdeckt. Der Stern war vorher veränderlich und schwankte zwischen  $12^m$  und  $14^m$ . Der Lichtanstieg von  $12^m$  bis auf  $2^m,7$  ist bestimmt innerhalb von 28 Stunden erfolgt. Die Helligkeit steigerte sich bis zum 23. Februar auf  $0^m$  und nahm dann bis zum 15. März regelmäßig bis auf  $3^m,5$  wieder ab. Jetzt setzte ein regelmäßiger Lichtwechsel von etwa 4tägiger Periode ein. Die Helligkeit war im Maximum etwa  $4^m$ , im Minimum etwa  $6^m$ . Die Lichtkurve glich im April und Mai der der Cepheiden. Mitte Juni hörte der regelmäßige Lichtwechsel auf. Die Lichtabnahme erfolgte nun sehr langsam unter kleinen, unregelmäßigen Schwankungen. Ende 1902 hatte der

Stern die 10. Größenklasse erreicht, 1904 war er 11<sup>m</sup>. 1915 hatte der Stern seine ursprüngliche Helligkeit von 13<sup>m</sup> wieder erreicht und zeigte auch wieder die alten unregelmäßigen Lichtschwankungen zwischen 12<sup>m</sup> und 14<sup>m</sup>. Besonders interessant sind die spektralen Veränderungen, die man bei der Nova festgestellt hat. Bei seiner Entdeckung hatte der Stern das Spektrum F—A. Der blaue und violette Teil schien besonders hell. Die Wasserstoff-, Magnesium- und Siliziumlinien waren breit und verschwommen, während die Kalziumlinien H und K scharf erschienen. Am 24. Februar traten schon deutlich Emissionslinien hervor, die dem Wasserstoff entstammten. Die Kalziumlinien wurden breiter und verwaschen, die Metalllinien (Eisen, Titan usw.) dagegen schärfer. Das Spektrum hatte etwa A-Charakter, zeigte aber ein darüber gelagertes nach rot verschobenes Emissionsspektrum. Das Absorptionsspektrum verwandelte sich in wenigen Tagen zum B-Typus, trat dann aber immer mehr zurück, so daß das Gesamtspektrum Ende März dem Typus O—B glich. Während des periodischen Lichtwechsels war auch das Spektrum periodischen Aenderungen unterworfen. Während der Maxima nahm das kontinuierliche Spektrum an Intensität zu, so daß z. T. auch die während der Minima gar nicht sichtbaren dunklen Linien wieder hervortraten. Die

Wasserstofflinien wiesen starke und unregelmäßige Verschiebungen auf, während die Kalziumlinien unverändert blieben. Im April konnten zum ersten Mal die Nebellinien bei  $\lambda$  5007 und  $\lambda$  4989 gesehen werden. Von da an ging das Spektrum immer mehr zum Typus P über. Im Herbst 1901 glich es fast vollständig dem eines planetarischen Nebels. Es wies Wasserstoff- und Nebellinien auf sehr schwachem, kontinuierlichem Grunde auf. 1904 verschwanden die Nebellinien, und seit 1907 kann man den Stern als Wolf-Rayetstern betrachten. Ende August 1901 entdeckte Wolf in Heidelberg auf einer photographischen Platte, daß die Nova von einer unregelmäßigen, strukturreichen Nebelhülle umgeben war. Am 11. November stellte Perrine fest, daß einige helle Knoten in dieser Nebelhülle sich innerhalb von 6 Wochen um eine Bogenminute verschoben hatten. Man erkannte, daß die Nova von zwei Nebelringen umgeben war, und aus den festgestellten Geschwindigkeiten konnte man errechnen, daß die Ringe etwa zur Zeit des Aufleuchtens der Nova von dieser ausgegangen waren. Nachdem man aber unter großen Schwierigkeiten die Parallaxe der Nova zu 0",01 festgestellt hatte, errechnete man für die Nebelringe Bewegungsgeschwindigkeiten, die der Lichtgeschwindigkeit gleichkommen. Deshalb nahm man an, daß es sich nicht um mate-

Nova ↓

↓ Nova



↑ 9 Geminorum

Abb. 1. Der Neue Stern in den Zwillingen, am 3. April 1912 photographiert mit dem 6-Zöller am großen Fernrohr der Treptow-Sternwarte. Belichtungszeit 10<sup>m</sup> 2<sup>s</sup>.

rielle Emanationen des Sternes handelte, sondern um Licht- oder Energiestrahlen, die in der Nähe befindliche Nebelmassen aufleuchten ließen oder von diesen reflektiert wurden. Die letzte Annahme wurde besonders dadurch gestützt, daß die Nebelringe ein kontinuierliches Spektrum zeigten. Eine wirkliche Emanation von Nebelmaterie scheint aber 1914 eingetreten zu sein. Seit dieser Zeit haben sich nämlich enge Nebelwindungen um den Stern gelegt, die Ring- oder Spiralform haben.

Die Lichtkurven der Nova 1903 Geminorum und N 1905 Sagittae sehen ungefähr gleich aus, nur daß N 1905 Sagittae im Maximum etwas heller war. Beide Kurven pendeln ein paar Tage zwischen 9<sup>m</sup> und 10<sup>m</sup>. Bei der Nova Sagittae hat man photographisch schwache Nebelbildungen festgestellt. Auch die Nova Lacertae (1910) scheint von Nebeln umgeben gewesen zu sein. Das Bild des Sternes war unscharf und grau. Die Lichtkurve ähnelte der der Nova Persei. Die Nova Geminorum 1912 wurde am 11. März als Stern 5. Größe entdeckt, wuchs bis zum 14. auf 3<sup>m</sup>,6 und nahm dann langsam wieder ab. Am 22. März begannen kleine Schwankungen um die 5. Größenklasse, die aber bald wieder aufhörten. Ende 1912 war der Stern 7<sup>m</sup>,5. Das Spektrum war bei der Entdeckung F<sub>5</sub>. Am 15. März traten die Emissionslinien auf.

Die hellste Nova der letzten Zeit ist die Nova Aquilae 1918 gewesen. Sie war am 5. Juni noch bestimmt < 10<sup>m</sup>, am 7. Juni 6<sup>m</sup>, am 8. 2<sup>m</sup> und am 10. —0<sup>m</sup>,4. Dann sank die Helligkeit bis auf etwa 4<sup>m</sup> im Juli, und es traten nun die regelmäßigen Lichtschwankungen auf, deren Kurven bei vielen Neuen Sternen die gleiche, der der Cepheiden ähnliche Form haben. Diese Veränderungen hörten im September auf, und die Helligkeit nahm langsam weiter ab. Das Spektrum schwankte zuerst einige Zeit zwischen F und B, war aber am 4. Juli B—O. Dann traten die Nebellinien auf, die schließlich das ganze Spektrum beherrschten, bis sie langsam verblaßten. 1927 wies das Spektrum hauptsächlich Wasserstofflinien auf. Die Nebellinien waren kaum noch zu sehen. Die Nova zeigte sich auf photographischen Aufnahmen von einer Nebelhülle umgeben, deren Ausdehnung langsam zunahm.

Die Nova Cygni 1920 entwickelte sich in ziemlich gleicher Weise wie die eben besprochene N 1918 Aquilae. Sie wurde am 21. August entdeckt, als sie 3<sup>m</sup>,3 war, stieg bis zum 24. auf 1<sup>m</sup>,8 und nahm dann langsam, ziemlich regelmäßig wieder ab. Anfang 1921 war sie 9<sup>m</sup>,5, Ende 1921 12<sup>m</sup>,8, Juli 1925 13<sup>m</sup>,5, Juli 1926 14<sup>m</sup>,7, Mai 1928 14<sup>m</sup>,8. Die spektralen Veränderungen glichen fast genau denen der Nova Aquilae 1918.

Der interessanteste Neue Stern der letzten Zeit war unzweifelhaft die Nova Pictoris\*). Der Stern war von 1889—1924 unveränderlich

12<sup>m</sup>,7. Dann stieg die Helligkeit langsam und war Mitte April 1925 3<sup>m</sup>, am 25. Mai 2<sup>m</sup>,4, am 27. Mai 2<sup>m</sup>. Am 9. Juni wurde das Maximum mit 0<sup>m</sup>,9 erreicht. Die Lichtabnahme war sehr schwankend, und es erschien am 20. Juli ein zweites und Mitte August ein drittes Maximum. Dann nahm die Helligkeit ziemlich regelmäßig, aber sehr langsam ab. Im Mai 1928 war der Stern noch 7. Größe. Das Spektrum war zuerst F, dann A. Am Tage des Maximums traten bereits die typischen Novalinien auf. Die Entwicklung des Spektrums ist dann durchaus regelmäßig, soweit man bei einer Nova davon sprechen kann. Die Nova wurde im November 1925 und im Januar 1926 auf der Union-Sternwarte in Johannesburg auf Duplizität und Nebelbildung hin untersucht, da Lunt auf Grund von Spektrogrammen Vermutungen hierüber geäußert hatte. Die Nova gab damals ein scharfes, einfaches Sternbild, bei dem nur das Vorwiegen der roten Farbe im extrafokalen Lichthofe auffiel. Im Januar 1928 fand Hartmann in La Plata, daß die Nova wie eine kleine nebelartige Scheibe aussah. Daraufhin untersuchte Finsen auf der Union-Sternwarte am 25. März 1928 die Nova nochmals und fand, daß sie ein enger, nebelartiger Doppeltstern ist. Später entdeckte man sogar noch zwei weitere Komponenten. Es ergibt sich hier eine Parallele zu  $\eta$  Argus, die noch durch das Spektrum unterstrichen wird. Es ist wahrscheinlich, daß die Nova von einem Nebel umgeben war, aber man konnte es nicht genau feststellen, da die Platten alle extrafokale Ringe um die Nova zeigten und auf den südlichen Sternwarten kein Fernrohr zur Verfügung stand, das für die Strahlen dieses Nebels genau fokussiert war. Man hat die Linienverschiebungen im Spektrum der Nova genau ausgemessen. Es ergab sich eine Annäherung der Oberfläche des Sternes mit der Geschwindigkeit von 140 km/sec. Hartmann sandte deshalb sein inzwischen berühmt gewordenes Telegramm aus: „Novaproblem gelöst, Stern bläht sich auf, zerplatzt.“

Die Nova Aquilae 1927 hatte einen sehr schwankenden Lichtabfall. Die Farbe war rot, das Aussehen planetenartig. Sie zeigte die typischen spektralen Veränderungen. Im Emissionsspektrum traten zuerst die Wasserstofflinien H $\beta$  und H $\gamma$  deutlich hervor, dann die Nebellinien N<sub>1</sub> und N<sub>2</sub>, Heliumlinien, und schließlich sehr breite Emissionen im Violetten.

Hier wollen wir nun einen Strich machen unter die Geschichte der Nova-Erscheinungen. Ich habe mich bemüht, sie möglichst kurz zu berichten und nur das zu erzählen, was zum besseren Verständnis der folgenden Ausführ-

\*) Vgl. hierzu H. E. Wood „Nova Pictoris“, Weltall Jg. 27, S. 161, und Archenhold „Die Lösung des Nova-problems“, Jg. 25, S. 74.

rungen nötig ist. Wir wollen nun versuchen, für die Erscheinungen, die wir bei den behandelten Neuen Sternen kennengelernt haben, eine einigermaßen ausreichende Erklärung zu finden.

#### Hypothese zur Erklärung der Nova-Erscheinungen.

Die Zahl der Fixsterne unseres Milchstraßensystems hat die Größenordnung von etwa 10 Milliarden. Wenn wir annehmen, daß es darunter jährlich etwa 5 Novae gibt, so wäre die Gesamtzahl der Sterne in ungefähr 2000 Millionen Jahren erreicht. Dieser Zeitraum ist für die Entwicklung eines Sternes vom Entstehen bis zum Erlöschen zu kurz. Wir können als Entwicklungsdauer eines Sternes kaum weniger als 10 Milliarden Jahre annehmen. Da es in etwa 2000 Millionen Jahren ungefähr 10 Milliarden Neue Sterne gibt und die Entwicklung eines Sternes bedeutend länger dauert, so müssen wir auf Grund der Wahrscheinlichkeitsrechnung annehmen, daß jeder Stern mindestens einmal als Nova aufleuchtet. Dies ist eine sehr wichtige Erkenntnis für die Erklärung der Nova-Erscheinungen, die uns dazu berechtigt, von einem Nova-Stadium in der Entwicklungsgeschichte eines Fixsterns zu sprechen.

Wenn jeder Stern während seiner Entwicklung das Nova-Stadium einmal oder gar öfter durchläuft, so dürfte es so gut wie ausgeschlossen sein, daß der Grund für das Aufblitzen außerhalb des Sternes liegt. Es wäre unmöglich, anzunehmen, daß etwa jeder Stern im Laufe seiner Entwicklung einmal mit einem anderen zusammenstößt oder durch einen Nebel läuft, der so dicht ist, daß er die beobachteten Wirkungen hervorrufen könnte. Diese früheren Erklärungen für die Nova-Erscheinungen werden heute von Wissenschaftlern kaum noch vertreten. Wir müssen die Ursache für das Aufleuchten dieser Sterne vielmehr in ihnen selbst suchen. Durch die Untersuchungen Eddingtons haben wir über die inneren Zustände der Fixsterne recht sichere Vermutungen, aus denen wir auch Schlüsse über die wahrscheinliche Ursache der Nova-Erscheinungen ziehen können.

Ein Fixstern ist nicht ein wahlloses Konglomerat von Materie, sondern ein von Kräften beherrschter und geordneter Gasball. Solange uns ein Stern immer von gleicher Helligkeit erscheint, müssen wir annehmen, daß diese inneren Kräfte sich dauernd das Gleichgewicht halten. Da die meisten Fixsterne auf Jahrhunderte eine unveränderliche Größe besitzen, müssen wir dies als den Normalzustand betrachten.

Die größte im Innern eines Fixsterns wirkende Kraft ist die **Schwerkraft**. Sie be-

wirkt, daß die Materie sich innerhalb des Sternes nach ihrem spezifischen Gewicht anordnet, und zwar so, daß die schwereren Stoffe im allgemeinen dem Mittelpunkt näher liegen, und die Oberfläche sich aus den leichteren Elementen zusammensetzt. Die Schwerkraft wirkt von außen nach innen und preßt die Materie zusammen.

Ihr entgegen wirken Kräfte, deren Quelle vor allen Dingen in der **Temperatur** liegt. Die Wärme, die im Innern eines Sternes ziemlich beträchtlich ist (im Mittelpunkt der Sonne etwa 40 Millionen Grad), versetzt die Gasmoleküle bzw. Atomtrümmer in sehr schnelle Bewegung. Diese wirkt sich so aus, daß die Atome einer bestimmten Schicht im Innern des Sternes auf die Atome der darüberliegenden Schicht dauernd winzige Stöße ausüben, durch welche diese gewissermaßen schwebend getragen werden. Die oberen Schichten ruhen also auf einer elastischen Grundlage, deren Tragkraft abhängig ist von der Temperatur. Auch der **Strahlungsdruck** wirkt der Schwerkraft entgegen. Im Innern eines Sternes jagen Unmengen von Energiestrahlen hin und her. Es sind hauptsächlich weiche Röntgenstrahlen, aber auch Wärme- und Lichtstrahlen. Diese Energiewellen versuchen, durch die höheren Schichten nach außen zu entweichen und üben dabei einen Druck auf die darüberliegende Materie aus, die ihnen den Ausgang versperrt. Eddington vergleicht den gewaltigen Strom von Licht- und Röntgenstrahlen mit einem „Wind, der nach außen weht und den Stern aufbläst“. Auch der Strahlungsdruck ist abhängig von der Temperatur. Mit steigender Temperatur wird auch er größer. Der Schwerkraft würde auch eine eventuelle Rotation des Sternes entgegenwirken. Da diese jedoch nicht sicher feststeht und für die Erklärung des Nova-Stadiums nicht benötigt wird, wollen wir sie aus dem Spiele lassen. Ein Stern existiert also auf Grund des Widerstreites entgegengesetzt wirkender Kräfte. Da der Stern sich im Laufe seiner Entwicklung langsam zusammenzieht, müssen wir der Gravitation im allgemeinen eine um einen ganz geringen Bruchteil größere Wirkung zuschreiben. Wir können uns die Herkunft der enormen Energien, die ein Stern in seinem „Leben“ ausstrahlt, kaum anders erklären als durch die Annahme, daß er einen Teil seiner Materie in Energie umsetzt. Bei der alles überragenden Rolle, die die Temperatur im Innern eines Sternes spielt, ist anzunehmen, daß sie auf den Fortgang der Transformation von Materie in Energie einen Einfluß ausübt. Im aufsteigenden Aste der Entwicklung eines Sternes steigt die Temperatur normalerweise kontinuierlich an, und es mag bestimmte kritische Temperaturen dabei geben, die dem Zerfall von Materie in irgendeiner Weise besonders günstig sind.

Stellen wir uns vor, daß ein Stern einen solchen kritischen Temperaturpunkt erreicht hat. In diesem Augenblick wird sich spontan eine größere Menge Materie in Energie verwandeln. Hierdurch steigt die Temperatur plötzlich stark und überwindet so schnell den kritischen Punkt. Im Innern des Sterns befindet sich jetzt eine große Menge überflüssiger Energie, sowohl in Form von erhöhter Temperatur als auch in Gestalt von gesteigertem Strahlungsdruck. Beide Kräfte zusammen werden in diesem Augenblick stärker sein als die Schwerkraft. Je nach der Größe des Uebergewichtes wird der Stern sich schneller oder langsamer aufblähen. Die starken Wärme- und Röntgenstrahlen dringen durch das gelockerte Gefüge des Sternes in Form einer Energieflut schnell an die Oberfläche. In dem Augenblick, wo die ersten Wellen dieser Energieflut an die Oberfläche kommen, hat der Stern seine größte Ausdehnung und das Maximum der Helligkeit erreicht. Das Spektrum ist in diesem Augenblick meistens noch normal. Durch das Hervorbrechen der Energieflut an die Oberfläche wird sich die Temperatur hier sehr schnell steigern. Hierdurch verändert sich der Spektraltypus über A bis B. Der plötzlich stark gesteigerte Strahlungsdruck hebt die Atome der leichten Gase, wie Wasserstoff, Helium, Sauerstoff weit über die Oberfläche empor, so daß sie den Stern in Form einer ausgedehnten Nebelhülle umgeben. Diese sendet das Emissionsspektrum aus, das zunächst, solange sie noch die hohe Temperatur der Oberfläche besitzt, hauptsächlich die hellen Wasserstofflinien aufweist. Mit der fortschreitenden Abkühlung der Nebelhülle verändert sich auch das Emissionsspektrum, das schließlich dem der planetarischen Nebel gleicht.

Von der durch die Aufblähung stark vergrößerten Oberfläche des Sternes wird die nach außen dringende Energieflut in verhältnismäßig kurzer Zeit ausgestrahlt. Die Schwerkraft gewinnt wieder die Oberhand, so daß der

Stern sich zusammenzieht. Durch diese Kontraktion wird Wärme erzeugt. Die Temperatur im Innern steigt mit zunehmender Kontraktion an. Wir haben gesehen, daß die der Gravitation entgegenwirkenden Kräfte nicht starr, sondern elastisch wirken. In dem Augenblick, wo die Kontraktion soweit fortgeschritten ist, daß die durch die Temperatur hervorgerufenen Kräfte die Gravitation überwiegen, wird der Stern sich wieder etwas aufblähen, bis die Schwerkraft wieder das Uebergewicht hat, und der Vorgang von neuem beginnt: der Stern pulsiert. (Vergleiche die Lichtkurve der Nova Geminorum.) Das Widerspiel der Kräfte ist hier ähnlich, wie wenn wir ein Gewicht auf eine Spiralfeder legen. Im Anfang der Pulsationen ist die durch die Kontraktion erzeugte Temperaturkraft noch so groß, daß es längere Zeit dauert, bis sie von der vergrößerten Oberfläche ausgestrahlt ist, und die Schwerkraft wieder überwiegt. Diese Temperaturkraft wird aber immer geringer, je länger der Stern pulsiert, so daß nachher die Dauer der Minima die der Maxima übertrifft. Je mehr von dem hindernden Temperaturüberschuß ausgestrahlt wird, um so schwächer werden die Pulsationen, bis sie schließlich ganz aufhören, und die Kontraktion weiter fortschreitet. Auch später wird es beim Zusammenziehen des Sternes noch manchmal Stauungen geben, wenn die Temperatur durch die Kontraktion zu hoch ansteigt. Nach Jahren hat der Stern schließlich seine ursprüngliche Größe wieder erreicht und setzt nun seinen „Lebenslauf“ da fort, wo ihn der Eintritt des Nova-Stadiums unterbrochen hat.

Die Nebelhülle kann unter Einwirkung der Gravitation in manchen Fällen die beständige Form eines planetarischen Nebels annehmen. Ist die Kraft des Strahlungsdruckes aber nicht groß genug gewesen, um die Atome genügend weit fortzublasen, oder hat sich die Nebelhülle unregelmäßig ausgebildet, so werden die einzelnen Atome, nachdem der Strahlungsdruck nachgelassen hat, auf den Stern zurückfallen.

Wir wollen schließlich noch den Fall in Be-

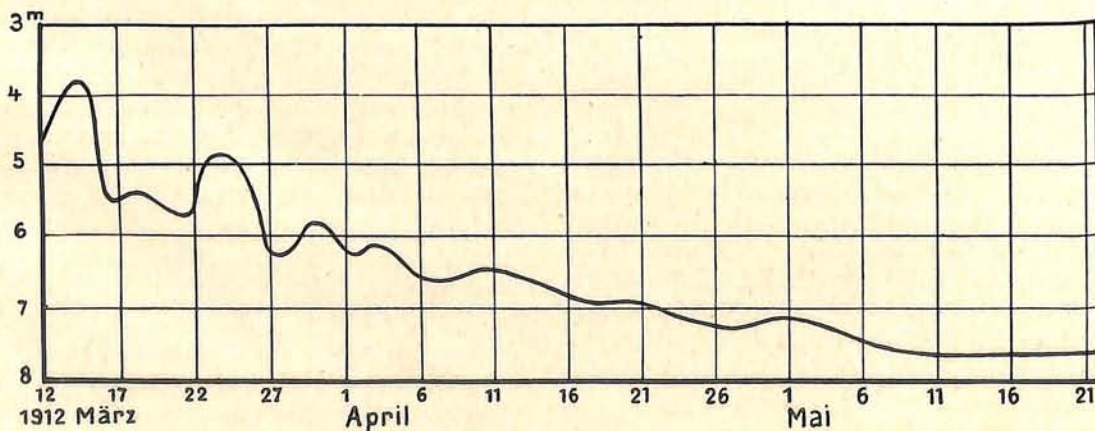


Abb. 2. Lichtkurve der Nova Geminorum nach 274 Einzelbeobachtungen. Die Kurve zeigt am Anfang deutliche Helligkeitsschwankungen.

tracht ziehen, daß die Materie des Sternes sehr dicht und die Gravitation verhältnismäßig stark ist. Dann wird eine der Energiezufuhr entsprechende Aufblähung des Sternes und das Hervorbrechen der Energieflut an die Oberfläche gewaltsam verzögert werden. Wenn wir Wasser erwärmen und den Siedepunkt künstlich verzögern, so wird die Energie, die beim Eintritt des Siedens frei wird, um so größer sein, je länger wir das Sieden verzögert haben. Ähnliches wird sich auf einem solchen Stern ereignen. Die Energieflut, deren Abfluß verzögert wird, wird den Stern schließlich in mehrere Stücke zersprengen.

Ich mußte die hier dargestellte Hypothese sehr kurz fassen und konnte vieles nur andeuten. Man wird aber doch daraus ersehen können, daß wir alle Vorgänge, die wir bei der Erscheinung einer Nova beobachten können, durch die Annahme einer plötzlichen starken Temperaturerhöhung im Innern des Sternes sehr gut erklären können. Man mag geteilter Meinung darüber sein, wodurch diese plötzliche Steigerung der Temperatur hervorgerufen wird und dem „kritischen Punkt“ vielleicht eine andere Deutung geben, als ich es getan habe. Das Wesentliche der Hypothese würde hiervon nicht berührt werden.

## Neuere Ergebnisse der Höhenstrahlungsforschung.

Von Walter M. H. Schulze.

(Mit zwei Abbildungen.)

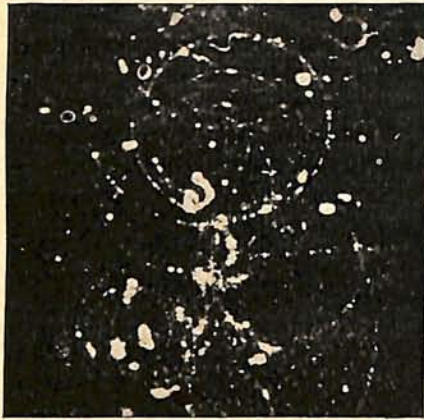
Es ist in dieser Zeitschrift schon verschiedentlich (Jg. 14 H. 7/8, Jg. 25 H. 7 und Jg. 26 H. 11) über jene außergewöhnlich durchdringende Strahlung aus dem Kosmos, welche man meist als Höhenstrahlung oder neuerdings auch als Ultrastrahlung bezeichnet, berichtet worden. Im folgenden sollen die wesentlichsten der in den letzten Jahren gewonnenen Ergebnisse dieses für Physik wie Astronomie so wichtigen Forschungszweiges dargestellt werden.

Die Frage nach der Natur dieser Strahlen ist immer noch nicht entschieden. Bekanntlich gibt es zwei völlig voneinander geschiedene Strahlengruppen. Bei der ersteren, zu denen z. B. die Wellen der drahtlosen Telegraphie und Telephonie, die Wärme-, Licht-, Röntgen- und die radioaktiven Gammastrahlen gehören, handelt es sich um Fortpflanzung von Wellenimpulsen durch den sogenannten Lichtäther. Bei der zweiten Gruppe werden kleine Teilchen, sogenannte Korpuskeln, wie z. B. Elektronen bei den Kathoden- und radioaktiven Betastrahlen mit mehr oder weniger hohen Geschwindigkeiten (aber stets kleiner als die Lichtgeschwindigkeit!) ausgestrahlt.

Bis vor kurzem nahm man ohne weiteres an, daß die Höhenstrahlung zur ersteren Gruppe der „Äther-Impulsstrahlen“, und zwar zum Typ der kurzwelligen Gammastrahlen gehört. Nun haben kürzlich Untersuchungen von Bothe und Kollhörster mit dem sogenannten „Elektronenzählrohr“ — einer empfindlichen Apparatur, welche das Eindringen jedweder Elektronenstrahlen festzustellen und zu registrieren gestattet — ergeben, daß in der Atmosphäre Korpuskularstrahlen von ganz ähnlichem hohen Durchdringungsvermögen wie die Höhenstrahlen existieren. Von dem Russen Skobelzyn sind sogar durch einen Zufall wahrscheinlich diese „korpuskularen Ultrastrahlen“ auf die photographische Platte gebannt worden, und zwar auf folgende Weise. Das Verfahren der Sicht-

barmachung der Bahnen solcher korpuskularen Strahlen beruht darauf, daß diese Strahlen die Eigenschaft haben, wenn sie auf elektrisch neutrale Moleküle treffen, diese in zwei entgegengesetzt geladene Teilchen, Ionen, zu spalten. Es ist nun bekannt, daß gesättigter Dampf zum Niederschlagen als Wassertröpfchen sogenannte „Kondensationskerne“ benötigt. Solche Kondensationskerne stellen in der Natur die verschiedensten Staubteilchen (wahrscheinlich auch infolge irgendwelcher Aufladung) und insbesondere derartige elektrisch geladene Molekülsplitter, die Ionen, dar. Man braucht also nur durch einen Raum mit gesättigter, staubfreier Luft die zu untersuchenden Strahlen zu schicken und das Volumen der Kammer plötzlich zu vergrößern, wodurch infolge der für die Expansionsarbeit der Luft verbrauchten Energie sich notwendigerweise die Temperatur der Luft verringern muß und der hierdurch erzielte Feuchtigkeitsüberschuß sich an den längs der Strahlenbahnen erzeugten Ionen kondensiert. Diese Nebeltröpfchen können photographiert werden. Auf diese Weise untersuchte nun Skobelzyn die Strahlen eines radioaktiven Präparates unter gleichzeitiger Anwendung eines starken magnetischen Feldes. Durch dieses werden nämlich, wie die Abbildung 1 erkennen läßt, die Strahlen von ihrer normal gradlinigen Bahn abgelenkt, so daß sie mannigfache Kurven und sogar Kreisbahnen beschreiben. Bei den etwa 600 Aufnahmen, die er bei dieser Untersuchung gemacht hatte, fanden sich nun auf 32 derselben merkwürdigerweise einzelne gradlinige Bahnen, welche ihrer Richtung nach in keinerlei Zusammenhang mit der radioaktiven Strahlenquelle zu stehen schienen. Da dieselben also in dem angewendeten starken Magnetfelde nicht die geringste Krümmung aufweisen, so müssen die sie erzeugenden Elektronen größere Geschwindigkeiten aufweisen als alle bisher bekannten radioaktiven

Betastrahlen, so daß sie sehr wohl mit den von Kolhörster und Bothe gefundenen durchdringenden, mithin auch sehr schnellen Korpuskularstrahlen identisch sein könnten. Abb. 1 zeigt eine solche Skobelzyn'sche Originalaufnahme mit einem gradlinigen „Ultrastrahl“.



←  
Ultrastrahl

Abb. 1\*).

Skobelzyn'sche „Nebelaufnahme“ mit „Ultrastrahl“.

Ist mithin das Vorhandensein durchdringender Korpuskularstrahlen ziemlich sicher, so ist damit durchaus nicht erwiesen, daß diese Strah-

theorie jeder Wellenstrahlung ein ganz bestimmter, zur Wellenlänge der Strahlung umgekehrt proportionaler Energieinhalt innewohnt, so ist es verständlich, daß bei der Auslösung obiger sekundärer Betastrahlen die auslösende Primärstrahlung langwelliger wird. Gleichzeitig wird nach den Untersuchungen von Compton die langwelligere Wellenstrahlung in gesetzmäßiger Verteilung von der ursprünglichen Richtung abgelenkt. Man bezeichnet diesen Vorgang als „Streuung“ und die energieärmere Wellenstrahlung als Streustrahlung.

Hiernach wird es verständlich erscheinen, daß es äußerst schwierig ist, von der Höhenstrahlung den wirklich primären Strahl und dessen Natur festzustellen. Gleichzeitig geht aus dem eben Gesagten hervor, daß die Höhenstrahlung inhomogen, d. h. aus Strahlen verschiedener Wellenlängen zusammengesetzt, sein dürfte. Tatsächlich lassen sich aus den Absorptionskurven der Strahlungsstärke in verschiedenen Wassertiefen in Seen mehrere verschieden harte Komponenten der Höhenstrahlung ableiten. Solche Tauchversuche sind von Millikan in amerikanischen Gebirgsseen, von Steinke in einigen masurischen Seen und vor allem von Regener im Bodensee angestellt worden.

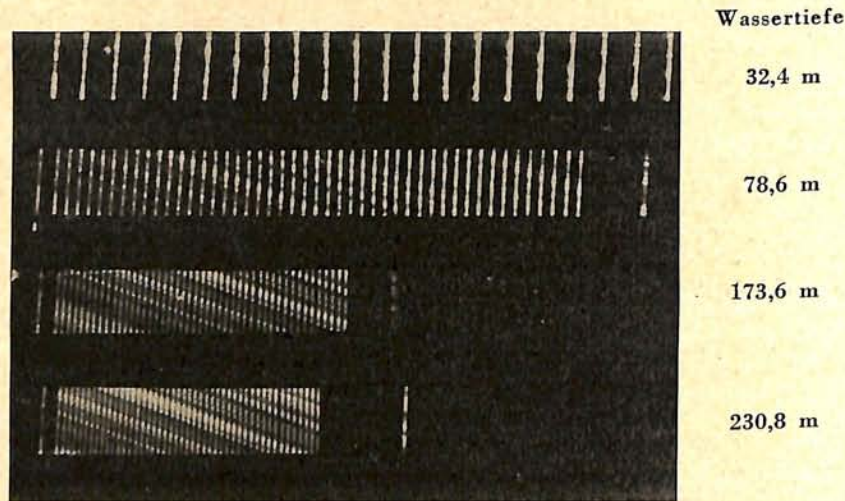


Abb. 2\*\*).

Registrierstreifen von den Tauchversuchen Regeners im Bodensee.

lung mit der bekannten Höhenstrahlung identisch ist. Es ist nämlich möglich und sicherlich wahrscheinlicher, daß die Korpuskularstrahlung erst durch die wellenförmige Höhenstrahlung entstanden ist. Es ist eine bekannte Erscheinung, daß die der Höhenstrahlung wahrscheinlich entsprechenden irdischen Gammastrahlen bzw. Röntgenstrahlen beim Auftreffen auf Materie aus dieser Elektronen auslösen und auf diese einen gewissen Teil ihres Energieinhaltes in Form von Bewegungsenergie übertragen. Man bezeichnet diese Elektronen als Photo-Elektronen oder als sekundäre Betastrahlen. Da nun nach der Planckschen Quanten-

Letzterer hat dabei die Strahlung noch in 230 Meter Wassertiefe nachweisen können. Er versenkte ein empfindliches Elektrometer mit photographischer Registriervorrichtung, welche die Stellung der Elektrometerfäden nach jeweils einer Stunde abbildete, in verschiedene Wassertiefen. Abb. 2 zeigt solche Registrierstreifen aus verschiedenen Tiefen, die deutlich die mit zunehmender Tiefe geringer werdende Entladungs-

\*) Aus der Zeitschrift „Strahlentherapie“, Bd. 36. Verlag Urban & Schwarzenberg, Berlin.

\*\*) Aus der Zeitschrift „Elektrische Nachrichten-Technik“, Bd. 7. Verlag Julius Springer, Berlin.

geschwindigkeit und die dementsprechende Abnahme der Strahlungsstärke erkennen läßt. Man sieht, daß bei der obersten Strichreihe, welche die stündliche Aufnahme des Elektrometerfadens in 32 m Wassertiefe wiedergibt, der Abstand zweier Striche ziemlich groß ist, der Faden also rasch gewandert ist, was einer großen Entladungsgeschwindigkeit und dementsprechend hohen Strahlungsintensität entspricht. Mit zunehmenden Wassertiefen wird der Abstand der Striche immer kleiner, d. h. die in derselben Zeit (1 Stunde) stattgefundene Entladung immer geringer und dementsprechend auch die Strahlungsstärke. Auch von 174 m auf 231 m Tiefe nimmt der Strichabstand und damit auch die Strahlung noch ab, ein Anzeichen dafür, daß auch in diese Tiefen noch eine absorbierbare Strahlung von oben her einfallen kann. Um dem Einwand begegnen zu können, daß die gemessene Abnahme vielleicht durch eine Abnahme der Radioaktivität des Seewassers vorgetäuscht sein könnte, baute der Forscher die Apparatur in einen großen Metallkessel ein, der mit Wasser von der Oberfläche des Sees gefüllt wurde, um stets gleiche Versuchsbedingungen zu haben und nur das Gewicht des Kessels durch Schwimmer kompensieren zu müssen. Es ergaben sich jedoch keine Unterschiede bei Messungen mit und ohne Kessel, was verständlich ist, da das Bodenseewasser ja zum größten Teil aus Schmelzwasser der Alpengletscher besteht, das bekanntlich kaum radioaktiv ist.

Nahm man früher an, daß die Höhenstrahlung an allen Orten mit annähernd gleicher Intensität einfällt, so ergeben die Strahlungsmessungen von Clay während zweier Seereisen zwischen Batavia und Genua eine interessante Strahlungszunahme vom Aequator nach mittleren Breiten. Diese Abhängigkeit von der geographischen Breite ist vielleicht auf die durchdringenden Korpuskularstrahlen zurückzuführen, da diese durch das Magnetfeld der Erde sicherlich etwas abgelenkt werden dürften. Andererseits könnte die Erklärung dafür auch darin gesucht werden, daß unsere Atmosphäre infolge der Erdrotation Linsengestalt besitzt, so daß in den Tropen durch die höhere Atmosphäre eine stärkere Strahlungsschwächung eintritt als in den höheren Breiten. Auf eine solche Linsengestalt der Erdatmosphäre hatte schon früher Schmid auf Grund 40jähriger Zodiakallichtbeobachtungen geschlossen. Corlin fand allerdings gegen die Pole zu wieder eine Abnahme der Strahlungsstärke, so daß demnach in Mittel-

europa gewissermaßen ein Strahlungsmaximum zu liegen scheint.

Aber nicht nur von Ort zu Ort ist die Strahlungsstärke variabel, sondern auch zeitliche Schwankungen sowohl periodischer wie unperiodischer Art sind beobachtet worden. Am meisten ist von den ersteren wohl die Sternzeitperiode studiert und umstritten worden. Das reelle Bestehen derselben mit Strahlungsmaxima gegen 1<sup>h</sup>, 7<sup>h</sup>, 16<sup>h</sup>, 21<sup>h</sup> und Minima gegen 5<sup>h</sup>, 11<sup>h</sup>, 19<sup>h</sup> und 23<sup>h</sup> Sternzeit kann wohl als gesichert angesehen werden. Fand Regener doch selbst bei seinen Tauchversuchen noch in Wassertiefen bis zu 80 Meter dieselben angedeutet. Jedoch ist die Größe dieser Schwankungen von den verschiedensten Forschern recht verschieden gefunden worden. Dies scheint daraus zu resultieren, daß nicht die gesamte Strahlung die Periode durchmacht, sondern anscheinend nur die weichen Anteile derselben. Von anderen periodischen Aenderungen sind noch die Jahreszeitperiode und eine Sonnenzeitperiode zu nennen, die von einigen Forschern beobachtet sind; doch ist hierüber noch zu wenig experimentelles Material vorhanden, um mit genügender Sicherheit Aussagen machen zu können. Es dürften vielleicht diese Perioden auf Aenderungen in den durchstrahlten atmosphärischen Schichten und der dadurch bedingten Schwächung der Strahlung zurückzuführen sein.

Von den unperiodischen Schwankungen sind am besten die von den russischen Physikern Myssowsky und Tuwim zuerst beobachteten Aenderungen der Strahlungsstärke mit dem Luftdruck studiert. Höherem Luftdruck entspricht infolge größerer Strahlungsschwächung eine geringere Ionisierungsintensität und umgekehrt. Für die Beziehung der Strahlungsstärke zu anderen meteorologischen Faktoren wie Dampfdruck u. a., Auftreten erdmagnetischer Störungen und Polarlichtern sind gewisse Andeutungen in längeren Meßreihen, welche Corlin im nördlichsten Schweden gewonnen hat, vorhanden, müssen jedoch erst noch an bedeutend umfangreicherem Material untersucht werden.

Ueber die Herkunft und Entstehung der Strahlung ist neueres nicht zu berichten. Dies ist bei der jetzigen Unsicherheit über die Natur der Strahlung nicht verwunderlich. Doch dürfte die Strahlung wahrscheinlich aus den Gegenden der Milchstraße herkommen und ihre Bildung irgendwelchen Atomumwandlungen verdanken.



# Marksteine auf dem Wege des Eindringens in das Weltall.

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

## VII. Die Ermittlung des Gewichts der Erde.

(Mit zwei Abbildungen.)

Es gilt als eine wissenschaftliche Großtat des Altertums, daß man die Erde auf Grund astronomischer Beobachtungen ausmaß, d. h. ihren Umfang bestimmte. Dem 18. Jahrhundert gelang es, die Erde zu wägen. Ein schroffer Granitberg im Norden Schottlands, ein Felsblock, der in seiner bizarren Form selbst wie ein uraltes Rätsel erscheint, sollte den Astronomen die Frage nach dem Gewicht des Erdballs beantworten helfen.

Auch die Lösung dieser Frage hängt mit Newtons Gravitationsgesetz zusammen. Ein Zufall ließ erkennen, daß das Lot in der Nähe eines hohen Berges abgelenkt wird. Es war der Chimborasso, an dessen Fuß man diese Entdeckung machte. Man konnte sie nicht anders erklären, als daß der Berg, trotz seiner im Verhältnis zur gesamten Erde nur geringen Masse, das Lot der Erde abspenstig zu machen und es in seine Sphäre zu bannen sucht. Abbildung 1

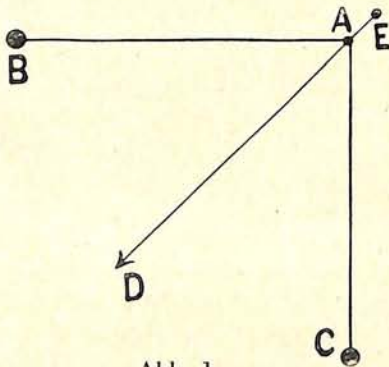


Abb. 1.  
Die Ermittlung des Gewichts der Erde.

diene zur Erläuterung. Wenn auf das Lot EA in A zwei gleichgroße anziehende Kräfte in B und C wirken, und wenn diese Kräfte senkrecht zueinander gerichtet sind, so werden sie die Masse A in die mittlere Lage nach D hin bewegen. Das Lot wird die Lage EA annehmen. Seine Ablenkung von der Richtung AC würde die Hälfte des rechten Winkels BAC betragen.

Von diesem Gedankenexperiment gehen wir aus. Rücken wir C in die doppelte Entfernung von A, so wird seine Anziehung auf A nur noch ein Viertel der ursprünglichen Stärke besitzen. Verzehnfachen wir die Strecke AC, so wird A von C nur noch mit  $\frac{1}{100}$  der anfänglichen Kraft angezogen. So heischt es Newtons Gravitationsgesetz. Die Ablenkung von A aus der Richtung AC wird also stetig zunehmen in dem Maße, wie

sich C von A entfernt, und bei genügender Entfernung wird das Lot die Richtung AB annehmen. Wenn wir jetzt dem Körper C, nachdem wir ihn um den Halbmesser der Erde von A entfernt haben, die tausendfache oder die millionenfache Masse beilegen, so wird dieser Körper die verschwindend klein gewordene Anziehung auf A vertausendfachen und vermilionenfachen. Und schließlich wird das Lot trotz der gewaltigen Entfernung, die wir der Masse C im Verhältnis zur Masse B beigelegt haben, fast genau wieder nach C hinstreben.

Wir haben unser Gedankenexperiment der Wirklichkeit angepaßt, wenn wir in B den Granitberg und in C die gesamte Masse der Erde verlegen. Die anziehende Masse des Granitblocks ließ sich durch Ausmessen des Berges und Abwägen eines Stückes Granit ermitteln. Bekannt waren ferner die Abstände AB und AC, in denen die beiden Massen auf das Pendel wirkten. Das Verhältnis der Wirkungen ergab sich aus der Ablenkung des Pendels. Es waren also mehrere Daten gegeben, die zueinander in gesetzmäßiger Beziehung standen. Und nur ein Faktor in dieser Beziehung war unbekannt: die Masse der Erde. Sie aber konnte man als einzige Unbekannte aus ihrer Beziehung zu lauter bekannten Größen leicht berechnen. Es ergab sich, daß die Erde 4,7 mal so schwer ist wie eine gleich große, nur aus Wasser bestehende Kugel.

Der Granit und die meisten übrigen Gesteine, die an der Zusammensetzung der Erdrinde teilnehmen, sind nur etwa doppelt so schwer wie Wasser, denn ihr spezifisches Gewicht liegt zwischen 2 und 3. Ist aber das spezifische Gewicht der Erde etwa 5, so folgt daraus, daß das Innere der Erde aus weit dichter Masse besteht als ihre starre Kruste.

Die Ermittlung des Gewichts unseres Planeten ist ein treffliches Beispiel dafür, wie neue Wahrheiten entdeckt werden. Den Ausgang bilden meist zufällige, oft ganz unbedeutende, in ihrer Ursache nicht sofort erkennbare Beobachtungen. In dem vorliegenden Falle war es eine ganz geringfügige Ablenkung des Lotes, die man bei Vermessungen bemerkte, die in der Nähe hoher Berge stattfanden. An diese Beobachtung knüpfte das Denken an. Man fragte sich, ob und unter welchen besonderen Annahmen die Erscheinung aus der herrschenden Theorie, aus Newtons Gravitationstheorie, erklärt werden könne. Daran schlossen sich neue, nicht mehr zufällige, sondern absichtlich herbeigeführte Beobachtungen an, die in möglichst scharfen Messungen bestanden und ein bestimmtes Ziel im Auge hatten. Die Ergebnisse der Messungen endlich wurden in solche

Beziehungen gebracht, wie es die Theorie erforderte.

Aus den Beziehungen, welche die gemessenen Größen mit anderen verknüpfen, werden neue Werte ermittelt. Immer schließt sich eins ans andere, fließt eins aus dem andern. Und in dieser Kette von Beobachtungen, Theorien und Entdeckungen läßt sich auch heute und wohl in aller Zukunft kein Ende absehen.

Zu der geschilderten Ermittlung des Gewichts der Erde sind noch im 18. und vor allem im 19. Jahrhundert weitere hinzugetreten, die auf anderen Wegen zu annähernd dem gleichen Ergebnis geführt haben.

Die heute geltende Zahl für die Erddichte, die einen für die Astronomie grundlegenden Wert bedeutet, beläuft sich auf 5,505. Sie wurde auf Grund eines Verfahrens ermittelt, das 1878 ein Münchener Physiker Jolly

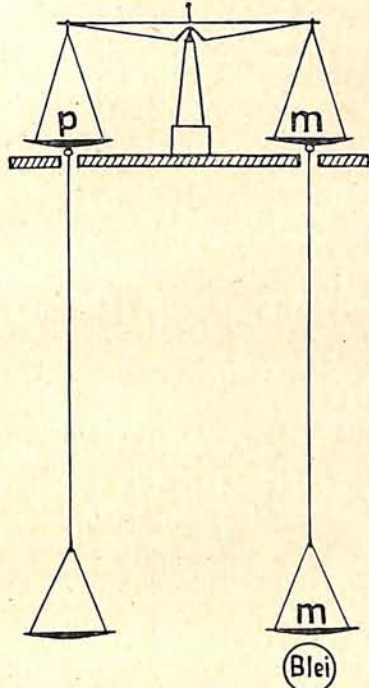


Abb. 2.  
Jollys Bestimmung des Gewichts der Erde.

einschlug. Seine Apparatur befindet sich im Deutschen Museum und verdient es, mit einigen Worten beschrieben zu werden. Zum leichteren Verständnis diene nebenstehende Abbildung 2. Jolly brachte auf einer empfindlichen Analysenwaage eine Masse  $m$  durch ein Gewicht  $p$  (5 kg) genau ins Gleichgewicht. Der rechte Arm der Waage trug 21 m unter seiner Schale eine zweite Schale. Brachte man die Masse  $m$  aus der oberen in die untere Schale, so war kein Gleichgewicht mehr vorhanden, da die Masse  $m$  nunmehr dem Erdmittelpunkt näher lag und infolgedessen stärker angezogen wurde. Der rechte Arm senkte sich, und man mußte dem Gewicht  $p$  noch 31,6 mg ( $p_1$ ) hinzulegen, um das Gleichgewicht wiederherzustellen. Darauf änderte Jolly den Versuch in folgender Weise ab: Er brachte unter die tiefere Schale eine Bleikugel von 1 m Durchmesser und bestimmte wieder das  $p$  hinzuzulegende Gewicht. Dieses war größer als es bei dem Versuche ohne die Bleikugel gewesen war. Auf die in die untere Schale gebrachte Masse wirkte ja nicht nur die anziehende Kraft der Erde in erhöhtem Maße, sondern außerdem noch die anziehende Kraft, die von dem Bleiklumpen ausging.

Aus drei Wägungen (in der oberen Schale, in der tieferen Schale und mit Verwendung des Bleiklumpens) berechnete Jolly, daß die Erde 5,7 mal so viel wiegt wie eine gleich große, aus Wasser bestehende Kugel.

Bei einer Wiederholung des Versuchs nach einem die höchste Genauigkeit anstrebenden Verfahren erhielt man 5,505 als Wert für die Dichte der Erde.

## Gewicht und Masse.

Von Dr. Werner Schaub.

Wieviel wiegt die Erde? Auf diese Frage könnte man mit vielen Zahlen antworten, mit beliebig großen und beliebig kleinen. Es soll damit nicht gesagt sein, daß man nicht in der Lage wäre, eine Zahl anzugeben, welche, der üblichen Vorstellung entsprechend, als Gewicht der Erde ausgegeben werden könnte. Es soll nur festgestellt werden, daß eine Zahlenangabe für das Gewicht eines Himmelskörpers keinen bestimmten Sinn hat. Wenn man trotzdem für die Erde ein Gewicht von rund 6000 Trillionen Tonnen angibt, so meint man damit nicht ihr Gewicht, sondern ihre Masse, die sich aus der Erddichte 5,5 und dem bekannten Erdvolumen errechnet.

Gewicht und Masse eines Körpers sind zwei ganz verschiedene Dinge, welche allerdings, veranlaßt durch ein merkwürdiges Naturgesetz, im bürgerlichen Leben mit derselben Einheit, dem Gramm oder Kilogramm, gemessen werden.

Das Gewicht ist die Wirkung einer Kraft, welche stets zwischen zwei Körpern vorhanden

ist, der allgemeinen Schwerkraft. Sie folgt dem gleichen Gesetz, welches die Anziehung zweier Magnete bestimmt, hat aber mit dem Magnetismus nicht das geringste zu tun. Sie unterscheidet sich von der magnetischen oder elektrischen Anziehung dadurch, daß wir sie zum Zwecke des Experimentes nicht verändern können, sie ist naturgegeben. Ein bestimmtes Stück Eisen können wir nach Belieben stark oder schwach magnetisieren oder elektrisch laden und damit seine Anziehungskraft verändern. Die Kraft aber, welche es im unmagnetischen und unelektrischen Zustande infolge der allgemeinen Schwerkraft auf einen anderen Körper in einer bestimmten Entfernung ausübt, können wir in keiner Weise variieren.

Als Gewicht eines Körpers schlechthin bezeichnet man die Kraft, mit welcher der Körper von der Erde angezogen wird. Das Gewicht ist seinem Wesen nach eine sogenannte Reaktionskraft, d. h.: es kann sich nur dann äußern, wenn der Körper auf einer Unterlage ruht, auf die er

einen Druck ausüben kann. Ein Körper, der zur Erde fällt, ist, solange sich ihm kein Widerstand bietet, im gewöhnlichen Sinne des Wortes gewichtslos. Ein Mensch, der in einem geschlossenen Kasten aus großer Höhe zur Erde fällt, wird feststellen, daß er kein Gewicht besitzt; er kann ohne Schwierigkeit an der Decke seines Kastens, mit dem Kopf nach unten, spazieren gehen. Er hat den Sinn für oben und unten verloren, weil er den Einfluß der Schwerkraft nicht spürt. Ein jeder, am besten der Bergmann, kennt das Gefühl im nach abwärts an fahrenden Fahrstuhl.

Das Gewicht eines Körpers ist also die Anziehungskraft, welche die Erde auf ihn ausübt.

Wir denken uns einen Eisenbahnwagen, der ohne jede Reibung auf den Schienen rollt. Er befinde sich auf vollkommen horizontaler Strecke in Ruhe. Da sein Gewicht von den Schienen getragen wird, so müßte der geringste Anstoß genügen, um ihn in Bewegung zu setzen. Die Erfahrung lehrt das Gegenteil. Die Kraft, die man aufwenden muß, ist verschieden, je nach der Geschwindigkeit, die er nach Ablauf einer bestimmten Zeit erreichen soll. Jeder Körper besitzt neben seinem Gewicht eine Trägheit, d. h.: befindet er sich in Ruhe, so stellt er dem Versuch, ihn in Bewegung zu setzen, einen Widerstand entgegen, der um so größer ist, je schneller man den Körper bewegen will. Soll er im Laufe einer Sekunde auf die Geschwindigkeit von 1 m pro Sekunde gebracht werden, so braucht man eine gewisse Kraft, die mit  $p$  bezeichnet werden soll. Man sagt dann, man habe dem Körper die Beschleunigung von 1 m erteilt. Für eine Beschleunigung von 2 m braucht man die doppelte Kraft  $2p$ . Allgemein benötigt man für eine Beschleunigung  $b$  eine Kraft

$$p = M \cdot b \tag{1}$$

Dabei ist  $M$  eine Größe, welche den Trägheitswiderstand mißt. Man bezeichnet  $M$  als die Masse des Körpers.

Da die Erde alle Körper anzieht, erteilt sie ihnen auch eine Beschleunigung, falls sie der Schwerkraft folgen können. Die Beschleunigung ist für alle Körper gleich, sie beträgt 981 cm, d. h.: ein Körper, der zur Erde fällt, hat nach Ablauf von 1 Sek. eine Geschwindigkeit von 981 cm pro Sek. Die Kraft, mit der die Erde einen Körper anzieht, also sein Gewicht, ist dann nach (1)

$$p = 981 \cdot M \tag{2}$$

Jede Masse, d. h. jeder Körper, besitzt also zwei Eigenschaften, er ist schwer und träge. Gewicht sowohl wie Trägheit werden nach den Gleichungen (1) und (2) durch die Masse bestimmt. Die beiden in den Gleichungen auftretenden Größen  $M$  sind aber zwei ganz verschiedene Dinge. Das  $M$  in (1) heißt die träge Masse, das  $M$  in (2) aber die schwere Masse des Körpers. Daß dieser Dualismus uns nicht zum

Bewußtsein kommt, liegt an dem Naturgesetz, welches besagt: Träge Masse und schwere Masse eines Körpers sind einander gleich.

Dieses Gesetz folgt aus der Erfahrungstatsache, daß im luftleeren Raume, wo also kein Widerstand vorhanden ist, alle Körper gleich schnell fallen, d. h., daß allen die gleiche Beschleunigung von 981 cm erteilt wird. Auf einen schweren Körper übt die Erde zwar eine größere Kraft aus als auf einen leichten, aber in demselben Maße wie das Gewicht nimmt auch die Trägheit zu. Aus Gleichung (1) folgt dann, daß man, wenn man einem Körper auf horizontaler Bahn eine Beschleunigung gleich der Schwerebeschleunigung geben will, eine Kraft aufwenden muß, die gleich seinem Gewicht ist.

Die Gleichheit von träger und schwerer Masse rechtfertigt es auch, daß man im praktischen Leben Gewicht und Masse mit derselben Einheit mißt, d. h. zwischen beiden nicht unterscheidet. In Technik und Wissenschaft ist dies nicht möglich, da man hier ein einwandfreies Maßsystem braucht. Die Gleichungen (1) und (2) würden falsche Resultate ergeben, wenn man sowohl  $M$  als auch  $p$  in Gramm ausdrücken würde. Die Wissenschaft benutzt für die Masse als Einheit das Gramm und setzt als Einheit der Kraft diejenige Kraft fest, welche der Masse 1 Gramm die Beschleunigung 1 Zentimeter erteilt (Gleichung 1). Aus (2) folgt dann als wissenschaftliche Gewichts- oder Kräfteinheit  $\frac{1}{981}$  Gramm. Sie hat den Namen Dyn erhalten. Ein Körper von etwas mehr als 1 Milligramm Masse hat also das Gewicht 1 Dyn.

Nun zum Gewicht der Erde. Will man dafür einen Zahlenwert angeben, so muß man dazu schreiben, auf welchen Körper als anziehenden sich die Zahl bezieht. Der eingangs erwähnte Wert besagt nur, daß zwei Körper von der Masse der Erde mit einem Druck von 6000 Trillionen Tonnen gegeneinander gepreßt würden, wenn sie dicht nebeneinander lägen. Man kann aber auch die Anziehungskraft, welche die Sonne auf die Erde ausübt, als Erdgewicht bezeichnen. Die Anziehungskraft nimmt nun mit der Entfernung ab, derart, daß sie in dem doppelten Abstand nur noch den vierten Teil beträgt. Auf der Sonne selbst würde die Erde 27mal schwerer sein als oben angegeben. Da sie sich aber in einer Entfernung von 149 000 000 Kilometer von der Sonne befindet, und der Halbmesser der Sonne 693 500 Kilometer beträgt, so ist das Gewicht der Erde, bezogen auf die Sonne, nur 3,5 Trillionen Tonnen. Die Zahl erscheint immer noch sehr groß, aber sie schrumpft stark zusammen, wenn man sie auf eine kleinere Masse bezieht; denn 1 Gramm Erdmasse wird von der Sonne mit einer Kraft von nur rund  $\frac{1}{2}$  Milligramm angezogen. Ein kleiner Teil dieser Kräfte ist auf der Erde an der Erzeugung von Ebbe und Flut beteiligt.

# Der gestirnte Himmel im Mai 1931.

Von Dr. F. S. Archenhold und G. Archenhold.

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

## Die totale Mondfinsternis am 2. April.

Fast in ganz Deutschland konnte der Verlauf der Finsternis beobachtet werden, da im Gebiet zwischen Rhein und Weichsel der Himmel nahezu wolkenfrei war. So fand dieses durch die denkbar günstigsten Beobachtungsbedingungen ausgezeichnete Himmelsereignis viel Beachtung.

In Berlin machte sich bald nach dem Aufgang des Mondes ein leichter Schatten an seinem unteren Rande bemerkbar, der um 19<sup>h</sup> 23<sup>m</sup> mit dem Eintritt des Mondes in den Kernschatten der Erde von besonderer Dunkelheit wurde. Schon vor Eintritt der Totalität konnte man die im Schatten der Erde liegenden Mondgebiete in einem farbigen Licht erkennen. Während der Totalität war die Färbung ausgesprochen rot. Die näher zur Mitte des Erdschattens gelegenen Teile waren dunkelrot, zum Rande des Schattens wurden die Farbtöne heller. Während der 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Stunden dauernden Totalität wurden neben dem Monde auch schwächere Sterne sichtbar, und es konnten im Fernrohr mehrere Sternbedeckungen beobachtet werden.

Mit dem großen Fernrohr der Treptow-Sternwarte wurden photographische Aufnahmen gemacht und zum ersten Male der Versuch unternommen, die Erscheinung einer Mondfinsternis kinematographisch festzuhalten. Da die Zeitdauer vom Eintritt bis zum Austritt des Mondes aus dem Erdschatten 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Stunden betrug, so wurden die Aufnahmen im Zeitrafferverfahren hergestellt, indem alle 10 Sekunden zwei Bilder aufgenommen wurden. Bei normaler Vorführung mit etwa 24 Bildern in der Sekunde erscheint der Naturvorgang um das 120fache beschleunigt. Das Wiederauftauchen des Mondes nach der Totalität, das innerhalb einer Stunde vor sich ging, wird von dem Film in einer halben Minute wiedergegeben.

## Die Sterne.

Unsere Sternkarte auf der ersten Seite des Umschlages gibt den Anblick des Sternenhimmels am 1. Mai um 22<sup>h</sup> und am 15. Mai um 21<sup>h</sup> wieder. Der Meridian zieht sich vom Nordpunkt des Horizonts durch die Kassiopeia und den Polarstern, den Schwanz des Drachen und des Großen Bären zum Zenit, durchschneidet das Haar der Berenice und die Jungfrau und geht am Raben vorbei zum Südpunkt des Himmels. Der Rabe erscheint nur wenige Stunden über dem Horizont und ist deswegen trotz seiner leicht einprägsamen Gestalt ein wenig bekanntes Sternbild. Im Mai ist er besonders gut zu beobachten. Er grenzt an das Sternbild der Jungfrau. Dieses Tierkreisbild ist besonders groß. Es erstreckt sich von 173° bis 227° Rektaszension und von 23° südlicher bis zu 16° nördlicher Deklination. In

diesem Sternbild befindet sich der Herbstpunkt. Wenn sich die Sonne dort aufhält, so ist Erntezeit. Dies wird auf den bildlichen Darstellungen dadurch symbolisch angedeutet, daß die Jungfrau eine Kornähre in ihrer Hand hält, die sich mit dem hellen Stern Spika deckt. Auch der Stern  $\epsilon$ , der den Namen Vindemiatrix „Die Winzerin“ trägt, erinnert an die herbstliche Lese. Das Sternbild enthält einen der interessantesten Doppelsterne,  $\gamma$  in der Jungfrau. Zwei fast gleich helle Sterne 3. Größe laufen in 194 Jahren einmal umeinander. Seit der Entdeckung der Doppelsternnatur, die am 12. März 1718 dem englischen Pfarrer Pound gelang, haben sie schon mehr als einen vollen Umlauf umeinander vollführt. Die Exzentrizität der Bahn ist so bedeutend, daß sich die beiden Komponenten bis auf 0<sup>''</sup>,3 nähern können. Das war zuletzt im Jahre 1836 der Fall. Gegenwärtig sind die Sterne weit voneinander getrennt. Ihr Abstand beträgt mehr als 6<sup>''</sup>, so daß sie mit kleinen Fernrohren leicht erkannt werden können. Im nördlichen Teil der Jungfrau und in dem anschließenden Sternbild Haar der Berenice finden sich auf verhältnismäßig engem Himmelsraum zahlreiche Spiralnebel. Wie sich die Sterne zu Sternhaufen zusammenfinden, so scheinen hier die Spiralnebel einen Spiralnebelhaufen zu bilden. Ähnliche Ansammlungen sind auch an anderen Stellen des Himmels beobachtet worden. So hat sich die Theorie der „Ueber-Milchstraßen“ entwickeln können, nach der die Spiralnebel als Teile eines übergeordneten Systems erscheinen. Nach Ansicht des amerikanischen Astronomen Shapley soll sich auch unser Milchstraßensystem in Wirklichkeit aus mehreren Spiralnebeln zusammensetzen.

Im Monat Mai steht der Perseus tief am Horizont, so daß die Algolminima nicht zu beobachten sind. Auch die Milchstraße ist wegen ihres horizontnahen Verlaufs und der zunehmenden nächtlichen Dämmerung nicht gut zu erkennen.

## Die Planeten.

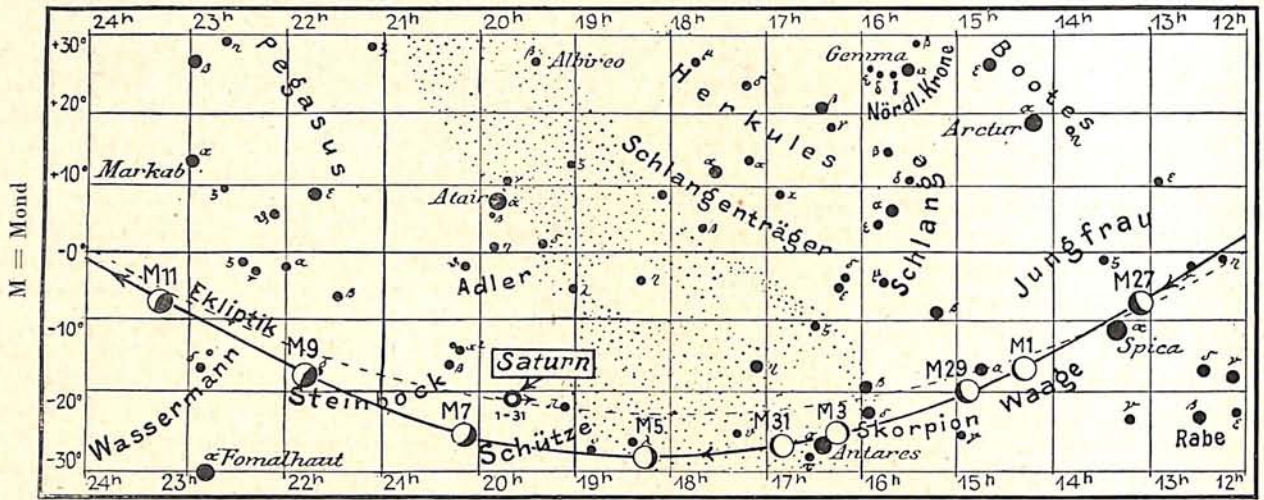
Merkur zieht seine bogenförmige Bahn im Sternbild des Widders. Er bleibt jedoch sogar zur Zeit seiner größten westlichen Elongation, die ihn nahezu 25° vom Tagesgestirn fortführt, für das bloße Auge unsichtbar, weil seine Deklination bedeutend geringer ist als die der Sonne. Erst im September kann er als Morgenstern wieder gesehen werden.

Venus gelangt aus den Fischen in den Widder. Im Mai ist die Dauer ihrer Sichtbarkeit am Morgenhimmel außerordentlich kurz. Sie beträgt nur etwa eine Viertelstunde.

Mars wandert aus dem Krebs in den Löwen

Abb. 2a.

Lauf von Sonne, Mond und Planeten



Er ist am westlichen Abendhimmel zu Anfang des Monats 5½ Stunden, gegen Ende nur noch 2¼ Stunden lang sichtbar. Sein Abstand von der Erde vergrößert sich von 195 Millionen Kilometer auf 235 Millionen Kilometer, so daß von seinen interessanten Oberflächengebilden nur noch wenig zu sehen ist.

Jupiter ist vom Eintritt der Dunkelheit an anfangs bis eine Stunde nach Mitternacht, zuletzt bis 23¼h zu beobachten. Die nachstehende Tabelle gibt Aufschluß über die Stellungen und Verfinsterungen seiner vier hellen Monde:

Verfinsterungen			Stellungen			
May	M. E. Z. h m	Mond	May	22h 0m M. E. Z.	May	22h 0m M. E. Z.
4	20 58	III A	1	3 0 124	17	324 0 1
11	21 20	I A	2	32 0 4	18	0 24
11	21 27	III E	3	312 0 4	19	1 0 234
14	21 26	II A	4	0 1324	20	2 0 134
18	23 15	I A	5	1 0 34	21	1 0 34
			6	2 0 134	22	3 0 124
			7	1 0 234	23	312 0 4
			8	3 0 142	24	32 0 14
			9	3241 0	25	3 0 42
			10	432 0	26	41 0 23
			11	4 0 12	27	42 0 13
			12	41 0 23	28	412 0 3
			13	42 0 13	29	43 0 12
			14	41 0 23	30	4312 0
			15	43 0 12	31	432 0 1
			16	3421 0		

Saturn wird am nächtlichen Himmel immer längere Zeit sichtbar. Er geht am 1. Mai um 1h auf; am 31. Mai erscheint er bereits zwei Stunden früher, also um 23h. Die Neigung des Saturnringes gegen die Blickrichtung hat gegen das Vorjahr abgenommen. Der Durchmesser des Ringes erscheint an seiner schmalsten Stelle bereits kleiner als die Saturnkugel selbst.

Uranus, in den Fischen, ist nicht günstig zu beobachten.

Neptun steht im Löwen und kann abends aufgesucht werden. Er steht am 15. Mai in Rekt. = 10h20m,8 und Dekl. = +11°5'.

### Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne erreicht Ende Mai eine nördliche Deklination von 21¼°, so daß sie in Berlin eine Mittagshöhe von 59° einnimmt und nahezu 16½ Stunden über dem Horizont scheint. Die vermehrte Sonnenstrahlung macht sich durch ein starkes Ansteigen der durchschnittlichen Lufttemperatur bemerkbar. Das langjährige Monatsmittel beträgt im April 8,7 Grad Celsius, im Mai aber schon 13,8 Grad. Die Auf- und Untergangszeiten der Sonne für Berlin folgen nachstehend:

	Aufgang	Untergang
May 1.	4h 37m	19h 31m
„ 15.	4 12	19 54
„ 31.	3h 51m	20h 16m

Weitere wichtige Angaben finden sich in folgender Tabelle:

Datum	Rektasz. 0h Weltzeit h m	Deklin. 0h Weltzeit o /	Sternzeit Berlin, Mittag h m	Zeitgleichg. wahre minus mittlere Zeit m s
May 1.	2 29,0	+ 14 43	2 33,7	+ 2 52
„ 5.	2 44,3	15 55	2 49,4	3 19
„ 10.	3 3,7	17 18	3 9,1	3 41
„ 15.	3 23,2	18 35	3 28,9	3 47
„ 20.	3 43,1	19 41	3 48,6	3 40
„ 25.	4 3,1	20 44	4 8,3	3 19
„ 30.	4 23,4	+ 21 36	4 28,0	+ 2 46

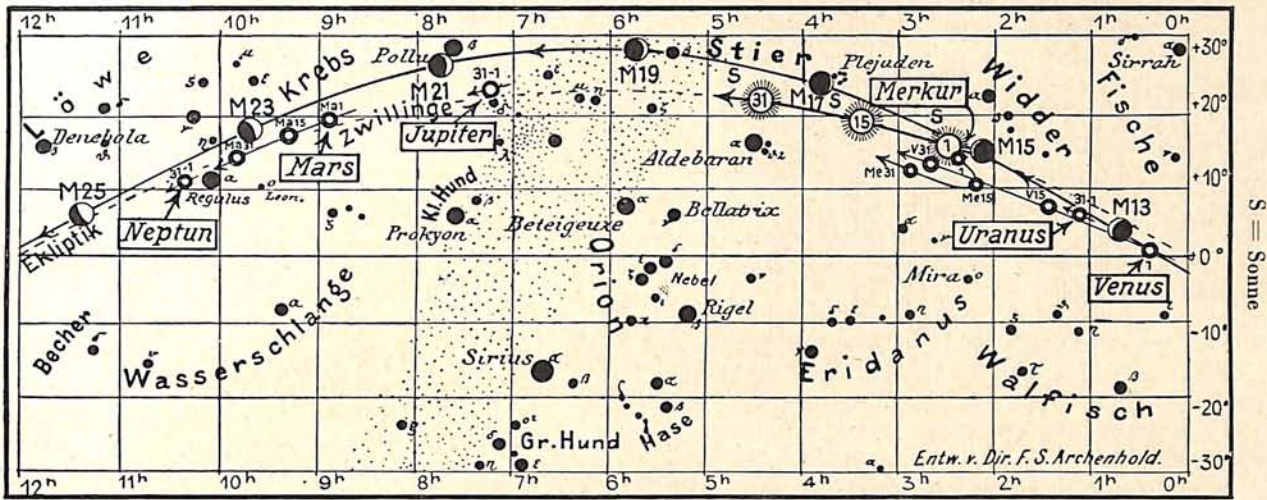
Der Mond ist mit seinen Lichtgestalten von zwei zu zwei Tagen in unsere Planetenkarte eingetragen.

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Vollmond:	May 2. 6¼h
Letztes Viertel:	„ 9. 13¼
Neumond:	„ 17. 16½
Erstes Viertel:	„ 24. 20¾h

Am 12. Mai steht der Mond in Erdferne, am 27. in Erdnähe. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt an diesen beiden Tagen 29'34" und 32'33", die Horizontalparallaxe 54'10" bzw. 59'39".

Im Mai sind in Berlin keine Bedeckungen heller Fixsterne durch den Mond zu beobachten.



### Bemerkenswerte Konstellationen.

Mai h

- 3. 18 Saturn stationär.
- 7. 12 Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- 10. 3 Venus in Konjunktion mit Uranus.
- 12. 18 Merkur stationär.
- 14. 15 Uranus in Konjunktion mit dem Monde.
- 15. 3 Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 15. 5 Neptun stationär.

Mai h

- 16. 2 Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- 21. 15 Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- 23. 23 Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- 24. 20 Neptun in Konjunktion mit dem Monde.
- 27. 18 Merkur in größter westlicher Abweichung 24°57'.

## KLEINE MITTEILUNGEN

**Die Bedeutung der fundamentalen Positionsastrometrie** für die weitere Entwicklung der astronomischen Forschung behandelt Prof. Dr. Kopff in einem Aufsatz im 8. Band der „Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften“ (\*). Obwohl infolge der raschen Entwicklung der Astrophysik die eigentliche Astrometrie aus ihrer ehemals beherrschenden Stellung mehr in den Hintergrund gedrängt worden ist, ist sie doch keineswegs überflüssig geworden. Es gibt vielmehr eine große Anzahl wichtiger Probleme, zu deren Lösung die gesteigerte Genauigkeit der Fundamentalbestimmungen notwendig ist. Als Beispiele der Wichtigkeit eines guten Fundamentalsystems werden angeführt, daß die Bestimmung der Eigenbewegung der Sterne und des Zielpunktes der Sonnenbewegung, die Entscheidung, ob im Planetensystem die Einsteinsche oder Newtonsche Mechanik Gültigkeit hat, u. a. auch von einer möglichst guten Festlegung des Fundamentalsystems abhängig sind, ganz abgesehen davon, daß zur Gewinnung genauer Positionen der Körper des Planetensystems das Vorhandensein sicher fundierter Sternkataloge unbedingt erforderlich ist. Prof. Kopff erwähnt einen besonders krassen Fall, der beweist, wie leicht die Unsicherheit der Sternörter zu Fehlschlüssen zu führen vermag. Der Komet 1886 I bereitete bei der definitiven Bahnrechnung erhebliche Schwierigkeiten, und A. Svedstrup zeigte, daß man die Beobachtungen befriedigend darstellen könne, wenn man statt der gewöhnlichen Sonnenmasse eine verminderte Sonnenattraktion annahm; dieses Resultat er-

regte zuerst großes Aufsehen, und die Untersuchung von Svedstrup wurde sogar mit einem hervorragenden Preis ausgezeichnet. Schließlich aber stellte es sich heraus, daß schon eine Neubearbeitung der zugrunde liegenden Sternörter vollkommen hinreichte, um die Kometenbewegung unter Annahme der gewöhnlichen Sonnenattraktion restlos zu erklären.

Gegenwärtig sind Bestrebungen zur Verbesserung der Fundamentalsysteme im Gange, an denen auch das Berliner Astronomische Recheninstitut beteiligt ist. Das Wichtigste ist jedoch, die Genauigkeit der Beobachtungen am Meridiankreis durch Vermeidung oder Berücksichtigung der systematischen Fehler so zu steigern, daß für ihre Zusammenfassung zu einem Fundamentalkatalog ein möglichst fehlerfreies Material zur Verfügung steht. Dieser Zusammenfassung muß eine Abschätzung der Zuverlässigkeit der von den jeweiligen Beobachtern mit verschiedenen Instrumenten an verschiedenen Orten gewonnenen Resultate vorhergehen. Die umfangreichen Arbeiten sowohl der Beobachter wie der Bearbeiter werden jedoch durch die Sicherheit, die ein gutes Fundamentalsystem allen Positionsbestimmungen am Himmel gibt, reichlich belohnt werden. G. A.

**Nachträgliche Auffindung eines vermutlich neuen Kometen aus dem Jahre 1902.** Seit der Einführung der Photographie in die astronomische Beobachtungstechnik kommt es von Zeit zu Zeit vor, daß auf den Platten enthaltene bemerkenswerte Objekte wie Kometen, kleine Planeten, veränderliche oder neue Sterne erst lange Zeit nach dem Aufnahmedatum festgestellt werden. So zeigt K. Reinmuth in den A. N. 5779 an, daß er beim Ver-

\*) Verlag Julius Springer, Berlin 1929. Preis des kompletten Bandes 38 M., geb. 39,60 M.

gleichen einer neueren Aufnahme mit einer alten am 4. März 1902 in Heidelberg aufgenommenen Platte einen Kometen aufgefunden habe, der damals leider übersehen worden ist. Er erscheint als ein Fleckchen von 1,5 Durchmesser mit einem schwach angedeuteten verwaschenen Kern in der Mitte. Die Helligkeit des Kometen, der einen schwachen Schweifansatz zeigte, war 12. Größe. Das Vorhandensein des Kometen konnte durch 3 weitere in Heidelberg vorhandene Platten vom 5. März 1902 bestätigt werden. Die Bewegung des Kometen war außerordentlich gering, so daß es sich möglicherweise um einen periodischen Kometen handelt.

G. A.

**Kleine Planeten im Mai und Jun.** Nur ein Planetoid erreicht die 9. Größe, nämlich die im Jahre 1894 von Courty in Bordeaux entdeckte Aquitania. Sie bewegt sich in dieser Opposition weit nördlich der Ekliptik im Sternbild des Bootes, wodurch ihre Auffindung bedeutend erleichtert wird. Wir lassen nachstehend ihre Ephemeride folgen:

(387) *Aquitania*.

	Rekt.	Dekl.
April 17.	14 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup>	+ 14' 46'
25.	14 45	15 45
Mai 3.	14 38	16 27
11.	14 31	16 46
19.	14 25	16 42
27.	14 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	+ 16° 15'

Opposition Mai 3.

Größte Helligkeit 9<sup>m</sup>,1.

G. A.

**Aerologische Forschungsfahrten und Luftverkehr.** Die Deutsche Seewarte ließ in den Jahren 1909—1911 im Nord- und Süd-Atlantik und im Stillen Ozean Höhenwindmessungen durch Dr. H. Meyer anstellen und die Beobachtungen auf der Seewarte durch Dr. Perlewitz bearbeiten, nachdem bereits 1910 W. Köppen entsprechende Beobachtungen von Schiffskapitänen aus den Jahren 1906—1908 vom Atlantik bearbeitet hatte. Noch gab es

um die Jahre 1906—1911 keinen Luftverkehr, so daß alle Beobachtungen dieser Zeit aus wissenschaftlichen Gründen erfolgten, allerdings bereits in der Erwartung, daß sie doch einmal der Luftfahrt zunutze kommen werden.

Bedarf schon das Schiff auf dem Ozean umfangreicher meteorologischer Beobachtungen, um wieviel mehr das Luftfahrzeug, welches als schnellstes Verkehrsmittel noch weit mehr als das Schiff von Wind und Wetter abhängig ist. Je länger die Flugstrecken sind, um so größer ist die Abhängigkeit des Luftfahrers vom Wetter, und um so mehr muß die Luftnavigation nach meteorologischen Gesichtspunkten erfolgen, sind günstige Luftdruckverhältnisse, Höhen und Zeiten in Rechnung zu setzen. Dazu müssen wieder die meteorologischen Elemente und besonders die Windverhältnisse überall auf der Erde bis zu größeren Höhen bekannt sein, und dies ist nur möglich durch Studienreisen über dem Ozean. Sie haben unsere aerologischen Kenntnisse im Luftozean zu bereichern. In einem speziellen Studienprogramm müssen die Windströmungen und sonstigen Witterungsverhältnisse an Hand von Pilotmessungen oder Aufstiegen von Drachen bzw. Flugzeugen erforscht werden. So lieferte Hergesell 1904 durch seine Reisen auf der Yacht des Fürsten von Monaco die ersten brauchbaren Visierungen von Pilotballonen bis zu großen Höhen, nachdem schon 1901 Rotch, 1902 Köppen, Berson und Elias, 1903 Teisserenc de Bort mittels Drachenaufstiegen unsere aerologischen Kenntnisse in größeren Höhen erweitert hatten. Zahlreiche Expeditionen erfüllten diese Aufgabe dann weiter unter Benutzung von Pilot- und Registrierballonen, die mit den inzwischen immer mehr verbesserten Instrumenten (Sextant, Peilvorrichtung, Theodolit) in immer größere Höhen verfolgt werden konnten, und heute sind wir in der Lage, die meteorologischen Vorgänge über 30 km über der Erde zu erforschen.

Dr. Bl.

## BÜCHERSCHAU

**Stuker, Dr. P.: Sonne, Mond und die Planeten.** 11 S. u. 70 Bilder. (Schaubücher Bd. 19.) Orell Füssli Verlag, Zürich 1930. Pr. geb. 2,40 M.

Das kleine Büchlein bietet eine Zusammenstellung von Zeichnungen und Photographien, die uns die Bahnverhältnisse sowie die Oberflächenerscheinungen der Mitglieder des Sonnensystems vor Augen führen. Außerdem sind einige Abbildungen von Instrumenten mit aufgenommen. Sehr schön wirken die Bilder, die den Mond in 10 verschiedenen Phasen zeigen. Diese Bilder sprechen für sich selbst. Die meisten anderen hätten nach unserer Ansicht durch eine Erweiterung des Textes gewonnen. Als Ergänzung zu einer volkstümlichen Himmelskunde, einem Vortrag oder dem Besuch einer Sternwarte ist das Büchlein jedoch in hervorragendem Maße geeignet, da das einmal geweckte Interesse an den Bildern eine Stütze und neue Anregung findet.

G. A.

**Heinze, Dr. Hans: Das Wasser in der Natur und im Dienste des Menschen.** 164 S. m. 2 Taf. u. 57 Abb. Verlag Herder & Co., Freiburg i. Br. 1930 Pr. geh. 3,60 M., kart. 4,20 M., geb. 4,80 M.

Diese belehrende Schrift gehört zur Bücherreihe

„Der Weg zur Natur“. Viele, die das Buch lesen, werden gestehen müssen, daß sie recht wenig vom Wasser und von seiner geographischen, biologischen, chemischen, technischen Bedeutung und Auswirkung im großen Haushalt unseres Planeten wissen. Besonders interessant ist das Kapitel über „das Wunder im Wassertropfen“. Das Buch ist in hohem Maße für Laien und Schüler geeignet und erfüllt vollkommen seinen Zweck; es wird jedem Leser wegen seiner Klarheit und Uebersichtlichkeit Freude bereiten.

Dr. Wegner.

**Westermanns Schüler-Globus.** Zum Selbstformen durch den Schüler. D. R. G. M. Verlag Georg Westermann, Braunschweig. Pr. 1 M.

Dieser billige Globus besteht aus einem farbigen Modellierbogen aus biegsamem Karton und einem Ständer zum Zusammensetzen. Er ist im zusammengefalteten Zustand bequem in der Tasche zu tragen und mit wenig Mühe gebrauchsfähig zu machen. Die Ausführung des Kartennetzes ist vorzüglich, wie man es bei allen Werken des bekannten Verlages gewohnt ist.

G. A.

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

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: Otto Rathe, Berlin-Treptow. Druck von Wilhelm Greve Aktiengesellschaft, Berlin SW 68.

# DAS WELTALL

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

30. Jahrgang Heft 8

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

Mai 1931

## Inhaltsverzeichnis:

- |   |           |
|---|-----------|
| 1. Feuerkugeln und Sternschnuppen. Von Dr. Arthur Beer. (Mit zwei Abbildungen.) . . .   | Seite 105 |
| 2. Marksteine auf dem Wege des Eindringens in das Weltall. Von Prof. Dr. Fr. Dannemann. VIII. Die Erschließung der Astronomie der Fixsterne. . . . .  | „ 112     |
| 3. Karl Schoch. Ein Erinnerungsblatt von Prof. Dr. Ernst Dittrich. . . . .  | „ 113     |
| 4. Ueber die kinematographische Aufnahme der Mondfinsternis am 2. April 1931 auf der Treptow-Sternwarte. Von G. Archenhold. . .   | „ 115     |
| 5. Der gestirnte Himmel im Juni 1931. Von Dr. F. S. Archenhold und G. Archenhold. (Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes v. Sonne, Mond u. Planeten.)  | Seite 116 |
| 6. Aus dem Leserkreise: Wie ich ein Freund der Sterne wurde. . . . .  | „ 118     |
| 7. Kleine Mitteilungen: Beobachtungen des Schülen-Wilsonschen Phänomens 1925-1930. — Interessantes über den Wasserdruck in großen Meerestiefen. — Albert A. Michelson † — Auflösung des Silbenrätsels aus Heft 4/5. . . . . | „ 118     |
| 8. Bücherschau. . . . .   | „ 120     |

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

## Feuerkugeln und Sternschnuppen.

Von Dr. Arthur Beer.

(Mit zwei Abbildungen.)

Vor mir liegt eine kleine Broschüre: „Die Sternschnuppen sind Steine aus dem Monde, welche um unsere Erde herumfliegen“. Darunter steht noch kleingedruckt ein „Motto“: „Der Mond ist ein unartiger Nachbar, daß er die Erde mit Steinen begrüßt“. — „Gedruckt als Handschrift“, Düsseldorf, 1834. — Verfasser: J. F. Benzenberg. Derselbe Benzenberg, der bedeutende Physiker, der jahrelang zuvor gemeinsam mit seinem Freunde Brandes als erster dem Phänomen der Meteorerscheinungen wissenschaftlich zu Leibe gegangen war!

Damals stellten diese beiden jungen Göttinger Studenten die ersten „korrespondierenden Beobachtungen“ von Sternschnuppen an: Beide zeichneten einige Meilen voneinander entfernt den Verlauf der Lichtbahn aller sichtbar werdenden Sternschnuppen in eine Sternkarte ein. Ein Gehilfe notierte den genauen Zeitpunkt und andere Einzelheiten. Und so ergaben sich schon in den ersten sechs Nächten unter den 402 beobachteten Sternschnuppen 22 gleichzeitige, von denen aber nur vier beiderseits vollständig beobachtete Bahnen aufwiesen. Die Oerter nun, an denen dieselben von den beiden Stationen aus gesehen am Himmel erschienen, mußten natürlich voneinander verschieden sein, sie mußten infolge der offensichtlichen Nähe der Erscheinungen sich gegenüber den Sternen perspektivisch, „parallaktisch“ verschoben zeigen. Die Kenntnis der Stationsentfernung mußte dann die

Basis für die mathematische Errechnung der Höhe der Erscheinung abgeben können. Diese Rechnungen zeigten Benzenberg und Brandes überraschenderweise, daß diese Vorgänge sich in außerordentlichen Höhen abspielten, viel höher, als man sich damals die Erstreckung der irdischen Lufthülle dachte! Nicht minder verblüffend waren die gefundenen Geschwindigkeiten dieser Körper. Geradezu leidenschaftliche Bemühungen um die Deutung des Meteorphänomens setzten ein. Sie knüpften sich an die Namen Olbers, Chladni, Laplace, Benzenberg, Lichtenberg u. a. Letzterer schreibt einmal: „ . . . Ich finde die Sache immer sehr schwer und unverständlich, aber gerade deswegen wichtig . . . es ist doch allerdings merkwürdig, daß sie nicht an der Erde entstehen; Gott bewahre, daß an unsere Erde je solche Feuerfliegen sollten, die in 1 Sekunde 5 Meilen zurücklegen. Wenigstens wünschte ich nicht, daß mir je so etwas an den Kopf fliege, es möchte nun die abgeschiedene Seele<sup>1)</sup> eines Göttingers, oder unvertrauter Froschstoff<sup>2)</sup> sein.“

So vor nur 130 Jahren! Doch genug dieser historischen Reminiszenzen, mitten hinein jetzt

<sup>1)</sup> schwedischer alter Volksglaube: „jede Sternschnuppe bedeute die wegziehende Seele eines Verstorbenen“.

<sup>2)</sup> das sogen. „Wetterglitt“ (tremella meteorica) wurde auch als Sternschnuppe bezeichnet. Es sind dies gallertartige Massen, welche Schneckenhäuschen, unverdaute Froschköpfe usw. enthielten, und die sich als „ausgespiciene Produkte“ von Wasservögeln zeigten, nachdem sie zuvor in merkwürdige kosmische Zusammenhänge gebracht worden waren.



in die Gegenwart! Zunächst sei festgestellt, daß in den allgemeinen Umbau unseres astronomischen Weltbildes die Sternschnuppen und Feuerkugeln nicht an letzter Stelle miteinbezogen wurden. Von den Mondsteinen hatte man schon längst Abschied genommen, jetzt entläßt man sie auch aus aller planetarer Nachbarschaft und verbannt ihre Herkunft in den fernen Sternenraum.

Jeder der Leser, der Gelegenheit hatte, Meteore zu beobachten — und das werden doch fast alle sein —, wird zunächst eine ganz verschiedenartige Helligkeit der Erscheinungen festgestellt haben. Die schwächeren, die „Sternschnuppen“, erscheinen dabei auch als die rascher bewegten, ihre Dauer ist meist kleiner als eine Sekunde. Die „Feuerkugeln“, gelegentlich auch „Boliden“ genannt, verursachen manchmal sogar „taghelle Erleuchtung“, ziehen langsamer, bleiben oft vielleicht zehnmal solange und noch länger sichtbar, hinterlassen dann nicht selten einen mindestens minutenlang nachleuchtenden „Schweif“, und gelegentlich wird nach einem explosionsartigen Verlöschen das Donnerrollen einer erfolgten Detonation hörbar. Auch heruntergekommene Stein- oder Eisenmassen werden dann öfters aufgefunden.

Die Zahlen der im Durchschnitt stündlich beobachteten Sternschnuppen schwanken nach Jahres- und Tageszeit. Auf einen einzelnen Beobachter kann man vielleicht stündlich vier bis acht und noch mehr Sternschnuppen rechnen. Auf die Gesamtzahl aller in der Erdatmosphäre für das freie Auge aufleuchtenden Meteore umgerechnet, erhält man damit einige Millionen! — Es hat sich gezeigt, daß die Anzahl der Morgenmeteore die der Abendmeteore um rund das Doppelte übertrifft, auch ist die Geschwindigkeit der ersteren weit höher. Die Deutung ist die folgende: Da wir uns in der Morgenhälfte der Nacht auf der Vorderseite der Erde befinden — hinsichtlich ihrer Bewegung um die Sonne — (Abb. I), so begegnen wir sowohl allen jenen Meteoren, welche uns entgegenkommen wie auch solchen, die von uns eingeholt werden. In der Abendhälfte dagegen handelt es sich nur um solche Körper, deren Geschwindigkeit die Erdgeschwindigkeit übertrifft, die also ihrerseits die Erde „einholen“. — Außer dieser täglichen Variation der Meteoranzahl gibt es noch eine jährliche Variation: Auf unserer Halbkugel ist die Sternschnuppenhäufigkeit am größten im Herbst, nämlich dann, wenn der „Apex“, der Zielpunkt der Erdbewegung, gerade seinen höchsten Stand über dem Horizont erreicht.

Bereits diese letzten Bemerkungen zeigen, daß für die Erforschung gewisser, sogar sehr wichtiger Fragen sich die Beobachtungstätigkeit recht einfach darzustellen scheint. Sie besteht hierbei in der Tat in einfachem Abzählen der Sternschnuppen! — Hier liegt ein sehr wertvolles Arbeitsgebiet für alle Sternfreunde.

Man unterschätze aber die Aufgabe nicht: Nur beharrliche systematische Fortführung solcher Zählungen durch lange Zeit hindurch, unter Nutzung aller Stunden und aller Nächte, kann den erstrebten Erfolg haben. Beträchtlich erhöht wird der Wert solcher Beobachtungen,

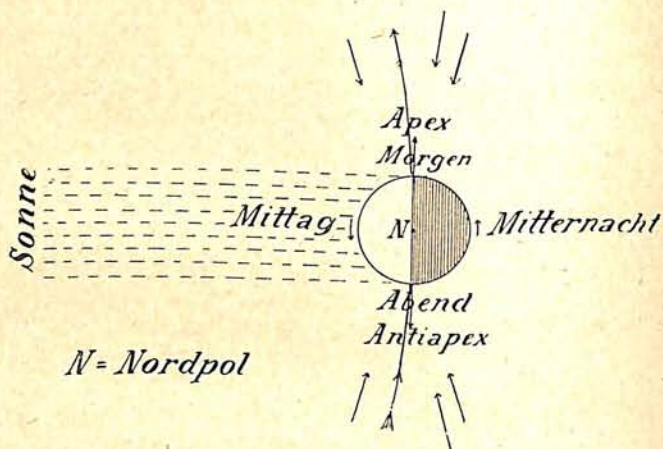


Abb. 1.

Zur Erklärung der größeren Meteorhäufigkeit in den Morgenstunden.

wenn außer dem auf die Minute genauen Zeitpunkt auch noch der Bahnverlauf und Besonderheiten der Erscheinung notiert werden, am besten durch Eintragung in eine Sternkarte. Schon hier zeigt sich die Wichtigkeit der „nichtfachastronomischen“ Mitarbeit, da ja der Sternwartenastronom durch die Verpflichtung zur nächtlichen Ausnützung seiner großen Instrumente meist an andere Aufgaben zu sehr gebunden ist. Zudem haben sich die sonst so ökonomischen photographischen Forschungsmethoden gerade auf diesem Gebiete aus mehrfachen Gründen bisher nicht durchsetzen können, von einigen interessanten, zumeist zufällig erzielten Ergebnissen abgesehen. Systematische Forschungsarbeit kommt von dort aus also selten in Frage.

Noch mehr gilt die Forderung nach Laienmitarbeit für die Beobachtung der großen Meteore, der Feuerkugeln. Sie erscheinen recht selten, „unerwartet“, oft in sehr beschränktem Sichtbarkeitsgebiet, fern von allen Sternwarten, aber ihre Erforschung ist vor allem darauf angewiesen, daß sie von möglichst vielen verschiedenen Orten aus beschrieben werden! Hier ist die Mitarbeit des Sternliebhabers, wie überhaupt jedes Naturfreundes, unerlässlich, aber für diesen auch reizvoll und lohnend. Es kommt erfreulicherweise heute schon häufig vor, daß von bedeutenden Feuerkugeln an die fünfzig und noch mehr Beobachtungsberichte bei der bearbeitenden Stelle zusammenkommen.

Es wird den Leser vielleicht interessieren, an einem Beispiel ein paar Daten über Beobachtung, Berichterstattung und Rechnungsergebnisse kennenzulernen. Ich wähle dazu die große Feuerkugel vom 29. Juni 1917, die ich damals in Böhmen beobachten konnte. Dar-

aufhin erließ ich in der Tagespresse der böhmisch-sächsischen Grenzgebiete sowie eines weiteren Bereiches einen „Aufruf“ an die Bevölkerung, in welchem unter Betonung der Seltenheit und der Bedeutung solcher Fälle um Beobachtungsberichte ersucht wurde. Auf folgende Punkte wurde hingewiesen: 1. Standort des Beobachters, 2. Beobachter: Adresse usw., 3. Zeitpunkt, 4. scheinbare Bahn der Feuerkugel: nähere Anleitung, wie der Auftauch- und besonders der Hemmungspunkt festgelegt werden kann, — durch Beziehung auf Sterne oder auf irdische Gegenstände; Angabe der Bewegungsrichtung des Meteors, Himmelsrichtungen, Geländeangaben; Höhenschätzungen in Graden, z. B. ist eine Handspanne, d. h. 20 cm, in der Entfernung des ausgestreckten Armes einem Winkel von 18 Graden entsprechend, usw., 5. Zeitdauer der Erscheinung in Sekunden, 6. Einzelheiten: a) Kopf: Größe, evtl. Vergleich mit Teilen der Vollmondscheibe usw., b) Schweif: Beschreibung, Länge, 7. Farbe, an einzelnen Bahnstellen, 8. zurückgebliebene Spur: Dauer, Beschreibung, Veränderungen, 9. Donner: Zwischenzeit nach der Lichterscheinung, Beschreibung, Dauer, 10. Nennung anderer Beobachter, besondere Bemerkungen usw.

Unter den über hundert Berichten, die der Berechnung der Erscheinung insgesamt zur Verfügung standen, hatte G. v. Nießl in Wien sich 59 ausgewählt, die besonders geeignet schienen; die übrigen beschränkten sich meist auf zu allgemeine Feststellungen, ohne konkrete Bahndaten zu bringen. — Die zusammenfassende Bearbeitung ergab als Sichtbarkeitsbereich der Feuerkugel die früheren österreichischen Provinzen Nieder- und Oberösterreich, Böhmen, Mähren, Oesterr. Schlesien, Westgalizien sowie Preuß. Schlesien, Sachsen, Ostbayern, Brandenburg. Das Aufleuchten des Meteors ergab sich in einer Höhe von 89,4 km über Trebitsch in Mähren bei einer Eintrittsgeschwindigkeit von 37,2 km. Nach einem Fluge von 229 km Länge erreichte die Feuerkugel 18,4 km über Linda bei Görlitz ihren Hemmungspunkt. Dort erfolgte eine Auflösung in 4—5 einzelne Partikel, die aber trotz Nachsuchung nicht aufgefunden werden konnten. Die Größe der Leuchtsphäre betrug 329 m an Durchmesser. Ein Farbenwechsel während des Fluges erfolgte in der Folge von Grün über Blau und Rot zum Gelb und Weiß. Ueber die Hörbarkeit einer Detonation wurde noch in 115 km Entfernung vom Endpunkte berichtet; deren Hauptherd lag etwa 25 km vor dem Hemmungspunkt, also etwa über dem Welschen Kamm im Riesengebirge. Von einer Höhe von 73 km ab war längs einer Bahnstrecke von 178 km ein seine Form verändernder Residuenstreifen durch 7—8 Minuten beobachtbar. Die geozentrische Geschwindigkeit ergab sich zu 33,5 km/sek. und hieraus die heliozentrische Geschwindigkeit zu 57,0 km/sek., was eindeutig auf die Bahnform einer Hyperbel führt.

Hervorzuheben ist die ganz besonders große Sicherheit, mit der hier die Lage des Endpunktes bestimmt werden konnte. Der größtmögliche Fehler in geographischer Länge betrug  $\pm 1,1$  km und in geographischer Breite  $\pm 2,1$  km, eine Genauigkeit, die bisher noch in keinem anderen Falle erreicht wurde. Das große Interesse, das die Bevölkerung hier zeigte, ermutigte dann den Verfasser, seit 1920 durch einige Jahre hindurch ein systematisch organisiertes Beobachternetz in der Tschechoslowakei zu schaffen, das über mehr als 1000 Einzelfälle berichtet hat.

Was die Helligkeit von Meteoriten anlangt, so geben Laienbeobachtungen, wie ja verständlich, meist übertriebene Feststellungen. Wissenschaftlich brauchbar werden Abschätzungen erst, wenn sie in astronomischen Größenklassen der Helligkeit ausgedrückt sind, durch Umrechnung der Vergleichsangaben (Mond, Planeten, Sterne usw.). — Vor einiger Zeit hat Öpik in Dorpat u. a. Häufigkeitskurven entworfen, welche die Abhängigkeit der beobachteten Anzahl von der Helligkeit der Meteore veranschaulichen. Es zeigte sich eine beträchtliche Zunahme der Anzahl mit abnehmender Helligkeit, zugleich aber eine Abhängigkeit von der Art des Meteorphenomens, ein anderes Verhalten bei gewissen schwarmweise auftretenden Sternschnuppenerscheinungen, anders z. B. bei den Perseiden als bei den Nichtperseiden.

Die Berichte über die Farbe der Feuerkugelercheinungen sind ebenfalls meist mit Vorsicht zu behandeln. Bei hellen Feuerkugeln bedeuten allerdings abweichende Farbmeldungen nicht immer einen Widerspruch, indem hier häufig ein Farbenwechsel während der Bewegung mitspielt. Hierzu hat A. Wegener interessante Untersuchungen geliefert: Im ersten Teil der Feuerkugelbahnen herrscht die grüne Farbe vor, die auch bei den gewöhnlichen Sternschnuppen überwiegt; dann kommt bei meist gleichzeitiger beträchtlicher Helligkeitsvermehrung ein rascher Uebergang zum Rot.

Besonders augenfällig werden die Schwierigkeiten richtiger Beobachtung einer Feuerkugel bei den Angaben über die Größe, die Dimension des Meteorphenomens. Die Verfälschung dieser Angaben geht vor allem auf die physiologische Wirkung der Ueberstrahlung, auf die Irradiation zurück. Jedenfalls sind aber gelegentlich die Abmessungen ganz bedeutende. — G. v. Nießl hat dieses Problem bei 29 Fällen untersucht und als Mittelwert den Querdurchmesser der Feuerkugeln zu 619 Meter erhalten. Damit ist nicht etwa die Abmessung eines festen Kernes gemeint, sondern der Durchmesser der leuchtenden Sphäre, die ganze Einhüllung von weitausgedehnten glühenden Dämpfen und Gasen. In Einzelfällen gehen die beobachteten (meist durch Bezug auf den Mond errechneten) Durchmesser über einen Kilometer hinaus.

Wegener unterscheidet hier die verschiedenen Leuchtstadien und gibt für das grüne 100 bis 300 m und für das rote Stadium 400—1000 m als normal an.

Typisch für große Meteore ist das Zurückbleiben einer Rauchspur längs ihrer Bahn. Zunächst meist gleichmäßig hell und geradlinig verlaufend, verändert sich schon in wenigen Minuten ihr Bild, es bilden sich oft einzelne verschieden helle, sich verlagernde Wölkchen, deren Sichtbarkeit oft eine halbe Stunde und länger anhält. Interessanterweise ergab sich nach den Untersuchungen des Amerikaners Trowbridge aus zahlreichen Beobachtungen solcher nachleuchtenden Schweife deren mittlere Höhe bei Nacht mit 87 km, bei Tag jedoch geringer, wobei die Einzelwerte nur auffallend wenig um dieses Mittel streuen.

Die an sich sehr wichtige Gelegenheit, eine Meteorerscheinung spektroskopisch beobachten zu können, trat bisher nur als seltener Glückszufall ein. Dabei gelangen am Fernrohr selbst nur ganz unsichere Feststellungen: ein kontinuierliches Spektralband, erzeugt vom leuchtenden festen Kern sowie einige helle Linien, die wohl von der Gashülle herrühren. — Die Photographie hatte hier zum erstenmal im Jahre 1897 Erfolg, als einmal Pickering vier von sechs beobachteten Linien mit denen des Wasserstoffs identifizieren konnte. — Zwei weitere Meteorspektren untersuchte Blazko im Jahre 1904 und fand dabei Anzeichen von Kalzium, Kalium, Magnesium, Helium und Titan, vielleicht auch von Stickstoff. — Am 29. September 1924 glückte auf der Hamburg-Bergedorfer Sternwarte eine besonders genaue Untersuchung des Spektrums eines Eisenmeteors durch Schwassmann und Haas, wobei neun Linien identifiziert werden konnten, von denen sieben dem Eisen und zwei dem Kalzium zugehörten.

Mit um so größerem Interesse stürzte man sich von jeher auf die Meteorfunde und analysierte sie. Der Leser kennt manche Einzelheit über die großen Meteoritenfälle, so z. B. über den berühmten Fall von Pultusk (1868), bei dem mindestens 100 000 Steine herunterkamen, oder über den gewaltigen „Meteorkrater von Arizona“<sup>3)</sup> oder über die riesigen Verwüstungen, die der bisher größte beobachtete Meteorfall, im Jahre 1908, in der sibirischen Taiga angerichtet hat und die erst in der allerletzten Zeit durch russische Expeditionen, insbesondere durch A. Kulik, untersucht wurden.<sup>4)</sup>

Hier werden die folgenden allgemeinen von H. v. Klüber mitgeteilten Daten besonders interessieren: Man schätzt die tatsächlich die Erde treffenden Meteore auf rund 20 Millionen pro Tag, und den dadurch verursachten Massenzuwachs der Erde auf etwa 100 000 Tonnen jährlich. Aufgefunden und untersucht werden konnten bisher aber nur etwa 880 Fälle; in einer der berühmtesten Sammlungen, in der

des Wiener Nationalmuseums, sind 650 verschiedene Fälle vertreten. Einwandfreie chemisch-physikalische Analysen von Meteorfunden sind bis heute nur etwa 100 an Zahl erfolgt, deren besonders bedeutungsvolles Ergebnis hier (mit der üblichen Abkürzung der chemischen Elemente<sup>5)</sup>) angeführt werden soll:

Sicher nachgewiesen wurden folgende 27 Elemente: Al, Ar, Ca, C, Cl, Cr, Co, Cu, He, Ir, Fe, Mg, Mn, Ni, N, O, Pd, P, Pt, K, Ra, Ru, Si, Na, S, Ti, V.

Hingegen bleibt noch zweifelhaft das Vorkommen von: Sb, Se, As, Sn, Au, Zn, Pb.

Trotz aller Bemühungen wurden bisher nirgends gefunden: Ba, Sr, F, Zr.

Unbekannte Elemente traten niemals auf.

Ihrer Zusammensetzung nach teilt man im allgemeinen die Meteorite in drei Gruppen: 1. Eisenmeteorite („Siderite“, Nickel-Eisen-Mischungen), 2. Steinmeteorite („Aerolite“, vorwiegend Silikatbestandteile), 3. Pallasite („Mesosiderite“, Gemische von Silikaten und Metallen). Die bisherigen Funde verteilen sich zu 93% auf Metalle, zu 5% auf Steine und zu 2% auf Pallasite. — Sehr interessant ist eine Verteilungsstatistik aller der oben erwähnten Elemente, auf sämtliche Funde bezogen: Fe 72%, O 10%, Ni 6%, Si 5%, Mg 4%; die restlichen nur 3% also verteilen sich auf die übrigen 22 Elemente!

Ueber den besonderen physikalisch-chemischen Charakter der Meteorite, über die Vorstellungen, die man sich heute vom Zustandekommen ihrer eigenartigen Struktur gemacht hat, über die Aetzfiguren u. a., auch über die Schlüsse, die man aus all dem auf das Material und auf die Bedingungen des kosmischen Aufbaues ziehen kann, wäre gewiß noch viel Interessantes zu sagen; doch würde dies den Rahmen dieses Berichtes weit überschreiten. Abbildung 2 zeigt das Aussehen eines in Friedrichsau gefundenen Meteorsteins.

Zahlreich sind die statistischen Untersuchungen über die mittleren Höhen und mittleren Geschwindigkeiten der einzelnen Gruppen von Meteorerscheinungen. Wiederum zeigten sich dabei die Unterschiede zwischen den Sternschnuppen und den Meteoren: Die mittleren Aufleuchtunkte der ersteren liegen nach G. v. Niessl zwischen 109 und 155 km, die mittleren Endpunkte zwischen 86 und 98 km. Dagegen ergaben die Feuerkugeln im Mittel für ihre Aufleuchtunkte 139 km, für ihre Erlöschungspunkte dagegen nur 50 km. Die mit Detonation explodierenden großen Meteore gehen noch tiefer herunter (Mittel aus 57 Fällen: 31 km) und 16 Fälle mit beobachteten Meteoritenfällen ergeben sogar als

<sup>3)</sup> Vgl. „Weltall“, Jg. 28, S. 150.

<sup>4)</sup> Vgl. „Weltall“, Jg. 28, S. 137.

<sup>5)</sup> Die Abkürzungen der Elemente sind in einer Tabelle im „Weltall“, Jg. 26, S. 118, erklärt.

mittlere Endhöhe 22 km. Ersichtlich können eben diese Körper dank ihrer großen Masse bis in diese tieferen Atmosphärenschichten durchdringen.



Abb. 2.

Ein Meteorstein, aufgefunden von Bydolek in Friedrichsau.

Berechnet man weiterhin, indem man beobachtete Bahnstrecken durch die zu ihrer Zurücklegung vom Meteor benötigte Zeit dividiert, die „geozentrischen Durchschnittsgeschwindigkeiten“, so zeigt sich: Mit abnehmender Endhöhe nehmen die Geschwindigkeiten rasch ab, z. B. ist nach v. Niessl bei einer mittleren Höhe von 117, 72, 22 km die mittlere Geschwindigkeit 77, 49, 37 km/sek. Neuere Untersuchungen zu diesen Problemen gehen auf A. Wegener (1927) zurück, der insbesondere eigenartige Zusammenhänge von mittlerer Geschwindigkeit, Anfangs- und Endhöhe behandelt hat und auf das Vorhandensein zweier ausgeprägter Häufigkeitsmaxima bei bestimmten Endhöhen der Meteore hinweisen konnte.

Aus der Leuchtkraft der Meteore auf ihre tatsächliche Masse zu schließen, ist eine weitere Aufgabe. Man hat früher schon wiederholt Vergleiche mit irdischen Lichtquellen angestellt; die Resultate waren verschieden je nach der Art des irdischen Vergleichslichtes. In jedem Falle wurde es klar, daß es sich um durchschnittlich sehr kleine Massepartikel handelt. (Für eine Sternschnuppe 1. Größe ergab die Leuchtgasflamme eine Masse von 1,40 g, B. F. Sands fand mit Drummond-Licht 0,06 g, mit elektrischem Licht verglichen ergab sich 0,0045 g.)

Auf anderem Wege berechneten sich aus einer plausiblen Meteortemperatur und der beobachteten scheinbaren Helligkeit Masse und auch Durchmesser der Meteore, die letzteren nur mit wenigen Millimetern. — Die Temperaturen der Meteore wurden nach Öpik

bisher vielfach zu niedrig angenommen. Dieser Autor setzt ihre Lichtart der von Sternen des Spektraltypus F5 gleich und kommt so zu Temperaturen von 6000 Grad; dann ergibt die Rechnung beispielsweise für ein Meteor zweiter Größe in 100 km Höhe bei einer Leuchtdauer von 0,92 Sekunden und einer Geschwindigkeit von 56 Sekundenkilometer eine Masse von nur 0,0003 g. Und doch errechnet sich dabei für den ganzen Schwarm der „Perseiden“ nach Öpik eine Gesamtmasse von rund einer Milliarde Tonnen.

Für die astronomischen Probleme überhaupt ist die Meteorforschung schon sehr bedeutsam wegen der weiter unten behandelten Fragestellung nach der kosmischen Herkunft dieser Körper. Darüber hinaus kommt ihr jedoch eine besondere Wichtigkeit für den Aufbau unserer Atmosphäre zu. Durcheilen doch diese kleinen kosmischen Sendboten weiteste Schichten der irdischen Lufthülle und können uns so ein Bild ihres Aufbaues und Zustandes vermitteln. Dabei aber ist es natürlich ein Grunderfordernis, daß wir den komplizierten Leuchtvorgang des Phänomens richtig verstehen. In dieser Richtung haben sich die Anschauungen in der neueren Zeit wesentlich umgestaltet. Es ist vor allem zu klären: die Wirkung des Luftwiderstandes, die Theorie des Leuchtvorganges selbst, das Nachleuchten des Meteorschweifens usw.

Einer der ersten Forscher, der die Frage des Luftwiderstandes bei den Meteoren behandelte, war der Mailänder G. V. Schiaparelli, der die bei fliegenden Geschossen geltenden Gesetze zugrunde legte. Schiaparellis Tabellen zeigen, daß die kosmische Eintrittsgeschwindigkeit sich in unserer Atmosphäre sehr rasch vermindert, und zwar unabhängig von ihrem ursprünglichen Betrage. Aber der Vergleich mit Geschoßerfahrungen war eine zu große Verallgemeinerung, entstammen diese doch den untersten Schichten der Atmosphäre, in die Sternschnuppen niemals und Feuerkugeln nur selten hingelangen. In späterer Zeit (1919) wurden andere Gesetzmäßigkeiten der meteorischen Geschwindigkeitsabnahme entwickelt. Jetzt zeigte sich, daß die höheren Schichten durch mehrere hundert Kilometer hindurch nur einen geringeren Einfluß haben, und daß erst bei etwa 70 km Höhe eine recht plötzliche Geschwindigkeitsverminderung eintritt. Auch Öpik (1923) bestätigt dies auf anderem Wege. Für Sternschnuppen ist also der Luftwiderstand ohne großen Einfluß, ihre Endgeschwindigkeit weicht von dem ursprünglichen kosmischen Wert nicht allzusehr ab, sie verdampfen ja schon, ehe sie in die tiefen Schichten hingelangen. In diesen letzteren aber spielt sich das Phänomen der Feuerkugeln ab, hier bereits wesentlich vom Luftwiderstand beeinflusst.

Dieser Unterschied zwischen Sternschnuppen und Feuerkugeln prägt sich übrigens auch in den Vorstellungen aus, die man sich heute vom Wesen des Leuchtvorganges macht: Die Be-

wegungsenergie des Meteors wird durch den Luftwiderstand umgesetzt, einmal in die Erhitzung und Verdampfung des Körpers, dann in Licht- und Schallwellen, schließlich in die Zusammenpressung und Erhitzung der durchfahrenen Luftmassen. In den dichtesten Schichten, so nimmt man für die Mehrzahl der Fälle an, erreicht diese Luftkompression einen kritischen Wert, die gesamte restliche Bewegungsenergie setzt sich sozusagen explosionsartig in Wärme um, plötzliche Helligkeit strahlt auf. Wird die Geschwindigkeit des Meteors schließlich kleiner als die „Explosionswelle“ (etwa 1 km/sek.), so eilt ihm von da ab die letztere als Schallwelle voraus, der Leuchtprozeß endet damit, d. i. im sogenannten Hemmungspunkt. Kleinere Meteore, Sternschnuppen, verdampfen hingegen bereits früher vollständig. Ihr „Aufleuchten“ entspricht nach Hoffmeister gewissermaßen bereits dem eben geschilderten Vorgang im Hemmungspunkt, es erfolgt nämlich erst dann, sobald die den Körperchen vorangehende Luft entsprechend stark zusammengepreßt ist. Demgemäß können also nur ganz große Meteore, die Feuerkugeln, bei Weiterverminderung der Geschwindigkeit bis zur Erde heruntergelangen.

Exakte Theorien über die Natur des Leuchtvorganges sind in den letzten Jahren mehrfach behandelt worden, so von Hoffmeister, Öpik, Lindemann, Dobson und Sparrow. Im einzelnen weisen diese Entwicklungen viele Gegensätze untereinander auf. Große Schwierigkeiten liegen in der Unkenntnis der Temperaturverhältnisse in den höchsten Atmosphärenschichten. So müßte man beispielsweise nach Lindemann und Dobson aus den Meteorbeobachtungen in einer Höhe von etwa 65 km auf eine Temperatur von vielleicht  $+20^{\circ}$  schließen, während die Meteorologen für alle diese Stratosphärenschichten eine wesentlich niedrigere, sich gleichbleibende Temperatur von mindestens  $-50^{\circ}$  anzunehmen gewohnt sind. (Immerhin sind gerade hierin neuerdings auch meteorologische Bedenken aufgetaucht.)

Einige Worte noch über die Meteor-schweife: Sie sind nach Trowbridge selbstleuchtende Gaswolken, untermischt mit feinem Meteorstaub; bei Tag leuchten sie im reflektierten Sonnenlicht, so wie gewöhnliche Wolken; bei Nacht halten sie sich, wie schon erwähnt, meistens in einer ziemlich bestimmten Höhe, ihre Ausbreitung hängt von Druck und Temperatur der Luft und wohl von der Anfangsgeschwindigkeit der Spur ab. — Uebrigens hat die Verfolgung dieser Schweifbewegungen nach Kahlke recht interessante Aufschlüsse über die in so hohen Luftschichten herrschenden Strömungsvorgänge geliefert: Danach scheinen wir es (auf unserer Halbkugel) merkwürdigerweise in Höhen zwischen 30 und 80 km mit vorherrschenden Ostwinden, in Höhen über 80 km vorwiegend mit Westwinden zu tun zu

haben. — Das Leuchten selbst ist gemäß vergleichenden Versuchen mit Luft unter niedrigem Druck eine sogenannte „Phosphoreszenzstrahlung“, was die lange Lebensdauer der Schweife und deren häufige Farbenübergänge vom Grün oder Gelb zum Weiß erklärt.

Nach dem Gesagten ist wohl die besondere Bedeutung des Meteorphänomens für das Studium über den Aufbau der Atmosphäre jetzt offensichtlich. — Es hat z. B. Wegener die verschiedenen Phasen des Leuchtprozesses auf die verschiedenen Hauptschichten der Luft zurückzuführen versucht, so insbesondere den Farbenwechsel auf die Durchschreitung der Grenzen zwischen Wasserstoffsphäre und Stickstoffsphäre u. a. m. Anderer Meinung ist dagegen Hoffmeister, der statt verschiedener Gase ausschließlich die Temperaturvorgänge für die Meteorfarben verantwortlich macht, und der überhaupt für weitgehende Schlüsse über den Aufbau der Atmosphäre die Art der bisherigen Statistik des Meteorphänomens noch für unzureichend erachtet. Um so mehr Grund zur emsigen Pflege des Gebietes und zu unentwegter Mithilfe aller Laienbeobachter!

Es wurde schon erwähnt, daß zu gewissen Zeiten des Jahres besondere Häufungen der Sternschnuppenfälle auftreten, sogenannte „Schwärme“, die oft innerhalb weniger Stunden oder Tage viele Tausende von Fällen umfaßt haben. Vergleicht man ihre in die Sternkarte eingezeichneten Bahnen untereinander, so sieht man, daß diese keineswegs ungeordnet verlaufen: Sie gehen meist von einer ganz bestimmten Himmelsgegend aus, ihre Rückwärtsverlängerungen weisen nach einem gemeinsamen Ausstrahlungspunkt, dem „Radianten“ des Schwarmes. Wir verstehen natürlich, daß dieses Auseinanderlaufen nur ein scheinbares ist, ein perspektivisch geschautes, daß in Wirklichkeit eben alle Mitglieder eines solchen Schwarmes in zueinander parallelen Bahnen durch den Raum ziehen.

Entsprechend dem Sternbild, in dem der Radiant liegt, spricht man z. B. von Lyriden, Aquariden, Drakoniden, Perseiden, Leoniden und Andromeden. Uebrigens hat es gerade mit diesen sechs aufgezählten Schwärmen etwas Besonderes auf sich. Sie sind nach den heutigen neuen Ermittlungen wahrscheinlich die bisher einzigen „echten“! Zunächst einmal kehren sie mit großer Regelmäßigkeit jedes Jahr wieder! Und zwar am 20. April bzw. 6. Mai, 16. Juni, 10. August, 13. November, 27. November.

Die Deutung dieser Beobachtungen war vor langem derart erfolgt, daß man sich eben die sehr zahlreichen Meteorkörper eines jeden solchen Schwarmes in einer Art von Ring mit einer Verdichtung, einem Knoten, um die Sonne ausgebreitet dachte. Und immer dann, wenn die Erde in ihrer Bahnbewegung einen Meteorringknoten durchschneidet, also einmal jährlich, er-

scheinen uns dann die oft so prächtigen Meteor-schauer.

Es gibt solche Schwärme, die nicht alle Jahre gleich bedeutend auftreten. Das berühmteste Exempel hierfür sind wohl die schon erwähnten Leoniden. In der Nacht vom 11. auf den 12. November 1799 schildert sie Alexander von Humboldt, der damals auf seiner Forschungsfahrt in Venezuela weilte, als ganz ungewöhnlich: Tausende von Fällen, ein wahrer Feuerregen, kein Fleck des Himmels, der nicht von Sternschnuppen gewimmelt hätte. Im Jahre 1833 trat wiederum ein solcher Feuerregen auf und 1866 nochmals. In den Tagen um den 12. November in den Zwischenjahren häuften sich zwar ebenfalls die Fälle, doch bei weitem nicht so großartig. Dies erklärt sich daraus, daß dieser Ring eine wolkenartige Verdichtung besitzt, die um die Sonne rotiert wie ein Planet, und daß die Abstände zwischen den erwähnten ganz großen Sternschnuppenfällen eben gleich der Umlaufzeit des Ringes sind. Hier bei den Leoniden also  $33\frac{1}{4}$  Jahre!

Und der Ursprung dieser Meteorringe? Seit 1866 kennen wir ihn, dank der Arbeiten von Schiaparelli, Newton, Leverrier und anderer: Es sind die Bahnwege von Kometen; Wege, die belegt mit Steinen, Steinchen und Staub, aus denen die Kometen bestehen, zurückblieben; materielle Spuren im Raum also, dünnsten Aufbaus . . . Dort, wo heute die Leoniden ihre Bahn ziehen, da wandelte einst der Komet 1866 I, die Aquariden folgen dem Halley'schen, die Drakoniden dem Pons-Winnekeschen Kometen, die Perseiden und die Lyriden den Kometen 1862 III und 1861 I. Die Andromeden schließlich erfüllen die Bahn des Bielaschen Kometen, der früher alle 6,6 Jahre die Sonne umwanderte, bis er 1845 vor den Augen der Astronomen sich in zwei ungleiche Teile auflöste, die sich immer weiter voneinander entfernten, bis der Komet schließlich überhaupt verlorenging. Aber 1885 und 1892, da sprühten ganz besonders schöne und reichliche „Andromeden“ über den Himmel; wir waren der Knotenverdichtung eines Meteorringes begegnet, den Resten des Bielaschen Kometen.

Wir sind jetzt an die heikelste Frage überhaupt herangekommen. Wo kommen denn die Meteore her, in welchem Weltraumgebiet entstehen sie, ist der Ursprung der Feuerkugeln und Sternschnuppen ein gemeinsamer und welcher?

Der oben erwähnte erste Begründer einer wissenschaftlichen Sternschnuppentheorie, Schiaparelli, mußte gerade in dieser Frage bedenkliche Widersprüche bestehen lassen. Man vermutete in der Folgezeit zunächst, daß alle beobachteten Sternschnuppen solchen kometarischen Meteorringen entstammen, wie sich dies ja für die besprochenen wenigen Fälle tat-

sächlich erwiesen hatte. Eine unheimlich mühevoll und, wie es heute doch erscheinen will, recht zwecklose Tätigkeit setzte ein, um alle Radianten des Himmels zu bestimmen. W. F. Denning schätzte ihre Gesamtzahl auf 3000; alle bedeutenderen unter ihnen zeichnete er in „Radiantenkarten“ ein.

Inzwischen setzten jedoch schon systematische Untersuchungen des hochverdienten Wiener Meteorforschers G. von Niessl ein, die eine solche Zahl von Radianten stark anzweifeln ließen, und in den allerletzten Jahren beendete C. Hoffmeister in Sonneberg seine jahrelangen Bearbeitungen des Problems mit dem Vorschlag seiner definitiven Lösung.

Er ging von einer neuen Untersuchung des Geschwindigkeitsproblems aus, welches am besten die kosmische Stellung der Sternschnuppen klären kann. Der Charakter ihrer Bahnen ergibt sich ja mit mechanisch-mathematischer Notwendigkeit aus der Größe ihrer Geschwindigkeiten. Diese muß eindeutig zeigen, ob wir es mit elliptischen Bewegungen, also mit planetaren Körpern, oder mit hyperbolischen Geschwindigkeiten zu tun haben, d. h. also mit kosmischen Körpern, die nicht unserem Sonnensystem zugehören, sondern von außen, aus den Fixsternräumen, in dasselbe eindringen. Bereits Schiaparelli fand eine geistvolle Methode, und Hoffmeister vertiefte sie jetzt, um die kosmischen Geschwindigkeiten der Meteore aus dem Studium der bereits besprochenen täglichen Variation, also letzten Endes aus einfachen, systematischen Abzählungen herzuleiten. Daß und wie dies etwa möglich ist, wird sich der Leser selbst bereits aus den früheren Ausführungen verständlich machen können. Hier interessiert uns nur das Resultat:

Nur in ganz wenigen Fällen ist tatsächlich ein Zusammenhang zwischen Sternschnuppen und Kometen nachweisbar. Außer diesen wenigen „kometarischen Strömen“, die elliptische bzw. parabolische Bahnen haben und periodisch wiederkehren, zeigten sich in der ganz überwiegenden Mehrheit die Sternschnuppen als hyperbolisch bewegt! Als Fremdkörper in der Planetenwelt, als Besucher aus dem interstellaren Raum! Hoffmeister hat sowohl das umfangreiche von ihm selbst gesammelte Material, wie auch ältere größere Beobachtungsreihen von Coulvier-Gravier in Paris und von Schmidt in Athen nach seiner Methode bearbeitet und dasselbe Ergebnis gefunden. Die Existenz anderer Stromradianten, außer denen der wenigen kometarischen Ströme, ist jetzt also ganz in Frage gestellt! Und die großen Meteore, die Feuerkugeln? Für die hatte bereits v. Niessl schon zuvor den hyperbolischen Charakter ihrer Himmelsbahnen nachgewiesen und sie als erster als fremde Eindringlinge aus dem Sternenraum deutlich von den heimischen

Sternschnuppen geschieden. Jetzt haben auch diese ihre Heimatberechtigung bei uns verloren. . .

Der ganze so bedeutsame Wandel, der sich in den letzten Jahren auf dem Gebiete der Sternschnuppenforschung vollzogen hat, möge abschließend vielleicht am besten in einigen Worten Hoffmeisters, der ihn ja wesentlich mit herbeiführte, überblickt werden: Auch hier zeigt sich die allgemeine Tendenz nach Erweiterung der Grenzen. Kepler noch kannte nur das

Planetensystem, das ihm die Welt bedeutete; Giordano Bruno ahnte die Vielheit der Sonnenwelten; Herschels große Teleskope führten uns an die Grenzen der Milchstraße; in unseren Tagen sind diese Grenzen längst überschritten: das erweiterte Sternsystem, die Welten der Kugelhaufen und der Spiralnebel sind Gegenstand der Forschung, und selbst auf dem bescheidenen Gebiet der Sternschnuppen ist die Brücke geschlagen — aus der Enge des Planetenreiches in den unendlichen Raum!

---

## Marksteine auf dem Wege des Eindringens in das Weltall.

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

### VIII.

#### Die Erschließung der Astronomie der Fixsterne.

Unsere letzte Betrachtung enthielt die Bemerkung, daß sich in der Kette der Beobachtungen, Theorien und Entdeckungen kein Ende absehen läßt. Indes nicht nur die Erkenntnisse und die sich darauf aufbauenden Vorstellungen befinden sich in steter Entwicklung. Das gleiche gilt auch von den Hilfsmitteln, die der forschende Geist geschaffen hat. Das von den Holländern und von Galilei gebaute Fernrohr war bald an der Grenze seiner Leistungsfähigkeit angelangt. Wer einmal durch ein solches, aus einfachen Linsen verfertigtes Instrument geblickt hat, der weiß, daß es nur verschwommene, von farbigen Rändern umsäumte Bilder liefert. Newton war noch der Meinung, daß es dafür keine Abhilfe gebe. Er setzte deshalb an die Stelle der Objektivlinse einen Metallspiegel, der Bilder ohne farbige Ränder liefert. Das neue Fernrohr wurde als Reflektor bezeichnet. Vor allem war es Herschel, ein armer, aus Deutschland nach dem Vaterlande Newtons ausgewandeter Musiker, der den Reflektor sehr vervollkommnete und ihm einen hohen Grad von Leistungsfähigkeit verlieh. Durch Herschels Arbeit erfuhr das Weltbild wieder eine Erweiterung und Umgestaltung, wie sie seitdem kaum mehr stattgefunden hat.

Daß Herschel der seit dem Altertum geheiligten Siebenzahl der Wandelsterne (Sonne, Mond, Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn) einen neuen, außerhalb des Saturns umlaufenden Planeten, den Uranus, hinzufügte, daß er neue Monde entdeckte und die Rotation des Saturn nachwies, waren eigentlich schon Verdienste genug. Seine Bedeutung liegt aber darin, daß er die Astronomie der Fixsterne begründete oder,

wie Humboldt sich einmal ausdrückte, daß er das Senkblei in die Tiefen des Himmels warf.

Um diese Bedeutung Herschels zu verstehen, muß man sich eins vergegenwärtigen. Giordano Bruno und andere hatten zwar bereits die Fixsterne als Sonnen und Mittelpunkte zahlloser Planetensysteme angesprochen. In die allgemeine Vorstellung hatten aber diese Erkenntnisse keinen Eingang gefunden. Für die große Masse war der Fixsternhimmel immer die Hohlkugel geblieben, an welche die Alten geglaubt hatten. Untersuchungen über die räumliche Verteilung der Fixsterne hat erst Herschel angestellt. Als er seinen gewaltigen Reflektor auf die Milchstraße richtete, lösten sich auch die Teile, die bisher nur wie weiß-schimmernde Wölkchen erschienen waren, in kleine Sterne auf. Herschel war der erste, der dieses Sternenheer auf Grund von systematisch angestellten Beobachtungen zu schätzen wagte. Er erkannte, daß die Milchstraße ein linsenförmiger, aus etwa 20 Millionen Sonnen zusammengefügtster Sternhaufen ist, und daß wir, das heißt die Sonne mit ihren Planeten, uns etwa in der Mitte dieser Welt von Welten befinden. Wie schrumpft damit das, was man anfangs als Welt betrachtet hatte, zusammen! Durch Kopernikus hatte die Erde ihre bevorzugte Stellung eingebüßt. An ihre Stelle war die Sonne gerückt. Jetzt wurde auch sie mit sämtlichen Planeten und Trabanten nur ein verschwindend kleiner Teil der Welt, ein Baustein innerhalb der ungeheuren Ausdehnung und der gewaltigen Masse eines Systems höherer Ordnung. War dieses System, die linsenförmige Schicht der Milchstraße, nun wirklich das All? Umfaßte und durchdrang der Blick des Astronomen jetzt die ganze Welt? Herschels Entdeckungen zeigten, daß die größten Fernrohre seiner Zeit noch nicht zu allen Gestirnen des Weltalls vordringen konnten. Das All scheint unbegrenzt. Und mehr als das: Es ist ein ewig

Werdendes, ein nie Vollendetes, „in dem wie Gras der Nacht Myriaden Welten keimen“.

Lichtwölkchen, die das stärkste Fernrohr nicht in Sterne auflöst, führten Herschel zu seinen Folgerungen. Er entdeckte sie zu Tausenden und sah in ihnen die Urmaterie, aus der sich neue Sternsysteme bilden. Welch kühne Vorstellung, daß sich in den mannigfachen Erscheinungen, die uns der Himmel gegenwärtig bietet, sämtliche Stufen des Weltbildungsprozesses nachweisen lassen! Sie rührt von Herschel her, und spätere Forschungen haben sie vollauf bestätigt. Die Vorstellung von dem Werden der Welt aus einem feinverteilten Urstoff hat auch unseren großen Philosophen Kant zu Spekulationen angeregt. Sie gipfelte darin, daß unsere irdische Materie und der Stoff der Sonne, der Planeten, ja der fernsten Weltkörper der gleiche ist, weil sie aus einer einzigen Urmaterie hervorgingen.

Da es gelungen war, an den Fixsternen eine Eigenbewegung nachzuweisen, so lag der Gedanke nahe, daß auch unsere Sonne mit all ihren Planeten, Monden und Kometen eine nach einem bestimmten Punkte des Himmels gerichtete Bewegung besitze. Eine solche würde ein scheinbares Auseinanderweichen der in der Richtung

dieser Bewegung befindlichen Fixsterne sowie ein Zusammenrücken der Sterne in der Nähe des entgegengesetzten Himmelspunktes zur Folge haben. Es gelang Herschel, derartige Veränderungen nachzuweisen, die ein Fortschreiten des Sonnensystems erkennen lassen und sich mit den wirklichen Eigenbewegungen der Fixsterne vereinigen. Der von ihm ermittelte Punkt, dem sich die Sonne nähert, liegt im Sternbilde des Herkules. Obgleich die Größe der Sonnenbewegung viele zehntausend Kilometer in der Stunde beträgt, werden doch noch lange Zeiträume verfließen, bis der vielleicht um einen weitentfernten Schwerpunkt erfolgende Umlauf unseres Zentralkörpers erkannt sein wird.

Die Betrachtungen, welche Herschel über die Abmessungen des mit seinem Teleskop durchforschten Raumes anstellte, lieferten den Nachweis, daß das Licht, um von den entferntesten Objekten des Himmels zu uns zu gelangen, viele tausend Jahre gebraucht, so daß unsere Teleskope nicht allein den Raum, sondern auch die Zeit durchdringen. Anknüpfend an die von Herschel erhaltenen Ergebnisse konnte deshalb Humboldt wohl sagen, daß das Licht der fernsten Weltkörper vielleicht das älteste sinnliche Zeugnis vom Dasein der Materie sei.

---

## Karl Schoch.

Ein Erinnerungsblatt von Prof. Dr. Ernst Dittrich.

Der Durchschnittsmensch ist ein entsetzliches Wesen. Er wünscht Fortschritt auf allen Gebieten, aber wehe dem, der den Fortschritt macht. Dazu kommt, daß Entdecker in der Regel diffizile Menschen sind, die leicht anstoßen; ihr wunderbares Gehirn muß ja in gewisser Beziehung übersteigert sein. Daher die Entdeckertragik. Was große Männer für uns getan haben, verzeihen wir ihnen in der Regel erst, wenn sie tot sind. Zu Karl Schochs Schicksal gesellte sich noch die böse Zeit, Krieg und Nachkriegszeit, mit allen ihren schlimmen Folgen.

Der äußere Lebenslauf Karl Schochs ist bald erzählt. Geboren ist er 1873 zu Pilgram in der Mark bei Frankfurt a. d. Oder. Sein Vater war Rittergutsbesitzer. Karl war der einzige Sohn von sechs Geschwistern. Bis zum 11. Lebensjahre bekam er Hausunterricht. Dann ging er auf das Frankfurter Gymnasium, das er 1893 mit dem mit Auszeichnung bestandenen Abiturientenexamen verließ. Es folgt ein fünfjähriges Universitätsstudium in Berlin und Marburg. Er widmete sich hauptsächlich der Mathematik, hörte aber auch Jurisprudenz, Philosophie, Philologie, Astronomie und Musik. Einen akademischen Grad erwarb er nicht. Diesem Umstand schrieb er später die geringe Beachtung seiner Arbeiten zu.

Nach Abbruch seiner Studien war er — aus wohl tief persönlichen Gründen, über die er nie sprach — einige Zeit in der Landwirtschaft tätig. Das war der Beruf seiner Sehnsucht; er mußte ihm aber aus wirtschaftlichen Gründen entsagen und wurde Versicherungsmathematiker. Im Jahre 1916 wurde er zum Kriegsdienst einberufen und zog sich dabei durch Ueberanstrengung eine Arterienverkalkung zu. Eine Folge schweren Mißgeschickes begann, als er im Jahre 1922 infolge der Besetzung der Rheinbrücke zwischen Mannheim und Ludwigshafen nicht zu seiner Arbeitsstätte gelangen konnte und mit noch 12 anderen Beamten seine Stellung als Versicherungsmathematiker verlor. Nach einem ernsthaften Nervenzusammenbruch fand er Zuflucht bei seinen in Berlin-Steglitz lebenden Schwestern. In der Folge trat er dann durch astronomische Arbeiten hervor.

Schon seit 1900 hatte sich Schoch mit astronomischen Arbeiten beschäftigt. Sein Arbeitsfeld war die Chronologie mit ihren Nebengebieten. Ihre Probleme sind im allgemeinen solcher Art: Es findet sich z. B. in alten Urkunden eine Mitteilung über eine Finsternis, ein erstes Erscheinen der Venus als Morgenstern, eine Bedeckung des Mars durch den halben Mond und ähnliches. Die Quellen sind



bald Keilschrifttafeln aus Babylon, bald Hieroglyphen der Maya, oder Nachrichten aus antiken oder chinesischen Klassikern, kurz aus der Literatur der ganzen Welt. In der Regel sind die Nachrichten in einem exotischen, prähistorischen Kalender unvollständig datiert. — Nun tritt der Chronologe an das Problem heran. Er sucht das astronomische Phänomen in unseren Kalender einzustellen, um eine Korrelation zwischen diesem und dem exotischen Kalender zu gewinnen. Dadurch erwirbt er sich die Dankbarkeit des Historikers, dem er mit glücklichem Griff oft ganze Epochen datiert, d. h. in unseren wohlgeordneten Kalender einhängt.

Obwohl die chronologische Forschung hauptsächlich als Zahlenrechnen betrieben wird, sind ihre Probleme von atemberaubender Spannung. Ich lese chronologische Werke wie andere Leute Detektivliteratur.

Zum Nachrechnen von Finsternissen, Sternaufgängen oder Bedeckungen braucht man Tafelwerke. Schoch hatte sich eigene Tafeln ausgearbeitet, welche schon vor dem Kriege im Manuskript fertig waren. Er schrieb an den holländischen Chronologen van Wijk über diese Tafeln, daß er um ihretwillen 60 000 Logarithmen aufsuchte, 500 Mark Kosten hatte und mindestens 6000 Arbeitsstunden für sie opferte, ohne einen Pfennig Honorar dafür zu erhalten.

Bei Schochs geistiger Einstellung ist es nicht zu verwundern, daß er wissenschaftlicher Hilfsrechner wurde. Mit 51 Jahren trat er in der wissenschaftlichen Welt als schlecht honorierter Anfänger an. Er rechnete ein halbes Jahr für Fotheringham in Oxford und dann am Recheninstitut in Dahlem, zuerst für einen Stundenlohn von 1 Mark, nach zwei Jahren von 1,50 Mark. Er schreibt selbst darüber: „Ich verdiene bare 200 Mark, wovon ich mit zwei Schwestern leben muß, die in der Inflationszeit ihr ganzes Geld verloren haben.“ In England verdiente er sozusagen nur die Kost und ein Pfund Sterling monatliches Taschengeld.

Schochs Tafeln erschienen im Jahre 1927 unter dem Titel „Planeten-Tafeln für Jedermann“. Es genügen nämlich die bloßen Volksschulkenntnisse im Rechnen, um aus ihnen die Stellung der wandelnden Himmelskörper für Vergangenheit und Zukunft sehr schnell zu bestimmen. Im Einband, großes Format, zum Teil sogar zweifarbig, kosteten sie nur 20 Mark und sind jetzt auf 10 Mark herabgesetzt. Diese Gelegenheit sollte niemand versäumen, wenn er auch nur hin und wieder ein astronomisches Buch kauft; ist doch ein solches Tafelwerk von dauerndem Wert. Wenn es vergriffen sein wird, werden sich die Leute darum reißen.<sup>1)</sup>

Schoch hätte das Ansehen einer erstklassigen wissenschaftlichen Kraft verdient. Bei schwierigen Fragen auf entlegenen Gebieten wurde sein Rat eingeholt; er wußte stets Bescheid. Professor Neugebauer sagt in der Todesanzeige (Astr. Nachr. 5676): „Unbestritten bleibt ihm

das Verdienst, als erster Mondelemente gegeben zu haben, welche die Finsternisbeobachtungen eines Zeitraums von drei Jahrtausenden einwandfrei darstellen.“ Trotz glänzender Leistungen aber hatte Schoch in wissenschaftlichen Kreisen nicht die Stellung, die ihm gehörte. Sein Ansehen ging über einen kleinen Kreis nicht hinaus. Allem Anscheine nach lag Schochs Unglück an einer überdurchschnittlichen Intensität des Denkens. Seine starke Ehrlichkeit gestattete es nicht, daß er beim Meinungs-austausch sich nicht mit dem höflichen „dürfte vielleicht nicht ganz einwandfrei sein“ begnügte, oder daß er einen Irrtum nicht richtiggestellt hätte. Und „wegen der Wahrheit ärgern sich die Leute am meisten“, sagt ein slawisches Sprichwort. Schoch war auch etwas schwierig im Umgang. Einmal sandte er mir Schriften auf die Sternwarte, zur Ansicht. Als ich drei Wochen nicht reagierte, ersuchte er mich sehr kurz um Rücksendung. Ich war nicht beleidigt, erklärte, daß ich in der Zeit abwesend war usw. — Hat man Schoch auch sonst richtig behandelt?

Schochs glänzende chronologische Leistungen drängen sich in sein letztes Jahr fünf zusammen, wo es ihm so schlecht ging, und er wohl schon die tödliche Krankheit in sich trug. Ein Rätsel ist seine merkwürdige geistige Jugendlichkeit. Sowohl van Wijk als ich selbst hielten Schoch, den wir nur aus den Publikationen kannten, für einen jungen Mann, der sich erst die Sporen erkämpft. Van Wijk antwortete er: „Jung, ist gut; ich bin 54 Jahre, und meine Uhr ist bald abgelaufen.“

Schoch befaßte sich auch mit dem Venus-Tablett des babylonischen Königs Ammizaduga. In der englischen Schrift von Langdon und Fotheringham hierüber erschien von ihm ein Anhang mit wertvollen Tafeln. Er war überhaupt einer der ersten Kenner des babylonischen Kalenders. Er bearbeitete Finsternisse und entdeckte z. B. die Sonnenfinsternis des Mursilis, fand die älteste Mondfinsternis von Ur auf. Er war stolz auf diese beiden Erfolge und mit Recht. Diese Ur-Finsternis ist ein wunderbarer Erfolg. Es würde zuviel Raum kosten, wenn ich Entdeckung und Folgen, die Aufklärung über die astronomischen und astrologischen Zustände um 2200 v. Chr. hier darstellen sollte. Wer sich um die Quellen der Astronomie und Astrologie bemüht, muß sich mit Schochs Ur-Finsternis beschäftigen. Sie ist sein monumentum aere perennius; mit ihr wird sein Name durch die Geschichte wandeln.

Von seinen anderen Studien hebe ich noch die Untersuchung über den Kreuzigungstag

<sup>1)</sup> Das Tafelwerk ist zu bekommen durch Schochs Schwester, Frau E. Lindner, Berlin-Steglitz, Kuhlighofstraße 5. — Andere Schriften sind in den Astron. Abhandlungen, Ergänzungshefte zu den Astron. Nachr.-Bd. 8, Nr. 2 (1930), herausgegeben von P. V. Neugebauer, gesammelt erschienen.

Christi hervor und sein Interesse an der Maya-Astronomie. Es ist tief zu beklagen, daß der harte Tod<sup>2)</sup> ihm den unermüdlichen Rechenstift aus der Hand nahm, als er sich für diese merkwürdige mexikanische Astronomie zu interessieren begann. Es sind dort Schätze zu heben für einen Kenner der Finsternisberechnungen.

<sup>2)</sup> Todestag ist der 19. November 1929.

Der harte Tod... und doch bewahrte er ihn vor weiteren Härten, welche ihm die böse Zeit vorbereitete. Sollte er doch das karge Einkommen erst zur Hälfte, dann wahrscheinlich ganz verlieren. Er hat es nicht mehr erfahren. Ein rascher Zusammenbruch erlöste ihn aus der Welt, welche ihre Propheten erst steinigt, um dann ihre Gräber zu verehren.

## Ueber die kinematographische Aufnahme der Mondfinsternis am 2. April 1931 auf der Treptow-Sternwarte.

Das vorhergehende Heft des „Weltall“ enthält auf Seite 101 eine kurze Mitteilung über die Kinematographie der letzten in Berlin so außerordentlich schön sichtbaren Mondfinsternis. Wie dort bereits erwähnt ist, sind die Aufnahmen im Zeitrafferverfahren gemacht worden, um das mehrere Stunden dauernde Naturschauspiel in wenigen Minuten wiedergeben zu können. Im nachstehenden seien noch einige nähere Angaben über das Aufnahmeverfahren gemacht.

Als Objektiv diente die zweizöllige Linse des Merz-Schulfernrohrs (Oeffnung 54 mm, Brennweite 650 mm). Dieses lieferte in der Brennebene ein für die Filmaufnahme auf Normalfilm geeignetes Bild des Mondes von 6 mm Durchmesser. Es konnte daher unter Weglassung jeder weiteren Optik gearbeitet werden. Aus einer Ernemann-E-Kamera wurde das Objektiv entfernt und die Kamera zusammen mit dem Merz-Fernrohr auf ein stabiles Brett montiert. Die auf diese Weise hergestellte Aufnahmeapparatur wurde an dem großen Fernrohr der Treptow-Sternwarte angebracht und mit diesem gemeinsam auf den Mond eingestellt. Dadurch, daß das große Fernrohr während der Aufnahmedauer dem Mond genau nachgeführt wurde, war es möglich, das Mondbild mit größter Genauigkeit immer auf der gleichen Stelle des Bildfeldes zu halten.

Um ein schönes, plastisches Mondbild zu erhalten, wurde ein feinkörniges und hartarbeitendes Aufnahmematerial verwandt. Der benutzte Zeiß-Ikon-Positivfilm erforderte mit der beschriebenen Apparatur und bei Abblendung des Objektivs auf 35 mm eine Belichtungszeit von  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{2}$  Sekunde.

Die günstigste Belichtungszeit sowie die Scharfeinstellung des Bildes wurden bei den

Probeaufnahmen ermittelt und die Schärfeneinstellung am Abend der Finsternis unter Verwendung eines Blaufilters durch Betrachten des Mondbildes auf eingelegtem Mattfilm geprüft.

Die Aufnahmen selbst gingen so vor sich, daß alle 10 Sekunden zwei Filmbilder belichtet wurden. Da zu Beginn der Finsternis der Mond noch tief am Horizont stand, so mußte die stärkere Absorption der Lichtstrahlen durch eine längere Belichtungszeit ausgeglichen werden. Gegen Schluß der Finsternis konnte auf  $\frac{1}{4}$ s Belichtungszeit herabgegangen werden. Diese Aenderung der Belichtungszeit wurde durch Verengung des das Filmfenster freigebenden offenen Sektors der Kamera vorgenommen, so daß während der ganzen Dauer der Finsternis die Kamerakurbel mit der gleichen Schnelligkeit gedreht werden konnte, und ein gleichmäßig belichteter Filmstreifen gewonnen wurde.

Die Aufnahmen sind vom Unterzeichneten gemeinsam mit Herrn Frank Albrecht vorbereitet und durchgeführt worden.

Wenn es auch noch nicht möglich ist, die volle Pracht der totalen Finsternis in ihren natürlichen Farben aufzunehmen, so hat doch die kinematographische Registrierung der verschiedenen Phasen der Finsternis einen wissenschaftlichen Wert, denn der Film gestattet es, das einmalige Naturereignis beliebig oft genau zu prüfen.

Da bereits im Jahre 1912 der Verlauf der in Berlin partiellen Sonnenfinsternis vom 17. April mit dem großen Fernrohr festgehalten worden ist, so stehen heute Filme der beiden auffallendsten Himmelserscheinungen zur Verfügung.

G. Archenhold.

# Der gestirnte Himmel im Juni 1931.

Von Dr. F. S. Archenhold und G. Archenhold.

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

Unsere Karte auf der ersten Umschlagseite gibt den Stand der Sterne für den 1. Juni 22<sup>h</sup> wieder und gilt auch für den 15. Juni um 21<sup>h</sup>. Eine große Anzahl von hellen Sternen ziert um diese Zeit den Abendhimmel: im Süden Arktur, Spika, Antares, im Osten Wega, Deneb, Atair, im Norden Kapella, im Westen Regulus, Kastor und Pollux. Hinzu treten noch die beiden Planeten Mars und Jupiter. Die schwächeren Sterne werden wegen der lange dauernden Dämmerung erst sehr spät sichtbar. Selbst um Mitternacht ist im Norden der Dämmerungsbogen deutlich erkennbar, da die Sonne bei uns nur 14° unter den Horizont herabsinkt. Die höchsten Atmosphärenschichten werden noch von den Sonnenstrahlen getroffen, deren Zerstreuung den matten Dämmerungsschein hervorruft, so daß das Auge die Sterne 6. Größe überhaupt nicht mehr sehen kann.

Die charakteristischen Sommerbilder Schwan, Leier und Adler sind am Osthimmel deutlich erkennbar. Mit ihnen steigt die Milchstraße höher am Himmel empor.

Im Süden rückt das Sternbild der Waage in den Meridian. Der Stern Alpha ist ein weiter Doppelstern, der sich bei geringer Vergrößerung, sogar schon in einem Feldstecher, leicht trennen läßt. Der Hauptstern 2,9. Größe hat in einem Abstand von 3'51" einen Begleiter 5,4 Größe. Da der Hauptstern zu den spektroskopischen Doppelsternen gehört, so ist das ganze System als ein dreifaches anzusehen. Auch der Stern Delta, der zu den Algolsternen gehört, ist ein spektroskopischer Doppelstern. Seine Veränderlichkeit ist seit dem Jahre 1859 bekannt. Er schwankt in einer Periode von 2½ Tagen zwischen der 5. und 6. Größe. Algol

selbst ist in diesem Monat nicht günstig zu beobachten.

## Die Planeten.

**Merkur** ist für das bloße Auge nicht sichtbar. Am 29. Juni steht er in oberer Konjunktion mit der Sonne.

**Venus** ist als Morgenstern kurze Zeit vor Sonnenaufgang zu sehen. Am 14. Juni zieht der abnehmende Mond an ihr vorüber.

**Mars** bewegt sich während des Monats im Sternbild des Löwen und ist am Abendhimmel zu Beginn des Monats 2¾ Stunden lang sichtbar. Bis zum Ende des Monats nimmt die Sichtbarkeitsdauer bis auf 50 Minuten ab. Zuletzt verschwindet Mars eine Stunde vor Mitternacht unter dem Horizont. Seine Helligkeit ist in dauernder Abnahme begriffen und wird allmählich geringer als die von Regulus, an dem Mars am 7. Juni knapp nördlich vorbeizieht.

**Jupiter** ist anfangs noch über eine Stunde am Abendhimmel zu sehen. Seine Sichtbarkeitsdauer nimmt jedoch schnell ab, und vom 20. an wird er unsichtbar. Wir lassen daher die Tabelle mit den Erscheinungen seiner Trabanten fort.

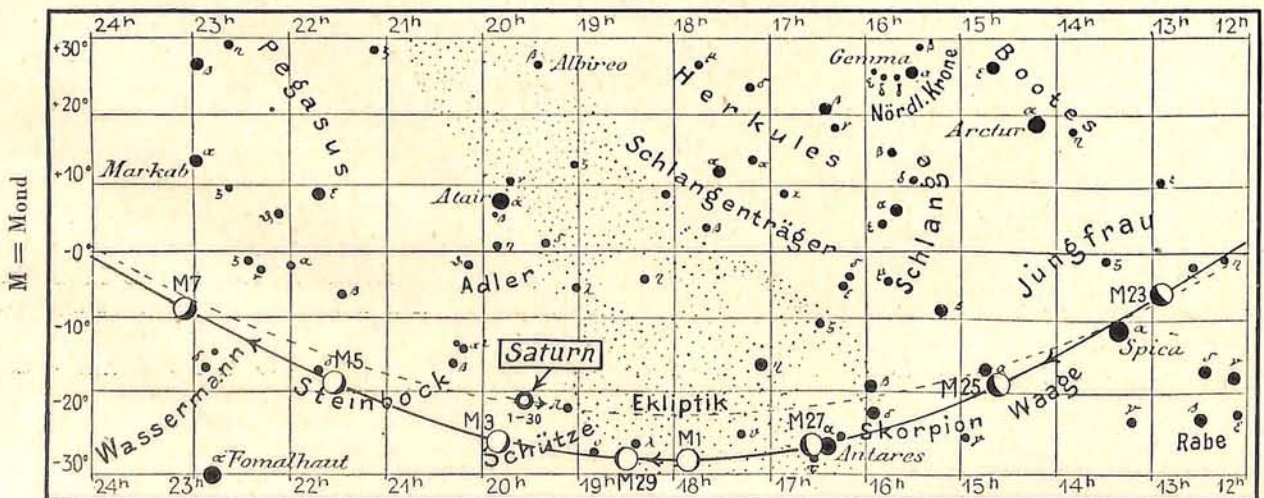
**Saturn** geht anfangs um 23<sup>h</sup>, zuletzt um 21<sup>h</sup> im Südosten auf und bleibt die kurze Nacht hindurch sichtbar. Sein hellster Mond, Titan, steht am 5. und 21. westlich, am 13. und 26. östlich im größten Abstand.

**Uranus**, in den Fischen, ist nach seiner Konjunktion mit der Sonne noch immer nicht günstig zu beobachten.

**Neptun**, der seit Mitte vorigen Monats rechtläufig ist, hat sich bis zum 15. Juni nach

Abb. 2a.

Lauf von Sonne, Mond und Planeten



Rekt. =  $10^h 21^m,8$  und Dekl. =  $+10^{\circ} 59'$  bewegt. Am 16. Juni ist er einen halben Grad südlich von Mars zu finden.

### Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne erreicht am 22. Juni den höchsten Punkt ihrer Bahn; die Nordhalbkugel der Erde hat den längsten Tag und die kürzeste Nacht. Der astronomische Sommer beginnt. Infolge des Umstandes, daß ein voller Umlauf der Erde um die Sonne  $365\frac{1}{4}$  Tage dauert, kann der Tag der Sommersonnenwende, ebenso wie bei den anderen wichtigen Jahreseinschnitten, nicht immer auf dasselbe Datum fallen. Durch die Schaltregeln wird jedoch der Spielraum möglichst eingengt. Im nächsten Jahr, einem Schaltjahr, wird das Datum des Sommeranfanges auf den 21. Juni zurückgehen. Durch die Schaltregeln wird für die nächsten Jahrtausende ein fast vollkommener Anschluß unseres Kalenders an den Sonnenlauf erreicht.

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

	Aufgang	Untergang
Juni 1.	3 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	20 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup>
„ 15.	3 42	20 30
„ 30.	3 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup>	20 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup>

Im Juni ist in Berlin folgende Bedeckung eines hellen Fixsterns durch den Mond zu beobachten:

Juni	Name	Gr.	Rekt. 1931		Dekl. 1931		Phase	Zeiten für Berlin M. E. Z.		Winkel	Mondalter	Hilfsgrößen	
			h	m	o	'		h	m			a	b
23.	319 B. Virginis	6,3	12	44,0	- 5	55	E	21	5,5	47	7,7	-0,9	-1,5

E = Eintritt.

### Bemerkenswerte Konstellationen.

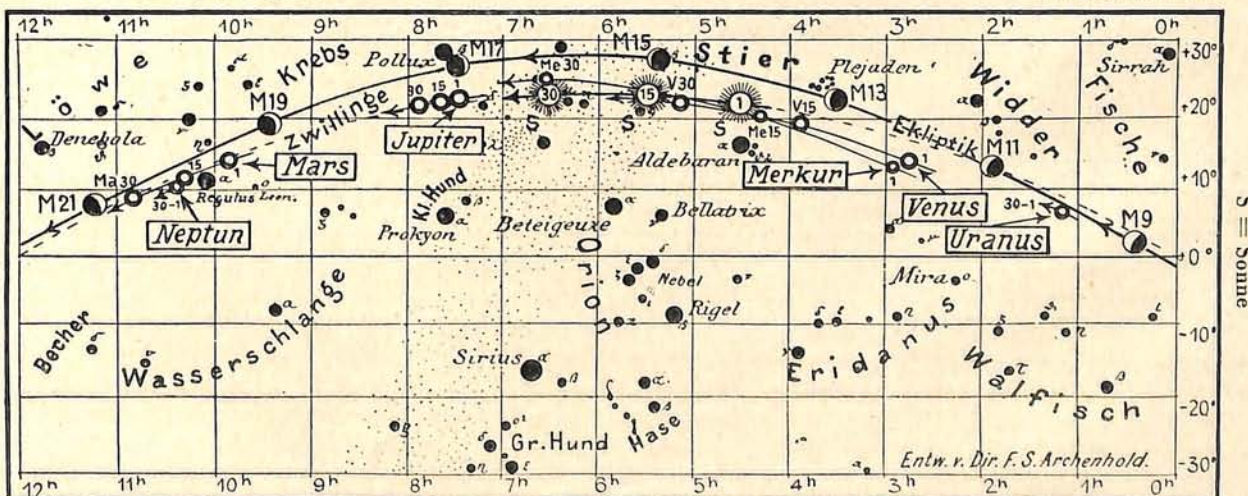
- Juni h
- 3. 20 Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
  - 11. 1 Uranus in Konjunktion mit dem Monde (Uranus  $1^{\circ} 21'$  südlich.)
  - 14. 9 Venus in Konjunktion mit dem Monde.
  - 14. 22 Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
  - 16. 11 Mars in Konjunktion mit Neptun (Mars  $28'$  nördl.).

- Juni h
- 18. 6 Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
  - 21. 2 Neptun in Konjunktion mit dem Monde.
  - 21. 6 Mars in Konjunktion mit dem Monde.
  - 22. 10 Sonne tritt in das Zeichen des Krebses; Sommersanfang.
  - 29. 20 Merkur in oberer Konjunktion mit der Sonne.

für den Monat Juni 1931.

Abb. 2b.

Nachdruck verboten.



Weitere wichtige Angaben finden sich in folgender Tabelle:

Datum	Rektasz.		Deklin.		Sternzeit		Zeitgleichg. wahre minus mittlere Zeit
	0 <sup>h</sup> Weltzeit	h m	0 <sup>h</sup> Weltzeit	o /	Berlin, Mittag	h m	
Juni 1.	4	31,5	+ 21	54	4	35,9	+ 2 29
„ 5.	4	47,9	22	25	4	51,7	1 51
„ 10.	5	8,5	22	55	5	11,4	+ 0 56
„ 15.	5	29,2	23	16	5	31,1	- 0 5
„ 20.	5	50,0	23	26	5	50,8	1 10
„ 25.	6	10,8	23	26	6	10,5	2 15
„ 30.	6	31,6	+ 23	15	6	30,2	- 3 17

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

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Vollmond:	Mai 31.	15 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>h</sup>
Letztes Viertel:	Juni 8.	7 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>
Neumond:	„ 16.	4
Erstes Viertel:	„ 23.	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Vollmond:	„ 30.	1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>h</sup>

Am 8. Juni steht der Mond in Erdferne, am 22. in Erdnähe. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt an diesen beiden Tagen  $29'37''$  und  $32'23''$ , die Horizontalparallaxe  $54'16''$  bzw.  $59'20''$ .

S = Sonne

Entw. v. Dir. F. S. Archenhold.

## AUS DEM LESERKREISE

### Wie ich ein Freund der Sterne wurde.

In den Jahren 1907 und 1908 befand ich mich bei der Schutztruppe in unserer früheren Kolonie Deutsch-Südwestafrika. In diesem Lande wölbt sich, abgesehen von einer kurzen Regenzeit, Tag um Tag und Nacht um Nacht ein klarer, wolkenloser Himmel über die Erde. Das Land liegt durchschnittlich 1000 bis 1500 m über dem Meeresspiegel, so daß die Durchsichtigkeit der Luft noch bedeutend gesteigert ist.

Ich gehörte einem Trupp an, der dauernd im Lande umherzog. Wir schliefen Nacht für Nacht unter freiem Himmel, heute auf dem Gipfel eines Berges, morgen unten in der Ebene. Oeffnete ich des Nachts die Augen, strahlten mir die Sterne des Südhimmels entgegen in einer Pracht und Fülle, wie man sie hier in unserer Heimat nicht schauen kann.

Ein Kamerad besaß irgendwoher eine Sternkarte. Diese nahm ich während der Nacht zu mir in die Schlafdecken. Ich beobachtete dann stundenlang das Aufsteigen der Sterne über dem östlichen Horizont und drehte die Sternkarte fortlaufend danach. So hatte ich mir nach entsprechender Zeit Aussehen und Stellung der Tierkreissternbilder, der Sternbilder des ganzen südlichen Himmels und der vom Wendekreis des Steinbocks aus sichtbaren Sternbilder des nördlichen Himmels eingepägt. Auch kannte ich ihre und aller helleren Sterne Namen.

Infolge der Klarheit und Durchsichtigkeit der Luft werden die Sterne sofort beim Auftauchen am östlichen Horizont sichtbar. Ebenso verschwinden sie dem Auge erst im Moment des Hinabtauchens unter den westlichen Horizont.

Besonders von der Spitze eines Berges aus bot die prächtige Himmelskuppe in ihrer Stille und Erhabenheit und mit der Fülle der bis rings zum Horizont hinab funkelnden Sterne einen unvergleichlich schönen und überwältigenden Anblick. Das Sternengewimmel schien so fern und doch wiederum so greifbar nahe. Das schimmernde Band des über den Südhimmel verlaufenden Teiles der Milchstraße ist mir noch in lebhafter Erinnerung. Einmal sah ich den Großen Bären, auf dem Rücken liegend, unmittelbar am nördlichen Horizont auftauchen und bald danach wieder untergehen. Er schien mir ein leuchtender Gruß aus der fernen Heimat zu sein.

Eines Nachts ritt ich auf einsamem Pfad in nördlicher Richtung. Der nördlich vom Zenit stehende Vollmond goß sein silbernes Licht über die mit Dorn- und Laubbüschen bestandene, leicht hügelige Landschaft. Plötzlich hörte ich hinter mir, aus der Höhe kommend, ein erst fernes leises Zischen, das aber schnell näher kam und sich zu großer Heftigkeit steigerte. Gleichzeitig nahm die Luft eine bläulich-grüne Färbung an, die sich mit dem Näherkommen des Zischens ebenfalls intensiv steigerte, und zwar so stark, daß das Licht des Vollmondes völlig in den Hintergrund trat. Infolge des heftigen Zischens duckte ich mich unwillkürlich, wendete dabei den Kopf über die linke Schulter und sah nun eine bläulich-grüne Feuerkugel von starkem Glanze in ziemlich schnellem Fluge scheinbar fast senkrecht auf die Erde herabfallen. Die Färbung der Luft hielt noch etwa 2 Sekunden an. Dann trat das Mondlicht wieder in seine Rechte.

Soweit ich es heute noch in Erinnerung habe, sah ich die Feuerkugel in einer Größe von etwa der Hälfte des scheinbaren Monddurchmessers. Ihr Fallort mag etwa 400 m von mir entfernt gewesen sein. Die Dauer des von mir wahrgenommenen Zischens betrug etwa 3—4 Sekunden.

Auf der Rückfahrt zur Heimat war es mir nun eine besondere Freude zu beobachten, wie im Laufe der Fahrt die nördlichen Sternbilder höher und höher über den Horizont emporstiegen, während die südlichen Sternbilder dem Horizont immer näher rückten und schließlich unter ihm versanken. Ich nahm Abschied vom Schiff Argo, vom Zentauren, vom südlichen Milchstraßenband und von dem vielgenannten Kreuz des Südens, das sich allerdings mit dem herrlichsten aller Sternbilder, dem Orion, an Schönheit nicht messen kann.

Schon oft habe ich die Pracht dieses südlichen Sternhimmels wieder zu schauen ersehnt, von dem mir einmal das Berliner Planetarium einen schwachen, wenn auch gelungenen Ersatz bot. Aber es war für mich der Anstoß, daß ich mir nach Rückkehr in die Heimat astronomische Bücher kaufte, um mich eingehender mit der Sternenwelt zu beschäftigen und einen, wenn auch nur kleinen Teil dessen in mich aufzunehmen, was berufene Vertreter der Astronomie ihren Mitmenschen aus den Tiefen des Weltalls zugänglich gemacht haben.

Wilhelm Möbius, Mitglied des V. F. T.

## KLEINE MITTEILUNGEN

**Beobachtungen des Schülen-Wilsonschen Phänomens 1925—1930.** Der deutsche Pastor Schülen stellte als erster im Jahre 1771 auf Grund seiner jahrelangen Beobachtungen die Behauptung auf, daß die Sonnenflecken trichterförmige Vertiefungen in der Oberfläche unseres Zentralgestirnes seien, eine Annahme, die den damals verbreiteten Anschauungen von Grund auf zuwiderlief. Er gründete seine Ansicht auf die Beobachtung, daß bei den am Sonnenrande stehenden Flecken die der Mitte

der Sonnenscheibe zugekehrte Seite des Halbschattengebietes zumeist schmaler erscheint als die gegenüberliegende Seite. Häufig rückt der Kern ganz an den inneren Rand des Halbschattens oder verschwindet sogar vollständig. Die gleiche Entdeckung veröffentlichte drei Jahre später der schottische Astronom Wilson, nach dem diese Erscheinung häufig allein benannt wird. Spätere systematische Beobachtungen ergaben, daß dieses Schülen-Wilsonsche Phänomen zwar durchaus die Regel,

daß aber doch gelegentlich ein entgegengesetztes Verhalten zu beobachten ist. Es interessierte mich daher, meine Sonnenbeobachtungen daraufhin zu prüfen, wie oft das genannte Phänomen im Verhältnis zum Gegenphänomen vorkomme.

Ich beschränke mich hier auf meine Beobachtungen der letzten sechs Jahre und gebe zunächst in Tabelle 1 einen allgemeinen Ueberblick über das verwendete Material.

Tabelle 1.

Jahr	Zahl der Tage mit Sonnenbeobachtungen	Zahl der beobachteten Sonnenflecken Gruppen	Zahl der von diesen erhaltenen Zeichnungen
1925	65	48	251
1926	109	85	454
1927	92	116	592
1928	72	135	352
1929	94	153	370
1930	148	116	382
1925—1930	580	653	2401

Die folgende Tabelle 2 möge nun Auskunft geben über die Häufigkeit des Schülen-Wilsonschen Phänomens. Es sei dazu bemerkt, daß hier nur Fälle verzeichnet sind, welche dasselbe eindeutig zeigten und keinerlei Zweifel aufkommen ließen. Es handelt sich hier also in der Hauptsache um regulär gebaute Gruppen, da die anderen, besonders die großen unregelmäßigen Gruppen der Maximaljahre, meist keine unbedingt zuverlässige Entscheidung zuließen. Tabelle 2 wie auch die folgenden Zusammenstellungen geben zunächst die Zahl der Gruppen an, an denen das Schülen-Wilsonsche Phänomen überhaupt gesehen wurde, dann folgen die Zahlen der Gruppen, die das Phänomen bei ihrem Eintritt in die Sonnenscheibe und bei ihrem Austritt aus derselben zeigten und schließlich derjenigen, welche es sowohl beim Ein- wie auch beim Austritt zweifelsfrei erkennen ließen.

Tabelle 2.

Das Schülen-Wilsonsche Phänomen wurde beobachtet an Gruppen:

Jahre	überhaupt	beim Eintritt	beim Austritt	beim Eintritt u. Austritt
1925	13	11	2	—
1926	24	15	10	1
1927	20	15	8	3
1928	25	17	10	2
1929	22	15	8	1
1930	23	14	12	3
1925—1930	127	87	50	10

Merkwürdig ist, daß das Schülen-Wilsonsche Phänomen wesentlich öfter beim Eintritt in die Sonnenscheibe als beim Austritt festgestellt wurde; doch dürfte dies lediglich auf einer Unvollständigkeit meines Beobachtungsmaterials beruhen.

Der Regel von Schülen und Wilson rein entgegengesetztes Verhalten sei im folgenden kurz als „Anti-Phänomen“ bezeichnet, über dessen Häufigkeit Tabelle 3 Auskunft gibt.

Tabelle 3.

Das Anti-Phänomen wurde beobachtet an Gruppen:

Jahr	überhaupt	beim Eintritt	beim Austritt	beim Eintritt u. Austritt
1925	3	—	3	—
1926	2	1	2	1
1927	4	2	2	—
1928	3	1	2	—
1929	6	6	—	—
1930	2	2	—	—
1925—1930	20	12	9	1

Es zeigt sich, daß das Schülen-Wilsonsche Phänomen gegenüber dem Anti-Phänomen stark überwiegt. Die Verhältnisse sind aus Tabelle 4 ersichtlich.

Tabelle 4.

Absolute und relative Häufigkeit des Schülen-Wilsonschen Phänomens im Vergleich zur Häufigkeit d. Anti-Phänomens:

Jahr	überhaupt	beim Eintritt	beim Austritt	beim Eintritt u. Austritt
1925—1930	127 : 20 (6,4 : 1,0)	87 : 12 (7,3 : 1,0)	50 : 9 (5,6 : 1,0)	10 : 1 (10 : 1)

Der Fall, daß eine Fleckengruppe bei ihrem Eintritt in die Sonnenscheibe zweifelsfrei das entgegengesetzte Verhalten zeigte als bei ihrem Austritt aus derselben, wurde von mir während des hier betrachteten Zeitraumes nicht wahrgenommen. Dagegen kam einmal (1930) der Fall zur Beobachtung, daß die beiden Hälften einer bipolaren Gruppe sich verschieden verhielten.

Dr. W. S a n d n e r.

**Interessantes über den Wasserdruck in großen Meerestiefen.** Bei der Bergung und Hebung von Schiffen, von der hier und da in der Presse die Rede war, ist die Tiefe, in der die versenkten Schiffe liegen, von größter Bedeutung, gibt sie doch den Ausschlag, ob eine Hebung überhaupt möglich ist oder nicht. Dabei spielen weniger hebeteknische Schwierigkeiten eine Rolle als vielmehr der Wasserdruck, der in dieser Tiefe herrscht.

Je größer nämlich die Tiefe, desto größer der Wasserdruck. Dies erklärt sich daraus, daß die über der untersten Wasserschicht lastende Wassersäule auf diese einen Druck ausübt, der dem Gewicht der Wassersäule entspricht. Da 1 ccm Wasser 1 g wiegt, würde die kleine Wassersäule von 1 cm Höhe auf 1 qcm den Druck eines Grammes ausmachen. Bei 1000 cm oder 10 m Wassertiefe würde der Druck auf 1 qcm bereits 1 kg betragen. Bei dieser Tiefe wäre es für einen Taucher bereits unangenehm zu arbeiten, da jeder Quadratcentimeter seiner Körperoberfläche den doppelten Druck auszuhalten hätte wie an der Wasseroberfläche, wo er nur den Atmosphärendruck auf sich lasten hat, der ebenfalls ein Kilogramm auf den Quadratcentimeter ausmacht.

Hat der Taucher in größerer Tiefe zu arbeiten, so umgibt man ihn zweckmäßig mit einem größeren Kasten aus Eisen oder Stahl, der sogenannten Taucherglocke, die durch die eingeschlossene Luft das Wasser verdrängt und dem Taucher das Arbeiten erleichtert, da er nun nicht bei jeder Bewegung das ihn sonst umgebende Wasser wegschieben muß. Allerdings ist dadurch der Druck noch nicht aufgehoben. Dies würde erst geschehen, wenn man auch den bisher offenen Boden der Taucherglocke schließt, so daß der Wasserdruck von dieser selbst aufgenommen wird. Wäre eine solche Glocke mit wasserdicht eingesetzten starken Glasscheiben versehen, so könnte der Taucher mit ihr in beträchtliche Tiefen gelassen werden. Allerdings würde er dann durch die Fenster mit Hilfe eines elektrischen Scheinwerfers nur beobachten, aber selbst keine Arbeiten an einem in dieser Tiefe liegenden Wrack verrichten können. Denn würde er sich aus seiner Glocke herausbegeben, so würde ihn der Wasserdruck zerdrücken. Deshalb bersten auch in größere Tiefen sinkende Schiffe auseinander, wenn das Wasser nicht in alle

Hohlräume desselben eindringen oder wenn das Material den gewaltigen Druck nicht aushalten kann.

Das Umgekehrte findet man bei den Tiefseefischen, die, wenn man sie durch besondere Fangvorrichtungen an die Oberfläche holt, meist zerplatzt sind. Deren Körper ist von Natur so gebaut, daß er durch die Spannung der Rippen und den Ueberdruck der Schwimmblase dem äußeren Wasserdruck das Gleichgewicht hält. Holt man nun diese Fische an die Oberfläche, wo der äußere Wasserdruck verschwindet, so ist es erklärlich, daß die Tiere infolge des inneren Ueberdruckes zersprengt werden. Eine ähnliche Erscheinung ist auch das Nasen-, Ohren- und Mundbluten bei Luftschiffern in größeren Höhen, wo der Atmosphärendruck ebenfalls viel geringer ist als am Boden.

Da die größte Meerestiefe im Stillen Ozean, die kürzlich vom Kreuzer Emden auf dem Wege von Celebes nach Nagasaki gemessen wurde, 10 430 m beträgt, so würde nach unserer Rechnung in dieser Tiefe ein Druck von 1043 kg auf den Quadratcentimeter herrschen. Ein hölzernes Schiff, das an dieser Stelle untergeht, würde den Meeresboden nicht erreichen, da bereits vorher der Wasserdruck die völlige Zerstörung des Holzes herbeigeführt hat und dieses selbst, da es leichter als Wasser ist, in einzelnen Splintern an die Oberfläche zurückkehrt. Nur die Eisenteile würden dem Meeresboden Kunde von dem Untergange bringen.

Ing. Hermann Röder.

**Albert A. Michelson** †. Beim redaktionellen Abschluß des Heftes trifft die Nachricht ein, daß der große Physiker Michelson im 79. Lebensjahr die Augen für immer geschlossen hat. Michelson war sowohl ein geschickter Experimentator als ein hervorragender Theoretiker. Durch Benutzung der Interferenzerscheinungen der Lichtwellen gelangen ihm viele feine Untersuchungen. So wies er in einem durch seine Bedeutung für die Einsteinsche Relativitätstheorie berühmt gewordenen Versuch nach, daß die Bewegung der Erde keinen Einfluß auf die Geschwindigkeit des Lichtes ausübt. Die Lichtgeschwindigkeit selbst wurde von ihm mit größter Genauigkeit zu 299 796 km in der Sekunde bestimmt. Die astronomische Beobachtungskunst erweiterte er durch sein Interferometer, mit dessen Hilfe es zum erstenmal möglich war, den Durchmesser von Fixsternen zu bestimmen.

Michelson wurde am 19. Dezember 1852 in Strelno, Posen, geboren. Wenige Jahre später wanderten seine Eltern nach Amerika aus. Nachdem Michelson dort seine Laufbahn als Lehrer an der Marineakademie Annapolis begonnen hatte, wurde er nach einem zweijährigen Studienaufenthalt in Deutschland und Frankreich Professor für Physik in Cleveland und später in Chicago. Im Jahre 1907 wurde er mit dem Nobelpreis ausgezeichnet. G. A.

**Auflösung des Silbenrätsels aus Heft 4/5.** Die Anfangs- und Endbuchstaben ergeben: „Die Sonne bringt es an den Tag!“ Die Wörter bedeuten: 1. Diesterweg, 2. Instrument, 3. Encke, 4. Sirius, 5. Omega, 6. Neptun, 7. Neumond, 8. Erde, 9. Bunsen, 10. Registrierapparat, 11. Istria, 12. Neigung.

**BÜCHERSCHAU\***

**Przybyllok, Prof. Erich: Unser Kalender in Vergangenheit und Zukunft.** („Morgenland“, Darstellungen aus Geschichte und Kultur des Ostens, Heft 22.) 94 S. Verlag J. C. Hinrichs, Leipzig 1930. Pr. geh. 3 M.

Die interessante Schrift ist hervorgegangen aus Vorlesungen und Vorträgen über Chronologie. Sie stellt sich zur Aufgabe, einem weiteren Leserkreise die Entwicklung unseres Kalenders vorzuführen. Dem Inhalt nach gliedert sie sich in 15 Kapitel und einen Anhang, der ein n immerwährenden Kalender und die Osterdaten von 1800 bis 1960 wiedergibt. Es ist ja bekannt, daß der Völkerbund eine Kalenderreform einführen will. Wie die Dinge aber liegen, ist eine definitive Lösung, weder die Festlegung des Osterfestes noch eine Umbildung unseres Kalenders, in naher Zukunft wohl nicht zu erwarten. Beachtenswert ist, daß für den Kalender der orthodoxen orientalischen Kirchen der Ostervollmond auf Grund astronomischer Berechnungen und nicht wie bei uns durch Epakten bestimmt wird. Das Osterdatum wird dort nach der Zeit der heiligen Stadt Jerusalem festgesetzt. In dem Werke finden wir schöne Abhandlungen über den griechischen, jüdischen, ägyptischen und römischen Kalender und über den christlichen Festkalender. Dr. Wegner.

**Rademacher, Prof. Hans, und Toeplitz, Prof. Otto: Von Zahlen und Figuren.** Proben mathematischen Denkens für Liebhaber der Mathematik. 164 S. mit 129 Fig. Verlag Julius Springer, Berlin 1930. Pr. geb. 9,60 M.

Die Allgemeinheit steht der Mathematik fremd gegenüber und hält sie für unverständlich und uninteressant. Die Absicht der Verfasser ist, diese Abneigung zu beseitigen. Sie bauen kein Lehrgebäude auf, sondern verstehen es, Einzelfragen, deren Entstehung

organisch entwickelt wird, geschickt zu lösen. Dabei wird der Leser sofort von der Bedeutung des mathematischen Problems erfaßt und ist bereit, den gedanklichen Entwicklungen zu folgen. Er wird auf vieles aufmerksam gemacht, was er auf der Schule nicht erkennen konnte, und so wird ihm das Durchstudieren des Buches ein Gewinn sein.

**Handbuch der Philosophie**, hsg. v. A. Bacumler und M. Schröter. (26. bis 31. Lieferung.) Verlag R. Oldenbourg, München 1929 bis 1931.

Von dem in Lieferungen erscheinenden Werk liegen wieder einige Hefte vor.

Prof. Dr. Julius Stenzel behandelt die „Metaphysik des Altertums“ von der vortheoretischen und vorsokratischen Metaphysik über die Neubegründung der Metaphysik in der attischen Philosophie bei Sokrates, Plato und Aristoteles bis zu den Ausklängen des Altertums bei Plotin. Der Verfasser betrachtet die Seinslehre der griechischen Philosophen bewußt unter den gegebenen historischen Voraussetzungen.

Dr. Alois Dempf stellt die „Metaphysik des Mittelalters“ dar. Er beginnt mit Augustinus und führt die Darstellung über Johannes Eriugena, Anselm, Thomas v. Aquin bis zu Meister Eckhart und der Metaphysik des 14. Jahrhunderts.

Prof. Dr. Ernst Kriek gibt einen Aufriß eines Systems der Erziehungswissenschaft, wobei von der Grundfrage ausgegangen wird, welchen Anteil an der Gestaltung des Lebens die bewußte Formung hat. Erziehung und Bildung werden in diesem System in ein organisches Verhältnis gebracht und in ihrem Zusammenhang mit Geschichte, Kultur und Gesellschaft dargestellt. Dr. Z.

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

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

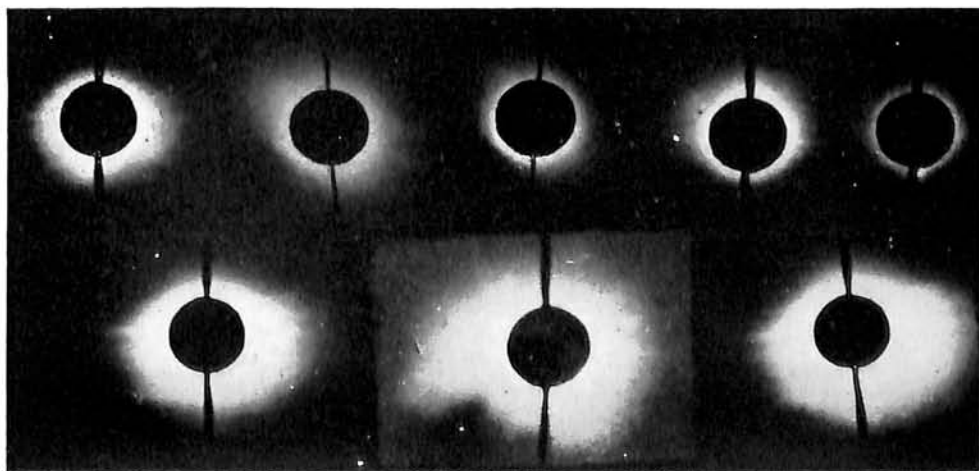
Zum Aufsatz von Fr. Buser: „Altes und Neues über Zodiakallichtforschung“



West-Zodiakallicht,  
photographiert von Fr. Buser am 11. Januar 1928 18<sup>h</sup> 48<sup>m</sup> — 19<sup>h</sup> 8<sup>m</sup>.

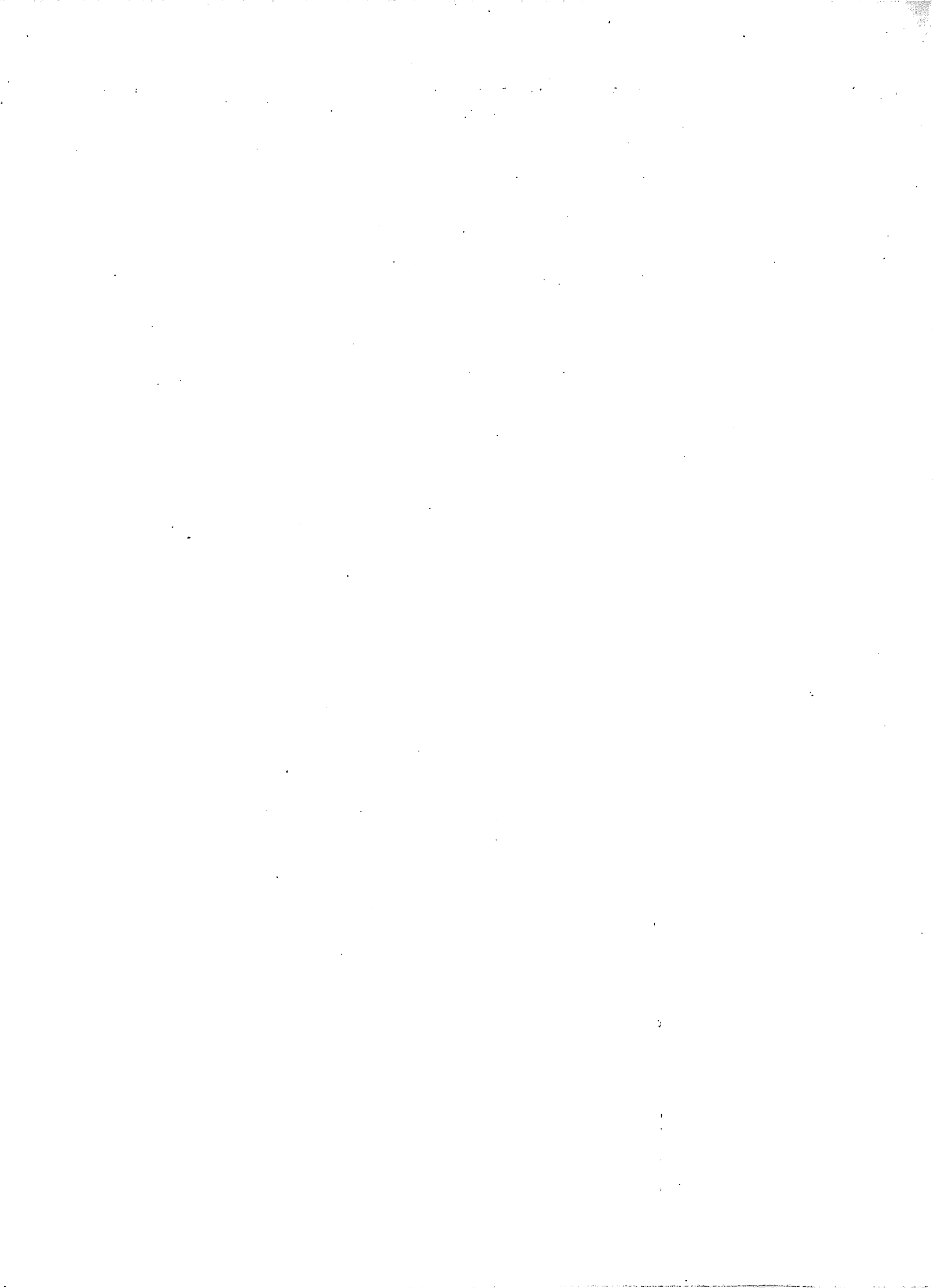
---

Zum Aufsatz von Gustav Blunck: „Zur Photographie der Sonnenkorona“.



Aufnahmen der mittleren und äußeren Sonnenkorona außerhalb von Finsternissen nach einem Spezialverfahren von G. Blunck.





# DAS WELTALL

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

30. Jahrgang Heft 9

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

Juni 1931

## Inhaltsverzeichnis:

1. Wie Pluto gefunden wurde. Von Studienrat R. Sommer. (Mit einer Abbildung.) . . . Seite 121	5. Zur Photographie der Sonnenkorona. Von Gustav Blunck. (Mit 8 Abbildungen auf der Beilage.) . . . . . Seite 130
2. Altes und Neues über Zodiakallichtforschung. Von Fr. Buser. (Mit einer Abbildung auf der Beilage und einer Zeichnung.) . . . . „ 125	6. Der gestirnte Himmel im Juli 1931. Von Dr. F. S. Archenhold und G. Archenhold. (Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.) . . . . . „ 132
3. Marksteine auf dem Wege des Eindringens in das Weltall. Von Prof. Dr. Fr. Dannemann. IX. Bessels Messung der Entfernung eines Fixsterns. . . . . „ 128	7. Aus dem Leserkreise: Meteorbeobachtungen „ 134
4. Sonnenflecken und Funkempfang. Von W.M.H. Schulze. (Mit zwei Abbildungen.) . . . . „ 129	8. Kleine Mitteilungen. . . . . „ 135
	9. Bücherschau. . . . . „ 136

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

## Wie Pluto gefunden wurde.

Von Studienrat R. Sommer.

(Mit einer Abbildung.)

Als 1759 Clairaut die von ihm durchgeführte Berechnung der ersten vorausgesagten Wiederkehr des Halleyschen Kometen mit den Beobachtungen verglich und systematische Abweichungen fand, äußerte er die Vermutung, daß jenseits des Saturn noch ein fremder Planet kreise. Seitdem es dann 1781 Wilhelm Herschel als erstem Sterblichen gelungen war, gewissermaßen durch einen Glücksfall, zu den seit dem Altertum bekannten Planeten einen neuen Wandelstern, den Uranus, zufügen zu können, und die Bahnbewegung dieses Gestirns sich durch mathematische Formeln nicht streng meistern ließ, setzte sich der Gedanke durch, daß jenseits des Uranus noch ein weiterer Störfried vorhanden sein müsse. Den fand Galle auf der alten Berliner Sternwarte am Enckeplatz am 23. September 1846 als Stern 8. Größe nahe der von Leverrier bezeichneten Stelle ohne besondere Mühe wirklich auf. Dieser sonnenferne Geselle, der so schwer wie 19 Erdkugeln ist, wandert in dem dreißigfachen Abstand Erde—Sonne und braucht 165 Jahre zu einem vollen Umlauf. Seit seiner Entdeckung hat er erst wenig mehr als die Hälfte seines Weges zurückgelegt. Sein Berechner Leverrier hat umfangreiche Tabellen geschaffen, um mit verhältnismäßig geringer Mühe den Ort des Neptun in seiner Bahn für jeden Tag angeben zu können. Zu Lebzeiten Leverriers lief der Planet zur vollen Zufriedenheit, dann aber begann er sich erst wenig, schließlich immer mehr von dem vorgeschriebenen Ort zu entfernen. Was war der Grund dieser Erscheinung? Man konnte nicht bloß einen dafür nennen; man kannte die „mittleren“ Bahnelemente noch nicht ausreichend

genau; in den Positionen der Vergleichssterne, an die man Neptun anschloß, steckten systematische Katalogfehler und täuschten Abweichungen vor, die gar nicht vorhanden waren. Nach Leverriers Tode unterzog sich Newcomb der Mühe, neue Tafeln für Neptun zu berechnen. Um die Jahrhundertwende arbeiteten sie einwandfrei; seit mehr als einem Jahrzehnt aber teilen sie das Schicksal von Leverriers Werk. Die Beobachtungen enthüllten neue Abweichungen, die immer merklicher wurden, obwohl sie, absolut genommen, nur winzig genannt werden dürfen. Da auch Uranus sich ähnlich verhielt, schien die einfachste Erklärung darin zu bestehen, noch einen anderen Planeten jenseits des Neptun dafür verantwortlich zu machen. Mancherlei Berechnungen wurden angestellt, die sich fast ausschließlich auf Uranuspositionen stützten: Todd, See, Lau und Gaillot versuchten seit Jahrzehnten, den Ort des unbekanntem Wandlers zu finden. Fast durchweg ergaben sich riesige Entfernungen von der Sonne mit vielhundertjährigen Umlaufzeiten und Massen, welche die der Erde bei weitem übertrafen. Die mathematische Lösung des Problems ist nicht eindeutig; sie liefert immer zwei mögliche Orte, die am Himmel fast diametral gegenüberliegen. Gelegentliche Nachforschungen an den berechneten Stellen wurden von verschiedenen Sternwarten unternommen, blieben aber ohne jeden Erfolg. Seit Anfang 1906 beteiligte sich auch die Flagstaff-Sternwarte an der Nachsuche. Hätte der Planet „X“ auch nur einigermaßen die Helligkeit von Planetoiden gehabt, so müßte man ihn gefunden haben. Wenn er überhaupt existierte, konnte er nur ein lichtschwaches Objekt sein,

wie es Millionen am Himmel gibt. Ein solches aber auf einer, ein großes Feld bedeckenden Platte herauszufinden, ist sehr schwierig. Lowell erkannte, daß alle aufgewendete Mühe solange erfolglos bleiben würde, bis es gelingen würde, das Gebiet, innerhalb dessen der Planet X stehen mußte, enger zu umgrenzen. Er machte sich selbst ans Werk, um mit den Hilfsmitteln des wissenschaftlichen Rechnens aus den winzigen Abweichungen des Uranus von seiner Bahn, die selber nicht so genau bekannt waren, wie er wünschen mußte, den Ort des Transneptun zu finden. Lowell hat bei dieser, 1915 veröffentlichten Untersuchung eine überaus glückliche Hand besessen. Wir kennen heute die wahren Elemente des Pluto und müssen staunen, wie nahe Lowell im Gegensatz zu den oben genannten Forschern den wirklichen Werten gekommen ist. Der mittlere Abstand von der Sonne sollte 43 astronomische Einheiten betragen; Pluto stand bei der Entdeckung in 41,5! Die Exzentrizität sollte 0,20 sein; sie ist 0,25. In Sonnennähe sollte er 1991 kommen; sie findet 1990 statt. Die Länge in seiner Bahn stimmte bis auf 6 Grad. Lowells Lösung zeigte aber auch gewisse Schwächen. Er hatte die Neigung der Bahn nur beiläufig geschätzt und 10 Grad angegeben, während sie 17 Grad erreicht. Er fand ferner für die Masse den 6,7 fachen Erdwert, hielt den Planeten dementsprechend für größer als unsere Erde und schätzte daher seine Helligkeit um etwa 2 bis 3 Größenklassen zu groß. Das wirkte sich verhängnisvoll aus; denn die Nachforschungen in Flagstaff wurden hinsichtlich der Belichtungszeiten darauf eingestellt. Sie konnten Pluto gar nicht zeigen, selbst wenn man die richtige Stelle des Himmels aufs Korn genommen hätte. Nur gelegentlich dehnte man die Belichtungszeit weiter aus und nahm Sterne schwächer als 13. Größe auf. Allein auch diese Platten wurden ohne Ergebnis durchsucht. In diesem Zusammenhang sei noch einmal daran erinnert, daß man Nachforschungen in zwei entgegengesetzten Gegenden anstellen mußte.

Lowell war jedoch nicht der einzige, der dem wirklichen Plutoort nahe kam. W. H. Pickering hat zuerst 1909, dann 1919 und erneut 1928 ebenfalls Bahnelemente des Transneptun veröffentlicht, die ernstliche Beachtung verdienen. Er wählte nicht den zeitraubenden Weg der rein rechnerischen Behandlung des Problems, denn er meinte, es lohne sich nicht, das schwere Rüstzeug der Methode der kleinsten Quadratsummen auf die ungenauen Reste anzuwenden. Er wählte einen halb-graphischen Ausgleich. Seine Ergebnisse sind teils schlechter, teils besser als Lowells. Die erste und die letzte Bestimmung lagen in Länge 27 Grad vor dem wahren Ort Plutos, die Rechnung von 1919 dagegen führte auf fast dieselbe Gegend wie bei Lowell (6 Grad in Länge hinter Pluto). Die Abweichungen in Länge sind größer als bei

Lowell, dafür hatte aber Pickering hinsichtlich der beiden möglichen Orte eine Entscheidung zu Gunsten des einen — richtigen — treffen können; die Knotenlage stimmte recht gut; die Masse hatte er viel kleiner und darum besser geschätzt. Im Dezember 1919 photographierte Humason auf Mt. Wilson mit dem 10zölligen Cooke-Triplet die von Pickering bezeichnete Gegend. Die Platten zeigten zahlreiche Sterne bis zur 17. Größe hinunter. Da nach Pickerings Elementen von 1919 der Transneptun nahe dem Knoten seiner Bahn sein sollte, beschränkte man das genaue Absuchen auf einen Streifen von 3 Grad Breite längs der Ekliptik. Tatsächlich stand Pluto 4 Grad südlich der Ekliptik und war auf den Platten enthalten!

Lowell war 1917 gestorben. In seinem Testament hatte er bestimmt, daß die von ihm als privates Institut errichtete Flagstaff-Sternwarte als Forschungsstätte für die Planeten erhalten bleiben sollte. Auf seinen Wunsch hin behielt man auch die Suche nach dem Planeten X auf dem Programm. Man war aber zu der Meinung gekommen, daß die Nachforschung in bis dahin geübter Weise fruchtlos bleiben würde, solange man nicht ein lichtstärkeres Instrument verwendete. Der 42zöllige Spiegel und der 24zöllige Refraktor der Flagstaff-Sternwarte kamen ihres überaus geringen Gesichtsfeldes wegen natürlich nicht in Frage. Da stiftete 1928 Dr. Lawrence Lowell, der Bruder des verstorbenen Astronomen, eine neue 13zöllige photographische Kamera mit einem dreiteiligen Objektiv vom Cooketyp, das von R. Lundin in den vormals Clarkschen Werkstätten geschliffen wurde. Bei einer Brennweite von 160 cm zeichnet es Platten von der Größe 35×43 cm scharf aus. Es ist mit einem starken, ausgezeichnet laufenden Uhrwerk versehen, besitzt ein großes Schneckenrad und eine kräftige, auf zwei Pfeilern gelagerte Achse. Die Aufstellung ist so, daß eine Platte ohne Unterbrechung die ganze Nacht belichtet werden kann. Am Okular des Führungsfernrohrs sind in bequemer Reichweite die Schalter für die Antriebsmotoren und den Kuppelspalt angebracht. Mit diesem Instrument sollten die Gegenden des Himmels systematisch photographiert werden, in denen man den Transneptun vermuten durfte. Im April 1929 wurden die ersten Arbeiten aufgenommen.

Um die damalige Zeit lief bei dem jetzigen Direktor der Flagstaff-Sternwarte, V. M. Slipher, ein Brief eines jungen Landwirts Clyde Tombaugh ein, der sich die hoffnungslos erscheinende Anfrage erlaubte, ob für ihn auf der Sternwarte eine astronomische Beschäftigung irgendwelcher Art bestände. Was ihm an exakten Kenntnissen abginge, wolle er durch vermehrten Eifer ausgleichen. Von je hatte er ein reges Interesse für die Sternenwunder gehabt, das aber aus Mangel an Anleitung platonisch bleiben mußte, bis ihm eines Tages eine Num-

mer der Zeitschrift Scientific American in die Hände kam, die spezielle Angaben über die Herstellung von Spiegelrohren enthielt. Sogleich machte Tombaugh einen Versuch; mehrere Spiegel von fortschreitender Güte belohnten seine Mühe. Nun konnte er am Himmel „spazieren sehen“. Dabei kam ihm der Wunsch, für die Wissenschaft brauchbare Beobachtungen zu erzielen, ein Wunsch, der natürlich auf einer Sternwarte am ehesten erfüllt werden konnte. Vor einem Jahrhundert noch war es möglich, daß nicht fachlich regelmäßig Vorgebildete vollgültige Astronomen werden konnten. Man denke etwa an den Kaufmann Bessel, den Uhrmacher Hansen oder den Schreiblehrer Mädler. Heutzutage ist es selbst im Land der unbegrenzten Möglichkeiten schwer, im Fachbetrieb, bei der „Arbeit am laufenden Band“ Beschäftigung zu finden. Zu Tombaugh's großer Freude sagte Slipher zu und nahm den jungen Mann im Januar 1929 in Flagstaff auf. Im Sommer des gleichen Jahres übertrug er ihm die Arbeit an der neuen Kamera. Ein halbes Jahr war Tombaugh schon in dieser Tätigkeit begriffen, als er am 18. Februar 1930 beim Vergleich zweier Platten, die er am 23. und am 29. Januar aufgenommen hatte, im Blinkkomparator ein winziges Objekt 15. Größe sichtete, das seinen Ort zwischen den beiden Expositionszeiten gerade um soviel geändert hatte, wie man von einem Transneptun in Opposition erwartete. Eine Aufnahme vom 21. Januar zeigte das Pünktchen ebenfalls. Bei dieser Feststellung, sagt Tombaugh, sei ihm das Herz fast zersprungen; ein unsinniger Freudentaumel habe ihn erfaßt und jegliche Weiterarbeit zunächst verhindert. Für ihn stand es fest, daß er den gesuchten Planeten gefunden habe, was bewährten Astronomen, gewiegten Praktikern in Flagstaff in einem Vierteljahrhundert nicht gelungen war! Es muß wirklich ein erhebendes Gefühl sein, als erster ein Gestirn zu schauen, welches den Machtbereich der Sonne von 30 astronomischen Einheiten auf 40 oder 50 erweitert.

Der Astronomenstab der Flagstaff-Sternwarte nahm die Entdeckungsnachricht mit Vorsicht auf. Stand es denn fest, daß das gesichtete Objekt der Lowellsche Planet sein mußte? Konnte es nicht ein sonnenferner Komet sein oder vielleicht ein Planetoid mit extremer Bahnlage? Man wollte nicht vorschnell die Auffindung verkünden. Die nächste Aufnahme wurde mit Spannung erwartet. Sie zeigte das Lichtpünktchen an der Stelle, die man nach den bisherigen Positionen erwartete. Sobald als möglich wurde der 24zöllige Refraktor darauf gerichtet. Aber welche Enttäuschung erlebte man da! Man sah keinen „Planet“ mit Scheibe, nur lauter punktförmige Sternchen, die man alle als Fixsterne ansprechen konnte. Freilich waren solche Beobachtungen mühselig; das Gestirn war so lichtschwach, daß man

nichts Sicheres erkennen konnte. Gleichzeitige Aufnahmen mit dem 42zölligen Spiegel zeigten auch nichts anderes als ein typisches Fixsternbildchen; ein Komet konnte es wohl nicht sein. Unter tätiger Mitwirkung Dr. Millers, des Leiters des Sproul-Observatoriums, versuchte man aus den wenigen gemessenen Positionen die ersten Anhaltspunkte für eine Bahn zu gewinnen. Das rechnerische Ergebnis sprach nicht dafür, daß man den Planeten X vor sich hatte, denn die Umlaufszeit schien 3200 Jahre in einer sehr langgestreckten Ellipse mit der kometenhaften Exzentrizität  $e = 0,9$  zu sein. Die Bewegung schien danach von der Sonne weggerichtet zu sein. Wir wissen heute, daß eine leichte Unsymmetrie des Bildchens auf der Platte vom 23. Januar die Position so stark beeinflußt hatte, daß das kurze Bahnstück dadurch erheblich fehlerhaft ausfiel. Erneute visuelle Beobachtungen an den großen Instrumenten ließen erkennen, daß das Objekt beim direkten Anblick heller, dagegen photographisch schwächer war als Nachbarsterne. Der Unterschied betrug rund eine Größenklasse. Es mußte demnach ausgesprochen gelb sein, nur daß man die Farbe wegen der außerordentlichen Lichtschwäche nicht erkennen konnte. Vergleichsfilteraufnahmen mit Neptun zeigten deutlich den Gegensatz: Neptun war bläulich, das neue Objekt gelb. Es verhielt sich also nicht wie die äußeren großen Planeten Uranus und Neptun, sondern glich vielmehr den inneren kleinen Planeten Mars und Merkur. Für eine solche Verwandtschaft sprach auch die beobachtete Helligkeit. Lamplands Positionsmessungen aus Aufnahmen mit dem großen Spiegelteleskop schienen das Gestirn ziemlich sicher in eine Entfernung von 40 bis 42 astronomischen Einheiten zu versetzen. In diesem Abstand aber würde Mars ebenso hell erscheinen. Versuche an Trabantenscheiben, deren scheinbare Winkelgrößen aus theoretischen Gründen bekannt waren, ferner an irdischen, schwach beleuchteten Scheibchen ergaben das erstaunliche Resultat, daß selbst unter günstigsten Bedingungen im großen Refraktor Scheibendurchmesser von  $0'',5$  bis  $0'',6$  nicht erkannt wurden. Danach konnte der neue Gast sogar noch etwas größer als die Erde sein.

Nachdem man durch Aufnahmen, die sich über 7 Wochen erstreckten, und die eine Abnahme der täglichen Bewegung verrieten, wie sie einem Planeten eigentümlich ist, der sich dem Stillstandspunkt seiner scheinbaren Rückläufigkeit während der Opposition nähert, schritt man zur Bekanntgabe der Entdeckung. Als Datum der Veröffentlichung wählte man mit Bedacht den 13. März. An diesem Tage hatte W. Herschel einst den Uranus gefunden, das gleiche Datum war Percival Lowells Geburtstag. Als bald wurde das neue Gestirn an einer ganzen Reihe von Sternwarten photographiert und viele Versuche angestellt, proviso-

rische Bahnelemente zu berechnen. Banachiewicz dehnte die Ephemeride auf die Vergangenheit aus; dabei nahm er einmal an, daß das Sternchen sich in einer Parabel der Sonne näherte und zweitens, daß es sich von der Sonne entfernte. Der wirkliche Ort mußte offenbar der einen oder der anderen Annahme nahe kommen. Mit Hilfe dieser Angaben fanden Stroobant und Delporte in Uccle das Gestirn auf einer alten Platte vom 27. Januar 1927. Diese drei Jahre zurückliegende Position gestattete die Elemente genauer zu bestimmen und mit größerer Sicherheit in die weitere Vergangenheit zurückzugehen. Tatsächlich kennen wir heute noch Aufnahmen des Pluto auf der Yerkes-Sternwarte (1927 und 1921), auf Mt. Wilson (4 mal 1919) und Heidelberg (1914). Es ist nicht ausgeschlossen, daß auch ein Sternchen, das Melotte neuerdings auf einer Franklin Adamsplatte in Greenwich vom Jahre 1903 sichtete und das auf heutigen Aufnahmen fehlt, mit dem Transneptun identisch ist.

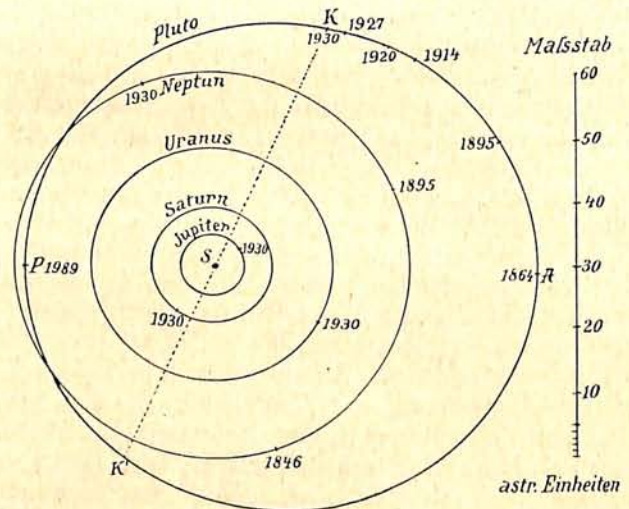
Geradezu tragisch mutet die erst kürzlich bekanntgewordene Tatsache an, daß Pluto auch auf der Flagstaff-Sternwarte im April und Mai 1915 zweimal aufgenommen worden ist und sich auf Platten vorfindet, die speziell für den Planeten X exponiert wurden. Es ist mit Sicherheit anzunehmen, daß Percival Lowell sie selbst durchmustert hat, allerdings ohne etwas zu finden. Aus diesem Umstand kann man die Schwierigkeit ermessen, einen neuen Planeten überhaupt zu sichten. Um so mehr muß man Tombaugh's Eifer und Geschicklichkeit anerkennen. Er ist dafür auch mit der Jackson-Gwilt-Medaille der Roy. Astr. Society in London belohnt worden. Nachträglich Pluto zu finden, wenn er auf einer Platte abgebildet ist, geht sicherlich um vieles leichter, da wir jetzt den Ort für irgendeine Zeit recht genau angeben können. Immerhin sind selbst in einem solchen Fall die Schwierigkeiten noch beträchtlich. Die 1919 aufgenommenen Mt. Wilson-Platten haben ein Gesichtsfeld von 18 Grad in Deklination. Eine Zone von 3 Grad Breite wurde längs der Ekliptik genau untersucht; weniger eingehend wurden die Nachforschungen auf einen Streifen von 10 Grad Breite ausgedehnt. Nachdem Pluto entdeckt war und provisorische Ephemeriden für die Aufnahmezeit vorlagen, suchte man auf den alten Platten erneut nach. Wohl fand man zahlreiche Veränderliche und Planetoiden, von Pluto aber nahm man keine Spur wahr. Und doch war er auf den Platten enthalten! Erst als genaue Berechnungen des damaligen Ortes durch Bower-Whipple bzw. Crommelin vorlagen, fand man das schwache Pünktchen wirklich auf.

Um die genaue Bestimmung der Bahnelemente unter Berücksichtigung der Störungen durch die anderen Planeten haben sich Zagar in Padua einerseits und Nicholson und Mayall

auf Mt. Wilson andererseits verdient gemacht. Der Vergleich ihrer Resultate läßt den Grad der Sicherheit erkennen, mit dem wir heute die Werte angeben können.

Elemente des Pluto, auf die Ekliptik und das Aequinoctium 1930,0 bezogen.

	Nach Nicholson	Nach Zagar
Abstand des Perihels vom Knoten . . . . .	113° 1' 41"	113° 8' 0"
Länge des Knotens . . . . .	109° 21' 39"	109° 21' 39"
Neigung der Bahn . . . . .	17° 6' 58"	17° 6' 51"
Große Halbachse in astr. Einheit . . . . .	39,6004	39,5794
Exzentrizität . . . . .	0,246086	0,247196
Umlaufzeit in Jahren . . . . .	249,210	248,858
Mittlere tägliche Bewegung	14,2383"	14,2585"
Quelle . . . . .	Mt. Wilson Contr. 417	Astr. Nachr. Bd. 240, S. 335



Die Bahn des Pluto

ist so dargestellt, als wenn sie in der Ebene der übrigen Planeten erfolgte. Tatsächlich ist sie um die punktiert gezeichnete Knotenlinie um 17° gedreht zu denken. In P (Perihel) befindet sich Pluto 8,7 astr. Einh. über der Zeichenebene, in A (Aphel) aber 14,6 astr. Einh. darunter. Der Abstand Erde-Sonne beträgt 1 astr. Einh. oder 149 Millionen km.

Daraus folgt, daß Pluto im Oktober 1989 im Perihel sein wird; sein Abstand von der Sonne wird dann mit 29,855 astronomischen Einheiten geringer sein als die durchschnittliche Entfernung des Neptun von der Sonne, die 30,07 astronomische Einheiten beträgt. Wegen der großen Neigung der Plutobahn liegt seine Perihelstelle freilich nicht nahe der des Neptun. Trotzdem wird ein gewisser Zusammenhang beider Bahnen deutlich. Plutos Perihel liegt in 223,25 Grad Länge; Neptuns Aphel liegt bei 224,0 Grad! Neptun ist dort 30,31 astronomische Einheiten von der Sonne entfernt. Die größte räumliche Annäherung beider Planeten tritt bei 276 Grad Länge ein. Ihr geringster Abstand von einander mißt dann 2,5 astronomische Einheiten. Daß beide Himmelskörper gleichzeitig diese Stelle durchlaufen, ist ein

recht seltenes Vorkommnis. Die Umlaufzeiten beider verhalten sich nämlich ziemlich genau wie 2 zu 3, d. h., sie kommen alle 496 Jahre, nach 3 Umläufen des Neptun und 2 des Pluto, in der gleichen Gegend zusammen. Diese Stelle verschiebt sich von einem Fall zum nächsten nur unbedeutend. So werden nach Russell 40 000 Jahre vergehen, bis Pluto und Neptun in ihrem geringsten Abstand zusammentreffen. Dann wird durch die in gleichen Zeitabschnitten — ein halbes Jahrtausend — sich gleichzeitig wiederholenden Störungen der gegenseitige Einfluß anwachsen. Die Plutobahn wird dann merklich verändert werden.

1895 zog Neptun in 19 astronomischen Einheiten (gleich der Entfernung Sonne—Uranus) an Pluto vorüber. Nach den dabei auf Neptun ausgeübten Störungen berechneten Nicholson und Mayall die Plutomasse zu 0,94 Erdmassen. Dieser Wert ist ziemlich unsicher; nach Meinung der Berechner scheint er zwischen 0,6 und 1,3 Erdmassen zu liegen. Vermutlich ist der kleinere Wert der bessere, denn einen ungefähren Anhalt für die Masse kann man auch aus der beobachteten Helligkeit finden. Nimmt man eine so große Dichte, wie sie die Erde hat (bekanntlich der dichteste Planet), und eine so geringe Albedo, wie sie der Mond hat

oder Merkur (die geringste im Sonnensystem), so würde die Masse des Pluto =  $\frac{2}{3}$  Erdmasse werden. Soll die Masse größer sein, so muß entweder die Dichte entsprechend erhöht oder die Albedo verringert werden. Da beides unwahrscheinlich ist, dürfte der untere Grenzwert mit 0,6 Erdmassen der Wahrheit am nächsten kommen.

Die erste Aufregung über die Entdeckung des Transneptun hat sich gelegt. Pluto ist jetzt als vollberechtigter Planet anerkannt worden. Ist er nun der äußerste Vertreter der Planetenschar oder existiert noch ein Transpluto? Sein etwaiges Vorhandensein durch störende Einflüsse auf die anderen Wandelsterne nachzuweisen, ist nach dem heutigen Stande der Meßtechnik hoffnungslos. Dennoch wird danach gesucht werden, denn Slipher teilt in dem letzten Jahresbericht der Lowell-Sternwarte mit, daß Tombaugh nunmehr mit derselben Kamera den ganzen Umkreis der Ekliptik in noch breiterer Zone und mit verlängerten Belichtungszeiten absuchen will. Ob ein einzelner Mensch eine solche Arbeit bewältigen kann, ist sehr die Frage. Aber vielleicht kommt ihm ebenso wie seinerzeit Wilhelm Herschel, Piazzi oder Witt ein glücklicher Zufall zu Hilfe.

## Altes und Neues über Zodiakallichtforschung.

Von Fr. Buser.

(Mit einer Abbildung auf der Beilage und einer Zeichnung.)

Nachfolgende Zeilen verfolgen den Zweck, den örtlich günstig gelegenen astronomisch und meteorologisch interessierten Beobachtern einen kurzen Ueberblick über das Wesen und die Forschungsmethoden der bis heute immer noch so rätselhaften Lichterscheinung zu geben, welche der Sonne in der Ekliptik vorausgeht und ihr ebenso folgt, sich über große Teile des Tierkreises erstreckt und deshalb den Namen Tierkreis- oder Zodiakallicht trägt.

Als falsche Dämmerung bezeichnet, finden wir schon früh bei den Völkern des Morgenlandes und Amerikas die Erscheinung des Zodiakallichtes geschildert. Aufzeichnungen über gelegentliche Beobachtungen des Zodiakallichtes besitzen wir seit dem Jahre 1651, doch gelang es erst Nic. Fatio, auf Grund seiner Beobachtungen von 1683 bis 1686 nachzuweisen, daß es sich um eine regelmäßig wiederkehrende Lichterscheinung handle, deren Sichtbarkeit vom Stande der Sonne abhängt. Ein weiterer Fortschritt ist erst im Jahre 1730 durch die Entdeckung des Gegenscheines durch Pézénas zu verzeichnen. Von dieser Zeit an beschäftigten sich verschiedene Forscher mit der Zodiakallichterscheinung. Regelmäßige Beobachtungen wurden aber erst wieder im

19. Jahrhundert aufgenommen, um im 20. Jahrhundert durch die theoretischen Arbeiten von Seeliger und die Beobachtungen von F. Schmid die Blicke auf dasselbe zu lenken.

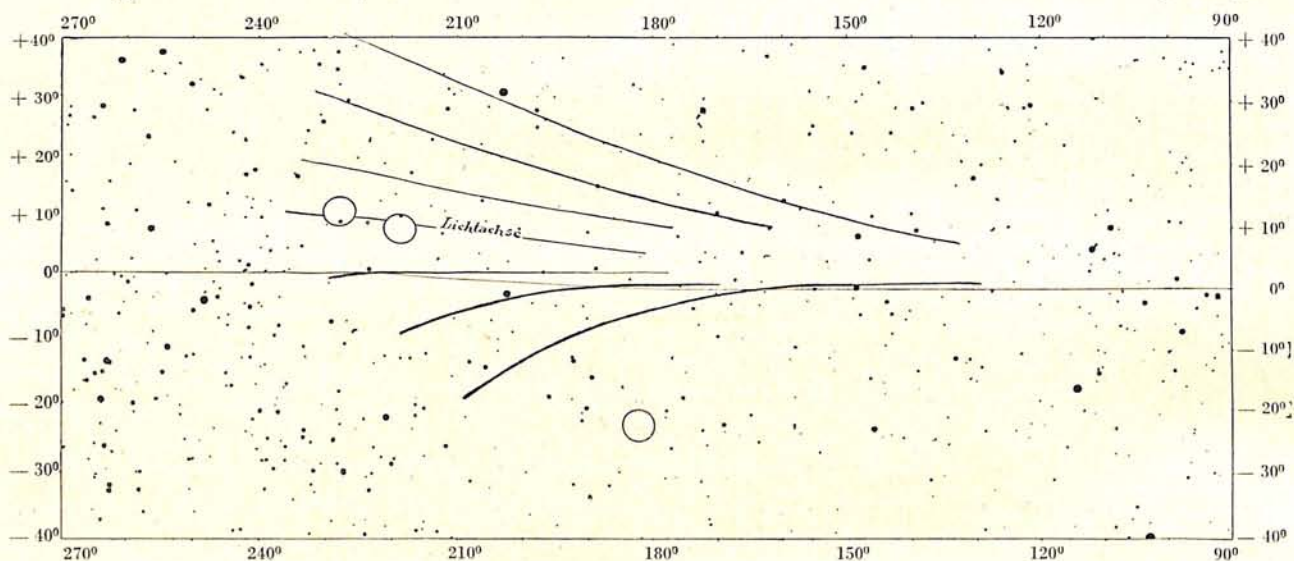
Trotz den scheinbar gut fundamentierten Theorien, an denen es heute nicht fehlt, muß man doch eingestehen, daß das Zodiakallicht gegenwärtig noch eines der vielen ungelösten Rätsel darstellt. Es ist daher auch nicht meine Absicht, irgendeiner dieser Theorien das Wort zu reden, sondern vielmehr die Anregung zu geben, daß aus möglichst verschiedenen Breitengraden viel genaues und auf einheitlicher Grundlage aufgebautes Beobachtungsmaterial zusammengetragen werden möchte, um danach — wenn möglich — eine theoretische Erklärung des Zodiakallichtes abzuleiten.

Für solche systematische Beobachtungen sind in erster Linie ein für schwache Lichteindrücke geübtes Auge und günstige atmosphärische Bedingungen erforderlich. Die nötige Übung erlangt man am besten durch Einzeichnen der Milchstraßenrisse in eine gute Sternkarte, indem man auch gleichzeitig Helligkeitsunterschiede als Isophoten (Linien gleicher Helligkeit) einträgt und die Unterschiede zahlenmäßig ausdrückt. Man wird bald merken,

wie sich die Augen für schwache Lichteindrücke schärfen und die Sicherheit in der Abgrenzung zunimmt. Natürlich wird nicht jeder Beobachter die feinsten Ausläufer der Milchstraße gleich weit verfolgen können infolge der verschiedenartigen Durchsicht der unteren Luftschichten und Empfindlichkeit der Augen. Besonders helle Milchstraßenteile kann man meistens weniger weit nach außen verfolgen als schwächere Teile, weil nach dem Weber-Fechnerschen Gesetz das Auge von den größeren zu den kleineren Helligkeiten hin gröber und ungenauer arbeitet, ohne sich dessen bewußt zu werden. Dieses Gesetz ist besonders bei der Zodiakallichtforschung zu berücksichtigen. Befindet sich ein Beobachter in besonders günstigen atmosphärischen Verhältnissen, z. B. auf einem hohen Berge, so wird er das Zodiakallicht trotz der sehr hellen, eindrucksvollen Er-

dämmerung alle 2—3 Stunden angestellt, werden immer einen hohen Wert haben und bilden das notwendige Gerippe, auf dem sich weitere Forschungsmethoden aufbauen. Ueberträgt man z. B. die Zeichnungen auf Ekliptikkarten, wie aus der beigegeführten Zeichnung zu ersehen ist, so ist die Lage des Zodiakallichtes zur Ekliptik ohne weiteres zu entnehmen.

Als weiterer Forschungszweig wäre die Photometrie zu nennen. Diesbezüglich liegen u. a. Arbeiten von M. Wolf, Fessenkoff, Graff und Hoffmeister vor. Die photometrische Methode kann sowohl visuell als auch photographisch angewendet werden. Mit ihr haben wir ein Mittel, die Lichtintensität in den hellsten Teilen messend zu bestimmen, indem bestimmte Teile an solche der Milchstraße angeschlossen werden, wo allerdings bei der Reduktion des Materials die Extinktion und der Helligkeitsgrad



Ost-Zodiakallicht am 18. Dezember 1930, 6<sup>h</sup> morgens. Die in eine Vorlage von der Originalgröße 54×24 cm eingezeichneten Linien stellen die Umrisse bzw. Kurven gleicher Helligkeit des Zodiakallichts dar. Die Kreise geben die mit dem Photometer gemessenen Stellen an.

scheinung unter Umständen weniger weit nach außen in der Basisgehend verfolgen können, als der in tieferer Lage sich befindende Beobachter. Dunstige Luft täuscht ebenfalls eine größere Breitenausdehnung des Zodiakallichtes vor.

Zum Eintragen der Umrißlinien, wobei man auch auf die Lage der Lichtachse sein Augenmerk richtet und eventuelle Lichtabstufungen mit besonderen Umrißlinien bezeichnet, benutzt man mit Vorteil den Schurig-Sternatlas. Die Eintragungen sollen stets bei schwachem roten Licht sofort an Ort und Stelle erfolgen und nie erst später aus der Erinnerung. Zu den nötigen Notizen gehören Ort, Zeit, Luftbeschaffenheit, Farbe im Vergleich zur Milchstraße. Bevor eine weitere Beobachtung erfolgt, muß das Auge gut ausgeruht und dunkel adaptiert sein. Störende Lichter sind zu meiden und abzublenden. Solche Beobachtungen, systematisch von der Abenddämmerung bis zur Morgen-

des Himmelshintergrundes berücksichtigt werden müssen. Solche Messungen, über viele Jahre ausgeführt, dürften eine eventuelle Lichtschwankung des Zodiakallichtes klarstellen. Ferner läßt sich mit dem Photometer ein vielleicht vorhandener Zusammenhang mit den Dämmerungserscheinungen feststellen, wenn bestimmte Zodiakallichtteile mit solchen außerhalb der Lichterscheinung gleicher Horizonthöhe in kurzen Abständen messend verfolgt werden. Für die visuelle Photometrie verwende ich ein von Graff eigens für diese Zwecke gebautes Photometer, das auf dem Prinzip des Keilphotometers für Flächenhelligkeit mittels eines Lummer-Brodhunschen Prismas mit künstlicher Vergleichsquelle aufgebaut ist. Mit diesem Instrumentchen lassen sich rasch nacheinander beliebige Teile am Himmel einstellen; wichtig ist nur, daß die Lichtquelle konstant bleibt, was durch eine mit Widerstand versehene Batterie von genügender Spannung erreicht wird.

Wichtig ist auch, daß die Lampe vor Beginn der Messung mindestens 10 Minuten lang brennt, um Spannungsschwankungen auszugleichen. Die ausgemessenen Stellen werden auf den vorhin erwähnten Ekliptikkarten den Meßflächen entsprechend als Kreise eingetragen.

Benutzt man die photographische Methode für photometrische Meßzwecke, so stellen sich schon größere Hindernisse in den Weg. Auch hier wird es darauf ankommen, welcher Zweck verfolgt wird. Die Methode kann dazu dienen, die Lage der Lichtachse zu bestimmen, ferner eine eventuelle Lichtänderung von Tag zu Tag oder Jahr zu Jahr festzulegen. Für solche Zwecke kommt nur ein kurz Brennweitiges photographisches Objektiv in Frage, und nach meinen Erfahrungen dürfte das neue Ernstar-Objektiv 1:1,8 in Verbindung mit Herzog-Isoduxplatten einzig den gewünschten Erfolg bringen. Um Plattenempfindlichkeitsschwankungen auszuschalten, ist es notwendig, daß auf die Platte jeweils ein Keil mittels konstanter Lichtquelle in gleichem Zeitverhältnis wie die Aufnahme aufkopiert wird. Ergebnisse nach Aufnahmen obigen Prinzips hat Müller in Potsdam veröffentlicht, ferner bin ich in Arosa mit diesem Arbeitszweig beschäftigt, und es scheint, daß diese Methode für künftige Forschungen Erfolg verspricht. Es lassen sich aber auch meßbare Schwärzungsscheibchen herstellen, wenn man eine photographische Platte mit einem genügend langen reflexfreien Rohr verbindet und durch Ausblenden kleiner Scheibchen die Platte gewissen Stellen des Zodiakallichtes aussetzt. Hierdurch läßt sich natürlich immer nur die Helligkeit bestimmter Teile des Zodiakallichtes darstellen.

Das Wichtigste bei solchen Messungen ist, daß dieselben systematisch durchgeführt und mögliche Fehlerquellen berücksichtigt werden. Sie sind aber, wenn man dem Zodiakallicht nähertreten will, nicht mehr zu entbehren.

Die Bedingung der Sichtbarkeit des Zodiakallichtes hängt, weil dasselbe nahezu in der Ebene der Ekliptik liegt, von der Neigung der letzteren zum Horizont und der Durchsicht der Luft ab. Je durchsichtiger die Luft und je größer die Neigung der Ekliptik zum Horizont, um so besser kann das Zodiakallicht in seiner vollen Entfaltung beobachtet werden. Dieser letztere Wert kann sich zwischen  $90^\circ - \varphi - \varepsilon$  und  $90^\circ - \varphi + \varepsilon$  ändern, woraus sich die günstigen Sichtbarkeitsbedingungen in den Tropen ergeben, wo die Abweichung der Mittellinie höchstens  $\pm 23\frac{1}{2}^\circ$  von der Vertikalen beträgt, und somit das Zodiakallicht das ganze Jahr günstig zu beobachten ist. In unseren Breiten ist das Zodiakallicht in der Zeit vom Oktober bis März am besten zu sehen. In den Monaten Dezember und Januar kann das Abend- und Morgenlicht besonders günstig beobachtet werden. Bald vor bzw. nach Anbruch der Dämmerung hebt sich das Zodiakallicht als ein in der

Sonnenbahn liegender Kegel ab. Die größte Helligkeit liegt in der Achsengegend und nimmt nach außen hin zu den verwaschenen Rändern stetig an Lichtstärke ab, ebenso mit der Entfernung von dem durch das Sonnenzentrum eingenommenen Punkt der Ekliptik, um in einer Entfernung von ca.  $180^\circ$  nahe im Gegenpunkt der Sonne wieder merklich anzuwachsen. Die Basisbreite variiert zwischen  $50-100^\circ$ . Befindet man sich in besonders günstigen Luftverhältnissen, etwa im Hochgebirge, so wird man aber ohne Schwierigkeiten von der Lichtachse zu den Schenkeln markante Lichtabstufungen erkennen. Die inneren helleren Kernpartien werden von einem schwächeren Lichtmantel umgeben, welcher letzterer als Fortsetzung bis zur Milchstraße verfolgt werden kann und in den oberen Teilen von anderen Beobachtern als Brücke beschrieben wird. Die Sichtbarkeitsbedingungen dieser bis zur Milchstraße sich erstreckenden Partien sind wesentlich von der allgemeinen Lichtabsorption unserer Atmosphäre abhängig. Beobachter an weniger günstigen Orten werden das Zodiakallicht meistens mit einer stumpfen Spitze abschließen. In Wirklichkeit nimmt das Licht längs der Achse stetig ab, um unmerklich in die „Lichtbrücke“ überzugehen, so daß von einer eigentlichen Zodiakallichtspitze nicht die Rede sein kann. Mit wenigen Ausnahmen wird in unseren Breiten der merklich stärkere Lichtabfall am Südschenkel gegenüber dem Nordschenkel beobachtet. Nach sorgfältigen Beobachtungen muß heute angenommen werden, daß die Lichtachse in unseren Breiten nicht immer mit der Ekliptik zusammenfällt, sondern mehrere Grade nördlich derselben liegt, wobei Verschiebungen der Lichtachse in geringen Grenzen im Laufe derselben Nacht, aber noch mehr in gewissen Zeitabständen, in Erscheinung treten. Möglicherweise sind beide Erscheinungen, der schroffere Lichtabfall des Südschenkels, welcher auf der südlichen Erdhalbkugel dem Nordschenkel eigen ist, und die Achsenverschiebungen Extinktionserscheinungen zuzuschreiben, wenn man berücksichtigt, daß die Lichtachse mit größerer Steilheit der Ekliptik sich stärker zur letzteren orientiert, und der Lichtabfall an den beiden Schenkeln gleichmäßiger verläuft.

An klaren Abenden wird man, zur Zeit des höchsten Glanzes des Westzodiakallichtes im Osten den Gegenschein sehen. Er wird meistens als länglich-ovaler Fleck beschrieben. In Wirklichkeit deckt sich der Gegenschein in seiner Ausdehnung, nur nicht in der Helligkeit, mit dem morgendlichen Ostzodiakallicht derselben Himmelsgegend. Das Westzodiakallicht verläuft, nur durch die Milchstraße unterbrochen, unmerklich in den östlichen Gegenschein, was auch im umgekehrten Sinn beim Ostzodiakallicht beobachtet werden kann. Das Zodiakallicht umschließt als Ring den gesamten Tierkreis.



In den Farbschätzungen findet man bei den verschiedenen Beobachtern abweichende Angaben. In der klaren Gebirgsluft ist die Lichterscheinung auch in Horizontnähe als verwaschenes Silbergrau mit Stich ins bläuliche oder grünliche je nach Luftdurchsicht zu beobachten, während in tiefer gelegenen Beobachtungsorten die Partien in Horizontnähe als gelb bis rötlich gesehen werden. An Glanz und Helligkeit übertreffen die Kernpartien des Zodiakallichtes die hellsten Teile der Milchstraße wesentlich.

Ueber den Ursprung des Zodiakallichtes herrschen verschiedene Vermutungen. Aus spektroskopischen Untersuchungen geht her-

vor, daß es sich um reflektiertes Sonnenlicht handelt und möglicherweise von mikroskopisch kleinen Staubpartikelchen oder Luftmolekülen zurückgestrahlt wird. Neuerdings erhielt Slipher mittels eines lichtstarken Spektrographen nebst dem Sonnenspektrum auch Emissionslinien abgebildet, wodurch die Zodiakallichtfrage in ein neues interessantes Stadium rückt. Zur Festigung oder Widerlegung der einen oder andern Theorie gehört Beobachtungsmaterial von Beobachtern, ohne vorgefaßte Meinung, günstig gelegener Höhenstationen aus möglichst verschiedenen Breitengraden. Durch planmäßiges Zusammenarbeiten würde ein Erfolg sicher nicht ausbleiben.

## Marksteine auf dem Wege des Eindringens in das Weltall.

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

### IX.

### Bessels Messung der Entfernung eines Fixsterns.

Man hat mit einem gewissen Recht gesagt, daß es im Grunde genommen das Instrument sei, das den Fortschritt der Wissenschaft hervorruft, d. h., daß der Schöpfer des Instruments einen nicht minder großen Anteil an diesem Fortschritt habe als der Forscher, der damit neue Entdeckungen macht. Ganz besonders gilt das von der Astronomie. In Männern wie Newton, Huygens, Herschel waren der Erbauer des Instruments und der Forscher eins.

Mit dem Beginn des 19. Jahrhunderts setzten die Astronomen ihre Hoffnung auf die Geschicklichkeit der Optiker und der Feinmechaniker. Die weitere Erforschung des Fixsternhimmels ging damit Hand in Hand, daß Fraunhofer achromatische Linsen verfertigte und Reichenbach Meridiankreise herstellte, mit denen man noch Bruchteile einer Bogensekunde zu messen imstande war. Die Sternwarten zu Dorpat und München wurden schon um 1825 durch Fraunhofer mit Linsenfernrohren ausgestattet, die einen Objektivdurchmesser von 24 und 28 cm besaßen. Heute baut man Refraktoren mit einem Objektivdurchmesser von mehr als 100 cm, während die modernen Reflektoren  $2\frac{1}{2}$  m Durchmesser besitzen.

Der Fortschritt im Instrumentenbau brachte Bessel im Jahre 1837 auf den Gedanken, sich dem seit Kopernikus ungelösten Problem einer Bestimmung der Fixsternparallaxe zuzuwenden.

Zu diesem Zwecke ließ Bessel von Fraunhofer ein Fernrohr herstellen, dessen Objektiv in zwei Hälften zerschnitten war, die gegen einander verschoben werden konnten. Jede Hälfte dieses Objektivs gibt von einem Stern ein Bild. Man sieht daher von zwei nahe bei-

einander befindlichen Sternen vier Bilder. Zur Ermittlung der Abstände der Bilder diente die Verschiebung, die nötig war, um die durch beide Objektivhälften erzeugten Bilder zu vereinigen. Zum Gegenstand seiner Untersuchung wählte Bessel die jährliche Parallaxe des Sterns 61 im Schwan, weil er dieses Gestirn, obgleich es für das bloße Auge kaum sichtbar ist, für den nächsten oder einen der nächsten Fixsterne hielt.

Der Stern 61 im Schwan besaß nämlich die größte von allen Eigenbewegungen, die Bessel bekannt waren. Er fand sie gleich 5 Sekunden für das Jahr. In Ermangelung eines anderen Anzeichens für die größere oder geringere Nähe eines Fixsterns nahm Bessel an, daß einer starken Eigenbewegung eine geringe Entfernung und damit eine bedeutende Parallaxe entsprechen müsse. Ferner besteht der Stern 61 im Schwan aus zwei Weltkörpern; er ist also ein Doppelgestirn. Bessels Beobachtungen waren Messungen der Abstände des in der Mitte des Doppelgestirns liegenden Punktes von zwei Sternen der 10. Größe, die sich in seiner Nähe befinden.

Die durch den Erdumlauf bedingte scheinbare Bewegung des beobachteten Gestirns besteht darin, daß es eine Ellipse beschreibt, deren Gestalt durch die Lage des Sterns gegen die Ebene der Erdbahn bestimmt und deren größter Durchmesser das Doppelte der gesuchten jährlichen Parallaxe ist. Auch der Vergleichssterne (a oder b) beschreibt eine Ellipse. Diese Ellipse ist aber in dem Verhältnis kleiner, in dem die jährliche Parallaxe des Vergleichssterne kleiner ist als diejenige des Sterns 61 im Schwan.

Indem Bessel nach diesen Gesichtspunkten verfuhr, gewann er durch fortgesetzte Messungen der Entfernung des Sternes 61 von einem jeden der Vergleichssterne ein Urteil über den

Unterschied der jährlichen Parallaxen. Innerhalb eines Jahres gelangen ihm 85 Vergleichen des Sternes 61 mit dem Sterne a und 98 mit dem Sterne b. Jede Vergleichung war das Mittel mehrerer (gewöhnlich 16) in einer Nacht gemachten Messungen.

Bessel befreite darauf alle Beobachtungen durch Rechnung von störenden Einflüssen und fand für die jährliche Parallaxe des Sterns 61 im Schwan 0,31 Bogensekunden. Der Abstand von der Erde berechnet sich daraus auf 657 700

Halbmesser der Erdbahn. Das Licht braucht etwa 10 Jahre, um diese Entfernung zu durchlaufen.

Bessel schließt seine Abhandlung mit folgenden Worten: „Wählt man eine anschauliche Einheit, um einen solchen Abstand zu verdeutlichen, z. B. die Entfernung von 200 Meilen, die ein Dampfwagen täglich durchlaufen kann, so sind 200 Millionen Jahresreisen zur Durchmessung des Abstandes jenes Sternes erforderlich.“

## Sonnenflecken und Funkempfang.

Von W. M. H. Sch u l z e.

(Mit zwei Abbildungen.)

Beziehungen zwischen dem Gang der Sonnenfleckenzahlen und verschiedenen geophysikalischen Erscheinungen wie Erdmagnetismus und Polarlichthäufigkeit sind schon seit langem festgestellt und auch physikalisch gut begründet. Daneben sind allerdings von Zeit zu Zeit von fanatischen Statistikern auch noch Korrelationen zwischen Fleckenhäufigkeit und den verschiedensten irdischen Vorgängen, wie dem Auftreten von Lungenentzündungen, Unwettern, Erdbeben, Schwankungen der Börsenkurse u. v. a. festgestellt worden. Für was sind nicht schon alles die Sonnenflecken in leichtfertiger Weise verantwortlich gemacht worden! Der innere Zusammenhang ist jedoch bei den meisten dieser Korrelationen höchst locker und fragwürdig.

Neuerdings ist nun die Anzahl der wohl begründeten Korrelationen durch den Direktor des Perkins-Observatoriums in Delaware (Ohio), Dr. Harlan T. Stetson, vermehrt worden. Wie Abb. 1 deutlich zeigt, treten neben

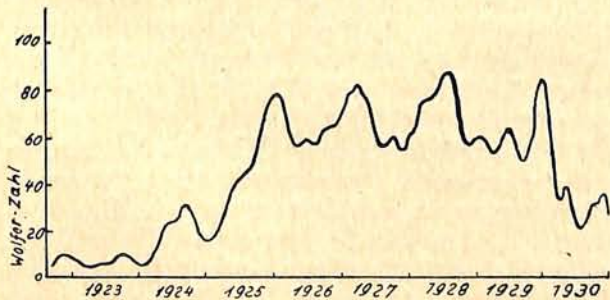


Abb. 1. Sonnentätigkeit in der Zeit von 1923 bis 1930.

der bekannten (im Mittel) 11-jährigen Periode noch kleinere Schwankungen von kürzerer Periode (14—15 Monate) und solche unperiodischer Art im zeitlichen Ablauf der Sonnenaktivität auf. Stetson<sup>1)</sup> hat nun die unter seiner Leitung im astronomischen Laborato-

<sup>1)</sup> H. T. Stetson, The influence of sun spots on radio reception. (Journal of the Franklin Institute, Vol. 210, No. 4, 1930.)

rium der Harvard-Universität seit Februar 1928 ausgeführten Messungen der Empfangslautstärke des Rundfunksenders WBBM in Chicago sowie die schon seit Februar 1926 im Privatlaboratorium von Dr. Pickard ausgeführten gleichen Messungen in Beziehung zur Sonnenfleckenhäufigkeit zu bringen versucht. In Abb. 2 sind die Ergebnisse graphisch dar-

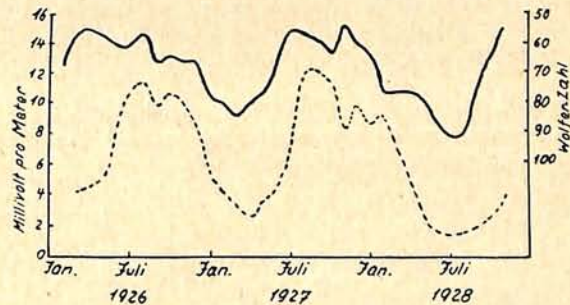


Abb. 2.

Beziehung zwischen Sonnentätigkeit und Funkempfang.

Volle Linie: Sonnenflecken (man beachte den umgekehrten Maßstab auf der rechten Seite).

Gestrichelte Linie: Empfangsschwankungen.

gestellt. Als Maß für die Empfangsenergie ist die im Antennendraht erzeugte Spannung in Millivolt pro Meter benutzt, und die Sonnenaktivität ist gegeben durch die Sonnenfleckenrelativzahlen, die sogenannten „Wolfenzahlen“. Letztere sind im umgekehrten Maßstab eingetragen, um besser die gute Uebereinstimmung im entgegengesetzten Verlauf beider Kurven sichtbar zu machen. Hoher Fleckenzahl entspricht hiernach schwacher Funkempfang und umgekehrt.

Den ursächlichen Mechanismus dieser gefundenen Beziehung kann man sich etwa folgendermaßen vorstellen. Die im Sonnenlicht enthaltenen ultravioletten Strahlen sowie von der Sonne ausgesandte Korpuskularstrahlen und auch die Höhenstrahlen wirken bei ihrem Durchgang durch die Erdatmosphäre in hohem Maße „ionisierend“, indem sie beim

Auftreffen auf die einzelnen Moleküle in der Luft diese in elektrisch geladene Teilchen, die man „Ionen“ nennt, zerspalten. Durch die Ionen weist die Luft an der betreffenden Stelle eine gewisse elektrische Leitfähigkeit auf. Diese ist außer von der Ladung der Ionen, welche  $4,77 \cdot 10^{-10}$  elektrostatische Einheiten beträgt (Ladung eines Elektrons), nur von der Beweglichkeit und vor allem von der Anzahl der vorhandenen Ionen abhängig. In den obersten Atmosphärenschichten ist nun infolge der extremen Verdünnung zwar die Ionenbeweglichkeit etwas größer als in den dichteren erdnäheren Schichten, die pro Raumeinheit erzeugte Ionenzahl ist aber sehr gering. Diese würde nun infolge der bei Annäherung an den Erdboden zunehmenden Dichte allmählich immer mehr und mehr zunehmen. Da aber die ionisierend wirkenden Strahlen mit zunehmender Stärke und Dichte der durchstrahlten Luftschicht stärker und stärker geschwächt werden, so muß die Ionenzahl und damit auch die Leitfähigkeit einen gewissen Maximalwert erreichen. Diese in ihrer Höhe stark schwankende und diffuse Zone maximaler Leitfähigkeit<sup>2)</sup> spielt als sogenannte „Kennelly-Heaviside-Schicht“ bei der Ausbreitung elektrischer Wellen insbesondere mittlerer und kurzer Wellenlänge eine sehr große Rolle, indem nämlich die vom Sender nach allen Seiten

<sup>2)</sup> Zumeist in 50—100 km Höhe, manchmal findet man auch noch etwas niedrigere oder sogar noch bedeutend höhere Werte angegeben.

kugelförmig sich ausbreitenden Wellen von dieser Schicht teils reflektiert werden, teils eindringen und mehrfach gebrochen ebenfalls wieder erdwärts gerichtet werden und so zum entfernteren Empfänger gelangen. Je nach dem Grad der Sonnentätigkeit wird infolge der entsprechenden stärkeren oder schwächeren Einstrahlung der elektrische Zustand in der Kennelly-Heaviside-Schicht verändert, was sich auf die Fortpflanzung (Reflexion, Brechung u. ä.) der ankommenden Wellen auswirkt und so zu den bekannten „Fading-Erscheinungen“, den verschiedentlichen Lautstärkeschwankungen, beim Fernempfang führt.

Bei den Wellen größerer Wellenlängen (Telegraphiesender), welche ja überhaupt in erster Linie als „Oberflächenwellen“ an der Erdoberfläche entlang sich fortpflanzen, scheinen übrigens, wie weitere Untersuchungen von Pickard, Austin und anderen ergeben, die Beziehungen zu den Sonnenflecken merkwürdigerweise gerade entgegengesetzt und weniger exakt zu verlaufen.

Jedenfalls zeigen die Untersuchungen, daß bei exakt ausgeführten Messungen der Empfangsverhältnisse von elektrischen Wellen wie auch ihrer Störungen nicht nur über Aufbau und Vorgänge in den höheren Atmosphärenschichten, sondern auch über Aenderungen in den Strahlungsverhältnissen der Sonne und des Kosmos überhaupt, namentlich in Verbindung mit direkten Messungen der Strahlungen selbst, weitere Erkenntnisse gewonnen werden dürften.

## Zur Photographie der Sonnenkorona.

Von Gustav Bl u n c k.

(Mit 8 Abbildungen auf der Beilage.)

Nach meiner ersten Veröffentlichung über das Photographieren der Korona außerhalb von Sonnenfinsternissen<sup>1)</sup>, über die diese Zeitschrift im 27. Jahrgang, S. 65, berichtete, legte Herr Prof. Kienle in einer ausführlichen Arbeit<sup>2)</sup> klar, daß meine Voraussetzungen falsch seien, und die Korona außerhalb einer Finsternis nicht zu photographieren sei. Seine theoretischen Ausführungen wurden durch einige ausgeführte Aufnahmen, die keine Korona ergaben, bekräftigt.

Tatsächlich bestätigte sich auch mir die Unrichtigkeit des Rayleighschen Gesetzes in äußerster Sonnennähe, aber, wenn auch die erwartete Zunahme des Kontrastes zwischen Himmelsgrund und Korona mit wachsendem  $\lambda$  nicht so groß ist, wie ursprünglich angenommen wurde, so ist sie doch vorhanden. Ein Grund, die begonnenen Versuche aufzugeben, bestand

nicht, denn die Voraussetzung, daß die Aufnahmen mit sehr harten Platten und Verlegung ins Infrarot möglich sind, konnte ich durch die Arbeit des Herrn Prof. Kienle nicht als falsch betrachten.

Allerdings kann man bei Korona-Aufnahmen schwer getäuscht werden durch auftretende Spiegelungen in der Apparatur, wie dies auch Hnatek<sup>3)</sup>, dem wir für die reiche theoretische und praktische Arbeit zur Koronaphotographie viel zu verdanken haben, berichtet.

Meine Arbeiten gingen zunächst dahin, geeignete hartarbeitende Emulsionen zu suchen. Selbst mit den harten Reproduktionsplatten kann man nur einen Helligkeitsunterschied wiedergeben, der über 1 % groß ist. Als härteste Emulsion wurde schließlich eine bei tiefer Temperatur hergestellte ungeriffelte Bromsilberemulsion gefunden, mit der es noch gelingt, Helligkeitsunterschiede von 0,5—0,6 % wiederzugeben. Durch einen Spezialentwickler

<sup>1)</sup> A. N. 231, S. 337.

<sup>2)</sup> Nachr. d. Ges. d. Wiss. z. Göttingen, Math. phys. Kl. 1928, S. 89 (referiert im „Weltall“, Jg. 29, S. 33).

<sup>3)</sup> A. N. 236, S. 193.

läßt sich die Härte noch steigern. Dieser Entwickler aus gleichen Teilen nachstehender Lösung I und II ist jedesmal nur für eine Entwicklung brauchbar:

I Wasser . . . . .	1000 g
Hydrochinon . . . . .	15 g
Kal. metabisulfit . . . . .	15 g
Bromkali . . . . .	200 g
II Wasser . . . . .	1000 g
Aetznatron . . . . .	30 g

Nun muß zur weiteren Kontraststeigerung die Platte nach dem Fixieren und Wässern verstärkt werden, wozu eine ganz intensive Verstärkungsmethode angewendet werden muß. Zunächst wird das Negativ oberflächlich in nachstehendem Bad chloriert:

Wasser . . . . .	1000 g
Kaliumpermang. . . . .	1 g
Salzsäure . . . . .	10 ccm

gut abgespült und mit Nachentwickler:

Wasser . . . . .	1000 g
Hydrochinon . . . . .	5 g
Natriumsulfit, krist. . . . .	40 g
Soda . . . . .	60 g
Bromkali . . . . .	2 g

geschwärzt. Nach Wässern und Trocknen, welches notwendig ist, wird mit

Quecksilberchlorid . . . . .	2 g
Wasser . . . . .	100 g

bis zur völligen Bleichung, von der Rückseite gesehen, verstärkt, gründlich gewässert und in dem Nachentwickler geschwärzt, worauf noch einmal gewässert wird. Diese Verstärkung mit Quecksilberchlorid wird nach dem Trocknen nochmals wiederholt, und die darauf trockene Platte mit Quecksilberjodidlösung (5%ig) ca. 5—10 Minuten, d. h., bis keine weitere Verstärkung mehr eintritt, nachbehandelt, gewaschen und getrocknet. Unter Anwendung eines Blaufilters wird von diesem Negativ auf der Hartplatte ein Diapositiv gemacht, davon, ebenfalls auf der Hartplatte, ein Duplikatnegativ und dieses Verfahren wiederholt. Alle diese Duplikatplatten werden mit dem hartarbeitenden Negativentwickler entwickelt und wie das Originalnegativ mit vorstehend beschriebener Verstärkungsmethode verstärkt.

Dieses Verfahren gibt Helligkeitsunterschiede, die wahrscheinlich unter 0,1% betragen, wieder.

Zur Korona-Aufnahme müssen die Platten noch für Infrarot sensibilisiert werden; die Praxis hat gezeigt, daß die Aufnahmemöglichkeit um so leichter ist, je weiter im Infrarot die Aufnahmen erfolgen. Bisher arbeitete ich zwischen 9000 und 10000 ÅE.

Bei der Sensibilisierung wirken die sogenannten Hypersensibilisierungsmethoden schädlich, weil sie die Kontrastwiedergabe schwächen; am günstigsten ist es, den Sensibilisator der Emulsion bei der Herstellung zuzusetzen. Selbstverständlich müssen die Platten mit Lichthofschutz versehen sein. Es ist zu hoffen,

daß geeignete Platten im Handel erscheinen werden; diesbezügliche Versuche bei einer der größten Plattenfabriken sind bereits im Gange.

Ich habe bisher ca. 1000 Versuchsaufnahmen gemacht, die gezeigt haben, daß die Methode bei genauer Einhaltung aller Vorsichtsmaßregeln und Voraussetzung ganz besonders reinen Himmels<sup>4)</sup> brauchbar ist. Einige Abbildungen auf der Beilage sollen die Beurteilung durch den Leser ermöglichen. Sie stellen in der oberen Reihe die mittlere, in der unteren Reihe die äußere Korona dar. Von einer Wiedergabe von Aufnahmen der inneren Korona sowie von Vergleichsaufnahmen mußte Abstand genommen werden, da durch die Reproduktion das Wesentliche derselben verlorengegangen wäre.

Zur Aufnahme diente mir eine von der Firma Merz, München, freundlichst überlassene Linse von 135 mm Oeffnung und 65 cm Brennweite. Die Kamera ist innen durch Samt und Mattanstrich sowie einige Blenden sorgfältigst vor Reflexen geschützt. Zur Vermeidung von diffus einfallendem Licht dient eine 1 m lange Taulappe.

Der Zeit- und Momentverschluß liegt etwa bei  $\frac{1}{3}$  Brennweite von der Platte, die reflexfreie Zentralblende zur Abdeckung der Sonne direkt vor der Platte. Als Filteranordnung hat sich die direkte Verkittung mit dem Objektiv als Schutz vor Reflexen bewährt, aber leider erfordert das Filter eine oftmalige Auswechslung, weil die Farbstoffe bleichen, was bei der Verkittung sehr umständlich ist. Am besten wäre ein Filter vor dem Objektiv, was aber zwei planparallele Platten erfordert, die für mich nicht erschwinglich sind. Die Aufstellung der Kamera ist transportabel-azimutal mit „Feinbewegung“ in Azimut und Höhe, was erhebliche Nachteile gegenüber einer parallaktischen oder festen Aufstellung mit Heliostaten hat. Eine Hauptbedingung ist ja, die Sonne während der Aufnahme ( $\frac{1}{10}$ —30 sek) genau auf der Zentralblende zu halten, da geringe Abweichungen schon Helligkeitsverschiebungen des Himmelsgrundes geben.

Das beste Kriterium für Reflexfreiheit usw. der Kamera ist die Aufnahme auf eine gewöhnliche infrarote lichthoffreie Emulsion. Sie muß eine von einer scharfen Kreislinie begrenzte weiße Fläche zeigen; kleinste Abweichungen zeigen Fehler an. Die Größe dieses Kreises ebenso wie die Ausdehnung der Korona sind abhängig von der Exposition und vom Grade des Auskopierens des Negatives. Der Expositionsspielraum der Hartplatte ist nur klein und muß für jede Emulsion sorgfältig durch Versuche ermittelt werden.

<sup>4)</sup> In unseren Breiten kommen nur die Vormittagsstunden im Juni und Juli in Frage. Im Jahre 1930 war auch an keinem Tage in dieser Zeit die nötige Klarheit des Himmels.

# Der gestirnte Himmel im Juli 1931.

Von Dr. F. S. Archenhold und G. Archenhold.

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

Wenn Kapella tief im Norden den Meridian in den Abendstunden durchschreitet, so verkündet uns dies den Höhepunkt des Sommers. Verfolgen wir den Meridian auf unserer Karte, die für den 1. Juli 22<sup>h</sup> und für den 15. Juli 21<sup>h</sup> gilt, in seinem Verlauf, so gelangen wir über den Kleinen Bären, Drachen, Herkules, Schlangenträger, Schlange und Skorpion zum Südpunkt des Himmels.

Der hellste Stern im Skorpion, Antares, verdankt seinen Namen seiner ausgeprägten roten Farbe, wegen der er mit dem rötlichen Mars, von den Griechen Ares genannt, in Verbindung gebracht wurde. Sein Abstand von der Erde beträgt 130 Lichtjahre. Da er uns trotzdem als ein Stern 1. Größe erscheint, ergibt sich, daß er an Leuchtkraft unsere Sonne um mehr als das 300fache übertreffen muß. Eine besondere Bedeutung kommt dem Stern auch deswegen zu, weil er zu den wenigen Sternen gehört, deren Durchmesser durch direkte Messung mit Hilfe des Michelsonschen Interferometers bestimmt worden sind. Pease gibt für den scheinbaren Durchmesser einen Winkelwert von 0",04 an. Unter Zugrundelegung der obengenannten Entfernung ergibt sich daher, daß sein Durchmesser den der Sonne um das 170fache übertrifft. Der Stern zählt also zu den roten Riesen. Sein Spektrum gehört dem Typ Ma an. Antares ist ein spektroskopischer Doppelstern und hat im Positionswinkel von 273° im Abstände von 3" einen Begleiter 7. Größe, der unter günstigsten Umständen im Dreizöller sichtbar ist. Neben diesem schwer zu trennen-

den Paar enthält das Sternbild noch einige leichter auflösbare Doppelsterne. So hat der Stern β, der selbst 3<sup>m</sup> ist, im Abstände von 13" einen Begleiter 5. Größe. Der mehrfache Stern ν, der in großen Instrumenten sogar vierfach gesehen werden kann, zerlegt sich in einem zweizölligen Fernrohr in 2 Komponenten von 41" Abstand. Der Stern ξ ist in kleinen Rohren ebenfalls als Doppelstern mit einem Abstand von 7" erkennbar. Der Hauptstern zerlegt sich gleichfalls in größeren Fernrohren in 2 Komponenten. Der nicht weit von Antares abstehende Stern σ hat einen Begleiter 8. Größe im Abstände von 20". Im Skorpion befindet sich eine Anzahl Sternhaufen und Nebel, wie nicht anders zu erwarten ist, da die Milchstraße durch dieses Sternbild hindurchgeht.

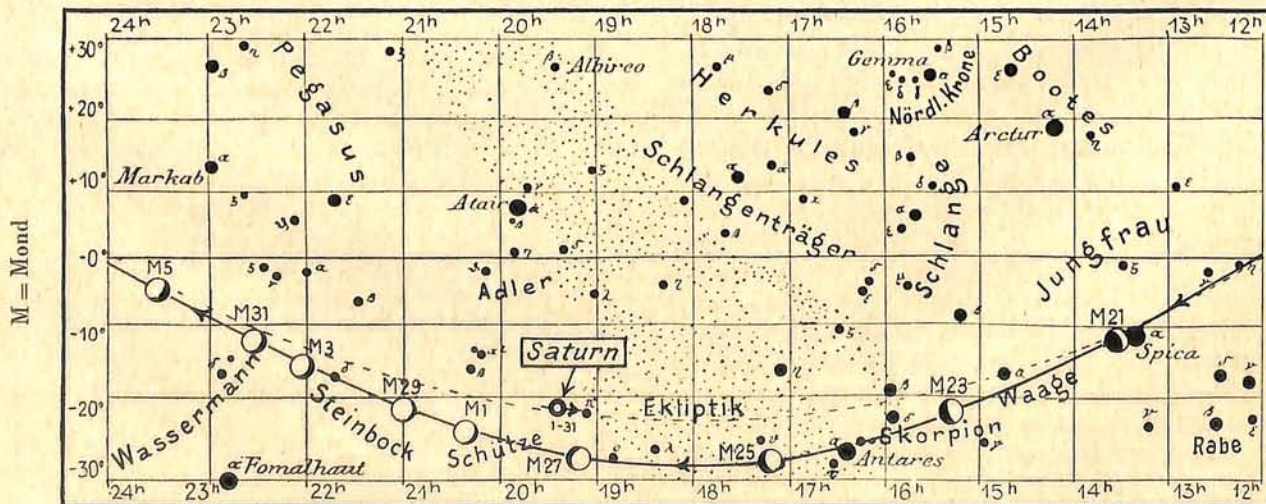
Die Milchstraße wird wieder deutlicher sichtbar als in den vorhergehenden Monaten. Besonders interessant ist ihr Verlauf in den Sternbildern Kassiopeia und Schwan und die in diesem Sternbild stattfindende Gabelung.

## Die Planeten.

Ein Blick auf unsere Planetenkarte verrät uns, daß sich im Juli die meisten Wandelsterne in der Nähe der Sonne aufhalten, und daß sie daher nicht gut zu beobachten sind. Nur Saturn macht hiervon eine Ausnahme.

Merkur geht bald nach der Sonne unter und bleibt deshalb für das bloße Auge unsichtbar.

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



Venus ist etwa eine halbe Stunde lang vor Sonnenaufgang als Morgenstern zu beobachten. Im Fernrohr kann man erkennen, daß sie in ihrer jetzigen Stellung zur Sonne fast voll beleuchtet ist. Nur am westlichen Rande fehlt ihr ein schmales Stückchen.

Mars marschirt aus dem Sternbild des Löwen in die Jungfrau und ist noch immer am Abendhimmel zu beobachten. Seine Sichtbarkeitsdauer nimmt jedoch ständig ab. Sie beträgt am Monatsanfang etwa  $\frac{3}{4}$  Stunden und geht zum Monatsende auf eine knappe Viertelstunde zurück. Am Nachmittag des 19. Juli wird Mars vom Monde bedeckt. Trotz der Tageshelligkeit dürfte es bei klarem Himmel möglich sein, diese Erscheinung im Fernrohr zu verfolgen. Die Zeiten sind aus der Tabelle der Sternbedeckungen zu entnehmen.

Jupiter ist im Juli unsichtbar, da er am 25. des Monats in Konjunktion mit der Sonne steht.

Saturn, im Sternbild des Schützen, ist die ganze Nacht hindurch zu beobachten. Seine Helligkeit übertrifft die von Atair im Adler um eine halbe Größenklasse. Saturn ist daher über dem südlichen Horizont das auffallendste Gestirn. Am 1. Juli geht er eine Stunde nach Mitternacht durch den Meridian, am 15. erreicht er seine höchste Stellung fast genau um Mitternacht, und am Monatsende erfolgt sein Meridiandurchgang bereits um  $22\frac{3}{4}$ h. Der hellste Mond des Saturn, Titan, ist am 7. und 23. Juli in westlicher Elongation und am 14. und 30. in östlicher Elongation zu finden.

Uranus erscheint allmählich immer früher vor Sonnenaufgang. Sein Ort ist am 15. Juli: Rekt. =  $1^h 12^m,4$  und Dekl. =  $+ 6^\circ 58'$ .

Neptun verschwindet im Juli in den Strahlen der Sonne.

### Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne steigt im Laufe des Juli um fast  $5^\circ$  von ihrer sommerlichen Hochstellung hinab. Die Tageslänge verkürzt sich von  $16\frac{3}{4}$  Stunden auf  $15\frac{3}{4}$  Stunden.

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

	Aufgang	Untergang
Juli 1.	3h 46m	20h 32m
„ 15.	4h 0m	20h 23m
„ 31.	4h 22m	20h 1m

Weitere wichtige Angaben finden sich in folgender Tabelle:

Datum	Rektasz. 0 <sup>h</sup> Weltzeit		Deklin. 0 <sup>h</sup> Weltzeit		Sternzeit Berlin.Mittag		Zeitgleichg. wahre minus mittlere Zeit	
	h	m	o	'	h	m	m	s
Juli 1.	6	35,7	+ 23	12	6	34,2	- 3	29
„ 5.	6	52,3	22	54	6	49,9	4	14
„ 10.	7	12,8	22	24	7	9,6	5	3
„ 15.	7	33,2	21	43	7	29,4	5	42
„ 20.	7	53,4	20	54	7	49,1	6	9
„ 25.	8	13,3	19	55	8	8,8	6	21
„ 30.	8	33,0	+ 18	49	8	28,5	- 6	19

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

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

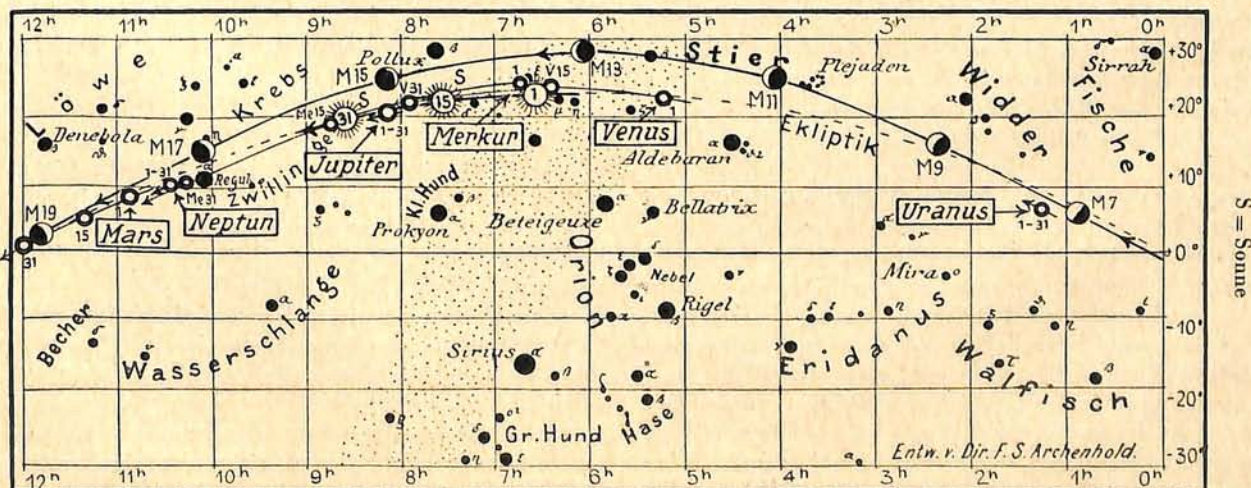
Letztes Viertel:	Juli 8.	$0\frac{3}{4}$ h
Neumond:	„ 15.	$13\frac{1}{4}$
Erstes Viertel:	„ 22.	$6\frac{1}{4}$
Vollmond:	„ 29.	$13\frac{3}{4}$ h

Am 6. Juli steht der Mond in Erdferne, am 18. in Erdnähe. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt an diesen beiden Tagen  $29'37''$  und  $32'44''$ , die Horizontalparallaxe  $54'15''$  bzw.  $59'59''$ .

für den Monat Juli 1931.

Abb. 2b.

Nachdruck verboten.



Von den Bedeckungen durch den Mond sind zwei von besonderem Interesse. In den Nachmittagsstunden des 19. Juli tritt Mars hinter den Erdrabanten, und am 21. wird der Stern 1. Größe Spika vom Mond bedeckt. Die nachfolgende Tabelle enthält nähere Angaben über diese Erscheinungen. Die Anwendung der Hilfsgrößen a und b, die eine genäherte Bestimmung der Zeiten für alle Orte innerhalb Deutschlands gestatten, ist in Heft 3 dieses Jahrgangs erklärt.

Juli	Name	Gr.	Rekt. 1931		Dekl. 1931		Phase	Zeiten für Berlin M. E. Z.		Win- kel	Mond- alter	Hilfsgrößen	
			h	m	o	'		h	m			o	d
11.	$\tau$ Arietis	5,1	3	17,2	+ 20	54	A	2	42,5	242	25,0	+ 0,1	+ 1,8
19.	Mars	1,6					E	16	1,5	134	4,1	- 1,1	- 1,1
19.	"	1,6					A	17	14	302	4,2	- 1,1	- 1,3
21.	$\alpha$ Virginis	1,2	13	21,6	- 10	48	E	20	32,5	70	6,3	- 1,3	- 1,2
21.	$\alpha$ Virginis	1,2					A	21	15	350	6,3	- 0,5	- 2,0

E=Eintritt, A=Austritt

### Bemerkenswerte Konstellationen.

Juli <sup>h</sup>

1. 1 Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
5. 23 Erde in Sonnenferne.
8. 11 Uranus in Konjunktion mit dem Monde.
9. 21 Merkur in Konjunktion mit Jupiter.
13. 9 Saturn in Opposition zur Sonne.
14. 9 Venus in Konjunktion mit dem Monde.
16. 1 Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.

Juli <sup>h</sup>

16. 20 Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
18. 10 Neptun in Konjunktion mit dem Monde.
19. 16 Mars in Konjunktion mit dem Monde.
25. 21 Jupiter in Konjunktion mit der Sonne.
26. 6 Uranus stationär.
28. 5 Saturn in Konjunktion mit dem Monde.

## AUS DEM LESERKREISE

### Meteorbeobachtungen.

Am 13. Februar 1931 gegen 7 Uhr abends hatte ich Gelegenheit, ein ganz besonders schönes Meteor zu beobachten. Es lief aus dem Kleinen Bären nicht allzu schnell durch den Drachen auf den Bootes zu. Während das Meteor den Drachen durchlief, leuchtete es intensiv rot. Dann blieb es einige Sekunden in blauer Färbung sichtbar. Es war 7—8 Sekunden zu sehen. Die Landschaft war fast taghell erleuchtet.

Schwerin i. M.

W. W. Spangenberg.

Am 15. März 1931 19<sup>h</sup>56<sup>m</sup> bemerkte ich am SSO-Horizont ein Meteor. Aus dem Sternatlas las ich ab: Aufleuchtungspunkt:  $\alpha = 9^{\text{h}}35^{\text{m}}$ ,  $\delta = -12^{\circ}$ ; Erlöschungspunkt  $\alpha = 8^{\text{h}}40^{\text{m}}$ ,  $\delta = -21^{\circ}$ . Die Farbe war ein deutliches Gelb, die Helligkeit 2<sup>m</sup>,5. Das Meteor bewegte sich sehr langsam fort; die Erscheinung dauerte 4 Sek. Am Ende der Bahn flackerte das Meteor etwas auf, wobei ein schwacher Schweif zu bemerken war, der vor dem Ende der Bahn wieder verschwand.

Berlin-Johannisthal.

W. v. Bezold.

Am 17. Mai 1931 20<sup>h</sup>58<sup>m</sup> M.E.Z. zeigte sich am nordöstlichen Himmel von Dresden eine prächtige Feuerkugel von mehrfacher Venushelligkeit. Etwa jupiterhell tauchte sie unter  $\alpha$  Ursae majoris auf, flog langsam in leichtem Bogen nach NO herab, wurde unter Sprüherscheinungen immer heller und war etwa  $\frac{1}{3}$  so groß wie die Mondscheibe, als sie hinter einer Wolke verschwand und für den Beobachter unsichtbar wurde. Der Endpunkt des verfolgbaren Fluges lag zufällig mit Wega in gleicher Höhe, die sich gerade  $6^{\circ}$  weiter nach N befand. Anfangs leuchtete das himmlische Gebilde weiß,

wurde vorübergehend kräftig grün, und rote Tönungen traten eben auf, als es sich den Blicken entzog. Einer Feuerwerksrakete ähnlich, hinterließ es einen schmalen Schweif, der nur wenige Sekunden lang die durcheilte Flugbahn andeutete.

Als angenäherter Ort des Erscheinens wurde gefunden:  $\alpha = 234^{\circ}$  und  $\delta = +52^{\circ}$ . Verfolgt wurde die Feuerkugel bis  $\alpha = 274^{\circ}$  und  $\delta = +34^{\circ}$ . Der Weg unter den Sternen führte vom Drachen aus durch den nördlichen Herkules bis in die Leier. Der von der Feuerkugel am Himmel beschriebene Weg von  $34^{\circ}$  wurde in knapp 6 Sekunden durchflogen. Erkennungszeichen einer Explosion wurden nicht bemerkt. Nach Angabe einer hiesigen Zeitung ist die Erscheinung bis nach Schlesien hinein beobachtet worden; selbst aus Breslau liegen Meldungen vor, was darauf schließen läßt, daß die Feuerkugel in beträchtlicher Höhe aufflammte.

Dresden-Trachau.

(Oestl. Länge  $13^{\circ} 42'$ ; nördl. Breite  $51^{\circ} 6'$ )

Horst Fehre.

Am 1. Juni gegen 22<sup>h</sup>5<sup>m</sup> wurde in Berlin ein auffallend helles Meteor gesichtet, über das von verschiedenen Seiten Meldungen eingegangen sind. Die Erscheinung spielte sich am westlichen Himmel ab und dauerte 2—3 Sekunden. Der Kopf des Meteors erschien bläulich und zog einen rötlichen Schweif hinter sich her, in dem von einigen Beobachtern einzelne Funken gesehen wurden. Da diese auffallende Erscheinung wahrscheinlich auch außerhalb Berlins beobachtet worden ist, so bitten wir um Zusendung näherer Angaben. Ueber die zu beachtenden Punkte siehe das vorhergehende Heft, S. 107.

Die Schriftleitung.

## KLEINE MITTEILUNGEN

**Strömungen in Sternatmosphären.** Wie Professor Guthnick in den Sitzungsberichten der Preussischen Akademie der Wissenschaften (Physik.-math. Klasse, 1931, II) berichtet, ist es durch gleichzeitige Ausführung von Radialgeschwindigkeitsbestimmungen und lichtelektrischen Helligkeitsmessungen möglich geworden, einen Einblick in die Vorgänge auf den Oberflächen der Fixsterne zu gewinnen. Bereits vor anderthalb Jahrzehnten war der Plan zu diesen Beobachtungen gefaßt worden, als die Professoren Guthnick und Prager bei mehreren Sternen merkwürdige schnelle und ungleichmäßige Helligkeitsschwankungen geringer Amplitude entdeckt hatten; doch mußte die Ausführung dieses Plans bis zum vergangenen Jahre zurückgestellt werden.

Als erster Stern dieser schwachveränderlichen Art wurde die *Wega* in der Leier genauer untersucht. Die Spektralaufnahmen für die Radialgeschwindigkeitsmessungen wurden mit einem am 125-cm-Reflektor angebrachten Spektrographen von 72 cm Brennweite gewonnen. Die Dispersion betrug in dem fast ausschließlich benutzten Bereich  $\lambda$  3750 bis  $\lambda$  4000 etwa 12 bis 16 Å auf 1 mm. Für kleinere und mittlere Zentridistanzen betrug die Belichtungszeit in der Regel 3m, so daß die einzelnen Aufnahmen schnell aufeinander folgen konnten. Für die Ausmessung der Spektrogramme dienten hauptsächlich Eisenlinien, aber auch solche des Wasserstoffs, Kalziums, Magnesiums und einiger anderer Elemente.

Die Ausführung und Bearbeitung der lichtelektrischen Messungen wurden von Frl. Dr. Güssow am 31-cm-Reflektor der Babelsberger Sternwarte vorgenommen. Der Bearbeitung wurden 27 vollständige Vergleiche der Helligkeit der *Wega* mit  $\mu$  Lyrae zugrunde gelegt, die am 3. Oktober 1930 zwischen 20<sup>h</sup>28<sup>m</sup> und 0<sup>h</sup>31<sup>m</sup> Sternzeit gewonnen wurden. Die Spektralaufnahmen begannen um 20<sup>h</sup>25<sup>m</sup> und endeten um 1<sup>h</sup>20<sup>m</sup>. Sie konnten länger fortgesetzt werden als die lichtelektrischen Messungen, die wegen des Herabsteigens der *Wega* abgebrochen werden mußten, weil genaue Helligkeitsmessungen in Zenitdistanzen über 60° in Babelsberg nicht möglich sind. Im ganzen wurden 31 Spektrogramme dieses Abends verwertet.

Das Ergebnis der Beobachtungen war, daß die Helligkeit der *Wega* an diesem Abend um 0,043 Größenklassen schwankte, die Radialgeschwindigkeit um etwa 4 km. Einem Maximum der Helligkeit entsprach ein Minimum der Radialgeschwindigkeit, und im ganzen verlief die Änderung der Helligkeit fast spiegelbildlich zur Veränderung der Radialgeschwindigkeit. Auf Grund dieser deutlichen Beziehungen ist nunmehr einerseits die Realität der Helligkeitsschwankungen trotz ihres geringen Ausmaßes völlig gesichert, und andererseits ist auch die Veränderlichkeit der Radialgeschwindigkeit der *Wega* ebenfalls außer Zweifel gesetzt. Prof. Guthnick, dessen Worte wir hier fast wörtlich zitieren, weist darauf hin, daß der aufgedeckte Zusammenhang zwischen Helligkeit und Radialgeschwindigkeit bei der *Wega* ganz dem bei den  $\delta$ -Cephei und verwandten Sternen gefundenen entspricht, nur mit dem Unterschied, daß die Veränderungen bei der *Wega* nicht periodisch

sind. Jedenfalls ist es bisher noch nicht gelungen, auch nur die Andeutung einer Periodizität zu finden. Zuweilen setzen die Helligkeitsschwankungen sogar fast ganz aus. Dies ist z. B. am 17. Oktober 1930 der Fall gewesen, nachdem noch am 16. Oktober eine sehr ausgeprägte Schwankung von etwas mehr als 0,04 Größenklassen beobachtet war. Das Verhalten der Radialgeschwindigkeit an diesem Tage soll gleichfalls noch untersucht werden. Da jedoch die Bearbeitung der Spektrogramme viel Zeit in Anspruch nimmt, ist dies bisher noch nicht möglich gewesen. Prof. Guthnick gibt an, daß die Berechnung der am 3. Oktober ausgeführten lichtelektrischen Messungen kaum soviel Zeit erforderte wie die Auswertung einer einzigen Spektralaufnahme, für deren Ausmessung durchschnittlich etwa 3 Stunden erforderlich sind.

Die Erklärung für die gleichzeitigen Schwankungen der Helligkeit und der Radialgeschwindigkeit des Sterns ist in Strömungen innerhalb der Sternatmosphäre zu suchen. Ein Umstand von besonderer Wichtigkeit ist, daß die Spektrallinien sich bezüglich der Schwankungen ungleich verhalten. Nach dem bisher vorliegenden Beobachtungsmaterial ist es zweifellos, daß die Linien des zweifach ionisierten Kalziums H und K nicht an den Schwankungen der übrigen Linien teilnehmen, sondern eigenen abweichenden Schwankungen unterliegen. Die Wasserstofflinien dagegen nehmen ganz ausgesprochen an den Schwankungen der Mehrzahl der Linien teil. Dies weist darauf hin, daß die Strömungen in Schichten der Sternatmosphären auftreten, die tiefer liegen als die, in denen die im *Wega*-Spektrum recht schmalen und scharfen Kalziumlinien hauptsächlich hervorgebracht werden. Für die genauere Untersuchung des Verhaltens der verschiedenen Gruppen von Spektrallinien, die bis zu einem gewissen Grade Aufschluß über den Aufbau der Atmosphäre dieses A-Sterns geben kann, soll die Vermehrung des ausgemessenen Spektralmaterials abgewartet werden.

Wie *Wega* dürften nach den früheren Untersuchungen der Professoren Guthnick und Prager auch die Sterne *Kapella* und  $\gamma$  Lyrae für gleichartige Untersuchungen besonders interessante Objekte sein. G. A.

**Neuer heller Algolveränderlicher.** Auf Ernstar-Aufnahmen, die in Bamberg zum Zwecke der photographischen Ueberwachung des Himmels nach dem Plane Prof. Guthnicks hergestellt werden, fand ich einen, auch kleineren Instrumenten zugänglichen Algolveränderlichen im Großen Bären, der die Bezeichnung 317.1931 Ursae majoris erhielt. Es ist der BD-Stern + 46° 1659 (7,0. Größe, Kartenort für 1855,0: Rekt. = 10<sup>h</sup>36<sup>m</sup>47<sup>s</sup>,6, Dekl. = + 46° 19',3). Die Entdeckung ist angezeigt im *Beob.-Zirk.* 1931, Seite 23. Eine erste Bearbeitung ergab (*A. N.* 242, S. 177) für die Periode des Lichtwechsels 3,06199 Tage. Die Helligkeit schwankt visuell zwischen 6<sup>m</sup>,87 und 9<sup>m</sup>,1. Das Spektrum des Sterns ist B<sub>8</sub>. Vielleicht ist auch der in der Nähe befindliche Stern BD + 47° 1805 schwach veränderlich.

Interessant ist, daß in Babelsberg Dr. Schneller nur einen Tag später unabhängig von mir den Stern als veränderlich erkannte (*A. N.* 242, S. 180). Vielleicht



setzt ihn einer der Leser des „Weltall“ auf sein Programm. Der Stern steht dicht bei  $\psi$  Ursae majoris, der auch mit bloßem Auge sichtbar ist. Am 27. Juni 22 $\frac{1}{4}$ h ist er im kleinsten Lichte. Die weiteren Minima sind leicht durch Addition von 3 Tagen und 1 $\frac{1}{2}$  Stunden zu errechnen.

Dr. Hans R ü g e m e r.

**Kleine Planeten im Juli 1931.** Im Juli d. J. sind die Planetoiden Vesta und Parthenope auch mit kleineren Instrumenten zu beobachten. Die Helligkeit der Vesta erreicht die 6. Größenklasse, so daß dieser Planet trotz seiner stark südlichen Deklination gut zu erkennen sein wird. Wir geben im nachstehenden die Ephemeriden der beiden kleinen Himmelskörper an:

(11) Parthenope		(4) Vesta	
Rekt.	Dekl.	Rekt.	Dekl.
Juni 20. 18 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup>	— 18° 47'	Juni 20. 19 <sup>h</sup> 26 <sup>m</sup>	— 21° 5'
28. 18 50	19 11	28. 19 19	21 53
Juli 6. 18 42	19 39	Juli 6. 19 11	22 42
14. 18 34	20 7	14. 19 3	23 30
22. 18 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup>	— 20° 36'	22. 18 55	24 15
		30. 18 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup>	— 24° 54'
Opposition Juli 3.		Opposition Juli 8.	
Größte Helligkeit 8 <sup>m</sup> .7.		Größte Helligkeit 6 <sup>m</sup> .0.	
		G. A.	

**Die Farbe des Sirius** wird von mehreren alten Schriftstellern wie Seneca, Cicero, Horaz und auch von Ptolemäos als rot angegeben. Eine wirkliche Farbänderung dieses weißen A-Sterns in historischer Zeit anzunehmen, stößt auf unüberwindliche physikalische Schwierigkeiten und ist um so mehr abzulehnen, als andere zeitgenössische Schriftsteller wie z. B. Manilius den Hundsstern als bläulich bezeichnen. Nach einer mehrfach geäußerten Meinung, die zuletzt wieder von Prof. Dittrich stark vertreten worden ist, ist die Bezeichnung „rot“ für die Farbe des Sirius darauf zurückzuführen, daß dieser Stern bei seinem früher hauptsächlich beobachteten Auf- und Untergange ebenso wie die Sonne infolge des Einflusses der Erdatmosphäre rötlich erschien.

Prof. Graff, der sich s. Z. auf einer Beobachtungsstation in Porto Christo auf der Mittelmeerinsel Mallorca befindet, hat die Farbe des aufgehenden Sirius durch direkte Messungen bestimmt. Es wurde bestätigt, daß Sirius in Horizontnähe eine intensiv rote Färbung annimmt, und daß er noch in einer Höhe von etwa 7°, d. h. über eine halbe Stunde nach dem Aufgang, sehr wohl als rötlich angesprochen werden darf. Durch diese Beobachtungen dürfte eine alte Streitfrage endgültig geklärt sein.

G. A.

## BÜCHERSCHAU\*)

**von Klüber, Dr. Harald: Das Vorkommen der chemischen Elemente im Kosmos.** 170 Seiten, 12 Abb. im Text und auf einer Tafel. Verlag Joh. Ambrosius Barth, Leipzig 1931. Preis brosch. 18 M., geb. 20 M.

Das Erscheinen dieses Buches ist sehr zu begrüßen, denn es fehlte in der Literatur bisher eine kurze, fachmännisch bearbeitete Abhandlung über die Verteilung der chemischen Elemente in der Welt. Das Werk ist für einen weiteren Kreis naturwissenschaftlich forschender und interessierter Leser geschrieben, die einen zusammenfassenden Ueberblick über das gestellte Thema zu erhalten wünschen. Der Inhalt gliedert sich in Abschnitte über die Meteorite, den Mond, die Planeten, Kometen, die Sonne, Fixsterne und Nebel. In einem Anhang soll eine eingehende Literaturangabe zu weiteren Studien anregen. Bei der Beschreibung der einzelnen Körper werden die neuesten Forschungsmethoden und Beobachtungen herangezogen. Das Buch ist durchweg außerordentlich interessant und gibt auf dem Wege über die chemische Zusammensetzung der Gestirne ein plastisches Bild unseres Wissens von den Himmelskörpern.

Dr. W.

**Teudt, Wilhelm: Germanische Heiligtümer.** Beiträge zur Aufdeckung der Vorgeschichte, ausgehend von den Externsteinen, den Lippequellen und der Teutoburg. Zweite, neu bearbeitete und vermehrte Auflage. 303 S. mit 81 Abb. und einer Karte. Eugen Diederichs Verlag, Jena 1931. Pr. kart. 7,50 M., geb. 9,50 M.

Teudt ist ein Vorkämpfer um die gerechte Würdigung germanischer Kultur. Sein 1929 erschienenenes und im „Weltall“ (Jg. 29, H. 9) von Prof. Dittrich besprochenes Buch „Germanische Heiligtümer“ benötigte schon nach dieser kurzen Zeit eine zweite Auflage. Uns interessiert in ihm die Darstellung einer hochentwickelten germanischen Astronomie, die wie alle Urastronomie kalendrarischen Zwecken diente und religiös verinnerlicht

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

wurde. Teudt geht von den Externsteinen bei Horn in Lippe aus, die er als Gestirnsheiligtum nachweist, an dem der Sonnenstand am längsten Tage und die größte Mondweite festgestellt wurde. Ein neuer Runenfund ist als uraltes Ideogramm zahlreicher alter Völker mit Beziehung auf die Wintersonnenwende erkannt worden.

Eine bedeutende Erweiterung hat der Abschnitt über den Gutshof Oesterholz, eine Pflegstätte altgermanischer Astronomie gefunden. Nach den s. Z. von Nissen aufgestellten Grundsätzen astronomischer Orientation, deren Übung noch heute nachweislich bei Naturvölkern besteht, darf es als gesichert gelten, daß unter Ausschluß des zufälligen Zustandekommens eine astronomische Anlage vor uns steht. Oesterholz bildet ein großes Sechseck. Die Azimute aller 6 Seiten decken sich z. T. mit überraschend großer Genauigkeit mit den für 1850 v. Chr. errechneten Azimuten der Untergänge von Sirius, Kapella und  $\delta$  Orionis, sowie des Aufgangs von Kastor und der äußersten Auf- und Untergänge des Mondes.

Die Bedeutung von Oesterholz für die Geschichte der Astronomie liegt in der Feststellung der Tatsache, daß die Sarosperiode in Germanien bekannt war, und daß die Auf- und Untergänge von Gestirnen beobachtet wurden. Sehr interessant ist die erst später bemerkte Tatsache, daß alle diese Sterne in anderen Mythen mit der weiblichen Fruchtbarkeitsgöttin in Zusammenhang stehen, daß also Oesterholz als ein Heiligtum der Göttin Ostara anzusehen ist.

Auf Grund astronomischer Beobachtungen ist in weiten Teilen Germaniens der Brauch einer Nord- und Osteinstellung heiliger Bauten und anderer öffentlicher Stätten zueinander geübt worden. Auch sind Einstellungen auf die Örter der Sonnenwende sowie andere Ortungen nachweisbar. Es dürfte eine interessante Aufgabe sein, das in historische und kulturelle Erörterungen eingeschlossene Material klar herauszuschälen, da dies dem Leser auch mit Hilfe des diesmal besseren Inhaltsverzeichnisses nicht immer leicht gemacht wird.

Al.

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

# DAS WELTALL

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

30. Jahrgang Heft 10/11

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

Juli/August 1931

## Inhaltsverzeichnis:

1. Sonnenfleckperiode und Witterungsschwankungen. Von Dr. K. Schmidt, Karlsruhe. (Mit drei Abbildungen.) . . . . .	Seite 137
2. Marksteine auf dem Wege des Eindringens in das Weltall. Von Prof. Dr. Fr. Dannemann. X. Die Erforschung der physikalischen und chemischen Natur der Gestirne. . . . .	„ 141
3. Himmelpolarisation. Von Albert Hofmann, Mehlem. (Mit 18 Figuren.) . . . . .	„ 142
4. Zeitrechnung und Astronomie bei den Maya. Von Dr. P. Schellhas. (Mit vier Abbildungen.) . . . . .	„ 149
5. Weltall und Schule. Von Konrektor L. W. Roose. . . . .	„ 151
6. Der gestirnte Himmel im August und September 1931. Von Dr. F. S. Archenhold und G. Archenhold. (Mit Sternkarten und Karten des Laufes von Sonne, Mond und Planeten für beide Monate.) . . . . .	Seite 153
7. Kleine Mitteilungen: Die Spektren der Plejadensterne. — Ein aztekischer Kalenderstein. (Mit einer Abbildung.) — Das neue physikalische Kabinett der Treptow-Sternwarte. — Auffindung des Enckeschen Kometen. — Graphische Vorausbestimmung des Ein- und Austritts einiger Mondkrater bei der Finsternis am 26. September 1931. . . . .	„ 157
8. Bücherschau. . . . .	„ 160

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

## Sonnenfleckperiode und Witterungsschwankungen.

Von Dr. K. Schmidt, Karlsruhe.

(Mit drei Abbildungen.)

Die Vermutung, daß die von Jahr zu Jahr erfolgenden Änderungen der Sonnenfleckenzahl periodischen Charakter besitzen könnten, tauchte zuerst im Jahre 1776 auf. Nach diesem ersten von Horrebow gegebenen Hinweis vergingen jedoch viele Jahre, bis Schwabe an Hand seiner 1826 begonnenen systematischen Beobachtung der Sonnenflecken eine Periodizität tatsächlich nachweisen konnte. Heute sind wir über diese Frage eingehend aufgeklärt, in der Hauptsache durch die Arbeiten R. Wolf's in Zürich und seines Nachfolgers A. Wolfer. Aus dem gesamten zur Verfügung stehenden Beobachtungsmaterial ergibt sich bekanntlich eine mittlere Sonnenfleckperiode von rund  $11\frac{1}{9}$  Jahren. Es scheinen auch noch einige weitere Perioden eingelagert zu sein, so zum Beispiel eine verhältnismäßig deutliche von etwa 33,3 Jahren, doch ist die 11jährige Schwankung wegen ihrer großen Amplitude die bei weitem wichtigste. Auch reicht für eine genügend sichere Definition von Perioden größerer Länge der zur Verfügung stehende Beobachtungszeitraum noch nicht aus.

Es ist nicht verwunderlich, daß bald nach Bekanntwerden dieser 11jährigen Sonnenfleckperiode eine gleichsinnige Variation der erdmagnetischen Elemente gefunden wurde, wenn man den überraschenden Paral-

lismus beider Erscheinungen bedenkt. Selbst im einzelnen, also nicht nur in Monats- und Jahresmitteln, bleibt er dergestalt gewahrt, daß auch ein großer Fleck beim Durchgange durch den Mittelmeridian der Sonne fast zu gleicher Zeit große magnetische Schwankungen auf der Erde auslöst.

Der Versuch, eine den Sonnenflecken entsprechende Periode nun auch in den meteorologischen Elementen nachzuweisen, lag daher durchaus nahe. Aber erst in den letzten Dezennien des vorigen Jahrhunderts sind derartige Untersuchungen mit größerem Eifer und von mehreren Forschern durchgeführt worden. Jetzt liegen zahlreiche Arbeiten vor, die systematisch den säkularen Verlauf der Klimaelemente auf periodische Schwankungen und deren Beziehung zu den Sonnenflecken behandeln. In jüngster Zeit hat besonders W. Schostakowitsch, der Direktor des Magnetischen und Meteorologischen Observatoriums in Irkutsk, dieses Thema behandelt und eine Reihe bezüglicher Abhandlungen in den letzten Jahrgängen der Meteorologischen Zeitschrift veröffentlicht.

Studiert man diese, heute zu einer ansehnlichen Masse angewachsene Literatur, dann stellt man — objektive Einstellung vorausgesetzt — ein so ziemlich allen Arbeiten gemein-

sames Bestreben fest, die Sonnenfleckperiode, koste es, was es wolle, aus den Schwankungen der einzelnen Klimaelemente herauszuschälen. Wenn wir berücksichtigen, daß die zeitlichen Schwankungen eines solchen Elementes, sagen wir zum Beispiel der Temperatur, von dem Zusammenwirken einer ganzen Reihe Momente bestimmt werden, und daß dementsprechend das Element einen außerordentlich unregelmäßigen und auf Antrieb durchaus nicht periodisch aussehenden Verlauf zeigt, dann erscheint uns der Nachweis von Periodizitäten doch eigentlich mehr als mathematisches Jonglieren mit der Zahlenmasse, für das wir — zunächst wenigstens — noch keine physikalische Interpretation haben. Man muß sich demnach die Ergebnisse solcher Periodenanalysen, so interessant und wertvoll sie an sich auch sein mögen, vorerst immer nur als etwa gefundene formale Übereinstimmung vor Augen halten, für deren kausalen Zusammenhang wir heute noch keinerlei Belege haben.

Den gegenwärtigen Stand unserer Erkenntnis herein und die Berechtigung des erwähnten Vorbehaltes beleuchtet am besten die Tatsache, daß wir bis heute nicht sicher wissen, welcher Art die Beziehung zwischen Sonnenfleckhäufigkeit und Intensität der Sonnenstrahlung ist. Die von der Sonne ausgehende Strahlung ist bekanntlich Energiequelle der atmosphärischen Zirkulation, und mögliche Schwankungen dieser Strahlung werden sich notwendig in Zirkulationsänderungen und damit im Verlauf der meteorologischen Elemente widerspiegeln. Nun hatte man lange die Vorstellung, daß höheren Sonnenfleckrelativzahlen in der Regel eine höhere Solar-konstante\*) entspräche, und stützte sich dabei in der Hauptsache auf unvollkommene, vor 1912 liegende Beobachtungsergebnisse. Erstmals 1924 hat W. E. Bernheimer (Univ.-Sternwarte Wien) nachgewiesen, daß ein derartiger Zusammenhang nicht besteht. Unabhängig von ihm betonte Jssai Yamamoto (Tokio) 1926: „Es ist klar, daß, statistisch gesprochen, praktisch keine Beziehung zwischen Sonnenfleckrelativzahlen und Solarkonstante besteht.“ Er geht also noch weiter und verneint eine Beziehung nicht nur im vorerwähnten Sinne, sondern überhaupt. F. Baur hat nun an Hand des bis 1929 vorliegenden Beobachtungsmaterials der Smithsonian Institution zwischen Sonnenfleck und Solarkonstante nur die Korrelation  $r = 0,19 \pm 0,08$  gefunden, aus der die Unhaltbarkeit der bisherigen These endgültig hervorgeht.

Wenn also, wie tatsächlich doch nachgewiesen werden konnte, eine gewisse Korrelation zwischen Sonnenfleckperiode und säkularen Schwankungen von Klimaelementen besteht, dann können wir heute keinerlei physi-

\*) Näheres über den Begriff Solarkonstante siehe „Das Weltall“, Jg. 27, S. 111.

kalische Erklärung geben; denn über irgendwelche ursächlichen Zusammenhänge wissen wir noch nichts. Die vorerst einzig denkbare und ursprünglich erwartete Beziehung durch Vermittlung der Solarkonstante hat sich, wie oben angeführt, als irrig erwiesen. Es ist unbedingt nötig, daß man sich diese Tatsache stets vor Augen hält und sich des völligen Dunkels bewußt bleibt, das uns in der Frage nach einer Beziehung zwischen Sonnenfleck und Witterungsschwankungen bislang entgegentritt. Nur dann werden wir mit der wünschenswerten Objektivität den gefundenen und zunächst offenbar nur formalen Übereinstimmungen von Periodizitäten mit einigem Erfolg auf den Grund gehen können. Die einfache Überlegung, daß Schwankungen der Klimaelemente nicht ausschließlich solaren Ursprungs sind, sondern ganz bedeutend auch durch irdische Einflüsse modifiziert werden können, daß somit die Atmosphäre eine Art Eigenleben führt und nicht unvermittelt auf solare Einwirkungen reagiert, zeigt die Schwierigkeit dieses Problems. Es bestimmen eben außer der Sonne auch andere und zwar wesentlich übergeordnete Ursachen den Ablauf atmosphärischen Geschehens.

Der Charakter einer solchen formalen Übereinstimmung läßt sich am besten an einem Beispiel erläutern, das ich im folgenden etwas eingehender behandeln werde: Ich habe die seit 1834 vollzählig vorhandenen Niederschlagsmessungen von Karlsruhe gewählt, da mir deren vollständiges Zahlenmaterial in der Veröffentlichung A. Peppler's im Meteorologischen Jahrbuch von 1930 für Baden zur Verfügung stand. Es handelt sich also um eine ansehnliche und zudem homogene Beobachtungsreihe, die mit ihrem 97 Jahre umfassenden Zeitraum für derartige Untersuchungen schon einige Aussicht auf Erfolg bietet.

Zeichnet man die jährlichen Niederschlagssummen der Reihe in Prozenten des 97jährigen Mittels, wie das in der dünn ausgezogenen gebrochenen Linie  $f(x)$  der Abbildung I geschehen ist, so sieht man, daß die Schwankungen von Jahr zu Jahr meist beträchtlich sind und mitunter Unterschiede bis zu 60 Einheiten aufweisen.

Man kann diese offensichtlich kurzperiodischen oder auch kurzen unperiodischen Schwankungen rechnerisch ausschalten, um die größeren Perioden deutlich zu machen, denn in dieser Darstellungsform ist keinerlei Systematik erkennbar. Abbildung I enthält noch eine zweite Kurve  $f'(x)$ , die aus  $f(x)$  durch Ausgleichung nach der Binomial-Formel:

$$f'(x)_n = \frac{1}{1024}(x_{n-5} + 10x_{n-4} + 45x_{n-3} + 120x_{n-2} + 210x_{n-1} + 252x_n + 210x_{n+1} + 120x_{n+2} + 45x_{n+3} + 10x_{n+4} + x_{n+5})$$

errechnet wurde. Sie zeigt uns einen wesent-

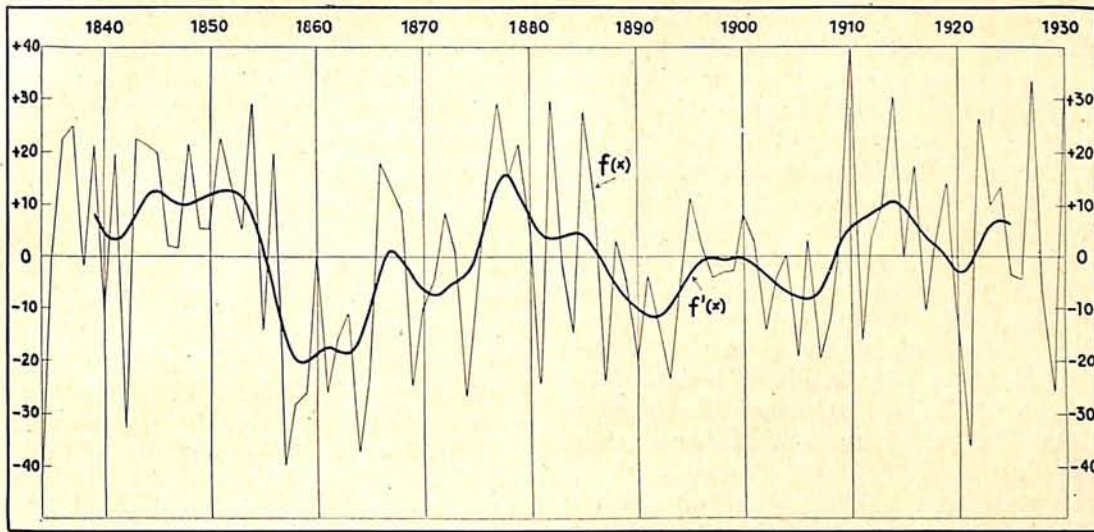


Abb. 1.

lich ausgeglicheneren Verlauf als die Ausgangskurve, doch müssen wir beachten, daß jede derartige Glättung in gewissem Sinne eine Vergewaltigung darstellt, die mitunter wesentliche Eigenheiten der ursprünglichen Kurve vertuschen oder auch vortäuschen kann.

In der so erhaltenen Kurve  $f'(x)$  erkennt man noch eine Anzahl übereinandergelagerter Perioden, oder wie man besser sagen sollte: Rhythmen. Wir möchten nun die 11jährige Sonnenfleckperiode deutlicher herauschälen und summieren zu diesem Zwecke linear und beim Jahre 1839, dem ersten Wert von  $f'(x)$ , beginnend jeweils 11 aufeinanderfolgende

Werte und teilen durch 11, dann dasselbe bei 1840, dem zweiten Wert, beginnend und so weiter. Wir erhalten dann als Mittel  $\frac{\text{Summe 1839 bis 1849}}{11}$  einen neuen Wert für 1844, als Mittel  $\frac{\text{Summe 1840 bis 1850}}{11}$  einen neuen Wert für 1845 und so weiter. Diese sogenannte Methode der übergreifenden linearen Mittelbildung liefert eine aus diesen neuen Werten gebildete Kurve, in der alle ursprünglich vorhandenen Perioden unterhalb 11 Jahren stark unterdrückt sind und eine etwaige 11jährige Periode vollkommen ausgeschieden ist. In Abbildung 2 ist sie als  $f''(x)$  eingezeichnet.

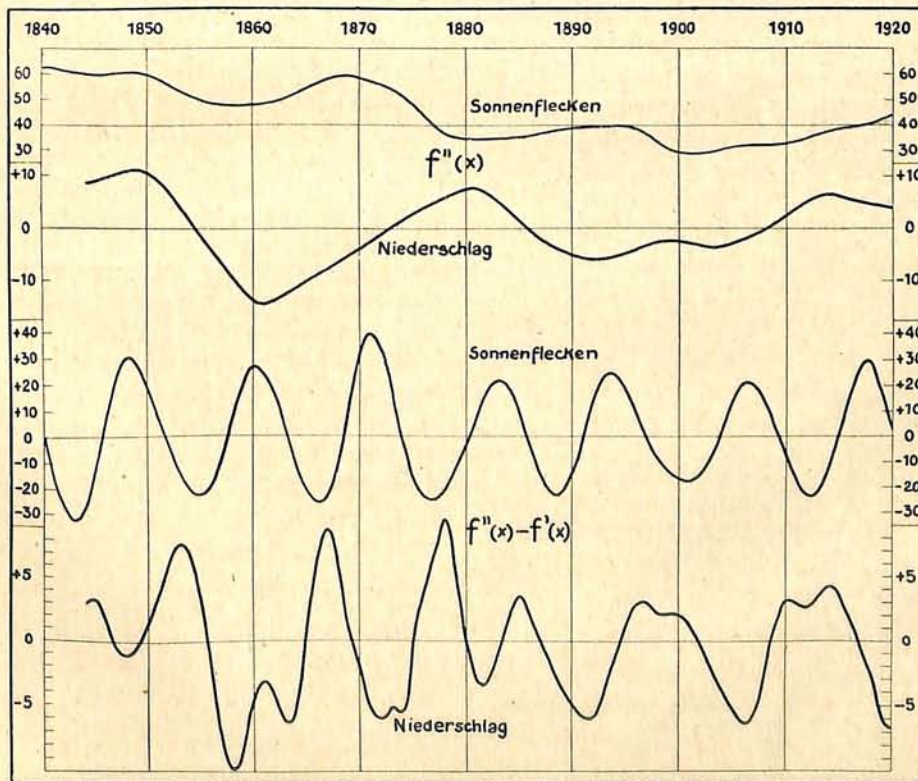


Abb. 2.

Bildet man nun die Differenz  $f''(x) - f'(x)$ , dann erhält man ziemlich isoliert eine etwa in den Ausgangswerten  $f(x)$  enthaltene 11jährige Periode.  $f''(x) - f'(x)$  zeigt, wie auch aus der Abbildung ohne weiteres zu entnehmen ist, sehr deutlich das Hervortreten einer Schwankung mit einer durchschnittlichen Periodenlänge von 11,7 Jahren. In der Abbildung ist auch eine Kurve der Sonnenfleckenrelativzahlen eingezeichnet, wie sie durch gleiche Behandlung der Ausgangswerte gewonnen wurde, also durch Binomialausgleichung und durch lineare übergreifende Mittelbildung über 11 Jahre. In dem betrachteten Zeitraume zeigen die Sonnenflecken eine Periode von 11,5 Jahren. Die Periodenlängen sind somit bei beiden Erscheinungen bemerkenswert gleich, besonders wenn man berücksichtigt, daß ein im Verhältnis zur Periodenlänge doch immerhin kurzer Zeitraum zu Grunde liegt, der nur 6 bis 7 Perioden enthält. Die Kurven zeigen außerdem eine weitere Gesetzmäßigkeit: einem Maximum der Sonnenflecken entspricht zeitlich jedesmal ein Minimum der Niederschläge und umgekehrt.

Das ist zweifellos ein weitgehender formaler Zusammenhang. Wie hoch können wir aber den praktischen Wert dieses Ergebnisses veranschlagen? Einen geeigneten Maßstab bietet dazu der Vergleich der Amplituden. Diese betragen bei der 11jährigen Periode der Niederschläge im Mittel 5,6 Einheiten (= Prozente des 97jährigen Mittelwertes), also noch nicht den zehnten Teil der von Jahr zu Jahr möglichen, kurzen unperiodischen Schwankungen der Originalwerte! Selbst im extremen Falle erreicht die betrachtete Periode nur 9 Einheiten. Der Anteil, den ein Einfluß der Sonnenfleckenperiode am säkularen Verlauf der Niederschlagswerte in Mitteleuropa besitzt, erweist sich hiernach als höchst unbedeutend im Vergleich zu den übrigen, offenbar irdisch bedingten Schwankungen. Damit wird auch jeder Versuch illusorisch, mit Hilfe

einer nach dieser Richtung zielenden Periodenanalyse brauchbare Vorhersagen selbst für die nahe Zukunft zu erlangen, wie sie in manchen Zweigen der Praxis zweifellos willkommen wären.

Nachdem an diesem ausführlich entwickelten Beispiel gezeigt werden konnte, daß wir abgesehen von dem rein erkenntnismäßigen Wert der aufgefundenen Parallelität zweier Erscheinungen weder in theoretischer noch praktischer Hinsicht auf diesem Wege auch nur einen Schritt weiter kommen können, möchte ich den Leser noch mit einigen ähnlichen Ergebnissen an anderem Material bekannt machen. Schon in dem oben angeführten Beispiel darf die Tatsache nicht übersehen werden, daß die Parallelität nur für den betrachteten, etwa 6 Perioden enthaltenden Zeitraum nachgewiesen werden konnte. Wir können uns sehr gut vorstellen, daß früher oder später einmal die gefundene Übereinstimmung gestört wird und beide Erscheinungen in Beziehung zueinander ein ganz anderes Gesetz befolgen. Es erweist sich auch hier, wie stets in solchen Fällen, der Beobachtungszeitraum als unzureichend. Erst wenn wir 20 bis 30 Perioden hindurch ein Gesetz bestätigt finden, dann können wir es mit einiger Wahrscheinlichkeit als immer gültig ansehen. Unter gleichem Gesichtspunkte sind die folgenden Ergebnisse zu werten.

In der Abbildung 3 ist der säkulare Verlauf von 5 gänzlich verschiedenen Elementen mit den Sonnenflecken verglichen. Wir erkennen eine zum Teil überraschend gute Übereinstimmung, die wohl am besten und den gesamten Zeitraum hindurch bei der Erdtemperatur vorhanden ist. Einem Maximalwert des Luftdruckes in Madras, der Erdtemperatur und der Sommertemperatur in Irkutsk entspricht wie bei den weiter oben behandelten Niederschlägen von Karlsruhe jeweils eine kleinste

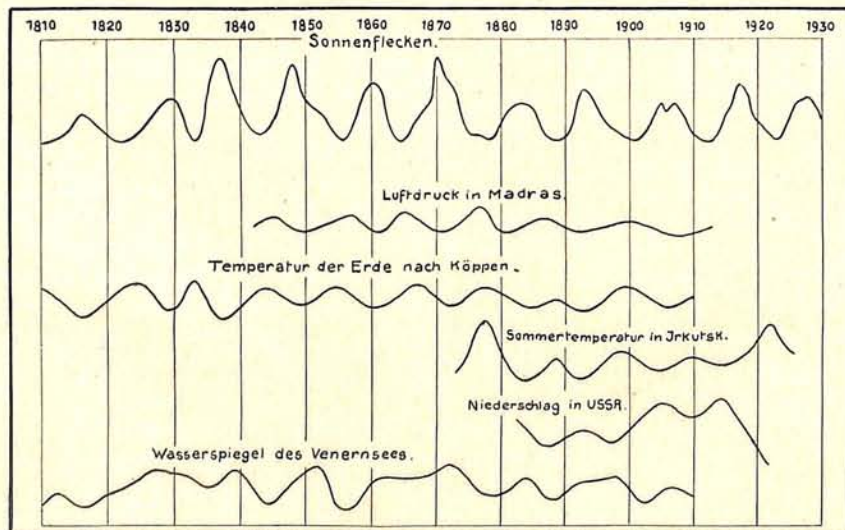


Abb. 3.

Sonnenfleckenhäufigkeit. Entgegengesetzt verhält sich jedoch der Niederschlag in den USSR, bei ihm fällt das Maximum auch mit einem Maximum der Sonnenflecken zusammen. Die Niveauschwankungen des Venern-Sees besitzen andererseits eine Periodizität, die anscheinend um eine Viertel-Phase gegen diejenige der Sonnenflecken verschoben ist.

Wie hier, so konnte auch in anderen Beobachtungsreihen aus den verschiedensten Ländern eine 11jährige Schwankung aufgefunden werden. Es ist nun bemerkenswert und erschwert eine Erklärung dieses zweifellos in allen meteorologischen Elementen zumindest angedeuteten Phänomens, daß nämlich die Übereinstimmung nicht überall gleichsinnig vorhanden ist. Schon unter den angeführten Beispielen kann der Leser einen Beleg dafür finden: Einem Sonnenfleckenmaximum entspricht bei den Niederschlägen in Karlsruhe, also in Mitteleuropa, ein Minimum,

in den USSR dagegen ein Maximum. Wenn somit die Schwankungen der Klimaelemente durch Änderungen der Sonnentätigkeit, wie sie in der wechselnden Fleckenhäufigkeit zum Ausdruck kommen, unmittelbar ausgelöst werden sollten, dann müßten wir aus dieser Feststellung schließen, daß die Klimaelemente mit einer in verschiedenen Gegenden verschiedenen Verspätung auf die von der Sonne ausgehenden Impulse reagieren. Wie aber schon betont, wissen wir heute hierüber noch gar nichts, da wir weder einen Beleg dafür haben, daß die Sonnenflecken mittelbare oder unmittelbare Ursache der Witterungsschwankungen sind, noch dafür, daß Sonnenfleckenhäufigkeit und Witterungsschwankungen gemeinsam von einer dritten Erscheinung ursächlich abhängen. Wir müssen uns daher vorerst jedes derartigen Erklärungsversuches enthalten, so verführerisch er sich auch darbieten mag.

## Marksteine auf dem Wege des Eindringens in das Weltall.

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

### X.

## Die Erforschung der physikalischen und chemischen Natur der Gestirne.

Bis in das 19. Jahrhundert hinein glaubte man, daß die Gestirne für uns lediglich gravitierende Massen seien, und daß es keinen Weg gäbe, in ihre chemische und physikalische Beschaffenheit einzudringen. Die Alten glaubten, die außerirdische Welt sei aus einem besonderen Stoffe gebildet. Die neuere Naturwissenschaft wurde, wenn auch nur zögernd, anderen Sinnes. Sie erkennt heute keinen Unterschied zwischen irdischer und kosmischer Materie mehr an, sondern betrachtet die Welt als ein im wesentlichen aus den gleichen Stoffen, aus einem einheitlichen Material gebildetes, von denselben Kräften beherrschtes Ganzes.

Zwei Hilfsmittel sind es, die zu dieser Erkenntnis geführt haben. Sie heißen Photographie und Spektralanalyse. Gegen das Ende des 18. Jahrhunderts war man zu der Überzeugung gelangt, daß die Meteoriten außerirdischen Ursprungs seien und höchstwahrscheinlich aus dem gleichen Material bestehen, aus dem andere Weltkörper sich aufbauen. Die chemische Analyse der Meteorite ergab, daß neben dem Eisen auch Nickel, Kobalt und Kupfer an ihrer Zusammensetzung teilnehmen. Die steinigen Meteorite ließen außerdem noch Phosphor, Kohlenstoff, Zinn, Magnesium und viele andere, den Chemikern bekannte Elemente als Bestandteile erkennen. Fast noch

wichtiger als dieses positive war das negative Ergebnis dieser Untersuchung. In den Meteoriten fand man kein Element, das nicht als Baustoff der Erde längst bekannt gewesen wäre.

Freilich, es waren sozusagen nur Brocken des Weltenstoffs, die in den Meteoriten der Untersuchung zugrunde lagen. Vielleicht waren es Trümmer früherer Weltkörper. Von der Möglichkeit, die letzteren selbst, die Sonne und das Heer der Fixsterne einer chemischen Untersuchung zu unterziehen, ihre Baustoffe mit Sicherheit nachzuweisen, war man noch weit entfernt. Und dennoch sollte auch von diesem Geheimnis der Schleier gezogen werden, wenn sich auch noch während eines halben Jahrhunderts die Untersuchungen, die sich nach diesem Ziele bewegten, aneinanderreichten.

Da wir weder zu den Weltkörpern hingelangen, noch uns eine Probe ihrer Substanz herunterholen können, um sie in unsern chemischen Retorten und Schmelztiegeln zu zerlegen, so kann nur der Lichtstrahl der Bote sein, der uns Genaueres über die Zusammensetzung der Weltkörper zu berichten vermag. Aber dieser Bote ist an sich stumm; er redet wenigstens nicht in einer für uns ohne weiteres verständlichen Sprache. Man mußte den Lichtstrahl in die Folterkammer der chemisch-physikalischen Untersuchung bringen, um ihn zum Reden zu zwingen.

Zu Anfang des 19. Jahrhunderts wurde die Kenntnis des Sonnenlichtes um eine Entdeckung von der allergrößten Tragweite bereichert. Man bemerkte, daß das Sonnenspektrum von zahlreichen dunklen Linien durch-

zogen ist. Sie wurden nach ihrem deutschen Entdecker als Fraunhofersche Linien bezeichnet.

Das Rätsel, weshalb die Sonne und die Sterne in ihrem Spektrum dunkle Linien erkennen ließen, während die irdischen Lichtquellen, soweit zunächst die Kenntnis reichte, keine ähnliche Erscheinung aufwiesen, sollte erst um die Mitte des 19. Jahrhunderts gelöst werden. Bunsen und Kirchhoff schufen, auf Fraunhofers Untersuchungen weiterbauend, in der Spektralanalyse eines der wichtigsten Hilfsmittel der astronomischen und der chemisch-physikalischen Forschung.

Die Spektralanalyse rief eine gänzliche Umwälzung der bisherigen Anschauungen hervor. Nicht nur die Sonne, sondern auch die übrigen Fixsterne erschienen fortan als eine der irdischen in ihrer elementaren Zusammensetzung gleiche, aber in höchster Glut befindliche Materie.

Der Spektralanalyse trat die Photographie zur Seite. Auch sie wurde für die Astronomen ein Forschungsmittel ersten Ranges.

Die Anwendungen der Photographie zu astronomischen Zwecken ist Legion. Die Vorteile sind einmal eine größere Objektivität der Befunde und ferner eine bedeutende Zeitersparnis. Als Kirchhoff bald nach der Erfindung des Spektralapparats (um 1860) das Sonnenspektrum untersuchte, bestimmte er die Lage und die Stärke von mehr als 2000 Fraunhoferschen Linien. Dann zeichnete er sie, den Befunden entsprechend, in das Spektrum ein. Wie manche Woche mag es gedauert haben, um eine solche Aufgabe mit wissenschaftlicher Sorgfalt und Genauigkeit zu bewältigen. Dagegen ist die photographische Aufnahme des Spektrums mit allen seinen Einzelheiten ein Werk des Augenblicks.

Hiermit endet die als „Marksteine“ auf dem Wege der astronomischen Erkenntnis bezeichnete Betrachtung. Sie sollte dartun, daß der Strom der Wissenschaft nicht an uns überraschen darf, sondern, daß wir ihm nachgehen müssen, um zu erfahren, von wannen er kommt, und aus welchen Gebieten er sich sammelt. Man nennt das wohl, die Wissenschaft genetisch betreiben. Und diese Zeilen

waren nichts weiter als ein Beispiel solcher Betrachtungsweise.

Wie der Mensch durch das Eindringen in den Kosmos nicht etwa sich selbst verliert, sondern sich schließlich im Ewigen und Absoluten wiederfindet, so vermag uns noch ein anderes mit dem Ergebnis des naturwissenschaftlichen Erkennens auszusöhnen und uns aus der Unendlichkeit der Welt auf uns selbst zurückzuführen: Zwar mußte unser Geschlecht den Glauben an eine bevorzugte Stellung im Mittelpunkt der Welt aufgeben. Im Grunde genommen ist uns aber die Welt doch Vorstellung. Und diese Vorstellung, das Bild vom Weltall, zu dem wir gelangten, ist in gewissem Sinne eine Schöpfung unseres Geistes. Gewiß steht dem denkenden Subjekt eine Unendlichkeit von Objekten gegenüber. Aber der Mensch bleibt das Maß aller Dinge. Unser Weltbild wird stets menschliche Züge tragen.

Jedoch nicht der beliebige Einzelne ist zu diesem Bilde gelangt, sondern unser Geschlecht, geführt von den besten unseres Geschlechtes. Nicht als ein zufälliges Geschenk hat es dies Bild erhalten, sondern als eigenes Erzeugnis ist es geworden, geworden unter tausendjährigem Ringen und Mühen! Die höchsten Erkenntnisse sind indessen nur in wenigen Köpfen lebendig. Es gibt nicht viele, die jenes Bild wirklich in sich aufgenommen haben, denen das Weltall mehr bedeutet als einige zerstreute Kenntnisse.

Gewiß, nicht jeder kann den mühevollen Weg des Forschers gehen. Doch sollte jeder Föhlung mit der Natur und mit der Wissenschaft von der Natur suchen. Was ihm bei richtiger Föhrung und eigenem Suchen daraus erwächst, ist mehr als totes Wissen. Es handelt sich hier um Persönlichkeitswerte, d. h. um Werte, die unserem Leben Inhalt geben, mag die Betätigung dieses Lebens auch auf ganz anderen Gebieten liegen\*).

\*) Unsere Leser seien bei dieser Gelegenheit auf die Werke Prof. Dannemanns „Vom Werden der naturwissenschaftlichen Probleme“, „Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung und in ihrem Zusammenhange“ und „Aus der Werkstatt großer Forscher“ aufmerksam gemacht. Herr Prof. Dannemann ist bereit, diese Bücher für die Leser des „Weltall“ zu einem ermäßigten Preise abzugeben.  
Die Schriftleitung.

## Himmelspolarisation.

Von Albert Hoffmann, Mehlem.

(Mit 18 Figuren.)

Die Himmelspolarisation ist zweifelsohne eines der interessantesten Kapitel der meteorologischen Optik. Sie erfordert nur wenig kostbare Hilfsmittel und ist dem Liebhaber ernster Betätigung ein leicht zugängliches Gebiet.

Alles reflektierte Licht ist mehr oder weniger polarisiert, also auch das Himmelslicht,

welches ja, von der Sonne herkommend, an den feinsten in der Atmosphäre schwebenden Teilchen eine Reflexion erleidet. Der Grad der Polarisation ist abhängig von dem Einfallswinkel der Lichtstrahlen und der Substanz des reflektierenden Körpers. Der Polarisationwinkel ist derjenige Einfallswinkel, dessen

trigonometrische Tangente gleich ist dem Brechungsquotienten der reflektierenden Substanz. Da der Brechungsquotient der verschiedenen Strahlen des weißen Lichtes nicht derselbe ist, so ist verständlich, daß selbst für ein und dieselbe Substanz der Polarisationswinkel nicht für die Strahlen aller Farben gleich groß sein kann; ebendarum kann ein Strahl weißen Lichtes niemals ganz vollständig polarisiert werden.

Am einfachsten verschafft man sich polarisiertes Licht durch Reflexion an einer schwarzen Glastafel (ein gutes, auf der Rückseite mit Eisenlack überzogenes Fensterglas genügt dazu) unter einem Einfallswinkel von etwa  $55\frac{1}{2}^\circ$ . Das so reflektierte Licht wird von einem parallel gestellten schwarzen Spiegel ohne Lichtverlust zurückgeworfen. Wird dagegen dieser Hilfsspiegel in eine gekreuzte Lage gebracht, so ist der Lichtstrahl ausgelöscht. In einem vollkommenen Polarisationsapparate ist der Hilfsspiegel in einer Fassung drehbar. Der Grad der Drehung ist an einer Teilung zu erkennen. Diese dient zur Messung der Auslöschung des Lichtes; der Hilfsspiegel wird *Analysator* genannt.

Das Beobachten mit gekreuzten Spiegeln hat seine Schattenseiten, deshalb bedient man sich in der Praxis eines auf andere Art polarisierten Lichtes: durch einfache oder durch doppelte Brechung.

Fällt Licht unter dem Polarisationswinkel auf eine durchsichtige gewöhnliche Glasscheibe, so wird ein Teil reflektiert und damit polarisiert, der andere Teil geht durch die Scheibe hindurch und zeigt ebenfalls eine geringe Polarisation. Legt man mehrere solcher Glasscheiben aufeinander, so erreicht man (bei 8 bis 10 derselben) bereits eine ziemlich vollständige Polarisation des durchgehenden Lichtes. Ein solches System von übereinandergelegten Glasplatten nennt man einen *Glasplattensatz*.

Merkwürdig ist, daß die Polarisationsebene (die Ebene, in welcher das polarisierte Licht transversal schwingt) des hindurchgegangenen Strahles senkrecht steht auf der Polarisationsebene des an der Vorderfläche reflektierten Strahles.

Der Glasplattensatz hat den Vorteil, daß er, gegenüber dem Analysatorspiegel, dem durchgehenden Lichtstrahl keine andere Richtung gibt, dagegen hat er den Nachteil, daß er kein vollständig polarisiertes Licht gibt; auch ist er, wegen der vielen Glasplatten, schwieriger rein vom Staub zu halten.

Durch doppelte Brechung polarisiertes Licht erzielt man, in für unsere Zwecke vollständig genügender Weise, durch die Verwendung einer *Turmalinplatte*, deren Oberflächen der kristallographischen Hauptachse

dieses Minerals parallel geschnitten und geschliffen sind.

Hat diese Platte eine solche Stellung, daß ihre kristallographische Hauptachse rechtwinklig auf der Polarisationsebene der einfallenden Strahlen steht, so läßt sie diese Strahlen so vollständig hindurch, als es die Färbung des Minerals erlaubt. Macht aber die Achse der Platte einen andern Winkel mit der Polarisationsebene der einfallenden Strahlen, so ist das durchgehende Licht um so abgeschwächt, je kleiner dieser Winkel wird. Fällt die Achse der Platte in die Polarisationsebene der einfallenden Strahlen, so ist die Intensität des durchgegangenen Lichtes ein Minimum und, falls die Platte dick genug ist, vollständig Null.

Fig. 1 a.



Fig. 1 b.

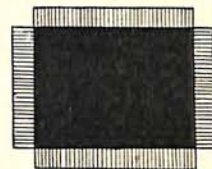


Fig. 1 a zeigt die Wirkung bei paralleler Stellung der Turmalinplatten, Fig. 1 b diejenige bei gekreuzter.

Eine Turmalinplatte kann also mit Vorteil als Analysator Verwendung finden. Wir gebrauchen eine solche fast ausschließlich in der uns interessierenden Himmelpolarisation, und zwar in Verbindung mit zwei gekreuzten gleich dicken Quarzplatten, welche in einem Winkel von  $45^\circ$  gegen die Achse des Bergkristalls geschnitten sind.

Betrachten wir einen solchen Quarzplattensatz zwischen 2 gekreuzten Turmalinplatten, so erblicken wir farbige Streifen, die von dem mittleren aus, welcher schwarz erscheint, nach beiden Seiten in der bekannten Ordnung der Newtonschen Farbenskala aufeinander folgen. Savart, ein französischer Physiker, hat nun die eine Turmalinplatte weggelassen und nennt die Kombination einer Turmalinplatte mit dem Quarzplattensatz ein *Polariskop*.

Wenn man durch die Turmalinplatte dieses Polariskops nach irgendeiner Stelle hinsieht, von welcher polarisiertes Licht kommt, so werden alsbald diese Farbstreifen sichtbar werden und um so brillanter leuchten, je vollständiger die einfallenden Strahlen polarisiert sind. Der blaue Himmel, eine glatte Tischfläche, ein Schieferdach, eine Mauerwand zeigen diese Streifen und je nach dem Grade der Polarisation des Lichtes mit größerer oder geringerer Intensität. Auch geringe Spuren von Polarisation lassen sich so mit Leichtigkeit nachweisen.

Dreht man das Polariskop um seine Sehachse um  $90^\circ$ , so ändert sich das Streifenbild.



An Stelle des mittleren schwarzen Streifens erscheint ein farbloser, der rechts und links von dunklen Streifen begleitet ist; daran schließen sich die bekannten farbigen Fransen an.

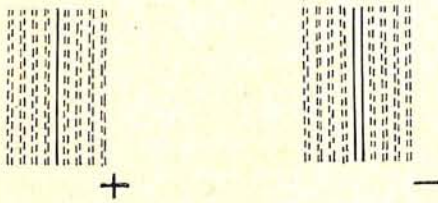


Fig. 2.

Wir haben im ersten Bilde positive Polarisation vor uns, während im zweiten negative Polarisation vorherrscht.

Mit diesen Vorkenntnissen ausgerüstet, wollen wir nun zur Betrachtung eines wolkenfreien blauen Himmels schreiten.

Um für unsere Beobachtung eine Orientierung zu haben, stellen wir uns in den Sonne nvertikal. Man versteht hierunter eine Ebene, durch das Auge des Beobachters, den Zenit und den Mittelpunkt der Sonne gelegt.

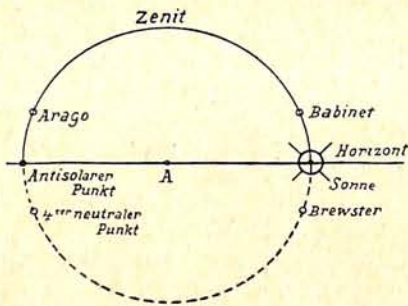


Fig. 3.

Wir beginnen mit Sonnenaufgang und betrachten, immer im Sonnenvertikal blickend, die Gegend über dem aufgehenden Tagesgestirne mittels des normal eingestellten Polarisokops. Oberhalb der Sonne erblicken wir die Fransen mit schwarzer Mittellinie. Je höher wir den Apparat richten, desto blasser werden dieselben, und in der Höhe von etwa  $17^\circ$  über der Sonne finden wir überhaupt keine Polarisation. Folgen wir weiter, so werden die Fransen immer lichtstärker, und im Zenit haben wir die zur Zeit stärkste Polarisation. Nun nimmt, wenn wir im Sonnenvertikal voranschreiten, der Grad der Polarisation langsam ab, und etwa  $17^\circ$  über dem antisolaren Punkte finden wir wieder eine Stelle, die gänzlich ohne Polarisation ist. Es sind diese die beiden neutralen Punkte, erstens der Babinetsche und dann der Arago'sche (nach den Entdeckern, den berühmten französischen Physikern, benannt).

Steigt die Sonne höher, so erkennen wir bei einem Stande derselben von etwa  $25^\circ$  Höhe an den etwas schwieriger zu beobachtenden dritten neutralen Punkt, den nach Brewster benannten. Stellt man seine Beobachtungen fern

von den rauchigen Städten im freien Lande an, so ist er mit Leichtigkeit immer zu finden.

Geht die Sonne des Abends unter, so steigt der antisolare Punkt entsprechend höher, und es gelingt von hohen Bergen aus, einen vierten neutralen Punkt festzustellen, der etwa  $17^\circ$  unter dem antisolaren Punkte liegt. Ich erblickte ihn zum ersten Male im Frühsommer des Jahres 1916 vom Gipfel des Oelberges<sup>1)</sup> im Siebengebirge aus mit Hilfe eines besonders lichtkräftigen Nachtpolarisokops. Die Lage der neutralen Punkte zur Sonne ist nun keine konstante; sie kann etwas geringer werden als angegeben und kann unter außerordentlichen Umständen auf das Doppelte ansteigen<sup>2)</sup>.

Zur Bestimmung der Höhe der neutralen Punkte dient ein von Jensen angegebener Polarisationspendelquadrant, der von Dörrffel & Färber, Berlin, Chausseestr. 10, zum Preise von etwa 75 M. bezogen werden kann. Dasselbe Instrument kann sich jeder Liebhaber für wenig Geld selber bauen. Vier Zigarrenkistenbrettchen werden auf  $22 \times 6$  cm geschnitten und mit ihren Längsseiten verleimt. Die eine Öffnung dieses Kastens wird mit einem gut zugeordneten Brettchen von etwa 1 cm Stärke verschlossen, in dessen Zentrum ein Loch von 15 mm Durchmesser gebohrt ist. Das freie Ende des Kastens wird durch zwei, in Einschnitten der Gegenseitenmitte straffgespannte Messingdrähte zum Visier gemacht. In das Loch des vorderen Abschlußbrettchens paßt ein normales einfaches Polarisokop, wie man es von Steeg & Reuter in Homburg v. d. Höhe und sicher auch von anderen Handlungen zu etwa 18 M. erstehen kann. — Auf die eine Längsseite des Kastens wird ein Pendeltransporteur genau parallel mit der Kante aufgeschraubt; solche von 20 cm Durchmesser sind überall erhältlich. Auf der Mitte der gegenüberliegenden Seite befestigt man einen Handgriff, der dazu dient, das Instrument zu halten und vor das Auge zu führen.

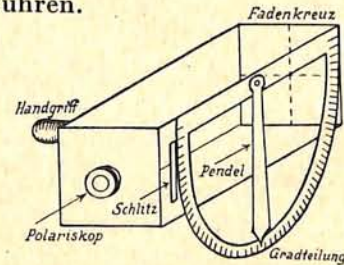


Fig. 4 a.

<sup>1)</sup> Mehlem wird nach Osten hin von einer Kette höherer Hügel begleitet, welche den Horizont bis zu  $17^\circ$  überhöhen; wir müssen darum, wenn wir Vorgänge am Osthimmel beobachten wollen, auf die Berge steigen.

<sup>2)</sup> Demjenigen Leser, der sich für diese Störungen besonders interessiert, sei das aufmerksame Studium des Werkes „Tatsachen und Theorien der atmosphärischen Polarisation“ von Prof. Fr. Busch und Dr. Chr. Jensen, Hamburg 1911, dringend empfohlen. Es ist so umfassend, daß anderweitige Bücher nicht in Frage kommen; Dr. Jensen hat auch im 3. Jahrgang des „Weltall“ ausführlich über das Thema gehandelt.

Will man das kleine Instrument noch vervollkommen, so bringe man rechts und links hinter dem Kopfbrettchen zwei je 3 cm hohe Schlitze an, in welchen ein Brettchen verschiebbar ist. Dieses Brettchen ist in der Mitte ausgeschnitten und trägt vier verschieden gefärbte Gläser: rot — blau — grün — gelb und eine freie Öffnung.

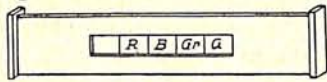


Fig. 4b.

Für gewöhnlich beobachtet man durch die freie Öffnung. Unter Umständen gelingt es aber nicht, das Aufhören der Fransen beim Aufsuchen der neutralen Punkte scharf zu erkennen, und es bleibt eine größere oder geringere Unsicherheit in der Bestimmung des Mittelpunktes der polarisationsfreien Gegend. Dann hilft die Vorschaltung des einen oder andern Farbglases, um klarere Sicht zu bekommen.

Wie stellen sich nun die sogenannten neutralen Punkte dem Auge des Beobachters dar? Es ist der Wechsel zwischen Plus- und Minus-Polarisation, wie Fig. 5 andeutet. Der schwarze

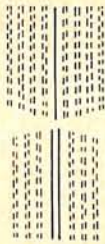


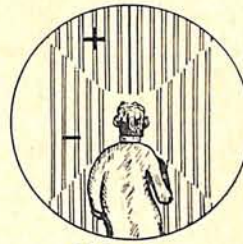
Fig. 5.

Mittelstrich des Plus-Fransensystems geht in seiner Verlängerung in das Weiß (höherer Ordnung) des Minus-Systems über, das von zwei dunklen Streifen begleitet ist; an beide schließen sich die farbigen Fransenparallele nach rechts und links an. Die unteren Fransen laufen aus in die Zwischenräume zwischen den Farbenfransen des oberen positiven Systems.

Über die Verteilung der Zonen positiver und negativer Polarisation des Himmels belehrt uns am leichtesten ein Verfahren, das vom Schreiber dieser Zeilen im Jahre 1915 aufgefunden wurde. Man betrachtet nicht den Himmel direkt mittels des Polariskops, sondern sein Spiegelbild in einer innen versilberten, gewöhnlichen Gartenkugel, wobei natürlich der Kopf des Beobachters das Sonnenbild verdeckt, also der Vorgang sich im Sonnenvertikal darstellt. Je nach der Entfernung des Auges von der Kugel erscheinen die Fransen breiter oder feiner, aber immer ist das Wesentliche dasselbe. Bei Vorschaltung eines roten Überfangglases erscheint die ganze Kugel mit Fransen bedeckt.

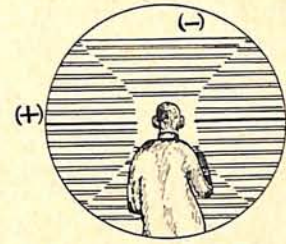
In der ersten Stellung laufen die Streifen parallel dem Sonnenvertikal. In der Mitte der

Fig. 6.



Polariskop in normaler Stellung.

Fig. 7.



Polariskop in um 90° gedrehter Stellung.

oberen Zone liegt der dunkle Streifen. Die Fransen rechts und links sind in einer Parabelkurve unterbrochen und setzen sich in den Zwischenräumen der oberen Streifen nach unten fort; dann folgt in einer Gegenkurve eine nochmalige Unterbrechung derselben; die Fransen liegen nun genau in der Verlängerung der oberen Fransensysteme. Oben und unten herrscht positive, im Äquatorgürtel der Kugel negative Polarisation. Drehen wir das Polariskop, so wird das ganze System gekippt. Man sieht die schwarze Linie in der Sonnenhorizontalen. Das mittlere Liniensystem hat zwei schwarze Linien, die aber in der Nähe der Sonne nicht sichtbar sind, weil diese Stelle viel unpolarisiertes Licht aussendet, und der kleine Rest, der von der Minus-Polarisation übrigbleibt, vom Kopfe gedeckt wird. Da wo in Fig. 6 die schwarze Linie endet, ist der Babinet'sche neutrale Punkt.

Will man nun auch den Brewsterschen Punkt finden, so hält man den Kopf tiefer und blendet die Sonne durch eine kleine Scheibe von ca. 40 mm Durchmesser ab, die man mittels eines Stäbchens (oder Drahtes) hochhält. Das Himmelsbild hat nun die Ansicht, welche Fig. 8

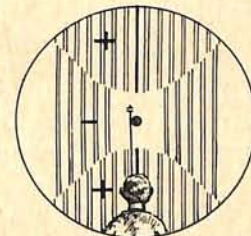


Fig. 8.

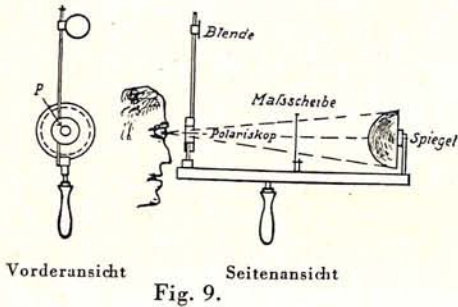
schematisch darstellt. Der gesuchte Brewster'sche Punkt liegt am oberen Ende des unteren schwarzen Streifens.

In ähnlicher Weise kann man den Arago'schen Punkt leicht erkennen, wenn man sich am Abend, bei Sonnenuntergang, östlich der Gartenkugel aufstellt und so die Sonne durch die Kugel verdeckt und nun das Bild des rückwärtigen Himmels mit Hilfe des Savartschen Polariskops in der Kugel betrachtet<sup>3)</sup>.

<sup>3)</sup> Ausführliches über diese und weitere Beobachtungen enthalten meine Aufsätze in der Zeitschrift „Das Wetter“ (Verlag Otto Salle, Frankfurt a. M.) Jahrgang 1917 Heft 7, 8/9, 10 und Jahrgang 1918 Heft 1/2, 9/10, 11/12 unter dem Titel „Beiträge zur atmosphärischen Polarisation“. (Ein dort stehengebliebener Schreibfehler ist im vorstehenden berichtigt.)

Die Betrachtung des Himmels in einer feststehenden Gartenkugel ist manchmal recht un bequem. Ein einfaches, leicht handliches Instrument habe ich seit 1917 eingebürgert.

Am Ende eines 45 cm langen Holzstabes von 12×25 mm Querschnitt ist ein Kugelabschnitt einer Silberkugel von etwa 16—18 cm Durchmesser mittels einer aufsteckbaren Hülse befestigt. Am anderen Ende des Stabes, dem Okularende, wird das Savartsche Polariskop derart aufgesteckt, daß seine Sehachse die Mitte des Kugelabschnittes trifft. Seitlich davon ist ein dünner Holzstab angebracht, der die verschiebbare Sonnenblende trägt. Zweckmäßig ist das Polariskop mit einer Farbglasseibe ausgerüstet, um einzelnes deutlicher sehen zu können.



Anfangs hatte ich in der Mitte des Stabes einen Vollkreistransporteur aufgestellt, welchen ich mit konzentrischen Kreisen und Stundenlinien vervollständigt hatte. Mit Hilfe dieser Meßvorrichtung konnte ich die Lage der Kurven und der neutralen Punkte leicht vergleichen. Meine Beobachtungen zeigten bald, daß diese Kurven nicht immer die gleiche Lage haben, und ihre Schenkel nicht immer in gleichem (symmetrischen) Abstände zum Sonnenvertikal verlaufen.

Daß ihre Scheitel, die beiden neutralen Punkte, nicht stets in gleicher Entfernung von der Sonne liegen, ist seit langen Jahren festgestellt, und es werden diese Messungen auf das eifrigste weitergeführt. Daß aber die Schenkel nicht stets symmetrisch zum Sonnenvertikal verlaufen, scheint erst durch meine Beobachtungen festgestellt zu sein. Mein

Apparat ließ Variationen erkennen, die in keine der bis dahin bekanntgewordenen Anschauungen einzupassen schienen. Die Zone der negativen Polarisation liegt im allgemeinen um die Sonne (wobei natürlich stets von der Gegend dicht um die Sonne herum nur unpolarisiertes Licht kommt).

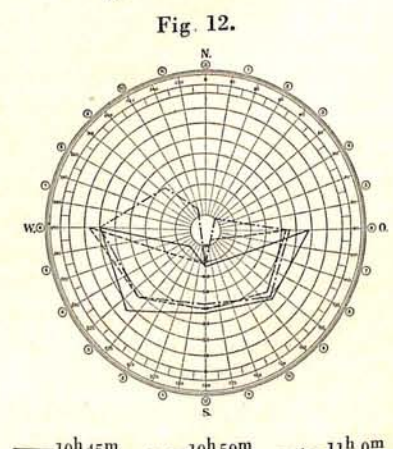
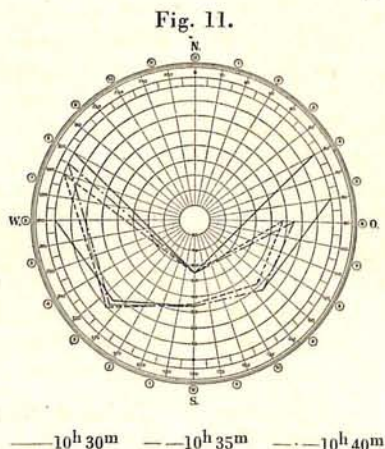
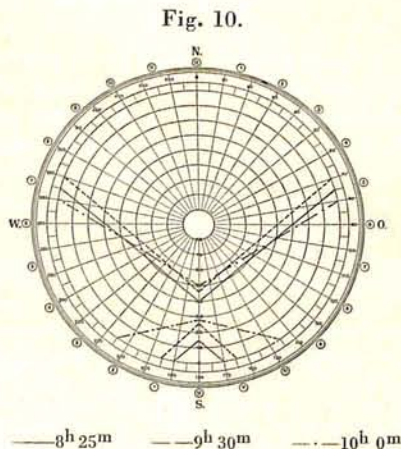
Sie wird durch die beiden neutralen Punkte begrenzt. Diese sind nun als Drehpunkte der neutralen Linien — der Linien, wo positive und negative Zonen sich begegnen — aufzufassen. Des Morgens bei Sonnenaufgang bilden diese Linien spitze Winkel, nach oben und nach unten offen. Zwischen ihren Schenkeln herrscht positive Polarisation. Später öffnen sich die Winkel weiter und weiter, und wenn die Sonne etwa 40°—42° Höhe über dem Horizont erreicht, sind sie fast gerade Linien geworden, welche bei etwa 45° Sonnenhöhe nach außen umklappen und in eine geschlossene Kurve übergehen. Dieser Raum negativer Polarisation wird immer enger — er erreicht sein Minimum kurze Zeit nach dem Höchststande der Sonne. Nachmittags mit sinkender Sonne erweitert sich die Figur wieder; es öffnet sich die Kurve, und es wiederholt sich der Vorgang in umgekehrter Folge, so daß bei 40° Sonnenstand wieder der stumpfe und später der spitze Winkel sich zeigt.

Betrachtet man — immer bei klarem Himmel — die Gegenden desselben über dem Horizont, solange die Sonne noch niedrig steht, so findet man im Sonnenvertikal positive und 90° davon negative Polarisation. Bei 45° Sonnenstand polarisiert der ganze Horizont positiv, und erst in größerer Höhe beginnt die negative Polarisation.

Einen solchen Verlauf des Polarisationszustandes des Himmels mögen nachstehende Bilder verdeutlichen.

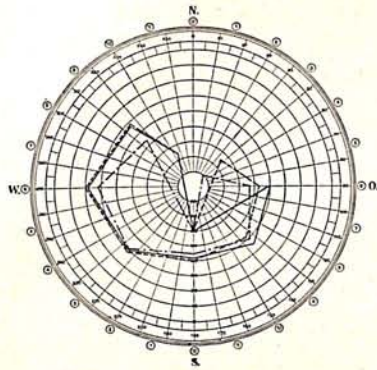
Die Beobachtungsergebnisse sind in vorgedruckte Himmelsgradnetze eingezeichnet und dabei alle Sonnenvertikale übereinandergelegt, wodurch der Verlauf klarer erscheint.

Um den ungeübten Leser nicht zu verwirren, sind hier der Anschaulichkeit halber die Beobachtungen eines Tages auf sechs Tafeln



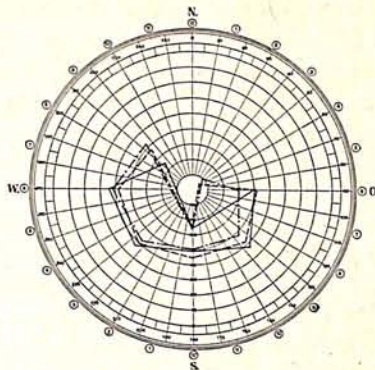
—8<sup>h</sup> 25<sup>m</sup> —9<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> —10<sup>h</sup> 0<sup>m</sup> —10<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> —10<sup>h</sup> 35<sup>m</sup> —10<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> —10<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> —10<sup>h</sup> 50<sup>m</sup> —11<sup>h</sup> 0<sup>m</sup>

Fig. 13.



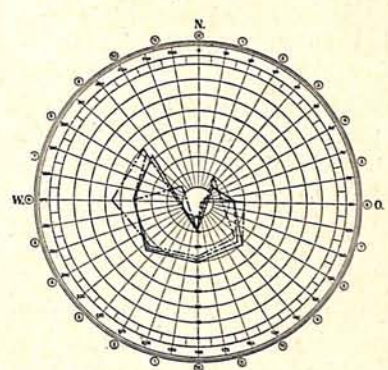
—11<sup>h</sup> 8<sup>m</sup> —11<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> —11<sup>h</sup> 36<sup>m</sup>

Fig. 14.



—10<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> —12<sup>h</sup> 0<sup>m</sup> —12<sup>h</sup> 15<sup>m</sup>

Fig. 15.



—12<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> —12<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> —1<sup>h</sup> 10<sup>m</sup>  
—1<sup>h</sup> 45<sup>m</sup>

verteilt dargestellt; er würde sich sonst aus dem Gewirre der Linien nicht herausfinden.

Bis 10 Uhr haben wir die spitzen Winkel. Von 10<sup>h</sup>30<sup>m</sup> an klappen die neutralen Linien um, um 10<sup>h</sup>35<sup>m</sup> ist die Figur geschlossen; sie bleibt es bis zum Abbruche der Beobachtung. An einem andern Tage war der Ablauf der Figur fast analog dem Aufbau derselben am vorgenannten Tage.

Wie man sieht, ist die geschlossene Figur keine regelmäßige, keine symmetrische. Der westliche Flügel war an diesem Tage stets flächengrößer als der östliche. Wäre die Ver-

solaren Hälfte vernachlässigt werden. Nur haben sie für die praktische Behandlung der Frage geringere Bedeutung.

Wir wollen sie an der Hand der Figuren 16 und 17 kennen und verstehen lernen.

Die ausgezogene Linie in Form einer 8 stellt die Umfassung der Zone positiver Polarisation dar, so wie sie bei Sonnenaufgang an einem störungsfreien, klaren Sommertage in der Ebene (auf dem Meere) festzustellen ist. In Wirklichkeit ist die Form der 8 nicht so eckig, wie die Eintragung der Beobachtungsdaten in unserer Zeichnung sie darstellt, son-

Fig. 16.

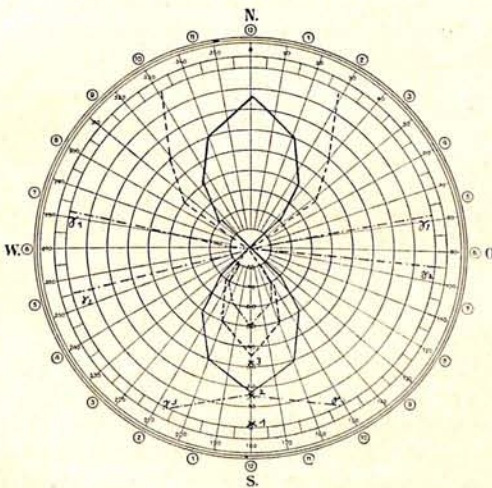
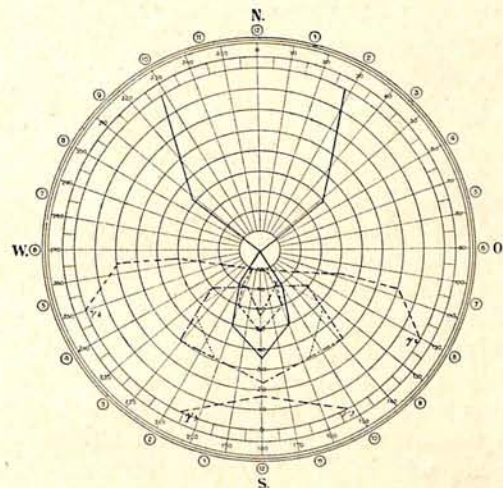


Fig. 17.



teilung der das Licht reflektierenden Korpuskeln in der Atmosphäre ganz gleichmäßig, so müßte auch die Polarisationsfigur stets eine symmetrische sein. Auf- oder absteigende Luftströme bringen einen Wechsel in der Verteilung der Korpuskeln hervor oder wenigstens ein Kämmen derselben; sie häufen sie in einer Gegend, und verdünnen ihre Menge in einer andern.

Wenn wir bisher nur von den Formen der Trennungslinien der Regionen positiver und negativer Polarisation des Himmels auf der sonnenseitigen Himmelshälfte sprachen, so soll damit keineswegs deren Bestehen auf der anti-

dern sie ist eine wahre gerundete Cassinische Linie, eine Lemniskate.

Der zugehörige Sonnenstand wird durch das liegende  $\times$  1 dargestellt, der antisolare Punkt ist etwas unter der Horizontlinie bei 0 (der Teilung) zu denken (also außerhalb der Zeichnung). Der Babinetsche neutrale Punkt liegt bei der unteren Spitze der 8, der Aragosche an der oberen.

Steigt die Sonne nach  $\times$  2, so entsteht eine Verengung der sonnennahen 8-Hälfte und eine Erweiterung der antisolaren Hälfte der Lemniskate (gestrichelte Kurve). Diese greift weit über den Rahmen des Horizontes hinaus,

so daß wir nur eine offene Kurve feststellen können. Der Babinetsche Punkt, der vorher bei  $18^\circ$  Höhe lag, ist auf etwa  $35^\circ$  gestiegen, der Aragosche tief unter den Horizont der antisolaren Hälfte gesunken. Steigt die Sonne höher, auf  $\times 3$ , so wird der sonnennahe Teil der Lemniskate weiter verengt (Strichpunktstrichkurve), deren antisolare Hälfte erweitert sich ziemlich schnell nach  $\gamma_1 \gamma_1$ , und wenige Minuten später klappt die Linie nach  $\gamma_2 \gamma_2$  um. In diesem Augenblick erscheint der Teil der Gegenlemniskate  $\gamma_3 \gamma_3$  unterhalb der Sonne mit dem Brewsterschen neutralen Punkte, der etwa da liegt, wo vorher der Sonnenstand  $\times 2$  war. Wenige Minuten später klappt  $\gamma_3 \gamma_3$  um ihren Scheitel um, die Kurve vereinigt sich mit  $\gamma_2 \gamma_2$  und gleichzeitig (aber nicht immer) löst sich der Schnittpunkt im Zenit auf, und es tritt die Bildfolge ein, welche in den Figuren 10—15 dargestellt ist.

Eine solche, ganz lückenlose Folge des Durchganges der Polarisationsgrenzen durch alle Phasen ist wohl nie an einem Tage festzustellen. Die Figuren 16 und 17 sind deshalb auch etwas schematisiert aus den verschiedenen Beobachtungsergebnissen. Man erkennt deutlich ihre absolute Analogie mit den Polarisationserscheinungen zweiachsiger Kristalle, die ja je nach Schnitt oder Lage zu den Nikols eine ganze Reihe von offenen bzw. geschlossenen Lemniskaten ergeben.

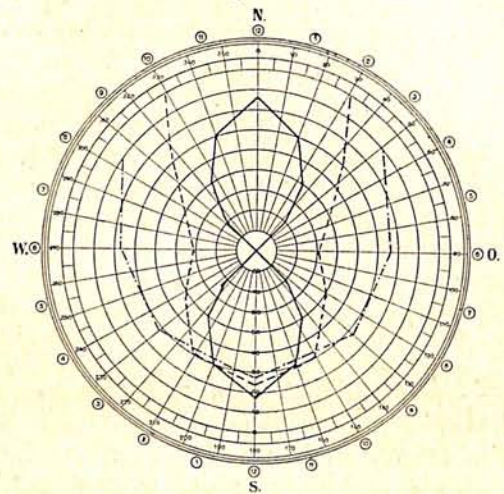
Eine andere Art der Entwicklung der neutralen Linien, und zwar eine gar nicht seltene, besteht darin, daß die 8 sich aus ihrem zenitalen Schnittpunkte löst, letzterer sich nach der Sonne zu verschiebt und dabei sich öffnet. Wie vorher beschrieben, verkleinert sich der sonnennahe Teil der 8 mit der steigenden Sonne, und der antisolare Zweig der Lemniskate, der anfänglich zangenartig sich erstreckte, klappt mit einer großen Geschwindigkeit nach der Sonne zu um;  $\gamma_2 \gamma_2$  schließt bald an die Gegenlemniskate  $\gamma_3 \gamma_3$  an und bildet schließlich die Schmetterlingsfigur (strichpunktierte Linie). Mit der weiter steigenden Sonne hebt sich der Schmetterling und rundet dabei seine Winkel mehr ab, wie in der feinpunktierten Linie der Fig. 17 deutlich erkennbar wird.

Oft wird der Schmetterling recht klein, dann deformiert er gewöhnlich den einen Flügel, und nun tritt ein eigentümliches Schwanken des Umrisses ein, ein wahres Schaukeln, ein Anzeichen für bald eintretenden Wettersturz.

In Fig. 18 ist eine andere Kurvenfolge dargestellt, wie sie an einem Spätherbst- oder einem Wintertage bei klarem blauen Himmel auftreten kann. Kurz nach Sonnenaufgang konstatiert man die Doppelkurve der 8, wie sie aus Fig. 16 bekannt ist. Die Sonne steigt nur langsam höher; ist sie etwa  $7^\circ$  über dem Horizont angelangt, so ist die Lemniskate erweitert und ganz aus ihrem zenitalen Schnittpunkte

gerissen. Diese (gestrichelte) Kurve ist erst weit unter dem Horizonte geschlossen. Die Sonne steigt noch wenige Grade, und die Zone

Fig. 18.



positiver Polarisation (Strichpunkt-Strich) wird fast kreisförmige Form annehmen. Der ganze Horizont polarisiert negativ, die Kurve umschließt ganz die Zone der positiven Polarisation:

Aus der Erkenntnis, daß die neutralen Linien des Himmels Cassinische Kurven darstellen, ergibt sich die Möglichkeit ihrer mathematischen Analyse und die Berechenbarkeit der Ursachen ihrer Störungen und Difformitäten.

Innig verbunden mit der Frage der Polarisation ist die Frage der Himmelsfarbe. Da hat sich eine einfache Skala als ausreichend erwiesen. Man unterscheide: tiefblau, kräftigblau, mäßigblau, weißlichblau, weiß und grau. Von der vierten Stufe an ist eine Polarisation nur noch schwierig zu erkennen, und bei den folgenden Stufen ist sie unauffindbar.

Plötzliche Schwankungen in der Polarisationsfigur bedeuten baldiges Auftreten von atmosphärischen Störungen. Leider sind die vorliegenden Aufzeichnungen noch viel zu unvollkommen dazu, und es muß auf die Mitwirkung zahlreicher Freiwilliger gehofft werden, um weiteres Material herbeizuschaffen.

Bisher haben wir nur von der Polarisation bei klarem blauen Himmel gesprochen. Dunst hebt die Polarisation auf. Ist der Himmel durch Nebel oder Rauch getrübt, hat er die weißliche Farbe, die meist eine Witterungsänderung anzeigt, dann ist der Gang der Polarisation stark gestört. Weiße Wolken senden meist unpolarisiertes Licht; zeigen sie trotzdem Polarisation, so stammt diese aus der vorliegenden Luftschicht. Diese Phänomene zu beschreiben, würde hier zu weit führen, ebenso den Einfluß von Schneelagen auf dem Boden und den größerer Wasserflächen. Ein regelmäßiger

Benutzer des Polariskops wird bald in der Lage sein, Witterungswechsel eher zu erkennen, als das sonst so feinfühliges Barometer anzeigt.

Ein mit großem Eifer bisher gepflegtes Feld der Polarisation war die Beobachtung der merkwürdigen Sprünge, welche die neutralen Punkte bei niedergehender Sonne zu machen pflegen. Sie hat eine Menge guten Materials gefördert, aber eine Ursache dieser Sprünge vollkommen übersehen. Es ist die Bewegung der Grenze zwischen kalten und warmen Luftmassen. Ist keine ausgesprochene Lagerung derselben vorhanden, so wird bei wolkenlosem Himmel der Abstand des Babinetschen Punktes von der Sonne sich nur mit der Sonnenhöhe ändern. Die vielfach beobachteten, sehr oft merkwürdigen sprunghaften Schwankungen dieser Größe lassen sich nun bequem durch die Annahme einer Zwischenschicht mit schwankender Begrenzung erklären.

Die Eigenschaften der Trennungsschicht lassen sich durch vergleichende Beobachtungen von zwei etwa 1 km auseinanderliegenden Stellen ableiten. Nördlich von meinem Beobachtungspunkte (in 800 m Abstand) läuft ein breiter Weg ostwestlich. Auf diesem hatte ich einen zweiten Beobachter postiert, der nach Osten schreitend stets den Signalmast meiner Station im Sonnenvertikal behielt. Auf ein daselbst niedergehendes Korbsignal nahm er die Höhe des neutralen Punktes gleichzeitig mit der Station. Es wurde versucht, aus den oft ganz konträren Resultaten Höhe und Wellenlänge der Schwingungen der Trennungsfächen abzuleiten.

Daß die Sonne bei ihrem Untergange oft ganz unverständliche Schwankungen zeigt, ist dem Volke gut bekannt; so pflegen hier in der

Gegend die Leute gegen Johannis auf den Rodderberg zu steigen, um die Sonne „tanzen“ zu sehen. Wenn sie kräftig „tanzt“, pflegt das Wetter umzuschlagen. Die Erklärung ist im vorstehenden gegeben.

Um nun zum Schlusse zu kommen, sei kurz angegeben, wie die unter Fig. 10—16 u. ff. dargestellten Kurven gewonnen wurden. Es genügt der oben beschriebene einfache Pendelquadrant in Verbindung mit Jensens einfachem Horizontalwinkelmeßinstrument<sup>4)</sup>.

Auf einem Holzdreifuß, wie er in der Photographie gebräuchlich, ist eine Aluminiumscheibe angebracht, mit Gradteilung und Kompaßstrichen versehen. Eine drehbare Alhidade mit zwei Schattenstiften gestattet das Anvisieren eines Himmelspunktes. Legt man den Quadranten daran, so ist es leicht, durch seitlichen Druck die Alhidade in die gesuchte Orientierung zu drehen. Die Ablesungen beider Theilungen ergeben den Punkt, der in das Gradnetz einzutragen ist. Ich habe eine kleine Veränderung am Instrument angebracht, wodurch der Theilkreis bei jeder Messung mit seinem Nullpunkt neu im Sonnenvertikal festgestellt und nur die Alhidade gedreht wird; die eine Hälfte des Theilkreises trägt rote Ziffern, die andere schwarze, so daß keine Verwechslung von Ost und West (dies immer nur in bezug auf den Sonnenvertikal gemeint!) vorkommen kann. Ein sehr vollkommen gebautes Instrument habe ich in mehreren Exemplaren durch die Firma Butenschön in Hamburg herstellen lassen. Seine Beschreibung geht über den Plan dieses kurzen Aufsatzes hinaus.

<sup>4)</sup> Zu beziehen von Dörffel & Färber in Berlin zu etwa 40 M.

## Zeitrechnung und Astronomie bei den Maya.

Von Dr. P. Schellhas.

(Mit vier Abbildungen.)

Einer der jüngsten Zweige der Wissenschaft vom Menschen ist die Mayaforschung, die sich mit den Überbleibseln der Kultur des Mayavolkes in Zentralamerika beschäftigt, einer Kultur, welche die höchste Blüte der geistigen Entwicklung des einheimischen Menschen in der Neuen Welt darstellt, und die sich zur Kultur der Azteken etwa so verhält, wie die der Griechen zu derjenigen der alten Römer. Der Ursprung jener alten Blüte weist auf die Völker des Mayastammes zurück und ist für immer in Dunkel gehüllt; die Azteken waren die mehr kriegerisch und politisch begabten Nachfahren und haben die alte Kultur nicht weiter entwickelt. Vor ungefähr fünfzig Jahren lag diese Forschung noch in den Anfangsgründen. Wer hätte damals geahnt, daß es gerade die Astro-

nomen sein würden, die sich eingehend mit diesem Gegenstande beschäftigen würden, und daß sie uns ein hochinteressantes Gebiet jener alten geistigen Entwicklung aufhellen würden. Diese Tatsache erklärt sich dadurch, daß die allmählich vorgeschrittene Deutung der Mayadenkmäler, der Handschriften und zahlreichen Steindenkmäler mit Inschriften, uns einen Einblick in die außerordentlichen mathematischen und astronomischen Leistungen jenes seltsamen Volkes eröffnet hat.

Da ist es zunächst die hochentwickelte und scharfsinnige Zeitrechnung der Maya, die auf astronomischen Beobachtungen beruht. Es ist das Verdienst des Direktors des Astrophysikalischen Observatoriums in Potsdam, Prof. Ludendorff, und der amerikanischen Gelehrten

Spinden, Teeple, Goodman und Willson, dieses Gebiet durch eingehende Untersuchungen aufgeklärt zu haben, die uns ein wunderbares Bild von den Leistungen jener alten Astronomen geben.

Die Maya rechneten mit folgenden Zeiteinheiten: der Tageseinheit, *Kin*, ferner einem Zeitraum von 20 Tagen, genannt *Uinal*; 18 *Uinal*, = 360 Tage, waren 1 *Tun*; 20 *Tun*, = 7200 Tage, bildeten 1 *Katun*; 20 *Katun*, = 144 000 Tage, 1 *Baktun*. Wie man sieht, lag dieser Zählung das Vigesimalssystem zugrunde, das nur beim *Tun* eine Ausnahme erleidet, offenbar um dem Sonnenjahr von 365 Tagen zu entsprechen. Diese Art der Tageszählung entspricht der Zählung der sogenannten Julianischen Tage, die noch heute bei unseren Astronomen in Gebrauch ist. Außerdem rechneten die Maya noch mit einem Zeitraum von 260 Tagen, der *Tzolkin* genannt wurde. Er wurde eingeteilt in 13 Teile zu je 20 Tagen, also ebenfalls vigesimal. Die 20 Tage haben bestimmte Namen und werden in sinnreicher Weise mit den Zahlen von 1 bis 13

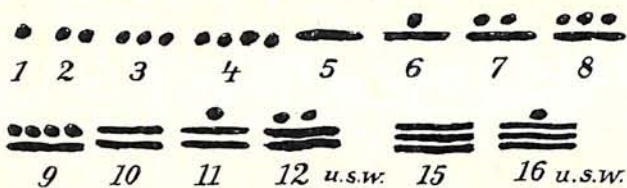


Abb. 1.

Zahlen der Maya.

kombiniert. (Abb. 1.) Das Jahr von 365 Tagen wurde ferner eingeteilt in 18 Monate zu je 20 Tagen und 5 Schalttage am Schluß. Die Tage innerhalb des Monats wurden mit den Zahlen 0 bis 19 bezeichnet; diese Zählung begann also mit Null, nicht mit Eins! Eine interessante Tatsache! (Abb. 2.)

Daß das tropische Sonnenjahr um etwa einen Vierteltag länger ist als die angenommenen 365 Tage, wußten die Maya sehr wohl; sie beseitigten diese Differenz aber nicht durch Schalttage. Es ist klar, daß die Maya in diesem System ein Zeichen für die Null haben mußten, und sie besaßen in der Tat ein solches, ein Beweis für ihr scharfes mathematisches Denken, wenn man erwägt, daß ein Zeichen für Null selbst noch den alten Römern fehlte.



Abb. 2.

Zeichen für die Null.

Ein vollständiges Mayadatum setzte sich nach diesem scharfsinnigen und komplizierten System zusammen aus drei Angaben. Die erste Zahl, bestehend aus dem *Baktun*, *Katun*, *Tun*, *Uinal* und *Kin* zeigte an, wieviel Tage seit dem Beginn der Tageszählung überhaupt verflossen

waren, die zweite gab die Stellung des Tages im *Tzolkin* an, die dritte seine Stellung im Sonnenjahr von 365 Tagen.

Ein Beispiel: 9. 16. 12. 5. 17. 6 *Caban*, 10 *Mol*. Das ist der 1 415 637. Tag in der Gesamtzählung der Mayatage, der 97. Tag eines *Tzolkin*\*) und der 11. Tag im Monat *Mol*, dem 8. Monat des Jahres.

Außer diesem vollständigen Datum findet sich auf den Steindenkmälern häufig noch eine Gruppe von Zeichen, die das Mondesalter angeben, d. h. die Anzahl der Tage, die an dem angegebenen Datum seit einer bestimmten Mondphase verflossen waren.

Zahlreiche Inschriften auf den Steindenkmälern der Maya sind mit genauen Daten nach dieser Zeitrechnung versehen. Nachdem man nun das scharfsinnige und verwickelte System dieser Zeitrechnung ermittelt hatte, erhob sich naturgemäß als wichtigstes weiteres Problem die schwierige Frage: wie entsprechen diese Zeitangaben unserer Zeitrechnung? Wie ist diese Zeitrechnung auf die unsrige zu reduzieren, welches ist die Korrelation beider? Hier waren die Meinungen verschieden. Der Amerikaner H. J. Spinden stellte folgende Gleichung auf:

Julianischer Tag = Mayatag plus 489 384 Tage.

Eine andere Korrelation rührt von dem Amerikaner Goodman her. Man stützte sich bei diesen Berechnungen auf die spärlichen Angaben in gewissen historischen Überlieferungen aus der Zeit der spanischen Eroberung, die in Mayadaten gegeben waren, und vor allem auf die Deutung des astronomischen Inhalts der Mayahandschriften in bezug auf Sonnen- und Mondfinsternisse sowie bestimmte Stellungen der Planeten. H. Ludendorff wies nach, daß die merkwürdige *Tzolkinperiode* von 260 Tagen eine Halbierung der Zahl von 520 Tagen darstellt, die zur Berechnung der Finsternisse diente. Es ist im Rahmen dieses Artikels nicht möglich, auf die scharfsinnigen astronomischen Untersuchungen näher einzugehen, welche Ludendorff zu dieser Erklärung geführt haben, die zweifellos durch seine Feststellungen gerechtfertigt wird. Das *Tzolkin* gab ein Mittel an die Hand, um die Möglichkeit des Eintretens von Sonnen- und Mondfinsternissen ungefähr vorher zu ermitteln. Denn solche Finsternisse konnten nur an gewissen Tagen eintreten, die in der Nähe der durch das *Tzolkin* bestimmten Neumonds- und Vollmondszeiten lagen.

Jedenfalls wird man nunmehr die Spinden'sche Korrelation als erprobt zugrunde legen müssen, denn sie wird durch die Ludendorff'schen Untersuchungen, die in den Sitzungsberichten der Preußischen Akademie der Wissen-

\*) Der Anfang der *Tzolkinzählung* fällt mit dem Anfang der Tageszählung nicht zusammen. Dieser Tag ist vielmehr der 160. Tag eines *Tzolkin*.

schaften veröffentlicht sind, aufs glücklichste bestätigt. Die Daten der Steininschriften erstrecken sich danach vom ersten Jahrhundert n. Chr. bis in das 7. Jahrhundert. Das älteste bekannte kleinere Denkmal ist eine Statuette aus San Andres Tuxtla, die als Datum das Jahr 98 vor Chr. aufweist, in Mayazahlen 8.6.2.4.17. Abbildung 3 zeigt, wie die Maya ein solches Datum schrieben.

Als mythischer Anfangstag des Kalenders der Maya galt ein Tag in der Mitte des vierten Jahrtausends vor Chr. mit der Mayabezeichnung 13.0.0.0.0. 4 *Ahau*. 8 *Cumku*. Weshalb dieses Datum gewählt wurde, ist unbekannt. Den Anfang der historischen Tageszählung der Maya, die Einführung der Tzolkinrechnung, wird man nach Spinden und Ludendorff auf den 6. August 613 vor Chr. nach dem Gregorianischen Kalender, d. i. den 1497384. Julianischen Tag, ansetzen müssen. Er trägt die Mayabezeichnung 7.0.0.0.0. 10 *Ahau*. 18 *Zac*.

Daß die Mayahandschriften, von denen nur drei erhalten sind, vielfach ganze Seiten lang hohe, in die Millionen gehende Zahlen enthalten, hat man bereits frühzeitig erkannt. Es ist vor allem das Verdienst Förstemanns, des früheren Direktors der Dresdener Bibliothek, in der die kostbarste der Mayahandschriften aufbewahrt wird, hier bahnbrechend gewirkt zu haben. Die Vermutung, daß diese Zahlen mit der Zeitrechnung in Beziehung standen und astronomische Bedeutung hatten, bestätigte sich ebenfalls bald. Man weiß jetzt, daß in der Dresdener Mayahandschrift Mond- und Planetenkalender enthalten sind. Besonders die Venus (Abb. 4) und ihre Stellungen,



Abb. 4. Venus-Hieroglyphe.

sowie die Sonnen- und Mondfinsternisse bilden den Inhalt der langen Zahlenreihen. Mit Hilfe des *Tzolkin* konnten die Maya die Finsternisse auf ungefähr dreihundert Jahre ziemlich genau berechnen. Sonne, Mond und die Planeten sind in den Handschriften durch besondere

Hieroglyphen bezeichnet. Wie die Dresdener Handschrift erkennen läßt, haben die Maya die Umlaufzeiten des Mondes und der Planeten mit erstaunlicher Genauigkeit berechnet. Sie setzten nach der genannten Handschrift 405 synodische Mondumläufe gleich 11960 Tagen, 410 Venusumläufe setzten sie gleich 20.405 Mondumläufen plus 210 Tagen. Sie nahmen also den synodischen Mondumlauf zu 29,530 Tagen und den synodischen Venusumlauf zu 583,927 Tagen an, was von den wahren Werten, 29,530588 und 583,923 Tage, nur um ein geringfügiges differiert. Eine erstaunliche Leistung ohne unsere astronomischen Apparate! Auch die Ephemeriden der anderen Planeten, soweit sie den Maya bekannt waren, wie Jupiter, Merkur, Mars und Saturn sind in der Dresdener Mayahandschrift behandelt. Die synodische Umlaufzeit des Jupiter haben die Maya auf 398,58 Tage angenommen, soweit es sich aus der Dresdener Handschrift feststellen läßt; der wahre Wert ist bekanntlich 398,867 Tage. Interessant ist es, wie die Maya alle diese astronomischen Werte ohne Anwendung der Bruchrechnung in ganzen Zahlen wiedergegeben haben.

Viele weitere merkwürdige Ergebnisse sind der neuesten Forschung auf diesem Gebiet, besonders durch die Arbeiten Ludendorffs, zu verdanken. Sie nötigen uns immer wieder Bewunderung der außerordentlichen Leistungen jenes alten, den uns bekannten und geläufigen Kulturvölkern so fernstehenden Mayavolkes ab. Als ein weiteres Beispiel sei noch erwähnt, daß der Finsterniskalender in der Dresdener Handschrift lange Zahlenreihen enthält, in denen die Werte 177, 178 und 148 sich regelmäßig wiederholen. Diese Zahlen bedeuten Intervalle von Tagen, und zwar entsprechen sie den Abständen zwischen Finsternissen der Sonne oder des Mondes. Der Finsterniskalender beginnt mit dem Tage 9.16.4.10.12 *Lamat*. 1 *Muan* der Mayazählung = 11. Januar 496 n. Chr. Am 18. November 495 n. Chr. hat nach Oppolzers Canon der Finsternisse eine Mondfinsternis stattgefunden. Geht man von diesem Datum aus und addiert die Zahlen 177, 178 und 148 in der angegebenen Reihenfolge, so ergibt sich eine Folge von Daten, die den Finsternissen auf einen Zeitraum von 400 Jahren gut entsprechen.

## Weltall und Schule.

Von Konrektor L. W. R o o s e.

Alt sind die pädagogischen Forderungen: „Vom Nahen zum Fernen“ und „Knüpfe an Bekanntem an!“

Ebenso geläufig sind uns die psychologischen Grundsätze: „Die Anschauung ist das Fundament der Erkenntnis“ und „Nichts ist im Ver-

stande, was nicht vorher in den Sinnen gewesen ist.“

Aber viel ist dagegen gesündigt worden, und erst die modernen Bestrebungen der Arbeitsschule und der Heimatschule nähern sich dem dort gesteckten Ziele.



Das Prinzip der Arbeitsschule ist, den fertigen Wissensstoff nicht durch Vortrag und Buch auf den Schüler zu übertragen, sondern den Schüler zu befähigen, durch mannigfache, oft ganz verschiedenartige Arbeitsweisen das Wissen selber zu finden. Die Hauptmomente sind dabei die Frage des Kindes, das Aufdecken von Beziehungen zwischen scheinbar entfernten Dingen und Tatsachen durch Lehrer und Schüler, nachbildende und schöpferische Handbetätigung, Benutzung von Nachschlagebüchern und vor allem aufmerksame Beobachtung der Umwelt. In allen Unterrichtsgegenständen von dieser Umwelt, der Heimat, vom Selbsterlebten, Erfahrungen auszugehen, ist das Hauptprinzip der Heimatschule.

In der mathematischen Geographie gehört vor allem die Betrachtung des heimatlichen Himmels dazu. Das Gradnetz der Erde, die Zonen, Entstehung der Tages- und Jahreszeiten, Kalender und Zeiteinteilung überhaupt, Planeten und Sonnensystem mit ihren Bewegungen, Entstehung der Finsternisse und was sonst der Lehrplan an wissenschaftlichen Kenntnissen in der mathematischen Erdkunde verlangt, haben in der praktischen Beobachtung von Sonne und Schatten, Mond und Sternen mit ihren täglichen Bahnen ihre sinnfälligen Grundlagen.

Schon in der Grundschule erkennen wir aus dem Weiterrücken der Lichtflecke über Möbel und Wand das Wandern der Sonne, merken uns an Schattenmarken den Weg des Schattens durch Stunden und Monate, und an der Sonne selber Ort und Zeit ihres Aufganges und ihre Stellung in den verschiedenen Stunden und Monaten. So erleben wir allmählich sämtliche Tagbogen, den Ost- und Westpunkt, südliche und nördliche Morgen- und Abendweiten und damit auch die Himmelsgegenden. Sogar den abnehmenden Mond werden wir vormittags wiederholt betrachten können und dabei Gelegenheit haben, die Kleinen auch für den Abendhimmel mit seinen Erscheinungen zu interessieren. Auf einem zweitägigen Ausflug, einer Abendversammlung (Schulgarten, Elternabend) lernen wir einige Sternbilder kennen, etwa Wagen, Bootes, Krone, Leier, Schwan; Fuhrmann, Stier, Zwillinge, Orion, Löwe.

So haben die Schüler bereits eine Menge Beobachtungen gemacht, wenn mit dem zehnten Lebensjahr die eigentliche Denktätigkeit in den Vordergrund rückt. Nun heben sich die Planeten aus der Sternenschar heraus, ihre Eigenbewegung erregt Interesse, ebenso die des Mondes. Das Wandern des Mondes von Stern zu Stern nach Osten, sein zeitliches Zurückbleiben beim Aufgang nach Vollmond und sein täglich späterer Untergang bei zunehmendem Mond, ebenso die Entstehung der einzelnen Phasen werden rege studiert. Im Laufe des Jahres verfolgen wir den Vollmond durch alle Sternbilder des Tierkreises, den wir dabei näher kennen

lernen, versetzen die Sonne folgerichtig in das gegenüberliegende Sternbild des Tierkreises (Denksport!) und lassen sie so, auch wenn wir es nicht sehen, durch alle Tierkreissternbilder laufen. Wir kennen natürlich längst die Monate, nun aber finden wir, daß unsere Monate vom Menschen künstlich zurechtgestutzt sind und mit dem ursprünglichen Mondumlauf nichts mehr zu tun haben. Calendus, nach dem Ausrufen der ersten dünnen Mondsichel, und Idus, nach der Vollmondscheibe benannt, haben ihre Bedeutung verloren. Im Laufe eines ganzen Jahres entsteht mit 11—12jährigen Schülern eine einfache Sonnenuhr mit etwa 2 cm langem Schattenstab auf waagerechter Ebene. Bei stündlicher Kontrolle werden die Stundenmarken eingetragen, und das Ende des Schattens zeigt den Schattenweg und damit den Tagbogen der Sonne (wenigstens durch mehrere Stunden). Die Schattenwege an verschiedenen Tagen werden eingetragen, z. B. an den Monatsersten, besonders aber an den 4 markanten Tagen, den Äquatorial- und den Wendetagen. So erarbeiten wir uns mit Hilfe der Sonnenstrahlen nicht nur unsere Sonnenuhr, sondern auch unsern Sonnenkalender. Schattensteine, Trojaburgen und Sonnentempel unserer Urväter rücken uns näher. Aber wir holen auch das Gradnetz, das sonst vielen Schülern für immer unverständlich bleibt, damit vom Himmel auf die Erde. Aus elastischen Stäben, Schirmstäben oder Weidenruten fertigen wir uns einen kleinen Himmelsdom und verfolgen und messen mit einem vom Mittelpunkt ausgehenden Strahl den Lauf der Sonne. Der gefundene Tagbogen wird an den Stäben fixiert und seine Mittagshöhe in Graden gemessen. Wir finden für Berlin  $37\frac{1}{2}$  Grad im März und September, 14 Grad vor Weihnachten und 61 Grad im Juni, d. h. so genau finden wir es nicht; aber wir können die in Büchern gemachten Angaben ungefähr nachprüfen, brauchen sie also nicht blind zu glauben. Morgen- und Abendweiten werden geometrisch bestimmt; die Höhe des Pols wird errechnet. Die Höhe des Polarsterns wird mit Winkelstrahl und Winkelmesser nachgeprüft. All das erfahren wir auf Grund unmittelbarer Beobachtung, sozusagen bei völlig geozentrischer Einstellung. Selbst die von Zeit zu Zeit vorkommenden Finsternisse, die uns natürlich willkommene Gelegenheiten zur Nachprüfung unserer Theorien sind, können wir rein geozentrisch auffassen und darstellen. Daneben betrachten wir sie aber als moderne Menschen und Keplerjünger auch vom Standpunkte des Kopernikus. Ich möchte es mir hier jedoch versagen, darauf näher einzugehen; denn das findet man in jedem Lehrbuch. Nur sei darauf hingewiesen, daß ein Tellurium zur Veranschaulichung nicht durchaus nötig ist; eine Lampe als Sonne, ein Fußball als Erde und eine Apfelsine als Mond tun die gleichen Dienste. Die Berliner Lehrer werden jedoch

nicht versäumen, die Anschauungsmittel des Astronomischen Museums der Treptow-Sternwarte zu benutzen. Interessant sind auch folgende Sätze aus den Richtlinien zur Aufstellung von Lehrplänen für die Volksschulen der Stadt Berlin: „Bei der Himmelskunde wird stets ausgegangen von den Erscheinungen, die die Heimat bietet, und zu deren Beobachtung die Kinder anzuleiten sind. Die Veranschaulichung durch Lehrmittel hat nur den Zweck, die auf dem Wege der Beobachtung gewonnenen Erkenntnisse zu klären und zu verdeutlichen.“ Aber selbst wenn wir bei der wahren Stellung und Bewegung der Himmelskörper sind, geben wir unsere unmittelbaren Beobachtungen am Sternhimmel nicht auf. Das tägliche Weiterücken der Erde in der Ekliptik spiegelt sich im täglichen Vorrücken des Fixsternhimmels um etwa 4 Minuten wider. Das macht in einem Jahr 24 Stunden, bedeutet also eine volle Umdrehung des Himmels oder einen Umlauf der Sonne durch den ganzen Tierkreis. Nun wird uns auch die Ursache des Zurückweichens der Vollmonde um fast ein Sternbild des Tierkreises klar.

Daß wir eigentlich alle 14 Tage eine Finsternis haben müßten, errechnen sich auf

dieser Stufe viele Schüler selbständig. Die schräge Lage der Mondbahn zur Ekliptik mit den beiden „Knoten“ ist leicht zu veranschaulichen, der Besuch eines Planetariums mit diesbezüglicher Demonstration sehr lehrreich. Die diesjährigen Herbstfinsternisse (vgl. „Weltall“, Nr. 4/5, Aufsatz von Prof. Dr. Mader!) sind in diesem Zusammenhange äußerst interessant und werden von den meisten Schülern verstanden.

Auch die unterschiedliche Entfernung der Planeten von der Sonne und ihr verschieden schneller Lauf spiegelt sich in den uns sichtbaren Planetenbahnen. Jedoch erfordert eine solche Betrachtungsweise Ausdauer durch Wochen und Monate, und nur wenige Schüler werden sich dazu verstehen.

In die Weiten der Fixsterne vorzudringen, wird in der Volks- und Mittelschule Gegenstand gelegentlicher Besprechungen bleiben müssen. Doch wenn das Interesse geweckt ist, finden die jungen Menschen später schon selber einen Weg über Bücher, Zeitschriften und Bibliotheken zu immer weiteren Fernen, zu den unererschöpflichen Wundern der unermesslichen Welten und damit heim zu ihrem tiefsten Sein.

## Der gestirnte Himmel im August und September 1931.

Von Dr. F. S. Archenhold und G. Archenhold.

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

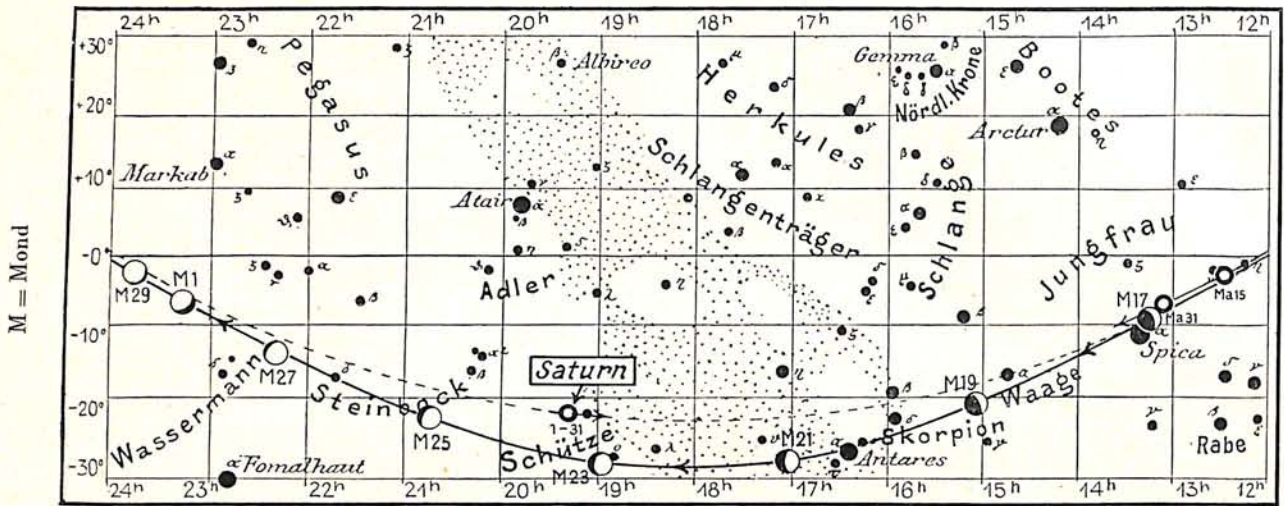
In den letzten Sommermonaten eignen sich die warmen und dunklen Nächte ganz besonders zur Beobachtung des gestirnten Himmels. Ein funkelndes Sternenheer wölbt sich über unserem Horizont, und der matte Schein der Milchstraße, die sich in hohem Bogen von Nordosten nach Südwesten über den Himmel spannt, zieht unsere Aufmerksamkeit auf sich.

Unsere Sternkarten zeigen die Stellung der Sterne zu Beginn der Monate August und September um 22<sup>h</sup>, für die Monatsmitte um 21<sup>h</sup> und für das Monatsende um 20<sup>h</sup> an. Die Kenntnis der Sternbilder, die wir an Hand unserer Karten leicht erlangen können, macht es uns möglich, die kosmischen Bewegungen zu verfolgen. Innerhalb weniger Stunden können wir am Auf- und Untergang der Gestirne die Widerspiegelung der Drehung der Erde um ihre Achse feststellen. Im Laufe der Monate bemerken wir den Einfluß der Bewegung der Erde um die Sonne. Eine dritte wichtige Bewegung, die dem ganzen Planetensystem gemeinsam ist, zeigt sich dem Beobachter nicht direkt, sondern kann nur durch feinste Messungen der Sternörter bestimmt werden. Es ist die Bewegung der Sonne mitsamt allen Planeten, die fast geradlinig auf das Sternbild des Herkules zu gerichtet ist. 20 km werden in jeder Sekunde zurückgelegt, so daß das Sonnensystem im Laufe eines Jahres eine Strecke von

mehr als 600 Millionen km durchleitet. Wie im Sonnensystem die Bewegungen der Planeten notwendig sind, um die Körper trotz der allgemeinen Anziehung im Gleichgewicht zu halten, so tragen auch im Sternsystem die Bewegungen der einzelnen Glieder dazu bei, ein geordnetes Gebilde zu schaffen. Die Erforschung der Eigenbewegungen der Gestirne dürfte schon in naher Zukunft neue wichtige Erkenntnisse über Sternströme, insbesondere über die Frage einer Rotation des ganzen Milchstraßensystems bringen.

Das Sternbild des Herkules ist nicht nur dadurch bemerkenswert, daß innerhalb seiner Grenzen der Zielpunkt der Sonnenbewegung zu suchen ist, sondern es enthält auch eine große Anzahl interessanter Beobachtungsobjekte. Unter den mehr als 100 in diesem Bilde entdeckten veränderlichen Sternen befinden sich mehrere, die mit dem bloßen Auge oder dem Opernglase zu beobachten sind, so z. B. die Sterne mit den Bezeichnungen X, S, g, u und  $\alpha$ . Der Stern  $\alpha$  gehört zu den unregelmäßig Veränderlichen. Sein Licht schwankt zwischen der 3. und 4. Größenklasse. Das Spektrum gehört zur Klasse M, und der Stern fällt schon dem bloßen Auge durch seine rötliche Farbe auf. Besonders interessant ist sein Anblick im Fernrohr, da ein naher blauer Begleiter in 4",6 Abstand vorhanden ist. Die Helligkeit des Begleitsterns beträgt 5<sup>m</sup>,4. Die Stellung der beiden Sterne

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



zueinander hat sich in den letzten hundert Jahren nicht verändert. Die Entfernung des Veränderlichen von der Erde wird auf 650 Lichtjahre geschätzt. Zwischen den Sternen  $\eta$  und  $\zeta$  steht der bekannte Kugelsternhaufen Messier 13, der mehr als 5000 Sterne 10. bis 12. Größe enthält. Sein Abstand von der Erde beträgt 32 000 Lichtjahre. In seiner Nachbarschaft findet sich ein weiterer heller Kugelsternhaufen Messier 92, in dem die Sterne noch gedrängter stehen. Nach Shapley beträgt die Entfernung dieses Sternhaufens 35000 Lichtjahre.

Der Sternschnuppenschwarm der Perseiden, der hauptsächlich in den Tagen vom 10. bis 12. August auftritt, wird bei klarem Himmel in diesem Jahre gut zu beobachten sein, weil am 13. Neumond ist, und daher das Mondlicht nicht störend wirkt. Der Ausstreuungspunkt der August-Sternschnuppen ist auf unserer Augustkarte durch einen Punkt mit fünf Pfeilen angegeben. Die nach rückwärts verlängerten Bahnen der Perseiden führen stets in die Nähe dieses sogenannten Radiationspunktes.

Der veränderliche Stern Algol im Perseus kann jetzt wieder leichter beobachtet werden.

Seine Lichtminima treten zu den folgenden Zeiten ein:

August 6.	1h	September 18.	1h
" 8.	21	" 20.	22h
" 26.	2		
" 28.	23		
" 31.	20h		

Die Planeten.

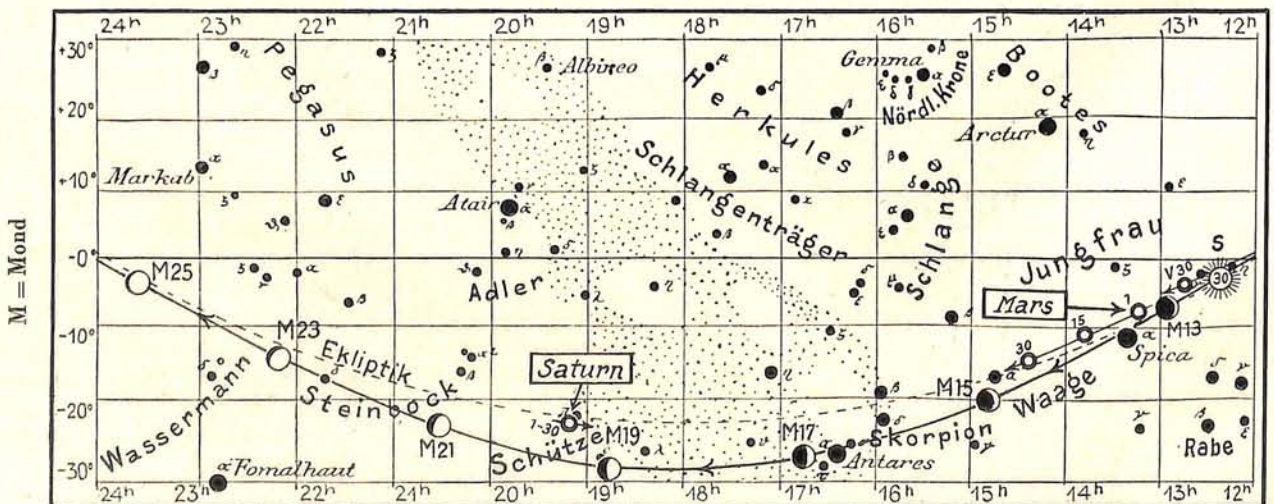
Merkur, der zunächst unsichtbar ist, erscheint am 12. September am Morgenhimmel und ist für den Rest des Monats günstig zu beobachten. Sein Aufgang erfolgt zwischen 4h und 4 $\frac{1}{2}$ h morgens. Am 22. September beträgt die größte Dauer seiner Sichtbarkeit  $\frac{3}{4}$  Stunden.

Venus ist noch bis zum 23. August als Morgenstern sichtbar; dann verschwindet sie in den Strahlen der Sonne, mit der sie am 8. September in obere Konjunktion tritt. Ihr Wiedererscheinen am Abendhimmel ist erst für Ende Oktober zu erwarten.

Mars ist zu Anfang des Monats wenige Minuten am Abendhimmel zu erkennen. Vom 20. August ab wird er unsichtbar.

Jupiter taucht am 12. August unfern der helleren Venus am Morgenhimmel auf. Er be-

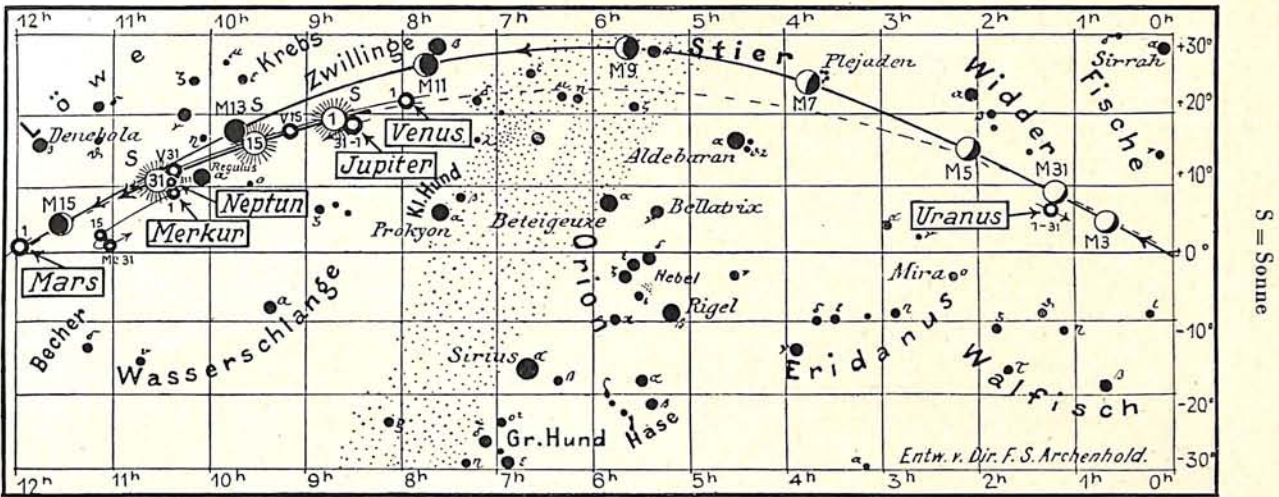
Abb. 3a. Lauf von Sonne, Mond und Planeten



für den Monat August 1931.

Abb. 2b.

Nachdruck verboten.



findet sich im Sternbild des Krebses, durch das er in rechtläufiger Bewegung wandert. Anfang September beträgt die Dauer seiner Sichtbarkeit bereits fast 2 Stunden. Sie nimmt im Laufe des Monats weiter schnell zu. Wir setzen daher die Tafel mit den Stellungen und Verfinsterungen der vier hellen Jupitermonde wieder ein.

Verfinsterungen			Stellungen			
Sept.	M. E. Z.	Mond	Sept.	5h 0m M. E. Z.	Sept.	5h 0m M. E. Z.
9.	3 26	I E	1	32 ① 4	16	31 ① 4
16.	4 11	II E	2	3 ① 124	17	3 ① 24
16.	5 20	I E	3	31 ① 24	18	2 ① 314
25.	1 41	I E	4	2 ① 413	19	21 ① 34
25.	4 45	III A	5	421 ① 3	20	① 2143
			6	4 ① 123	21	1 ① 432
			7	41 ① 32	22	423 ① 1
			8	432 ① 1	23	4321 ①
			9	43 ①	24	43 ① 12
			10	431 ① 2	25	4 ① 1
			11	42 ① 13	26	421 ① 3
			12	421 ① 3	27	4 ① 213
			13	① 4123	28	41 ① 23
			14	1 ① 324	29	243 ① 1
			15	32 ① 14	30	321 ① 4

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.

S a t u r n ist nach Eintritt der Dunkelheit als hellstes Gestirn des Südhimmels sichtbar. Anfangs ist er bis 2¼h zu beobachten, zuletzt geht er bereits um 22¼h unter.

U r a n u s erscheint anfangs um 22h, zuletzt um 18h über dem Horizont. Sein genauer Ort im Sternbild der Fische ist am 15. August Rekt. = 1h12m,0 und Dekl. = + 6°55' und am 15. September Rekt. = 1h9m,0 und Dekl. = + 6°36'.

N e p t u n steht am 29. August in Konjunktion mit der Sonne und bleibt daher unsichtbar.

### Der Lauf von Sonne und Mond.

Die S o n n e befindet sich auf dem absteigenden Teil ihrer Bahn. Am 1. August hat sie noch eine nördliche Deklination von 18°; aber schon am 24. September passiert sie den Himmelsäquator und rückt damit auf die südliche Hemisphäre. Anfang August beträgt die Tageslänge noch 15½ Stunden, Ende September sind es nur noch 11¾ Stunden. Die Tag- und Nachtgleiche ist am 24. September, und der Herbst hält mit diesem Tag seinen Einzug.

für den Monat September 1931.

Abb. 3b.

Nachdruck verboten.

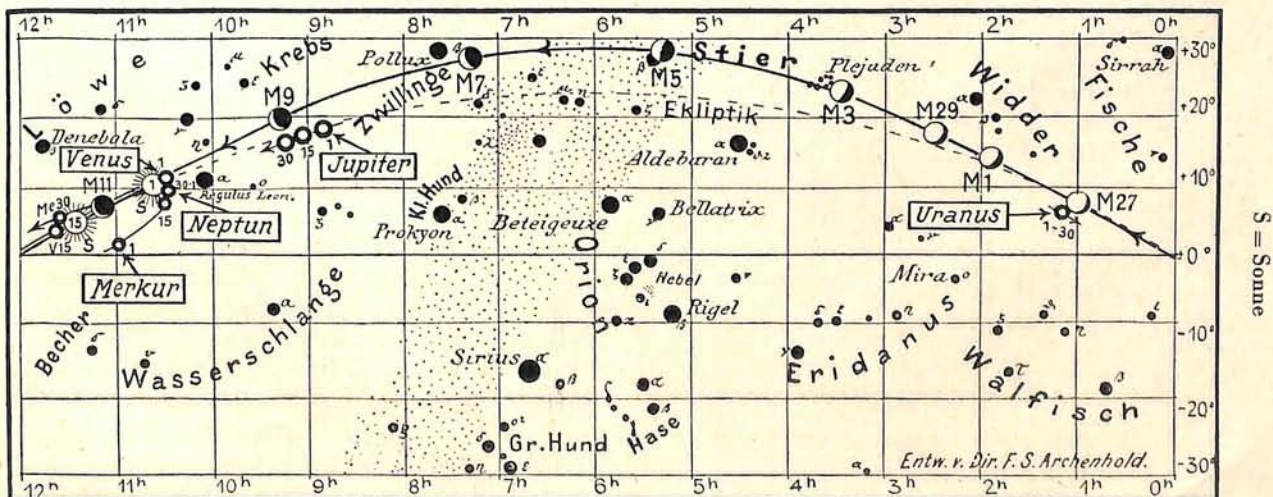
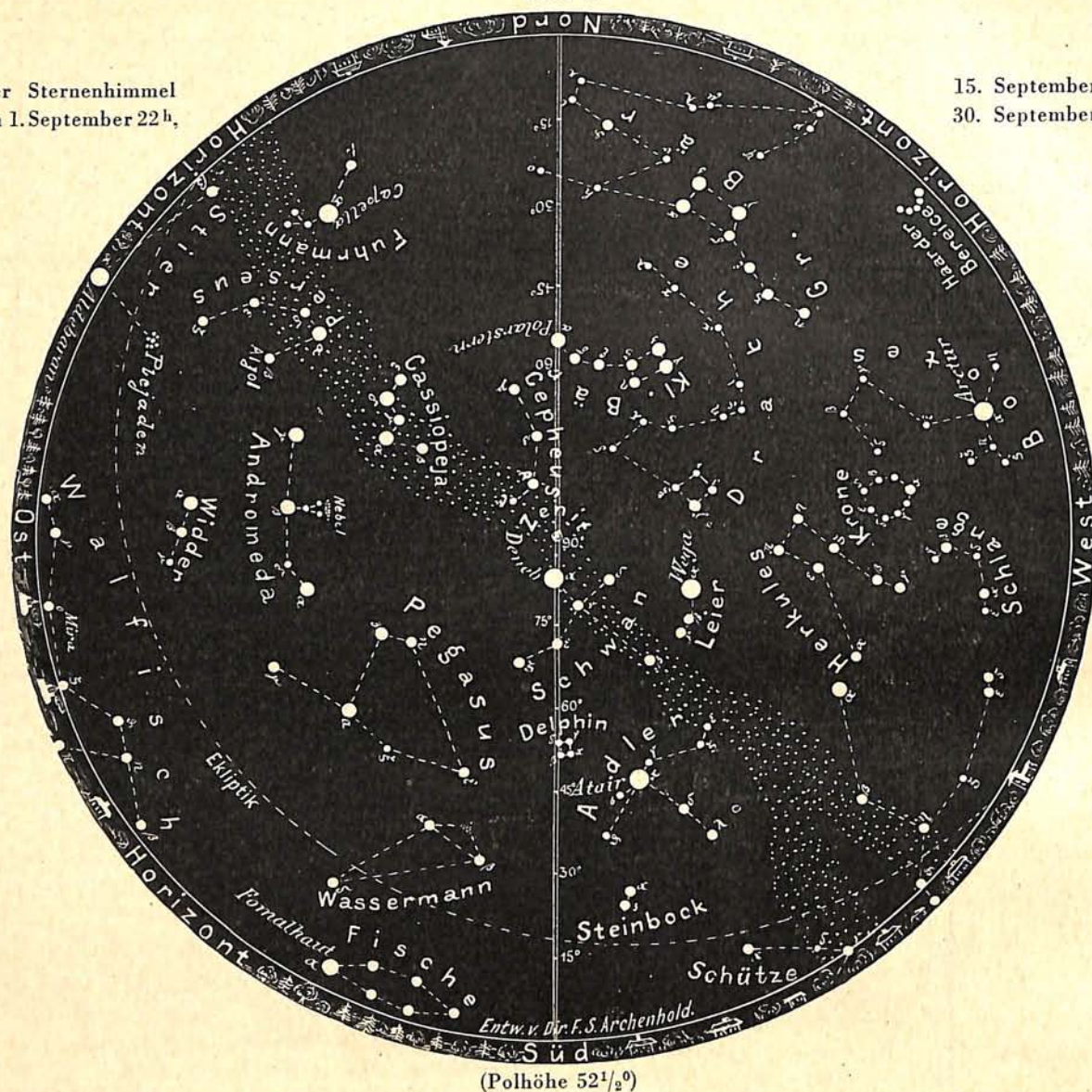


Abb. 4.

Der Sternenhimmel  
am 1. September 22<sup>h</sup>,

15. September 21<sup>h</sup>,  
30. September 20<sup>h</sup>.



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

Aug.	1.	4 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup>	20 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>
"	15.	4 46	19 34
Sept.	1.	5 15	18 56
"	15.	5 38	18 24
"	30.	6 <sup>h</sup> 3 <sup>m</sup>	17 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup>

Weitere wichtige Angaben finden sich in  
folgender Tabelle:

Datum	Rektasz.		Deklin.		Sternzeit		Zeitgleichg. wahre minus mittlere Zeit
	0 <sup>h</sup> Weltzeit		0 <sup>h</sup> Weltzeit		Berlin, Mittag		
	h	m	o	'	h	m	m
Aug. 1.	8	40,8	+ 18	20	8	36,4	- 6 14
" 5.	8	56,3	17	19	8	52,2	5 56
" 10.	9	15,5	15	56	9	11,9	5 22
" 15.	9	34,4	14	26	9	31,6	4 33
" 20.	9	53,1	12	51	9	51,3	3 30
" 25.	10	11,6	11	11	10	11,0	2 15
" 30.	10	29,9	9	26	10	30,7	0 49
Sept. 1.	10	37,1	8	43	10	38,6	- 0 13
" 5.	10	51,6	7	16	10	54,4	+ 1 04
" 10.	11	9,7	5	24	11	14,1	2 45
" 15.	11	27,6	3	30	11	33,8	4 30
" 20.	11	45,6	+ 1	34	11	53,5	6 16
" 25.	12	3,5	- 0	23	12	13,2	8 02
" 30.	12	21,5	- 2	20	12	32,9	+ 9 43

Der Mond ist mit seinen Lichtgestalten  
von zwei zu zwei Tagen in unsere Planeten-  
karten eingetragen.

Die Hauptphasen des Mondes fallen auf  
folgende Daten:

Letstes Viertel:	Aug. 6.	17 1/2 <sup>h</sup>	Sept. 5.	8 1/4 <sup>h</sup>
Neumond:	" 13.	21 1/2 <sup>h</sup>	" 12.	5 1/2 <sup>h</sup>
Erstes Viertel:	" 20.	12 1/2 <sup>h</sup>	" 18.	21 1/2 <sup>h</sup>
Vollmond:	" 28.	4 1/4 <sup>h</sup>	" 26.	20 1/4 <sup>h</sup>

Der Septembervollmond hat eine totale  
Mondfinsternis im Gefolge. Die Finsternis  
beginnt mit dem Eintritt des Mondes in den  
Halbschatten der Erde am 26. September  
17<sup>h</sup> 40<sup>m</sup>, 7. Da der Halbschatten allmählich ver-  
läuft, so ist erst nach diesem Zeitpunkt eine  
merkliche Trübung der Mondscheibe zu be-  
merken. Um 18<sup>h</sup> 54<sup>m</sup>, 2 erfolgt der Eintritt des  
Mondes in den Kernschatten, um 20<sup>h</sup> 5<sup>m</sup>, 5 ist  
der Beginn, um 20<sup>h</sup> 48<sup>m</sup>, 0 die Mitte und um  
21<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>, 5 das Ende der totalen Finsternis. Der  
Austritt aus dem Kernschatten findet um  
22<sup>h</sup> 41<sup>m</sup>, 8, aus dem Halbschatten um 23<sup>h</sup> 55<sup>m</sup>, 3  
statt. Die Finsternis kann in Europa beobach-

tet werden. Nähere Angaben sind in dem Aufsatz von Prof. Dr. Mader in Heft 4/5 dieses Jahrgangs zu finden, in dem auch über die in Europa unsichtbare am 12. September stattfindende teilweise Sonnenfinsternis berichtet wird.

Am 3. und 30. August steht der Mond in Erdferne. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt an diesen beiden Tagen 29'33" und 29'29",

die Horizontalparallaxe 54'8" bzw. 54'1". In Erdnähe steht der Mond am 15. August mit einem scheinbaren Durchmesser von 33'10" und einer Horizontalparallaxe von 60'47".

Im September steht der Mond am 12. in Erdnähe, am 27. in Erdferne. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt an diesen beiden Tagen 33'27" und 29'28", die Horizontalparallaxe 61'18" bzw. 53'58".

Im August und September sind in Berlin folgende Bedeckungen heller Fixsterne durch den Mond zu beobachten:

Tag	Name	Gr.	Rekt. 1931		Dekl. 1931		Phase	Zeiten für Berlin M. E. Z.		Winkel	Mondalter	Hilfsgrößen	
			h	m	o	'		h	m			a	b
Aug. 6.	19 Arietis	5,8	2	9,3	+ 14	57	A	1	35,5	269	21,5	- 0,8	+ 1,7
" 7.	104 B. Tauri	5,5	3	44,3	+ 23	13	A	23	58,5	282	23,5	+ 0,2	+ 1,3
" 10.	406 B. Tauri	5,6	5	46,6	+ 27	57	A	3	19,0	297	25,6	- 0,5	+ 1,0
Sept. 4.	ζ Tauri	5,3	4	18,4	+ 25	28	A	23	4,0	305	22,0	- 0,2	+ 1,0
" 14.	α Virginis	1,2	13	21,6	- 10	48	E	10	29,0	100	2,2	- 0,7	+ 1,1
" 14.	α Virginis	1,2					A	11	25,0	329	2,2	- 0,4	- 0,4
" 30.	ζ Arietis	4,8	3	10,9	+ 20	47	A	21	56,0	213	18,7	+ 0,2	+ 2,2

E=Eintritt, A=Austritt

### Bemerkenswerte Konstellationen.

- Aug. h
- 1. 20 Merkur in Konjunktion mit Neptun.
  - 4. 19 Uranus in Konjunktion mit dem Monde.
  - 6. 19 Venus in Konjunktion mit Jupiter.
  - 8. 15 Merkur in größter östl. Abweichung 27°23'.
  - 12. 21 Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
  - 13. 8 Venus in Konjunktion mit dem Monde.
  - 14. 20 Neptun in Konjunktion mit dem Monde.
  - 15. 15 Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
  - 17. 6 Mars in Konjunktion mit dem Monde.
  - 21. 18 Merkur stationär.
  - 24. 8 Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
  - 29. 22 Neptun in Konjunktion mit der Sonne.
  - 31. 19 Venus in Konjunktion mit Neptun.

- Sept. h
- 1. 1 Uranus in Konjunktion mit dem Monde.
  - 4. 11 Merkur in Konjunktion mit Venus.
  - 5. 1 Merkur in unterer Konjunktion mit der Sonne.

- Sept. h
- 8. 4 Venus in oberer Konjunktion mit der Sonne.
  - 9. 17 Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
  - 10. 7 Merkur in Konjunktion mit Neptun.
  - 11. 8 Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
  - 11. 8 Neptun in Konjunktion mit dem Monde.
  - 12. — In Europa unsichtbare partielle Sonnenfinsternis.
  - 12. 7 Venus in Konjunktion mit dem Monde.
  - 13. 15 Merkur stationär.
  - 14. 22 Mars in Konjunktion mit dem Monde.
  - 17. 9 Merkur in Konjunktion mit Neptun.
  - 20. 13 Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
  - 21. 4 Merkur in größter westlicher Abweichung 17° 52'.
  - 21. 18 Saturn stationär.
  - 24. 1 Sonne tritt in das Zeichen der Waage, Herbstanfang.
  - 26. — In Europa sichtbare totale Mondfinsternis.
  - 28. 5 Uranus in Konjunktion mit dem Monde.

## KLEINE MITTEILUNGEN

**Die Spektren der Plejadensterne.** Die Sterngruppe der Plejaden ist in neuerer Zeit mehrfach Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen. Besonders sind die Helligkeiten und Farbwerte bis zu den schwächeren Sternen jener Gruppe zu unserer Kenntnis gelangt. Es schien deshalb wünschenswert, auch die Spektren der schwächeren Plejadensterne zu untersuchen, um auf diese Weise Beziehungen zwischen den drei genannten Eigenschaften zu erkennen. Ferner sollte bei diesen Arbeiten die Frage zur Entscheidung gelangen, ob die Plejadensterne bestimmter Spektralklassen gegenüber den gleichen Sternen an anderen Stellen des Himmels als zu weiß bezeichnet werden konnten. Diese Punkte hat nun Prof. Dr. A. Schwabmann an der Hamburger Sternwarte durch

seine Untersuchungen klargelegt (Mitt. d. Hamburger Sternwarte Nr. 31).

Der von ihm angelegte Spektalkatalog beruht auf 7 im Laufe von 10 Jahren (1919—1929) am Lippert-Astrographen der Hamburger Sternwarte gewonnenen Platten. Bei günstigen Luftverhältnissen und ein- bis zweistündiger Belichtung ergeben sich die Spektren bis zur visuellen Größe 12<sup>m</sup>,0. Die Erfahrung zeigte dann weiter, daß sich bei drei bis vier Stunden belichteten Aufnahmen sogar die 14. Größe erreichen läßt, wobei die zur Festlegung des Spektraltypus wichtigsten Linien im Spektrum erkennbar bleiben.

Da nun die Klärung der Beziehungen zwischen den physischen Eigenschaften und den Helligkeiten der Sterne im

Vordergrund des Interesses stand, ist der Katalog so angelegt, daß die photographischen Größen der Sterne aufeinanderfolgen. Im übrigen stützt sich dieser neue Spektralkatalog auf die Sternkataloge der Plejaden von Hertzsprung, Graff und Trumpler. Er umfaßt 720 Sterne, die in überwältigender Mehrzahl auf einer Kreisfläche von  $1^\circ$  Radius um Alkyone liegen.

Auf Grund der Arbeiten von Trumpler und Hertzsprung über die Eigenbewegung der Plejadensterne war es möglich, Haufensterne und Untergrundsterne sicher von einander zu trennen. Nur etwa ein Viertel der im Katalog aufgeführten Sterne bis zur 14. Größenklasse gehören dem Plejadenhaufen an; die übrigen projizieren sich nur zufällig auf die gleiche Himmelsfläche.

Das umfangreiche Material ermöglicht eine zuverlässige spektroskopische Bestimmung des Abstandes der Plejaden, indem die scheinbare Helligkeit der Plejadensterne mit der absoluten Helligkeit der Sterne entsprechender Spektralklassen verglichen wird, wie sie aus dem Russelldiagramm hervorgeht. Es ergibt sich für die mittlere Parallaxe der Wert  $0",006$  entsprechend 540 Lichtjahren. Aus geringerem Beobachtungsmaterial hatten bereits früher Trumpler  $0",008$  und Hertzsprung  $0",005$  gefunden.

Schon im Jahre 1921 hatte Trumpler in seiner Arbeit bemerkt, daß die Sterne der Plejadengruppe vom Spektraltypus F bis G weißlicher erscheinen als sonst die Sterne am Himmel. Die Abweichungen gingen bis zu einem Spektralklassenintervall. Die Plejadensterne müßten demnach eine Sonderstellung einnehmen. Die graphische Ausgleichung der gewonnenen Resultate ergibt aber, daß der Farbunterschied doch nicht so scharf bestimmbar ist, sondern nur die Spektralgebiete A5 bis G0 umfaßt und für die folgenden Klassen sogar eine rückläufige Entwicklung zeigt. Die größte Farbdifferenz wird beim Spektraltypus F5 mit  $-0^m,2$  erreicht. Merkwürdigerweise zeigen Haufen- und Untergrundsterne die gleichen Abweichungen. Allerdings sind die Abweichungen bei der Verwendung anderer Methoden zur Bestimmung der Sternfarben nicht sehr groß.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Sonderstellung der Plejadensterne nur durch eine sehr geringe Abweichung im Spektralgebiet A5 bis G0 gestützt wird. Besonders die Ergebnisse von Shapley und Richmond weisen keinerlei Anhaltspunkte auf, wonach die Plejadensterne, ihrem Spektraltypus entsprechend, als zu „weißlich“ bezeichnet werden können. Im großen und ganzen ist zu sagen, daß die Farbsonderstellung der Plejadensterne allerhöchstens  $-0^m,1$  ausmacht, was ja bei anderen Spektraldurchmusterungen für einzelne Sterne öfter beobachtet wird. Für die Spektralgebiete von G5 an ergibt sich für die Plejadensterne eher eine zu rote als eine zu weiße Färbung. D. Wattenberg.

**Ein aztekischer Kalenderstein.** Der unter dem Namen „Calendario Azteca“ bekannte Stein wurde am 17. Dezember 1790 in der Stadt Mexico bei Nivellierungsarbeiten zu einer neuen Pflasterung des Hauptplatzes aufgefunden. Der Stein lag auf der gemeißelten Seite. Der Durchmesser des Monumentes beträgt ungefähr 3,60 m und das Gewicht ca. 24 400 kg. Wahrscheinlich wurde der Stein schon unter der Regierung des Königs Axayácatl im 15. Jahrhundert gearbeitet. Man nimmt nach neueren Forschungen an, daß er nicht als Kalender

diente, sondern ein Opferstein war, der gegenüber dem „Cuauhcalli“ (Haus der Adler) genannten Haupttempel stand und während des religiösen Festes „4 olin“ benutzt wurde, das ein- bis zweimal im Jahre stattfand. Es befindet sich nämlich das Zeichen „4 olin“ im mittleren Ring des Steins. „Olin“ bedeutet „Bewegung“, hier die 4 Bewegungen der Sonne zur Zeit ihrer Kardinalpunkte. Die Azteken glaubten, daß der Mensch auf der Welt lebt, um den Göttern zu dienen, ihnen Essen und Trinken in Gestalt von Herzen und Blut zu geben. Besonders der Sonnengott brauchte dauernd Nahrung, um Kraft zu haben, seine Mission zum Wohle der Menschheit zu erfüllen. Sie glaubten sogar, daß der Mensch schon lebte, ehe die Sonne da war, da dieselbe ja Menschenherzen und Blut zur Ernährung brauchte. Die Zeichen in den vier Himmelsrichtungen werden als Zeichen der vier Sonnen- oder Zeitepochen gedeutet, die die Azteken zur Zeit der Aufrichtung des Steins bereits



vergangen glaubten. Im Norden steht die Sonne des Tigers (in dieser Epoche erschienen Riesen und Tiger, die alles fraßen), im Osten die Sonne der Luft (Orkane zerstörten alles, und die Menschen, die nicht umkamen, verwandelten sich in Affen). Im Süden befindet sich die Sonne des Regens (Regen von Steinen und Feuer, Vulkanausbrüche zerstörten alles; die Menschen wurden Vögel), und im Westen haben wir die Sonne des Wassers (Überschwemmungen brachten die Zerstörung des 4. Zeitalters, die Menschen wurden Fische).

Jeder Zeitabschnitt betrug 52 Jahre. In der letzten Nacht einer Epoche war das Passieren der Plejaden durch das Zenit der mit Angst erwartete Augenblick, der über das Leben der existierenden Generation entschied. Wenn die Priester, die den Himmel beobachteten, mitteilen konnten, daß die Sterne ihren Weg weiter gingen, freuten sich alle, daß ihnen ein neues Zeitalter von ihren Göttern gewährt sei.

Die vier kleineren Zeichen im Norden, Osten, Süden, Westen scheinen nur zur Vervollständigung der vier großen Zeichen der verschiedenen Zeitalter oder Sonnen gedient zu haben.

Der Streifen mit den 20 Zeichen der Tage scheint beim ersten Anblick die Annahme zu rechtfertigen, daß der Stein wirklich ein Kalender war, da der Monat 20 Tage hatte. Der Streifen ist aber nichts anderes als eine weitere Darstellung von Figuren, die sich auf die Sonne beziehen. Die Reihe der Tageszeichen wiederholt sich in den mythologischen Chroniken so oft, daß man hundert verschiedene Darstellungen für jedes Zeichen findet.

Der Stein, der sich jetzt im Museum in Mexico befindet, war zum Sonnenkult bestimmt, und alle seine Motive beziehen sich auf die Sonne. Eilhauer.

**Das neue physikalische Kabinett der Treptow-Sternwarte.** Von jeher hat die Astronomie mit ihren Nachbarwissenschaften wie Mathematik, Physik, Chemie usw. in engen Beziehungen gestanden. Die neuere Entwicklung der Astrophysik hat insbesondere viele Berührungspunkte mit der Atomphysik geschaffen. Der Astronom spricht ebenso von der Entstehung der Spektrallinien und den Elektronen wie der Physiker. Um den Besuchern der Sternwarte die Grundbegriffe der Spektralanalyse, der elektrischen Strahlungen und Leuchterscheinungen zu geben, ist dieses physikalische Kabinett, das seit Anfang Juli im Anschluß an das Astronomische Museum gezeigt wird, geschaffen worden.

Hier sieht man zunächst einen Hartgummistab, der beim Reiben mit einem Lappen elektrisch wird und die Goldblättchen eines Elektroskops zum Ausschlag bringt. Man hört ein Glockenspiel, das durch elektrische Anziehung und Abstoßung in Bewegung gesetzt wird. Die hierzu benötigten größeren Elektrizitätsmengen werden durch eine Influenzmaschine erzeugt, die auch das Sternbild des Großen Bären durch sieben leuchtende Funken hervorbringt. Dann tritt ein Funkeninduktor in Tätigkeit, der, von einem 4-Volt-Akkumulator gespeist, Spannungen von ungefähr 10 000 Volt erzeugt. Wir sehen die Entladungserscheinungen dieses hochgespannten Stromes in verschieden evakuierten Röhren, wir verfolgen die Wirkungen und Eigenschaften der von der Kathode ausgehenden Elektronenstrahlung in farbenprächtigen Leuchtröhren, und auch die positiven Strahlen werden in der bekannten Goldsteinschen Kanalstrahlröhre sichtbar gemacht. In einer großen luftverdünnten Glas- kugel entsteht unter dem Einfluß der von dem Tesla- Transformator ausgehenden elektrischen Energie ein künstliches Nordlicht. Durch ein aufgestelltes Spektroskop kann jeder selbst die Spektren verschiedener leuchtender Gase beobachten. Photographien von Sternspektren zeigen die charakteristischen Typen.

Die Instrumente entstammen zum Teil der Sammlung der Sternwarte, zum Teil sind sie von den Physikalischen Werkstätten in Göttingen zur Verfügung gestellt worden. Herrn Dipl.-Ing. Schmullius sei für seine Hilfe bei der Einrichtung besonders gedankt.

G. Archenhold.

**Auffindung des Enckeschen Kometen.** Der Enckesche Komet, dessen Umlaufszeit um die Sonne etwa 3,3 Jahre beträgt, gelangte Anfang Juni d. J. wiederum in Sonnennähe. Nachdem er im letzten Winter vergeblich gesucht worden war, konnte er am 21. Juni von Bobone in Cordoba aufgefunden werden, und zwar als Gestirn 9. Größe. Da er in dem für uns unsichtbaren Teil des Südhimmels wandert, kann er in Deutschland nicht beobachtet werden.

G. A.

**Graphische Vorausbestimmung des Ein- und Austritts einiger Mondkrater bei der Finsternis am 26. September 1931.** Die Zeitangaben in M. E. Z. gelten, wenn nicht anders angegeben, für den Ostrand des Kraters. Die Nummern beziehen sich auf die Franz'sche Mondkarte in Schurigs Atlas.

A. Eintritt.

Nr.	Krater	h m	Nr.	Krater	h m
107	Olbers a	18 56,5	130	Herschel	19 29
148	Grimaldi NO	19 02	48	Manilius	29,5
102	Aristarch	02	123	Thebit C	30
100	Delisle	06	123	Thebit B	32
101	Diophant	06,5	123	Thebit A	33,5
108	Kepler	07,5	62	Hercules	33,5
145	Crueger	08	60	Endymion	33,5
147	Flamsteed	09	52	Godin	34
82	Carlini	11	14	Hipparch A	34,5
81	Helicon	11	14	Hipparch C	35,5
146	Billy	11	47	Plinius	37
80	Leverrier	12	51	Dionys	37
142	Byrgius	12,5	16	Theon jun.	37,5
91	Hortensius	12,5	64	Cepheus	37,5
85	Lambert	12,5	15	Theon sen.	38
87	Pytheas	13	117	Tycho O	39
143	Mersenius	15	117	Tycho W	41
90	Copernicus O	15	9	Werner	41
144	Gassendi A	15	63	Struve	42
133	Landsberg	15	32	Censorinus	45
79	Plato O	15	114	Clavius O	45
90	Copernicus W	17	69	Cleomedes	45
88	Eratosthenes	18,5	72	Proclus	46
83	Archimedes O	18,5	73	Picard	49,5
141	Fourier	19	114	Clavius SW	49,5
93	Gambart	20	77	Taruntius A	50
83	Archimedes W	21	5	Nicolai A	52,5
40	Aristillus	21,5	28	Goclenius	52,5
41	Autolycus	22	23	Piccolomini	53
39	Cassini	22	74	Condorcet	53,5
131	Lalande	25	30	Langrenus	19 57
137	Schikard NO	26	25	Petavius	20 00
132	Mösting A	19 26,5	20	Fraunhofer	20 02

B. Austritt.

Nr.	Krater	h m	Nr.	Krater	h m
142	Byrgius	21 34	9	Werner	22 03,5
145	Crueger	35	132	Mösting	03,5
148	Grimaldi SO	35,5	130	Herschel	05
137	Schikard NO	36	79	Plato O	05,5
107	Olbers a	37	83	Archimedes O	07
141	Fourier	37,5	79	Plato W	07,5
143	Mersenius	40	5	Nicolai A	08,5
146	Billy	40	83	Archimedes W	09
147	Flamsteed	43,5	14	Hipparch A	09,5
144	Gassendi A	44	40	Aristillus	10
114	Clavius O	47,5	41	Autolycus	10,5
102	Aristarch	47,5	14	Hipparch C	11,5
108	Kepler	48	39	Cassini	12
114	Clavius W	51,5	52	Godin	14
117	Tycho O	52	48	Manilius	14,5
133	Landsberg	52,5	16	Theon jun.	16
91	Hortensius	53	23	Piccolomini	16,5
101	Diophant	53,5	15	Theon sen.	16,5
117	Tycho W	53,5	51	Dionys	17,5
100	Delisle	54	20	Fraunhofer	21
123	Thebit C	56	47	Plinius	22
90	Copernicus O	57	62	Hercules	24
123	Thebit B	58	60	Endymion	24,5
90	Copernicus W	59	32	Censorinus	25
93	Gambart	59	64	Cepheus	27,5
87	Pytheas	59	25	Petavius SO	28
123	Thebit A	59,5	28	Goclenius	29
85	Lambert	59,5	63	Struve	32
82	Carlini	21 59,5	72	Proclus	32,5
81	Helicon	22 00,5	77	Taruntius A	34
80	Leverrier	01,5	30	Langrenus SO	35
131	Lalande	02	73	Picard	36
88	Eratosthenes	22 02,5	74	Condorcet	22 39

A. Hagedorn.



## BÜCHERSCHAU\*)

**Bölsche, Wilhelm: Ausgewählte Werke.** Neubearbeitete und illustrierte Ausgabe. Bd. 1: Die Eroberung des Menschen; Bd. 2: Der singende Baum; Bd. 3: Aus der Schnee-grube; Bd. 4: Weltblick; Bd. 5: Auf dem Menschenstern; Bd. 6: Die Schöpfungstage. — Aus Urtagen der Tierwelt. Verlag E. Haberland, Leipzig 1930. Preis je Band 6 M., Gesamtpreis 30 M.

Ich möchte heute unsere Leser auf eine Reihe von Büchern aufmerksam machen, die einzeln wohl den meisten bekannt sein dürften, aber doch in der vorliegenden Ausgabe vielen willkommen sein werden. Aus dem Lebenswerk des Pioniers für volkstümliche Darstellung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse in Wort und Schrift sind sechs gut ausgestattete Bände zusammengestellt worden. Zu diesen „Ausgewählten Werken“ schreibt der Siebzigjährige ein Geleitwort voller Laune und Jugendfrische. Man erkennt in diesen 6 Seiten den ganzen Bölsche, der Ernstes und Tiefstes fast spielerisch behandelt, jedoch immer durchleuchtet von innerlicher Wärme, der nie aufhört, die Wahrheit zu suchen, die er ästhetisch erschaut und als Geisteswissenschaft auffaßt. Bölsche ist ein unabhängiger Denker, eine Vollpersönlichkeit, nicht nur ein Popularisator, sondern ein Künstler, dessen Genialität Mensch und Stern und Tier und Baum zu bewegtem Leben bringt. Al.

**Maeterlinck, Maurice: Geheimnisse des Weltalls.**

Berechtigte Uebersetzung von Käthe Illch. 183 S. Deutsche Verlagsanstalt Stuttgart, Berlin 1930. Pr. geb. 6 M.

Das Buch von Maeterlinck, dem Dichter und Philosophen, das in drei Abschnitten die Unermeßlichkeit des Weltalls, unsere Erde und Einflüsse der Sterne behandelt, nahm ich mit besonderer Erwartung zur Hand. Es fußt auf den neuesten Erkenntnissen über den Aufbau der Materie, den Uebermilchstraßen, den Einsteinschen Ueberlegungen u. a., und entwickelt daraus metaphysische Folgerungen. Selbstverständlich trifft man bei einem Autor wie Maeterlinck auf sehr viel interessant Gestaltetes, man wird aber als Astronom durch Halbheiten und Unrichtigkeiten des Tatsächlichen zu keinem Genuß des Gebotenen kommen, um so weniger, als die Uebersetzung dermaßen schlecht ist, daß die Leichtfertigkeit, mit der sie in die Welt geschickt ist, geradezu als Beleidigung des deutschen Lesers empfunden werden muß.

Der Raum gestattet es nicht, die zahlreichen Einwände darzulegen, auch kann man nicht immer beurteilen, ob der Fehler bei dem Autor oder in der Uebersetzung liegt, und die Menge der Druckfehler und falsch übersehten Stellen verbietet es, im einzelnen darauf einzugehen; nur ganz wenige Stichproben seien gegeben: Die Namen Schrödinger, Lorentz, Lowell, Struve, Angström, Luyten und viele andere sind falsch geschrieben. Das Molekül wird zur „Moleküle“ (in der Einzahl!), als Mehrzahl von „Das Elektron“ wird durchweg „die Elektrone“ gebildet. Die „weißen Zwerge“ kennen unsere Leser aus vielen Aufsätzen im „Weltall“, hier hat man Gelegenheit, auch die Bekanntheit weißer „Zwerginnen“ zu machen! Wir lesen: „Das positive Elektron oder Proton ist 1800mal schwerer als das Negativ“ und weiter „beide, Negativ und Positiv, sind so winzig . . .“. Um den Atomkern des Urans sollen „238“ Elektronen „ungleicher Größe“ kreisen! Ich denke, daß bereits diese kleine Auswahl genügt. Al.

**Bork, Ferdinand: Die Geschichte des Weltbildes.**

(„Ex oriente lux“, 3. Bd., Heft 2/5.) 150 S. mit 18 Abb. Verlag Eduard Pfeiffer, Leipzig 1930. Pr. 10 M.

Diese lehrreiche Studie ist auf völkerkundlicher Grundlage erwachsen. In den Vorstellungen der Völker

vom Bau der Welt behandelt sie ein Kulturgut, das in seinen verschiedenen Verkleidungen nicht immer leicht zu erkennen ist. Aus dem interessanten Inhalt seien einige Kapitel erwähnt: Himmel- und Weltbild in der Edda, das Weltbild der Saken, Weltbilder aus Birma und Ceylon, das iranische Weltbild, das chinesische Weltbild, kaukasische Neun-Welten, das Weltbild der Sunji u. a. 18 Abbildungen erläutern die Abhandlungen. Die Arbeit beruht auf eigenen Untersuchungen und Sammlungen, und wir erfahren aus ihr viel Neues. Ihr Studium wird besonders für den Leser, der sich bereits mit der einschlägigen Literatur beschäftigt hat, gewinnbringend sein. Dr. W.

**Ambrosius, Dr. Ernst und Dr. Konrad Frenzel: Das Bild der Erde.**

Ein neuer Atlas in 100 Kartenseiten mit statistischen Angaben und alphabetischem Namenverzeichnis (121 S.). Großfolio. Verlag Velhagen & Klasing, Leipzig 1930. Pr. geb. 45 M.

Die Aufgabe, eine Quelle ständiger Belehrung zu sein, erfüllt der vorliegende Atlas in hohem Maße nicht nur wegen der sorgfältigen Ausführung der Karten und des etwa 135 000 Angaben umfassenden Namenregisters, sondern auch wegen der zahlreichen statistischen Angaben aus Staats- und Wirtschaftskunde. Überall ist neuestes Material verwendet. Die Ergebnisse mehrerer großen Nord- und Südpolarexpeditionen haben im besonderen auch in die letzten großen weißen Flecke der Karte Details gebracht. Im Vergleich zum Gebotenen ist der Preis des geschmackvoll eingebundenen Atlas als niedrig zu bezeichnen. G. A.

**Dacqué, Edgar: Die Erdzeitalter.** 565 S. mit 396 Abb. und einer farbigen Tafel. Verlag R. Oldenbourg, München 1930. Pr. geb. 24 M., geb. 28 M.

Der Verfasser gibt einen gemeinverständlichen Ueberblick über die Entwicklungsgeschichte des Lebens und die Gestaltung der Erdoberfläche in der Vorwelt. Durch ein reichhaltiges Bild- und Kartenmaterial wird der Text belebt, so daß die Entwicklungsstufen verdeutlicht werden. Wenn der Verfasser in der Einleitung sagt, daß er sich möglichst von Festlegung auf bestimmte Theorien freihält, so ist demgegenüber festzustellen, daß er zwar die verschiedensten Theorien erwähnt, durch seine Darlegungen über die geologische Entwicklung der Erde aber für die umstrittene Welteislehre eintritt. Dr. Z.

**Les observatoires astronomiques et les astronomes**

von P. Stroobant u. a.: 315 S. Paris 1931. Preis 14 Belgas (ca. 8 M.).

Fast ein Vierteljahrhundert ist seit Erscheinen der ersten Ausgabe dieses nützlichen Nachschlagewerkes verflossen, haben doch die Kriegereignisse die Veröffentlichung eines im Jahre 1914 druckfertigen Manuskriptes unmöglich gemacht. Die neue Ausgabe enthält ebenso wie die von 1907 zumeist auf eigenen Mitteilungen der Sternwarten beruhende Angaben über ihre geographische Lage, Geschichte, Mitarbeiter, Instrumente, Veröffentlichungen und Hauptarbeitsgebiete. Die Reihenfolge ist alphabetisch im Hinblick auf die Ortsnamen. Ein Register führt die Namen der Astronomen und einiger nach ihren Gründern benannten Sternwarten auf. Außerdem gibt das Buch eine Übersicht über astronomische Gesellschaften und Zeitschriften. Die Sternwarte Uccle hat unter Leitung ihres Direktors, P. Stroobant, die mühevollen Sammlung und Zusammenstellung des Materials durchgeführt. G. A.

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

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

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

# DAS WELTALL

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

30. Jahrgang Heft 12

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

September 1931

## Inhaltsverzeichnis:

- |   |           |   |           |
|---|-----------|---|-----------|
| 1. Elektrische Leuchtphänomene und ihre Deutung. (Ein Gang durch das neue „Leuchtkabinett“ der Treptow-Sternwarte.) Von Dipl.-Ing. Th. Schullius. . . . . | Seite 161 | (Mit einer Sternkarte auf dem Umschlag und einer Karte des Laufes von Sonne, Mond und Planeten.) . . . . .  | Seite 173 |
| 2. Wie sieht eine Mondfinsternis auf dem Monde aus? Von Prof. Dr. Paul Kirchberger. . . . .   | „ 169     | 5. Kleine Mitteilungen: Zwei neue Kometen. — Die Photographie eines 8-fachen Blitzes. (Mit einer Abbildung.) — Neue Bestimmung der Polarisation des Merkurlichtes. — Extreme Mondhöhen. — Berliner Astronomisches Jahrbuch. . . . . | „ 174     |
| 3. Jupiterbeobachtungen 1930 bis 1931. Von Walther Löbering. (Mit zwei Abbildungen.) . . . . .  | „ 171     | 6. Bücherschau. . . . .   | „ 176     |
| 4. Der gestirnte Himmel im Oktober 1931. Von Dr. F. S. Archenhold und G. Archenhold.  |           |   |           |

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

## Elektrische Leuchtphänomene und ihre Deutung.

(Ein Gang durch das neue „Leuchtkabinett“ der Treptow-Sternwarte.)

Von Dipl.-Ing. Th. Schullius.

Unsere Erde ist — als Weltkörper betrachtet — eingebettet in einen Ozean von Strahlungen und Ätherwellen aller Art. Die Astronomen können nicht umhin, bei ihren Forschungen diese Tatsache zu berücksichtigen. Ja, teilweise gibt ihnen erst die Erkenntnis dieser Erscheinungen die rechten Mittel und Methoden zur planmäßigen Lösung der Rätsel am Himmel. Wir brauchen nur an die spektralanalytischen Untersuchungsmethoden zu erinnern, die in sinngemäßer Weise Geltung für fast das ganze Gebiet dieser Strahlen und Wellen aus dem Kosmos haben. Auf der anderen Seite ist die Einwirkung dieser Strahlen- und Wellenbrandung auf das gesamte Leben unseres Planeten so tief einschneidend, daß auch von diesem Gesichtspunkte aus die genaue Erforschung dieser kosmischen Strahlungen und Wellen außerordentliche Bedeutung erlangt.

Diese und ähnliche Gedanken sind etwa die Ursache dazu gewesen, weshalb sich die Direktion der Treptow-Sternwarte die Errichtung eines physikalischen Leuchtkabinetts hat angelegen sein lassen. Die Erstellung der hierfür erforderlichen Apparate ist zum größten Teil den „Physikalischen Werkstätten A.G.“ in Göttingen („Phywe“) zu danken.

Es ist klar, daß die Erforschung der Strahlungserscheinungen — soweit sie im Laboratorium erfolgen muß — die Bedingungen und Grundlagen zur Entstehung dieser Strahlen mit Hilfe von sinnreich erdachten Apparaten schaffen muß. Dazu bedient man sich der heute hochentwickelten Glas- und Pumpentechnik unter Heranziehung moderner technischer Mittel aus

dem Gebiete der Elektrizität. Auf diese Weise ist man in der Lage, im Laboratorium Erscheinungen zu erzeugen und zu studieren, die — abgesehen von der Gewaltigkeit und Ausdehnung — denen in der freien Natur nahezu gleichkommen.

Die Entdeckung der Elektrizität durch Galvani und Volta führte zunächst zur gründlichen Erforschung besonders derjenigen Erscheinungen, die beim Stromdurchgang durch feste und flüssige Leiter auftreten. Auf ihnen baut sich das gewaltige Gebäude der modernen, weltumspannenden Elektrotechnik auf. Erst viel später stellte man sich die Frage, wie sich denn gasförmige Stoffe beim Stromdurchgang verhalten. Die einfachste Art des Stromdurchganges durch ein Gas ist der elektrische Funke. Ihn können wir bei jedem Gewitter als Blitz beobachten, wenn auch seine Erforschung nicht an diesem gewaltigen, unbändigen Vertreter erfolgen kann. An kleineren Funken im Laboratorium untersuchte man die Wirkungen dieser knatternden Gesellen auf ihre Umgebung. Sie liegen besonders auf dem Gebiete der elektrischen Wellen, die von ihnen radial nach allen Richtungen hin ausgehen. Die Erforschung dieser Ätherschwingungen verdanken wir Männern wie Feddersen (1859) und besonders dem Bonner Physiker Heinrich Hertz, der 1888 mit seinen klassischen Versuchen die Grundlagen schuf für die moderne drahtlose Telegraphie. Jeder Radioamateur kennt zur Genüge die störenden Wirkungen benachbarter elektrischer Funkenerzeuger wie Motoren, Klingeln, Induktoren, Schaltern usw. Unter normalen Verhält-

nissen setzen die Gase dem Stromdurchgang einen so hohen Widerstand entgegen, daß es bedeutender Spannungen bedarf, um überhaupt einen Stromdurchgang zu erzwingen. Man rechnet im allgemeinen bei normalen Luftverhältnissen mit Spannungen von etwa 5000 Volt für eine Luftfunkenstrecke von nur einem Zentimeter! Im Blitz haben wir es nicht selten mit Spannungen von 500 000 000 Volt zu tun! — Die im Leuchtkabinett der Treptow-Sternwarte aufgestellte große Influenzmaschine wird schätzungsweise Spannungen von 80 bis 100 000 Volt erzeugen können. Mit ihr kann man also schon ganz nette Miniaturblitze hervorbringen. Diese blitzartigen Erscheinungen bieten natürlich auch sonst noch manches Interessante.

Es lag jedoch die Frage nahe, wie sich verdünnte Gase zum elektrischen Stromdurchgange verhalten. Treten dann auch noch solche Blitze auf, oder erfolgt die Stromleitung in anderen Formen? 1854 wurde diese Frage zuerst von Gassiot in Frankreich aufgeworfen. Zu ihrer Erforschung mußte man ein Gas, sagen wir die Luft, in ein geschlossenes, durchsichtiges Gefäß bringen und in dieses mittels besonderer, eingeschmolzener Zuleitungen (sog. „Elektroden“) den elektrischen Strom einführen, während man gleichzeitig mit einer leistungsfähigen Luftpumpe die Luft langsam aus dem Gefäße herauspumpt. Solche Experimente erfordern aber schon eine recht weit entwickelte Glasblasetechnik und eine nicht minder fortgeschrittene Luftpumpentechnik. Dies ist wohl auch der Grund, weshalb man erst verhältnismäßig spät an die Erforschung dieser Erscheinungen herangehen konnte. — 1858 befaßte sich in Bonn besonders Plücker mit solchen Forschungen. Mit Hilfe des berühmten Glasbläfers Geißler gelang es Plücker, die verschiedensten Versuchsbedingungen zu schaffen, die zur Deutung und Darstellung der zunächst verwirrenden Fülle von Erscheinungen nötig waren. Als es dann durch die Arbeiten anderer Forscher, wie Hittorf (1869) und Crookes (1879), gelungen war, klare Deutungen dieser Erscheinungen zu geben, waren es gerade diese Elektrizitätsentladungen in verdünnten Gasen, die den tiefsten Einblick in das atomistische Wesen der Elektrizität ermöglichten. Die Apparatzusammenstellung im Leuchtkabinett der Treptow-Sternwarte läßt diesen Entwicklungsgang, wenigstens in den Hauptpunkten, vor dem Besucher deutlich erscheinen.

Da ist zunächst eine Serie von sechs gleichgroßen Glasröhren, von denen jedes folgende Rohr ein höheres Vakuum besitzt als das vorhergehende. Jedes Rohr hat zwei Elektroden, deren Abstand voneinander bei jedem Rohr gleich groß ist. Beim Stromdurchgang zeigen diese sechs Röhre die verschiedenen Leuchterscheinungen bei verschiedenem Vakuum. Als Elektrizitätsquelle dient

ein Akkumulator, dessen Energie durch einen kleinen, zerlegbaren Induktor bezüglich der Spannung hochtransformiert wird. Im 1. Rohr ist der Luftdruck durch Auspumpen auf etwa 40 mm Quecksilbersäule herabgemindert. Die angelegte Spannung beträgt etwa 3000 Volt. Die Elektrodenentfernung von 35 cm würde bei normalem Luftdruck erst bei 50 bis 60 000 Volt Spannung einen Funkenüberschlag ermöglichen; hier aber sehen wir bei dem zwanzigsten Teil des normalen Luftdruckes und ebenfalls dem zwanzigsten Teil der Spannung dieselbe Elektrodenentfernung überbrückt durch eine funkenähnliche, bandförmige, bläuliche Entladung, die allerdings nicht die ganze Rohrweite ausfüllt. Im 2. Rohr ist der Luftdruck durch weiteres Auspumpen auf etwa 6 mm Quecksilbersäule herabgesetzt; eine Spannung von 1600 Volt würde hier schon genügen, um die Elektrodenentfernung von 35 cm zu überbrücken. Wir sehen in diesem Rohr, daß das Leuchtband bedeutend breiter geworden ist unter gleichzeitiger Veränderung seiner Farbe ins Rötliche. Das Lichtband geht jetzt von der „Anode“ (Strom-Eintritt) bis fast zur „Kathode“ (Strom-Austritt). Kurz vor derselben bricht es ab, um einem dunklen Raum, dem sog. „Faradayschen Dunkelraum“, Platz zu machen. Die Kathode selbst leuchtet mit einem blauen Licht, dem sog. „Kathodenlicht“. Im 3. Rohr beträgt der Luftdruck nur noch etwa 2 mm Quecksilbersäule; die zur Herbeiführung der Leuchterscheinung erforderliche Spannung ist nur noch 900 Volt. Wir erkennen, daß das rote „Anodenlicht“ an Ausdehnung verloren hat. Der Faradaysche Dunkelraum sowie das Kathodenlicht sind größer geworden. Im 4. Rohr ist der Luftdruck auf 0,4 mm vermindert; die erforderliche Zündspannung ist nur noch 600 Volt. Wir sehen in diesem Rohr, daß das immer blasser werdende Anodenlicht sich in einzelne Schichten auflöst, die, schwach gekrümmt, ihre konkave Seite der Anode zukehren. Der Faradaysche Dunkelraum ist noch größer geworden. Gleichzeitig löst sich an der Kathode das blaue Licht: ein kleiner Dunkelraum, der sog. „Crookes'sche“ oder „Hittorfsche Dunkelraum“, trennt das blaue Licht von der Kathode. In der 5. Röhre beträgt der Luftdruck nur noch 0,1 mm; die erforderliche Spannung ist wieder höher geworden: 800 Volt. Das geschichtete Anodenlicht ist fast ganz verschwunden; der Hittorfsche Dunkelraum an der Kathode löst sich von derselben und macht einer feinen, roten Lichthülle Platz. — Bei weiterer Verdünnung der Luft wird der innere Widerstand des Rohres dem Strome gegenüber weiterhin größer, so daß wir im 6. Rohre, wo der Druck nur noch 0,02 mm Quecksilbersäule beträgt, wieder eine recht hohe Spannung von 1500 Volt anlegen müssen. Die bisherigen Leuchterscheinungen an Anode und Kathode sind verschwunden. Das Rohr zeigt aber dafür

eine neue Erscheinung: das Glas der Rohrwand fluoresziert mit grüner Farbe, besonders an der Stelle, die der Kathode gegenüber liegt. Wir vermuten, daß dies unter dem Einfluß einer unsichtbaren Strahlung geschieht, die von der Kathode ausgeht. Die Richtigkeit dieser Annahme werden wir nachher feststellen. Jetzt sei nur soviel gesagt, daß es sich tatsächlich um die sog. „Kathodenstrahlen“ handelt, die man so nennt, weil sie eben von der Kathode ausgehen. Da die Glaswand gerade der Kathode gegenüber besonders lebhaft fluoresziert, so ist mit Bestimmtheit anzunehmen, daß es sich um Strahlen handelt, die sich geradlinig fortpflanzen.

Bevor wir jedoch diese Kathodenstrahlen näher untersuchen, wollen wir noch etwas bei den vorbeschriebenen Leuchterscheinungen verweilen. Die Erklärung derselben ist durchaus möglich. Wir müssen uns nur erinnern, daß wir als Bausteine aller Stoffe die Elektronen und Ionen anzusehen haben. Die Elektronen sind die eigentlichen „Atome der Elektrizität“. Sie stellen eine genau berechenbare, stets negative Elektrizitätsmenge dar. Sie schwingen in den Atomen um den elektro-positiven Kern, den Atomrest, in ähnlichen Bahnen wie die Planeten um die Sonne. Der Abstand, in welchem sie um den positiven Atomkern kreisen, ist charakteristisch für ihre Umlaufzahl und für den Energieinhalt des ganzen Systems. Es gibt Atome mit nur einem Elektron; es gibt aber auch solche mit ungeheuer vielen Elektronen. Danach, und nach der Zahl der den Atomkern bildenden positiven „Kernladungen“, richten sich alle physikalischen und chemischen Eigenschaften des betreffenden Elementes. Gelingt es nun, durch irgendeine Beeinflussung von außen her, den Abstand eines oder mehrerer schwingender Elektronen im Atom zu verändern, so wird stets dazu Energieumsetzung nötig sein. Wird z. B. das Elektron vom Atomkern entfernt, so muß Energie in das System hineingeführt werden; wird das Elektron dagegen dem Atomkern genähert, so wird Energie aus dem Atom frei. Letzteres geschieht in der Hauptsache in Form von Strahlungsenergie, und zwar zum Teil auch in für uns sichtbaren Lichtstrahlen. Die Wellenlänge dieses ausgestrahlten Lichtes ist abhängig von der Energiedifferenz zwischen der ursprünglichen und der neuen Elektronenbahn. — Kehren wir jetzt wieder zu den Elektronen und Ionen zurück: die Elektronen sind elektro-negativ und kommen sowohl an Masse gebunden als auch ohne Masse, also frei, vor. Die Ionen dagegen sind elektro-positiv und treten nur in Verkettung mit Masseteilchen auf. Man fand die letzteren zuerst bei der Elektrolyse, der Zersetzung chemischer Lösungen durch den elektrischen Strom. Von dort haben sie auch ihren Namen „Ion“ = „Das Wandernde“ erhalten, weil sie infolge ihrer positiven Ladung

stets von der Anode (positiver Pol) zur Kathode (negativer Pol) wandern. — Auch in unseren luftverdünnten Glasröhren treten beim Elektrizitätsdurchgang freie Elektronen und auch Ionen auf. Die Elektronen treten aus der Kathode aus (infolge der angelegten Spannung) und fliegen mit sehr großer Geschwindigkeit auf die Anode zu. Ihre scheinbare Masse ist aus den Wirkungen ihrer Geschwindigkeit errechnet worden; sie ist etwa zweitausendmal kleiner als die eines Wasserstoffatoms. Ihre Geschwindigkeit ist — je nach der Spannung — ein Fünftel bis vier Fünftel der Lichtgeschwindigkeit. Es ist nun klar, daß ein solches mit so ungeheurer Geschwindigkeit durch das verdünnte Gas rasende Elektronengeschloß auf seinem Wege auf Gasmoleküle aufprallt. Die Folge hiervon ist ein Aufspalten der Gasmoleküle in seine Bestandteile, Elektronen und Ionen. Dadurch werden die Moleküle oder Atome zum Leuchten angeregt, weil nunmehr die Elektronen auf eine der inneren Bahnen überspringen können, wobei, wie wir wissen, Lichtstrahlen ganz bestimmter Wellenlängen auftreten. Dieses Leuchten nehmen wir in den Röhren ja auch wahr. Betrachten wir z. B. das Rohr „5“ der oben beschriebenen Röhren- oder Vakuumskala: aus der Kathode treten die Elektronen mit großer Geschwindigkeit aus und rufen beim ersten Zusammenprall mit Gasmolekülen nach Durchlaufen des Hitdorfschen Dunkelraumes (hinter welchem sie die erforderliche Wucht erlangt haben) das uns bekannte blaue Kathodenlicht hervor. Die dort frei werdenden Ionen fliegen wegen ihrer positiven Ladung mit geringerer Geschwindigkeit auf die Kathode zu und rufen dort, nach Durchlaufen des genannten Dunkelraumes, das rote Licht an der Kathode hervor. Man nennt einen solchen Molekül- bzw. Atomzertrümmervorgang auch „Ionisierung“ oder „Stoßionisation“, weil dabei ja positive Ionen frei werden. Die Elektronen, welche im blauen Kathodenlicht den ersten derartigen Stoß verursachen, fliegen nun mit verminderter, aber stetig anwachsender Geschwindigkeit weiter auf die Anode zu. Zunächst haben sie noch nicht wieder die Wucht zum Zertrümmern neuer Atomverbände, bis sie — nach Durchlaufen des Faradayschen Dunkelraumes — infolge der angelegten Spannung die erforderliche Geschwindigkeit wieder erlangt haben. Es kann nun sein, daß sie eine so große Geschwindigkeit von der Kathode aus erhalten, daß sie auf dem ganzen nun folgenden Wege bis zur Anode hin ununterbrochen Ionisierungen hervorrufen; dann haben wir es mit dem kontinuierlichen roten Anodenlicht des Rohres „3“ zu tun. Es kann aber auch der Fall eintreten, daß die Elektronen eine geringere Geschwindigkeit haben; dann müssen sie nach Durchlaufen des Faradayschen Dunkelraumes nach jeder Ionisation erst wieder aufs neue die erforderliche Ge-

schwindigkeit aufholen, und es erfolgt nun bis zur Anode hin eine Stoßionisation nach der anderen: wir haben dann das geschichtete Anodenlicht des Rohres „4“ vor uns. — Die hier im Prinzip geschilderten Entladungsvorgänge in einer solchen Röhre sind in Wirklichkeit zwar noch verwickelter; aber die Darstellung entspricht den Vorgängen wenigstens in großen Zügen. — Daß bei immer weiter getriebener Verdünnung des Gases in der Röhre diese Leuchterscheinungen ganz aufhören, hat seinen Grund eben darin, daß bei solch hohem Vakuum die nötigen Moleküle oder Atome zur Zertrümmerung fehlen. Eine weitere Folge hiervon ist das schnelle Ansteigen der erforderlichen Zündspannung; „ionisieren“ heißt „leitend machen“ für den elektrischen Strom. Die bei jeder Ionisierung frei werdenden Ionen bilden für den Strom sozusagen eine leitende Brücke. Fehlt diese „Ionenbrücke“, weil die Ionisierung fehlt, dann muß eben eine höhere Spannung von außen an die Elektroden angelegt werden, um den inneren Widerstand der Röhre zu überwinden. — Da die Leuchterscheinungen in den verschieden stark evakuierten Röhren „1“ bis „6“ bedingt und abhängig sind von dem in den einzelnen Röhren herrschenden Vakuum, so kann man natürlich aus der Art der Leuchterscheinung bestimmte Schlüsse ziehen auf das in dem Rohr herrschende Vakuum. Man nennt deshalb solch eine Zusammenstellung von verschiedenen evakuierten Entladungsröhren eine „Vakuumskala“. Sie wurde zuerst von Cross angegeben. In Form eines dauernd an eine Pumpe angeschlossenen Entladungsrohres wird heute überall das mit dieser Pumpe in anderen, ebenfalls angeschlossenen, noch zu evakuierenden Röhren erzeugte Vakuum während des Pumpvorganges geprüft.

Wir wenden uns nun wieder den Erscheinungen im 6. Rohr zu, den Kathodenstrahlen. Hier in dem an Gasmolekülen so armen „Hochvakuum“ haben die aus der Kathode austretenden Elektronen freie Bahn zu rasendem Lauf in schnurgerader Richtung. Diese geradlinige Fortpflanzung der Kathodenstrahlen, im Gegensatz zu allen anderen bisherigen Entladungserscheinungen, zeigen zwei andere, kugelförmige Glasröhren. Beide haben — auf einem größten Kreis der Kugel verteilt — je vier Elektroden. Je eine davon befindet sich oben und unten, die dritte links seitlich und die vierte, die stets als Kathode zu schalten ist, befindet sich rechts unten. Soweit stimmen beide Glaskugeln völlig überein. Aber das Vakuum ist in beiden sehr verschieden: im ersten Rohr entspricht es dem des Rohres „1“ der Cross'schen Vakuumskala; wir haben also funkenähnliche, bläuliche Bandentladung von der Kathode zur Anode zu erwarten. Im zweiten Rohr ist das Vakuum, dem in Rohr „6“ der Vakuumskala entsprechend, Kathodenstrahl-

vakuum; wir erwarten also keine Leuchterscheinung, sondern den bekannten grünen Fleck gegenüber der Kathode. Wir schalten nun beide Rohre nacheinander an unseren kleinen Induktor an und zwar so, daß die rechts unten liegende Elektrode stets als Kathode geschaltet wird, während die drei anderen Elektroden wahlweise abwechselnd als Anode benutzt werden. Wir sehen tatsächlich bei dem ersten Rohr die blaue Bandentladung, die sich stets nach der jeweils von uns als Anode gewählten Elektrode von der Kathode aus herumbiegt. Der blaue Entladungsstrahl verläuft also einmal von rechts unten nach oben; dann von rechts unten nach links seitlich und schließlich von rechts unten nach unten, in scharfem Bogen sich herumbiegend. Die Entladung sucht stets den kürzesten Weg von einer Elektrode zur anderen. Schalten wir nun das zweite Kugrohr in derselben Weise an, so sehen wir, daß der grüne Fleck gegenüber der Kathode stets an derselben Stelle bleibt, wie immer wir auch die Lage der Anode wählen, sei es oben, sei es links seitlich oder sei es unten. Der Kathodenstrahl kümmert sich überhaupt nicht mehr um die Lage der Anode; er verläuft stets geradlinig, senkrecht von der Kathode weg in das Rohr hinein. Damit ist die geradlinige Fortpflanzung der Kathodenstrahlen erwiesen. — Wir fragen uns nun, ob man diese Strahlen irgendwie aufhalten kann, ob Hindernisse grober Art den Weg der Kathodenstrahlen zu hemmen vermögen. Um dies zu zeigen, wird ein weiteres Rohr verwendet, welches die Gestalt eines horizontal liegenden Kegelstumpfes hat. Am verjüngten Ende ist die Kathode eingeschmolzen, während kurz vor der Grundfläche des Kegels innen ein leicht umklappbares Aluminiumkreuz in den Weg der Kathodenstrahlen gestellt ist. Die Anode befindet sich meistens unter diesem Hindernis. Durch einfaches leichtes Kippen des ganzen Rohres kann man während des Betriebes das stehende Aluminiumkreuz zum Umfallen bringen. Beim Einschalten des Rohres sehen wir in der Tat der Kathode gegenüber einen scharfen Schatten des aufrecht stehenden Aluminiumkreuzes, am Rande koronaartig von dem grünen Fluoreszenzlicht umgeben. Wenn wir nun durch Kippen des Rohres das Kreuz umstürzen, verschwindet sofort sein Schatten an der Wand, die nunmehr völlig von dem grünen Fluoreszenzlicht bedeckt ist. Die Kathodenstrahlen vermögen also Hindernisse in ihrer Bahn nicht zu durchdringen; außerdem ist dieser Versuch ein weiterer, sehr anschaulicher Beweis für die geradlinige Fortpflanzung der Kathodenstrahlen. — Bringt man in einem horizontal liegenden, weiten Glasrohr ein leichtes, auf einer Laufbahn leicht bewegliches Flügelrädchen aus Glimmer so an, daß die oberen Flügel gerade in die Bahn der Kathodenstrahlen hineinragen, so wird das Rädchen durch die mit großer Ge-

schwindigkeit auf die leicht beweglichen oberen Flügel aufprallenden Elektronen in Rotation versetzt und läuft rasch zur Anode hin. Wenn man nun den Strom umpolt, d. h. ihn in umgekehrter Richtung durch das Rohr fließen läßt, dann läuft auch das Rädchen wieder zurück. Man kann auf diese Weise auch ein um eine senkrechte Achse sich drehendes Rädchen — ähnlich den bekannten Licht- oder Wärmemühlen — durch Kathodenstrahlen in schnelle Rotation versetzen. Die Bewegungsenergie (kinetische Energie) der Elektronen wird aber auch in andere Energieformen umgesetzt, z. B. in Fluoreszenzstrahlung, Röntgenstrahlung und Wärme. Die in Fluoreszenzstrahlung umgesetzte kinetische Energie ist bezüglich ihrer Wellenlänge — also der Farbe — abhängig von dem Stoff, auf den die Strahlen auftreffen. Verschiedene Gläser fluoreszieren auch verschieden. Besonders zeichnen sich manche Mineralien durch prachtvolle Fluoreszenz aus, was in verschiedenen, dazu besonders hergerichteten Röhren gezeigt werden kann. Rubin z. B. fluoresziert tief rot, ebenso Kalkspat; Diamant hellgrün, Galmei smaragdgrün, während Phenakit blau fluoresziert. So gibt es zahlreiche Stoffe mit farbenprächtiger Fluoreszenzwirkung.

Diese Fluoreszenz ist aber nur eine von den zahlreichen Lichtschwingungen, zu denen Körper unter dem Einfluß von Kathodenstrahlen angeregt werden. Weit wichtiger — wenn auch unsichtbar — erwiesen sich Ätherschwingungen, die von derselben Stelle wie die Fluoreszenz ausgehen, die aber eine Wellenlänge haben von etwa einem Tausendstel derjenigen des gewöhnlichen Lichtes. Diese geheimnisvollen, unsichtbaren Strahlen wurden zuerst von Wilhelm Röntgen 1896 entdeckt. Röntgen nannte sie zunächst, weil sie etwas völlig Unbekanntes darstellten, „X-Strahlen“. Heute werden sie allgemein als Röntgenstrahlen bezeichnet. Während die Kathodenstrahlen nicht oder nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen außerhalb des Erzeugungsrohres beobachtet werden können, dringen die Röntgenstrahlen durch das Glas hindurch und breiten sich in der freien Atmosphäre weiter aus, allerdings in diffuser Form. Es handelt sich also um außerordentlich kurzwellige und daher für unser Auge nicht mehr wahrnehmbare Lichtstrahlen. Wegen ihrer kleinen Wellenlänge haben diese Strahlen aber auch eine außerordentliche Durchdringungsfähigkeit; die meisten nichtmetallischen Körper werden von ihnen leicht durchdrungen. Auf dieser Eigenschaft beruht ihre Anwendung zu Durchleuchtungszwecken aller Art. Allerdings sind hierfür noch zwei andere Eigenschaften unerlässlich: die chemischen Einwirkungen auf photographische Platten und die Eigenschaft, bestrahlte Körper zur Fluoreszenz zu erregen. Ein mit Platinzyanür bestrichener Schirm

leuchtet hell auf, wenn er von Röntgenstrahlen getroffen wird. Diejenigen Körper, die den Strahlen gar keinen oder nur wenig Durchlaß gestatten, werfen auf einen solchen Schirm entsprechende Schatten. In derselben Weise erhält man Schattenbilder von Körpern auf photographischen Platten, die man unter die bestrahlten Körper legt. Da die Röntgenstrahlen innerhalb der angegebenen Größenordnung noch sehr verschiedene Wellenlängen aufweisen, so ist auch ihre Durchdringungsfähigkeit normalerweise sehr unterschiedlich. Man ist in der Lage — nämlich durch Veränderung des Vakuums in der die Strahlen erzeugenden Röhre — Strahlen von ganz bestimmter Wellenlänge zu gewinnen. Diese haben dann naturgemäß auch eine ganz bestimmte Durchdringungsfähigkeit. Langwellige Strahlen (sog. „weiche“ Strahlen) dringen nicht so tief ein wie kurzwellige („harte“ Strahlen). Die weichen Strahlen geben kontrastreiche Bilder; die harten Strahlen dagegen dringen auch durch dicke Körperschichten, liefern aber wenig kontrastreiche Bilder. Von größter Wichtigkeit ist auch die Tatsache, daß die Röntgenstrahlen auf alle Arten menschlichen Gewebes eine fast durchweg zerstörende Wirkung ausüben. Dies zu wissen ist für den Mediziner ungeheuer wichtig; es hilft aber auch in manchen Fällen bei geschickter Dosierung der angewandten Strahlen dazu, bösartige oder kranke Gewebe in ihrer Entwicklung zu hindern, um dadurch Raum für eine Heilung zu schaffen. Es ist hier nicht möglich, auf all die tausendfachen Einzelheiten in der Anwendung und der Wirkung der Röntgenstrahlen in Diagnostik und Therapie einzugehen. Ihre große Durchdringungsfähigkeit läßt sie auch in der Materialprüfungstechnik von unschätzbarem Werte sein. Eiserne Gußstücke werden z. B. vor dem Einbau auf Gußfehler und innere Hohlräume mittels Röntgenstrahlen untersucht. Dadurch können schwere Unfälle und Katastrophen verhindert werden. Fälschungen und betrügerische Beimischungen an Lebensmitteln werden sofort mit Hilfe von Röntgenstrahlen entdeckt. Die rein wissenschaftliche Forschung bedient sich der Röntgenstrahlen zur Lüftung des Schleiers, den die Natur über den innersten Bau der Materie gebreitet hat. Moseley fand zum Beispiel, daß ein von Röntgenstrahlen getroffenes chemisches Element zur Aussendung ganz bestimmter neuer Röntgenstrahlen angeregt wird. Es hat also jedes Element eine ihm allein eigene Röntgenstrahl-Wellenlänge, in der es stets zu schwingen beginnt, sobald es von außen mit Röntgenlicht bestrahlt wird. Diese, für jedes Element charakteristischen „sekundären“ Röntgenstrahlen werden mit Hilfe kristallinischer Beugungsgitter nach Art gewöhnlicher Lichtstrahlen in Spektren zerlegt. Diese sogenannten „Röntgen- oder Hochfrequenzspektren“ zeigen nun scharfe, für das bestrahlte Element charakteristische Spektral-

linien. Mit größter Sorgfalt hat man — ähnlich wie früher bei den optischen Spektren — von möglichst vielen Stoffen diese Röntgenspektren hergestellt und untersucht. Es ergab sich eine gesetzmäßige Beziehung zwischen der Platznummer (das ist die Ordnungszahl des betr. Elementes im „Periodischen System“) und der Wellenlänge bzw. Schwingungszahl entsprechender Linien im Röntgenspektrum. Auf diese Weise ergibt sich die Möglichkeit, die noch im Periodischen System vorhandenen Lücken auszufüllen: die Durchmessung des Röntgenspektrums ergibt die fehlenden Ordnungszahlen im Periodischen System. Die Tragweite dieser Forschungsmethode läßt sich ungefähr ahnen. Um die erwähnten Röntgenspektren zu erhalten, war es nötig, daß man Beugungsgitter von tausendmal größerer Feinheit anwandte als die feinsten bisherigen optischen Gitter. Dies ergibt sich daraus, daß ja die Wellenlänge der Röntgenstrahlen etwa tausendmal kleiner ist als die des gewöhnlichen Lichtes. So feine Beugungsgitter können wir aber künstlich unmöglich herstellen, nämlich Gitter mit tausendfacher Feinheit wie die bekannten Rowlandgitter, die ja 14 438 feine Linien auf einem Zoll haben. Die Aussicht auf Herstellung solcher Röntgenspektren war also gleich Null, bis 1912 M. v. Laue einen Ausweg fand: er benutzte die in den Kristallen in „Raumgittern“ angeordneten Atomhaufen als Beugungsgitter für Röntgenstrahlen. In den Kristallen sind die Atome der Elemente so angeordnet, daß sie zu Gruppen in parallelen Ebenen liegen, die in ganz bestimmten Abständen voneinander stehen. Die gegenseitigen Abstände dieser Ebenen sind bedingt durch die chemischen Bindungskräfte der einzelnen Atome. Diese zahlreichen, mit Atomen besetzten parallelen Platten (sog. „Netzebenen“) verhalten sich den einfallenden Röntgenstrahlen gegenüber ähnlich wie ein kompliziertes System von Spiegeln: es entstehen Reflexionen und Interferenzen des einfallenden Röntgenstrahles, die auf einem geschickt angeordneten lichtempfindlichen Film Schwärzungen in verschiedenen Abstufungen hervorrufen. Aus diesen Röntgenbildern der Kristalle vermag der fachkundige Mathematiker durch spitzfindige Rechnungen genau Lage und Abstände der einzelnen Atome im Kristall zu ermitteln; eine schwierige, aber keineswegs unlösbare Aufgabe! Es entspricht also jeder Kristallform und jedem einzelnen Kristall ein ganz bestimmtes Röntgenbild; eine Erkenntnis, die für die Kristallographie von ungeheurer Wichtigkeit ist. — Die Röntgenstrahlen haben ebenso wie die Kathodenstrahlen die Eigenschaft des Ionisierens. Das heißt, sie zerreißen durch ihre Schwingungen den aus positiven Ionen und negativen Elektronen zusammengefügtten Bau der Atome und Moleküle. Die so frei werdenden Elektrizitätsteilchen verursachen in einer mit Wasserdampf übersättigten

Atmosphäre Tau- oder Nebelbildung, indem die Elektronen oder Ionen Niederschlagskerne für kleinste Wassertröpfchen bilden. Wilson machte diesen Versuch im kleinen und fand, daß die von den rasenden Elektronen mitgerissenen Wassertröpfchen kleine Dampfstrahlen hinterlassen, ähnlich wie die Rauchspur einer aufsteigenden Rakete. Diese Dampfstrahlen lassen sich im intermittierenden Licht einer elektrischen Funkenstrecke, die viel ultraviolette Strahlen aussendet (Quecksilberfunkenstrecke) photographieren. Wilson erhielt so als erster Bilder von sich frei bewegenden Elektronen, die außerordentlich aufschlußreich sind. Die Forschung hat auch hier Wege gefunden, deren Ergebnisse kaum geahnt werden können.

Wir wollen noch einmal zurückkehren zu den Erscheinungen im Rohr „3“ der Cross'schen Vakuumskala. Die dort erzielten Leuchterscheinungen finden heute vielseitigste Anwendung, besonders in der Lichtreklame. Man stellt solche „Geißlersche Röhren“ in allen möglichen Formen her, z. B. als Figuren, Ornamente, Buchstaben oder ganze Schriftzüge und füllt sie mit verdünnten Gasen, die sehr kräftig leuchten (z. B. mit Neon). Für Reklame- und auch für Beleuchtungszwecke finden solche Röhren viel Verwendung. Allerdings ist bei ihnen die Ausbeute an Licht insofern noch verbesserungsfähig, als ja bei der das Leuchten erzeugenden Stoßionisation auch kurzweilige, nicht leuchtende Strahlen entstehen, die ungenutzt bleiben. Risler ist deshalb noch einen Schritt weiter gegangen: er bringt in die mit einem „Leuchtgas“ gefüllten Röhren außerdem noch gewisse Chemikalien, die unter dem Einfluß der genannten unsichtbaren Strahlen entweder stark fluoreszieren oder selbst infolge von Atomzertrümmerung in bestimmter Farbe leuchten. Besonders haben sich hierfür einige Metallsalze bewährt: Galliumdämpfe leuchten violett, Natriumdämpfe gelb, Zäsiumdämpfe blau, Thalliumdämpfe grün usw. Obwohl diese Risler-Röhren eine weitaus bessere Lichtausbeute auf diesem Umwege erzielen, ist ihr Stromverbrauch derselbe wie bei den alten Röhren; ihre Wirtschaftlichkeit ist deshalb bedeutend größer. In diesem Zusammenhange sei auch noch darauf hingewiesen, daß das Aufleuchten der Gase und Chemikalien in elektrischen Entladungsröhren größte Bedeutung erlangt hat für die spektralanalytischen Untersuchungen dieser Stoffe. Da jedes Gas und jeder verdampfte Stoff in eigener Farbe aufleuchtet, so ist damit eine Methode für die Spektroskopie gegeben, die an Reinheit der Leuchterscheinungen und an Einfachheit sowie Reinlichkeit der Handhabung nichts zu wünschen übrig läßt. Besonders spielt ja die Spektroskopie auch in der Astronomie eine große Rolle; die von den Sternen ausgestrahlten Lichtstrahlen sind eine Geheimschrift, die der mit einem Spektroskop versehene Forscher ent-

ziffert unter Zuhilfenahme irdischer Vergleichsobjekte. So erfahren wir, welche von den auch auf der Erde vorkommenden Stoffen dort oben in den kosmischen Glutbällen leuchten. — Die Elektronen setzen uns also instand, nicht nur Röntgenspektren, sondern auch die gewöhnlichen optischen Spektren zu erzeugen.

Wir haben nun noch den Nachweis zu erbringen, daß es sich in den Kathodenstrahlen tatsächlich um negative Elektronen handelt. Wir erinnern uns zunächst daran, daß ein durch einen Kupferdraht fließender Strom eine benachbarte Magnetnadel aus ihrer Richtung abzulenken instande ist. Umgekehrt wird auch ein leichter, stromdurchflossener Leiter in der Nähe eines kräftigen Magnetfeldes eine Ablenkung in irgendeiner Richtung erfahren. Diese beiden Erscheinungen sind in der Elektrotechnik ja vieltausendfältig in Anwendung gebracht; die erstere in einem Teil elektrischer Meßinstrumente, die zweite in den Elektromotoren. Wenn nun der Kathodenstrahl nichts anderes ist als ein Transport von Elektronen, so ist er hierin dem gewöhnlichen elektrischen Strom wesensgleich: auch der Kathodenstrahl muß also im Magnetfeld abgelenkt werden können. Wir machen zunächst einen Vorversuch: ein senkrecht stehender Elektromagnet hat einen nach oben weit herausragenden Eisenkern. Über den Eisenkern kann ein birnenförmiger Glaskörper mittels einer nach innen eingestülpten Einbuchtung, die Röhrenform hat, gestellt werden. Die Glasbirne hat oben in der Mitte und unten seitlich je eine Elektrode. Die untere ist im Innern der Birne ringförmig um die für Aufnahme des Eisenkernes bestimmte Einbuchtung herumgeführt. Das Vakuum entspricht dem der Röhre „1“ der Vakuumskala: wir haben also funkenähnliche, blaue Bandentladung zu erwarten. Ist der Elektromagnet nicht von Strom durchflossen, dann ist sein in die Glasbirne hineinragender Eisenkern unmagnetisch, die Bandentladung verläuft von oben nach unten, indem sie an irgendeinem Punkte der Ringelektrode „festmacht“. Sobald wir aber den Elektromagneten erregen und somit sein Kern magnetisch wird, fängt die Bandentladung an, sich auf dem Ring der Elektrode fortzubewegen: sie beschreibt also, weil sie an der oberen Elektrode unbeweglich steht, einen Kegelmantel. Die Erklärung ist einfach: die Bandentladung ist ein Transport von Elektronen; durch den magnetischen Eisenkern wird sie abgelenkt; sie kann aber nirgends ausweichen und muß infolgedessen immer kreisförmig an dem unteren Elektrodenring entlanglaufen, weil die magnetischen Kräfte des Eisenkernes ihr keine Ruhe lassen. Wenn wir den Elektromagneten wieder stromlos machen, dann bleibt auch die Bandentladung wieder stehen. Ändern wir die Stromrichtung im Elektromagneten durch Umpolen seiner Stromquelle, so

wird auch die Polarität des Eisenkernes geändert, und der Entladungsstrahl dreht sich in entgegengesetztem Sinne wie vorher. — Wir versuchen uns nun am Kathodenstrahl. In einem weiten, horizontal liegenden Glasrohr mit Kathodenstrahlvakuum (Stufe „6“ der Vakuumskala) befindet sich zwischen Kathode und Anode ein senkrecht stehender Blechschirm, der kurz vor der Kathode rechtwinklig quer durch das Rohr hindurch abgebogen ist. In diesem letzteren Teil des Schirmes befindet sich ein waagerechter Spalt, der den Kathodenstrahlen den Durchtritt ermöglicht. Der senkrechte Längsschirm ist so aufgestellt, daß er gerade in der Richtung und Bahn der durch den Spalt hindurchtretenden Strahlen steht. Der Schirm ist mit einer Schicht von Sidotblende, einer bläulich fluoreszierenden Substanz, bedeckt. Beim Anschalten des Rohres zeigt sich tatsächlich hinter dem Spalt nach der Anode zu auf dem Schirm ein bläulicher Strich, der die Spur des unsichtbaren Kathodenstrahles ist. Wenn man nun während des Betriebes von außen her einen Magnetpol der Röhre nähert, so erfährt der blaue Strich (also eigentlich der Kathodenstrahl) eine bestimmte Ablenkung. Nähert man den anderen Magnetpol, so ist die Ablenkung entgegengesetzt. Wir haben es also tatsächlich mit einem Elektronenstrom zu tun. Die negative Ladung dieser Elektrizitätsteilchen stellt man etwa so fest: ein ähnliches Entladungsrohr wie das vorbeschriebene hat unten oder oben in der Nähe der Anode noch eine freie Elektrode, die außen mit einem Elektroskop verbunden ist. Lenkt man nun den Kathodenstrahl durch Annäherung eines Magnetpols so ab, daß er mit seinem Ende gerade die freie Elektrode trifft, so schlägt das Elektroskop infolge der erhaltenen Ladung aus. Die Ladung bleibt auch dann noch, wenn der Kathodenstrahl in seine alte Bahn zurückgelassen wird. Mit Hilfe geriebener Glas- und Hartgummistäbe prüft man nun die Ladung des Elektroskopes und stellt fest, daß sie tatsächlich negativ ist. Praktische Anwendung findet die Ablenkung der Kathodenstrahlen durch magnetische oder elektrische Felder in den „Braunschen Röhren“, Apparaten, die zuerst von Prof. Braun, dem Pionier der drahtlosen Telegraphie, angegeben wurden. Es sind dies langgestreckte Kegelröhren mit einem Fluoreszenzschirm im Innern auf der Kegelgrundfläche. Diesem Schirm gegenüber befindet sich in einem langen Ansatzrohr die Kathode, in ihrer Nähe, seitlich oder unterhalb, die Anode. In einem Abstand von der Kathode ist in dem engen Ansatzrohr noch eine Lochblende angebracht, so daß die Kathodenstrahlen, durch diese Blende hindurchtretend, auf dem gegenüberliegenden Schirm ein punktförmiges Bild dieser Blende zeichnen. Man kann nun in dem langen Ansatzrohr hinter der Blende von außen her durch Elektromagnete den Kathodenstrahl ablenken,



wodurch der Leuchtpunkt auf dem Schirm an eine andere Stelle gebracht wird. Auf diese Weise ist man in der Lage, z. B. durch die rhythmischen Ströme eines Mikrophons, den ablenkenden Elektromagneten zu erregen und diese Rhythmen auf den Kathodenstrahl zu übertragen. Man erhält auf dem Schirm oder in einem außerhalb aufgestellten Drehspiegel dann den Stromstößen entsprechende Schwingungsbilder des Leuchtpunktes. Auch durch elektrische Wechselfelder kann man den Strahl zur Ablenkung bringen. In jedem Falle zeichnet der Lichtpunkt auf dem Schirm oder im Drehspiegel, eventuell auch auf einem Filmband, bestimmte Kurven auf, die den magnetischen oder elektrischen Feldänderungen entsprechen. Zur Analyse von Wechselströmen, Sprachkurven und ähnlichen Schwingungszuständen eignen sich diese Art Röhren besonders gut. Auch in der Technik des elektrischen Fernsehens und der Bildübertragung ist ihnen ein weites Arbeitsfeld eröffnet worden.

Wir haben bisher nur immer von den Elektronen, den negativen Elektrizitätsteilchen gesprochen. Es liegt die Frage nahe, wo denn die positiven Teilchen, die Ionen sind. Sie sind in den Röhren ebenfalls in Strahlenform enthalten; nur treten sie mit ihren Erscheinungen gegenüber den Elektronen völlig zurück, weil ihre Geschwindigkeit eine viel kleinere ist als die der Elektronen. Wenn wir die Ionen beobachten wollen, so müssen wir also in dem Entladungsröhr solche Bedingungen herstellen, daß die Ionen möglichst von den Elektronen getrennt auftreten. Dies ist in ziemlich einfacher Weise durchführbar, wenn wir daran denken, daß die Ionen in umgekehrter Richtung durch das Röhr fliegen wie die Elektronen. Wir müssen also die beiden verschiedenartigen Teile durch Herausziehen trennen. Ein derartiges Röhr ist zuerst 1886 von Goldstein angegeben worden. Es ist dies ein aufrecht stehender Glaszylinder, dessen Anode rechts unten in einem seitlichen kurzen Ansatzröhr sitzt. Die Kathode ist am unteren Zylinderende mittels eines langen Glasrohres so weit in das Röhr eingeführt, daß die tellerförmige Elektrode einige Zentimeter oberhalb der Anode zu stehen kommt. Das Tellerblech der Kathode ist durch Schlitzte gitterartig durchbrochen und füllt fast die ganze Röhrweite aus. Das Vakuum ist so hoch, daß Kathodenstrahlen entstehen müssen. Schaltet man das Röhr an, so leuchtet es in zwei Farben: unterhalb der Kathode sehen wir das bekannte grüne Fluoreszenzlicht der Kathodenstrahlen; oberhalb der tellerförmigen Kathode sehen wir jedoch rötliche Strahlen von den Schlitzten nach oben ausgehen. Diese Erscheinung erklärt sich dadurch, daß die Kathodenstrahlen senkrecht von der Kathode weg in Richtung zur Anode, also senkrecht nach unten, verlaufen. Die positiven Strahlen dagegen, die

von der Anode zur Kathode gehen, verlaufen entgegengesetzt, also senkrecht von unten nach oben. Da nun die Kathode gitterartig durchbrochen ist, können die positiven Korpuskeln durch die Kathode hindurchgelangen und breiten sich nun oberhalb derselben in dem elektronenfreien Raume aus. Weil diese positiven Strahlen aus den Schlitzten oder Kanälen der Kathode heraustreten, hat sie Goldstein Kanalstrahlen genannt. Daß es sich hier tatsächlich um positive Strahlen handelt, läßt sich mit Hilfe der magnetischen Ablenkung zeigen: sie werden entgegengesetzt abgelenkt wie vorher die Kathodenstrahlen, wenn auch sehr viel weniger. Ihre Geschwindigkeit ist deshalb so gering — etwa ein Zehntel der Elektronengeschwindigkeit — weil die Masse der positiven Korpuskeln gleich oder größer als ein Wasserstoffatom ist, also etwa zweitausendmal so groß wie die scheinbare Masse der Elektronen. Den Unterschied zwischen Kathoden- und Kanalstrahlen kann man auch mit Hilfe von Fluoreszenzwirkungen dartun. Chlorlithium wird zum Beispiel von Kathodenstrahlen zu blauer Fluoreszenz erregt, während es unter dem Einfluß von Kanalstrahlen rot fluoresziert. Die praktische Bedeutung der Kanalstrahlen steht indessen bedeutend hinter derjenigen der Kathodenstrahlen zurück.

Das Leuchtkabinett der Treptow-Sternwarte weist noch eine Apparatur auf, die uns einen Einblick in die Entstehung und das Wesen der Nordlichter und der Kometenschweife gestattet. Es ist bekannt, daß die Kometenschweife in der Nähe der Sonne stets am hellsten leuchten und außerdem immer von der Sonne wegweisen. Dies läßt darauf schließen, daß es sich hierbei auch um elektrisch hervorgerufene Leuchterscheinungen handelt, zu denen die fein verteilte Masse, die dem Kometen als Schweif folgt, unter dem Einfluß elektrischer Sonnenstrahlungen erregt wird. In wie weit hier auch der Strahlungsdruck, die Ionisation durch Kathodenstrahlen oder die elektrische Influenz von der Sonne her beteiligt sind, läßt sich nicht beurteilen. Jedenfalls spielt das starke elektrische Strahlungsfeld der Sonne eine große Rolle dabei. — Solch starke Felder entstehen dann, wenn auf isolierten Leitern große Elektronenmengen angehäuft werden, und wenn das Fassungsvermögen eine Ausstrahlung derselben begünstigt. Wir haben diesen Vorgang schon bei der großen Influenzmaschine kennengelernt: auch dort wurden auf den Konduktoren gewaltige Elektronenmengen angesammelt; die Folge davon waren große Spannungsunterschiede gegenüber den benachbarten Gegenständen und deshalb auch starke elektrische Kräfte, die den umgebenden Raum durchsetzten. Noch höhere Spannungen erzeugen wir auf technische Weise durch Transformatoren. Sie liefern bei geeigneten Abmessungen ganz gewaltige Spannungen. Wenn wir

nun einen Kunstgriff anwenden, indem wir diese großen Energiemengen durch einen elektrischen Schwingungskreis in starke Schwingungen versetzen, so können wir unter Ausnutzung des Resonanzprinzips die Spannungen noch erheblich steigern. Einen solchen Apparat stellt der von Nikolaus Tesla zuerst angegebene „Tesla-Transformator“ dar. Er liefert uns Elektrizitätsmengen unter solch hohen Spannungen, daß es uns ein leichtes ist, dieselben zu kräftiger Strahlung in den umgebenden Raum zu bringen. In diesem künstlich erzeugten elektrischen Feld können wir nun in luftverdünnten Glasröhren, sog. „Teslaröhren“, die darin noch enthaltenen Gasmoleküle zum Aufleuchten bringen, ohne daß wir mittels besonderer Elektroden Strom hinzuzuführen brauchen. — Wir können auch in einer großen, fast luftleer gepumpten Glaskugel solche Leuchterscheinungen mittels des Teslafeldes hervorrufen. Diese letzteren Leuchterscheinungen ähneln sehr den Nordlichtern, wenn sie auch nur ganz bescheidene Nachahmungen sind. Denn auch im Nordlicht, das sich in Höhen von 80 km bis zu 1000 km über dem Erdboden bildet, werden die dort nur noch in sehr fein verteilter Weise vorhandenen Gase auf solche Weise zum Leuchten gebracht. Die hierzu erforderlichen Kathodenstrahlen liefert freigebigst wieder unsere Sonne. Prof. Störmer hat festgestellt, daß diese Kathodenstrahlen im Magnetfeld unserer Erde abgelenkt und in Bögen zum Pol geleitet werden. Den Forschern Kristian Birkeland und Störmer ist es gelungen, im Laboratorium auf Grund ihrer Studien kleine Nordlichter künstlich zu erzeugen. Auch im Berliner Forschungslaboratorium der A. E. G. hat man die Störmerschen Nordlichttheorien experimentell nachgeprüft und bestätigt. Dabei hat man — gewissermaßen als Nebenprodukt der Nordlichtforschung — eine interessante Entdeckung gemacht: man fand, daß ein Kathodenstrahl unter

bestimmten Bedingungen, die man herstellen kann, vom magnetischen Erdfeld stets nach ein und derselben Richtung abgelenkt wird. Auf dieser Beobachtung beruht die Konstruktion eines „Elektronenkompasses“, der sich in der Luftfahrt schon bewährt haben soll. Er zeichnet sich gegenüber dem alten Magnetkompaß dadurch aus, daß er von mechanischen Erschütterungen gar nicht beeinflusst wird, eine Tatsache, die ihn in hervorragendem Maße für die Verwendung in der Luft- und Seeschiffahrt geeignet macht.

Zum Schluß sei noch einmal kurz auf die ungeheure Strahlungstätigkeit unserer Sonne hingewiesen. In diesem gewaltigen Glutball befinden sich fast alle Stoffe im Zustande mehr oder weniger vollständiger Atomauflösung. Freie Elektronen, Ionen, Atomkerne und ganze Atome, Korpuskularstrahlen und Ätherwellen verschiedenster Art bilden ein wildes Chaos. In diesem ungeheuren Hexenkessel werden Stoffe gebildet und zertrümmert; tausendfältige Wirkungen und Energieumsetzungen begleiten diese Erscheinungen, von deren gewaltigen Ausmaßen wir uns keine Vorstellung machen können. Es ist klar, daß dieser Rieseball seine Energien in allen nur erdenklichen Formen und Arten in den Weltraum ausstrahlt, und daß auch unser Planet, der relativ sehr nahe um diesen kosmischen Glutofen herumfliegt, eine gute Portion davon abbekommt. Aber es hat sich erwiesen, daß das unser Glück ist; denn wenn die Sonne erlöschen würde, dann wäre auch unsere Erde dem Tode preisgegeben und keine menschliche Kunst und Wissenschaft, keine Technik und Medizin könnte uns auch nur wenige Tage weiter am Leben erhalten! So haben wir alle Ursache, die Sonnenstrahlungen auf unserem Planeten willkommen zu heißen und können mit Dankbarkeit und Beruhigung ihre tausendfältigen Wirkungen studieren, die uns unser Leben fördern und erhalten, und nur in geringem Maße stören.

## Wie sieht eine Mondfinsternis auf dem Monde aus?

Von Prof. Dr. Paul Kirchberger.

Jeder kennt die allgemein üblichen Zeichnungen, die das Zustandekommen einer Mondfinsternis durch Eintritt des Mondes in den kegelförmigen Kernschatten der Erde erklären. Wer aber jemals das wechselnde Farbenspiel einer wirklichen Mondfinsternis beobachtet hat, dem wird sofort klar sein, daß solche einfachen Skizzen unmöglich den ganzen Sachverhalt erschöpfend wiedergeben können. Sie lassen in der Tat einen sehr wesentlichen Umstand außer acht, die Wirkung der Erdatmosphäre, die sich in zwei Richtungen äußert, in der Brechung und in der Absorption, der

Aufzehrung des Sonnenlichts. Es ist bekannt, daß die genaue Erfassung beider Erscheinungen schon bei gewöhnlichen Sternbeobachtungen außerordentlich große Schwierigkeiten macht, die man dadurch zu umgehen sucht, daß man den Einfluß der Luftbrechung durch Vergleichsmessungen nach Möglichkeit ausschaltet und den der Absorption durch Ausschluß von Beobachtungen in der Nähe des Horizontes gering hält.

Bei einer Mondfinsternis liegen aber die Verhältnisse deshalb ungeheuer viel schwieriger als bei einer einfachen Sternbeobachtung, weil

es sich bei ihr ja nicht um ein linienförmiges oder fast linienförmiges Strahlenbündel handelt, sondern um Strahlen, die ganz verschiedene Wege in der irdischen Luft zurücklegen und deshalb auch die verschiedenartigste Brechung und Absorption erleiden. Eine restlos befriedigende Theorie der Mondfinsternisse dürfte daher kaum möglich sein; das mag als Entschuldigung dienen, wenn wir im folgenden ohne einige recht rohe Schätzungen nicht auskommen.

Die irdische Luft wirkt bei einer Mondfinsternis wie eine Sammellinse, die allerdings ringförmige Gestalt hat, weil ihre Mitte von der undurchsichtigen Erdkugel eingenommen wird. Diejenigen Sonnenstrahlen, die unmittelbar an der Erde vorbeigehen, also die tiefsten und dicksten Luftschichten durchsetzen, erfahren die stärkste Brechung und gleichzeitig die stärkste Absorption. Man sieht leicht, daß ein solcher Lichtstrahl den doppelten Weg in der Erdatmosphäre zurücklegt, wie für den irdischen Beobachter ein Strahl der gerade im Horizont stehenden, eben auf- oder untergehenden Sonne. Nun beträgt die Brechung in diesem Fall 34 Bogenminuten. Für einen Mondbeobachter macht sie also für einen gerade am Erdrand vorbeigehenden Strahl 68 Minuten aus, das ist mehr, als die scheinbare Größe des Erdhalbmessers auf dem Mond im günstigsten Fall betragen kann. (Diese Größe nennt man ja „Parallaxe“ des Mondes.)

Daraus ergibt sich folgendes: Blickt ein Mondbeobachter im Augenblick einer für ihn genau zentralen Finsternis nach dem oberen Rand der die Sonne verfinsternden Erde, so rührt dieser Strahl von einem Sonnenpunkt her, der unter der Sonnenmitte liegt, denn er erscheint ja um 68 Minuten gehoben. Von den darüberliegenden Sonnenteilen sieht er gleichfalls Strahlen, die aber einer geringeren Brechung bedürfen, die sie in den höheren Atmosphärenschichten finden. Ein großer Teil der Sonne erscheint sozusagen eng in der Luft-hülle der Erde zusammengedrückt, und diese muß daher außerordentlich hell aufleuchten. Der von der helleuchtenden Erdatmosphäre beschienene Mond würde nicht entfernt in dem uns vertrauten Maß verfinstert aussehen, wenn nicht die Absorption in der Erdatmosphäre dazu käme. Über die Gesamtgröße dieser Absorption des Sonnenlichts in der Erdatmosphäre bei Mondfinsternissen wird man schwer etwas sagen können, weil sie für die einzelnen Strahlen, je nachdem sie durch dickere oder dünnere Luftschichten gehen, ganz verschieden groß ist. Genaue Messungen für die sogenannte „Extinktion“ des Sternenlichts für den irdischen Beobachter liegen, soweit mir bekannt, nur vor bis zu Sternen, die in der Höhe von etwa 2 Grad über dem Horizont stehen\*).

\*) Bei noch tieferem Stand ist die Absorption stark von rein lokalen Umständen abhängig.

diesem Fall beträgt sie 3 Größenklassen. Bei genau streifendem Einfall ist die Aufzehrung noch viel größer, dagegen ist sie für die nur die oberen Luftschichten durchdringenden Strahlen natürlich viel geringer. Nehmen wir die Absorption eines 2° hoch stehenden Sternes als ungefähres Mittel, so würden sich für die Schwächung des Sonnenlichts in der Erdatmosphäre des doppelten Weges wegen etwa 6 Größenklassen ergeben. Um so viel würde also der verfinsterte Mond heller erscheinen, wenn die irdische Luft nur brechend, und nicht zugleich absorbierend wirkte.

Jedenfalls muß es auf dem verfinsterten Mond noch außerordentlich hell sein. Das erkennt man ohne weiteres durch Vergleich des verfinsterten Mondes mit dem unbelichteten Teil der Mondscheibe zur Zeit der sehr schmalen Mondsichel unmittelbar vor oder nach Neumond. Der verfinsterte Mond erscheint heller als dieser unbelichtete Teil des Mondes. Nun ist dieser letztere Teil aber von der fast voll erscheinenden Erde beleuchtet. Die „Vollerdnächte“ bedeuten aber für den Mond etwas ganz anderes als die Vollmondnächte für die Erde! Denn erstens ist die Erde für den Mondbeobachter etwa 13 bis 14mal so groß wie die Mondscheibe für uns, zweitens aber ist die sog. „Albedo“ der Erde auch noch etwa 6 bis 7mal so groß wie die des Mondes. Im ganzen erstrahlt die Erde auf dem Mond 80 bis 100mal so hell wie der Mond auf der Erde. Aus dem Umstand, daß der verfinsterte Mond heller aussieht als der unbeleuchtete Teil des Mondes, darf man also schließen, daß es auf dem Mond während einer vollständigen Sonnenfinsternis (für uns Mondfinsternis) etwa 100mal heller ist als bei uns in Vollmondnächten. Diese beträchtliche Helligkeit wird erreicht durch den zwar schmalen, aber stark leuchtenden Lichtkranz, den die Luft um die dunkle Erde bildet.

Ganz wesentlich ist nun, daß die Absorption nicht alle Farben des Sonnenlichts gleichmäßig betrifft, sondern die blauen am stärksten, die roten am wenigsten. Aus diesem Grunde erscheint uns ja die auf- oder untergehende Sonne so rot. Der dann lange Luftweg zehrt am meisten die blauen Strahlen auf, während sich die roten als widerstandsfähiger erweisen. Da für den Mondbeobachter der Luftweg der Strahlen doppelt so groß ist, so muß auch die Rötung der durch die tiefsten Luftschichten gedungenen Strahlen noch viel stärker, vergleichsweise also etwa doppelt so groß sein, wie für uns bei der im Horizont stehenden Morgen- oder Abendsonne. Aber schon ganz dicht daneben treten andere Farben auf. Denn ein Strahl, dessen tiefster Punkt etwa 20 Kilometer über der Erdoberfläche liegt, hat nur Luftschichten zu durchdringen, die nur etwa den 16. Teil so dicht sind wie die uns vertraute Luft. Hier ist selbstverständlich die Absorp-

tion und damit auch die Rötung des Lichts schon viel geringer. Daraus ergibt sich, daß der Farbenwechsel in den verschiedenen Schichten der Erdatmosphäre viel schneller vor sich geht, als der Mondbeobachter mit bloßem Auge wird wahrnehmen können. Er muß schon ein starkes Fernrohr zu Hilfe nehmen, um die verschiedene Farbe der einzelnen Luftschichten deutlich sehen zu können.

Machen wir uns danach den Verlauf einer Finsternis auf dem Monde klar! Vor Beginn der Verfinsternis: Die Sonne leuchtet wie immer an dem völlig schwarzen Mondhimmel. (Er ist schwarz, weil der Mond keine Luft hat, durch deren Lichtzerstreuung ja für uns die helle Farbe des Himmels zustande kommt.) Neben der Sonne sind also wohl die Sterne sichtbar, nicht aber die riesige Erde, die ebenso unsichtbar bleibt wie für uns der Neumond. Verschwindet nun die Sonne hinter der Erde, so wird, zumindest für den Beobachter mit unbewaffnetem Auge, das allmähliche Aufleuchten der Erdatmosphäre eher sichtbar werden als das Verschwinden eines Teils der Sonne. Mit dem Fortschreiten der Verfinsternis leuchtet die Erdatmosphäre so weit auf, daß bald ihre Ringform erkennbar wird. Ist die Sonne hinter der sie verfinsterns Erde verschwunden, so bleibt der Teil der Lufthülle, hinter dem die Sonne eben verschwunden ist, dunkel. Denn an dieser Stelle würden die Strahlen, um in das Auge des Beobachters zu gelangen, einer viel geringeren Brechung bedürfen, als die tieferen Luftschichten sie tatsächlich bewirken. Die sonst kreisrunde Form der leuchtenden Lufthülle

wird also an dieser Stelle eine schwache Ausbuchtung zeigen. Um so heller werden an dieser Stelle die oberen Luftschichten leuchten. Denn da das Licht der eben verschwundenen Sonnenteile nur einer sehr geringen Brechung bedarf, so wird sie schon von sehr dünnen und demgemäß wenig Licht verschluckenden Schichten geleistet werden können. Die höchsten Schichten erstrahlen in fast unverändertem Sonnenglanz. An den Grenzen der Atmosphäre wird die Lichterscheinung jäh abbrechen. Das Fortschreiten der Sonne hinter der dunkeln Erde wird sich am Leuchten der Atmosphäre ohne weiteres verfolgen lassen. Zuerst bleiben die entfernteren Teile völlig dunkel, weil, um sie aufleuchten zu lassen, eine stärkere Lichtbrechung nötig wäre als die höchstens möglichen 68 Minuten. Je weiter aber die Sonne hinter der sie verfinsterns Erde fortschreitet, um so mehr werden auch diese Schichten aufleuchten, und wird die Verfinsternis zentral, so wird das an der Gleichmäßigkeit des leuchtenden Lichtkranzes sofort erkennbar sein. Das bevorstehende Ende der „Totalität“ der Finsternis zeigt sich durch die an der Austrittsstelle auftretende Ausbuchtung des Lichtkranzes an.

Diese Verfinsternis spielen auf dem Mond eine recht erhebliche Rolle. Denn jede bei uns nur unvollständige Mondfinsternis ist für einen Teil des Mondes eine vollständige Sonnenfinsternis, und wenn wir vollständige Mondfinsternis haben, so ist die Dauer der Totalität für den einzelnen Mondort weit größer als für uns, da wir den ganzen Mond gleichzeitig sehen.

## Jupiterbeobachtungen 1930 bis 1931.

Von Walther L ö b e r i n g.

(Mit zwei Abbildungen.)

Seit den großen Vorgängen auf Jupiter 1929, über die ich im „Weltall“, Jahrg. 29, S. 77, berichtet habe, ist auf der Oberfläche des Planeten eine Beruhigung eingetreten. Alles Detail war, wenn man von der Streifung absieht, während der Beobachtungszeit 1930 bis 1931 recht zart. Da nun außerdem die Luftzustände für die Beobachtung so feiner Einzelheiten dauernd recht ungünstig waren, ist die Ernte der Fleckenpositionen nur dürftig ausgefallen.

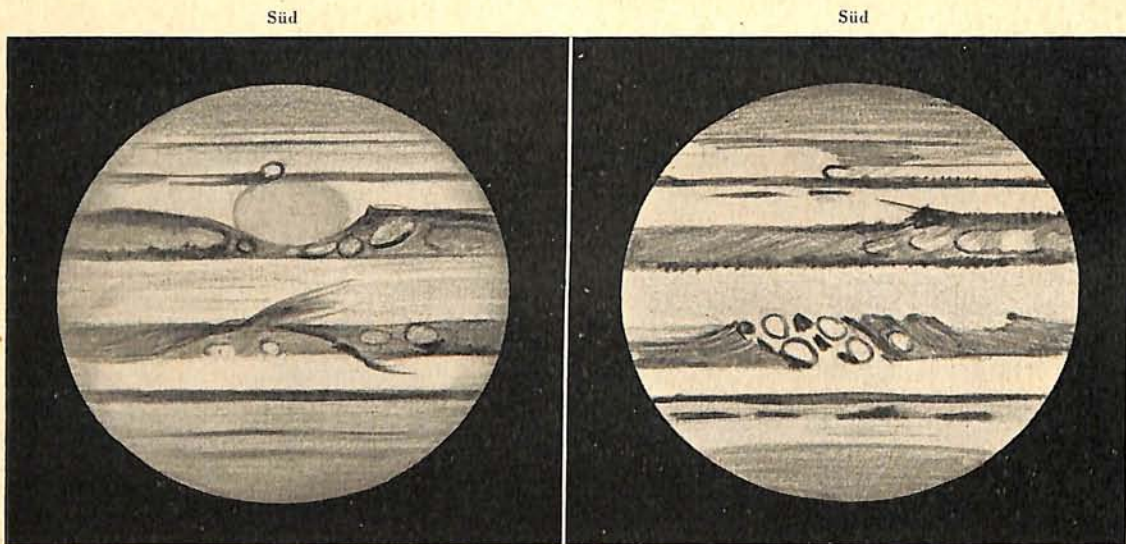
Das noch jugendliche Süd-Äquatorband hatte eine blaßrote Farbe, während das Nord-Äquatorband dunkler war und keine klar ausgeprägte Färbung zeigte. Ein bedeutendes Schmälerwerden des Nord-Äquatorbandes und eine damit verbundene Verbreiterung der nord-

tropischen Zone war auffallend. Das Süd-Äquatorband erschien doppelt, jedoch war bei günstigen atmosphärischen Verhältnissen zu erkennen, daß dies nur durch eine große Anzahl kleiner eiförmiger Flecke rötlich-weißer Farbe, welche in der Mitte des Streifens kettenförmig dicht gereiht waren, vorgetäuscht worden war. Es wurde nun beobachtet, daß an manchen Stellen eine Verstärkung der weißen Flecken entstand. Da zeigte sich dann eine plötzliche Verbreiterung des Streifens der Art, daß der Südrand in die süd tropische Zone ausgebuchtet erschien. In die Äquatorzone hinein fanden keine solche Verbreiterungen statt. Diese Ausbuchtungen waren von großer Beständigkeit; bei  $\lambda = 180^\circ$  wurde sogar eine scharfe Ecke gebildet. Daß sich die hellen Massen in der Mitte

des Bandes, welche nach Westen drängten, an diesen Stellen stauten und infolge eines Widerstandes eine Umströmung stattfand, wie wir es am großen roten Fleck gewöhnt sind zu beobachten, war nach den Beobachtungen der letzten Jahre zu erwarten. Eins der auffälligsten Objekte war die scharfkantige, nach Süden gerichtete Ausbuchtung und plötzliche Verdickung des Süd-Äquatorbandes, welche sich von  $\lambda$   $185^\circ$ , langsam in die Breite des Süd-Äquatorbandes zurückgehend, bis zur linken Schulter erstreckte. Diese Erscheinung war während der ganzen Beobachtungszeit fast unveränderlich zu sehen. Einige Male bildeten sich vom „Kopfe“,

worfen. In der Zeit 1928—1929 war der Fleck recht ausgesprochen lachsrot. Dann kamen die oben erwähnten großen Umwälzungen auf der Südhalbkugel. Da wurde der Fleck intensiv weiß und so hell, daß er das auffallendste Objekt der Oberfläche war. Das Abblassen ging dann rasch vor sich, bis 1929—1930 die Färbung ein außerordentlich zartes Bläßrosa wurde, welches nach und nach in eine graue Tönung überging, die sich bis zur Beobachtungszeit 1930—1931 erhalten hat. Im Dezember 1930 waren die seitlichen Ränder durch dunkle Flecke besser markiert, was die Beobachtung der Längen etwas erleichterte.

Jupiterzeichnungen von Walther Löbering.



Süd  
Nord  
1931 Febr. 23 23<sup>h</sup>24<sup>m</sup>,5 M.E.Z.  
Mittelmeridian  $\lambda = 253^\circ,85$ .  
Luftzustand 3—2.

Süd  
Nord  
1931 März 31 20<sup>h</sup>20<sup>m</sup>,5 M.E.Z.  
Mittelmeridian  $\lambda = 148^\circ,85$ .  
Luftzustand 2—3.

(Beobachtungsinstrument: Spiegel von 25 cm; Vergrößerung 250.)

also dem Westende ausgehend, „kanalartige“ Streifen in die südtropische Zone. Die Längen des Kopfes ergeben eine mittlere tägliche Bewegung von  $-0^\circ,117$  in  $22^\circ$  südl. Br. Da das Objekt in gleicher Breite mit dem großen roten Fleck lag und in bezug auf die Rotationsverhältnisse mit ihm verglichen werden kann, ist eine Betrachtung beider Bewegungen von Interesse.

Eine starke Zunahme der Bildung heller Flecke erfolgte im März und April 1931 auf der ganzen Oberfläche des Planeten. Starke Ausbuchtungen und Strömungen waren im Nord-Äquatorband sowie retrograde Bewegungen im nordgemäßigten Band zu beobachten.

Besondere Schwierigkeiten boten auch die Positionsbestimmungen des großen roten Flecks. Dieses viel umstrittene Gebilde ist in bezug auf seine Tönung dauernden Veränderungen unter-

Die Positionsbestimmungen ergeben eine Anzahl von Werten, welche ich zu monatlichen mittleren Örtern (System II) vereinigt habe und die eine Fortsetzung der in den Astr. Nachr. von mir veröffentlichten Werte bilden:

1930	Dez.	$\lambda = 259^\circ,58$	
1931	Jan.	$\lambda = 257^\circ,43$	$= -0^\circ,069$ tägl. Bewegung
	Febr.	$\lambda = 254^\circ,889$	$= -0^\circ,09$ „ „
	März	$\lambda = 253^\circ,881$	$= -0^\circ,0325$ „ „
	April	$\lambda = 252^\circ,586$	$= -0^\circ,043$ „ „

Aus diesen Bestimmungen geht hervor, daß die Bewegung der oben erwähnten Ausbuchtung größer war als die des roten Flecks. Die Beobachtungslücken, eine Folge der ungünstigen Beobachtungsverhältnisse während der Sichtbarkeitsdauer 1930—1931, sind bedauerlich. Die schon längst geforderte Beobachtergruppe in Deutschland, oder besser noch eine internationale, würde diese Lücken ausgefüllt haben.

# Der gestirnte Himmel im Oktober 1931.

Von Dr. F. S. Archenhold und G. Archenhold.

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

Die Sternkarte auf der ersten Seite des Umschlages zeigt den Sternenhimmel so, wie er uns am 1. Oktober 22<sup>h</sup> erscheint. Sie gilt aber auch für den 15. Oktober 21<sup>h</sup> und den 31. Oktober 20<sup>h</sup>. Im Süden steht der südliche Fisch, dessen hellster Stern Fomalhaut heißt, was so viel bedeutet wie „Maul des Fisches“. Er ist 1. Größe, taucht aber über unserem Horizont nur um einige Grade empor. Darüber befindet sich der Wassermann, der jedoch keine helleren Sterne als solche der 3. Größe enthält. Nördlich von ihm finden wir den Pegasus, dessen Sterne  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  zusammen mit  $\alpha$  in der Andromeda das sog. Pegasus-Viereck bilden. Zusammen mit den Sternen  $\alpha$  im Perseus und  $\beta$  und  $\gamma$  in der Andromeda ergibt dieses Viereck eine Konfiguration, welche, abgesehen von den größeren Ausmaßen, eine gewisse Ähnlichkeit mit den Bären-Sternbildern hat. Im Perseus ist jetzt Algol wegen seines hohen Standes günstig zu beobachten. Seine Lichtminima treten zu folgenden Zeiten ein:

Oktober	8.	3 <sup>h</sup>
„	10.	23 <sup>h</sup>
„	13.	20 <sup>h</sup>
„	28.	4 <sup>h</sup>
„	31.	1 <sup>h</sup>

## Die Planeten.

**Merkur** ist in den ersten Tagen des Monats am Morgenhimmel sichtbar, und zwar beträgt die Dauer seiner Sichtbarkeit am 1. Oktober etwa 20 Minuten. Der Planet nähert sich jedoch schnell der Sonne, so daß er bereits am 6. unsichtbar wird. Am 18. des Monats findet seine obere Konjunktion mit der Sonne statt.

**Venus** wird Ende des Monats als Abendstern für das bloße Auge erkennbar. Die Sichtbarkeitsdauer beträgt jedoch nur wenige Minuten.

**Mars** bleibt unsichtbar.

**Jupiter**, im Sternbild des Krebses, erscheint anfangs um 1<sup>h</sup> morgens über unserem Horizont. Da er jeden Tag früher aufgeht, so kann er immer besser beobachtet werden. Am 31. Oktober erfolgt sein Aufgang bereits eine halbe Stunde vor Mitternacht. Die Stellungen und Verfinsterungen seiner vier hellen Monde geben wir in nebenstehender Tabelle an.

**Saturn**, im Schützen, ist noch immer der einzige gut sichtbare Planet am Abendhimmel. Er erreicht seine höchste Erhebung über dem Südpunkt anfangs um 18<sup>h</sup><sup>1</sup>/<sub>2</sub>, zuletzt um 16<sup>h</sup><sup>3</sup>/<sub>4</sub>, und auch sein etwa 4 Stunden danach erfolgender Untergang tritt entsprechend früher ein.

**Uranus** gelangt am 11. Oktober in Opposition zur Sonne und ist daher während der ganzen Nacht zu beobachten. Er steht am 15. in Rekt. = 1<sup>h</sup>4<sup>m</sup>,6 und Dekl. = + 6<sup>o</sup>9'. Seine Bewegung ist rückläufig.

**Neptun**, im Löwen, geht mehrere Stunden vor der Sonne auf. Sein Ort am 15. ist: Rekt. = 10<sup>h</sup>36<sup>m</sup>,4, Dekl. = 9<sup>o</sup>35'.

## Verfinsterungen und Stellungen der Jupitermonde.

Verfinsterungen			Stellungen			
Ok.	M.E.Z. h m	Mond	Ok.	4 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> M.E.Z.	Ok.	4 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> M.E.Z.
2.	3 34	I E	1	3 0 124	17	2 0 134
2.	5 05	III E	2	3 0 24	18	0 34
9.	5 28	I E	3	21 0 34	19	1 0 234
11.	1 17	II E	4	0 2134	20	2 0 314
16.	2 37	IV E	5	1 0 234	21	321 0 4
18.	1 49	I E	6	23 0 14	22	3 0 214
18.	3 53	II E	7	321 0 4	23	31 0 24
25.	3 42	I E	8	3 0 12	24	2 0 314
31.	0 35	III A	9	431 0 2	25	24 0 3
			10	42 0 3	26	41 0 23
			11	4 0 13	27	4 0 13
		E = Eintritt	12	41 0 23	28	4231 0
			13	42 0 1	29	43 0 21
		A = Austritt	14	4321 0	30	431 0 2
			15	34 0 12	31	42 0 1
			16	31 0 2		

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

## Der Lauf von Sonne und Mond.

Die **Sonne** wandert aus dem Sternbild der Jungfrau in die Waage. Dabei erniedrigt sich ihre Deklination um 11<sup>o</sup>, was zur Folge hat, daß sich die Tageslänge von 11<sup>h</sup><sup>3</sup>/<sub>4</sub> Stunden auf 9<sup>h</sup><sup>3</sup>/<sub>4</sub> Stunden verkürzt.

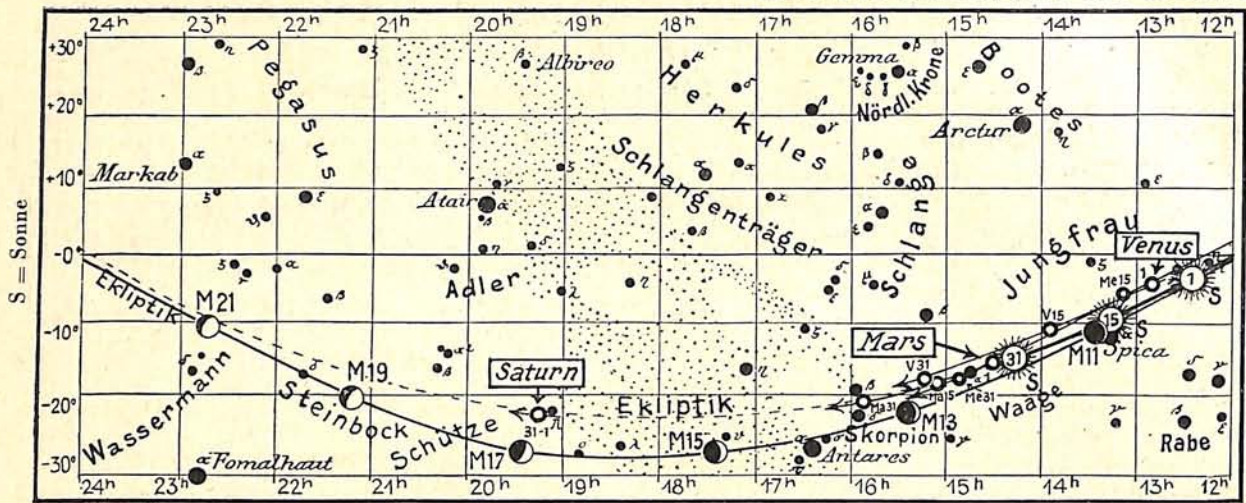
In Berlin geht die Sonne zu folgenden Zeiten auf und unter:

	Aufgang	Untergang
Ok. 1.	6 <sup>h</sup> 5 <sup>m</sup>	17 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup>
„ 15.	6 30	17 14
„ 31.	6 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup>	16 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>

Weitere wichtige Angaben finden sich in folgender Tabelle:

Datum	Rektasz.		Deklin.		Sternzeit		Zeitgleichg. wahre minus mittlere Zeit
	0 <sup>h</sup> Weltzeit	0 <sup>h</sup> Weltzeit	0 <sup>h</sup> Weltzeit	0 <sup>h</sup> Weltzeit	Berlin, Mittag	Berlin, Mittag	
	h	m	o	'	h	m	m
Ok. 1.	12	25,2	-	2 43	12	36,9	+ 10 3
„ 5.	12	39,7		4 16	12	52,7	11 19
„ 10.	12	57,9		6 11	13	12,4	12 45
„ 15.	13	16,4		8 5	13	32,1	13 59
„ 20.	13	35,0		9 55	13	51,8	15 0
„ 25.	13	54,0		11 42	14	11,5	15 46
„ 30.	14	13,2	-	13 24	14	31,2	+ 16 14

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



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

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Letztes Viertel: Okt. 4. 21<sup>1</sup>/<sub>4</sub>h  
Neumond: „ 11. 14h

Erstes Viertel: Okt. 18. 10<sup>1</sup>/<sub>4</sub>h  
Vollmond: „ 26. 14<sup>1</sup>/<sub>2</sub>h

Am 11. Oktober steht der Mond in Erdnähe, am 24. in Erdferne. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt an diesen beiden Tagen 33'30" und 29'29", die Horizontalparallaxe 61'22" bzw. 54'1".

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

Tag	Name	Gr.	Rekt. 1931		Dekl. 1931		Phase	Zeiten für Berlin M. E. Z.		Winkel	Mondalter	Hilfsgrößen	
			m	h	m	o		'	h			m	o
Okt. 6.	4 Cancri	6,2	7	57,6	+ 25	17	A	0	43,5	309	23,8	- 0,2	+ 0,6
„ 23.	80 B. Piscium	6,3	0	1,5	- 0	53	E	21	33	9	12,4	- 0,3	+ 2,1
„ 28.	104 B. Tauri	5,5	3	44,3	+ 23	13	A	19	39,5	230	17,3	+ 0,2	+ 1,9
„ 31.	406 B. Tauri	5,6	5	46,6	+ 27	57	A	1	43,5	214	19,5	- 0,8	+ 3,5

E=Eintritt, A=Austritt

### Bemerkenswerte Konstellationen.

Okt. 7.	11	Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.	Okt. 12.	7	Venus in Konjunktion mit dem Monde.
8.	21	Neptun in Konjunktion mit dem Monde.	13.	17	Mars in Konjunktion mit dem Monde.
11.	—	In Europa unsichtbare partielle Sonnenfinsternis.	17.	20	Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
11.	6	Merkur in Konjunktion mit dem Monde.	18.	17	Merkur in oberer Konjunktion mit der Sonne.
11.	17	Uranus in Opposition zur Sonne.	25.	9	Uranus in Konjunktion mit dem Monde.

## KLEINE MITTEILUNGEN

**Zwei neue Kometen**, die beide bei ihrer Entdeckung dicht bei der Sonne standen, sind von einem Japaner und einem Spanier aufgefunden worden. Der von dem Japaner Nagata im Juli gesehene Schweifstern, der in üblicher Weise die Bezeichnung 1931 b erhalten hat, scheint in Deutschland überhaupt nicht beobachtet worden zu sein. Nach einer Beobachtung auf der Lick-Sternwarte hielt er sich am 22. Juli im Sternbild des Löwen auf und war 9. Größe. Er durchwandert jetzt die Jungfrau und wird am 12. September in Rekt. = 13<sup>h</sup> 51<sup>m</sup>,7 und in Dekl. = + 8° 23', am 20. September in Rekt. = 14<sup>h</sup> 12<sup>m</sup>,4 und Dekl. = + 7° 50' stehen.

Der andere Komet, 1931 c, wurde in den Morgenstunden des 10. August von dem Astronomen Ryves in Saragossa entdeckt. Er stand südlich von Pollux in

den Zwillingen. Seine Helligkeit lag an der Grenze der Sichtbarkeit mit bloßem Auge. Van Biesbroeck von der Yerkes-Sternwarte fand ihn am 14. August 4. Größe und erkannte einen Schweif von 1° Länge. Ende August passierte der Komet die Stelle seiner größten Sonnennähe, wobei er der Sonne bis auf 11 Millionen km nahe kam. Der Abstand des Merkur von der Sonne ist 6 mal so groß. Welche Helligkeit der Komet nach seinem Durchgang durch das Perihel haben wird, läßt sich noch nicht bestimmen. Seine Positionen sind wie folgt:

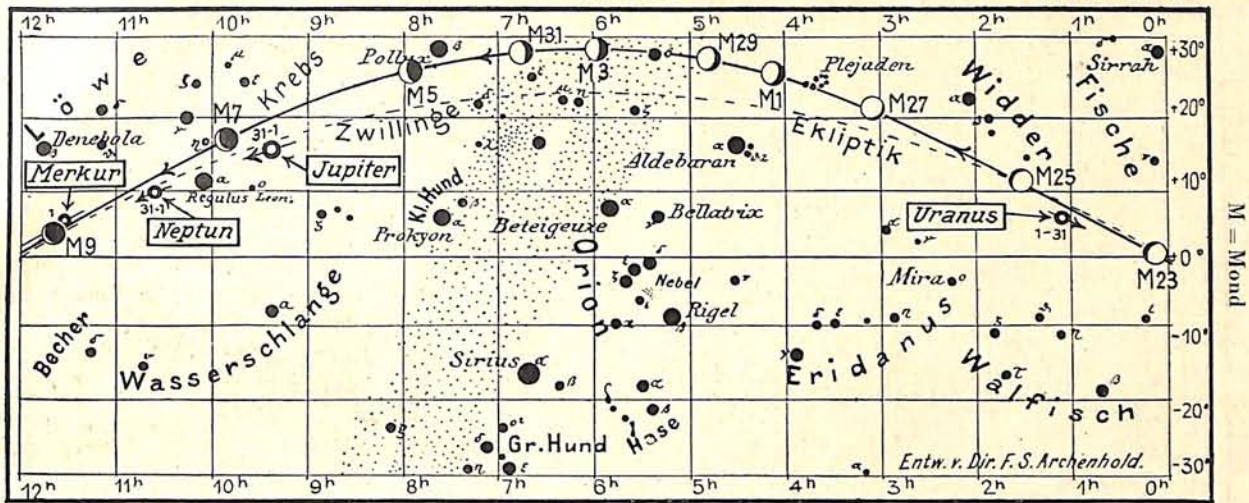
	1931	Rekt.	Dekl.
Sept. 16.		10 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup> ,1	+ 3° 55'
Sept. 24.		10 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> ,9	+ 3° 24'
Okt. 2.		10 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> ,5	+ 2° 57'

G. A.

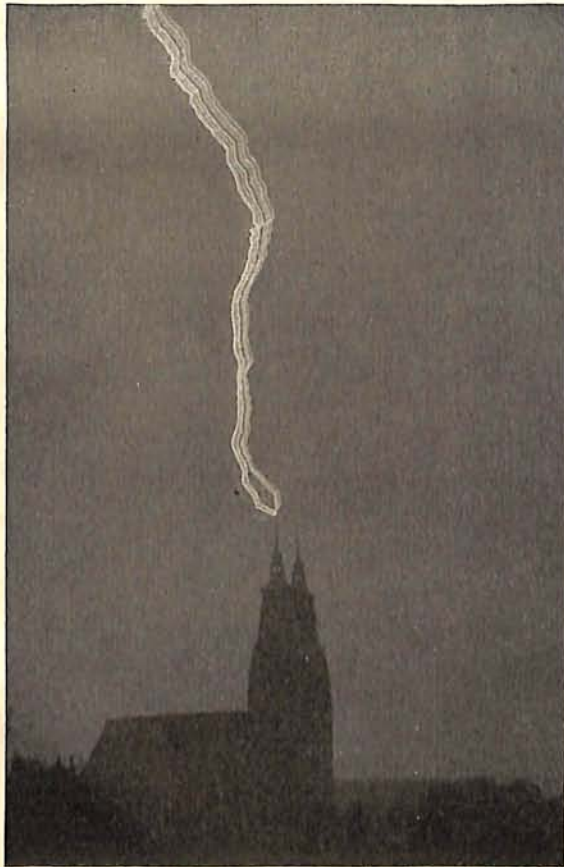
für den Monat Oktober 1931.

Abb. 2 b.

Nachdruck verboten.



**Die Photographie eines 8-fachen Blitzes**, die Herr Dr. Martin Zimmermann, Charlottenburg, gelungen ist, möchten wir unseren Lesern nicht vorenthalten. Bei



dem Gewitter, das am 7. Juli in Berlin niederging, traf gegen 1/8 Uhr abends ein Blitz die Epiphaniienkirche in Charlottenburg. Diesen Augenblick festgehalten zu haben, ist ein glücklicher Zufall. Die Aufnahme erfolgte mit Zeiss Tessar 1:4,5, Brennweite 8 cm, bei größter Blende, von einer im dritten Stock in der Saldernstraße gelegenen Wohnung aus. Die Belichtung begann ca. 10 Minuten vor dem Einschlag des Blitzes und schloß sofort nach erfolgtem Einschlag.

Über Einzelheiten berichtet der Küster der Epiphaniienkirche, daß er einen ähnlich starken Einschlag in die seit 25 Jahren bestehende Kirche nicht erlebt hat.

In der Kirche und den im gleichen Gebäudekomplex liegenden Räumlichkeiten wurden durch den Blitz mehr als ein Dutzend Sicherungen der elektrischen Lichtleitungen zerstört. Ferner wurde ein Erlöschen des Lichts in umliegenden Häusern beobachtet. Der Küster befand sich während des Gewitters in einem Zimmer im Erdgeschoß seiner Wohnung, das durch den Blitz taghell erleuchtet wurde.

**Neue Bestimmung der Polarisation des Merkurlichtes.** Die Untersuchung der Polarisation des Merkurlichtes zu den Zeiten der größten und kleinsten Phase ist sehr schwierig, da der Planet dann sehr nahe zur Sonne steht. Dem Astronomen Lyot von der Sternwarte Meudon ist es jetzt gelungen, solche Messungen auf dem Pic du Midi, wo der Himmel von großer Reinheit ist, durchzuführen. Er benutzte ein Fernrohr von 25 cm Öffnung, das während der Beobachtungen auf 18 cm abgeblendet wurde und fand, daß bei einem scheinbaren Abstand des Merkur von der Sonne von  $12^{\circ}15'$  der Anteil des polarisierten Lichtes  $11,8\%$  betrug. Bei gleicher Phase ist das Mondlicht zu  $11,9\%$  polarisiert. Auch bei den übrigen Phasenwinkeln ist die Übereinstimmung mit dem Mond außerordentlich stark. Dadurch wird aufs neue eine gleiche oder zumindestens sehr ähnliche Oberflächenbeschaffenheit dieser beiden Himmelskörper wahrscheinlich gemacht. G. A.

**Extreme Mondhöhen.** Die Leser seien hiermit besonders darauf aufmerksam gemacht, daß der Mond gegenwärtig (d. h. Mitte dieses Jahres bis Mitte nächsten Jahres) sowohl außergewöhnlich kleine als auch außergewöhnlich große Kulminationshöhen erreicht.

Wie bekannt, ist die Höhe des Himmelspols gleich der geographischen Breite, für Berlin  $52\frac{1}{2}^{\circ}$ . Daraus ergibt sich als Höhe des Himmelsäquators über dem Südpunkt des Horizonts  $37\frac{1}{2}^{\circ}$ . Da die Sonne sich bis  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  nördlich und südlich vom Äquator entfernt, beträgt ihre größte bzw. kleinste Mittagshöhe bei uns  $61^{\circ}$  bzw.  $14^{\circ}$ . Die Ebene der Mondbahn ist nun wieder  $5^{\circ}$  gegen die Ekliptik geneigt, so daß die größte bzw. kleinste Kulminationshöhe, die der Mond überhaupt erreichen kann, für uns  $66^{\circ}$  bzw.  $9^{\circ}$  ist. Dies findet aber nur alle  $18\frac{1}{4}$  Jahre statt, nach welcher Zeit der aufsteigende Knoten der Mondbahnebene, der sich ziemlich rasch bewegt, nach vollem



Umlauf auf der Ekliptik wieder auf den Frühlingspunkt fällt. Das geschieht nun Anfang Januar nächsten Jahres. Wir empfehlen, den Mond beispielsweise am 19. September um 18<sup>h</sup> und am 24. Dezember um 24<sup>h</sup> zu beobachten. Besonders die kleinste Kulminationshöhe des Mondes (8<sup>o</sup>,7 bis 9<sup>o</sup>,0) ist sehr auffällig, um so mehr, wenn man sie mit der von 1922 (14<sup>o</sup> + 5<sup>o</sup> = 19<sup>o</sup>) vergleicht. Wie bekannt, wiederholen sich nach je 18<sup>2</sup>/<sub>3</sub> Jahren auch alle Finsternisse (Sarosperiode). Die Bewegung der Mondknoten kommt dadurch zustande, daß die Sonne den Mond in die Ekliptik zu ziehen sucht, was aber durch dessen Bewegung verhindert wird, und ähnlich wie bei einem Kreisel bewegt sich nun der Pol der Mondbahnebene um den Pol der Ekliptik in einem kleinen Kreis von 5<sup>o</sup> Halbmesser mit einer Umlaufzeit von 18<sup>2</sup>/<sub>3</sub> Jahren.

Zum Schluß sei daran erinnert, daß man die Zeit einer Mondkulmination als Mitte von Aufgangs- und Untergangszeit des Mondes mittels eines beliebigen Kalenders erhält. Die extremen Lagen finden bei größtem bzw. kleinstem Tagbogen des Mondes statt. Die Höhe bestimmt man, indem man den Abstand der Mondmitte vom Horizont bei ausgestrecktem Arm „in den Bleistift nimmt“ und das Verhältnis dieser kleinen Strecke zum Abstand vom Auge mit 57,3 multipliziert. So kulminierte beispielsweise der Mond in extremer Lage am 26. Juli abends um 22<sup>h</sup>. Bei 60 cm Abstand betrug die abgegriffene Strecke 9<sup>1</sup>/<sub>2</sub> cm. Daraus ergibt sich die Höhe des Mondes tatsächlich zu 9<sup>o</sup>.

Paul Röpcke.

**Berliner Astronomisches Jahrbuch.** Das Astronomische Rechen-Institut teilt mit, daß der soeben ausgegebene Jahrgang für 1933 zum halben Preis (6 M.) durch den Buchhandel geliefert wird. Auch der Preis der früheren Jahrgänge ist auf 6 M. festgesetzt worden, mit Ausnahme des Jahrgangs 1932, der nach wie vor 12 M. kostet. — Näheres durch die Auskunfts- und Verkaufsstelle der Treptow-Sternwarte.

## BÜCHERSCHAU\*)

**Stöckl, Prof. Dr. Karl: Kepler-Festschrift (1. Teil).** Im Auftrage des Naturwissenschaftlichen und des Historischen Vereins Regensburg herausgegeben. 355 S. m. 28 Tafeln u. 37 Abb. i. Text. Regensburg 1930. Preis geh. 15 M., geb. 18 M.

Beim Durchgehen der Schrift kann der Leser mit tiefster Erbauung die Regensburger Kepler-Feier im September 1930 nacherleben und in der schönen und plastischen Darstellung des Herausgebers nachempfinden. Höhepunkte waren die Rede des Bayerischen Kultusministers Goldenberger in der Walhalla, in welcher der vollkommen klare Einblick in das Wesen des von Kepler herbeigeführten Fortschritts rühmenswert erscheint, und die Rede des hochverdienten Kepler-Forschers Caspar, der mit der Herausgabe der *Astronomia Nova* Keplers wissenschaftliche Leistung für unsere Zeit neu erschlossen hat, der aber hier die andere Seite seines Wesens feiert, den Charakter und das Herz Keplers. —

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

Als störend muß in Bauschingers Vortrag die Stelle empfunden werden, wo von Keplers religiöser Toleranz die Rede ist, während doch in Wirklichkeit Keplers ganzes Leben gerade durch die Intoleranz derer so tief verbittert worden ist, die in ihm einen religiösen Gegner sahen. — Als die wirkliche Festrede aber müssen wir Prof. Stöckls Ansprache am Vorabend betrachten, in welcher die wesentlichen Charakterzüge von Keplers Gedankenwelt und Gedankenweben wärmewirkend zum Ausdruck kamen.

Es ist erfreulich, daß die ganze Feier, die durch ihre feinen Charakteristiken einen bleibenden Wert hat, durch das Buch lebendig erhalten wird.

Es folgen dann 58 Seiten historischer Studien zur Biographie Keplers, insbesondere hinsichtlich seiner Beziehungen zur Stadt Regensburg. Viel Interessantes wird hier zu Tage gefördert.

Die dritte, größte Abteilung des Buches bilden 216 Seiten mit wissenschaftlichen Abhandlungen, die zum Thema Kepler in irgendeiner Beziehung stehen. Hier findet man in der Abhandlung des Herausgebers, Herrn Prof. Stöckl, erfüllt, was wohl schon von vielen und schon seit langer Zeit ersehnt worden sein mag, einen Nachweis, inwiefern Kepler dem Newtonschen Gesetz nahegekommen ist. Die Vermutung lag nahe, daß er es erreicht haben würde, wenn er länger gelebt hätte. Über solche Fragen gibt Prof. Stöckl eine auf Quellenstudien beruhende Auskunft in seiner Abhandlung über den Magnetismus bei Kepler, nachdem er sich zu diesem Thema schon anderweitig geäußert hatte.

Überhaupt finden sich in den wissenschaftlichen Abhandlungen ganz köstliche Stücke. Geradezu eine Erbauung gewährt der Bericht von Prof. Schick über Keplers Briefe; lichtvoll und leicht verständlich ist Wilkens' Bericht über die Forschungen zum Problem der drei Körper seit Bruns; ein historisches Verdienst repräsentiert Wieleitners Aufsatz über den Inhalt der Fässer und somit über Kepler als einen Vorläufer der Integralrechnung. — Die Sammlung schließt mit einer Abhandlung über Kepler-Bildnisse, aus welcher wir mit Schmerz erfahren, daß das ausdrucksvolle Ölgemälde von Kremsmünster kein Original und vielleicht überhaupt kein Kepler-Porträt sein solle. — Mit Bildern ist das Buch reichlich geschmückt.

Als historisches Dokument hat das Buch einen bleibenden Wert. Wer es besitzt, kehrt gern zu ihm zurück als zu einer erfrischenden Quelle vaterländischen Stolzes und Kraftgefühls.

Adg.

**Arrhenius, Svante: Die Sternenwelt.** (Erde und Weltall, 2. Teil.) Nach hinterlassenen Aufzeichnungen bearbeitet und ergänzt von Knut Lundmark. Übersetzt von Alexis Finkelstein. 359 S. mit 61 Abb. u. 1 Tafel. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig 1931. Preis kart. 12 M.

Als Svante Arrhenius im Jahre 1927 starb, war sein Plan einer erweiterten Neuherausgabe seines Buches „Werden der Welten“ noch nicht durchgeführt. Nur der erste Teil, der hauptsächlich das Planetensystem behandelte, war unter dem Titel „Erde und Weltall“ erschienen. Der zweite Teil lag erst im Entwurf vor. Da unternahm es Lundmark, Direktor der Sternwarte zu Lund, der in die Pläne von Arrhenius eingeweiht war, die Arbeit fortzuführen und den nunmehr ins Deutsche übersehten zweiten Teil „Die Sternenwelt“ zu vollenden. So entstand ein modernes Buch, das von hohen Gesichtspunkten ausgehend Probleme und Forschungsergebnisse über Sterne, Sternsysteme und Nebelwelten darstellt. In klarer und übersichtlicher Weise werden die Einzelheiten zu einem abgerundeten Bilde vereinigt. Wir können dieses inhaltsreiche Werk, das auch hinsichtlich der Abbildungen gut ausgestattet ist, jedem empfehlen, der sich enger mit den Resultaten der wissenschaftlichen Forschung vertraut machen will.

A.

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

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenthal, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: Otto Rathe, Berlin-Treptow. Druck von Carl Fr. Berg vorm. J. Windolff, Berlin SW 68.

