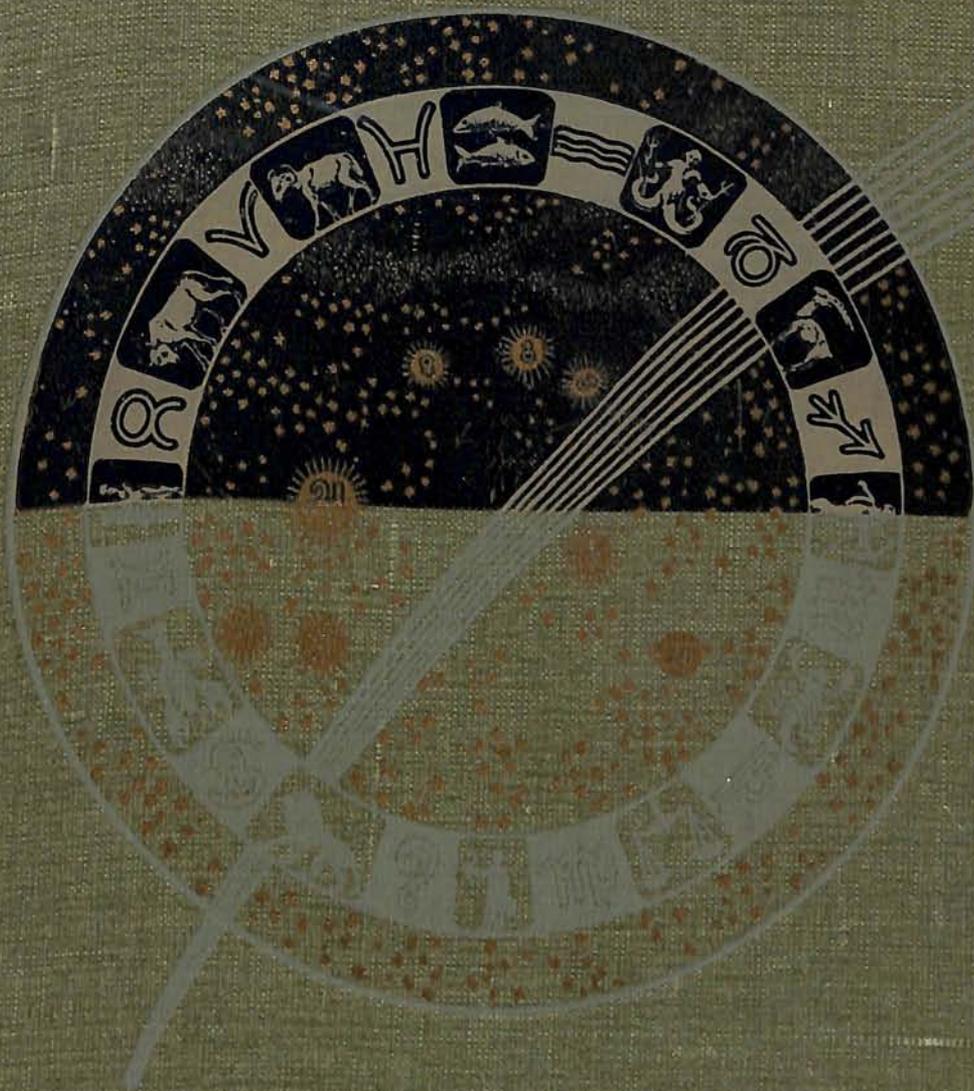




Das Weltall



17. Jahrgang.

1916-1917

Herausgegeben

von

Dr. F. S. Archenhold.

6506

E

HIMMELSKUNDLICHE
ARBEITSGEMEINSCHAFT

Sternwarte Berlin-Treptow

Das Weltall

☞ Bildgeschmückte Halbmonatschrift ☞
für Astronomie und verwandte Gebiete

Herausgegeben unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen

von

Dr. F. S. Archenhold,

Direktor der Treptow-Sternwarte

*„Die Astronomie ist die einzige
aller Wissenschaften, die auf allge-
mein anerkannten, unbestreitbaren
Basen ruht, mithin mit voller Sicher-
heit immer weiter durch die Unend-
lichkeit fortschreitet.“*

Goethe.

17. Jahrgang

==== Oktober 1916 bis September 1917 ====

Mit 3 Beilagen und 66 Abbildungen



Verlag der Treptow-Sternwarte
Berlin - Treptow



Alle Rechte vorbehalten.





Mitarbeiter.

(Die Klammer bei der Seitenzahl zeigt an, daß der Artikel vom Verfasser nicht unterschrieben ist.)

	Seite		Seite
Ahrens, Dr. W.	193	Hoffmann, Prof. Dr. B.	161, 182
Archenhold, Dr. F. S. 1, 14, 15, 29, 32, 39, 47, 48, 63, 72, 88, 105, 121, 128, 140, 171, 176, 190, (192), 203, 208		Iklé, Dr. M.	71, 72, 93, 95
Barkow, Dr. E.	17	Keller, Prof. Ad	60, 145
Blaschke, Dr. M. 15, 16, 48, (70), 72		Klumak, Dr. Robert	153
Block, Dr. W. 4, 43, 129, 199		Krebs, Wilhelm	67, 113, 134, 157
Du Bois-Reymond, Dr. Claude	177	Linke, Felix 63, 96, 108, 109, 111, 112, 124, 125, 126, 127, 155, (159), 160, 175, 192	
Everling, Dr. E. 149, 174		Passarge, Hans	47, 73
Franz, Dr. V. 25, 68, 120, 159, 167		Schimank, Dr. Hans.	97
Fries, Prof. C.	86	Weichberger, Dr. Konrad	33, 56
Hein, Dr. H.	10	Wieleitner, Realschulrektor Dr. H.	49

Verzeichnis der Abbildungen.

	Seite		Seite
Jugendbildnis von Johannes Kepler	1	Michael Faraday und seine Bedeutung für die Physik. (7 Fig.)	97
Keplers erste Frau	1	Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den Monat August 1917. (2 Fig.)	106/107
Plan des Stonehenge mit der bisherigen Er- gänzung	11	Die Nachbeben des Erdbebens von Avezzano (1915 Januar 13.)	116
Schema eines Finsterniskalenders	12	Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den Monat September (2 Fig.)	122/123
Der „umschriebene Halo“ bei verschiedenen Sonnenhöhen	21	In warme Luft eindringender kalter Luftstrom (Böe) und die dadurch hervorgerufene Luft- strömung	125
Umriß einer weißen Wolke mit parallelen Lichtreflexen	27	Die L-Reihe des Aldebaraniums mit Vakuum- spektrograph aufgenommen	130
Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den Monat Mai 1917. (2 Fig.)	30/31	Interferenzbild von amorphem Silizium bei Kupfer-K-Strahlung	132
Wie konnten Urvölker ohne astronomische Werkzeuge Entfernungen am Himmel messen, und warum teilen wir den Kreis in 360 Grad? (9 Fig.)	33, 56	Schema eines Wasserstoffatoms	132
Das Horoskop der Fürstin Dorothea zu Anhalt Über die Begriffe der Geschwindigkeit und Beschleunigung in der Scholastik. (4 Fig.)	38 49	Die K-Reihe einiger Elemente	134
Helle Meteorwolke vom 2. Juni 1912	64	Eigentümliche Sonnenuntergänge	140
Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den Monat Juni 1917. (2 Fig.)	66, 67	Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den Monat Oktober 1917. (2 Fig.)	142/143
Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den Monat Juli 1917. (2 Fig.)	90/91	Der Einfluß der Erdumdrehung auf die Flug- bahn der Geschosse. (4 Fig.)	145

	Seite		Seite
Die Sichtbarkeit von Gegenständen im Wasser vom Ballon aus.	155	Lauf der Sonne an der Himmelskugel zur Zeit des Frühlingsanfangs	183
Veränderung des Standes der Venus im Horizontalsystem vom 1. 9. 1912 bis 1. 5. 1913	163	Vier Reihen von Mondaufnahmen	186
Darstellung des scheinbaren Sonnenweges am Himmelsgewölbe im Juni	165	Die Neigung der Planetenachsen gegen die Ekliptik	203
Verstellbarer Aufnahmeapparat	166	Orter des Begleiters von η Cassiopeiae von 1832 bis 1899	204
Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den Monat November. (2 Fig.)	172/173	Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den Monat Dezember 1917. (2 Fig.)	206/207
Vom Rechenbrett der Chinesen. (3 Fig.)	177		

Verzeichnis der Beilagen.

	Heft		Heft
Über seltene Haloerscheinungen: Umschriebener oder elliptischer Halo (unsymmetrisch) mit Horizontalkreis. — Schiefstehende Lichtsäule mit einem Teil des Halo von 22°. — Nebensonne mit Lichtschweif	3/4	Haloerscheinung mit ungewöhnlichen Halbmessern	3/4
		Michael Faraday. Zum fünfzigjährigen Todestag	11/12

Inhaltsverzeichnis.

	Seite		Seite
Johannes Kepler. Von Dr. F. S. Archenhold	1	Neueste Wendung der Mythenforschung. Von Prof. C. Fries	86
Elektrische und optische Wellenbewegung. Von Dr. Walter Block	4	Michael Faraday und seine Bedeutung für die Physik. Von Dr. Hans Schimank	97
Die astronomische Bedeutung des Stonehenge. Von Dr. Hein. Altona	10	Gesetzmäßigkeiten bei den letzten großen italienischen Erdbeben und bei anderen neueren Erdkatastrophen. Von Wilh. Krebs, Holsteinische Wetter- und Sonnenwarte, Schnelsen	113, 134
Über seltene Haloerscheinungen. Von Dr. E. Barkow	17	In welcher Tiefe ist das Erdinnere plastisch? Von Dr. V. Franz	120
Eine Kriegshimmelserscheinung. Von Dr. V. Franz	25	Neuere Untersuchungen über Röntgenstrahlen und der Aufbau der Materie. Von Dr. Walter Block	129
Wie konnten Urvölker ohne astronomische Werkzeuge Entfernungen am Himmel messen, und warum teilen wir den Kreis in 360 Grad? Von Dr. Konrad Weichberger	33, 56	Der Einfluß der Erdumdrehung auf die Flugbahn der Geschosse. Von Prof. Ad. Keller, Karlsruhe i. B.	145
Das Horoskop der Fürstin Dorothea zu Anhalt geb. Pfalzgräfin bei Rhein. Von Dr. F. S. Archenhold	39	Lichtsäulen. Von Dr. E. Everling	149
Physikalische Rundschau. Von Dr. Walter Block	43	Eine neue Erweiterung des astronomischen Weltbildes. Von Dr. Robert Klumak, Wien	153
Über die Begriffe der Geschwindigkeit und Beschleunigung in der Scholastik. Von Real- schulrektor Dr. H. Wieleitner	49	Die Sichtbarkeit von Gegenständen im Wasser vom Ballon aus. Von Felix Linke	155
Die Flugbahn der Geschosse vom astronomischen Standpunkt. Von Prof. Ad. Keller	60	Der unterelbische Anteil an der Krakataukatastrophe vom 26. August 1883. Von Wilhelm Krebs.	157
Die Birotation der Himmelskörper. Von Hans Passarge	73		

	Seite
Neue Wege zu den Pforten der Himmelskunde.	
Von Prof. Dr. B. Hoffmann-Rawitsch	161, 182
Über Werden und Wesen der Wolken. Von	
Dr. V. Franz	167
Vom Rechenbrett der Chinesen. Von Prof.	
Cl. du Bois-Reymond	177
Ein Brief von Johann E. Bode an Jerome de	
Lalande aus dem Jahre 1807. Von Dr F. S.	
Archenhold	190
Frühreife mathematische Genies. Von Dr.	
W. Ahrens (Rostock)	193
Untersuchungen an kleinsten Körperchen: das	
Elektron und der Strahlungsdruck. Von Dr.	
Walter Block	199

Der gestirnte Himmel:

Im Monat Mai 1917	29
" " Juni "	63
" " Juli "	88
" " August "	105
" " September "	121
" " Oktober "	140
" " November "	171
" " Dezember "	203

Kleine Mitteilungen.

Die Veränderlichkeit der Saturnsringe 14. — Nimmt die Masse der Sonne ab? 14. — Der Wind als Bodenbildner 15. — Über Wolkenmetamorphose 16. — Die Verteilung der Nebel 32. — Die Entdeckung eines neuen Kometen 1917 b (Schaumasse) 47. — Ein neues Verfahren für die Berechnung des Erdhalbmessers 47. — Bombenwurf aus Luftfahrzeugen 48. — Schallrätsel von Flandern und Bengalen 67. — Der Kohlenvorrat der Erde 68. — Der Einfluß des Waldes auf Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit 69. — Über den Gasgehalt der Taunusgesteine und seine Beziehungen zu den Gasen der Wiesbadener Thermalquellen 70. — Die Erweiterung des Spektrums über das Gebiet der Schumannstrahlen hinaus 71. — Einiges aus der Wolkenmorphologie 72. — Sonnenfleckenhäufigkeit und magnetische Störungen auf der Erde 72. — Der Komet 1917 b (Schaumasse) 72 — Über zwei Meteorerscheinungen 93. — Über einen möglichen Zusammenhang gewisser Witterungsvorgänge mit der radioaktiven Emanation des Erdbodens 93. — Über die Isotopen sämtlicher chemischen Elemente 95. — Ein

neues Verfahren zur Herstellung und zum Lesen von Blindenschrift 95. — Die Entstehung der Anfressungen bei Schiffsschrauben 96. — Das Aufsuchen von Fremdkörpern in Wunden mittels des Telephons 96. — Die Folgen der Entwaldung durch die Kriegführung 108. — Der Salzgehalt der Meere und seine Ursachen 109. — Berg- und Luftschifferkrankheit 111. — Die heißeste Gegend der Erde 111. — Die Zyklone in der Teetasse 112. — Die Begrenzung der Nordlichter 124. — Die atmosphärischen Wirbel als Kreisel 125. — Die Eiszeit und die Klimaänderungen in Nordostafrika 126. — Stein-, Schutt- und Schlammströme 126. — Die Ursache der Lichtempfindlichkeit des Selen 127. — Tonga-Rapa, ein versunkener Erdteil 159. — Aufbauende Wasserfälle 159. — Mineralische Bestandteile der Atmosphäre 160. — Die Blitzschäden in den Vereinigten Staaten 160. — Luftdichte, Luftdruck und Temperatur 174 — Die Natur der vulkanischen Tätigkeit 175. — Die Natur als Lehrmeisterin 192. — Die Strahlkieskugeln in der französischen Kreide 192. — Eine helle Meteorerscheinung am 14. Juli 1917. 207.

Bücherschau.

Seite

Schurig-Götz, Tabulae Caelestes. Leipzig 1916	128
Fauth, Phil., Astronomische Stereos zur Unterstützung des Raumsinnes und zur Förderung der Raumvorstellung. Kaiserslautern 1916	176
Exner, Felix M., Dynamische Meteorologie. Leipzig, Berlin 1917	176
Helmholtz, Herm. v. Zwei Vorträge über Goethe. Braunschweig 1917	192
Jacobsthal, W. Mondphasen, Osterrechnung und Ewiger Kalender. Berlin 1917	208
Poeschl, Theodor. Einführung in die Mechanik mit einfachen Beispielen aus der Flugtechnik. Berlin 1917	208

Aus dem Leserkreise 93, 207

Briefkasten 48, 176

Bücheranzeigen 128

Sach- und Namenregister.

Seite		Seite		Seite
193	Abel, N. H.	78	Ebbe und Flut	97
4	Aether	199	Ehrenhaft, F.	113
80	Algol	145	Einfluß der Erdumdrehung auf die Flugbahn der Ge- schosse	127
58	Arktische Einflüsse auf die Lehre des Pythagoras	69	— des Waldes auf Lufttem- peratur u. Luftfeuchtigkeit	80
	Astrologie:	208	Einführung in die Mechanik	12
39	Horoskop der Fürstin Do- rothea zu Anhalt	34	Einteilung der Maße	167
163	Astronomische Hilfsmittel	196	Eisenstein, G.	80
153	Astronomisches Weltbild, eine neue Erweiterung	126	Eiszeit und Klimaänderun- gen in Nordostafrika	60
160	Atmosphäre, mineralische Bestandteile	203	Ekliptik, ihre Schiefe auf den verschiedenen Pla- neten	145
168	— über Kondensations- vorgänge		Elektrizität:	146
125	Atmosphärische Wirbel als Kreisel	4	Elektrische und optische Wellenbewegung	
13	Avebury-Sonnenkalender	5	Hertzsche Wellentheorie	195
116	Avezano, Erdbeben 1915	101	Maxwell-Faradaysche Theorie	70
		5	Maxwellsche Wellentheorie	197
34	Benennung der Maße	45	Metalldrahtlampen	
47	Berechnung des Erdhalb- messers, ein neues Ver- fahren hierfür	43	Moment-Röntgen- photographie	120
111	Berg- und Luftschiffer- krankheit	199	Elektron u. Strahlungsdruck	68
191	Berliner Sternwarte, die alte	93	Emanation, radioaktive, des Erdbodens	126
88	Bewegung der kosmischen Nebel	47	Entdeckung eines neuen Kom- eten 1917 b (Schaumasse)	192
73	Birotation der Himmelskörper	108	Entwaldung, die Folgen durch die Kriegsführung	15
95	Blindenschrift, ein neues Verfahren zur Herstellung und zum Lesen		Erdbeben:	15
160	Blitzschäden in den Ver- einigten Staaten	113, 134	Italienische — die letzten großen, und andere neu- ere Erdkatastrophen	10
190	Bode, J. E., ein Brief an Jerome de Lalande aus dem Jahre 1807	157	Unterebischer Anteil an der Krakataukatastrophe vom 26. Aug. 1883	13
48	Bombenwurf aus Luftfahr- zeugen		Erde:	13
		78	Inneres	190
		77	Rinde	1
		74	Rotation	86
		47	Erdhalbmesser, ein neues Verfahren für die Berech- nung	2
		85	Erdmagnetismus u. Schwer- kraft	86
		145	Erdumdrehung, Einfluß auf die Flugbahn der Ge- schosse	1
		29	Erklärungsversuche der Sonnenflecke	33, 56
		153	Erweiterung des astrono- mischen Weltbildes	86
				2
				145
				60
				49
				49
				29
				63
				88
				105

	Seite
September 1917	121
Oktober „	140
November „	171
Dezember „	203
Goethe, 2 Vorträge von	
Helmholtz	192
Gradeinteilung des Kreises 33, 56	
Gravitationsgesetz von	
Newton	14
Haloerscheinungen	17
Heißeste Gegend der Erde	111
Helmholtz, H. v. 2 Goethe-	
Vorträge	192
Hertz'sche Wellentheorie	5
Himmelsentfernungen,	
Messungen bei den Urvöl-	
kern und die Gradein-	
teilung des Kreises . 33, 56	
Himmelserscheinungen,	
Lichtsäulen als	152
— im Kriege	25
Himmelskörper, Birotation	73
Horoskop der Fürstin Doro-	
thea zu Anhalt	39
Indogermanen, Einteilung	
und Benennung der Maße	56
Italienische Erdbeben, die	
letzten großen	113, 134
Jacobsthal, W.	208
Jatakam-Werk	86
Jupiter, Rotation	73
Kalender, Mondphasen und	
Osterrechnung	208
Kalender von Stonehenge	
und Avebury	12, 13
Kant-Laplacesche Theorie	74
Kepler, Johannes	1
Klimaänderungen in Nord-	
ostafrika	126
Kohlenvorrat der Erde	68
Komet 1917b (Schaumasse) 47, 72	
Kondensationsvorgänge in	
der Atmosphäre	168
Kosmische Nebel, Bewegung	88
Kosmogonie und die Koper-	
nikanische Rotation	76
Krakataukatastrophe	
vom 26. Aug. 1883	157
Kreis, warum teilen wir ihn	
in 360 Grad?	33, 56
Kriegshimmelserscheinung	25
Leitfähigkeit der Metalle	9
Lichtdurchlässigkeit der Me-	
talle	9

	Seite
Lichtempfindlichkeit des	
Selens	127
Lichtsäulen	149
Luftdichte, Luftdruck und	
Temperatur	174
Luftschiffahrt:	
Berg- und Luftschiffer-	
krankheit	111
Bombenwurf aus Luft-	
fahrzeugen	48
Sichtbarkeit von Gegen-	
ständen im Wasser vom	
Ballon aus	155
Lufttemperatur und	
— Feuchtigkeit	69
Lymannscher Apparat	71
β Lyrae	80
Magelhaens'sche Wolke	90
Magnetismus und Elektri-	
zität	100
Maße, Einteilung und Be-	
nennung	34
Masse der Sonne	14
Materie, Aufbau	129
Mathematische Genies	193
Maxwell-Faradaysche	
Theorie	101
Maxwell'sche Wellentheorie	5
Mechanik:	
Begriffe über die Ge-	
schwindigkeit und Be-	
schleunigung	49
Einführung in die	208
Duhem, Pierre	49
Meer, der Salzgehalt und	
seine Ursachen	109
Merkur, Birotation	84
Metalldrahtlampen	45
Metalle, die Leitfähigkeit und	
ihre Lichtdurchlässigkeit	9
Meteorerscheinung, eine	
helle, am 14. Juli 1917	207
Meteor-Erscheinungen, zwei	93
Meteorologie:	
Atmosphärische Wirbel	
als Kreisel	125
Einfluß des Waldes auf	
Lufttemperatur und	
— Feuchtigkeit	69
Heißeste Gegend der Erde	111
Luftdichte, Luftdruck und	
Temperatur	174
Seltene Haloerscheinungen	17
Werden und Wesen der	
Wolken	167
Witterungsvorgänge und	
die radioaktive Emanation	

	Seite
tion des Erdbodens	93
Wolkenmetamorphose	16
Wolkenmorphologie	72
Zyklone in der Teetasse	112
Meteorwolke, eine helle	63
Milchstraße	153
Mineralische Bestandteile	
der Atmosphäre	160
Minkowski, H.	198
Moment-Röntgenphotographie	43
Mondbahn, Bestimmung	
durch Lichtbildaufnahmen	187
Mond, Haloerscheinungen	19
Mondphasen, Osterrechnung	
und Ewiger Kalender	208
Mythenforschung, neueste	
Wendung	86
Natur als Lehrmeisterin	192
Nebel, Bewegungen	88
Nebel-Verteilung	32
Newtonsches Gravitations-	
gesetz	4
Nordlichter, Begrenzung	124
Nordostafrika, die Eiszeit	
und die Klimaänderungen	126
Nova Ritchey	171
Optik:	
Lichtsäulen	149
Photometrie elektrischer	
Lampen	44
Optische Wellenbewegung	4
Oresme, Nicole	50
Photographie:	
Aufnahmen einer Halo-	
erscheinung	24
Moment-Röntgenphoto-	
graphie	43
Spektral —	6
Photometrie elektrischer	
Lampen	44
Physik:	
— des Äthers und der	
Materie	4
Duhem, Pierre	49
Elektron und Strahlungs-	
druck	199
Faraday, Michael. Ein	
Gedenkblatt	97
Physikalische Rundschau	43
Planeten:	
— Dichtigkeitsverhältnisse	79
Jupiter, Rotation	73
— , Violinflecke	108
Saturn, Veränderlichkeit	
der Ringe	14, 206

	Seite		Seite		Seite
Venus, Lauf im Horizontal- system	163	Selen, Ursache der Licht- empfindlichkeit	127	Telephon als Hilfsmittel zum Aufsuchen von Fremd- körpern in Wunden	96
Schiefe der Ekliptik	203	Sichtbarkeit von Gegen- ständen im Wasser vom Ballon aus	155	Temperatur und Luftdruck	174
Platin für Laboratoriums- zwecke	46	Sonne: Abnehmen der Masse	14	Tonga-Rapa, ein versun- kener Erdteil	159
Plejadensterne, Eigenbewe- gung und Entfernung	105	Birotationstheorie	83	Tycho Brahe	2
Poeschl, Th.	208	Haloerscheinungen	19	Untersuchungen an kleinsten Körperchen	199
Polarlichter	124	Lauf im Frühling	183	Untersuchung von Platin für Laboratoriumszwecke	46
Puffspiel, ein Rest des alten Weltbildes	59	Sonnenflecke: Erklärungsversuche	29	Venus, Stellung und Be- wegung	163
Pythagoras, arktische Ein- flüsse auf seine Lehre	58	Häufigkeit und mag- netische Störungen	48, 72	Veränderlichkeit der Sa- turnsringe	14
Radialgeschwindigkeit und Größenklasse der helleren Sterne	121	Sonnenkalender von Ave- bury	13	Versunkener Erdteil, Tonga- Rapa	159
Radioaktive Emanation des Erdbodens	93	Sonnenuntergänge, eigen- tümliche	140	Verteilung der Nebel	32
Rechenbrett der Chinesen	177	Spektraluntersuchungen mit Anwendung der Photo- graphie	6	Vorträge über Goethe	192
Röntgenphotographie	43	Spektrum, Erweiterung über das Gebiet der Schumann- Strahlen hinaus	71	Vulkanismus: Natur der vulkanischen Tätigkeit	175
Röntgenstrahlen	129	Stein-, Schutt- und Schlamm- ströme	126	Wald, Einfluß auf Luft- temperatur und -Feuch- tigkeit	69
Rubens, Reflektion und Ab- sorption der Strahlen	7	Sterne: Algol	80	Wasserfälle, aufbauende	159
Salzgehalt der Meere und seine Ursachen	109	Dichtigkeitsverhältnisse der Fixsternwelt	80	Wasserstoff, Atome	133
Saturnsringe, über die Ver- änderlichkeit	14	Doppelsterne 65, 142, 171	204	Wellenbewegung, elek- trische und optische	4
Schallrätsel von Flandern und Bengalen	67	β Lyrae	80	Weltbild, Maß und Größe	57
Schiefe der Ekliptik auf den verschiedenen Planeten	203	Nova Ritchey	171	Wiesbadener Thermalquellen	70
Schiffsschrauben, Entste- hung der Anfressungen	96	Plejaden —	105	Wind als Bodenbildner	15
Schneekristalle	17	Radialgeschwindigkeit und Größenklasse der helleren —	121	Winkelmessung, die natür- liche	35
Scholastik, ihre Begriffe über die Geschwindigkeit und Beschleunigung	49	Sternwarte, alte Berliner	191	Witterungsvorgänge und die radioaktive Emanation des Erdbodens	93
Schurig-Götz, Tabulae Cae- lestes	128	Stonehenge, seine astro- nomische Bedeutung	10	Wolken, über das Werden und Wesen	167
Schwerkraft, Wesen und Ursprung	75	Strahlkieskugeln in der fran- zösischen Kreide	192	Wolkenmetamorphose	16
		Strahlungsdruck und das Elektron	199	Wolkenmorphologie	72
				Zyklone in der Teetasse	112



INHALT

- | | |
|---|--|
| 1. Johannes Kepler. Von Dr. F. S. Archenhold (Mit zwei Abbildungen) 1
2. Elektrische und optische Wellenbewegung. Von Dr. Walter Block 4
3. Die astronomische Bedeutung des Stonehenge. Von Dr. Hein-Altona (Mit zwei Abbildungen) 10 | 4. Kleine Mitteilungen: Die Veränderlichkeit der Saturnsringe. — Nimmt die Masse der Sonne ab? — Der Wind als Bodenbildner. — Über Wolkenmetamorphose 14 |
|---|--|

Nachdruck ohne Genehmigung der Schriftleitung verboten. — Auszüge nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Johannes Kepler

Von Dr. F. S. Archenhold

(Mit zwei Abbildungen)

In der kleinen württembergischen Gebirgsstadt „Weil der Stadt“ erblickte der große Astronom Johannes Kepler am 27. Dezember 1571 das Licht der Welt. Er kann ohne Übertreibung als der Begründer der neueren Astronomie angesehen werden, denn es gelang ihm, den gesetzmäßigen Lauf der Planeten zum ersten Mal klar und deutlich auszusprechen.

Wir sind in der Lage, unseren Lesern ein Jugendbildnis Keplers aus dem Jahre 1600 und das seiner ersten Frau, der geborenen Freiin Barbara Müller von Mühleck nach der Photographie eines Original-Ölmedaillons auf Kupfer vorzuführen, das sich im Besitz eines direkten Nachkommens von Kepler befindet. Dies Keplersche Bild unterscheidet sich von den bekannteren Bildern nicht nur durch die frühe Zeit seiner Anfertigung, sondern auch durch die abweichende Gesichts- und Kopfform.



Jugendbildnis von Johannes Kepler



Keplers erste Frau

Seine erste wissenschaftliche Ausbildung erhielt Kepler in der Klosterschule zu Maulbronn (1586), die ihm die Aufnahme in das herzogliche Kollegium zu Tübingen schon nach drei Jahren ermöglichte. Hier wurde Michael Maestlin sein Lehrer für Mathematik und Astronomie, der bis zu seinem Tode Kepler ein treuer Freund geblieben ist. Im Jahre 1594 trat Kepler am Grazer Gymnasium eine mathematische Lehrtätigkeit an. Neben seinem Lehramt hatte er auch die Kalender für Steiermark abzufassen, was ihn veranlaßte, sich auch besonders mit astronomischen Studien zu befassen. Während seines Grazer Aufenthaltes hat Kepler im ganzen 5 Kalender für die Jahre 1595 bis 1599 herausgegeben, die der damaligen Zeit gemäß mit Prognostiken versehen sein

mußten, wodurch Kepler gezwungen war, sich auch mit der Sterndeuterei zu beschäftigen. In das Jahr 1597 fiel nach Überwindung vieler Schwierigkeiten — er mußte, um den adelsstolzen Verwandten nachweisen zu können, daß er selbst adeliger Herkunft sei, in die Heimat reisen — seine Heirat. Er äußert sich in einem Schreiben an Maestlin dahin, daß seine Frau wohl aus einem reichen Hause stamme, ihre Liegenschaften aber schwer verkäuflich seien. Aus dieser Zeit stammt sein Erstlingswerk „*Prodromus dissertationum cosmographicarum*“, in welchem er bereits dem Gedanken Ausdruck gab, daß sich vielleicht die von Copernicus bestimmten Entfernungsverhältnisse und Umlaufzeiten der Planeten auf ein allgemeines Gesetz zurückführen ließen. Das Manuscript zu diesem Werke schickte er bereits 1595 an seinen Lehrer Maestlin, der es im Jahre 1596 in Tübingen drucken ließ.

Der große Beobachter Tycho Brahe auf der Insel Hveen wurde durch diese Schrift auf die außerordentliche Begabung Keplers aufmerksam und als er später, aus seiner Heimat vertrieben, von Kaiser Rudolf II. nach Prag berufen wurde, erinnerte er sich des jungen Kepler und lud ihn zu sich ein.

Schon im Oktober 1600 siedelte Kepler nach Prag über, um die ihm von Tycho Brahe übertragene Bearbeitung der Marsbeobachtungen zu beginnen. Zwei andere Gehilfen, Longomontanus und Tegnagel, erhielten die Aufgabe, den Mond und die Venus zu bearbeiten. Nach dem im Oktober 1601 erfolgten Tode Tychos wurde Kepler von Rudolf II. als „Kaiserlicher Mathematicus“ mit einem Jahresgehalt von 1500 Gulden angestellt mit dem besonderen Auftrag, aus den ihm anvertrauten Tychonischen Beobachtungen, die als die genauesten und vollständigsten der damaligen Zeit anzusehen waren, neue astronomische Tafeln zu berechnen und den wissenschaftlichen Nachlaß des großen dänischen Astronomen zu sichten und für die Nachwelt zu verwerten. Keinem Würdigeren konnten die wertvollen Manuscripte anvertraut werden. Noch zehn volle Jahre, die zu den fruchtbarsten seines Lebens gehörten, verblieb Kepler in Prag. Im Jahre 1604 beobachtete er einen neuen Stern im Sternbilde des Schlangenträgers. In seiner Schrift „*De stella nova in pede Serpentarii*“ Prag 1606, wies er darauf hin, daß dieser neue Stern ebenso wie der i. J. 1572 von Tycho in der Kassiopeja aufgefundene im Zuge der Milchstraße liege. Kepler glaubte aber nicht wie Tycho, daß neue Sterne aus dem Stoffe der Milchstraße sich bildeten, da die Milchstraße sich seit den Zeiten des Ptolemäus nicht verändert habe. Die alte aristotelische Anschauung von der Unveränderlichkeit des Himmels hielt Kepler mit Recht durch das Erscheinen der neuen Sterne nunmehr für überwunden. Der neue Stern im Schlangenträger erstrahlte bei seinem plötzlichen Erscheinen im September 1604 heller als Jupiter und Venus und blieb bis zum Februar 1606 sichtbar. In einem besonderen Anhang zu seiner Schrift untersuchte Kepler auch noch die Frage, ob der im Jahre 1600 im Sternbilde des Schwans sichtbar gewordene Stern, der noch immer als ein Stern dritter Größe leuchtete, zu den neuen oder nur veränderlichen Sternen zu zählen sei.

Im Jahre 1609 veröffentlichte Kepler sein erstes großes Hauptwerk die „*Astronomia nova de motibus stellae Martis ex observationibus Tychonis Brahe*“. In diesem Werke sagte sich Kepler von dem alten Systeme der gleichförmigen Kreisbewegungen um einen körperlosen, exzentrisch gelegenen Punkt los, verwarf die epicyklischen Bewegungen und leitete die beiden ersten nach ihm benannten Gesetze der Planetenbewegung ab: „Die Planeten beschreiben Ellipsen um die Sonne als Brennpunkt“ und „Die Verbindungslinie zwischen Sonne und

Planet, der sogenannte Radius vector, bestreicht in gleicher Zeit gleiche Flächenräume“. Eine gewaltige Rechenarbeit hatte Kepler auszuführen, bevor er diese Gesetze auffand, die dann aber auch restlos alle tychonischen Marsbeobachtungen befriedigend darstellten. Erst zehn Jahre später spricht Kepler in seinem 1619 in Linz erschienenen Werke: „*Harmonices mundi*“ sein drittes Gesetz aus: „Die Quadrate der Umlaufzeiten der Planeten verhalten sich wie die Kuben ihrer mittleren Entfernungen von der Sonne“. Kepler hielt es bis zum Tode Rudolfs II. im Jahre 1612 in Prag aus, siedelte alsdann nach Linz über, wo er rüstig an den Rudolfinischen Tafeln weiter arbeitete. Er verließ Linz erst wieder im November 1626, um in Ulm das große Werk nach 26jähriger Arbeit in Druck zu geben. Dieselben Dienste, die die alphonsinischen Tafeln während des Mittelalters geleistet hatten, bis sie von den prutenischen Tafeln Reinholds im Jahre 1551 abgelöst wurden, versahen die rudolfinischen Tafeln fast ein Jahrhundert lang für die praktische Astronomie. Eine vollständige Bezahlung für die gewaltige Arbeit hat Kepler von dem Nachfolger Rudolfs II. nie erhalten. Als Wallenstein, der die Schuld von der Prager Hofkammer übernommen hatte, im Jahre 1628 ihm statt der angewachsenen Gehaltsrückstände eine Professur in Rostock anbot, um sich insbesondere auch seine Dienste als Astrolog zu sichern, lehnte Kepler dies ab. Im Jahre 1630 machte er noch einen Versuch, seine Ansprüche auf Auszahlung von 12 000 Gulden auf dem Reichstage zu Regensburg persönlich geltend zu machen, starb aber wenige Tage nach seiner Ankunft infolge der Anstrengungen der damals schwierigen Reise, die er zu Pferde zurücklegen mußte, im Alter von 59 Jahren. Er selbst hat für seinen Grabstein die Verse bestimmt:

Mensus eram coelos, nunc terrae metior umbras

Mens coelestis erat, corporis umbra jacet.

Lebend maß ich die Himmel, jetzt meß ich das Dunkel der Erde.

Himmelab stammte der Geist, Erde bedeckt nun den Leib.

Literaturangabe

- Anonym: Johannes Kepler in seinem Leben, Wirken und Leiden. Verl. v. Hartleben, Wien 1871.
- Arago: Werke, herausg. von Hankel 1855. 3. Band S. 160 u. f.
- Bruhns, C.: Einige Notizen über Kepler. Ber. d. K. Sächs. Ges. d. Wiss. Februar 1872.
- Dvorsky, Fr.: Neues über J. Kepler. Verl. J. Otto, Prag 1880.
- Förster, W.: Johann Kepler. Festsrede. Verl. C. Habel, Berlin 1872.
- Friesach, K.: Festsrede zur Kepler-Feier. Graz 1871.
- Gruner C.: Keplers wahrer Geburtsort. Komm.-Verl. Ebner, Stuttgart.
- Günther, S.: Kepler-Galilei. Verl. v. Ernst Hofmann, Berlin 1896.
- Neumann, C. W.: Das wahre Sterbehaus Keplers. Verl. Bössenecker, Regensburg 1864.
- Ofterdinger, L. F.: Zum Andenken an Joh. Kepler. Rede. Ulm 1872.
- Peinlich, R.: Joh. Keplers erster Braut- und Ehestand.
- Reitlinger, Neumann, Gruner: Johannes Kepler. 4 Bücher in 3 Teilen, 1868.
- Reuschle, C. G.: Kepler und die Astronomie. Verl. Heyder & Zimmer, Frankfurt a. M. 1871.
- Rogner, J.: Über Johannes Keplers Leben und Wirken. Festsrede, Graz 1871.
- Schuster, L.: Johann Kepler und 2 Weltfragen seiner Zeit. Graz 1887.
- Wolff, A.: Johannes Kepler. Zur Enthüllung des Kepler-Denkmal's Weil der Stadt 1870.

Elektrische und optische Wellenbewegung

Von Dr. Walter Block

Der Weg jeder Naturwissenschaft ist der, daß zunächst die beobachtbaren Tatsachen und Vorgänge gesammelt werden, bis ein genügend umfangreiches Material vorliegt, aus dem weitere Schlüsse gezogen werden können. Diese Schlüsse haben dann eine Zusammenfassung dieser Einzeldinge zum Gegenstand, und stellen allgemeinere Gesetze auf, aus denen man, vom allgemeinen zum besonderen weitergehend, jene wieder ableiten kann. Ein Beispiel eines solchen Vorganges sind die Gesetze der Bewegung von Himmelskörpern, wie sie zunächst von Kepler aufgestellt sind; es sind drei, die den Lauf der Planeten zuverlässig darstellen. Zwischen ihnen scheint kein Zusammenhang zu bestehen, und doch gelang es Newton durch sein Gravitationsgesetz, sie alle drei und daneben noch eine Unzahl anderer Vorgänge, auch irdischer Art, in einem ganz einfachen viel allgemeineren Gesetz zu vereinigen, aus dem sie rückwärts wiederum durch einfache mathematische Schlüsse abgeleitet werden können.

Das ganze Gebiet der Physik teilt man, alter Gewohnheit und zum Teil pädagogischen Rücksichten folgend, in eine Anzahl scheinbar zusammenhangsloser Kapitel ein, Mechanik, Akustik, Wärmelehre, Optik, Elektrostatik, Magnetismus, Galvanismus. Man glaubt schon viel für eine Vereinheitlichung dieser Wissenschaft zu tun, wenn man die letzten drei Kapitel zusammenfaßt. Und doch ist diese Trennung künstlich und schon bei oberflächlichem Zusehen nicht aufrecht zu erhalten. Mechanik, Akustik und Wärmelehre sind alles Vorgänge, die sich mit der Materie, mit den Vorgängen an den Stoffen selbst beschäftigen, die anderen vier beschäftigen sich mit Vorgängen im Äther, sie behandeln die Schwingungsvorgänge in ihm. So kommt man zu einer ganz neuen Einteilung, zu einer Physik der Materie, die auch im wesentlichen gleich die Chemie und die anschließenden Wissenschaften umfaßt, und einer Physik des Äthers. Das ist jetzt so ungefähr die übliche Einteilung, wobei aber kein Zweifel besteht, daß auch sie ganz unzulänglich ist. Denn bei den Vorgängen in der Materie selbst muß man teilweise bereits die entscheidenden Vorgänge in den Atomen und Molekeln berücksichtigen, die ihrerseits durch Ätherschwingungen beeinflusst werden, und umgekehrt beeinflussen die materiellen Stoffe die Vorgänge im Äther. Daß die Relativitätstheorie dem Äther jede Existenz abgesprochen hat, braucht hier nicht weiter berücksichtigt zu werden, da sie noch nicht für dieses negative Ergebnis einen nun notwendigen positiven Ersatz geleistet hat, der ausreichend ist, die unzähligen fruchtbaren Folgerungen aus der Ätherhypothese zu ersetzen. Der Gegenstand dieser Arbeit soll ein Bericht darüber sein, wie man zu einer Zusammenfassung der optischen und elektromagnetischen, sowie eines Teiles der thermischen Vorgänge, zu einem einheitlichen Gebilde gelangt ist, das man, wie schon erwähnt, gern als Physik des Äthers bezeichnet.

Es ist bekannt, daß die älteren beobachteten Vorgänge die optischen sind, die man sich so klar zu machen versuchte, daß von den leuchtenden Stoffen kleine Teilchen fortgeschleudert werden, die auch zum Auge gelangen, und dort den Lichteindruck bewirken. Es ist das die Emissionshypothese von Gassendi, deren bedeutendster Anhänger auch Newton war. Aber sie konnte den experimentellen Ergebnissen gegenüber nicht aufrecht erhalten werden, und wurde durch die Huygenssche Undulationstheorie ersetzt, die den Vorgang der Lichtfortpflanzung als eine Wellenbewegung im Äther auffaßte. Ihre ältesten Hauptvertreter sind Fresnel und Young.

Mit dieser Theorie hat es eine eigenartige Bewandtnis. Sie war vorzüglich geeignet, alle bekannten Vorgänge zu erklären, auch neue vorauszusagen, aber es war unumgänglich notwendig, daß dem Äther in seinem Verhalten Eigenschaften zugesprochen werden mußten, die unverständlich waren, nämlich gleich wie einem festen Körper, und trotzdem mußte man feststellen, daß die Bewegungen der Himmelskörper in ihm verliefen, gleich als ob er ein unendlich dünnes Gas wäre. Diesen Widerspruch beseitigte erst Maxwell durch seine Theorie, die annahm, daß die Lichtbewegung wohl ein Wellenvorgang sei, aber nicht in elastischen Schwingungen des Äthers bestände, sondern in elektromagnetischen, die natürlich nicht die gleichen Gesetze erforderten, wie die mechanischen Wellenbewegungen in materiellen Körpern. Damit war gleichzeitig eine Verbindung zwischen der Optik und der Elektrizität geschaffen, theoretisch wenigstens, praktisch fehlte noch jeder experimentell festgestellte Zusammenhang. Zur Zeit des Entstehens jener Theorie gab es nur einen Vorgang, der diesen erkennen ließ, nämlich die gleiche Geschwindigkeit für die Fortpflanzung des Lichtes im freien Raum und der Elektrizität in Drähten und in Wellen, um eigentlich einen damals noch nicht zulässigen Ausdruck vorweg zu nehmen. Es mußte natürlich dahingestellt bleiben, ob das nicht ein allerdings merkwürdiger Zufall war. Die genauere Bestätigung des Zusammenhanges lieferte erst Hertz durch seine bekannten Versuche, die im Grunde genommen darlegten, daß man auf elektromagnetischem Wege Wellen erzeugen konnte, die in ihren Eigenschaften völlig den Lichtwellen gleichen. Damit ist genau genommen, die Verbindung hergestellt.

Aber es fehlt noch etwas sehr Wichtiges. Das charakteristische für jede Welle ist ihre Wellenlänge. Und da zeigt sich nun, daß die Wellenlängen bei den Lichtwellen in den Gegenden von 0,0004 bis 0,0008 mm liegen und die der elektrischen von einigen Zentimetern bis zu vielen Kilometern. Es klafft dazwischen eine riesige Lücke, die noch auszufüllen ist. Das kann nun auf zwei verschiedene Weisen erfolgen. Zunächst so, daß durch Versuche gezeigt wird, daß optische Vorgänge unmittelbar elektrische zur Folge haben, und der Nachweis ist inzwischen mehrfach geführt, und ebenso, daß elektrische Vorgänge die optischen beeinflussen, auch das ist viel häufiger noch nachzuweisen gelungen. Erwähnt seien von diesen Versuchen nur die sogenannten lichtelektrischen Erscheinungen, bei denen durch Belichtung Entladungen ausgelöst oder elektrische Konstanten verändert werden, und die elektromagnetische Drehung der Polarisationssebene des Lichts, die Faraday entdeckte, die Beeinflussung der Spektrallinien durch elektromagnetische Felder, wie sie Zeemann und Stark fanden usw.

Viel naheliegender ist aber der zweite Weg der Vereinigung beider einzelnen Teile, der zum Ziel hat, Wellenbewegungen zu finden, die zwischen jenen Werten liegen, die oben angegeben sind, d. h. also eine lückenlose Wellenskala aufzustellen, die ohne Unterbrechungen von den längsten Wellen, die wir kennen, bis zu den kürzesten verläuft.

Verlassen wir nunmehr diesen historischen Weg und halten wir uns mehr an die in den letzten Jahrzehnten gemachten Fortschritte in der Lösung dieser Frage. Sie wurde zunächst von der elektrischen Seite in Angriff genommen. Dort war es möglich, durch gemeinsames theoretisches und praktisches Arbeiten Methoden zu ersinnen, und Verfahren zu erproben, die gestatteten, elektromagnetische Wellen anderer Länge zu erzeugen, und für Versuchszwecke zu verwerten. Nach oben zu, nach der Seite größerer Wellenlänge ist das Bereich ohnehin unbeschränkt, und das bietet auch kein Interesse, es handelt sich immer nur darum,

kurze Wellen herzustellen, und das ist auch immer weiter gelungen, und es ist jetzt möglich, ihre Länge, wie es bei Versuchen von v. Baeyer der Fall war, auf 2 mm etwa zu reduzieren. Noch kürzere Wellen auf diesem Wege herzustellen ist anscheinend bisher nicht gelungen.

Nun kommt also in der Wellenlängenskala die große Lücke, die sich von jenem Wert bis zu dem Wert von 0,0008 mm etwa erstreckt, und deren Ausfüllung weiter unten behandelt werden soll. Jene Zahl bedeutet ganz rund die Wellenlänge des äußersten Rot in dem sichtbaren Spektrum, und an sie schließen sich dann wieder kürzere Wellen an, die das optische Spektrum umfassen, und etwa bis zu 0,0004 mm in ihren Längen herabgehen. Nun ist es schon lange bekannt, und insbesondere sofort festgestellt, als man photographische Hilfsmittel zu Spektraluntersuchungen heranzog, daß das mit dem Auge sichtbare Spektrum nur ein Teil des tatsächlich vorhandenen ist, daß z. B. der Teil, der an das violette Ende anschließt, ganz bedeutende Länge hat, nach den kürzeren Wellenlängen zu. Das war aus dem Grunde leicht zu finden, weil diese Wellen wohl nicht mehr auf das Auge wirken, aber sehr stark auf die photographische Platte. Versucht man nun noch weiter in der Richtung auf die kurzen Wellen fortzuschreiten, so kommt man wieder zu einer Lücke in unseren Kenntnissen, die bisher noch nicht ausgefüllt ist, und Wellen geringerer Länge sind uns wiederum erst genauer bekannt, wenn wir bis zu Längen von 0,000 000 1 mm und noch weiter herunter bis zu 0,000 000 000 01 mm kommen. Das ist das Bereich der Wellen, die die Röntgenstrahlen bilden, und die, wie wohl bekannt ist, zuerst von Laue, Friedrich und Knipping (vgl. „Das Weltall“ Jg. 14 S. 155), dann später hauptsächlich von den Brüdern Bragg untersucht sind. Sie sind ja so aufgefunden und einer Untersuchung zugänglich gemacht, daß man ein Bündel Röntgenstrahlen auf Kristallplatten auftreffen, sie durchdringen oder von ihnen zurückwerfen ließ. Der ganz regelmäßige Aufbau von Kristallen aus regelmäßig in bestimmten Figuren gelagerten Atomen hat zur Folge, daß eine Brechung oder Reflexion ganz bestimmter Art zustande kommt, in ähnlicher Weise wie die Reflexion von Licht gewöhnlicher Art in Spiegeln. Die Reflexionsbilder werden, da ja die Röntgenstrahlen photographisch wirksam sind, photographiert, und aus ihrer Verteilung kann man rückwärts rechnerisch nicht nur auf die Wellenlängen der erzeugenden Röntgenstrahlen, sondern auch auf den tatsächlichen Aufbau der Kristalle, auf das Raumgitter der Kristalle, schließen.

Das sind also die untersuchten Systeme von Ätherwellen, die uns heute bekannt sind, mit Ausnahme jener Lücke zwischen dem sichtbaren Spektrum und den kürzesten Wellen der drahtlosen Telegraphie; und die Versuche zur Ausfüllung dieses Raumes sollen uns jetzt noch genauer beschäftigen.

Daß jenseits des roten Teils des Spektrums, nach der Richtung der größeren Wellenlänge zu, unsichtbar für unser Auge, noch Wellen vorhanden sind, war schon lange bekannt. Wir verdanken das Herschel. Und zwar, da das Auge nicht dazu ausreichte, untersuchte er mit einem Thermometer die Fortsetzung des roten, das sogenannte ultrarote Spektrum, und er konnte auch an Stellen, wo optisch kein Spektrum mehr vorhanden war, starke Wärmewirkungen nachweisen. Die Herschelschen Versuche setzte dann genau messend Langley fort und er konnte bereits Wellen der Länge 0,005 mm nachweisen, also rund zehnmal so lange, als sie dem hellsten Teil des sichtbaren Spektrums entsprachen. Er und nach ihm Paschen zeigten auch, daß man zur Herstellung des ultraroten oder Wärmespektrums, wie es auch aus dem Grunde genannt wird, weil seine Strahlung hauptsächlich eine Wärmestrahlung ist, nicht mehr Glasprismen be-

nutzen darf, da diese alle jene Strahlen absorbieren, sondern gewisse Kristallprismen, aus Steinsalz, Flußspat oder Quarz. Ihre Meßmittel, die auch jetzt immer noch bei diesen Versuchen verwendet werden, bei denen die photographische Platte versagt, waren die Thermosäule, also die Erzeugung elektrischer Spannungen bei Erwärmung, und das Bolometer, eins der empfindlichsten Meßgeräte überhaupt, das darin besteht, daß der elektrische Widerstand an feinsten Drähten bei Erwärmung sich ändert.

Allmählich wurde nun die Grenze der Längen der untersuchten Wellen heraufgesetzt. Paschen gelangte bis zu 0,009 mm, dann Rubens, Trowbridge und Nichols bis zu 0,02 mm. Die weitere Untersuchung verdanken wir in erster Linie Rubens und seinen Mitarbeitern, und über sie sei nun noch in Kürze berichtet.

Jene erwähnten Prismen, und auch Gitter ähnlicher Art, wie sie zu optischen Versuchen benutzt wurden, fingen nun an zu versagen. Aber es war vorauszu sehen, wie die Verhältnisse sich gestalten müssen. Bei allen Kristallen müssen wir annehmen, daß ihre aufbauenden Atome sich in dauernden, regelmäßigen Schwingungszuständen befinden, und wenn der Schwingungszustand der auftreffenden Welle sich in Übereinstimmung mit jenen, durch die Natur des Kristalls bestimmten, befindet, wird jene Welle von ihm stark absorbiert werden, und ihn nicht durchdringen können. Aus gewissen sonst bekannten Vorgängen und optischen Eigenschaften der Kristalle kann man mit einiger Sicherheit diese Stellen und die zugehörige Wellenlänge berechnen. Weiter weiß man nun auch, daß die Wellenlängen in nächster Nähe dieser kritischen Längen, die also von jenem Kristall ganz verschluckt werden, durch den Kristall ganz anders beeinflusst werden müssen, indem nämlich sein Reflexionsvermögen für sie ganz besonders groß wird. Es tritt also folgendes ein: Fällt ein Strahlenbündel langwelliger, also nicht mehr sichtbarer Strahlen der verschiedensten Wellenlängen auf eine geeignete Kristallfläche, so werden die meisten Strahlen von ihm absorbiert, und nur gewisse, ganz bestimmte Wellenlängen werden wie von einem guten Spiegel zurückgeworfen. Man kann also einen solchen Strahlenkomplex mehrfach von gleichartigen Kristallflächen reflektieren lassen, und bei jeder Reflexion tritt eine erneute Absorption der meisten Wellenlängen, und damit Aussonderung einer bestimmten einheitlichen Wellenlänge ein, bis man nach vier- bis fünfmaliger Reflexion praktisch nur noch Strahlen einer bestimmten Wellenlänge zurückbehält. Man bezeichnet diese als Reststrahlen. Man kann so aus der Gesamtstrahlung eine Strahlenquelle, wofür man meistens einen Gasglühlichtbrenner verwendet, der zufällig reich an langwelliger Strahlung ist, gewisse Wellen aussondern. Die so ausgesonderte Strahlung hängt im wesentlichen nur von der Art des Kristalls ab; und zwar erhält man z. B. bei Steinsalzreflexion Strahlen von 0,052 mm, bei Bromkali von 0,083 mm und als längste z. Zt. nach dieser Methode hergestellte Strahlen bei Thalliumjodür Strahlen von 0,152 mm Wellenlänge.

Das ist das eine Verfahren. Rubens hat aber noch ein zweites ausfindig gemacht, das nicht wie jenes die sogenannte selektive Reflexion, sondern die selektive Brechung und Absorption solcher Strahlen verwendet. Quarz z. B. läßt die kürzeren langwelligeren Strahlen bis zu 0,004 mm hindurchgehen, absorbiert längere wieder, wird aber dann bei 0,021 mm für sie wieder durchlässig. Nun muß man noch bedenken, daß die Brechkraft aller Stoffe für Strahlen von der Wellenlänge der Strahlung abhängt. Es ist ja ganz bekannt, daß Licht verschie-

dener Farbe, d. h. verschiedener Wellenlänge verschieden stark gebrochen wird. Erzeugt man also durch eine Quarzlinse im Bild eine Strahlenquelle, so erhält man zunächst ein Bild dieser aus den Strahlen unter 0,004 mm Länge, und dann an einer ganz anderen Stelle ein zweites aus den langwelligen Strahlen. Durch mehrfache Bilderzeugung und Ablendung der nicht gewünschten Bilder durch Blenden, was wegen der ganz getrennten Lage beider Bilder keine Schwierigkeiten macht, kann man auch so, nach dieser Quarzlinse methode langwellige Strahlen isolieren. Bei Anwendung einer Quarzquecksilberbogenlampe erhielten Rubens und v. Baeyer so Strahlen von den Wellenlängen 0,218 mm und 0,342 mm, und man sieht, daß damit der Anschluß an die Wellenlängen, wie sie nach Methoden der drahtlosen Telegraphie hergestellt werden, nahezu gelungen ist. Und man muß sagen, daß der kleine noch vorhandene Raum zwischen beiden Gebieten im Vergleich zu den ungeheuer verschiedenen überhaupt schon bekannten Wellenlängen vollständig verschwindet.

Wir müssen uns nun aber noch folgendes klarmachen: Maxwell behauptete eine Identität der elektromagnetischen Schwingungen mit den optischen. Wenn wir nun auch eine praktisch lückenlose Reihe von Wellenlängen kennen, die von jenen zu diesen führen, so ist doch damit noch nicht ohne weiteres der Beweis geliefert, daß sie sich auch identisch verhalten. Aus seiner Theorie folgen gewisse Beziehungen recht einfacher Art zwischen den optischen und elektrischen Eigenschaften der Körper. Voraussetzung für diese Beziehung ist allerdings, daß die Wellenbewegungen, also Lichtwellen und elektrische Wellen, die wir zur Messung jener Konstanten verwenden, nicht zusammenfallen mit den Eigenschwingungen der Atome, die die Körper ausmachen und die er überhaupt nicht in Rücksicht gezogen hatte. Und solche Eigenschwingungen müssen wir aus mancherlei Gründen, schon mit Rücksicht auf die Wärmeerscheinungen, die wir ja als Bewegungen der Atome annehmen, voraussetzen. Diese Eigenschwingungen sind wir als nahe bei den Schwingungen der optischen Wellen liegend anzunehmen gezwungen. Damit tritt also der Fall ein, daß die optisch bestimmten Eigenschaften der Körper nicht ohne weiteres mit den elektrisch bestimmten auf Grund jener Theorien miteinander verglichen werden können. Denn die Schwingungszahlen der optischen Wellen sind die gleichen wie die Eigenschwingungszahlen der Atome, und die der elektrischen Wellen sind von ihnen grundverschieden. Von einer unmittelbaren Nachprüfung der Theorien bei Anwendung der sichtbaren Wellen sind daher zuverlässige Ergebnisse nicht ohne weiteres zu erwarten.

Aber, bestimmen wir nun nach optischem Verfahren die gewünschten Konstanten der Körper mit jenen langen Wellen, so tritt diese Beschränkung außer Kraft und dann haben wir leicht die Möglichkeit, die theoretisch abgeleiteten Beziehungen zwischen elektrischen und optischen Eigenschaften nachzuprüfen. Auch das ist von Rubens und seinen Mitarbeitern ausgeführt. Es handelt sich dabei im wesentlichen um zwei theoretisch abgeleitete Zusammenhänge, um einen für elektrische Leiter, d. h. Metalle und einen für Nichtleiter. Die erste behauptet einen einfachen Zusammenhang zwischen der elektrischen Leitfähigkeit und seine Durchsichtigkeit für Strahlen bestimmter Wellenlänge. Die optische Konstante ist also die Lichtabsorption des Metalls oder sein Extinktionskoeffizient, der um so größer wird, je undurchsichtiger das Metall ist. Und zwar sollen die besten Leiter am undurchsichtigsten sein, für eine gegebene Wellenlänge. (Zur Erklärung sei bemerkt, daß in der Tat Metalle, in ganz dünnen Schichten

natürlich nur, durchsichtig sind, für Gold ist es ja bekannt, daß es in der Durchsicht grün aussieht.) Schon Maxwell konnte zeigen, daß die Reihe der elektrischen Leitfähigkeiten der Metalle mit der Reihe ihrer Lichtdurchlässigkeit übereinstimmte, aber quantitativ war kein Zusammenhang vorhanden. Dieser stellte sich erst dann heraus, als man ihre Durchlässigkeit für langwellige Strahlen bestimmte, und zwar war die Übereinstimmung um so besser, je länger die Welle war, mit der man arbeitete. Aus experimentellen Gründen arbeitete man nicht mit der Durchlässigkeit für die Strahlung, sondern mit dem Emissionsvermögen der Metalle für Strahlung, wofür ebenfalls ein ganz einfacher Zusammenhang besteht. Unter Emissionsvermögen eines Stoffes versteht man seine Eigenschaft, bei Erwärmung Strahlen bestimmter Wellenlänge auszusenden, im Vergleich zur Strahlung eines vollständig schwarzen Körpers bei gleicher Temperatur. Und schon bei Wellen von 0,025 mm war die Übereinstimmung vollständig, so daß es danach also möglich war, für Metalle ihre elektrische Leitfähigkeit durch optische Messungen zu bestimmen.

Die zweite Beziehung, die dann nachgeprüft wurde, bezog sich auf elektrische Nichtleiter, für die ein einfacher Zusammenhang zwischen ihrer optischen Brechkraft und einer elektrischen einfachen Größe, die man als Dielektrizitätskonstante bezeichnet, bestehen soll. (Stellen wir zwei Platten parallel auf, die elektrisch geladen sind, so daß zwischen ihnen die Spannung 1 herrscht, und füllen wir den Raum dann zwischen ihnen z. B. mit Wasser aus, so sinkt die Spannung zwischen ihnen auf den 80. Teil, man bezeichnet dann 80 als Dielektrizitätskonstante des Wassers.) Auch diese Beziehung war bei Messung der Brechkraft im optischen Teil des Spektrums nur sehr angenähert, zum Teil gar nicht erfüllt. Aber ganz anders wurde das Bild, wenn man die langwelligeren Strahlen wieder zur Hilfe nahm. Da war in allen Fällen die Übereinstimmung vollkommen.

Zum Schluß nur noch eine dritte Beweisführung für die Gleichartigkeit der beiden Strahlungsarten. Wie bekannt ist, zeigte Hertz bei seinen Versuchen an elektrischen Wellen, daß sie die gleichen Eigenschaften wie Lichtwellen, nämlich Brechbarkeit, Reflexionsfähigkeit und Polarisation durch Drahtgitter aufweisen. Auch umgekehrt für lange ultrarote Strahlen ist es möglich gewesen, zu zeigen, daß sie diese Eigenschaften haben, also mit den elektrischen Wellen übereinstimmen.

Aus allem diesen folgt ja nun mit Gewißheit, daß eine völlige Übereinstimmung aller möglichen Ätherwellen, wie sie uns bekannt sind, tatsächlich vorhanden ist. Zurzeit bestehen in den ungeheuren Grenzen von mehreren tausend Kilometern und vielen Milliarden Wellen, die erst den Raum eines Millimeters einnehmen, nur noch ganz geringe Lücken. Rechnen wir einmal musikalisch: Zwei Töne, deren Schwingungszahl sich wie 1 zu 2 verhalten, bezeichnen wir als eine Oktave, und ein Klavier umfaßt 8, der übliche Stimmumfang des Menschen 2 Oktaven. Nehmen wir einmal als Grenzen die Ätherwelle 5000 km und 0,000 000 000 01 mm an, so bedeutet das ganz rund 70 Oktaven, von denen das sichtbare Spektrum, als der Ausgangspunkt aller Untersuchungen nur eine umfaßt. Da besteht nur noch die Lücke von 0,342 mm bis zu rund 2 mm, d. h. nicht ganz drei Oktaven, und von rund 0,000 06 mm bis zu den längsten Röntgenwellen, eine größere Anzahl der Oktaven, in denen aber Überraschungen kaum zu erwarten sind, da die beiden Seiten in ihren Eigenschaften bereits als übereinstimmend bekannt sind.

Es dürfte demnach wohl nicht zu viel behauptet sein, daß die Übereinstimmung aller Ätherwellen, unabhängig von ihrem Ursprung einwandfrei nachgewiesen ist.

Die astronomische Bedeutung des Stonehenge¹⁾

Von Dr. H. Hein-Altona

(Mit zwei Abbildungen)

Als rätselhafte Denkmäler der Vorzeit ragen in unsere Zeit überall in Nord-europa kreisförmige Steinsetzungen hinein. Die neuere Zeit beginnt sich ernsthafter mit diesen Resten einer alten Kultur zu befassen. Ziemlich allgemein pflegt man diese Steinkreise mit astronomischen Beobachtungen der alten Nord-europäer in Verbindung zu setzen. Man betrachtet die Steinkreise, die oft zu mehreren, auch in Reihen geordnet, nebeneinander liegen, als riesige Zifferblätter, nach denen die Astronomen der Vorzeit Jahre, Monate, Wochen abgezählt oder Ereignisse am Sternhimmel vorausbestimmt haben mögen. Die Deutung ist meist schwierig, schon allein, weil selten die Kreise vollständig erhalten sind, ferner weil es vielfach schwierig sein dürfte, sich in die eigenartigen Rechenmethoden wieder hineinzudenken, die man vor Jahrtausenden angewendet haben mag.

Wenn sich nun auch mit absoluter Sicherheit noch nicht allzuviel über die astronomische Bedeutung aussagen läßt, da die ganzen Untersuchungen noch in den Kinderschuhen stecken, so finden sich doch Fälle, wo eine verblüffende Übereinstimmung astronomischer Zahlenverhältnisse mit einem Bauwerk der Urzeit der Deutung große Wahrscheinlichkeit verleiht.

Eine solche Übereinstimmung glaubt der Verfasser an einem der großartigsten Bauwerke der Vorzeit, dem „Druidentempel“ Stonehenge in England, Grafschaft Wiltshire, nachweisen zu können. Der Leser möge selbst urteilen.

Das Stonehenge weist bei einem Durchmesser von etwa 30 m einen äußeren Kranz von 30 gewaltigen, 5 m hohen Steinpfeilern auf, die durch Querbalken mit einander verbunden sind. Von diesem Kranz steht nur noch ein Teil. Doch ist aus den umgefallenen Pfeilern und noch vorhandenen Gebälkstücken die Anzahl von ursprünglich 30 Pfeilern mit voller Sicherheit zu errechnen.

Einige Meter nach innen folgt ein Kranz von 1,5 bis 1,8 m hohen einzelstehenden, nicht verbundenen Steinen. Die Steine dieses Kranzes sind bei Bedarf von der umwohnenden Bevölkerung wegen ihrer geringeren Größe mit Vorliebe weggeschleppt worden. Der beigefügte Plan, der die bisher gebräuchliche Rekonstruktion wiedergibt, deutet 48 Steine an. Diese Zahl erfordert Kritik.²⁾

Innerhalb dieses Kreises standen fünf gewaltige Doppelpfeiler. Die Säulen eines Doppelpfeilers waren oben durch ein Querstück verbunden. Diese Doppelpfeiler, die entweder noch stehen oder deren Trümmer noch vollzählig vorhanden sind, überragten noch den äußeren Kranz. Die fünf Doppelpfeiler stehen

¹⁾ Man vergleiche hierzu die Aufsätze: „Stonehenge“ im 15. Jahrgang des „Weltalls“ nebst den zahlreichen Abbildungen.

²⁾ Der in Jahrgang 15 S. 10 gegebene schematische Grundriß zeigt dreißig Steine im inneren Kreis. Eine Betrachtung des Planes Jahrgang 15 S. 57 und des hier beigefügten Planes ergibt, daß diese Zahl ganz unmöglich ist.

in einem Hufeisen, das sich gegen den Aufgangspunkt der Sonne am Sommer-
sonnwendtage öffnete. Abgesehen davon, daß von einem sechsten Pfeiler keine
Spur vorhanden ist, spricht schon die hufeisenförmige Anordnung gegen die
Existenz eines sechsten Doppelpfeilers.

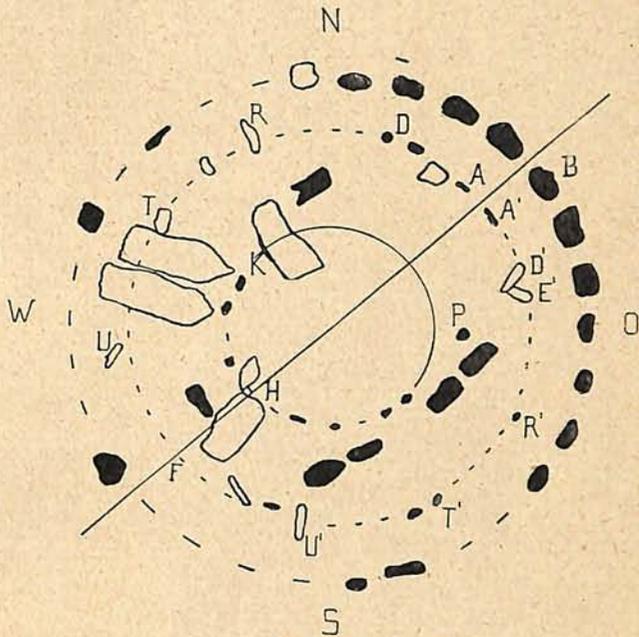
Innerhalb des Hufeisens ist
ein Halbkreis von 1,5 bis 1,8 mm
hohen Steinen nachzuweisen,
dessen Öffnung ebenfalls nach
dem Sonnenwendpunkt zeigt.
Neben dem einen Doppelpfeiler
bei P steht ein einzelner Stein
(siehe Fig. 1). Die Ergänzung des
Halbkreises führt auf 11 Steine,
sodaß ein Vollkreis 22 Steine ge-
zählt haben müßte.

Es ist nun sonderbar, daß
von der fehlenden Hälfte des
Kreises keine einigermaßen
sichere Spuren vorhanden sind.
Von der erkennbaren Hälfte
stehen noch 7 Steine und 1 Stein
liegt. Nur 3 fehlen! Von der an-
deren Hälfte steht nicht ein ein-
ziger Stein, liegt nicht ein ein-
ziger Stein so, daß man ihn mit
der Peripherie in Verbindung bringen kann. (In der Figur 1 sind alle Trümmer
nicht eingezeichnet, die nicht deutlich erkennbar neben ihren alten Standorten
liegen.) Der Schluß liegt nahe, daß überhaupt nur ein Halbkreis von 11 Steinen
existiert hat. Nimmt man zudem an, daß bei H nicht 2 sondern 1 Stein zu er-
gänzen ist und fügt dafür bei K einen Stein hinzu, so ist auch die Symmetrie
nach der Sonnwendrichtung gewahrt.¹⁾)

Zählt man die Steine und Ergänzungspunkte des inneren Vollkreises nach,
so kämen auf den Halbkreis nördlich der Sonnwendrichtung 23, auf den südlichen
Halbkreis aber 25 Steine. Da die Sonnwendrichtung anscheinend Symmetrie-
achse ist, so müßten nördlich und südlich je 24 Steine stehen, so wie beim Außen-
kranz je 15 Steine beiderseits der Achse stehen. Auch müßte die Achse frei bei
F zwischen zwei Steinen passieren, genau wie bei A A'. Nun kommt aber nach
der Rekonstruktion bei F ein Stein auf oder direkt neben die Achse. Das wäre
nur möglich bei einer ungeraden Anzahl von Steinen.

Es zeigt sich nun, daß zwischen A' und E' ein Stein zuviel ergänzt ist. Auf
der genau ebenso langen Strecke A D stehen nur vier Steine. Sonst ist, wie eine
Nachprüfung mit dem Zirkel zeigt, nirgends gegen die Ergänzung etwas einzu-
wenden. Dann hat dieser Kreis 47 Steine.

Man kommt also beim Stonehenge zu den Zahlen 11, 5, 47, 30.



Figur 1

Plan des Stonehenge mit der bisherigen Ergänzung

¹⁾ Das in Fußnote 2 erwähnte Schema gibt ein innerstes Hufeisen von 17 Steinen an. Diese Annahme dürfte keine größere Wahrscheinlichkeit haben als die hier vorgetragene. Im Übrigen würde, wie der Leser aus dem Folgenden selbst schließen kann, durch diese Annahme die hier entwickelte Theorie nicht erschüttert, sondern nur eigenartig modifiziert werden.

Es ist anzunehmen, daß die einzelnen Teile des Bauwerks ihrer Bedeutung entsprechend gestaltet und abgemessen worden sind. Dann ständen an erster Stelle die fünf riesigen, sehr auffälligen Doppelpfeiler, demnächst käme der Außenkranz von 30 Säulen, worauf der Kreis von 47 Steinen und endlich der Halbkreis von 11 Steinen folgen würden.

Es soll nun gezeigt werden, daß dies Bauwerk heutigentags noch als Uhr benutzt werden könnte, um Mondfinsternisse zu berechnen und vorherzusagen.

Die Mondfinsternisse wiederholen sich in gleicher Weise nach einer Periode von 18 Jahren 11 Tagen. Diese Periode, die 223 Mondumläufe umfaßt, heißt die Sarosperiode. Sie ist zwar einem langsamen Wechsel unterworfen, indem an einer Stelle einmal eine Finsternis ausfallen, an anderer Stelle dafür wieder eine Finsternis hinzutreten kann. Aber die Kenntnis einer einzigen Periode genügt, um für eine ganze Anzahl vorhergehender und nachfolgender Perioden die Finsternisse mit großer Sicherheit berechnen zu können. Schreibt man sich z. B. auf, nach wieviel Monaten jedesmal während der Zeit 1865 bis 1883 eine Mondfinsternis eintrat so erhält man die Zahlenreihe

6,6,6,6,6,17, 6,6,6,6,6,11, 6,6,6,6,6,17, 6,6,6,6,6,17, 6,6,6,6,17.

Die Periode zerfällt also, wie man sieht, in fünf Gruppen von je
47, 41, 47, 47, 41 Monaten.

Da es ja einerlei ist, an welcher Stelle man die Periode beginnen lassen will, so möge der Anfang nach der dritten Gruppe liegen. Dadurch bekommt die Reihe Symmetrie:

6,6,6,6,6,17, 6,6,6,6,17, 6,6,6,6,6,17, 6,6,6,6,6,11, 6,6,6,6,6,17
47 41 47 41 47

Die Gruppen zerfallen je wieder in zwei Teile, einen Teil, in dem alle 6 Monate eine Finsternis statthat und einen längeren Teil ohne Finsternisse:

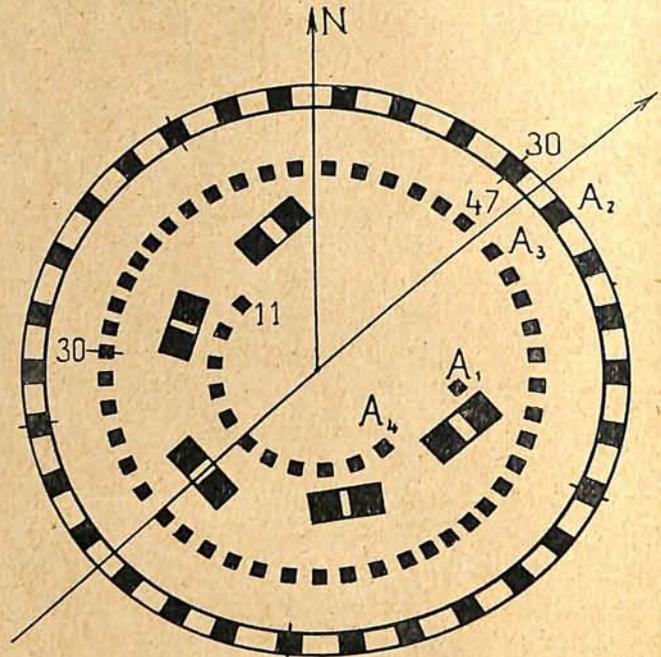
30 + 17 30 + 11 30 + 17 30 + 11 30 + 17.

Man beachte, daß bei der zweiten Gruppe genau 24 + 17 stehen müßte. Diese eine Ausnahme ist jedoch leicht zu merken.

Würde also jemand auf Grund der Sarosperiode eine Uhr konstruieren wollen, die die Mondfinsternisse richtig angeben soll, so wird er notwendig auf die Zahlen

5, 47, 30, 11

geführt. Danach sind Zahnräder und Zifferblatt zu gestalten. Das sind aber



Figur 2
Schema eines Finsterniskalenders

die Zahlen, die das Stonehenge aufweist: Die fünf Doppelpfeiler bedeuten die fünf Gruppen der Periode. Die Zweiteilung jeder Gruppe findet ihren Ausdruck darin, daß zwei Pfeiler, nicht ein einzelner, errichtet wurden. Daß beide zusammen eine Gruppe bilden, kommt durch den Querbalken zur Geltung. Man bemerke auch, daß der erste, dritte und fünfte Doppelpfeiler, die den großen Gruppen von 47 Monaten entsprechen, parallel bzw. senkrecht zur Symmetrieachse stehen, während die den kleinen Gruppen entsprechenden Doppelpfeiler ihren anderen Wert durch die schräge Stellung zur Achse andeuten.

Die dreißigmonatigen Teilperioden mit den häufigen Finsternissen, die für den Menschen auffällig waren, finden ihre Verkörperung in dem gewaltigen äußeren Kranz von 30 Säulen.

Die großen Periodengruppen werden im Ganzen dargestellt durch den Kreis von 47 Steinen, während der innere Halbkreis von 11 Steinen bei den kleinen Gruppen zur Ergänzung des äußersten Kreises von 30 Säulen dient.

Stein P dürfte vielleicht den Anfangspunkt der Zählung andeuten.

An Hand des Planes ergibt sich nun sehr einfach der Gebrauch des Bauwerkes als Finsterniskalender.

Bei Beginn der ersten Gruppe wird (an Stelle eines Zeigers) ein Zeichen am ersten Doppelpfeiler bei P angebracht, desgleichen bei A' und B. Je nach einem Mondumlauf rücken die Zeichen auf dem äußeren und inneren Kreis um einen Pfeiler weiter. Dann kann je beim sechsten, zwölften usw. Stein eine Finsternis sichtbar werden. Alle Finsternisse werden ja nicht zu beobachten sein, da ja auch die abgewandte Erdhälfte ihre Finsternisse haben muß. Ist das Zeichen auf dem äußeren Kreis ganz herum gelaufen, so ist derjenige Teil der Gruppe zu Ende, der alle sechs Monate eine Finsternis brachte. Nun verschwindet das Zeichen vom äußeren Kreis und nur auf dem inneren Kreis von 47 Steinen läuft das Zeichen noch während der 17 finsternislosen Monate weiter.

Jetzt beginnt die zweite Gruppe. Das Zeichen muß auf den zweiten, schräggestellten Doppelpfeiler wandern. Zugleich beginnen die Zeichen bei A' und B ihren Lauf aufs Neue. Nach dem dreißigsten Monat verschwindet wieder das Zeichen vom äußeren Kranz, das Zeichen auf dem inneren Kreis aber springt auf den innersten Halbkreis über und läuft dort während der 11 finsternislosen Monate weiter.

Entsprechend gestaltet sich die Zeichen- (oder Zeiger-)stellung bei den drei noch übrigen Gruppen, wobei nur auf die oben erwähnte Ungenauigkeit bei Gruppe II zu achten wäre.

Es dürfte demnach nicht ganz unwahrscheinlich sein, daß das Stonehenge, das heutigentags zur Berechnung von Finsternissen dienen könnte, wirklich als Finsterniskalender konstruiert worden ist.

Der Sonnenkalender, durch den das für den Menschen viel wichtigere Sonnenjahr festgelegt wurde, ist nicht allzuweit vom Stonehenge abgelegen. Es dürfte das die Steinsetzung von Avebury in Wiltshire sein. Seine größere Bedeutung für die menschlichen Verhältnisse findet in den riesigen Abmessungen — der Durchmesser beträgt über 400 m — seinen Ausdruck. Leider ist zu wenig erhalten geblieben, als daß man aus den Resten mit voller Sicherheit noch die Anzahl der Steine errechnen könnte. Für diejenigen Leser des 'Weltall', die Jahrgang 14 die Pläne S. 188—190 nachschlagen wollen, ist vielleicht ein Deutungsversuch (Urheber mir nicht bekannt) von Interesse, der dem großen Kreise

statt 100 nur 99 Steine, den inneren Kreisen 29 bzw. 30, den innersten Kreisen je 12 Steine gibt. Die 99 Steine sollen danach zum Abzählen von 99 Mondumläufen gedient haben. 99 Mondumläufe geben aber gerade 8 Jahre plus 1,4 Tage, sodaß zur Regulierung der Zeitrechnung alle acht Jahre ein Schalttag nötig gewesen wäre. Die innersten Kreise sollen je 12 Monate dargestellt haben. Wenn man Monate in g a n z e n Tagen zählen wollte, so mußte man den Monaten abwechselnd 29 und 30 Tage geben. Dafür wären dann die größeren Innenkreise vorhanden gewesen. Doch stimmt diese Annahme nicht recht zu den anscheinend sehr sorgfältigen Aufnahmen Stukeleys (Jahrg. 14, S. 189).

Kleine Mitteilungen

Die Veränderlichkeit der Saturnsringe. Aus Beobachtungen der Jahre 1909 bis 1913 hat Jarry Desloges¹⁾ festgestellt, daß das System der Saturnsringe durchaus den Eindruck der Unstabilität macht. Selbst bei der Cassinischen Trennung erschien der äußere Rand mit dem 20 zölligen Refraktor einmal ganz glatt, ein andermal wie eingerissen, dann wieder ausgezackt. Im Jahre 1913 waren trotz der außerordentlich günstigen Öffnung des Ringes, die sogar gestattete, den Saturnskörper mit Leichtigkeit durch die Cassinische Trennung zu sehen, keinerlei Auswüchse zu bemerken.

Der Teil des Ringes, in dessen Nähe sich die Enckesche Trennung befindet, konnte bald nur blaß und undeutlich, bald aber mit zwei oder drei Trennungen gesehen werden, deren Lage sich von Tag zu Tag änderte. Besonders auffällig war dabei, daß diese manchmal nur an einer Seite des Ringes auftraten. So wurden zu Sétif am 23. November 1913 drei Trennungen auf den östlichen und am 1. Dezember desselben Jahres drei auf dem westlichen Henkel beobachtet.

Der leuchtende innere Ring weist manchmal graue Stellen verschiedenen Aussehens auf, manchmal werden auch mehrere Trennungen gesehen. Desloges hat z. B. im November 1909 mit dem 83 cm Refraktor zu Meudon deutlich zwei Trennungen feststellen können, die dann aber weder zu Meudon noch anderwärts wieder haben wahrgenommen werden können. Erst im November 1913 haben dann die Herren G. & V. Fournier mit einem 20 zölligen Refraktor bei 430-facher Vergrößerung deutlich zwei Trennungen sehen und eine dritte vermuten können. Man hat seitdem häufig zwei Trennungen in diesem Ringe beobachtet, die aber oft ihre Lage änderten.

Im ganzen weist der Saturnsring sieben Trennungen auf, von denen sechs, sowohl was ihre Lage als auch ihr Aussehen anbetrifft, nicht stabil sind. Es scheint, daß Einflüsse, deren Ursachen wir nur schwer erkennen können, die Trennungen bald mehr oder weniger breit und somit für uns sichtbar oder unsichtbar gestalten, und daß die Stoffe, aus denen der Ring gebildet ist, sich einmal hier und einmal dort zu trennen scheinen.

Die dunklen oder hellen Stellen des Ringes, die sich mit seiner Rotation verschieben, der außerhalb der Ebene 1907 sichtbar gewordene leuchtende Ring, die leuchtenden Punkte längs des Außenrandes des Ringes, die veränderlichen dunklen und hellen Regionen im Bond-Ring, verstärken in uns den Eindruck der Unbeständigkeit des Systems der Saturnsringe.

A.

Nimmt die Masse der Sonne ab? Nach Einsteins Relativitätsprinzip verliert ein Körper, der Energie aussendet, ebensoviel an Masse wie die ausgestrahlte Energie beträgt. Hieraus folgt, daß die Sonne, die dauernd Energie abgibt, ständig an Masse verlieren muß. M. J. Boffler²⁾ hat berechnet, daß die Sonne in 30 Millionen Jahren ebensoviel Masse verliert, wie unsere Erde überhaupt besitzt. Wenn man bedenkt, daß die so verloren gehende Sonnenmasse Gravitationsmasse ist, so folgt daraus, daß die Länge des Jahres um 6 Sekunden in einer Million Jahren zunehmen muß, und daß in derselben Zeit die mittlere Länge der Erde so stark beeinflußt wird, daß die Änderung ein Zehntel des Jahres betragen kann, d. h. eine Verzögerung von 36 Tagen in den Jahreszeiten auftreten wird. Solche Veränderungen sind zu gering, um beobachtet werden zu können. Bei Sternsystemen mit höheren Temperaturen würde sich der Einfluß weit besser bemerkbar machen, denn die von einem Körper ausgestrahlte Energie ändert sich nach der vierten

¹⁾ Bulletin Astronomique Bd. 31 S. 148.

²⁾ Scientific American Bd. 110 Nr. 7.

Potenz seiner absoluten Temperatur. Wenn, wie Nordmann glaubt, Sterne existieren, deren Temperatur die unserer Sonne um das Sechs- bis Siebenfache übertrifft, so müßte ihre Strahlungsfähigkeit ein- oder zweitausendmal so stark sein. Wenn also die Temperatur von Algol 13 800 Grad beträgt (Nordmann), so ergibt die Rechnung, daß sich die Verfinsterungen von Algol nach zweitausend Jahren um etwa 12 Minuten verzögern müssen. A.

Der Wind als Bodenbildner. Zerfällt ein Gestein zu Staub und Sand, so sind seine feinen Körner der Wirkung des Windes ausgesetzt, sofern sie nicht etwa auf natürliche oder künstliche Weise festgelegt sind. Der Wind trägt den Sand über den Boden dahin und wirbelt den Staub hoch in die Luft empor und schafft sie so um so weiter fort, je feiner das Korn des Sandes oder Staubes ist. Um die ganze Erde kann Staub von $\frac{1}{64}$ mm Durchmesser geweht werden, Sandkörner von 0,125 bis 0,25 mm Durchmesser (ein mittlerer Wind vermag Sandkörner bis zu 2 mm Durchmesser fortzuschaffen) über 1 km weit. Unsere norddeutschen Flugsande haben im Mittel 0,2 bis 0,5 mm Durchmesser.

Flugsand wird geliefert von jedem quarzhaltigen Gestein, jeder sandführenden Ablagerung (in vielen Wüstengegenden in Ägypten und Tripolis ist der Flugsand durch Verwitterung von Sandstein entstanden), vom Meer und großen Binnenseen (Prometheus 1916 Nr. 1373 S. 329).

Beständig liefern feinen Quarzsand die Meereswellen dem Strand, und der Wind führt diesen trocken gewordenen Sand (feuchtem kann er nichts anhaben) landeinwärts, wodurch sich in der Nähe des Strandes die langgestreckten Seestranddünen bilden. Diese müssen festgelegt werden, sonst werden sie vom Wind immer weiter landeinwärts getrieben. Auf diese Weise entstand ein großer Teil unserer norddeutschen Flugsandböden, indem solche wandernden Dünen Wälder und Ortschaften Norddeutschlands verschütteten.

Aus dem Flugsand an den Ufern großer Binnenseen entstehen ebenfalls Sanddünen, wie z. B. an den Ufern des Arab- und Kaspisees.

Festlandsdünen bilden sich aus losen Sandmassen im Binnenlande, welche aus dem Sande der Flüsse stammen. Die Flußdünen am linken Ufer der Wolga bei Kasan entstanden aus Flußschlamm, der seine tonigen Teilchen verloren hat, sie wandern weit in die Kirgisensteppe hinein. Ungeheure Mengen sandigen Schlammes führen auch die zentralasiatischen Flüsse Amudarja und Syrdarja mit sich, und es wurde im Bett des Amudarja der Flußschlamm bis 23 m tief gefunden. Tritt nun der Fluß über seine Ufer, so lagert sich der sandige Schlamm über dem ganzen Überschwemmungsgebiet ab und fällt dann wieder das Wasser, so wird er von den heißen Winden ausgetrocknet, und der Staub und die leichten Schlammteilchen (die tonigen Substanzen) werden davongeweht, während der so gereinigte Staub sich zu Dünen auftürmt und ebenfalls infolge des Windes weiterwandert. So entstanden an den Ufern des Syrdarja und Amudarja die Sandwüsten Kysilkum und Karakum. — Beweglicher bzw. loser Sand nimmt 7% unserer gesamten Landoberfläche ein.

Grenzen reiche, blühende Landschaften an solche lose Sandgebiete, so können sie durch Verwehung von Sand verschüttet und zu öden Wüsteneien werden, wie es z. B. in Mesopotamien und in einigen Gegenden des Niltales geschah.

Gegen Bildung von Flugsand hilft nur Eindämmung, Bewässerung und Bepflanzung, vor vorhandenem Flugsand schützt eine Pflanzendecke, gewöhnlich Wald. Ein Aufreißen derselben kann zur Entstehung von Sandwehen im Binnenlande führen.

Jede Wüste ist nach Richthofen ein Sturmzentrum und ihr Staub wandert so lange, bis er die trockene Wüste verlassen hat und feuchten vor dem Winde geschützten Boden findet oder durch Regen herabgewaschen wird. In den Luftströmen schwebt eine sehr große Menge Staubes und diese bildet auf dem Roten Meere dichte Staubnebel, welche der Schifffahrt gefährlich werden.

Die Steppen grenzen an die Wüsten und sind zumeist die Ablagerungsstätten für deren Staub, denn in ihnen sind die Winde meist schwächer und der Boden wird häufiger durch Niederschläge befruchtet. So wird der Staub nicht nur aus der Luft niedergeschlagen, sondern auch am Boden festgehalten, was dauernd am besten durch eine Pflanzendecke möglich ist.

Diese Ablagerungen bilden gewaltige Gebiete, man nennt sie Löß, und erreichen ihre größte Ausdehnung in China mit einer Mächtigkeit bis zu 700 m. Lößablagerungen finden sich in Deutschland im Rhein- (bis zu 30 m) und Maintal und am Nordrand der sächsischen Mittelgebirge. Als Steppengegenden sind die Lößgebiete meist trocken, doch reichen die Niederschläge zu einem üppigen Graswuchs, nicht aber zu einem Waldwuchs, die Steppen sind daher meist baumlos.

Lößboden ist auch die russische Schwarzerde und ihr Humusgehalt ist durch Humifizierung der Steppenpflanzen entstanden. Auf Steppenböden mit größeren Niederschlägen als in der eigentlichen Steppe bilden sich die Schwarzerden, welche auch baumlos sind. Bei uns finden sich Schwarzerden in Kujavien, bei Magdeburg (Bördeboden) und in Schlesien. Ausgedehnter sind die Schwarzerdegebiete in den Vereinigten Staaten von Nordamerika und in Argentinien. Die Schwarzerden und die Lößböden bestehen aus feinen Tonteilchen und sind deshalb sehr fruchtbar, während der Flugsandboden fast steril ist.

Bl.

Über Wolkenmetamorphose. Dieselbe ist ein Seitenstück zur allgemeinen Morphologie, welche die Grundlagen und Prinzipien der Wolkengestaltung zu betrachten hat. Die Wolkenmetamorphose dagegen handelt über die Entwicklung der Wolkenformen und ihre Abweichung von der Grundform, früher nannte man sie die Wolkenkombinatorik (J. Dreis, „Das Wetter“ 1916 S. 8).

Es lassen sich zwei Arten von Metamorphosen unterscheiden, „eine mehr allgemeine Metamorphose, die Entwicklung einer Wolkenformation durch verschiedene charakteristische Stadien und eine mehr spezielle, die Beeinflussung einer Wolkenform durch physikalische Agenzien, die mit den Ursachen ihrer ursprünglichen Entstehung und normalen Entwicklung nicht übereinstimmen.“

Die äußere Gestaltung einer Wolke bestimmen hauptsächlich zwei Faktoren, die Kondensation und die Luftbewegung. Die Kumuluswolken sind das Produkt schmaler Einzelaufströme, die sich im antizyklonalen Gebiet oder im weiteren Wirkungsbereich desselben in die Höhe ergießen. Ihre Metamorphose kann sehr mannigfaltig sein und von Einfluß sind Jahreszeit, Temperatur- und Feuchtigkeitsniveau großer Flächen und Luftdruckniveau. Einen regelmäßigen, kompakten Bau zeigen die untermittags auftretenden Kumuli bei ruhiger Luft, mäßiger Feuchtigkeit und normalem Temperaturgefälle. Die Höhe und Breite ist nahezu gleich im Höhenpunktstadium, dem das Entstehungsstadium vorausgeht, in welchem die Wolkenmasse noch einige Zersetzung aufweist bei schon scharf gezeichneten Wolkenfetzen und der Tendenz zur Bildung der kompakten Haufenmasse. Ähnlich dem Anfangs- ist das Abrüstungsstadium, die Rückbildung beginnt auf der Oberfläche, wo die Zersetzung am stärksten eintritt, bis die Wolken flach werden und im blauen Äther zerfließen. So entwickelt sich regelmäßig die Kumuli, ihr Übergang in den Kumulo-nimbus und die Gewitterformationen; sie gehören in das Gebiet der speziellen Metamorphose.

Ein Unterschied besteht zwischen den auf die gleiche Entstehungsursache zurückzuführenden Wolkenformen Alto-cumulus-castellatus und den Alto-cumulus-Hauben. Sie entstehen beide durch Kumulusauftrieb und gehören in das Gebiet der speziellen Metamorphose. Bei der Alto-cumulus-Haube ist vor deren Bildung meist noch keine Wolkenmasse sichtbar und erst mit der Metamorphose tritt Kondensation der latenten Feuchtigkeitsschicht ein. Die emporsteigende Kumulusmasse aber erreicht ihre volle Kompaktheit und eine latente Wolkenmasse wird gleich sichtbar in der charakteristischen Struktur, wobei die Alto-cumulus-Schicht eine nebensächliche Rolle spielt und dem andringenden Aufstrom weicht, der sich durch sie hindurchbohrt. Bei dem Alto-cumulus-castellatus sind kein Konvektionsstrom und keine anschwellenden Kumulusköpfe zu beobachten, der Alto-cumulus aber übernimmt die Hauptrolle. Viele Teilaufströme treiben seine schon vorhandenen Texturen empor, und es verwandelt sich die Textur und die Gestalt der Häufchen. Zu kleinen Kumulusgipfeln werden die Kämme und Knotenpunkte der Alto-cumulus-Wogen und die Wellentäler wie durch Gletscherfirn völlig ausgefüllt. Bei der Alto-cumulus-Metamorphose ist eine interessante Randbildung zu beobachten. Gewöhnlich setzen nämlich Alto-cumulus und Alto-stratus (auch Cirro-stratus) mit nahezu geradem Rande ein wie eine Flutwelle, durch Konvektionsströmungen aber entstehen meist recht wunderliche und aus den verschiedensten Kurven zusammengesetzte Ränder der Wolkenschichten. Eine bestehende Alto-cumulus- oder Alto-stratus-Decke wird nämlich in den aufwärts gerichteten Konvektionsströmungen verdichtet, wenn nicht aufgewölbt, in den ruhenden oder schwach abwärts bewegten Luftmassen aber zum größten Teil aufgelöst. In diese Kategorie der Metamorphose gehört auch der Alto-cumulus-granosus.

Bl.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Bezugspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., $\frac{1}{2}$ Seite 45.—, $\frac{1}{4}$ Seite 25.—, $\frac{1}{8}$ Seite 15.—, $\frac{1}{16}$ Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW



Fig. 1. Umschriebener oder elliptischer Halo (unsymmetrisch) mit Horizontalkreis.

Phot. Dr. Barkow.

Phot. Dr. Barkow.



Fig. 3.

Schiefstehende Lichtsäule mit einem Teil des Halo von 22°.



Fig. 4.

Nebensonne mit Lichtschweif (das Sonnenbild selbst liegt unten rechts außerhalb der Aufnahme).

INHALT

- | | |
|--|--|
| 1. Über seltene Haloerscheinungen. Von Dr. E. Barkow.
(Mit fünf Abbildungen) 17 | 3. Der gestirnte Himmel im Monat Mai 1917. (Erklärungs-
versuche der Sonnenflecke.) Von Dr. F. S. Archenhold 29 |
| 2. Eine Kriegshimmelserscheinung. Von Dr. V. Franz.
(Mit einer Abbildung) 25 | 4. Kleine Mitteilungen: Die Verteilung der Nebel . . 32 |

Nachdruck ohne Genehmigung der Schriftleitung verboten. — Auszüge nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Über seltene Haloerscheinungen

Von Dr. E. Barkow

(Mit fünf Abbildungen)

Unter Haloerscheinungen versteht man bekanntlich alle die Lichterscheinungen um Sonne oder Mond, die durch Brechung oder Spiegelung der Lichtstrahlen in Eiskristallen entstehen. Die Erscheinungsformen der Halos (Ton auf der ersten Silbe) sind außerordentlich mannigfaltig.¹⁾ Alle Formen aber lassen auf Brechung oder Spiegelung oder beides zusammen in den beobachteten Eiskristallformen zurückführen. Alle Halos entstehen nur in Wolken, die aus Eiskristallen bestehen. In unsern Gegenden der gemäßigten Zone kommen sie fast ausnahmslos in den Cirruswolken (Federwolken) vor, d. h. in den Höhen der Atmosphäre, in denen auch im Hochsommer die Temperatur weit unter dem Gefrierpunkt bleibt. In der kalten Jahreszeit können sie natürlich auch in niedrigeren Wolken erscheinen, wenn es dort so kalt ist, daß Eiskristalle bestehen können. Während der sehr kalten Tage Anfang Februar 1917 konnte ich z. B. mehrfach sehen, daß sich in den Dampfwolken, die den Lokomotiven entströmten, nach einigen Minuten lange senkrechte Lichtsäulen über und unter den elektrischen Bogenlampen der Bahnhöfe zeigten. Besonders in Polarregionen liegen ganz zarte Eiswolken, bestehend aus dem sogenannten Diamantstaub, oft der Erdoberfläche auf und dann entstehen in diesen die prächtigen Lichterscheinungen, von denen die Reisebücher der Polarreisenden so voll zu sein pflegen.

Das Eis kristallisiert im hexagonalen System, dessen Grundform die sechsseitige Säule ist. Die so häufigen wundervollen Schneekristalle, meist sechsseitige Sterne und Tafeln, sind als solche Säulen aufzufassen, deren Längsachse stark verkürzt ist und die vielfach nur Kristallskelette sind. In einem sechsseitigen Prisma bilden zwei benachbarte Seiten einen Winkel von 120° miteinander und zwei durch eine Fläche getrennte Seiten einen solchen von 60° . Dies sind die häufigsten Winkel. Wenn wir uns vorstellen, daß auf der Grundfläche des Prismas eine sechsseitige Pyramide aufsitzt, die auch noch abgestumpft sein kann, so bekommen wir zwischen je zwei Flächen dieses Kristalles eine Anzahl Winkel, deren Größe sich nach bestimmten kristallographischen Gesetzen bestimmen läßt.

Nehmen wir für die weiteren Betrachtungen zunächst einen Winkel von 60° als den am häufigsten vorkommenden an. Denken wir uns, daß ein Bündel paralleler Lichtstrahlen auf ein solches Prisma falle, so wird das Licht von seinem

¹⁾ Vergl. 1. Sieberg: Über ringförmige Gebilde um Sonne und Mond usw. Weltall Jg. 3 S. 284.
 2. Archenhold: Nebensonnen mit farbigen Bogen. Jg. 11 S. 61. 3. Archenhold: Weitere Auszüge aus alten Kirchenbüchern, frühere Kometenerscheinungen, Halos usw. betreffend. Jg. 10 S. 131.
 4. Archenhold: Kometenerscheinungen und Halos in alten Kirchenbüchern. Jg. 10 S. 297.
 5. Krebs: Die ältesten Halobeobachtungen. Jg. 12 S. 119.

Wege abgelenkt und in seine Farben zerlegt; wir erhalten das allen bekannte Sonnenspektrum. Entwerfen wir das Spektrum auf einen weißen Schirm, so erkennen wir, daß das rote Ende des Spektrums am wenigsten von der ursprünglichen Bahn abgelenkt ist und das violette Ende am meisten. Drehen wir das Prisma um seine Längsaxe, so wird im allgemeinen das Spektrum auf dem Schirm wandern. Drehen wir zunächst das Prisma so, daß sich der Ablenkungswinkel verkleinert, so kommen wir bald zu einer Grenze, von der ab das Spektrum wieder weiter hinausrückt, auch wenn wir das Prisma in demselben Sinne weiter drehen. Jedes Prisma hat einen gewissen Ablenkungswinkel, der nicht unterschritten wird, das Minimum der Ablenkung. Die Größe dieses Winkels hängt nur ab von der Größe des brechenden Winkels des Prismas und von dem Brechungsindex. Betrachten wir uns das Spektrum genauer, während wir das Prisma drehen, so erkennen wir, daß es an der Minimumstelle am hellsten und glänzendsten ist. Nehmen wir nun eine große Anzahl solcher Prismen in beliebiger Stellung an, so werden sich die Spektren der einzelnen Prismen überdecken. Ein kleinerer Winkel zwischen einfallendem und gebrochenem Strahl, als dem Minimum der Ablenkung entspricht, ist aber nicht möglich; daher wird der Schirm innerhalb dieses Winkels dunkel bleiben. Da während eines beträchtlichen Teils der Drehung der Prismen das Spektrum in der Nähe des Minimums der Ablenkung bleibt, so wird aus diesem Grunde auch die Zahl der, in diese Gegend des Schirms geworfenen Spektren groß sein, während sie in größerem Abstand davon seltener werden. Überall findet eine Überdeckung der verschiedenen Farben des Spektrums statt und das ergibt weiß. Nur am inneren Rande bleibt ein roter Saum vorhanden, weil keine andere Farbe eine so kleine Ablenkung haben kann wie das Rot, so daß hier keine weitere Farbmischung eintreten kann; das Rot muß also allein übrig bleiben.

Das Minimum der Ablenkung für ein Eisprisma von 60° in Luft beträgt rund 22 Bogengrade. Fällt Sonnenlicht auf eine Eiskugel, in der solche Prismen von 60° brechendem Winkel in großer Zahl vorhanden sind, so werden wir einen weißen Ring um die Sonne sehen, der innen der Sonne zugekehrt am hellsten ist und allmählig nach außen hin an Helligkeit abnimmt, der innere Rand ist rot gesäumt. Da jeder von den vielen möglichen Prismenwinkeln seine besondere Ringerscheinung erzeugt, so ist eine große Zahl solcher Halos dadurch erklärt.

Eine weitere Klasse von Haloerscheinungen entsteht durch Spiegelung an den ebenen Flächen der Eiskristalle. Auf diese Formen will ich jedoch nicht näher eingehen. Es sind vor allem die Lichtsäulen und der weiße Horizontalring, die durch Spiegelung an den horizontalen bzw. vertikalen Flächen entstehen. Brechung und Spiegelung im Innern der Kristalle können vereinigt auftreten und dadurch die Zahl der Haloerscheinungen beträchtlich vermehren. Bisher ist es aber gelungen, alle beobachteten Erscheinungen auf entsprechende Kristalle des Eises zurückzuführen, die auch mikroskopisch beobachtet worden sind.

Wir können allgemein behaupten, daß alle Halos, die auf einer Lichtbrechung im Eiskristalle beruhen, farbig sein müssen, während umgekehrt, alle nur auf Spiegelung zurückführbare Formen keine Farben zeigen können. Ganz streng scheint das zunächst nicht der Fall zu sein. Der häufigste Halo ist derjenige, der auf Brechung im Eisprisma von 60° brechendem Winkel beruht, es ist der Halo von 22° . Er erscheint, wenn er um die Sonne gesehen wird, meist farbig, wenn er dagegen um den Mond erscheint, meist weiß, ohne Farbe. Diese Beobachtungstatsache beruht aber nicht auf einer wirklichen Verschiedenheit der

Ringe, sondern ist rein physiologisch in einer Eigenschaft des menschlichen Auges begründet. Das Auge hat zwei Arten von Lichtempfindungen. Es enthält einen Schapparat für farbiges helles Licht und einen andern, der nur bei schwachem Licht arbeitet und nur zwischen hell und dunkel zu unterscheiden gestattet, also keine Farbenunterschiede aufzufassen erlaubt. Die Erscheinung läßt sich leicht beobachten. Sieht man z. B. einen Blumengarten bei Tage, so erscheint er schön bunt und farbig. Sieht man sich dagegen dieselbe Stelle abends bei Mondschein an, so wird kaum eine Spur von Farbe erkennbar sein, wir können nur hell und dunkel unterscheiden. Der Volksmund hat hierfür ein recht passendes Sprichwort geprägt: In der Nacht sind alle Katzen grau. In einem Spektrum liegt die Stelle der größten Helligkeit, die unser Auge empfindet, im gelben. Schwächen wir aber das Licht ab, so sehen wir, daß das Spektrum für unser Auge von beiden Seiten zusammenschrumpft und schließlich die Farben verschwinden. Es bleibt nur ein weißlicher Streifen übrig. Merken wir uns die Lage der hellsten Stelle, und sehen zu, in welchem Teil des hellen farbigen Spektrums sie liegt, so sehen wir, daß dieses Maximum nicht mehr im gelben, sondern im blau-grünen liegt. Wenn auf der Bühne der Eindruck des Mondscheins erweckt werden soll, so wird blau-grünes Licht verwandt!

Die Beobachtungen der Haloerscheinungen ist Übungssache. Wie es dem Laien zunächst scheint, sind Halos um den Mond häufiger als um die Sonne. Das ist aber Täuschung, wie eine genauere Statistik zeigt. Die Sonne allein scheint wesentlich länger als der Mond allein. Daher muß bei gleich häufigem Auftreten von Cirren auch die Zahl der Sonnen-Halos größer sein als die der Mond-Halos. Mondringe sind aber viel leichter zu beobachten als Sonnenringe, da das Mondlicht das Auge nicht blendet, während es das grelle Sonnenlicht tut. Da die Ringe meist in der Nähe des Himmelskörpers zu sehen sind, ist man weniger geneigt, am Tage darauf zu achten. Außerdem ist es natürlich nicht ratsam, mit ungeschützten Augen in die Sonne zu sehen. Man braucht also öfter gewisse Hilfsmittel um die Sonnenringe zu sehen, als die Mond-Halos. Das einfachste Mittel ist, die direkten Sonnenstrahlen abzublenden. Man kann auch durch farbige Gläser beobachten, die aber dunkel genug sein müssen. Ebenso bequem sind schwarze Spiegel, die das Licht nur von der vorderen Glasseite zurückspiegeln. Gut sind Spiegel aus schwarzem Glas. Man kann sich aber auch leicht solche Spiegel selbst herstellen, indem man ein Stückchen Spiegelglas mit Lack, etwa Asphaltlack übergießt, nachdem man die Glasfläche erst sorgfältig gereinigt hat. Ein solcher Spiegel ist dann sehr gut geeignet, um alle Erscheinungen an Wolken in der Nähe der Sonne zu beobachten.

Führt man genau Buch über jeden Sonnen- oder Mond-Halo, so kann man gewisse Gesetzmäßigkeiten der Häufigkeit der einzelnen Haloformen ableiten. Eine gute Statistik verlangt gutes Aufpassen auf jede Erscheinung. Aber auch dann ergeben sich sehr große Verschiedenheiten der Halohäufigkeit. Ich will hier eine kleine Tabelle einfügen, die sehr deutlich zeigt, wie große Unterschiede vorkommen.

Tabelle 1

Anzahl der Halophänomene während eines Jahres				
1882 bis 1883	Bossekop	107	1882 bis 1883 Kinguaifjord	152
"	Sodankylä	79	" Jan Mayen	40
"	Cap Thordsan	133	1892 bis 1893 Umanakfjord	37
"	Lenamündung	259	1898 bis 1899 an Bord der „Belgica“	75

Für Europa ergeben sich meist geringere Zahlen; ich will nur anführen, daß die mittlere Zahl der Beobachtungen für Potsdam 65 im Jahre beträgt (in den Jahren von 1893 bis 1900), in Upsala dagegen 86 (1866 bis 1872).

Auch die Häufigkeit der Einzelercheinungen unterliegt einem starken Wechsel. Ich will hier nur die siebenjährigen Beobachtungen aus Upsala bringen, die folgende Zahlen ergeben:

Tabelle 2

	Sonne	Mond	Zusammen
Halo von 22°	479	123	602
Nebensonne von 22°	163	22	185
Oberer Berührungsbogen beim Halo von 22°	71	27	98
Vertikale Lichtsäulen	74	21	95
Halo von 46°	22	1	23
Oberer Berührungsbogen des Halo von 46°	2	2	4

Eine sehr eingehende Beobachtungsreihe ist in Holland durchgeführt worden, wo sich eine größere Anzahl Beobachter zusammengefunden hat, um systematisch die Halos zu beobachten. Die Anzahl der beobachteten Fälle in den zehn Jahren 1892 bis 1901 beträgt:

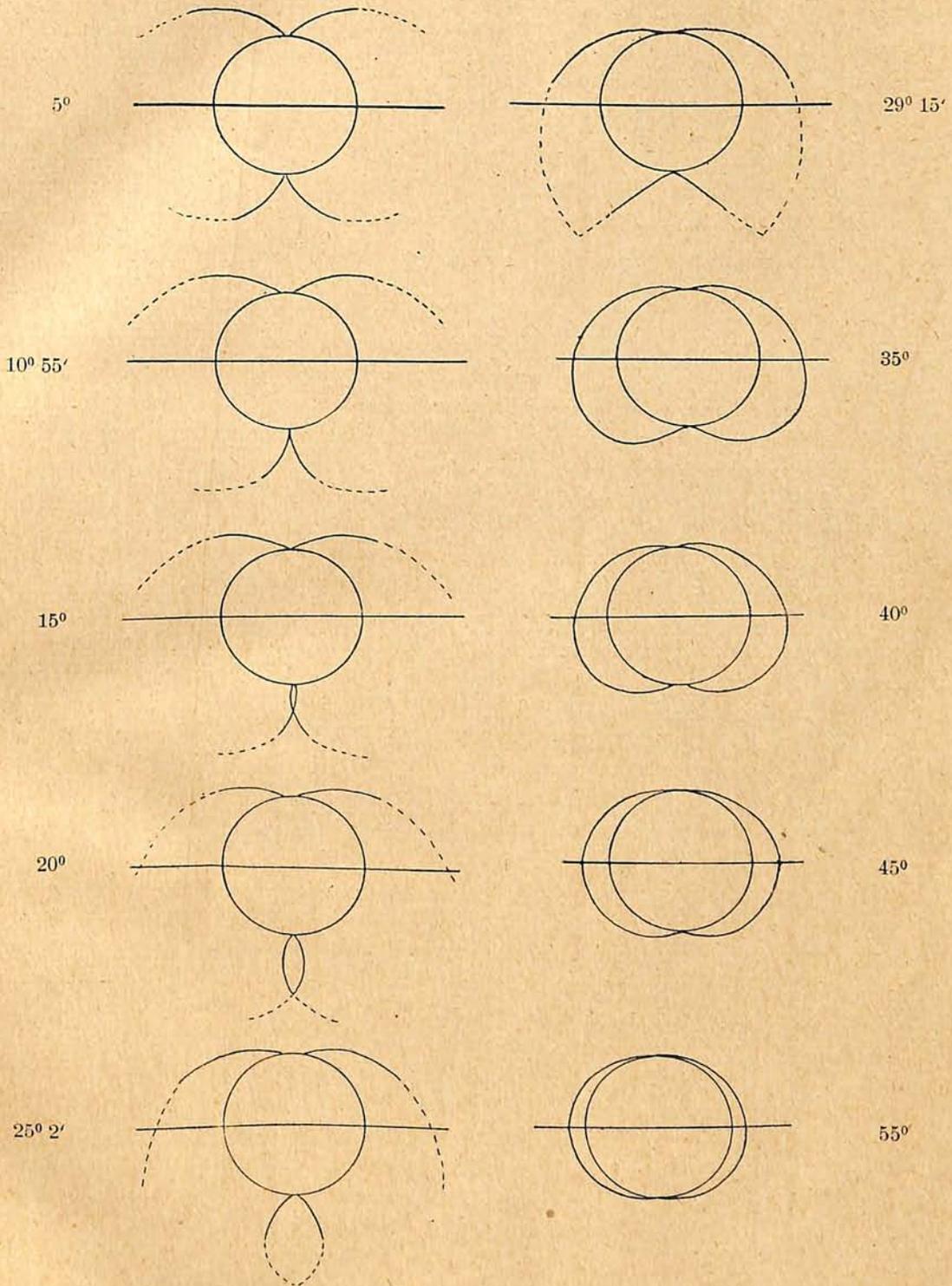
Tabelle 3

Halo von 22°	1689	Horizontalkreis	22
Nebensonne von 22°	423	Umschriebener Halo	13
Oberer Berührungsbogen des Halo		Unterer Berührungsbogen des Halo	
von 22°	113	von 22°	10
Oberer Berührungsbogen des Halo		Kreuze	6
von 46°	67	Nebengegensonnen	2
Lichtsäulen	43	Nebensonne von 46°	1
Halo von 46°	38	Abnormale Erscheinungen	13

Die Zahl der verschiedenen Haloformen ist also stark wechselnd. Worin dieser Wechsel begründet ist, bleibt noch unbekannt. Da wir aber zusammenhängende Beobachtungsreihen nur von wenigen Ländern besitzen, wäre es verfrüht, hierüber weitere Vermutungen auszusprechen.

Jedenfalls können wir annehmen, daß jeder Typus von Schneekristallen auch seine besonderen Haloerscheinungen zeigen wird. Wir wissen aber bis jetzt so gut wie gar nichts über die Entstehungsbedingungen der Kristallformen; wir können nur vermuten, daß die Ansatzkerne für die Kristallbildung dabei eine Rolle spielen werden, wahrscheinlich auch der Wasserdampfgehalt der Luft, der wieder von der Temperatur abhängt usw. Warum aber diese Bedingungen von Ort zu Ort und von Zeit zu Zeit wechseln, ist noch unbekannt.

Ich will nun noch auf einige seltenere Haloerscheinungen zu sprechen kommen, die ich durch Bilder belegen kann. Das erste Bild (Fig. 1) zeigt einen sogenannten umschriebenen Halo, auch elliptischer Halo genannt. Er ist deswegen besonders interessant, weil seine Form stark wechselt, so daß er bald fast ganz elliptisch aussieht, bald weit eigenartigere Formen aufweist. Es ist ein Triumph der Theorie der Erscheinungen, daß es gelungen ist, diese große Verschiedenheiten als gesetzmäßig bedingt abzuleiten und zwar hängt die Form von der Sonnenhöhe über dem Horizont ab. Einige Figuren (Fig. 2), mögen das zeigen; sie sind von P e r n t e r in seinem grundlegenden Werk „Meteorologische Optik“ berechnet worden. Die Eiskristalle für diesen Halo müssen der Theorie nach horizontal liegende Eisprismen sein und aus dieser Annahme ergeben sich dann alle die merkwürdigen Formen der Figur 2.



Figur 2

Der „umschriebene Halo“ bei verschiedenen Sonnenhöhen
(Die gestrichelten Teile sind so lichtschwach, daß sie der Beobachtung entgehen)

Die wiedergegebene Photographie, die Professor Süring am 4. September 1915 am Potsdamer Meteorologischen Observatorium aufgenommen hat, zeigt bei einer Sonnenhöhe von 42° sehr schöne Übereinstimmung mit dem theoretisch gefundenen Aussehen. Sie zeigt aber außerdem noch etwas ganz besonderes. (Eine Beschreibung dieser Erscheinung findet sich in der „Meteorologischen Zeitschrift“ 1915 S. 552/53.) Die Theorie fordert Symmetrie zu dem Sonnenvertikal, daß heißt zu der Linie, die senkrecht auf dem Horizont stehend durch die Sonne geht. Bei dem Halo vom 4. September 1915 war dies aber nicht der Fall, vielmehr sehen wir deutlich eine andere Orientierung. Die Symmetrieaxe liegt deutlich schief, von links oben nach rechts unten, etwa 5° gegen die senkrechte geneigt. Ferner zeigt sie, daß der an und für sich nicht sehr häufige Horizontalkreis, der durch die Sonne gehen müßte, etwas unterhalb (etwa 1 bis 2°) der Sonne vorbei geht. Diese Erscheinungen sind nicht mehr durch eine besondere Form der Eiskristalle zu erklären, sondern benötigen eine weitere Annahme. Professor Süring findet sie darin, daß die Eiskristalle nicht mehr durch die Schwerkraft allein im Raume in ihrer Lage gehalten werden, sondern daß eine, gegen die Horizontale geneigte Luftströmung eine geringe, aber gleichmäßige Drehung hervorruft.

Es ist naturgemäß, daß bei der Wiedergabe solcher zarten Gebilde einige feine Einzelheiten verloren gehen.

Einige Zeit darauf (am 8. Juni 1916 $0^{1/2}p$) sollte ich selbst Gelegenheit haben, eine Haloerscheinung in Potsdam zu beobachten, auf die ebenfalls dieselbe Erklärung anwendbar war. (Fig. 3 u. 4.)

In dem Cirrusschirm einer aufziehenden Bö erschien eine ungewöhnlich helle Nebensonne mit anschließenden Ringstücken des Halo von 22° , die zu den intensivsten gehörte, die ich je gesehen hatte. Für kurze Zeit ging eine ebenfalls sehr helle Lichtsäule von der Sonne aus bis zur Nebensonne und über sie hinaus. Der Abstand der Nebensonne betrug nach Messung an einer aufgenommenen Photographie rund 24° . Die Lichtsäule ging schräg nach links oben und bildete einen Winkel von, schätzungsweise, 70° gegen den Horizont. Die Sonnenhöhe betrug zu dieser Zeit 59° . Pernter schreibt in seiner „Meteorologischen Optik“ S. 259: „Bei mehr als 30° Höhe wurden Lichtsäulen und Kreuze niemals beobachtet.“

Der ganzen Lage nach scheint es sich zunächst um die sogenannte obere Nebensonne zu handeln. Diese ist aber nur eine helle Stelle des ringförmigen Halo, wo ein Berührungsbogen ansetzt. Die beobachtete Erscheinung zeigte aber ein anderes Aussehen, das der häufigen horizontalen Nebensonne; der bei dieser nicht seltene von der Sonne abgewandte Lichtschweif sowie die symmetrisch dazu liegenden Ringstücke des Halo von 22° sind kennzeichnend. Daher neige ich mich der Auffassung zu, daß es sich in dem beobachteten Fall um eine um 70° gedrehte horizontale Nebensonne und Lichtsäule gehandelt hat. Ihr Auftreten in einem Cirrusschirm läßt auch die nötige Neigung der Kristalle einigermaßen verständlich erscheinen, da Luftströmungen mit stark vertikaler Komponente in diesen Fällen vorkommen; auch die kurze Dauer und schnelle Veränderlichkeit der Erscheinung sind mit dieser Annahme im Einklang; denn die erforderliche gleichmäßige Neigung der Kristalle wird ja nur in einem kleinen Teil der Wolke vorhanden sein können.

Um Mittag des 23. Juni 1916 konnte ich in Potsdam eine weitere äußerst seltene Haloerscheinung beobachten. Innerhalb des gewöhnlichen Halo von 22° zeigten sich weitere Ringe mit kleineren Halbmessern. Eine Photographie dieser Erscheinung, wohl die erste dieses seltenen Halo überhaupt (Fig. 5), läßt eine ge-

nauere Ausmessung der Ringradien zu. Danach haben wir folgende Abstände des Innensaumes der Ringe von der Sonne von 17.9° , 19.7° und 22.3° ; die Breite der Ringe betrug bzw. 1.1° , 1.2° und 2.3° . Zeitweise waren die beiden inneren Ringe nicht getrennt sichtbar, sondern verschmolzen zu einem gleichmäßig hellen Ringe von rund 3° Breite. Der Innensaum des innersten Halo war deutlich rötlich, und ebenso der Ring von 22.3° , letzterer recht intensiv. Ein Ring von noch kleinerem Durchmesser scheint vorhanden gewesen zu sein, doch habe ich ihn leider nicht selbst gesehen, sondern infolge eines Mißverständnisses von einem mitbeobachtenden Rechner erst nachträglich davon erfahren. Der Außensaum soll schwach rötlich gewesen sein und der Ring etwa den halben Radius des 22° -Halo gehabt haben. Die photographische Aufnahme zeigt auch eine Andeutung dieses Ringes mit einem Außenhalbmesser von 13.8° ; doch ist hierbei eine Verwechslung mit einem Objektivreflex nicht ganz ausgeschlossen. Das Aussehen, ziemlich scharfe äußere Begrenzung und der rote Außensaum würde allerdings eher auf eine Beugungserscheinung als auf einen Halo deuten, doch möchte ich auf diese Wahrnehmungen kein allzu großes Gewicht legen, da ein Irrtum bei der geringen Entfernung von der hellen Umgebung der Sonne immerhin möglich ist.

Nach P e r n t e r, „Meteorologische Optik“ S. 381, sind die erzeugenden Eiskristalle für diese Halos Prismen mit aufgesetzten Pyramiden. In diesem Falle treten aber immer mehrere brechende Winkel gleichzeitig auf und somit müssen auch mehrere dieser außergewöhnlichen Halos gleichzeitig erscheinen. Nach der Bezeichnungsweise von A. W e g e n e r sind es verschwisterte Halos. In der Tat finden wir in den wenigen Zeichnungen, die von diesen Halos bekannt sind, immer mehrere dargestellt, wenn auch meist nur bruchstückweise (siehe z. B. P e r n t e r S. 265).

Wie die obige Tabelle 3 zeigt, kommen sowohl der umschriebene Halo als auch sonstige abnormale Erscheinungen außerordentlich selten vor. Unter den rund 1700 Halos der holländischen Reihe gibt es deren nur je 13, also weniger als 1%. Unter die abnormalen Erscheinungen fallen alle möglichen seltenen Haloformen. Nur ein Teil von ihnen sind Ringe mit kleineren Radien. Es muß nach allem als ein besonders glücklicher Zufall angesehen werden, daß drei so auffallende Erscheinungen in so kurzer Zeit beobachtet werden konnten. Wenn in Potsdam im Durchschnitt 65 Halos beobachtet werden, so zeigt ein Vergleich der Zahlen, daß man im großen Durchschnitt nur etwa alle zwei bis drei Jahre auf eine ungewöhnliche Haloerscheinung rechnen kann.

Für alle Haloerscheinungen sind folgende drei Bedingungen erforderlich:

1. müssen die geeigneten Kristallformen vorhanden sein und zwar in genügender Anzahl, um eine hinreichend lichtstarke Erscheinung hervorbringen zu können;
2. müssen die Kristalle die gleiche Orientierung im Raume haben; und 3. müssen sie genügend groß sein. Die Verteilung der Schneekristalle in einem Schneefalle ist nach den Beobachtungen derart, daß die Hauptformen gleichzeitig fallen, wobei die eine oder die andere freilich stark überwiegt, was aber starken zeitlichem und damit auch räumlichem Wechsel unterliegt. In den meisten Fällen dürften aber die für die häufigsten Haloformen notwendigen Kristalle vorhanden sein. Die zweite Bedingung gleicher Orientierung dürfte dagegen nicht immer vorhanden sein. Geringe Schwankungen um die Normallage dürften wohl immer vorhanden sein, und sind sogar Voraussetzung für die Erklärung bestimmter Halos. Je geringer die Pendelungen um die Mittellage sind und je seltener sie eintreten, um so intensiver und schärfer begrenzt wird unter sonst gleichen Bedingungen der

Halo sein. Mit zunehmender Ungleichmäßigkeit in der Orientierung wird die Erscheinung verwaschener, der Ring breiter, und schließlich bei wechselnder Grenze, je nach der Zahl der beteiligten Eiskristalle, sogar so undeutlich, daß kein Halo mehr zu sehen ist. Das Kriterium der Größe der erzeugenden Kristalle ist wohl noch nicht hinreichend geklärt.¹⁾ In vielen Fällen wird immer noch der Einwand möglich sein, daß Halo und Kranz nicht in derselben Wolkenschicht entstanden sind, sondern sich nur aufeinander projizieren; die haloerzeugenden Cirren sind ja oft außerordentlich zart und geben doch häufig die prächtigsten Halos.

Je strukturloser die Cirren sind, um so schöner sind auch meist die Halos entwickelt, in flockigen Formen sind sie meist weniger schön und dann auch breiter und verschwommener, aber auch in den meist dichten und filzigen Cirrenschirmen habe ich nicht selten deutliche Halos gesehen.

Wenn trotz des Vorhandenseins von Eiswolken keine Haloerscheinungen sichtbar sind, so kann das die verschiedensten Ursachen haben. Daß geeignete Eiskristalle nicht vorhanden sind, wird wohl nicht sehr oft vorkommen. Ferner können die Kristalle zu klein sein oder auch die Cirruswolke ist zu wenig durchsichtig, was man vor allem bei den Gewittercirren angenommen hat. Als weiteren und nicht seltensten Grund möchte ich annehmen, daß die Orientierung der Eiskristalle nicht gleichmäßig genug ist. Wenn die Anordnung in kleinen Wolkenräumen ungleichmäßig ist, werden wir keinen Halo sehen oder nur einen breiten und verwaschenen. Nicht selten sind auch nur kleine Bruchstücke des Halo zu sehen, was auf einigermaßen gleichmäßige Orientierung in bestimmten Wolkenbezirken deutet. Schließlich kann die Orientierung in großen Räumen gleichmäßig von dem Normalen abweichen, hierher dürfte der von R. Süring beschriebene Fall gehören.

Es wird sich daher empfehlen, auch die Fälle aufzuzeichnen, in denen kein Halo trotz anscheinend vorhandener Cirren oder anderer Eiswolken auftritt. Daneben wäre die Form der Cirren näher zu charakterisieren, z. B. als streifig, flockig oder gleichförmig, und die Form der Halos als scharf begrenzt, verwaschen, ob vollständig oder nur bruchstückweise zu bezeichnen, bei Messungen außer dem Abstand von Sonne oder Mond auch die Breite der Ringe anzugeben.

Wenn ich von der Voraussetzung ausgehe, daß die Lageabweichungen durch Luftströmungen hervorgerufen werden, so würde sich aus solchen Angaben schließen lassen, ob die Luftströmungen in dem Cirrusniveau gleichförmig oder turbulent sind usw. Auf jeden Fall würden eingehendere Beobachtungen in der oben angedeuteten Form sehr erwünscht und zur Klärung mancher Fragen notwendig sein.

Die Photographie einer Haloerscheinung ist nicht schwer. Es gehört dazu eine nicht zu schwache Gelbscheibe und eine gute orthokromatische Platte; die Belichtungszeit muß natürlich kurz sein und muß durch Versuche gefunden werden. Für die Aufnahme (Fig. 1) gibt Professor Süring an: $\frac{1}{50}$ Sekunde, Blende 36 gleich $f : 19$ und Silbereosin-Platte. Die meisten Objektive sind allerdings kaum zu solchen Aufnahmen geeignet. Meist gebraucht man einen Weitwinkel. Eine zweite Bedingung ist die Reflexfreiheit der Objektive, eine Forderung, die die meisten und gerade die sonst besten modernen Objektive nicht erfüllen. Ein Reflex entsteht folgendermaßen: Die Lichtstrahlen fallen durch die Objektivvorderfläche auf eine innere Fläche der mehrlinsigen Objektive, werden dort

¹⁾ Rudolf Meyer: Eiskristalle und Ringe. Meteorol. Zeitschrift 29, 1910, S. 112.

Meteorol. Observatorium Potsdam.

Phot. Dr. Barkow.

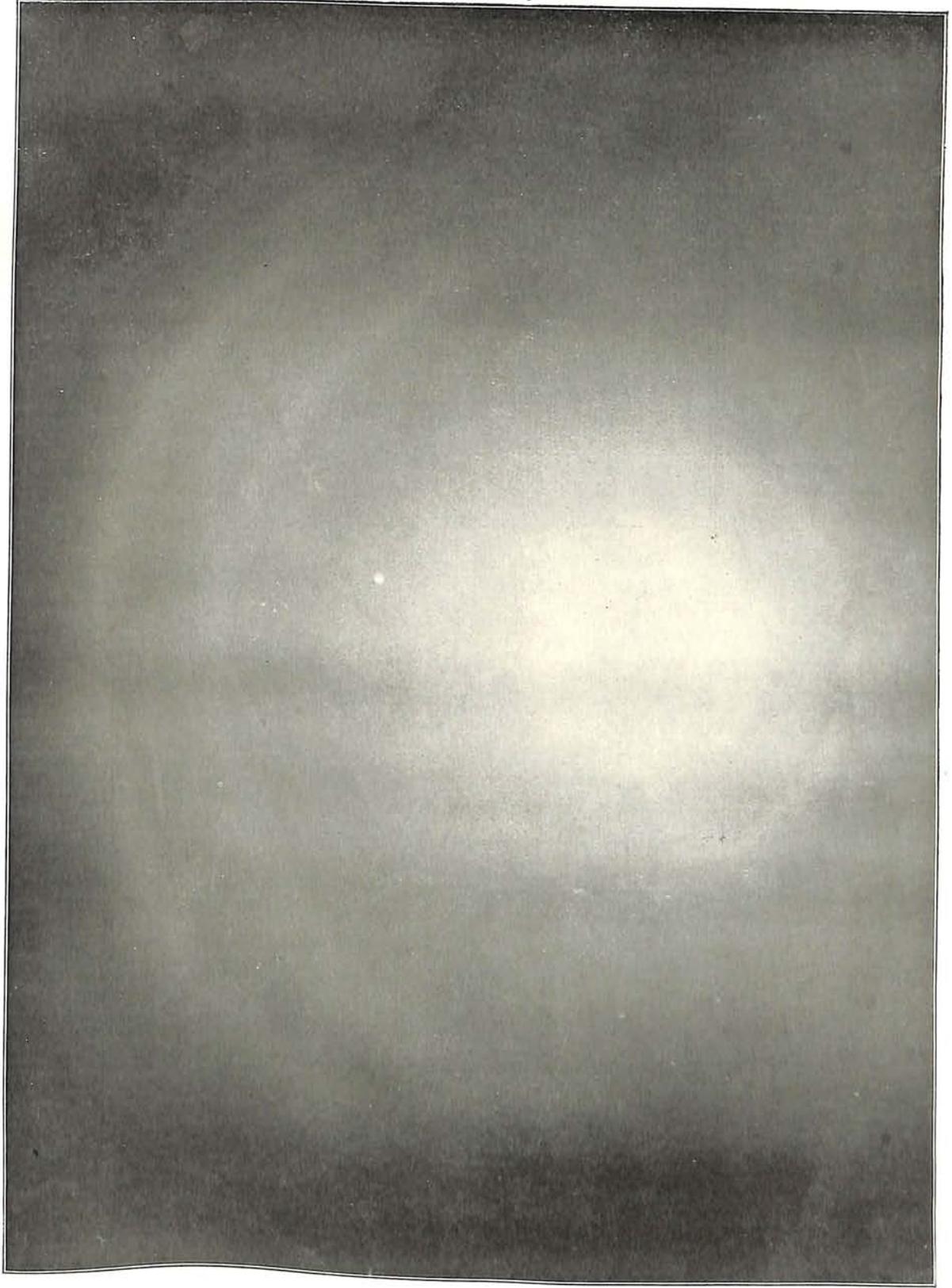


Fig. 5. Haloerscheinung mit ungewöhnlichen Halbmessern.

reflektiert, treffen eine zweite Fläche, die sie erneut ins Innere der Kamera zurückwirft. Bei geeigneten Krümmungsradien der reflektierenden Flächen wird das Bild, etwa der Sonne, eine helle Scheibe auf der Platte. Diese Reflexe sind natürlich auf keinen Fall zu vermeiden. Nur eine Lochkamera ist frei davon. Aber es muß gefordert werden, daß das Licht der Reflexe nicht zu stark wird, daß heißt also, daß die auf der Platte entstehenden Lichtflecke sehr groß und verwaschen sind. Dadurch werden sie so lichtschwach, daß sie praktisch unwirksam werden. Diese Forderung ist aber äußerst selten erfüllt. Vor einigen Jahren hatte ich Gelegenheit, eine große Anzahl verschiedener Objektive, Aplanate und Anastigmaten auf diesen Fehler hin zu durchmustern, darunter die bekanntesten, besten Objektive unserer großen optischen Firmen. Nach langen Bemühungen erhielt ich endlich ein nicht listenmäßiges Objektiv, das von diesem Fehler in befriedigender Weise frei war. Wegen dieses Fehlers lautet ja auch zum guten Teil eine Arbeitsvorschrift für photographische Aufnahmen, daß man die Sonne nicht auf die Platte bringen soll.

Eine Kriegshimmelserscheinung.

Von Dr. V. Franz.

(Mit einer Abbildung.)

Von den im modernen Kampf zur Verwendung kommenden technischen Mitteln und Einrichtungen gehen mancherlei besondere Kriegs-Himmelserscheinungen, wenn dieser Ausdruck erlaubt ist, aus: optische Phänomene in der Atmosphäre, denen man eine Ähnlichkeit mit den Beobachtungsobjekten der Astronomen und Meteorologen nicht absprechen kann.

Wird man nicht gerade jede nachts aufsteigende Leuchtkugel zu den Kriegshimmelserscheinungen rechnen, so doch ganz bestimmt den von einer Leuchtkugel erzeugten nächtlichen Regenbogen, der neben einem Mondregenbogen erschien, wie ich das im Jahrgang 1916 S. 77 dieser Zeitschrift beschrieb.

Eine andere eigenartige Himmelserscheinung ist die eines in großer Ferne dahinziehenden, für unser Auge nur noch punktförmig kleinen Flugapparates, wenn die Sonne ihn bescheint. Denn dann glänzt er manchmal wie ein Stern und kann namentlich kurz vor Sonnenaufgang, wenn das Flugzeug schon im Bereich der Sonnenstrahlen ist, am bleigrauen Himmel wie eine wandelnde Venus aussehen; und man stellt sich die Frage, ob das helle Leuchten dieses Punktes lediglich auf Reflexion des Sonnenlichtes beruhen mag, oder mehr auf Beugung der Lichtstrahlen an ihm.

Auch das kann in diesem Zusammenhange erwähnt werden, daß man an einem am Horizont aufsteigenden Fesselballon dieselbe Wahrnehmung zu machen glaubt wie bei der aufgehenden Sonne oder dem aufgehenden Monde: er sieht größer aus, als hernach, wenn er hoch am Himmel steht, und ebenso erscheint er vergrößert, wenn er sich wieder herabsenkt, gleich wie Sonne und Mond beim Untergang. Wie bei Sonne und Mond beruht auch beim Fesselballon dieser Eindruck nur auf Sinnestäuschung, wovon man sich durch Nachmessen mit dem Scherenfernrohr leicht überzeugen kann. Bekanntlich hat die Erklärung dieser Sinnestäuschung Astronomen und Mathematiker wiederholt beschäftigt, bis die beste Erklärung, eine rein biologische, vor einigen Jahren durch Geheimrat F i l e h n e in Breslau gefunden wurde: unser Gehirn hat längst gelernt, die für

das Auge wie für jede photographische Platte zustande kommende perspektivische Verkleinerung entfernter Gegenstände in hohem Grade zu korrigieren, es denkt sich die Ferne größer, als sie rein optisch erscheint, übt aber eine solche geistige Korrektur hauptsächlich nur beim Blick in horizontaler Richtung, weil dies der gewohnteste ist, während beim Blick nach oben der rein optische Eindruck viel unmittelbarer spricht; daher erscheint Kindern der Schornsteinfeger auf dem Dache als Zwerg, daher erscheint uns das Tagesgestirn hoch am Himmel kaum größer als unter bloßem Gesichtswinkel, tief am Horizont aber vergrößern wir es, und nur eine Photographie, die auch entfernte Häuser oder Bäume in für den Anfänger überraschendem Maße scheinbar verkleinert, läßt uns hier die wirkliche Kleinheit auch der Sonne erkennen. Die Täuschung ist bei auf- oder untertauchenden Fesselballons nicht so stark wie bei Sonne und Mond, doch glaube ich mich nicht darüber zu täuschen, daß sie für jedermann bestehen wird.

Bei längerem Kriegsleben nimmt man dann und wann noch irgendwelche sonstige eigentümliche Lichterscheinungen am Himmel wahr, für die man oft keine Erklärung findet. Doch hätte es keinen Zweck, solche höchst unbestimmte Eindrücke von kurzer Dauer näher zu besprechen.

Anders bei einer merkwürdigen Beobachtung, die ich gestern, am 6. April 1917, vormittags 11 Uhr, zum ersten Male machte.

Es war ein sonniger Tag mit klarer Luft, der Himmel nur stellenweise bewölkt, echtes Fliegerwetter, das von beiden Parteien lebhaft ausgenutzt wurde. Deutsche und englische Flieger und Fliegergeschwader durchsummten die Luft, die zudem erfüllt war vom Knattern der Maschinengewehre auf den Flugapparaten, vom Donner der Flugzeugabwehrgeschütze, vom Zischen und Zerknallen der zahlreichen emporgesandten Sprenggranaten und Schrapnelle, nicht zu vergessen das Artilleriefeuer nach Zielen auf der Erde.

Meine Augen waren aufwärts gerichtet, denn soeben hatte ich den fesselnden Zweikampf zwischen einem deutschen und einem englischen Flieger verfolgt, der die jetzige Überlegenheit der deutschen Flieger in den viel gewandteren, fast beängstigenden Wendungen und Schwenkungen des Deutschen und in seinem glücklichen Siege dartat, denn der Engländer geriet plötzlich ins Brennen und stürzte unter Zurücklassung einer großen schwarzen Rauchwolke in die Tiefe.

Da sah ich in einem Häufchen Stratocirruswolken — wofür ich sie im ersten Augenblick hielt — eigentümliche flimmernde Bewegungen, die ich sofort für Schlieren nahm und mithin zunächst auf ein Flimmern der Luft zurückführen wollte.

Doch konnte ich nicht annehmen, daß vor mir in merklichem Maße erwärmte Luft vom Erdboden aufstieg, die die Schlieren hervorrufen könnte, insbesondere lag nicht etwa der Schornstein eines Unterstandes vor mir. Auch waren die Schlieren größer als die an Sommertagen über dem Erdboden bemerkbaren und regelmäßiger, geradliniger.

Denn es schoben sich, wie die weitere Beobachtung lehrte, parallele gerade Linien in gleichen Abständen in voller Breite schnell über die weiße, am blauen Himmel stehende Wolke hinweg.

Die nach dem Gedächtnis entworfene Skizze, Fig. 1, soll das Gesagte verdeutlichen. Ihr Umriß stellt den Umriß der weißen Wolke dar. Die schwarz gezeichneten parallelen Linien denke man sich noch heller weiß als die Wolke,

also wie Lichtreflexe. Der Raum zwischen ihnen war — wenn mich die Erinnerung nicht täuscht — etwas verdunkelt gegenüber dem Weiß der Wolke, solange die Lichtbewegung in ihr nicht bestand. Die kurzen Pfeilstriche in der Skizze geben an, in welcher Richtung das Liniensystem in schneller Bewegung war.

Nachdem die Erscheinung einige Sekunden angedauert hatte und dann wieder für Sekunden nachließ, um bald wieder einzutreten, kam ich auf die Vermutung, daß es sich hier um sichtbar werdende Luftverdichtungswellen handeln müsse, was mir durch die weitere Beobachtung noch wahrscheinlicher wurde.

Beim oftmaligen schnellen Eintreten und Wiederverschwinden der Erscheinung, die auch stark an die Lichtreflexe von einer Wasserfläche, auf der Wellen fortschreiten, erinnerte, kam es von Zeit zu Zeit vor, daß die Wellen, wie wir sie nennen wollen, aus einer anderen Richtung heranflossen, oder daß solche aus einer zweiten Richtung, vielleicht in kürzeren Abständen aufeinander folgend, sich mit denen aus der ersten Richtung kreuzten. Der wandernde Kreuzungspunkt zweier heller Linien war dann von besonderer Helligkeit. Auch gab

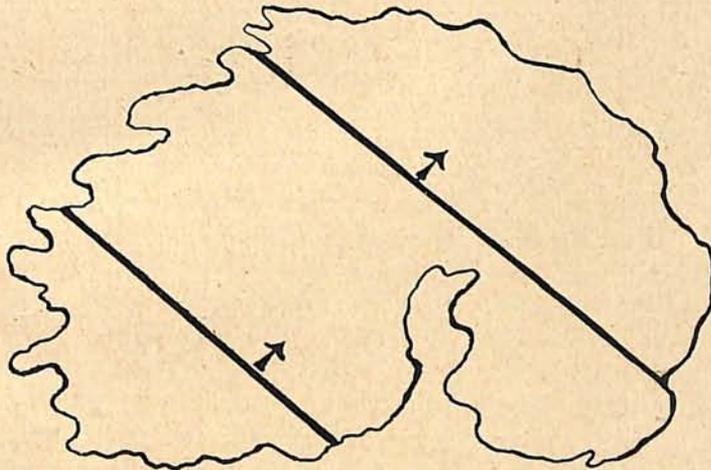


Fig. 1.

Umriß einer weißen Wolke mit parallelen Lichtreflexen.

es Momente, in denen die ganze Fläche der Wolke ein buntes Gewirr beweglicher, durcheinandertanzender heller und dunkler Flecke darstellte, ganz ähnlich den Lichtern von einer gekräuselten Wasserfläche. Schließlich sei erwähnt, daß bei den zuerst beschriebenen und in Abb. 1 skizzierten großen Wellen die hellen Streifen mitunter verdoppelt waren, aus einem stärkeren und einem ihm folgenden dünneren bestehend.

Nur wenige Minuten dauerten diese Vorgänge an, seitdem ich auf sie aufmerksam geworden, dann zerfloß die Wolke, und auf anderen Wolken sah man von der Erscheinung nichts. Die somit nur kurze Beobachtungszeit reichte nicht hin, noch bestimmtere Eindrücke vom Aussehen der Lichterscheinung zu gewinnen, wurde jedoch verwendet, um nach Möglichkeit durch Schätzung einige ungefähre Maße zu erhalten.

Hierfür ist vor allem wichtig, was mir inzwischen klar wurde, daß die Wolke nicht natürlichen Ursprungs war, sondern zusammengeflossen aus etwa drei durch den Wind zerschlossenen Schrapnellwölkchen, die von einer Fliegerbeschießung herrührten. Sie mochte etwa in 800 bis 1000 Meter Höhe über dem Erdboden schweben, viel niedriger als alles andere Gewölk am Himmel, das natürliche sowie die Schrapnell- und Sprengwolken, wenigstens soweit diese in näherem Umkreise waren. Die Sonne stand etwa 90 Grad rechts von der Wolke in ungefähr gleicher Höhe am Himmel. Die Wolke mochte etwa 600 Meter Ausdehnung haben, die Wellen schritten auf ihr mit, rund geschätzt, 300 Metern Geschwindigkeit, also wohl mit Schallgeschwindigkeit fort und hatten meist etwa 300 m Länge oder Abstand zwischen je zwei hellen Streifen, waren also viel länger als die längsten Schallwellen, die unser Ohr vernimmt.

In der kurzen Beobachtungsdauer konnte ich mir nicht darüber klar werden, ob es nach der Fortschreitensrichtung der Wellen wahrscheinlich sei, daß sie ihren Ursprung an der Mündung feuern der Geschütze haben. Ich halte dies jedoch auch so für sehr wahrscheinlich, da bei ihrer bis zu gewissem Grade unleugbar regelmäßigen Wiederkehr kaum eine andere Erklärung erfindlich sein dürfte.

Bekanntlich gibt es beim Abfeuern eines Geschützes nicht nur einen lauten Knall, der um so dumpfer, tiefer ist, je schwerer das Geschütz, sondern auch einen starken fühlbaren Luftdruckanprall. Dieser schreitet gleich dem Schalle fort und wahrscheinlich folgen ihm noch eine Anzahl für uns nicht fühlbarer Luftdruckwellen — ganz wie ein ins Wasser geworfener Stein nicht nur einen, sondern mehrere, konzentrisch sich vergrößernde Wellenringe erzeugt. Diese Luftwellen könnten es sein, welche unter geeigneten Bedingungen einmal sichtbar würden. Die sich fortschiebenden scheinbar geraden Linien wären also Teile sehr großer Kreisbögen. Das Günstige der Bedingungen für das Sichtbarwerden der Wellen mag namentlich in der Erdnähe der sonnenbeschiedenen, vereinzelt, nicht mehr sehr dichten, weißen Wolke liegen, ferner darin, daß der Blick des Beobachters wahrscheinlich quer zur Fortschreitensrichtung der Wellen, also tangential zur Wellenkugelfläche, gerichtet war. Es mag sich optisch ziemlich einfach erklären, daß unter diesen Umständen jedesmal das Bereich der Luftverdichtung besonders hell erscheint, weil in ihm auch die winzigen Wassertropfchen, die das Weiß der Wolke ergeben, momentan etwas dichter aneinandergedrängt werden. Möglich, daß auch die veränderte Lichtbrechung in der momentan verdichteten Luft selbst mitwirkt.

Ein Offizierstellvertreter, der neben mir stand, und den ich auf die Erscheinung aufmerksam machte, sah sie staunend gleichfalls, und zwar, wie er mir sagte, zum ersten Male.¹⁾ Er fügte hinzu: „Was doch in der Luft alles vor sich geht“, und damit mag er wohl Recht haben. Denn über die dem Luftprall nach Abschluß folgenden Luftwellen, wofür ich das Beobachtete halten möchte, hat man sich in der Wissenschaft wohl erst wenig Rechenschaft gegeben.

Diese durch Kriegshandlungen hervorgerufene Himmelserscheinung, zugleich eine Erscheinung am Kriegshimmel in buchstäblicher und für diesen Tag vortrefflich passender Bedeutung des Wortes, ist eine Kriegshimmelserscheinung im leicht zweifachen Sinne.

¹⁾ Er sah dasselbe auch am folgenden Tage wieder.

Der gestirnte Himmel im Monat Mai 1917

Von Dr. F. S. Archenhold

Erklärungsversuche der Sonnenflecke

Die große Bedeutung, die die Sonnenflecken durch ihre Beziehungen zum Erdmagnetismus, zu den lichtelektrischen Erscheinungen in unserer Lufthülle, überhaupt zur ganzen Meteorologie in früher nie geahnter Weise erlangt haben, machen es wünschenswert, immer mehr in die geheimnisvollen Vorgänge bei der Entwicklung der Sonnenflecke einzudringen. Im Jahre 1912 hat Hale (Publ. Astron. Soc. of the Pacific Bd. 24 Nr. 144) eine Theorie aufgestellt und Richtlinien für die Untersuchung gegeben. Nach seinen Ausführungen entstehen die Sonnenflecken dadurch, daß durch einen Ausbruch oder eine andere Ursache, die eine schnelle Fortbewegung bedingt, eine Gassäule aus dem Inneren der Sonne zur Oberfläche der Photosphäre emporsteigt. „Durch den Unterschied der Rotationsgeschwindigkeit benachbarter Zonen oder durch Unregelmäßigkeiten der Struktur wird eine Wirbelbewegung verursacht und fortgepflanzt. Die Bewegung in dem Wirbel steigt wie beim irdischen Tornado senkrecht aufwärts und geht dann außen an der Photosphäre entlang. Die Ausdehnung bringt eine Abkühlung im Innern des Wirbels hervor, wodurch eine verhältnismäßig dunkle Masse, die Umbra, entsteht. Nach Harkers Experimenten mit dem elektrischen Ofen setzt ein schneller Zug negativer Ionen von den heißeren äußeren Gasen zu den abgekühlteren der Mitte ein. Die Ionen, die mit dem Wirbel fortgerissen werden, verursachen ein magnetisches Feld.

Die in der höheren Sonnenatmosphäre liegenden Gase (besonders Wasserstoff) werden nach Birkelands und Störmers Theorie der Nordlichter längs der Kraftlinien gegen den magnetischen Pol gezogen. Die Bildung der Wasserstoff(H_{α})-Flocculi, wie sie der Spektroheliograph zeigt, wird hierdurch verursacht.

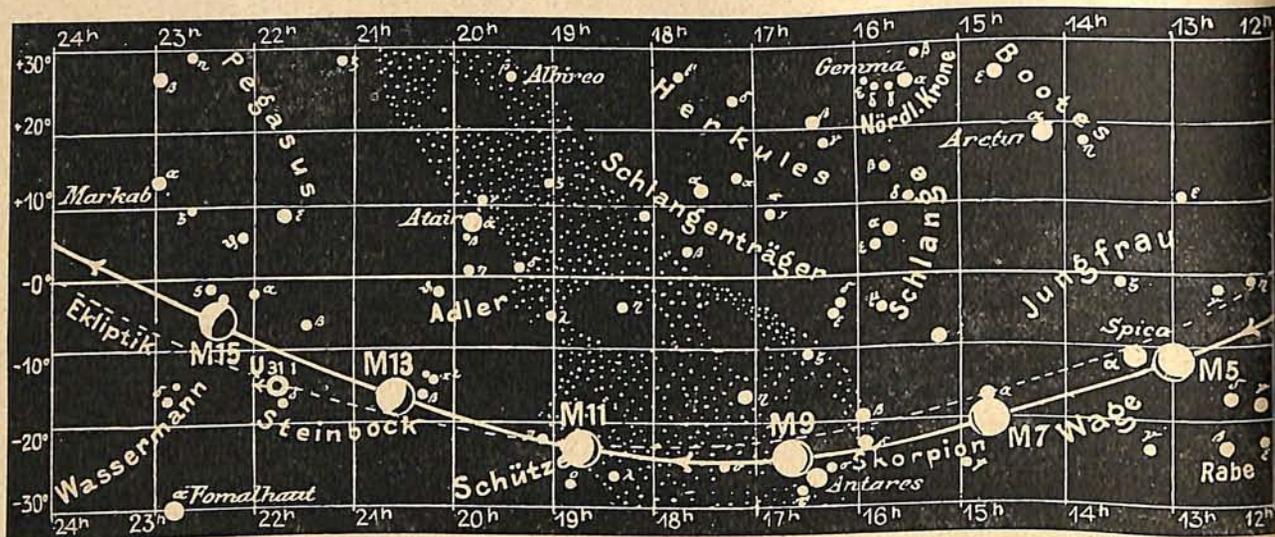
Bis jetzt haben wir den Fleck als einfach angenommen. Die typische Flecken-Gruppe entsteht durch die Entwicklung eines zweiten Fleckes nach Osten zu (dem ersten Flecke folgend), deren Verbindungslinie nur einen kleinen Winkel mit dem Aequator bildet. Die Drehung der beiden Hauptflecken, es sind gewöhnlich auch noch kleinere Begleiter vorhanden, ist entgegengesetzt, und die Wasserstoff(H_{α})-Flocculi, die solch eine bipolare Gruppe umgeben, sehen aus wie die Kraftlinien um einen Stabmagneten. Wir haben die Wahl zwischen zwei Hypothesen für diese Erscheinung. Nach der ersten erhebt sich der tiefer gelegene Teil des Wirbels, der hinter dem oberen Ende zurückbleibt, nach oben, um die Photosphäre zu erreichen, und bildet so eine hufeisenförmige Schraube. Wie beim einzelnen (einpoligen) Fleck fließen die Wasserstoff- und anderen hochgelegenen Gase längs der Kraftlinien zu den beiden Flecken der Gruppe. Nach der zweiten Ansicht entstehen die beiden Wirbel unabhängig von einander mit fast radialen Achsen. Die Entscheidung kann nur durch vergleichende Untersuchung der Hauptflecken einer bipolaren Gruppe getroffen werden, wenn man die Hauptaufmerksamkeit auf die Lage der Wirbelachsen zur Gesichtslinie, (Zeeman-Effekt) auf die Richtung der Strömung (nach innen oder außen) der Gase in verschiedenen Höhen und die relative Temperatur und den Druck der beiden Flecken lenkt.“

Die Entdeckung von Evershed, daß im Spektrum der Penumbra die Fraunhoferschen Linien Verschiebungen dauernder Natur gegen ihre normale Lage zeigen, die im „Weltall“ Jahrgang 14 S. 49 eingehend besprochen worden ist, muß durch Bewegungen von nur geringer Geschwindigkeit, etwa 1 km in der Sekunde, erklärt werden. Die schon früher bekannten besonders bei plötzlichen Ausbrüchen und der Entstehung der Flecken beobachteten Linienverschiebungen sind viel größer und veränderlicher und deuten auf eine Auf- und Abbewegung der Gasmasse in den Sonnenflecken von Hunderten von Kilometern.

Die Sterne

Auf unserer Sternkarte, die den Anblick des Sternenhimmels für den 1. Mai abends 11^h (mitteleuropäische Sommerzeit) angibt und daher auch für den 15. Mai

Fig. 1b



S = Sonne M = Mond Me = Merkur V = Venus Ma = Mars

abends 10^h und den 31. Mai abends 9^h usw. gilt, zeigt uns hoch um den Zenit gelagert die Sterne des großen Bären. Genau im Norden steht die Kassiopia, deren hellster Stern α , auch Schedir genannt, genau im Meridian liegt. Südlich des Zenits durchschneidet der Meridian das sternreiche Bild des Haars der Berenice und das Tierkreisbild der Jungfrau und senkt sich am Raben vorbei zum Horizont. Die Milchstraße lagert längs des Horizontes genau von Osten nach Westen am Himmel.

Der Lauf von Sonne und Mond

Die Sonne (Feld 2^{1/2}^h bis 4^{1/2}^h) tritt vom Sternbilde des Widders in das des Stiers. Die Länge der Tage nimmt schnell zu, wächst doch die Mittagshöhe im Laufe des Monats um 7°. In nachstehender Tabelle sind die Auf- und Untergangszeiten wieder in mitteleuropäischer Sommerzeit angegeben:

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang (M. E. Sommerzeit)	Sonnenuntergang (M. E. Sommerzeit)	Mittagshöhe
Mai 1.	+ 14° 59'	5 ^h 38 ^m	8 ^h 29 ^m	52 ^{1/2} ^o
- 15.	+ 18° 48'	5 ^h 13 ^m	8 ^h 52 ^m	56 ^{1/4} ^o
- 31.	+ 21° 53'	4 ^h 53 ^m	9 ^h 15 ^m	59 ^{1/4} ^o

Der Mond, der von zwei zu zwei Tagen mit seinen Lichtgestalten für die Mitternachtszeit eingetragen ist, hat seine Hauptphasen an folgenden Daten:

Vollmond: Mai 7. 4^h morgens Neumond: Mai 21. 2^h morgens
 Letztes Viertel: - 14. 3^h morgens Erstes Viertel: - 29. 1^h morgens

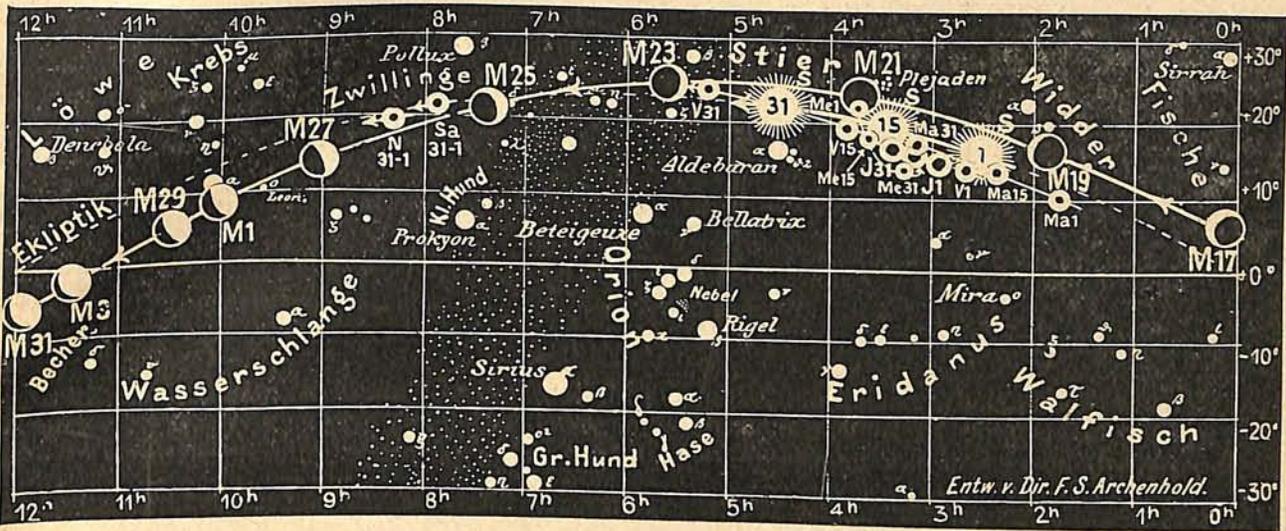
Die Planeten

Mercur (Feld 3^{3/4}^h bis 3^{1/4}^h) ist in den ersten Tagen des Monats noch gut am nordwestlichen Abendhimmel zu sehen. Es ist auch möglich, ihn im Fernrohr noch am 13. Mai zugleich mit der Venus im Gesichtsfelde, 24' nördlich von ihr, zu beobachten. Dann verschwindet er aber in den Strahlen der Sonne und wird erst wieder Ende September am Morgenhimmel sichtbar.

Venus (Feld 2^{3/4}^h bis 5^{1/4}^h) wird in der zweiten Hälfte des Monats auf kurze Zeit als Abendstern am nordwestlichen Himmel wieder sichtbar. Aus Durchmesserbestimmungen von Rabe im Jahre 1913 ergibt sich ein Wert von 17",3 und eine Abplattung von 1 : 105,

Fig. 1a

Nachdruck verboten



J = Jupiter Sa = Saturn U = Uranus N = Neptun

also eine größere Abplattung als die der Erde. Schon Ventosa in Madrid hatte im Jahre 1911 (A. N. 4531) auf die Möglichkeit der Bestimmung der Abplattung der Venus aus Messungen des Durchmessers während der unteren Konjunktion aufmerksam gemacht. Die Venus ist schon sehr häufig mit bloßem Auge am hellen Tage gesehen worden, selbst ohne vorherige Kenntnis des Ortes, wo sie aufzusuchen war. Aus neueren Beobachtungen geht hervor, daß sie schon fünf Monate vor und noch einen halben Monat nach ihrem größten Glanze aufgefunden werden kann. Sogar durch dünne Cirruswolken vermag sie noch hindurch zu scheinen. Wir haben oft, selbst um die Mittagszeit, bei klarem Himmel von Besuchern, die die Venus mit dem großen Fernrohr beobachtet hatten und nun durch die Richtung des Fernrohrstandes annähernd den Ort der Venus kannten, gehört, daß sie den Stern mit bloßem Auge deutlich wahrnehmen konnten.

Mars (Feld $1\frac{3}{4}^h$ bis $3\frac{1}{4}^h$) bleibt während des ganzen Monats unsichtbar. Neuere Forschungen aus der letzten günstigen Sichtbarkeitsperiode haben zweifelsohne ergeben, daß auf dem Mars oft unter den Augen des Beobachters große Umwälzungen auftreten. Es bilden sich Schleier, die über verschiedene Gegenden hinwegziehen und deren Anblick zeitweise verdecken. Schnelle Veränderungen in Ton und Farbe sind bei hellen und dunklen Flecken wahrgenommen worden. Die weißen Polarkalotten haben ihr Aussehen und ihre Grenzen stark verändert. Diese Tatsachen sind in zahlreichen Nächten durch viele Zeichnungen an verschiedenen Beobachtungsstellen und von den verschiedensten Beobachtern unabhängig von einander festgestellt worden. Ganz neue Probleme sind hierdurch für die Marsforschung entstanden. Insbesondere sind die veränderten Färbungen bei Tagesanbruch wie auch bei Sonnenuntergang auf dem Mars geeignet, bei der bevorstehenden Erdnähe des Mars die Aufmerksamkeit der Beobachter zu fesseln. Da diese Veränderungen nicht nur von Stunde zu Stunde sondern von Minute zu Minute vor sich gehen, der Bleistift oft nicht flink genug sein kann, das wechselnde Aussehen festzuhalten.

Jupiter (Feld 3^h bis $3\frac{1}{2}^h$) ist in den Strahlen der Sonne nunmehr ganz verschwunden, tritt am 9. in Konjunktion mit ihr und bleibt daher während des ganzen Monats unsichtbar.

Saturn (Feld $7\frac{3}{4}^h$) geht in der zweiten Hälfte des Monats schon um Mitternacht unter, so daß die Dauer seiner Sichtbarkeit während des Monats von $4\frac{1}{2}$ Stunden auf $1\frac{1}{2}$ Stunden zurückgeht. Interessante Untersuchungen mit verschiedenfarbigen Filtern sind

von Schönberg mit einem Flächenphotometer angestellt worden, die für die mittlere Helligkeit der beiden äußeren und hellsten Saturnsringe eine 34% geringere Helligkeit als für die Mitte der Saturnsscheibe ergeben haben, was etwa eine drittel Größenklasse ausmacht. Diese Helligkeit verändert sich mit dem Phasenwinkel und mit dem benutzten Filter. Am geringsten ist sie im blauen und am größten im roten Ende des Spektrums. Aehnliche Resultate hat Wood auf photographischem Wege unter Benutzung der infraroten und ultravioletten Strahlen erzielt, die uns auch einen interessanten Einblick in die Strahlengattungen gewähren, die die dunkle Polarkappe des Saturns aussendet, worauf wir später einmal zurückkommen werden.

Uranus (Feld $21\frac{3}{4}^h$) steht 14° unterhalb des Aequators, ist aber im Fernrohr nach Mitternacht, wenn auch nicht sehr günstig, zu beobachten.

Neptun (Feld $8\frac{1}{4}^h$) ist ähnlich wie der Saturn, in dessen Nähe er steht, zu Anfang des Monats $4\frac{1}{2}$ Stunden und am Ende desselben $1\frac{1}{2}$ Stunden lang zu beobachten.

Bemerkenswerte Konstellationen:

- Mai 6. 4^h morgens Venus in Konjunktion mit Jupiter, Venus $16'$ nördlich vom Jupiter.
- 9. 1^h nachmittags Jupiter in Konjunktion mit der Sonne.
- 13. 9^h abends Merkur in Konjunktion mit der Venus, Merkur $24'$ nördlich von der Venus.
- 19. 9^h abends Mars in Konjunktion mit dem Mond.
- 20. 2^h nachmittags Jupiter in Konjunktion mit dem Mond.
- 20. 6^h nachmittags Merkur in Konjunktion mit dem Mond.
- 21. 5^h nachmittags Venus in Konjunktion mit dem Mond.
- 24. 11^h abends Merkur in Konjunktion mit Jupiter, Merkur $2^\circ 6'$ südlich vom Jupiter.
- 25. 5^h nachmittags Saturn in Konjunktion mit dem Mond.

Kleine Mitteilungen

Die Verteilung der Nebel. E. A. Fath hat im *Astronomical Journal* Nr. 658/9 die Resultate einer systematischen Durchsichtung nach Nebeln in den Kapteynschen „Bezirken“ veröffentlicht.¹⁾ Von den 206 Kapteynschen Himmelsausschnitten wurden 139 photographiert, die sich vom Nordpol bis zum $15.$ Grade südlicher Deklination erstrecken. Die Expositionszeit betrug mit dem Mount Wilson 60 Zöller jedesmal eine Stunde. Selbstverständlich wurde eine große Zahl neuer schwacher Nebel gefunden und ihre Lage und Größe festgestellt. Von noch größerer Bedeutung aber sind die Schlüsse, die aus diesen Arbeiten auf die Verteilung der Nebel gezogen werden können. Durch die Fathschen Untersuchungen erhält unsere Kenntnis eine gesichere Grundlage als sie bisher hatte, denn der Vorteil ist nicht zu unterschätzen, Schlüsse ziehen zu können aus Daten, die in durchaus gleichförmiger Weise aus gleichförmig verteilten Ausschnitten des Himmels erhalten worden sind.

Auffallend ist nun die Zusammendrängung von Nebeln gegen den galaktischen Nordpol (der Südpol liegt außerhalb des Bereiches der Beobachtung). Jedenfalls treten große Verschiedenheiten in der Dichte der Verteilung auf; so zeigt von zwei benachbarten Platten die eine 89, die andere 5 Nebel. In der Milchstraße fehlen diese Nebel ganz und gar. Da die planetarischen Nebel hauptsächlich auf die Milchstraße beschränkt sind, scheint ihre Zahl verhältnismäßig klein zu sein, denn sonst würden sie in den Kapteynschen Bezirken nicht ganz fehlen. Die Ansicht, daß die Schar kleiner Nebel keine Gasnebel sind, scheint sich zu bestätigen. Fath berechnet die Zahl der Nebel innerhalb der ihm zugänglichen Helligkeitsgrenzen für den ganzen Himmel auf 160 000. Er hat keinerlei Anzeichen dafür gefunden, daß ihre Ebenen irgendwie systematisch angeordnet sind.

¹⁾ Observatory Nr. 472.

A.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Bezugspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., $\frac{1}{2}$ Seite 45.—, $\frac{1}{4}$ Seite 25.—, $\frac{1}{8}$ Seite 15.—, $\frac{1}{16}$ Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW

INHALT

<p>1. Wie konnten Urvölker ohne astronomische Werkzeuge Entfernungen am Himmel messen, und warum teilen wir den Kreis in 360 Grad? (Mit neun Abbildungen) Von Dr. Konrad Weichberger 33</p> <p>2. Das Horoskop der Fürstin Dorothea zu Anhalt, geborene Pfalzgräfin bei Rhein. Von Dr. F. S. Archenhold. (Mit einer Abbildung) 33</p>	<p>3. Physikalische Rundschau. (Moment-Röntgenphotographie. Photometrie elektrischer Lampen. Die Untersuchung von Platin für Laboratoriumszwecke.) Von Dr. Walter Block 43</p> <p>4. Kleine Mitteilungen: Die Entdeckung eines neuen Kometen 1917 b (Schaumasse). — Ein neues Verfahren für die Berechnung des Erdhalbmessers. — Bombenwurf aus Luftfahrzeugen 47</p> <p>5. Briefkasten 48</p>
---	--

Nachdruck ohne Genehmigung der Schriftleitung verboten. — Auszüge nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Wie konnten Urvölker ohne astronomische Werkzeuge Entfernungen am Himmel messen, und warum teilen wir den Kreis in 360 Grad?

Von Dr. Konrad Weichberger.

(Mit neun Abbildungen)

Die Antwort auf die zweite Frage scheint einfach, wenn wir die 360 Tage des alten Sonnenjahres in Betracht ziehen. Nun ist aber dies Jahr ungenau, für das Sonnenjahr 5 Tage zu kurz, für das Mondjahr 6 zu lang; es ist eine Vermittelungszahl, eine Annäherung, und eine solche hätte man, um ihrer selbst willen, nicht wohl einer mathematischen Einrichtung von größter Exaktheit zugrundegelegt. So gibt denn Mitscherling (das Problem der Kreisteilung, Leipz.-Berl. 1913, S. 10) mehrere ganz verschiedene Herleitungen der Teilung des Kreises und Jahres in 360°, für deren keine er sich entscheidet. Wie nun, wenn diese Einteilung aus der Natur des ursprünglichen Maßes mit Notwendigkeit hervorginge?

Nach Ideler (Sternnamen S. 103 ff; 154) hatten die Araber am Himmel mehrere Fixsternverbindungen, die den Namen El-dzirâ, den Vorderarm oder die Elle, führten. Es sind:

	Entfernung	Entfernung in Grad
1. Kastor und Pollux	„1 Elle“	4° 31' 12" („die lange Elle“)
2. Kleiner Hund, α und β	„1 Elle“	4° 17' 13" („die kurze Elle“)
3. Der Pfeil	„2 Ellen“	4°
4. Füllen, α und β	„1 Elle“	} 2°
5. Steinbock, α und β	„1 Elle“	

Hipparchos nahm (nach Strabon) die Elle ($\pi\eta\chi\upsilon\varsigma$) gleichfalls für 2°.

Diese Elle war in 24 Zoll geteilt, die bei den Römern *digiti*, bei den Griechen *δακτυλοι*, bei den Arabern *asba*, Fingerbreiten hießen. Anderseits nennen die alten Astronomen auch das Zwölftel des Sonnen- und Monddurchmessers einen Zoll.

Die Sterne γ und δ des Füllens stehen halb so weit von einander wie α und β und hießen deshalb eine Spanne, was Ideler (S. 112) als 1° annimmt. Ob wir nun die arabische Himmelselle als 2° oder 4° annehmen, jedenfalls ergibt sich das Verhältnis:

$$1 \text{ Elle} = 2 \text{ Spannen} = 24 \text{ Zoll oder Fingerbreiten}$$

$$\frac{1}{2} \text{ Elle} = 1 \text{ Spanne} = 12 \text{ Fingerbreiten,}$$

wobei jedenfalls das Verhältnis von Elle zu Spanne = 2 zu 1 mit den menschlichen Körpermaßen genau stimmt.

Hiermit stimmt es auch, daß die ägyptische Elle, und zwar die kleine, nach Lepsius ältere (= 0,452 m) in 24 Fingerbreiten geteilt war.

Die Hälfte der kleinen Elle war die kleine Spanne zu 12 Fingern oder 3 Palmen (1 Palme = 4 Finger; daneben kommt ägyptisch auch eine Handbreite mit 5 Fingern vor).

Die Fingerbreiten scheinen ursprünglich nach den Fingerspitzen gemessen

worden zu sein, wenigstens ist das ägyptische Zeichen:



wobei durch die Krümmung die Spitze besonders hervorgehoben erscheint.

Nun wäre es sehr albern gewesen, wenn man irdische Maße auf den Himmel angewendet hätte, ohne sich über die Entfernung des Maßes vom Auge des Beobachters zu einigen. Welche das sein konnte, ist aus den Namen der Maße klar; sie sind alle vom menschlichen Körper genommen, der Abstand konnte also nur ein Körperteil, und zwar die Länge des Armes, und der Scheitelpunkt des Seh winkels das Auge des Menschen sein, wobei man danach trachten mußte, das Auge möglichst in eine Linie mit Hand und Drehpunkt (Schultergelenk) zu bringen.

Das natürlichste und handlichste aller dieser Maße, die Maßeinheit, war ohne weiteres die Spanne. Gehen wir nun mit möglichst weit geöffneter Spanne vom Horizont am Nachthimmel aufwärts bis zum Zenit, so ergibt sich diese Entfernung, ein Viertelkreis, als ziemlich genau 6 Spannen; man muß dabei das beobachtende Auge möglichst von dem messenden Arm zurückziehen, um es sozusagen hinter (in) das Schultergelenk zu legen, den Fehler möglichst zu verkleinern. Noch viel schöner und müheloser zeigt sich das Ergebnis, wenn man am Horizont¹⁾ genau einen rechten Winkel abmißt; man muß hierbei die messende Schulter mit herumziehen, den Kopf nach vorn auf den Arm legen. Die Verschiedenheit der Handschuhnummern gleicht sich hierbei vollständig aus, da kleine Hände auch an kürzeren Armen zu sitzen pflegen, also dem Auge um so viel näher sind, also ungefähr ebensogroße himmlische Spannen geben wie große Hände.

Wir erhalten so für einen ganzen Kreis um den Beobachter herum 24 Spannen oder 12 Ellen, was auffallend mit der Einteilung des Tages und unserm Uhrzifferblatt übereinstimmt.

Halten wir nun an den ägyptischen 3 Handbreiten für je eine Spanne fest. Sie stimmen zu den menschlichen Körpermaßen; nur müssen es ziemlich kurze, dicke Hände sein, wo 3 mal 4 Fingerspitzen, denn um diese handelt es sich nach dem ägyptischen Zeichen, eine Spanne ergeben. Ich nehme deshalb an daß die Ägypter ursprünglich 5 Fingerbreiten maßen (welches Maß ja bei ihnen auch vorkommt), und zwar an den Spitzen. Die Zahl 5 ist ja doch, wenn es sich um die Hand handelt, die naturgemäße. Vielleicht waren die Erfinder dieser Art Messung ein schlankes Volk, bei dem 5 Fingerspitzen, in eine Reihe gesetzt,²⁾ eine drittel Spanne machten; ein Dickfinger Volk mußte dann statt der 5 nur 4 Finger nehmen.³⁾ Etwas gewagte Schlußfolgerungen; nun sehe man aber das Ergebnis:

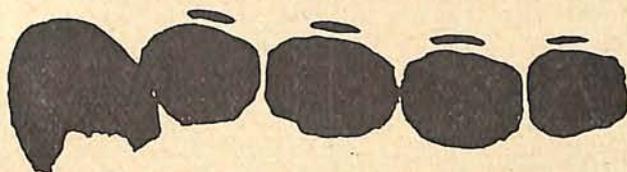
¹⁾ Selbstverständlich stimmen diese Messungen auch im geschlossenen Raum und sind hier bei bemalter Decke auch nach oben leicht vorzunehmen.

²⁾ So messen unsere Soldaten auf der Generalstabskarte 1 : 100 000; fünf enggepreßte Fingerspitzen = 5 Kilometer.

³⁾ Dies kleinste meiner Maße ist das einzige, bei dem nicht das Knochengerüst, sondern Fettheit und Magerkeit eine Rolle spielen, deshalb ist es sehr verwischt.

II. Die natürliche Winkelmessung.

	1 Handbreite	=	5 Fingerspitzen
	1 Spanne	=	3 Handbreiten = 15 Fingerspitzen
	1 Elle	=	2 Spannen = 6 Handbreiten = 30 Fingerspitzen
360° = 1 Kreis	= 12 Ellen = 24 Spannen = 72 Handbreiten = 360 Fingerspitzen		

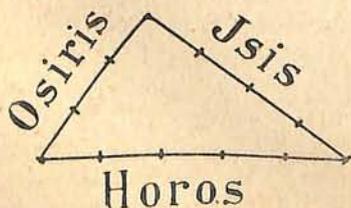


Handbreite = 7,5 cm

Die 36 ägyptischen Dekane sind also Menschen, die um die Ekliptik ähnlich wie beim Tischrücken, aber mit parallelen Fingern, ihre Hände aneinanderhalten, so daß jeder eine = 10 gilt, „aus 1 mach' 10,“ wie es in der Goetheschen Hexenküche heißt. Die von mir vorausgestellten arabischen sogenannten „Ellen“ in den Zwillingen, dem kleinen Hund und dem Pfeil kommen also dem Normalmaß ziemlich gleich, sie betragen $4\frac{1}{2}^{\circ}$ oder $4\frac{1}{4}^{\circ}$ statt 5° , nur sind es keine Ellen, sondern Handbreiten zu 5 Fingerspitzen. Auf Genauigkeit können wir heute keinen Anspruch mehr machen, da wir erst feststellen müßten, ob nicht in der Zeit, als diese 3 Sternpaare als Maße festgesetzt wurden, ihre Entfernung eine andere, vielleicht größere war und sich in Jahrtausenden infolge der Eigenbewegung der Fixsterne verändert hat.

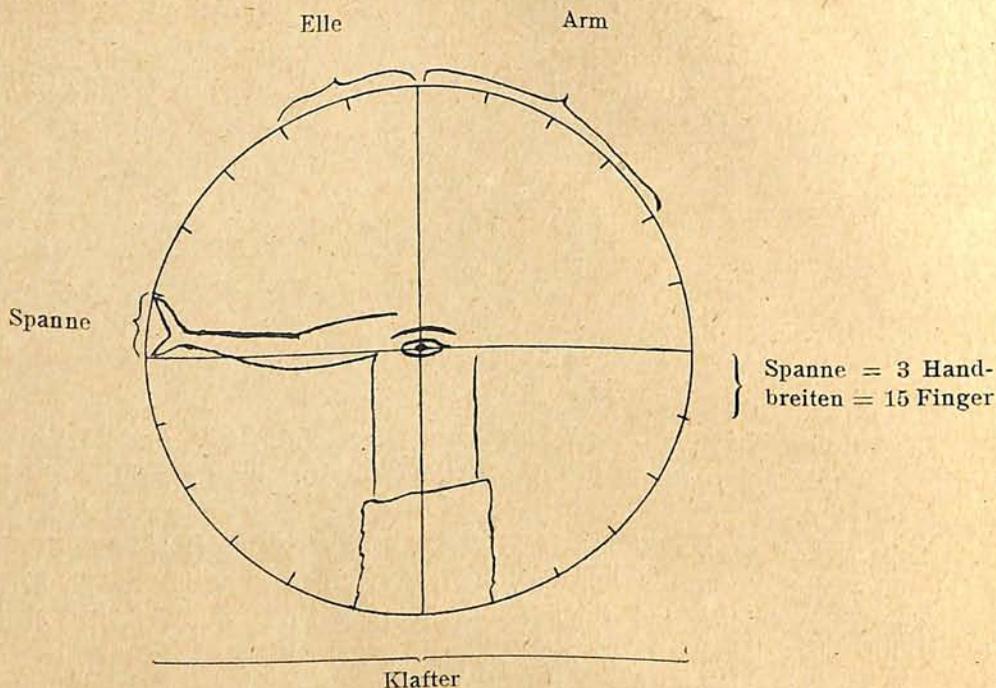
Der von Ideler bei Gelegenheit des „Zolls“ angeführte Mond- und Sonnendurchmesser ist nach meiner Messung ziemlich genau ein halber Finger = $31'$, was für die Richtigkeit meiner Annahmen spricht, denn ein Himmelsmaß mußte vor allen Dingen zu den beiden Hauptgestirnen in einem einfachen Verhältnis stehen. Das war aber vorhanden, wenn der Mond jeden Tag 24 mal seine eigene Größe, also 12 Finger, rückte, die Sonne jeden Tag zweimal ihre Größe, im ganzen einen Finger, und im Monat 30 Finger = 6 Hände = 2 Spannen = 1 Elle! Sicher ist es kein Zufall, daß die homerische Morgengöttin immer als rosenfingrige Eos genannt ist; sie greift offenbar jeden Morgen mit Händen, Fingerspitzen das letzte Tagewerk der Sonne messend nach. —

Man kann nun noch höhere Einheiten finden; so ergeben ziemlich genau 2 Ellen einen ganzen Arm (bis zur Wirbelsäule gerechnet), und zwei Arme eine Klafter. Die 12 Ellen des Kreisumfanges würden dann einem Weltbild entsprechen, das die Welt von drei Göttern klafferweise umspannt zeigt; ein solches Weltbild liegt z. B. vor in dem „schönsten aller Dreiecke“ mit den Seitenlängen 3, 4, 5, das nach Plutarchos die Ägypter als Isis, Osiris und Horos verehrten, wo die 12 Ellen, allerdings ungleichmäßig und in sehr künstlicher Weise, auf die 3 Personen verteilt sind. Auch die bekannte Darstellung der „3 Grazien“ scheint diesem Gedankenkreis

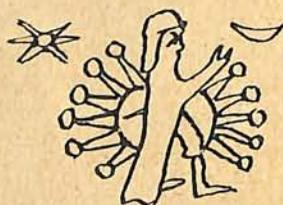


zu entstammen, allerdings bezüglich der Arme dem Mateiral, Marmor, angepaßt, in dem man Figuren mit rein horizontal gestreckten Armen nicht brauchen konnte.

Als Mittelpunkt des Kreises ist das Auge gedacht. Durchmesser = 1,822 m, Umfang des Kreises 5,467 m.



Es gibt ganz ähnliche babylonische Darstellungen, z. B.: Marduk, von Sternen umgeben (Jeremias, Handbuch der babyl. Geisteskultur S. 275). Ähnlich S. 273; die Zahl der Sterne wechselt. Die meisten babylonischen und ägyptischen Bildwerke zeichnen sich durch unmotiviertes Herumfucheln der Personen, mit den Armen in der Luft, aus; ganz ähnlich war die Stellung der Griechen beim Beten. Ein Rest des Messens am Himmel. Auch die Haltung des Apollon vom Belvedere erinnert merkwürdig an dieses Winkelmessen. Das beobachtende Auge, von dem ein Arm mit einer Spanne ausgeht, das greifende Auge, findet sich in unverkennbarer Weise in der linken unteren Ecke des berühmten ägyptischen Bildes „Nut und Keb, durch Schu getrennt (Jeremias S. 23; ähnlich bei v. Lichtenberg, Ägäische Kultur S. 107).



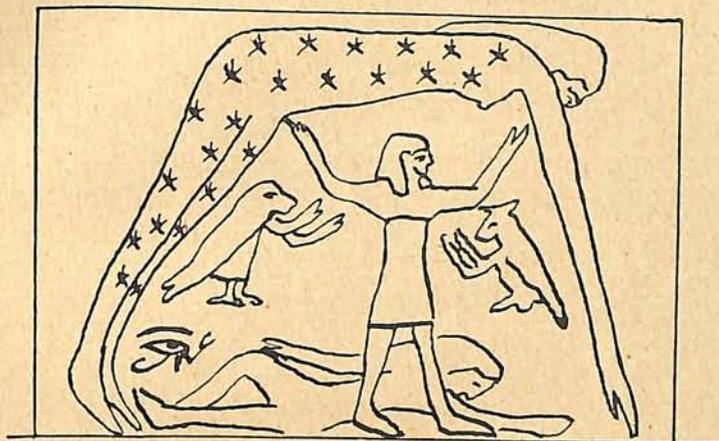
Schon auf diesem Bild, noch mehr auf dem bei v. Lichtenberg abgebildeten fällt es auf, daß die Figur, nach unten unter den Horizont verdoppelt, ein regelmäßiges Sechseck geben würde: Mittelpunkt der Nabel des Erdgottes.

Für die Grundlage meiner Auseinandersetzung, die Gleichung 1 Finger = 1 Winkelgrad habe ich einen sehr gewichtigen Eideshelfer in dem Riesen Goliath.

Dieser maß nach I. Samuel 17, 4: „6 Ellen und eine Handbreit“. Man hat schon erkannt,¹⁾ daß damit der Sonnenlauf gemeint ist. Die Handbreit sind also die 5 letzten Tage des Jahres; jeder Tag entspricht also einem Finger, die 360 Tage des alten Jahres, der geschlossene Kreis, waren also tatsäch-

¹⁾ Jeremias S. 317.

lich als 360 Finger angesehen, von denen hier je 60 zu einem größeren Maß, „amah“, „Elle“ zusammengefaßt erscheinen. Die Übersetzung ist aber offenbar falsch; auf einer Elle, einem Unterarm, haben auch nicht entfernt 60 Finger Platz, wohl aber sehr gut sechzig Fingerspitzen auf einem ganzen Arm. Und das ist des Rätsels Lösung; das Wort „amah“ ist nicht als „Elle“, sondern, was es eigentlich heißt,¹⁾ als „Armweite“ zu übersetzen. Goliath war 6 Arme und



Der Erdgott Keb und die Himmelsgöttin Nut, durch Schu (Luft), ihren Sohn getrennt.

5 Finger lang. Wir haben also den Sonnenlauf als geschlossenen Kreis von 360 Fingern = 6 Armen = 12 Ellen, was genau meinem oben ermittelten Maße entspricht; das war zu wenig, deshalb setzte man später die fehlenden fünf Finger = 1 Handbreit, die letzten fünf Tage des Jahres, noch hinzu, ohne sich über die Umkonstruierbarkeit eines Kreises aus 6 Sextanten + 5° den Kopf zu zerbrechen.

Die heutigen arabischen Maße

usba (Finger) = 2,82 cm; kabda („Spanne“) = 11,29 cm; drä (Arm) = 67,75 cm usw.

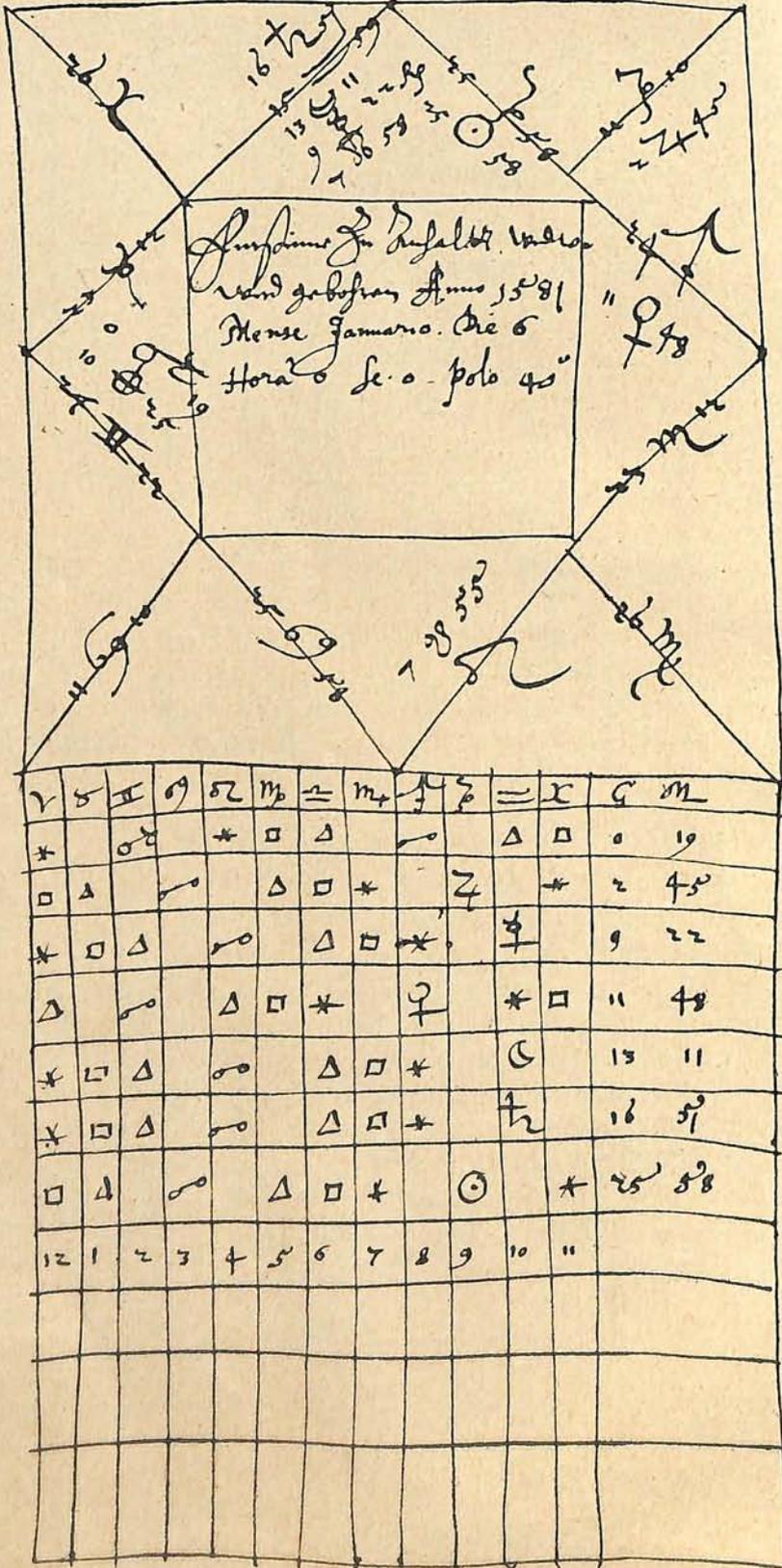
Von diesen hat die „Spanne“ die von mir vorausgesetzte Größe ganz genau bewahrt; die heutige arabische „Spanne“ von 11,29 cm ist genau die Hälfte meiner Spanne von 22,6 cm! Jetzt erklärt es sich auch, warum wir bei den Idelerschen arabischen Himmelsellen dies merkwürdige Schwanken fanden, bald 2°, bald 4° als eine Elle betrachtet. Die richtige Spanne ist irgendwann einmal auf die Hälfte herabgesetzt worden. Die übrigen Maße sind damals oder schon vorher ganz in Verwirrung geraten. Die hebräische Elle der Bibel mit 2 Spannen = 6 Handbreiten zeigt ganz meine Einteilung und auch ziemlich die erwartete Größe (48,4 statt 45,2 cm); nur daß auch sie die Handbreite offenbar sekundär in 4 statt in 5 Fingerbreiten teilt.

(Schluß folgt.)

¹⁾ Vgl. König, hebr. aram. Wörterbuch, Lpz 1910.

Das Horoskop

Der Dunkelbunthe Folgebofene Aufstunde und Jahr
 Frau Dorothea Seboms Pfaltzgraffine bei Elgin



Das Horoskop der Fürstin Dorothea zu Anhalt, geborene Pfalzgräfin bei Rhein

Von Dr. F. S. Archenhold

(Mit einer Abbildung)

Heute ist in den gebildeten Kreisen die Astrologie ebenso unbekannt wie sie früher bekannt und beliebt war. Im Mittelalter wurde wohl kein Kind aus fürstlichem oder vornehmerem Hause geboren, dem man nicht das Horoskop stellen ließ. In welcher Weise dies geschah und wie die Deutung der Gestirnsstellungen dabei vorgenommen wurde, sei an einem Beispiele ausführlich gezeigt, das uns durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Geheimrat Dr. Wäschke, des Direktors des Herzogl. Haus- und Staatsarchivs von Anhalt, zur Verfügung gestellt wurde. Es handelt sich um das Horoskop der Fürstin Dorothea zu Anhalt, geb. Pfalzgräfin bei Rhein, die am 6. Januar 1581 in Lautern das Licht der Welt erblickte. Wir geben sowohl das Horoskop als auch die Deutung nach dem Originalmanuskript nebenstehend vollständig wieder.

Die Horoskope wurden nach folgendem Schema ausgefertigt: Zuerst zeichnete man in die Mitte des Blattes ein kleineres Viereck, in das man den Namen, Zeit und Ort der Geburt nebst der Polhöhe des Geburtsortes eintrug. (In unserem Falle stimmt die angegebene Polhöhe nicht mit der wirklichen überein.) Alsdann wurden 12 Dreiecke, wie die Abbildung zeigt, an das mittlere Viereck angeschlossen, die den 12 Tierkreisbildern zuerteilt wurden. Der Stand der Planeten zur Stunde der Geburt wurde alsdann berechnet und in die Dreiecke, die sogenannten Häuser, eingetragen.

Die mystischen Zeichen in der angehängten Tabelle, die Speculum Astrologicum oder Tabula Aspectuum genannt wurde, geben die Stellung der Planeten in den Tierkreisbildern und zu einander für die Geburtsstunde wieder. Die erste Reihe nehmen die Zeichen der 12 Tierkreisbilder ein. In unserer Tabelle steht in der zweiten Reihe der Mars im Zeichen der Zwillinge, in der dritten Jupiter im Steinbock, in der vierten Merkur im Wassermann. In demselben Tierkreisbilde stehen in der sechsten und siebenten Reihe der Mond und Saturn, während die Sonne im Steinbock und Venus im Schützen steht. Die anderen Zeichen in jeder Reihe geben die verschiedenen Aspekte an, unter denen die einzelnen Planeten sich gegenseitig ansehen. So steht in unserer Abbildung der Mars in Opposition zur Venus, im Trigonschein (Adspectus Trigonus) zum Mond, Merkur und Saturn. Diese Planeten stehen wieder im Sextilschein (Adspectus Sextilis, das Zeichen hierfür ist ein sternartiges Sechseck) zur Venus. Im Quadratschein (Adspectus quadratus) stehen auf unserer Tabelle zufällig keine Planeten. Unter diesen gegenseitigen Stellungen der Planeten, den Aspekten, spielte das Zusammentreffen zweier oder mehrerer Wandelsterne, die sogenannten Konjunktionen, die Hauptrolle, da sie als eine Beratung der Planetengötter angesehen wurden. Aber auch die Oppositionen der Planeten (180° Winkelabstand), die Quadraturen (90°) wie auch die anderen Winkelstellungen von 120° und 60° , bei manchen auch die 30° Stellung, wurden bei der Auslegung der Horoskope beachtet.

Auf Grund des entworfenen Horoskops und der Tabula Aspectuum wurden nun Voraussagen gemacht. Wir geben die zu nebenstehendem Horoskop gehörigen mit ihren näheren Erklärungen wörtlich im folgenden wieder:

Astrologische beschreibunge kegenwerdigen Thematis und Erstlig von der sterke und Schwachheit derer Planeten ins gemein. Weill alle Planeten alhie (Saturno tamen excepto) peregrini oder frembd sein, ist ihrer stand in denen himlischen Heusern wol in acht zunehmen. Nun ist sonderlig gutt, das alle Planeten (Martem ausgenommen, welcher dennoch auch gar nahe an der Ostlinien stehet) sich uber der Erden befinden und zwar an denen vornembsten ohrten des Himmelsz: die Sonne zwar praecise im mittage, weil die gebuht in ipso principio diei mathematici geschehen; welchs dan ein sehr glükseliger positus ist in weiblichen Nativiteten, weill das gantze glucke des weiblichen geschlechts am Conjugio hafftet, deszen bedeuterinne die Sonne ist. Ja weill auch in menlichen Nativiteten besagte die Sonne die Bedeutung eines Ehrenstandes hatt; also Kans nicht fehlen, es musz derienige, welchem sie dergestalt, Zeitt seiner gebuht gesetzt gewesen wes geschlechts er auch sei, zu sehr hohen und großen Ehren gelangen. Benimpt aber alhie derselbigen etwas, das sie gantz frembd, von ihrem dispositore oder Hauß Herren dem Saturno, nicht angesehen wird, und gantz Keines Planeten radium bei ihr hat, alsz den bloßen leib des gütigen Jovis, von welchem er dennoch gantz platice oder auß einer großen distantia partium angesehen wird. Zu geschweigen das er schwach, nemblich ex casu a domo et exaltatione sua. Thuet dennoch viel guets, wie an seinem ohrte soll gedacht werden. Saturnus ist in viel wege glükseligk, weill er nicht allein sein tegliches Hausz und verwandte triplicitet, sondern auch einen sehr glükseligen ohrt des Himmelsz in felicibus Martis et veneris radijs besitzt; Ja es ist an dieser seiner glükseligkeit darumb viel gelegen, weill er die andern Planeten bei nahe alle hospitio accipiret, auch also mit glükslichem seinem Stande, der andern schwachheit ersetzet, den ein bekandter Aphorismus bei denen Meistern der Astrologiae oder Himlischen kunst ist, das da ein Planet schwach, iedoeh unter der disposition eines starken Planeten ist, es ihm bei nehe so wol thue alsz were solche Sterne sein eigen. Ferner ist auch dieses gutt, das bei nahe alle Planeten in angulis et angulorum succedentibus stehen, und sonderlig das der Herre zehenden Himlischen Hauses.

Caput 2: vom Planeten, welcher über die gantze Nativität das Dominium hat.

Weill, viel angeregter maßen, Saturnus den ohrt der Sonnen und des Mondes, auch das Medium coeli, worinnen die Sonne, disponiret; auch also drejen locis trilegalibus presidirt, als ist augenscheinlig, das er planeta oder Dominus totius Nativitatis sey; Wegen seiner, also großen, sterke die gantze Nativitet sehr glükseligk mache; auch die illustrissima nata Ihre gantze Natur und alle inclinationes von dessen influentz habe: Er machet aber (wie Cardanus schreibt) in solchem seinem guten stande, tiefsinnigk, guten ansehens, Hohen Verstandes, guten Rahts, zu verborgenen sachen geneigt, egenem seinem Raht gern folgend; arbeitsam, nach hohem ansehen und Reichthumb strebend, des leibes wol abwartend, von Jedermanne, sonderlig Hohen Standes, beliebt und gelobt. Der aufsteigender himlischer Ochs gibt starcke glider, in einer, propter brevitatem adscensionis suae mehr kurtzen alsz langen statur; eine erhobene stirn; schöne und protuberirende Augen. Zuneigung zur Freundlichkeitt in rede und geberden; Verschwigeneit und eingezogenheit, weill er ein Hauß der holdseligen Veneris ist. Die Zusammenfügungen Mercurii, des Monden, und Drachenkopfes ist pro ingenio über alle maß gut, zumahlen, weill sie geschihet im teglichen Hause Saturni, nemblich im Wassermanne, einem luftigen Zeichen, und triangell Schein Martis ausz einem luftigen Zeichen, das ins gemein die Astrologi schreiben, das viel Planeten, in luftigen Zeichen gesetzt, vortreffliche ingenia machen.

Caput 3: Von Krankheiten und andern unglükseligen Fellen.

Nach gleicher abtheilunge des Zodiaci fellet ins Hauß derer Krankheiten die virgo, wie sie dan sonsten auch daselbst geintercipiret wird; die Jungfrau emergiret daselbst, Zodiaco in figura rationali inaequaliter distributo. Dannenhero der Illustrissimae dysenteria et aliunde nati intestinorum dolores, gutturis et oculorum vitia, Zuneigunge zum Steine angedeutet werden. Anno aetatis 5to, ist der Horoscopus an den leib Martis gelanget, welcher, zweifelsfrei eine Krankheit gebrach hat. Im 14. Jahr ist abermahl dem Horoscopo begegnet der Kegenschein Veneris ^o¹⁾ welche, wie wol sie sonsten in allen adspectibus glükseligk ist, dennoch allhier eine Krankheit bedeutet hat, weill sie sich im Schützen nach dem Hause des Tods lenket. Im 22 Jahre ist die Sonne gesamt dem zehenden himlischen Hause gelanget an den Leib Saturni, welcher anlauff sehr gefehrlich gewesen, nmaßen Ihn Carion in Libro de judicijs Directionum beschreibet: Hac directione incidente accident nato difficultates et tristitia de societate domus sue, aegritudines in secretioribus corporis partibus: oculorum vitia et aut ex igne aut ferventi aqua periculum.

¹⁾ Ist wohl das Planetenzeichen ♀ statt ♀.

In 24. Jahre ist dem Horoscopo begegnet der Gegenschein Jovis, welcher ohne Kranckheit nicht hatt abgehen mugen, weil Jupiter das Haus des Tods regieret. Im angegangenen 36. Jahre ist die Sonne gesamt dem Medio coeli gelangt an den schedlichen gevierten schein Martis, welcher eine hitzige krankheit und Ungelegenheit an augen, auch sonsten vielfeltigen gram der Illustrissimae gebracht, alldieweil seine wirkunge 2 gantzer Jahr gewehret und im folgenden Jahre dem Monden zugleich solcher quadrat begegnet ist. Im Mittel des 46. Jahres gelangt die Sonne an den gevierten schein Veneris, dreuet einen Fall mit Verletzung derer Hufte, weil Venus im Schützen und Kegen-schein Martis aus einem luftigen Zeichen sich befindet, auch sonsten Saturnus über alle Planeten in tali signo stehet, und darinnen den Monden und Mercurium mit corperlicher seiner Kegenwart ver-letzet. Und allermaßen, (wie obgedacht) diese Coniunction pro ingenio gutt ist, also schadet sie dem Corpori, weil der Drachenkopf hinzu kompt.

Caput 4. Von der Illustrissimae Ehestande Kindern und Reichthumb.

Aldieweill im Hause der Freude, Freunde und guten Hoffnungen der stärkste Planet, Saturnus-gesamt seinen gesten, Mercurio und dem Monden, stehet; alsz verheisset er gantz zeitige Be-oderungen; viel getreuer und nützlicher freunde, viel glückselige beder Geschlechter Kinder, und aller gehoffeten sachen gewünschte erreichungen, alsz Cardanus und Schonerus schreiben: Inmaszen dan bald im Eilften Jahre der Illustrissimae die Sonne gesamt dem zehenden Hause den Leib des Planeten Mercurij erreichet hatt, welcher, wie die Artifices Mathematici schreiben, Brieffe guter Botschaft und inhalts bringen pfeget. Und etwa drei Jahre hernacher ist abermahle der Sonnen begegnet der Sextelschein Veneris, welche nicht allein vor sich, sondern auch, weil sie alhie im Hause der Hochzeit gesetzt befunden wird, die bedeutunge des Ehestandes hat, dannenhero wunder were, solte die Illustrissima im selbigen Jahre von keinem proco geambyret sein. Den auch sonsten Martii, welcher alhie Herre des siebenden hochzeitlichen Hauses ist, im Aufgange gesetzt, eine gantz zeitige Heirath verheißet.

Im angegangenem 44. Jahre der Illustrissimae ist dem Monden begegnet der glückselige Triangel-schein der gütigen Veneris aus einem Jovialischen und zweileibigen Zeichen geworffen, bringet eine fröliche Zeit und gewünschten Vortgank aller geschefte, wie hiervon mehr angezogener Carion schreibt: Hac directione incidente summa felicitas natos excipit, ita ut ex actionibus suis omnibus laudem consequantur, et filiorum suorum charitatem erga se singularem experiantur.

Und weret dieser, also gantz glückseliger anlauf des monden bisz in das 45. Jahr der Illustrissimae, da ihn dan empfangen wird die directio Lunae ad sextilem proprium, welche sich abermahl mit ihrer Wirkunge erstreckt bis in Ihre 48. Jahr, da abermahl die glückselige directio Lunae ad Saturni sextilem der natae biß dahin gehabtes glücke usque ad extrema vitae provehiren und befodern wird, weil sonsten Keine, weder gute, weder böse directio in sehr vielen Jahren vorfellet. Und ist auch abgelauffenden 44. Jahres Revolutio sehr gutt, weil darinnen Mercurius ad locum Jovis gelangt, welcher Reichthumb bedeutet; ja weil der Mond gesamt der Venere ad radicalem veneris locum gekommen, welchs gleichfalls Freude und bestendiges glück verheißet. Die Revolution künftigen Jahres ist nicht minder glückseligk, weil darinnen Mars, welcher Zeitt der gebuht in einem zweileibigen Zeichen gestanden, an den ohrt Veneris, Venus aber an den ohrt Saturni, Mercurii und Lunae gelangt; wan demnach zugleich operiret die directio Solis et Medij coeli ad Trigonum Veneris, und in themate radicali Mars das principium Geminorum, signi biformis besitzt, (und daher) er gantz starck zu zweyen conjugii veranlaßet, werden isto anno, allem ansehen nach ex parte Illustrissimae matrimonialia getractiret werden. Und verheißet auch Venus vor sich allein in septimo coeli loco uno plura coniugia, ein sehr glückseliges alter, eine fruchtbare, friedliche Beiwohnung in der Ehe, und aller Feinde Überwindung.

Caput 5. Von der Illustrissimae Todte und dessen Uhrsache.

Weill die Sonne, alß Luminare conditionarium den gütigen Jovem und sonsten keine Planeten oder radium neben Ihr hatt, alß ist augenscheinlig, daß der Natae ein sanfter natürlicher Tod, auß einem hitzigen fieber angedeutet werde, und solches wegen des Schützen, eines hitzigen Zeichens im Hause des Tods. Im 65. Jahre gelangt die Sonne an den gevierten Schein Jovis, welcher das Hausz des Todes disponiret.

Es ist nun interessant, die Lebensschicksale der Fürstin den Verheißungen des Horoskops gegenüberzustellen. Auch dazu sind wir durch das gütige Entgegenkommen des Herrn Geheimrat Wäschke in der Lage.

Anno Christi	Verheißung des Horoskops	Lebensjahr	Lebensschicksal und Ereignisse
1581		1	Geburt (1581 Januar 6, Lautern).
1585	Krankheit.	5	
1591	Briefe. Gute Botschaft.	11	
1594	Krankheit, Verlobung, Hochzeit.	14	
1595		15	Hochzeit (1595 August 31, Heidelberg).
1602	Gefahr, Krankheit der Augen, Trauer im Hause.	22	
1604	Krankheit.	24	
1616	(Zu Anfang): Hitzige Krankheit. Ungelegenheit an den Augen. Vielfältiger Gram zwei ganze Jahre hindurch.	36	
1618		38	Tod ihres Gemahls (1618 Mai 14/24, Dessau).
1624	Im Anfang: Fröhliche Zeit. Gewünschter Fortgang aller Geschäfte bis in das 45. Jahr. Reichtum, beständiges Glück. Hochzeit.	44	
1626	In der Mitte des Jahres Hüftverletzung. Annehmlichkeiten bis zum 48. Jahre.	46	
1631		51	1631 September 18/28 stirbt die Fürstin zu Sandersleben.
1645	Sanfter, natürlicher Tod nach hitzigem Fieber.	65	

Die Fürstin war die zweite Gemahlin des Fürsten Johann Georg I. von Anhalt. Der Ehe entsprangen 11 Kinder, von denen nur die jüngste Tochter unvermählt blieb.

Es ist kaum zu verstehen, wie es möglich war, daß sich der Glaube an die Horoskope so lange erhalten konnte, da sich doch die Voraussagungen, wie auch in unserem Falle, so oft nicht bewahrheiteten. In einem hervorragend schönen Werke der Bibliothek der Treptow-Sternwarte „Arboretum Mathematicum“ von Tobias Beutel, Dresden 1668, befindet sich ein Teil, der „Astrologia sana, licita & naturalis“ überschrieben ist. Hier behandelt Beutel die Frage: „Ob man denn aus der Erfahrung habe, dass bey ein oder andern, dasjenige was ihm von Astrologis vorhergesagt worden, zugetroffen?“ in folgender Weise:

„Man hat aus der Erfahrung, dass es offt und vielmahls genau zuge-
troffen, was vornehme Astrologi ein oder dem andern aus dem Gestirn vorher-
gesagt; viel hundert mal mehr mag es auch hingegen wol gefehlt haben, also
dass hierauff die wenigste fiducia zu setzen, und kein Christ sich grosse Furcht
oder gewisse Hoffnung eines Dinges, bei seinem Nativität machen darf: Nur
das Vornehmste hat er ohne Sünde dabey zu beobachten, dass er sehe, worzu
etwa seine Natur und Temperament am besten inclinirt, und diß oder jenes
zu erlernen qualificirt. Item ob die Natur valida oder schwach sey, welches
natürlicherweise aus dem Influxu und Reitzung des Gestirns bey ihm vermerckt
und empfunden werden mag, das übrige was man weiter darüber vorsagt, hält
selten den Stich“. Er führt dann eine ganze Reihe von Fällen auf, bei denen
die Prophezeihungen eingetroffen sind, sagt aber zum Schluß: „Dass es biss-
weilen damit gehen möchte, wie bey manchem Medico, der sich wol 10 gesund
gemachter Patienten rühmen kan, dargegen aber wol 100 verschweiget, an
denen die Artzneyen nicht bekleiben wollen“.

Wenn wir auch verstehen können, daß Männer, wie Tycho Brahe und Kepler zu ihrer Zeit, als die Kopperrnikanische Lehre noch nicht allgemein anerkannt und das Gravitationsgesetz noch nicht ausgesprochen war, noch Horoskope stellten, so scheint es doch unglaublich, daß es bei den offensichtlichen Mißerfolgen der Voraussagungen noch heute Menschen gibt, die sich dem

alten Aberglauben zuwenden. Die gewaltigen Energieen in Gestalt von Licht-, Wärme- und elektrischen Strahlen, die die Sonne als Zentralgestirn unseres Planetensystems auf die Erde aussendet, müssen alle Erdbewohner in gleicher Weise während ihres ganzen Lebens so stark beeinflussen, daß die früher gedachten Einflüsse von Sonne, Mond und Planeten in dem Augenblicke der Geburt dagegen unbedingt verschwinden müssen. Wenn wir aber trotzdem einen Einfluß der Aspekte während der Geburtsstunde zulassen wollen, so dürfen wir diesen Einfluß auch auf die Zeit vor der Geburt und jede weitere Stunde des Lebens nicht leugnen, und es liegt kein Grund vor, dem Horoskope der Geburtsstunde irgend einen Vorzug einzuräumen.

Physikalische Rundschau

Von Dr. Walter Block

Moment-Röntgenphotographie.

Bei der praktisch-medizinischen Ausübung des Röntgenverfahrens treten teilweise, sobald es sich um die Aufnahme von sich bewegenden Körperteilen, wie z. B. des Herzens, handelt, Schwierigkeiten dadurch auf, daß die notwendigen Belichtungszeiten nicht kurz genug sind, um hinreichend scharfe Schattenbilder zu erzeugen. Wenn es auch wohl möglich ist, durch Auswahl einer geeigneten Röhre sehr harte Strahlen zu erzeugen, die auch dicke Gewebeteile und Knochen leicht durchdringen, so sind diese doch nicht immer verwendbar, da sie ganz verschiedenartige Substanzen gleichmäßig durchsetzen, und demnach kein ausreichend abgestuftes brauchbares Schattenbild auf der Platte liefern.

Bedingung für eine gute Momentröntgenaufnahme ist zunächst eine kräftige Röhre, je nach dem beabsichtigten Zweck für weiche oder harte Strahlen. Ein Momentverschluß, ähnlich wie bei einem photographischen Apparat, der das Licht der Röhre nur für die gewünschte kurze Zeit freigibt, oder es auf die Platte fallen läßt, ist untunlich, da er aus dicken schweren Bleiplatten gebaut sein müßte. Ein viel gebrauchtes Hilfsmittel um die Belichtungszeit abzukürzen ist die Anwendung des Verstärkungsschirmes, eines mit wolframsaurem Kalk bestrichenen Kartons, der unmittelbar auf die Schicht der Platte gelegt wird. Seine Wirksamkeit kommt so zu stande, daß er unter dem Einfluß der Röntgenstrahlen, je nach ihrer Stärke, verschieden stark fluoresziert, und auch noch mit seinem Fluoreszenzlicht weiter auf die Platte wirkt, wenn die erregende Röntgenstrahlung bereits aufgehört hat.

Dieses Verfahren allein ist indessen noch nicht immer ausreichend, wenn es auch fast regelmäßig zur Verstärkung der Strahlenwirkung mitbenutzt wird. Bei kurzzeitigen Schnell- und Momentaufnahmen pflegt man so vorzugehen, daß man die Röntgenröhre sehr kräftig elektrisch belastet, sie aber nur für diese notwendige ganz kurze Zeit eingeschaltet läßt. Man führt ihr also eine so große Menge elektrischer Energie zu, daß sie diese bei Dauereinschaltung nicht, wohl aber für eine ganz kurze Zeit, eine Sekunde und weniger verträgt, ohne durch übermäßige Erhitzung zerstört zu werden. Diese Zerstörung kann so eintreten, daß das Röhrenglas weich wird und schmilzt, und daß das auf die Antikathode in dem kleinen Brennfleck, der für ein scharfes Bild erforderlich ist, auftreffende Kathodenstrahlenbüschel diese zum Schmelzen bringt. Man stellt sie

deswegen, um jede Gefahr für die wertvollen Röhren möglichst auszuschließen, aus dem schwer schmelzbaren, aber teuren Wolfram her.

Nun tritt dabei eine unangenehme Schwierigkeit auf. Für jede Aufnahme muß man eine Röhre richtiger Härte verwenden, die also Strahlen geeigneter Durchdringungsfähigkeit liefert, um genügend kontrastreiche Aufnahmen zu erhalten. Nun ändert sich aber die Härte einer Röhre dauernd im Betrieb, und muß immer besonders bestimmt werden. Das ist nun nicht ohne weiteres möglich für Momentaufnahmen, weil man die Röhre nicht für die hierzu erforderliche Zeit mit der notwendigen elektrischen Energie belasten kann. Und eine Prüfung der Härte mit geringerer Energie ist zwecklos, da sie kein sicheres Urteil über die Härte bei der vollen Belastung zuläßt. Da hilft nur praktische Erfahrung.

Das Verfahren bei der Schnellaufnahme ist genau das gleiche wie bei jeder anderen, nur daß man dann die Röhre wegen der Kürze der Dauer der Belastung elektrisch stärker beanspruchen kann als bei Daueraufnahmen. Praktisch verwendet man einen Zeitschalter, der, auf bestimmte Einschaltdauer eingestellt, das Ein- und Ausschalten des Stromes selbsttätig besorgt. Bei den eigentlichen Momentaufnahmen verfährt man anders. Man verwendet das Einschlagverfahren, indem man nur einen einzigen Stromstoß mit ausreichender Energie durch die Röhre schickt. Man schaltet also den Gleichstrom z. B. beim Induktor primär ein, läßt ihn möglichst schnell ansteigen, was ja noch keinen Einfluß auf die Röhre hat, aus dem Grunde, weil der induzierte Extrastrom in der Sekundärspule dem eigentlichen induzierten Strom entgegenwirkt. Hat der Strom dann die genügende Stärke erreicht, wird er mit möglichster Schnelligkeit unterbrochen, z. B. durch Durchbrennen einer Sicherung, was jetzt das übliche ist, und das fast explosionsartig verläuft. Der so entstehende starke Öffnungsstrom wird dann allein durch die Röhre gesandt und erzeugt dort die momentane Röntgenstrahlung. Seine Stärke kann dann durch geeignete Auswahl und Konstruktion des Induktoriums so stark bemessen werden, daß er viele Male kräftiger ist, als es die Röhre bei Dauerbelastung mit gleicher Stärke auch nur kurze Zeit aushalten würde. Auf dem gleichen Wege sind auch kinematographische Aufnahmen ausgeführt.

Photometrie elektrischer Lampen.

Die dauernd erweiterte Anwendung elektrischer Energie zu Beleuchtungszwecken und die stets neu erscheinenden verschiedenartigen Typen elektrischer Beleuchtungskörper, die sich ja allmählich immer mehr auf Glühlampen beschränken, nachdem es gelungen ist, die Ausnutzung der elektrischen Kraft in ihnen so zu steigern, daß sie mit den Bogenlampen in Wettbewerb treten können, wobei dann für die Glühlampen der Vorzug bleibt, daß man die Lichtquellen besser in kleinere unterteilen kann, die man nach Belieben, je nach der Art der gewünschten Beleuchtung und der notwendigen Lichtstärke anbringen kann, macht es unbedingt erforderlich, die Messung der abgegebenen Lichtmenge einer Glühlampe in verschiedener Richtung auszubauen. Zur Beurteilung der Sachlage muß man folgendes berücksichtigen: In früheren Jahren, als die Anwendung der Glühlampen in Form der Kohlenfadenlampen mit verhältnismäßig hohem Energieverbrauch und geringer Lichtstärke allein in Frage kam, stellte sich die Benutzung der Lampen, die überdies von den ver-

schiedenen Fabriken fast gleichartig in ihren Eigenschaften ausgeführt wurden, so teuer, daß Fragen der Wirtschaftlichkeit neben denen der Zweckmäßigkeit und Ästhetik erst in zweiter Linie kamen. Das änderte sich aber völlig mit Einführung der wirtschaftlich viel günstigeren Metalldraht-Lampen, die den Bogenlampen und Gaslampen mit Aussicht auf Erfolg wirtschaftlich Konkurrenz machen können. Außerdem ist heute die Anzahl der verschiedenen Typen mit ganz verschiedenartigen Lichtausstrahlungsverhältnissen recht groß, und jede dieser Typen ist nicht für alle Zwecke gleich geeignet.

Die Lichtausstrahlung einer Lampe ist nicht nach allen Seiten gleich groß, und wird natürlich auch noch durch die Art des Einbaus des Glühdrahts in die Lampe und Ausführung der Lampenglocken — Klarglas, Matt- oder Milchglas — und den Einbau der Lampe am Verwendungsort merklich beeinflusst. Neben der ausgesandten Lichtstärke ist auch noch der elektrische Energieverbrauch von Wichtigkeit, der auch nicht immer als unveränderlich anzusehen ist. Denn früher hat man, um das allmähliche Verbrennen des Glühfadens zu verhindern, die Lampe nach Möglichkeit luftleer gepumpt. Heute füllt man statt dessen meistens die Lampe mit einem chemisch unwirksamen Gas, mit Stickstoff oder Argon. Die Anwesenheit des Gases in der Nähe der weißglühenden Drähte hat nun zur Folge, daß in ihm Strömungen entstehen, die die Glühdrähte abkühlen, und damit ihre Lichtabgabe einschränken. Es ist danach nicht ohne weiteres selbstverständlich, daß eine Lampe, die in vertikaler Stellung bei einer bestimmten Energieaufnahme eine bestimmte Lichtmenge aussendet, es auch genau so in horizontaler Lage tut, weil eben die Abkühlungsverhältnisse infolge veränderter Gasströmung verändert sind. Außerdem ist es nicht zu vermeiden, daß die Glühdrähte allmählich im Gebrauch zerstäuben, wie es auch schon bei den Kohlefadenlampen zu beobachten war. Die Folge davon ist, daß sich die Glasglocke immer allmählich schwärzt, und damit die Lichtaussendung der Lampe abnimmt. Bei jenen erstreckte sich die Schwärzung auf die ganze Glasglocke, bei den gasgefüllten Lampen reißt die Strömung die zerstäubten Teilchen im wesentlichen nach oben mit, und bewirkt eine Schwärzung nur bestimmter Teile der Glasglocke.

Eine eingehende photometrische Untersuchung einer Glühlampe muß demnach folgendes berücksichtigen: Zunächst bei unveränderter zugeführter Energie die räumliche Verteilung der Lichtstärke feststellen, durch Angaben, welche Lichtstärke die Lampe bei einer bestimmten Art der Aufhängung in den verschiedensten Richtungen aussendet. Es läßt sich das naturgemäß am besten durch Kurven veranschaulichen. Es ist klar, daß sich für bestimmte Typen von Lampen, also bei gleichartiger Ausführung des Glühkörpers, diese Verteilung auch als gleichartig herausstellen wird. Weiter bedarf man der Kenntnis der Richtung, in der die Lampe die größte Lichtmenge ausstrahlt. Heute liegt die Sache so, daß die größere Zahl der Glühlampen derart gebaut ist, daß sie in horizontaler Richtung am hellsten sind; es gibt indessen auch eine ganze Reihe von Lampen, die am meisten nach unten strahlen. Endlich muß man noch die durchschnittliche Lichtausstrahlung nach allen Seiten bestimmen. Ein Teil dieser Messungen ist mit den Photometern der üblichen Art ohne besondere Schwierigkeiten zu erledigen. Man bedarf dabei nur noch Einrichtungen, um die Messungen in verschiedenen Richtungen vornehmen zu können, was grundsätzlich keine Schwierigkeiten macht, sondern nur Einrichtungen erfordert, um das mit möglichster Bequemlichkeit ausführen zu können. Etwas anders ist es schon,

wenn man die mittlere horizontale Lichtstärke messen will; bei der üblichen Methode der Messungen macht man das so, daß man die Lampen sich mehr oder weniger schnell um eine vertikale Achse drehen läßt, und dann photometriert. Aber auch dieser naheliegende Gedanke hat bereits praktisch seine Schwierigkeiten, da bei den gasgefüllten Lampen dadurch bereits eine Veränderung der Gasströmung, und damit der Abkühlung und Lichtabgabe eintritt, die berücksichtigt werden muß. Die durchschnittliche räumliche Lichtabgabe wird in der sogenannten Ulbricht'schen Kugel gemessen, einer großen Hohlkugel, die innen die Lampe enthält. Die Kugel ist innen rein weiß angestrichen, so daß durch die dauernden Reflexionen in ihrem Innern überall die Helligkeit gleich groß ist, unabhängig von der verschiedenen Ausstrahlung der Lampe in verschiedenen Richtungen. Durch eine kleine Öffnung wird dann die Helligkeit in der Kugel gemessen und daraus die mittlere räumliche Lichtstärke berechnet, nachdem die Kugel mit einer Lampe bekannter Eigenschaften geeicht ist.

Die Untersuchung von Platin für Laboratoriumszwecke.

Platingeräte aller Art sind in großer Menge im Gebrauch, trotz ihres sehr bedeutenden Preises. Sie dienen im wesentlichen zu chemischen Zwecken, da es eins von den säurebeständigsten Materialien ist, und daneben noch den großen Vorzug hat, auch die meisten Hitzegrade ohne zu schmelzen auszuhalten. Das ist bei chemischen Analysen insofern von sehr großer Wichtigkeit, als man dabei häufig in die Lage versetzt ist, Stoffe auszuglühen, um flüchtige und organische Beimengungen, wie z. B. Staub, zu entfernen. Es ist nun sehr schwierig im technischen Betrieb, Platin in genügender Reinheit darzustellen. Ein Kenner der geschichtlichen Entwicklung der neueren Wissenschaft wird sich wohl daran erinnern, welche großen und teilweise nicht überwundenen Schwierigkeiten es in den 70 er und 80 er Jahren des vorigen Jahrhunderts bereitete, das Platin für die Prototype der Meter und Kilogramme eisenfrei zu erhalten.

Die Anwendung von Platingefäßen bei quantitativen analytischen Arbeiten im Laboratorium setzt nun voraus, daß die Beimengungen im Platin nicht derartig sind, daß durch Säuren ein Teil von ihnen gelöst wird und damit etwa in die untersuchten Substanzen hineinkommt, und daß nicht dadurch ebenso wie durch Erhitzen und Verflüchtigen von Beimengungen Gewichtsverluste entstehen, wie durch Oxydieren der Beimengungen Gewichtsvermehrungen.

Im Standard-Bureau in Washington ist festgestellt, daß man die Verunreinigung von Platingeräten durch thermoelektrische Messungen gegen Stücke reinen Platindrahtes mit ausreichender Genauigkeit, ohne diese selbst zu beschädigen, feststellen kann. Es werden feine Drähte angeschmolzen, die Berührungsstelle wird durch kleine Stichflammen erhitzt, und dann die Thermokraft des Gerätes gegen den reinen Platindraht gemessen. Das genügt, um die Art und den Grad der Verunreinigung ausreichend zu prüfen.

Es haben sich dabei einige merkwürdige Ergebnisse herausgestellt. So scheint es praktisch ganz unmöglich zu sein, wirklich eisenfreies Platin herzustellen. Das ist aber insofern wieder ohne besondere Bedeutung, da ein solcher Zusatz die Verflüchtigung von Platin, die sich nicht ganz bei höheren Temperaturen vermeiden läßt, verringert. Einen gleichen Einfluß hat ein Rhodiumzusatz, während Iridium den entgegengesetzten Einfluß hat. Sehr schädlich ist dagegen der Eisen-

gehalten, wenn Säurebehandlung in Frage kommt. Denn dieses wird von ihr aufgelöst und es entstehen Gewichtsverluste.

Die Versuche, die dort angestellt sind, und die neben der thermoelektrischen Untersuchung noch eine mikroskopische des Gefüges umfaßten, haben das Ergebnis gehabt, daß es möglich ist, bei Anwendung beider Untersuchungsmethoden vorauszusagen, welche Gewichtsänderungen die Platingeräte im Gebrauch wohl haben werden. Dadurch ist es möglich, festzustellen, ob die einzelnen Geräte ihrer Platingualität nach für die geplanten Untersuchungen brauchbar sind oder nicht.

Kleine Mitteilungen

Die Entdeckung eines neuen Kometen 1917 b (Schaumasse). Nach Mitteilung der astronomischen Zentralstelle in Kiel ist der zweite Komet dieses Jahres am 27. April am Morgenhimmel im Sternbilde des Pegasus, nahe der Fische, von Schaumasse aufgefunden worden. Das Telegramm ist aus Boston über Kopenhagen am 2. Mai in Kiel eingetroffen. Die Helligkeit des Kometen ist nur eine geringe, etwa die eines Sternes 9. Größe; sein Durchmesser beträgt 2 Bogenminuten. Der Komet läuft von Norden nach Nordosten als ein schwacher verwaschener Nebel mit undeutlichem Kern und ohne Schweif. Seine starke Ortsveränderung führt ihn schon am 13. Mai aus dem Pegasus in die Andromeda hinein. Am 16. Mai steht er nahe beim großen Andromedanebel und erreicht auf seiner parabolischen Bahn bereits am 18. Mai seine Sonnennähe. Am 20. Mai steht er nach einer Berechnung von J. Braae und J. Fischer-Petersen (A. N. 4882) im Sternbilde des Perseus (Rectascension: $1^h 54^m$, Deklin.: $+ 52^\circ 36'$). Er rückt dann in das sternarme Bild des Camelopardalis (Giraffe) in noch höhere Deklination; in 12 Tagen, vom 8. bis 20. Mai, hat er in schneller Bewegung über 31° in Deklination und 36° in Rectascension zurückgelegt. F. S. A.

Ein neues Verfahren für die Berechnung des Erdhalbmessers. Für die Größe des Erdkörpers genaue Werte festzustellen, ist Aufgabe der höheren Geodäsie. Sie geht dabei von einem Verfahren aus, das dem der gewöhnlichen Feldmeßkunst entspricht. Es wird nämlich eine Grundstrecke, die „Basis“, unmittelbar durch besonders genaue Vorrichtungen gemessen und alle weiteren Strecken dann durch „Triangulation“, Dreiecksberechnung, ermittelt. Die Messung der ganzen Erde hat hauptsächlich die Feststellung zweier Grundwerte zum Ziel, nämlich der Länge des Äquatorhalbmessers, das heißt der Strecke vom Mittelpunkt der Erde bis zu irgendeinem Punkt auf dem Äquator, und der Abplattung der Erde, d. h. der Strecke, um die der Polhalbmesser, also die Entfernung eines der beiden Erdpole vom Erdmittelpunkt, kürzer ist als der Äquatorhalbmesser. Man bezeichnet den Äquatorhalbmesser auch als den großen und den Polhalbmesser als den kleinen Halbmesser der Erde. Zur Ermittlung dieser geodätischen Werte, an deren Genauigkeit Astronomie und Geophysik das allergrößte Interesse haben, gehört ein gewaltiger wissenschaftlicher Apparat, und an der Durchführung der Messungen und Berechnungen sind alle Kulturstaaten der Erde beteiligt. Die Zentralstelle für alle Arbeiten der höheren Geodäsie liegt in Deutschland und ist das „Zentralbureau der Internationalen Erdmessung auf dem Telegraphenberge bei Potsdam“, das seit 1866 besteht und vom Geh. Oberregierungsrat Prof. Dr. Helmert geleitet wird. Die jetzt als am zuverlässigsten geltenden Werte für die Erdabmessungen sind nach Helmert: Länge des Äquatorhalbmessers 6 378 200 Meter, Abplattung 1:297. Man kann sagen, daß zur Ermittlung dieser Werte die Arbeit von Jahrhunderten gehörte, und wenn man den ersten Erdmessungsversuch durch Eratosthenes (276—195 v. Chr.) mit einbegreift, von zwei Jahrtausenden. Es gibt nun eine sehr einfache mathematische Formel, die bisher nicht bekannt geworden ist, nach der man ohne weitere folgerichtige Anwendung sehr weitreichende geophysikalische und astronomische Aufschlüsse verspricht. Bezeichnet man nämlich den mittleren Erdhalbmesser, also die Entfernung des Erdmittelpunktes von irgend einem auf dem 45. Grad nördlicher oder südlicher Breite gelegenen Punkt mit r , die Frist eines Sterntages, d. h. die Dauer einer Erdumdrehung mit T und die Länge des auf Sternzeit zurückgeführten Sekundenpendels unter 60 Grad Breite mit L , dann ist:

$$r = \frac{\pi LT}{4 \times (1 - L)}$$

In dieser Formel ist $\pi = 3,14159265$ (die bekannte Konstante, die das Verhältnis des Halbkreises zum Radius angibt) $L = 0,9894836$ Meter und $T = 86\,164,09$ Sekunden. Die Ausrechnung, die jeder ohne weiteres selbst nachprüfen kann, ergibt als Länge des mittleren Erdhalbmessers $r = 6\,367\,306$ Meter. Dies Ergebnis entspricht einer Länge des Äquatorhalbmessers von $6\,378\,143$ und des Polhalbmessers von $6\,356\,475$ Meter, also einer Abplattung von 1:294,3. Dieser Wert für die Abplattung entspricht genau dem durch unmittelbare geodätische Rechnung von Clarke gefundenen Werte, während die Berechnungen aus Pendelbeobachtungen nach Helmert 1:297 ergeben. Die Gleichung ist aus den Voraussetzungen der in dieser Zeitschrift wiederholt (Jg. 14 S. 70, Jg. 16 S. 190), erwähnten Birotationstheorie abgeleitet. Die Masse (m) der Erde ist ebenfalls aus der Birotationstheorie richtig abzuleiten nach der Formel $m = (1-L)^{3d}$, wenn $d = 2,6$ die Dichtigkeit der Erdrinde ist. Die Ausrechnung ergibt $m = 1 : 330\,593$.

Hans Passarge.

Bombenwurf aus Luftfahrzeugen. Luftschiff und Flugzeug sind heute nicht nur Beobachtungs- und Aufklärungsmittel, sondern Angriffswerkzeuge aus der Luft. (Alexander Büttner Dtsch. Luftf. Zeitschr. 23/24 1916 S. 359—362). Schon kurze Zeit nach Erfindung des ersten Heißluftballons durch Montgolfier kam man auf die Idee von der Höhe aus auf den Feind Sprengstoffe zu schleudern. Zur Ausführung kam dieselbe im Jahre 1849 bei der Belagerung von Venedig durch die Oesterreicher. Es wurden kleine Heißluft-Montgolfieren dazu verwandt, welche von dem Artillerieoffizier Uchatius konstruiert worden waren. Sie waren aus wasserdichtem Stoff und trugen einen starken hölzernen Reif als Ballast, in welchem die dreißigpfündige Bombe angebracht war. Dieselbe wurde nach einem zu bestimmenden Zeitraum durch Raketentriebsatz aus dem Reifen geschleudert und fiel nach Entzündung einer Brandröhre vertikal zu Boden. Diese Luftballone waren damals insofern ohne Erfolg, als sie infolge ungünstigen Windes über das Meer gerieten und die Bomben in dieses fielen. Die nächsten Bestrebungen gingen nun darauf, diese sehr geringe Treffsicherheit der so abgeworfenen Sprengkörper zu vergrößern und man setzte in allen Staaten Europas die Bombenabwurfversuche fort. Es wurden Bombenzielapparate konstruiert von Henry Farman, Bousquet, Riley E. Scott. Der Apparat des letzteren ergab vorzügliche Resultate, und er wurde von den meisten Staaten nachkonstruiert, nur Deutschland baute sich einen eigenerfindenen noch zuverlässigeren Apparat. Bei den neuesten Bombenabwurfapparaten geschieht das Abwerfen des Sprengkörpers automatisch, indem ein Hebel mit dem Fuß ausgelöst wird und darauf die Drahtkörbe oder Behälter mit neuen Bomben beschickt werden. Es ist anzunehmen, daß in diesem Kriege auf diesem Gebiet noch manches erfunden und vervollkommen wird.

Bl.

Briefkasten.

Herrn Dr. Hein-Altona (Elbe), Lenbachstraße 16. Gerne entsprechen wir Ihrem Wunsche, an dieser Stelle unsere Leser aufzufordern, Ihnen Mitteilung über Steinkreise und Steinsetzungen, besonders in Deutschland, zu machen, und Ihnen Grundrisse, auch flüchtige Skizzen, aus denen die Anzahl der Steine und ihre gegenseitige Lage, sowie die Größe der Kreise hervorgeht, zu übersenden.

Dr. W. E. Auf Ihre Anfrage bezüglich Instrumente, die vom Ballon und vom Flugapparat aus zu Höhenmessungen beziehungsweise zur Orientierung benutzt werden können, nennen wir Ihnen die folgenden: 1. „Ballonsextant“ nach Prof. Schwarzschild. 2. „Ballonkompaß“ nach Prof. Schwarzschild. 3. „Libellenquadrant“, Butenschön, Hamburg. 4. „Orion“, bei C. P. Goerz. 5. Apparat des Dr. Brill, Hartmann und Braun, Frankfurt a. M.

Stadtrat G. E. G., Privatlehrer H., u. a. Der Einfluß der Sonnenflecken auf Erscheinungen in unserer Lufthülle (Nordlichter, magnetische Störungen usw.) ist zweifelsfrei festgestellt worden. (Vergl. frühere Jahrg. d. Weltalls.) Ein Sonnenfleck hat eine Lebensdauer von wenigen Tagen bis über ein Jahr. Die Periode der Sonnenflecken beträgt 11,11 Jahre. Es sind in diesem Jahre sehr viele Flecken zu beobachten und es ist der Theorie nach noch eine Zunahme zu erwarten. Der ungewöhnlich lange Winter läßt sich jedoch damit nicht in Zusammenhang bringen. auch wäre es unwissenschaftlich, irgendwelche Voraussagungen machen zu wollen. Im Weltall wird weiter fortlaufend über die neueren Untersuchungen der Sonnenflecke berichtet werden; nur ernste wissenschaftliche Arbeit wird eine Klärung der Frage nachdem Einfluß der Sonnenflecke auf irdische Erscheinungen bringen können.

A.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Bezugspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., $\frac{1}{2}$ Seite 45.—, $\frac{1}{4}$ Seite 25.—, $\frac{1}{8}$ Seite 15.—, $\frac{1}{16}$ Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW

INHALT

1. Ueber die Begriffe der Geschwindigkeit und Beschleunigung in der Scholastik. Von Realschulrektor Dr. H. Wieleitner. (Mit vier Figuren)	49	5. Kleine Mitteilungen: Schallrätsel von Flandern und Bengalen. — Der Kohlenvorrat der Erde. — Der Einfluß des Waldes auf Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit. — Ueber den Gasgehalt der Taunusgesteine und seine Beziehung zu den Gasen der Wiesbadener Thermalquellen. — Die Erweiterung des Spektrums über das Gebiet der Schumann-Strahlen hinaus — Einiges aus der Wolkenmorphologie. — Sonnenfleckenhäufigkeit und magnetische Störungen auf der Erde — Der Komet 1917 b (Schaumasse)	67
2. Wie konnten Urvölker ohne astronomische Werkzeuge Entfernungen am Himmel messen, und warum teilen wir den Kreis in 360 Grad? Von Dr. Konrad Weichberger (Mit neun Abbildungen) (Schluß)	56		
3. Die Flugbahn der Geschosse vom astronomischen Standpunkt. Von Prof. Ad. Keller	60		
4. Der gestirnte Himmel im Monat Juni 1917. (Eine helle Meteorwolke) Von Dr. F. S. Archenhold. (Mit drei Abb.)	63		

Nachdruck ohne Genehmigung der Schriftleitung verboten. — Auszüge nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Über die Begriffe der Geschwindigkeit und Beschleunigung in der Scholastik.

Von Realschulrektor Dr. H. Wieleitner.

(Mit 4 Figuren.)

„... und zum andern kann keiner im voraus wissen, mit welchem Maßstab kommende Geschlechter dereinst an die Bewertung der Leistungen unserer Tage herangehen werden.“

Max Planck, Rektoratsrede (Berlin) 1913

Wenn ich diesen Ausspruch eines bedeutenden Physikers der Gegenwart meiner Arbeit als Motto vorsetze, so geschieht das, weil ich von einer Zeit sprechen will, die bis auf unsere Tage aufs ungerechteste beurteilt wurde, eben weil man — von anderen Beweggründen abgesehen — an sie den Maßstab der neueren Zeit anlegte. Aber wenn auch die Wahrheit langsam schreitet, so hat doch die Beurteilung der wissenschaftlichen Tätigkeit der Scholastiker in den letzten Jahrzehnten eine wesentliche Besserung erfahren.

Die Wendung trat zuerst ein auf dem Gebiete der reinen Philosophie und es sei da nur an Männer wie G. v. Hertling und Cl. Baumker erinnert. Man begann auch zu sehen, daß trotz des starken Widerstreites der Humanisten gegen die Scholastiker jene doch auch kulturell auf den Schultern dieser standen. In der Richtung sei auf die Untersuchungen K. Burdachs zur Entstehung des Humanismus und der Renaissance hingewiesen. Spät erst setzte die Erkenntnis ein, daß auch auf dem Gebiete der Naturwissenschaften die Scholastiker nicht bloße Nachbeter des Aristoteles gewesen waren. Als glänzendes Zeugnis hierfür ist mitten im Weltkrieg der I. Teil der Tiergeschichte des Albertus Magnus von H. Stadler nach der Cölner Urschrift neu herausgegeben worden.

Was die Physik und im besonderen die Mechanik betrifft, so hatte vor allem der Bordeauxer Professor Pierre Duhem sich das Studium ihrer Entwicklung im Altertum und Mittelalter zur Aufgabe gemacht. Duhem ist im vorigen Jahre, etwa 55 Jahre alt, vom Tod aus dem erfolgreichsten Schaffen herausgerissen worden, nicht ohne daß er noch vorher eine ungerecht urteilende Schrift über die Wissenschaft des deutschen Feindes, die er viel zu wenig kannte, veröffentlicht hätte. Das konnte nicht überraschen bei einem Manne, der in der Vorrede zu einem seiner letzten Werke sich mit Stolz einen Christen, einen Franzosen und einen Pariser nannte, weil seine Untersuchungen die Verdienste jener Kategorien von Menschen — vielleicht etwas zu sehr — in den Vordergrund zu rücken imstande gewesen waren.

Aber sehen wir ab von diesen Menschlichkeiten, Duhem war ein unermüdlicher Arbeiter und ein großer Gelehrter. Wird man seinen Beurteilungen mit

etwas Vorsicht begegnen, seine Feststellungen aus alten Handschriften und Drucken haben unumstößlich gezeigt, daß das Mittelalter der antiken Physik einen gewaltigen Schub nach vorwärts gegeben hat, so daß eine gute Grundlage geschaffen war für das imponierende Gebäude, das Galilei zu Beginn des 17. Jahrhunderts der Mechanik errichten konnte.

Der Verfasser erlangte zufällig mit Duhem Berührung auf demselben Forschungsgebiet und er darf sich daher für besonders berechtigt halten, wichtige Ergebnisse dieser Forschungen weiter zu verbreiten. Veröffentlicht ist nämlich alles folgende bereits, zum Teil in dem 3. Bande von Duhems „Études sur Léonard de Vinci“ (Paris 1913), zum Teil in Aufsätzen des Verfassers, die kurz vor dem Krieg in den Bänden 13 und 14 der „Bibliotheca mathematica“, Zeitschrift für Geschichte der mathematischen Wissenschaften, erschienen waren. Bis aber aus solchen spezialistischen Quellen Erkenntnisse in ein breiteres, wenn auch wissenschaftlich gerichtetes Publikum dringen, dauert es in der Regel ein Menschenalter. Der Verfasser würde glücklich sein, wenn durch seine Bemühungen diese Frist etwas verkürzt würde.

Jetzt wollen wir aber mitten in das Thema springen. Wir haben alle auf der Schule zuerst gelernt: „Geschwindigkeit ist der Weg, den ein Körper in einer Zeiteinheit zurücklegt“. Erst später wurde uns klar, daß das nicht für alle Bewegungen gelten könne, weil die Geschwindigkeit selten ganz konstant bleibt, was die Voraussetzung für die obige Erklärung wäre. Aber auf dem ursprünglichen naiven Standpunkt stand eben auch das Altertum. Ich bin nicht gewiß, ob überhaupt der Begriff der momentanen Geschwindigkeit für ungleichförmige Bewegungen im Altertum und im frühen Mittelalter erwogen wurde, in der Scholastik des 14. Jahrhunderts liegt er vor. Da lesen wir wörtlich bei Nicole Oresme, dem berühmten Theologen und nachmaligen Bischof von Lisieux: „Der Grad der Geschwindigkeit des Herabfallens ist um so größer, je mehr der Körper herabfällt oder herabfallen würde, wenn er seine Bewegung einfach fortsetzte . . .“¹⁾ Diese Stelle ist im Zusammenhang nicht anders aufzufassen als eine Definition der augenblicklichen Geschwindigkeit eines fallenden Körpers. Sie steht in einer großen Handschrift mit dem Titel „De uniformitate et difformitate intensionum“ (oder ähnlich), was etwa „Von der Gleichförmigkeit und Ungleichförmigkeit der (veränderlichen) Eigenschaften“ bedeutet.

Dieses Werk Oresmes wurde nie gedruckt; erst der Verfasser hat nach Auszügen Duhems aus einer Pariser Kopie Bruchstücke veröffentlicht. Wohl aber wurde, vielleicht schon zu Lebzeiten Oresmes († 1382) eine zusammenfassende Darstellung gewisser Teile dieses Werkes unter dem Titel „Tractatus de latitudinibus formarum“ (deutsch etwa: Abhandlung über die Veränderlichkeit der [Aristotelischen] Formen) herausgegeben, handschriftlich und später auch im Druck viel verbreitet und diskutiert. Bis ins 16. Jahrhundert hinein waren die „latitudines formarum“ an vielen Universitäten ein verbindlicher Vorlesungsgegenstand.

Die Erfindung Oresmes bestand darin, daß er der Veränderlichkeit der Eigenschaften einen geometrischen Ausdruck zu geben wußte, sie, wie wir heute sagen, graphisch darstellte. Bleiben wir gleich bei unserer „Geschwindigkeit“, so nahm Oresme als unabhängige Veränderliche („subjectum“ sagte man da-

¹⁾ Gradus velocitatis descensus est major, quo subjectum mobile magis descendit vel descenderet si continuaretur simpliciter.

mals) natürlich die Zeit und er stellte etwa eine Stunde durch eine Strecke AB dar. Über dieser Strecke errichtete er in den einzelnen Punkten Senkrechte, die die Größe der Geschwindigkeit in den verschiedenen Zeitpunkten angaben. War die Größe der Geschwindigkeit in dem Zeitraum konstant, die Bewegung also gleichförmig („uniformis“), so wurde sie, wie man sich damals ausdrückte, durch ein Rechteck $ABCD$ (Fig. 1) dargestellt. War die Geschwindigkeit nicht konstant, so nannte

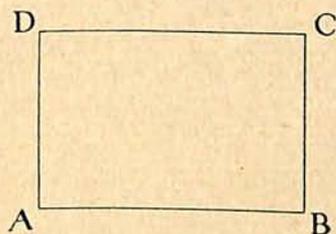


Fig. 1.

man die „Form“ oder Bewegung ungleichförmig („difformis“ = „deformis“) und man unterschied zwei Unterfälle.

Entweder entspricht nämlich gleichen Fortschritten der Zeit gleiches Fortschreiten der Geschwindigkeit. Die Bewegung ist dann „gleichförmig ungleichförmig“ („uniformiter difformis“; wir sagen heute „gleichförmig beschleunigt“). Die obere Begrenzung ist eine schiefe Gerade. Die „Figur“, die die Bewegung wiedergibt, ist ein Dreieck ABC (Fig. 2) oder ein Trapez $ABCD$ (Fig. 3), je

Fig. 2.

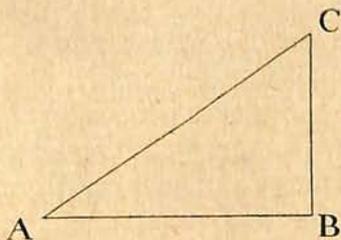
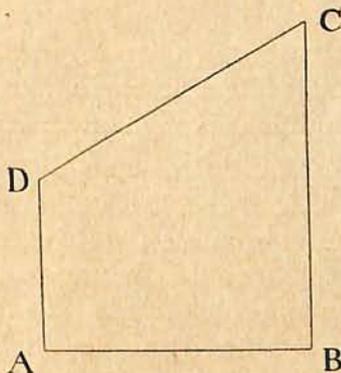


Fig. 3.



nachdem die Anfangs- (oder auch End-) geschwindigkeit Null ist oder nicht. Oder aber, gleichem Fortschreiten der Zeit entspricht ungleichmäßiges Fortschreiten der Geschwindigkeit. Die Bewegung ist „ungleichförmig ungleichförmig“ („difformiter difformis“ = „ungleichförmig beschleunigt“). Die obere Begrenzungslinie der Figur ist gebrochen, krumm oder aus verschiedenartigen Stücken zusammengesetzt. In A und B sind zwei Senkrechte wie in Fig. 3, soferne die Linie CD nicht etwa in A beginnt oder in B endet.

Diese Unterscheidungen sind gewiß älter als Oresme. Sie kommen mindestens schon bei Bradwardin († 1349 als Erzbischof von Canterbury) vor. Aber man begreift, welchen mächtigen Anstoß Oresmes graphische Darstellung der von den Scholastikern viel diskutierten Theorie des Wachstums und Abnehmens („intensio et remissio“) der Formen geben mußte. Jetzt hatte man auch ein sinnliches Bild für die momentane Geschwindigkeit eines Körpers. Es war die Länge des in dem betreffenden Punkte von AB bis zur oberen Begrenzungslinie

(„*linea summitatis*“) gehenden Lotes, das im allgemeinen „*intensio*“ oder „*latitudo*“ hieß, während die Grundstrecke A B „*extensio*“ oder gelegentlich auch „*longitudo*“ genannt wurde.

Dieselben Begriffe findet man gleichzeitig an der Oxforder Universität, wo der später viel kommentierte William Heytesbury (um 1371 Kanzler der Universität) Hauptvertreter der Logik war. Sie werden hin und her gewendet in den viel gelesenen, weitschweifigen und vertüftelten „*Calculaciones*“ des Suisset, dessen Name wohl aus Swineshead verderbt ist und der vielleicht überhaupt anders hieß. Aber die Engländer haben ursprünglich keine Figuren. Erst den Druckausgaben¹⁾ und späteren Abschriften wurden solche beigelegt. Es ist also durchaus möglich, daß die neue Wissenschaft aus Oxford nach Paris kam. Weiter zurück kann man sie einstweilen nicht verfolgen.

Der rastlos zergliedernde Sinn der Scholastiker war mit den oben gegebenen Unterscheidungen der Formen, zu denen man neben der Geschwindigkeit auch Wärme und Kälte, Feuchtigkeit und Trockenheit, die Farbe usw. zählte, nicht zufrieden. Nachdem die „*latitudines*“ (d. s. hier allgemeiner die veränderlichen Größen, Funktionen sagen wir heute), in „gleichförmig ungleichförmige“ und „ungleichförmig ungleichförmige“ eingeteilt sind, wird die „*Variation*“ dieser Größen selbst ebenso eingeteilt. Und es werden nun „*latitudines uniformiter difformiter difformes*“ und „*latitudines difformiter difformiter difformes*“ gebildet. Was ist aber die „*Variation*“, wenn die „*latitudo*“ eine Geschwindigkeit („*velocitas*“) ist? Doch nichts anderes, als die Beschleunigung. Die scholastischen Logiker zogen diesen Schluß. Sie nannten die *Variation* in diesem Falle „*velocitatio*“. Oresme sagt ausdrücklich, daß diese „*velocitatio*“ zu- und abnehmen oder auch gleichförmig oder irgendwie ungleichförmig sein könne. Es könne die Geschwindigkeit zunehmen, die Beschleunigung aber abnehmen, sie könnten auch beide zugleich zunehmen usw.²⁾

Die Oxforder Schule macht um die Mitte des 14. Jahrhunderts dieselben Betrachtungen. Als früheste Quelle erscheint ein Manuskript nach einem gewissen, von dem oben genannten wohl verschiedenen Swineshead (Swynshed, Suinnet o. ä.) über die Bewegung („*De primo motore*“). Über seine Persönlichkeit weiß man gar nichts, als daß Heytesbury ihn schon kannte. Dieser Swineshead führt, um die „*Schnelligkeit und Langsamkeit in den Ortsbewegungen*“ zu studieren, fünf *latitudines* ein:

1. Die *latitudo* der Ortsbewegung selbst.
2. Die Geschwindigkeit dieser ersten *latitudo*.
3. Die Langsamkeit der ersten *latitudo*.³⁾

¹⁾ Die Arbeiten Heytesburys erschienen in einer sehr schönen Ausgabe mit vielen Zusätzen italienischer Scholastiker 1494 zu Venedig unter einem Titel, der beginnt mit „*Tractatus guilielmi Hentisberi de sensu composito et diuiso*“. Die „*Calculaciones*“ des Suisset erschienen zuerst ohne Jahr, dann 1488, 1498 und 1520. Oresmes „*Tractatus de latitudinibus formarum*“ wurde 1486, 1505 und 1515 gedruckt.

²⁾ „... omnis enim velocitas est intensibilis et remissibilis; ejus vero continua intensio vocatur velocitatio; et hec quidem velocitatio seu augmentatio velocitatis potest fieri velocius aut tardius. Unde quandoque contingit quod velocitas intenditur et velocitatio remittitur, quandoque vero utraque simul intenditur. Et similiter hujusmodi velocitatio aliquando fit uniformiter, aliquando difformiter et diversimode...“

³⁾ Daß die Scholastiker noch die Langsamkeit neben der Geschwindigkeit aufführen, wird nicht wunder nehmen, wenn man bedenkt, für wie weite Kreise auch heute noch Kälte etwas von Wärme Verschiedenes ist.

4. Die latitudo der Erwerbung der latitudo der Ortsbewegung.¹⁾
5. Die latitudo des Verlustes („deperditionis“) derselben latitudo.

Wir sehen aus dieser uns unbeholfen erscheinenden Ausdrucksweise, daß *Swineshed* in den Nummern 4 und 5 offenbar nichts anderes im Auge hat, als was wir positive und negative Beschleunigung nennen würden. Viel deutlicher tritt dasselbe wieder bei *Heytesbury* auf. Dieser unterscheidet zwischen der Geschwindigkeit („latitudo motus“) und der Geschwindigkeit der Zunahme oder Abnahme der Bewegung („velocitas intensionis vel remissionis motus“). Er sagt auch „latitudo velocitatis“ und „latitudo intensionis et remissionis“. Die letztere latitudo verhalte sich zur ersteren, wie sich die Bewegung selbst verhalte zu der stetigen Größe, die nacheinander wirklich durchlaufen werden.²⁾

Die Bemerkung *Duhems* zu dieser Stelle (a. a. O. S. 470), daß hier die Beschleunigung nicht anders definiert sei als wenn wir sagen, sie sei die Geschwindigkeit der Geschwindigkeit, ist vollkommen am Platze. Aber es sei gleich hier einschaltend hinzugefügt, daß das alles den Scholastikern lediglich Beispiele für logische Untersuchungen sind. Keinem fällt es ein, etwa eine Anwendung auf wirkliche Bewegungen zu machen, oder von Naturerscheinungen auszugehen. Nur *Albert von Sachsen*, auch einer der Pariser Magister, hat in seinen Anmerkungen zu den Aristotelischen Büchern „Vom Himmel“, die i. J. 1368 verfaßt wurden, den Fall eines schweren Körpers ins Auge gefaßt, aber lediglich die Möglichkeiten nebeneinander diskutiert, daß seine Geschwindigkeit mit dem durchlaufenen Raum im Verhältnis wachse (was falsch ist) oder mit der abgelaufenen Zeit, ohne eine Entscheidung zu treffen. Für alle anderen, die ich nannte und insbesondere auch für die italienischen Kommentatoren *Heytesburys* im 15. Jahrhundert handelt es sich immer nur um ein „mobile“, ein bewegtes Etwas. Diese Italiener einzeln aufzuführen, hat keinen besonderen Wert, da sie neue Grundgedanken nicht beibrachten. Es gelang immerhin einzelnen, das, was sich schon bei den Vertretern der Oxforder und Pariser Universität fand, durch Zahlenbeispiele und genauere Fassung zu verdeutlichen. Auch an deutschen Universitäten, in Cöln, Ingolstadt und Wien z. B., wurde über „latitudines formarum“ gelesen. Arbeiten aus jenen Bildungszentren über den Gegenstand scheinen aber nicht vorzuliegen.

In Paris hat die Lehre während des 15. Jahrhunderts offenbar ganz geschlummert. Sie flammte aber aufs neue auf zu Beginn des 16. Jahrhunderts, als es galt, die Waffen zu schärfen im Kampfe mit Humanisten vom Schlage des *Ludwig Vives* und *Desiderius Erasmus*, die diejenigen mit zersetzendem Spott zu überschütten begannen, mit denen sie dieselben Bänke der Pariser Kollegien gedrückt hatten. Spanier waren damals nach dem Zeugnis von *Vives* selbst die schärfsten Vertreter der scholastischen Dialektik. Ein Portugiese,

¹⁾ „Latitudo acquisitionis latitudinis motus localis.“

²⁾ „Et illa latitudo consimiliter se habet respectu latitudinis motus sicut se habet motus respectu magnitudinis et quantitatis continuae vere pertransibilis successive“. Daß *Heytesbury* die „durchlaufene stetige Größe“ nicht einfach als die Zeit bezeichnet, kommt davon her, daß er nicht die Ortsbewegung allein im Auge hat, sondern allgemein von der Bewegung im Aristotelischen Sinne spricht, die jede Art von Veränderung bedeuten kann. Z. B. kann gemeint sein, daß ein Stab, der dann das „subjectum“, wie wir früher schon sagten, vorstellt, an verschiedenen Stellen verschieden warm, kalt, feucht, weiß usw. ist. Beim Durchlaufen des Stabes nimmt dann die Eigenschaft („latitudo motus“) zu oder ab, je nach der Beschleunigung der Zu- oder Abnahme („latitudo intensionis vel remissionis“).

Alvarus Thomas, gab i. J. 1509 ein an die „Calculaciones“ von Suisset anschließendes, scharfsinniges Werk „Liber de triplici motu“ („Buch von der dreifachen Art der Bewegung“) heraus, auf dessen Bedeutung für die Geschichte der unendlichen Reihen ich im 14. Bd. der Bibl. math. in einem besonderen Aufsatz hingewiesen habe. So ging, trotzdem Oresmes Hauptwerk — vielleicht zufällig — nicht gedruckt wurde, doch seine Lehre nicht verloren. Ja, sie erreichte ihren Höhepunkt erst im Jahre 1572, als die „Quaestiones“ des Dominikaners Soto über die 8 Bücher der Physik des Aristoteles zu Salamanca, wo Soto lehrte, im Druck herauskamen.

Um den Triumph, den die Lehre von der „intensio et remissio formarum“ hier feierte, zu verstehen, müssen wir noch einen Punkt hervorheben. Neben der Intensität einer Form im einzelnen Punkte des Subjekts betrachteten die Logiker des 14. Jahrhunderts immer noch so etwas wie die Gesamtintensität der Form in dem betrachteten Stück. Oresme nannte das die „quantitas“ der Eigenschaft und stellte ausdrücklich fest, daß diese „quantitas“ durch die über der Grundstrecke AB stehende Fläche gemessen werde. Diese scharfe Begriffsbestimmung und Benennung ging freilich verloren, da sie sich in dem gedruckten Auszug „Tractatus de latitudinibus formarum“ nicht befand, aber der Satz selbst, auf den es hauptsächlich ankommt, findet sich auch bei der Oxforder Schule und pflanzte sich in allen Kommentaren fort.

Dieser Satz lautet: „Jede gleichförmig ungleichförmige Eigenschaft entspricht (oder ist gleich) ihrem mittleren Grade“. Und er will besagen (vgl. Fig. 4):

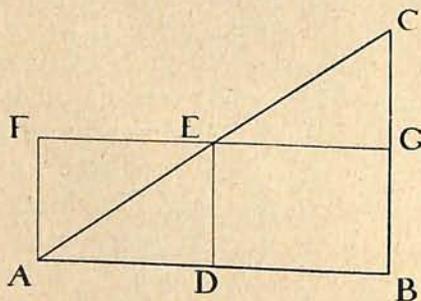


Fig. 4.

Ist eine Eigenschaft durch das Dreieck ABC dargestellt, so ist die Gesamtintensität so groß wie die des Rechtecks ABGF, das als zweite Seite den mittleren Grad DE der Eigenschaft hat. Wenden wir nun das auf die Bewegung an — und das taten auch die Scholastiker — so ist AB die Zeit, und die Einzelintensitäten sind die momentanen Geschwindigkeiten. Bei der gleichförmigen Bewegung (Fig. 1) ist dann sofort klar, daß die Fläche ABCD gleich dem zurückgelegten Weg ist. Denn setzen wir $AB = t$, $BC = v$, so ist die Fläche des Rechtecks $s = vt$. Nicht so einfach ist die Sache, wie jeder moderne Physiker weiß, schon bei der gleichförmig beschleunigten Bewegung (Fig. 2). Aber die Scholastiker nahmen nun auch hier in naiver Weise an, daß das Dreieck ABC den Weg darstelle, indem sie den eben erwähnten Satz, für den nur sehr unzureichende Beweise geliefert wurden, dazwischen schoben. Auf diese Weise erhielten sie den Satz: Der bei einer gleichförmig beschleunigten Bewegung, die mit der Geschwindigkeit Null beginnt, zurückgelegte Weg ist gleich dem Weg, den der Körper in derselben Zeit zurücklegen würde, wenn er sich gleichförmig bewegte mit einer Geschwindigkeit, die gleich der halben Endgeschwindigkeit ist.

Dieser Satz war seit der Mitte des 15. Jahrhunderts allgemein bekannt und zu schwierigen Wegbestimmungen mittels unendlicher Reihen, die ihren Höhepunkt bei Alvarus Thomas erreichten, benutzt worden. Aber er war rein theoretisch, bis Dominicus Soto ihn plötzlich in Beziehung zur Fallbewegung brachte. Soto sagt nach der Definition der gleichförmig ungleichförmigen Bewegung beiläufig, daß diese ganz eigentlich den frei fallenden („naturaliter motis“) und den (senkrecht) geworfenen („projectis“) Körpern zukomme. Aber es macht nicht den Eindruck, als ob Soto dieser Bemerkung den Wert beilege, den wir ihr beilegen. Denn das steht so leichthin zwischen den hundert anderen Sätzen, die seit dem 14. Jahrhundert unzählige Male wiederholt worden waren. Sollen wir nun annehmen, daß Soto nur zufällig aussprach, was alle, oder wenigstens viele seiner Vorgänger stillschweigend dachten, weil es ihnen gleichgültig war, was sich der Leser unter dem „mobile“, von dem sie handelten, vorstellte? Dem steht entgegen, daß andere praktischer veranlagte Männer nach den Gesetzen des freien Falles suchten und, obwohl sie mit den Arbeiten der Scholastiker aufs genaueste vertraut waren, nicht zur Gleichsetzung der Fallbewegung mit der von jenen immer wieder herangezogenen gleichförmig beschleunigten Bewegung gelangten. Das wissen wir mit Bestimmtheit von Leonardo da Vinci¹⁾ († 1519) und wir sehen es aus fehlerhaften Arbeiten Galileis (geb. 1564) und Descartes' (geb. 1596), über die ich genauer in einer Abhandlung der Zeitschr. für math. u. naturw. Unterricht (45. Jahrg. 1914) berichtet habe.

Erst der reife Galilei wuchs über seine Irrtümer hinaus. Er machte unsere Fig. 4, die ihm schon früh bekannt gewesen war, nutzbar, indem er nicht nur, was bei den Scholastikern Scheinbeweis war, in mathematisch strenge Form brachte, sondern auch, wie ja allgemein bekannt ist, weit über deren Schlußfolgerungen hinausging und — ganz unscholastisch — die Spekulation durch Versuche unterstützte oder korrigierte. So entstanden jene berühmten Darstellungen der Fallgesetze in dem „Dialog über die beiden bedeutendsten Weltsysteme“ (1632) und besonders in den „Unterredungen und mathematischen Beweisen über zwei neue Wissenschaften“ (1638).²⁾

Was ich hier darlegte, ist nur ein kleiner Ausschnitt aus der Tätigkeit der späten Scholastiker auf dem Gebiete der Bewegungslehre.³⁾ Aber meine Ausführungen haben doch vielleicht gezeigt, daß die uns mindestens in der Form abstrus erscheinende Forschung jener Gelehrten nicht unfruchtbar war. Wer nur einigermaßen sich mit Wissenschaftsgeschichte bemüht hat, weiß, daß jeder bedeutende Fortschritt langsam und stetig vorbereitet war. Das ist für die Begründung der neuen Mechanik bis in die letzte Zeit, wenn nicht bezweifelt, so doch nicht gebührend berücksichtigt worden.⁴⁾

¹⁾ Über Leonardo da Vincis Bemühungen kann der deutsche Leser eine Arbeit von Th. Beck (Zeitschr. Ver. Dtsch. Ing. Bd. 51, 1907) vergleichen.

²⁾ Der moderne Leser wird, um die Zeitwegformel für den freien Fall aus der Fig. 4 abzuleiten, so verfahren. Es sei $AB = t$, $BC = v$, dann ist $s = \frac{1}{2} v t$. Es ist aber $BC = AB \cdot \operatorname{tg}(A)$. Mit $g = \operatorname{tg}(A)$ ist demnach $v = gt$. Also hat man $s = \frac{1}{2} gt^2$.

³⁾ Der 3. Band von Duhems erwähntem Werk hat 605 Seiten. Duhem mußte sich aber mit dem Studium der in Paris vorliegenden Handschriften begnügen. Seine Untersuchungen sind daher noch nicht als abschließend anzusehen.

⁴⁾ Das gilt insbesondere für die Darstellung bei E. Mach (Die Mechanik in ihrer Entwicklung, 7. Aufl. 1912), dem als Historiker überhaupt, wie es scheint, nicht recht zu trauen ist.

Wie konnten Urvölker ohne astronomische Werkzeuge Entfernungen am Himmel messen, und warum teilen wir den Kreis in 360 Grad?

Von Dr. Konrad Weichberger.

(Mit neun Abbildungen)

III. Indogermanen.

(Schluß.)

Die Indogermanen hatten genau dieselbe Sitte des Messens; „zum Messen bediente man sich, wie natürlich, zunächst der Körperteile, des Fußes, des Fingers, der Handbreite, der Elle (got. oleina), d. h. der Entfernung von der Hand bis zum Ellenbogen = lat. ulna und griech. *ωλενη*, dann der Spanne, der Finger- spanne und der Armspanne (Klafter).“ Schrader, die Indogermanen, Bresl. 1910, S. 60. Wie ich glaube, sind uns auch die genauen Längen bis auf den heutigen Tag erhalten bei dem konservativsten aller indogermanischen Völker, den Engländern. Ich stelle die von mir erschlossenen urägyptisch-arabischen Längen neben die englischen¹⁾ (es handelt sich hier um eine Gruppe höchst urwüchsiger Maße); die Übereinstimmung, die mir erst auffiel, als ich den bisherigen Teil der Arbeit niedergeschrieben hatte, ist verblüffend; wenn Schrader (Reallexikon S. 527) über die indogermanischen Maße sagt: „in je frühere Zeit wir zurückgehen, um so flüssiger und schwankender“ erscheinen alle diese Maßbestimmungen, so stimmt das sicher für die volkstümliche Übung, doch mag daneben unter den Eingeweihten eine ziemlich genaue uralte Überlieferung bestanden haben, von der die landläufigen Laien-Maße der alten Völker nur ein ungefähres Bild geben.

Urägyptisch-arabisch.

Germanisch.

- 1 Finger = 1,5 cm
- 1 Handbreite = 5 Fingerspitzen = 7,5 cm
- 1 Spanne = 3 Handbreiten = 22,6 cm

- 1 Elle = 2 Spannen = 45,2 cm
(1 Fuß = $\frac{1}{3}$ Arm = 30,1 cm)
- 1 Arm = 90,4 cm

- 1 Klafter = 180,8 cm

- 3 Klafter = 542,4 cm (= 360 Finger)

- engl. 1 Palm (Handbreite ohne Daumen) = 7,62 cm.
- engl. 1 Span (= 3 Palmen!) = 22,8 cm; kommt auch als Tuchmaß vor, dann heißt es 1 Quart, entspricht also einem Viertelarm meiner Urmaße.
- engl. $\frac{1}{2}$ Yard = 45,72 cm.
(engl. 1 Foot = 30,479 cm.)
- engl. 1 Yard („Gerte“) = 91,44 cm; als Wollgarn- maß = 1 thread („Faden“).
- engl. 1 Fathom = 182,88 cm (Wiener Klafter = 189,67 cm).
- engl. 1 Woodland pole („Waldlandmeßstange“) = 549 cm; 1 Landyard = 549 cm.

Die englischen Maße sind durchweg eine Kleinigkeit höher. Die Zahlen stimmen genau, wenn man von der etwas höheren englischen Handbreite ausgeht, die nur ganz wenig von der ägyptischen differiert. Das wirkliche Urmaß mag zwischen beiden liegen, ich nehme an, daß es 45,45 cm für die Elle betrug. Maße, die mit den von mir angenommenen ziemlich übereinstimmen, kommen auch sonst nicht selten vor; so betrug die gemeine oder phönikische Elle 44,355 cm, die Pfahlbauelle nach Forrer 44,0 cm; der phrygische Fuß hatte 27,75, der attische 29,57, der italische 27,5, der römische 29,6 cm. Für das Stadion, das

¹⁾ Nach Muret-Sanders, Wörterbuch.

600 Fuß hatte, rechnet man 210 m (Jonisch), 192 m (Olympia), 177 m (Attika) 181,08 (Epidauros), 177,55 (Delphoi); demnach scheint das Jonische eigentlich 700, das Olympische 640, das Epidaurische wirklich 600 richtige Fuß gehabt zu haben, ebenso wie natürlich das Delphische und Attische. Die Parasange betrug 5940 m; das gibt in meinem Maßstab ganz genau 13 200 Ellen, eine Zahl, die zunächst keinerlei Halt zu haben scheint; teilen wir aber die römische Meile von 1480 m in meine Maße, so finden wir: 3300 Ellen, das ist genau ein Viertel von 13 200. Auch die gallische Leuga (2220 m) und die germanische Raste (4440) dürften einfach als 5000 beziehungsweise 10 000 Ellen zu 4,5 cm aufzufassen sein. Die Zugrundelegung meiner Elle gibt auffallend runde Zahlen, wieweit das bei allen diesen Maßen auf Zufall beruht, kann ich nicht beurteilen.

IV. Das Weltbild.

Wenn man nun von himmlischen Spannen, Ellen, Fingerbreiten sprach, so mußte man sich zwischen sich und dem unendlichen Himmelsgewölbe eine Zwischenschicht, eine Kugel, in Armreichweite denken, auf der man die Entfernungen greifen konnte, auf der die Maße natürliche Größe hatten, keine Gesichtswinkel, sondern wirkliche Strecken waren. Diese Zwischenschicht ist das Zelt. Dies nimmt in seiner kleinsten Form, die gerade dem Bewohner ausgestreckt darin zu liegen gestattet, tatsächlich einen Kreis ein, dessen Durchmesser eine Klafter, sechs Fuß ist. So sagt Bessels¹⁾, daß der Durchmesser der Sommerzelte der Eskimos zwischen 3 und 4 Schritten schwankt; das sind etwa 6 — 8 Fuß; und die verlassenen Zeltringe, Kränze aus durchschnittlich 9 Steinblöcken, haben 5, 7 und 7 $\frac{1}{2}$ Fuß Durchmesser. Das ergibt ein Mittel von etwa 6 Fuß, besonders wenn man bedenkt, daß die Blöcke beim Abbrechen des Zeltens von dem untersten Teil des Leders, das sie beschwerten sollten, durch Wegrollen (nach außen, in dem ersten Fall vielleicht nach innen) entfernt werden mußten. Auch das lappische Zelt hat 6 Fuß Durchmesser (vgl. Grube, geogr. Charakterbilder).

Hierzu paßt es aber vorzüglich, wenn in den Lehren des Demokritos, Leukippos, Hermes Trismegistos, im Mazdaismus und Manichäismus der Himmel noch mit einer Haut verglichen wird. Joseph Kroll (und vor ihm andere) sagt geradezu: „Vielleicht liegt der ganzen Vorstellung ursprünglich die vom hautbedeckten Nomadenzelt zugrunde, mit welchem der Himmel verglichen ist.“²⁾ Denken wir uns nun gar noch dies Zelt nach Indianerart außen oder innen mit Sternbildern oder Tieren bemalt, die in arktischer Gegend den wirklichen Gestirnen draußen entsprechen, so konnte man tatsächlich die Abstände nach Spannen und Fingern nicht nur schätzen, sondern geradezu greifen.

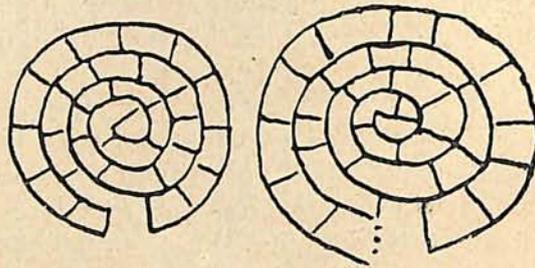
Freilich mußte die Spitze oben, und unten die Kante des Zeltens am Erdboden, Fehler bringen, da sie sich aus der Reichweite, der Kugeloberfläche, entfernten, also Verkürzungen verursachten. Diese Abgreifung der Himmelsentfernungen führt also mit ziemlicher Notwendigkeit auf ein halbkugelförmiges Zelt, d. h. auf ein Gewölbe, wie es das Schneehaus der Eskimos bietet, das Winterhaus. Dies ist eine Halbkugel; der Durchmesser beträgt 12 Fuß, also gerade das Doppelte von dem des Sommerzeltes (Bessels S. 356);³⁾ ursprünglich

¹⁾ Die Amerikanische Nordpol-Expedition, Lpz. 1879, S. 136; 63.

²⁾ J. K., die Lehren des Hermes Trismegistos, Münster 1914, S. 159, A. 3; daselbst zitiert: Eisler. Weltenmantel, 760.

³⁾ 12 Fuß ist auch der Durchmesser des kuppelartigen Baschkirenzeltes; vgl. Wallace, Rußland, Leipz. 1880. S. 387.

mag es auch die einfache Größe gehabt haben. Der Umfang beträgt also 36 Fuß. Die Grundlage besteht aus senkrecht gestellten rechteckigen Blöcken von etwa $2\frac{1}{2}$ Fuß oder etwas mehr, da sie besonders groß sind; vermutlich sind es 12 Böcke zu 3 Fuß oder einem Arm; die oberen Windungen gehen in einer einzigen Spirale bis zum Gipfel; solcher Windungen sind es auf den mir bekannten Abbildungen regelmäßig 9. Der Grundriß ähnelt also auf das merkwürdigste dem von Evans veröffentlichten Diskos von Phaistos, der außen 12 Blöcke im Kreis gestellt, und im Innern eine Spirale, dreifach gewunden, von 18 Feldern zeigt (beide Male, also kein Zufall).



Scheibe von Phaistos,
Unterseite. Evans
Scripta Minoa I. S. 282.

Oberseite,
Evans, S. 280.

Daß diese Scheibe eine Himmelskarte darstellt, scheint mir zweifellos¹⁾; ich vermute aber, daß sie außerdem eine Erinnerung an das arktische Schneegewölbe bedeutet, das mit dem Himmelsgewölbe gleichgesetzt wurde. Jetzt wird es auch verständlich, wie sich die antiken Völker die Gestirne als an einer durchsichtigen „Krystallkugel“ hängend denken konnten, obwohl sie, vor der Erfindung des Glases, von solchen Krystallkugeln (wir denken dabei an Käseglocken und ähnliches) gar keine Anschauung hatten; *Κρυσταλλος* bedeutet eben Eis, und die Krystallkugel des Pythagoras, in deren Mitte Hestia, das Herdfeuer, brennt, ist das Schnee- und Eishaus der Polarvölker, mit der Thranlampe in der Mitte, womit natürlich noch lange nicht gesagt ist, daß Pythagoras ein Eskimo war.

Sehr merkwürdige bisher nicht beachtete arktische Einflüsse zeigt aber seine Lehre auch sonst; wenn sich z. B. unter seinen 75 Vorschriften die finden: Auf dem Wege spalte kein Holz! stochere nicht mit dem Messer im Feuer herum!²⁾ so finden sich diese beiden wieder in den 15 Sittenlehren der Korjäten auf Kamtschatka, die Steller³⁾ aus vielen auswählt: Sünde ist, eine Kohle mit dem Messer anzuspießen! Auf dem Wege soll man weder ein Messer noch ein Beil scharf machen, weil Stürme davon entstehen. —

Diese nordischen Beziehungen der vorderasiatisch-griechischen Astronomie sind aber um so merkwürdiger, als ein amerikanischer Forscher, Warren⁴⁾ aus der ganzen Idee der babylonischen Stufentürme geschlossen hat, daß diese am Nordpol entstanden sein müsse; dabei scheint er merkwürdigerweise, obwohl

¹⁾ Ober- und Unterseite zusammen zeigen genau so viele Felder, wie die Griechen an der nördl. und südl. Himmelskugel Sternbilder zusammen zählten, nämlich außer den 12 Ekliptikzeichen 36 andere.

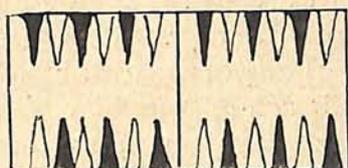
²⁾ Boehm, die Schrift des Giglio Giraldi über die Symbole des Pythagoras, Berl. 1913 S. 10, Nr. 33; 42.

³⁾ Beschreibung v. Kamtschatka, Frankf. Leipz. 1774, S. 274.

⁴⁾ The Earliest Cosmologies, New York, Eaton und Mains; zitiert nach Jeremias S. 45.

die Stufentürme neun (auch sieben) Stufen, Windungen haben, die große Ähnlichkeit mit dem Eskimohaus noch nicht einmal bemerkt zu haben. Um so auffallender sein Ergebnis. —

Einen deutlichen Rest des alten Weltbildes haben wir noch heute in dem Puffspiel, das sich im Innern eines jeden aufklappbaren Schachbrettes befindet und ähnlich, als ludus duodecim scriptorum, schon den Römern bekannt war, auch für die ähnlichen Spiele Trictrac und Tocca-degli dient, deren erstes schon bei der Belagerung von Troja von einem Ritter Alco erfunden sein soll. Man braucht sich das Puffbrett nur rund angeordnet zu denken (was es immer 2 zusammenzufassen; zu 12 Paaren im ganzen. Das sind die zwölf Monate, von denen jeder eine helle, dem Vollmond, und eine dunkle, dem Neumond gehörige Hälfte hat.



Puffbrett.

wohl nur der größeren Unbequemlichkeit in der Herstellung wegen nicht mehr ist), und man sieht deutlich die 24 den Vollkreis ausmachenden Spannen.¹⁾ Von diesen 24 ist immer eine hell, eine dunkel. So liegt es nahe,

Jede solche Hälfte zählt natürlich 15 Tage, und ganz folgerichtig hat der Spieler 15 Steine. Steinezahl und Felderzahl, $15 \cdot 24$, gibt 360, also die Zahl des Volljahres und Vollkreises, jeder Stein entspricht also auch einem Winkelgrad; um also seine Steine vom Anfang bis ans Ziel zu treiben, braucht der Spieler theoretisch 360 Einheiten, die durch Würfeln gewonnen werden. Das Würfeln geschieht im Innern des Spielfeldes zwischen den 24 Spannen; ursprünglich wohl nur mit einem Würfel; nun galt die Erde den alten Völkern als viereckig (so den Ägyptern); der sich drehende Würfel ist also die Erde, deren Achsendrehung dem Altertum bekannt war. Das geistreiche Spiel zeigt also die Geschicke und Pläne der Menschen, wie sie durch die gewürfelten Zahlen ausgedrückt werden, im engsten Zusammenhang mit den Bahnen der Sonne und des Mondes. Vermutlich war es, wie bei uns heute noch die Patience, ein Orakelspiel; da jeder der 15 Steine auf hellem Feld einen ganz bestimmten Monatstag zwischen Neumond und Vollmond und auf dunklem Feld den Tag der entsprechenden Phase der andern, dunkeln Monatshälfte bezeichnete, so wurden im Verlauf des Spieles durch die Schicksale jeden Steines die glücklichen oder unglücklichen Ereignisse für jeden einzelnen der 360 Tage des Jahres dargestellt. Die Steine werden also nicht, wie heute alle gleichmäßig mit einem Stern, sondern jeder mit einer Mondphase, (wobei der leere Stein auf hellem Feld Vollmond, auf dunklem Neumond bezeichnete), oder mit einer Ziffer bezeichnet gewesen sein, und jeder bedeutete je nach Farbe des Feldes zunehmend oder abnehmend.

Nachträglich erfahre ich, daß eine Messung himmlischer Entfernungen in der Art, wie ich sie voraussetze, tatsächlich geübt wird; man setzt mit gestrecktem Arm Fäuste vor sich aufeinander und rechnet dabei jede zu 10° ; die Sache stimmt genau; vom Horizont zum Zenit sind es tatsächlich 9 Fäuste = 90° . Diese Methode ist offenbar, was die Anwendung der Körperteile als natürlicher Sextanten betrifft, uralte; nur dürfte die Maßeinheit der Faust nicht die ursprüngliche sein; denn erstens spielt in den Maßsystemen diese eine ganz untergeordnete Rolle und steht in keinem festen Verhältnis, wie die Spanne, zu den andern

¹⁾ „Die verwickelteren (Spiele) sind wohl Kalender- und Himmelseinteilungsspiele“ Hugo Winckler, *Babyl. Geisteskultur*, Lpz. 1907, S. 127. — Spielregeln für Puff usw. vergl. Brockhaus.

Maßen (Elle, Fuß, Klafter usw.); zweitens geht diese Messung nur vom Horizon zum Zenit; schlecht nach unten, garnicht wagerecht oder schräg aufwärts; drittens aber beruht sie schon auf dem Dezimalsystem, ist also offenbar eine Anpassung der alten Meßart an die inzwischen allgemein gewordene Zehnerrechnung. Daß man nun auch wirklich so gemessen hat, wie ich es voraussetze, und zwar nicht nur auf semitischem Boden, sondern auch bei den Hyperboräern, geht aus folgenden 3 interessanten Stellen hervor: Jesaia 40, 12 heißt es: „Wer fasset den Himmel mit der Spanne?“ Und ein burjätisches Rätsel, das Castrén¹⁾ mitteilt, lautet: „Auf dem Scheitel maß ein langer Mensch mit den Armen.“ Auflösung: Tengerin oidal, die Milchstraße, (eigentlich „des Himmels Naht“; man beachte, wie hier sowohl auf die Schlankheit des Messenden, auf die mein ganzes System führte, als auch auf das Himmelszelt Bezug genommen wird). — Und was der lange Mensch am Baikalsee herausmißt, das erfahren wir wieder an einer ganz anderen Stelle der Erde: Bei den Eingeborenen Australiens²⁾ wird die Milchstraße, die sich größtenteils in 2 Streifen teilt, gedacht als 2 einander umschlingende Mindii (gewaltige Schlangen), „die 18 Fuß lang sind“. Ein größter Kreis am Himmel (denn ein solcher ist die Milchstraße) hat bei ihnen also 18 Fuß = 24 Spannen!

Welche Rolle das von mir gefundene Maßsystem bei der Konstruktion des Templums der Etrusker spielte, werde ich in einer andern Arbeit ausführen

Die Flugbahn der Geschosse vom astronomischen Standpunkt

Von Prof. Ad. Keller.

Durch die ungewöhnliche Steigerung der Tragweite der neuzeitlichen Kanonen auf 30 und mehr Kilometer haben bei der Berechnung der Geschößflugbahnen verschiedene Umstände erhöhte Bedeutung bekommen, die bei den kleinen Schußweiten von so geringem Einfluß waren, daß man sie von vornherein vernachlässigen konnte. Bei der bisherigen Methode der Flugbahnberechnung, welche von den bekannten Formeln des schiefen Wurfes ausgeht und den Einfluß des Luftwiderstandes durch Einführung eines Korrektionsgliedes berücksichtigt, nahm man mit Fug und Recht die Größe und Richtung der Schwerkraft in allen Teilen der Bahn als nahezu gleichbleibend an und sah außerdem von dem verschwindend kleinen Einfluß der Erdumdrehung auf Flugrichtung und Wurfweite ab, Vereinfachungen, die mit wachsenden Schußweiten ihre Berechtigung verlieren mußten.

Nach den Formeln des schiefen Wurfes ist die Bahn aller Geschosse im luftleeren Raum bekanntlich eine *Parabel*, welche bei einem Abschußwinkel von 45° die größte Wurfweite erzielt, die gerade doppelt so groß ist als die Steighöhe bei Abschuß senkrecht nach oben. Da aber in Wirklichkeit die Richtungen der Schwerkraft nicht in allen Punkten der Wurfbahn dieselben bleiben, sondern immer im Erdmittelpunkte zusammenlaufen, und da außerdem die Anziehungskraft der Erde auf das Geschöß in den höheren Punkten der Flugbahn kleiner ist als in den tieferen, so handelt es sich hier um eine *Zentralbewegung*, die sich in ihren Gesetzmäßigkeiten in keiner Weise von den Planeten-

¹⁾ Nord. Reisen u. Forsch. Petersb. 1856, 9. S. 228 f.

²⁾ R. Brough Smyth. Aborigines of Victoria, Melbourne 1878, I, 431 ff.

und Kometenbewegungen unterscheidet. Denn hier wie dort handelt es sich um die Bewegung von Massen, die von einem Kraftzentrum mit einer der Masse proportionalen Kraft angezogen werden, und man erhält unter diesen Umständen als Bewegungsbahnen immer Kegelschnitte. Demgemäß wäre die Bahn eines Geschosses im luftleeren Raum stets eine Ellipse, Parabel oder Hyperbel, je nach seiner Anfangsgeschwindigkeit und Abschlußrichtung.

Um sich davon ein klares Bild zu machen, denke man sich auf der (ruhend angenommenen) Erde ein Geschütz aufgestellt, welches ein Geschöß horizontal mit beliebig gewählter Geschwindigkeit abzuschießen gestattet. Wenn das Geschöß die Mündung mit sehr geringer Geschwindigkeit verläßt ($v=0$), bestimmt sich seine Bahn nach den Gesetzen des freien Falles als lotrechte Gerade. Bei größerer Geschwindigkeit v dagegen wird es durch die Schwerkraft aus der ursprünglichen Schußrichtung abgelenkt werden und eine gegen die Erde gekrümmte Bahn einschlagen. So lange nun die Krümmung dieser Bahn größer ist als die Krümmung der Erdoberfläche, wird das Geschöß immer näher an den Erdmittelpunkt herangezogen, also an einer bestimmten Stelle auf der Erdoberfläche aufschlagen. Die Bahn ist eine Ellipse, deren einer Brennpunkt mit dem Erdmittelpunkt zusammenfällt.

Bei einer bestimmten Geschwindigkeit, $v=c_1$, wird dagegen der Fall eintreten, daß die Flugbahnkrümmung gerade gleich der Erdoberflächenkrümmung wird; das Geschöß bleibt dann dauernd im selben Abstand vom Erdmittelpunkt, d. h. es beschreibt ohne jemals wieder die Erdoberfläche zu treffen einen Kreis, dessen Radius gleich dem Erdradius ist. Bei dieser Kreisbahn halten sich Anziehungskraft der Erde und Zentrifugalkraft dauernd das Gleichgewicht. Bezeichnet m die Masse des Geschosses, g die Beschleunigung der Schwerkraft, so ist die Anziehungskraft der Erde auf das Geschöß gleich $m \cdot g$. Andererseits ist die Zentrifugalkraft des Geschosses bei der Geschwindigkeit c_1 gegeben durch den Ausdruck $\frac{m \cdot c_1^2}{r}$ wobei r den Abstand vom Erdmittelpunkt (Erdradius) bedeutet. Demnach lautet die Bedingung für das Eintreten dieses Falles, in dem das Geschöß die Erde dauernd in einem Kreise umläuft:

$$m \cdot g = \frac{m \cdot c_1^2}{r}, \text{ woraus folgt:}$$

$$c_1 = \sqrt{g \cdot r} = \sqrt{981 \text{ cm/sec}^2 \cdot 637\,000\,000 \text{ cm}} \text{ etwa } 790\,000 \text{ cm/sec.}$$

Wenn also das Geschöß mit einer Geschwindigkeit von 7900 m/sec das Rohr wagrecht verläßt, bleibt es zwar im Bannkreis der Erdanziehung, wird aber von ihr nicht mehr niedergezwungen. (Bei schrägem Schuß würde die Schwerkraft nicht senkrecht zur Bewegung wirken, doch seien diese verwickelteren Verhältnisse hier übergangen.) Bemerkenswert ist, daß jetzt beide Ellipsenbrennpunkte sich zu einem einzigen im Mittelpunkt der Erde vereinigt haben. Es ist theoretisch bekannt, daß am Äquator die Schwerkraft durch die Zentrifugalkraft aufgehoben wäre, wenn die Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde auf den 17-fachen Betrag gesteigert würde; in der Tat stellt auch die errechnete Geschwindigkeit c_1 den 17-fachen Wert der Geschwindigkeit eines Äquatorpunktes dar.

Bei weiterer Steigerung der Geschößgeschwindigkeit rückt der wandernde Brennpunkt über den Erdmittelpunkt hinaus, so daß wieder eine Ellipse entsteht. Bei einer bestimmten Geschwindigkeit, $v=c_2$, ist er aber bis ins Unendliche

gewandert, und aus der Ellipse wird eine Parabel, so daß ein Geschöß mit dieser Geschwindigkeit sich immer mehr von der Erde entfernt und sich ihrem Schwerkraftfeld auf Nimmerwiedersehen entzieht. Anstatt die dazu nötige Geschößgeschwindigkeit c_2 aus den Elementen der Parabel zu erschließen, wollen wir sie nach einem einfacheren Gedankengang mit Hilfe des natürlich auch hier geltenden Prinzips von der Erhaltung der Energie berechnen. Unter dem (mechanischen) Potential der Erde in einem beliebigen Punkte P ihres Kraftfeldes versteht man bekanntlich die Arbeit, die geleistet werden muß, um die Masse $m = 1$ Gramm vom Punkte P nach dem Unendlichen (d. h. über das Kraftfeld der Erde hinaus) zu bringen. Diese Arbeit ist dargestellt durch den Ausdruck für das Potential

$$V = \frac{\kappa \cdot M}{r},$$

wo M die Erdmasse, r den Abstand des Punktes P vom Erdmittelpunkt und κ die sog. Gravitationskonstante bedeutet, d. h. die Kraft, mit der die Masseneinheit (1 Gramm) eine andere Masseneinheit im Abstand 1 cm anzieht; ihr Wert ist durch Versuche (zuerst 1794 von Cavendish mit seiner Drehwage) zu $\kappa = 6,685 \cdot 10^{-8}$ bestimmt worden. Für die Masse m hat diese Arbeit natürlich den Wert

$$m \cdot V = m \cdot \frac{\kappa \cdot M}{r}.$$

Sobald die lebendige Kraft L des Geschosses von der Masse m Gramm den Betrag dieses m -fachen Potentials erreicht ($L = m \cdot V$), wird sie gerade imstande sein, das Geschöß auf einer Parabel für immer aus dem Kraftfeld der Erde herauszuführen. Überschreitet dagegen die lebendige Kraft diesen Wert ($L > m \cdot V$), so entflieht das Geschöß dem Bannkreis der Erde auf einer Hyperbel. Die Geschosse verhalten sich also genau wie die Kometen, die als periodische in elliptischen Bahnen die Erde umkreisen, oder auf Parabeln oder Hyperbeln nur eine einmalige Gastrolle¹⁾ im Erdfelde geben.

Die mathematische Bedingung für die elliptische parabolische oder hyperbolische Geschößbahn lautet also

$$\begin{array}{l} < & \text{Ellipse} \\ L = m V & \text{Parabel} \\ > & \text{Hyperbel} \end{array}$$

woraus man durch Einsetzen der Werte $L = \frac{m v^2}{2}$ und $V = \frac{\kappa \cdot M}{r}$ erhält:

$$\frac{m v^2}{2} \begin{array}{l} < \\ = \\ > \end{array} \frac{\kappa \cdot M \cdot m}{r}$$

Nach Kürzung mit m findet man leicht $v = \sqrt{\frac{2 \kappa M}{r}}$ und nach Einsetzen der Werte für K , r und $M = 5,963 \cdot 10^{27}$ Gramm ergibt sich für v ein Wert

$$v = c_2 = 11050 \text{ m/sec.}$$

Es ergeben sich also für die verschiedenen Geschwindigkeitsintervalle folgende Verhältnisse

$v = 0$		m/sec	}	$L < m V$;	Ellipse	Gerade
$v < 7\ 900$	"	"			mit ihren	Ellipse
$v = 7\ 900$	"	"			Spezial-	Kreis
$7\ 900 < v < 11\ 050$	"	"			fällen:	Ellipse
$v = 11\ 050$	"	"			$L = m V$;	Parabel
$v > 11\ 050$	"	"	$L > m V$;	Hyperbel.		

Diese Verhältnisse spielen natürlich auch im luftgefüllten Raum mit, und es hat sich gezeigt, daß man bei den sehr weittragenden Geschützen nicht ohne Weiteres die Krümmung der Erdoberfläche, die Konvergenz der Schwerlinien und die Abnahme der Schwerkraft mit der Höhe vernachlässigen darf. Dabei überwiegt aber der Einfluß der Erdkrümmung bei weitem den Anteil der beiden anderen Fehlerquellen, und man kann ihren Einfluß durch Näherungsrechnung für die artilleristische Praxis genügend genau berücksichtigen. Unsern vorausgegangenen Betrachtungen liegt aber, um es nochmals zu betonen, die nicht zutreffende Annahme zugrunde, daß der Luftwiderstand nicht vorhanden sei, und außerdem ist von jeglicher Bewegung der Erde, sowohl Translation als Rotation, abgesehen. Wie sehr der Luftwiderstand den Verlauf der ballistischen Kurve beeinflusst, erhellt daraus, daß z. B. das senkrecht steigende deutsche S-Geschoß kaum 3 km hoch fliegt, während theoretisch im luftleeren Raum die Steighöhe über 40 km betragen müßte. Der Einfluß der Erdrotation äußert sich durch Veränderung der Schußweite und durch Ablenkung der Schußrichtung in Bezug auf die Erdoberfläche nach ähnlichen Gesichtspunkten, wie sie bei der Theorie der Passatwinde in Betracht kommen. (Die durch die Erdrotation hervorgerufenen Bahnveränderungen sollen einem späteren Aufsatz vorbehalten bleiben.)

1) Prof. Strömgren hat neuerdings in den Publikationen Nr. 19 des Kopenhagener Observatoriums „Über den Ursprung der Kometen“ nachgewiesen, daß die Gesamtheit der bis jetzt beobachteten Kometen zu unserem Sonnensystem gehört und ihren Ursprung im Sonnensystem hat. Hiernach sind die Kometen nicht mehr in periodische und nichtperiodische, sondern in kurzperiodische und langperiodische einzuteilen. Wir werden unsere Leser noch eingehend mit diesen wichtigen Untersuchungen bekannt machen.

Die Schriftleitung.

Der gestirnte Himmel im Monat Juni 1917

Von Dr. F. S. Archenhold

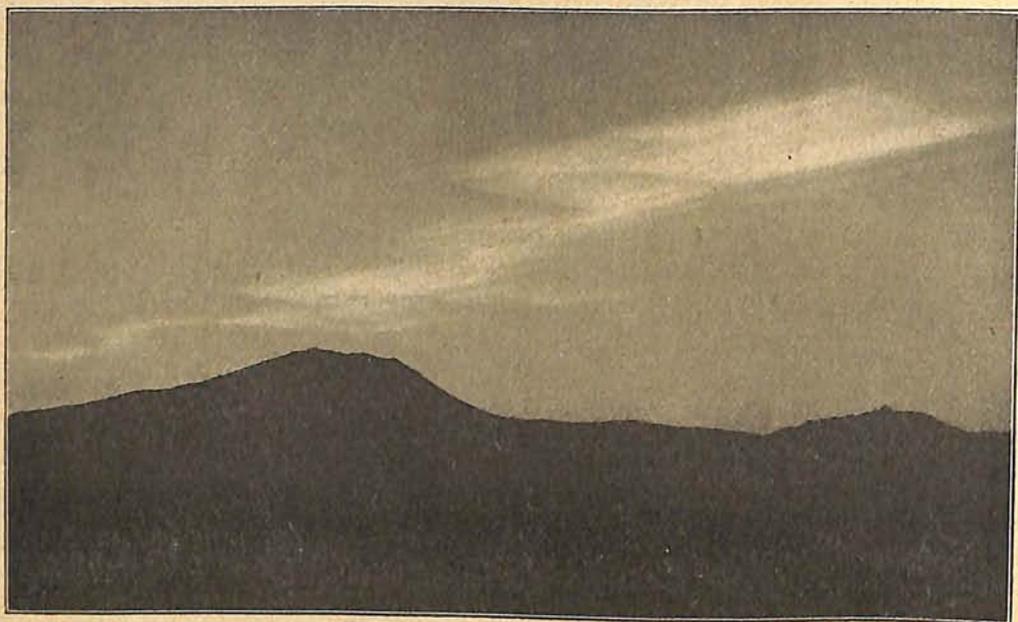
(Mit drei Abbildungen.)

Eine helle Meteorwolke

Ein großes Tagesmeteor, das einer gelblichen Kugel in Sonnengröße glich, ging am 2. Juni 1912 im Orange-Freistaat nieder. Es wurde an vielen Stellen beobachtet, und an manchen Orten will man auch eine Detonation vernommen haben. Es hinterließ eine Lichtwolke, die 10 mal so lang wie breit war und über eine Stunde dauerte. Diese wurde mehrfach photographiert, so von Brincker in Wepener und Mrs. Johnstone in Bloemfontein. Eine genaue Ortsbestimmung konnte nicht vorgenommen werden, da zur Zeit noch keine Sterne sichtbar waren. Die weiße Wolke war zuerst gradlinig; dann ist sie, wohl infolge der Luftbewegung, allmählich zickzackförmig zerrissen worden.

In meinem letzten Vortrag über „Fortschritte der Astronomie“ im „Verein von Freunden der Treptow-Sternwarte“ habe ich zwei Aufnahmen gezeigt, die in Wepener und Tempe gemacht worden waren. Heute möchte ich noch eine andere schöne Photographie von P. Hamel aus Bethulie wiedergeben, die zwischen Bloemfontein und Tempe abends 6^h 20^m aufgenommen worden ist. Auf der mir zugesandten photographischen Aufnahme steht allerdings als Datum der 2. Juli 1912. Die auffallende Ähnlichkeit der Erscheinung, die sich bis in die Intensität der einzelnen Zickzacklinien erstreckt, spricht aber für ihre Identität mit der Erscheinung vom 2. Juni 1912. Außerdem liegt kein wissenschaftlicher Bericht über eine Meteorbeobachtung am 2. Juli vor, so daß das auf der mir zugesandten Photographie angegebene Datum zweifellos auf einem Schreibfehler beruht. In *English Mechanic* No. 2467 findet sich von Bourne eine Beschreibung dieser Meteorwolke und in No. 2472 eine Abbildung, die dieselbe Erscheinung, nur etwas mehr

zusammengedrängt, zeigt. Bourne hat das Meteor unweit Bloemfontein 13 Minuten vor Sonnenuntergang um 5^h 7^m niedergehen sehen. Um 5^h 15^m erschien das erste Anzeichen eines weißlichen Streifens, der um 5^h 20^m bei Sonnenuntergang an seinem unteren Ende zu leuchten begann und um 5^h 40^m in einem schwachen Blau erglänzte. Um 6 Uhr war die Wolke bereits auf die doppelte Länge ausgezogen, wie sie sie bei Sonnenuntergang hatte und war in ihrem oberen Teil von gelber Farbe. Sie glich einer Riesenschlange mit etwa 4 Windungen. Um 6^h 5^m fing die Erscheinung an zu erblassen und verschwand um 6^h 15^m.



Helle Meteorwolke vom 2. Juni 1912
photographiert von P. Hamel, zwischen Tempe und Bloemfontein.

Die Helligkeit war teilweise so groß wie die der Mondoberfläche. Ein Beobachter namens Halse in Carnavon sah etwa in der Mitte der Erscheinung einen kometenähnlichen Streifen mit einem deutlichen Kopf sich seitlich aus der Haupterscheinung herausbewegen. (Eine Abbildung befindet sich im Circular No. 1 vom 1. 10. 1912 des Union Observatory.) Aus den verschiedenen Beobachtungen kann man schließen, daß das Meteor fast senkrecht auf die Erde fiel, in etwa 30° südlicher Breite und 20° östlicher Länge. Der höchste Punkt der zurückgebliebenen Dampfvolke lag etwa 46 km und der niedrigste etwa 23 km über dem Erdboden. Die Meteorerscheinung selbst erlosch einige Zeit, bevor die zurückgebliebene Dampfvolke sichtbar wurde.

Die Sterne

Unsere Sternkarte gibt den Anblick des Himmels am 1. Juni abends 11 Uhr, am 15. Juni abends 10 Uhr, am 30. Juni abends 9 Uhr usw. wieder. Nahe dem Zenit sehen wir den Bootes, östlich von ihm die nördliche Krone mit der grünlich schimmernden Gemma, dem Krondiamanten. An dem hellsten Sterne im Bootes, dem Arkturus, hat Halley schon im Jahre 1717 die Eigenbewegung der Fixsterne erkannt. Dieser Stern verändert in 4000 Jahren um fast 5 Vollmondsbreiten seinen Ort am Himmel. In einem Jahre beträgt seine Eigenbewegung 2,3 Bogensekunden in südlicher Richtung. Er nähert sich der Erde um 70 km in der Sekunde. Der Name Arktur wurde früher für das ganze Sternbild des Bootes gebraucht. Von den Griechen wurde später das Sternbild Arktophylax, der Bärenhüter, genannt, weil es sich am Himmel immer hinter dem Großen Bären

her bewegt. Die Araber nannten Arktur, da er wegen seiner beträchtlichen Entfernung von der Ekliptik nie ganz in den Strahlen der Sonne verschwindet, selbst wenn ihm die Sonne in der Wage am nächsten kommt, den Hüter des Himmels, Hâris el Semâ. Er blieb am Abend und Morgen am Himmel sichtbar. In den alphonsinischen Tafeln wird der Bootes Chegius genannt.

Im Bootes liegen einige sehr interessante Doppelsterne längs der nördlichen Krone. Ein besonders empfehlenswertes Objekt für kleinere Fernrohre ist der Doppelstern Delta in Rectasc. $15^h 11^m$ und in Dekl. $+ 33^\circ 46'$. Der Hauptstern ist 3,2. Größe und von gelber Farbe und der Begleiter 7,4. Größe und von blauer Farbe, ähnlich wie das Doppelgestirn Albireo im Schwan. Da beide Sterne eine gemeinsame Eigenbewegung haben, so ist an der Doppelsternart nicht zu zweifeln, obgleich ihre gegenseitige Stellung bisher unverändert geblieben ist. Ihr Positionswinkel beträgt 79° und die Entfernung $105''$. Ein zweiter Doppelstern Jota, der in Rectasc. $14^h 12^m$ und in Dekl. $+ 51^\circ 55'$ steht, ist auch noch bequem in kleinen Fernrohren zu trennen. Der Hauptstern ist 4,9. Größe und von gelblicher Farbe, während der weißliche Begleiter 7,5. Größe ist. Sie stehen 38 Bogensekunden auseinander und der Positionswinkel beträgt 33° und ist ebenso unveränderlich wie bei Delta Bootes. An dem physischen Zusammenhang dieser beiden Gestirne ist nicht zu zweifeln, da auch sie eine deutliche gemeinsame Eigenbewegung aufweisen. Dieser Doppelstern steht schon fast an der Grenze des Drachen, der sich zwischen dem kleinen und großen Bären auf unserer Karte hindurchzieht. Der Schwanzstern des großen Bären berührt fast den Zenit. Genau im Norden steht in der Nähe des Horizontes β Persei, während sich im Ostpunkt Atair im Adler über den Horizont erhebt. Am westlichen Horizont sieht man die Wasserschlange mit dem hellsten Stern Alphard. Wegen des kleinen Nachtbogens der Sonne wird es in den Juninächten kaum dunkel, so daß der Fixsternhimmel viel an seiner Pracht einbüßt.

Der Lauf von Sonne und Mond

Die Sonne (Feld $4\frac{1}{2}^h$ bis $6\frac{1}{2}^h$) tritt vom Sternbilde der Fische in das des Widders. Ihre Mittagshöhe wächst während des ganzen Monats nur um $1\frac{1}{4}^\circ$. Eine außergewöhnlich große Zahl von Sonnenflecken ist jetzt sichtbar. Zeitweise waren im Monat Mai 7 Gruppen auf einmal auf der uns zugewandten Seite der Sonne zu beobachten. Die Zerrissenheit mancher Gruppen läßt auf eine gewaltige Erregung der Atmosphäre schließen. Verschiedene Gruppen haben sich auf der Vorderseite neu gebildet. Die zahlreichen Zeichnungen, die ich mit unserem großen Fernrohr angefertigt habe und das Sonnenbild von 1,20 m Durchmesser darstellen, sowie die Photographien, die auch noch 21 cm groß sind, gewähren einen interessanten Einblick in die auffälligen Aenderungen der einzelnen Sonnenflecken-gruppen.

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang (M. E. Sommerzeit)	Sonnenuntergang (M. E. Sommerzeit)	Mittagshöhe
Juni 1.	$+ 22^\circ 1'$	$4^h 52^m$	$9^h 16^m$	$59\frac{1}{2}^\circ$
- 15.	$+ 23^\circ 18'$	$4^h 45^m$	$9^h 28^m$	$60\frac{3}{4}^\circ$
- 30.	$+ 23^\circ 12'$	$4^h 48^m$	$9^h 30^m$	$60\frac{3}{4}^\circ$

Der Mond, dessen Stellung von 2 zu 2 Tagen mit seinen Phasen in unsre Karten eingetragen ist, hat seine Hauptphasen an folgenden Daten:

Vollmond: Juni 5. 2^h nachm. Neumond: Juni 19. 2^h nachm.
 Letztes Viertel: - 12. 8^h vormitt. Erstes Viertel: - 27. 5^h nachm.

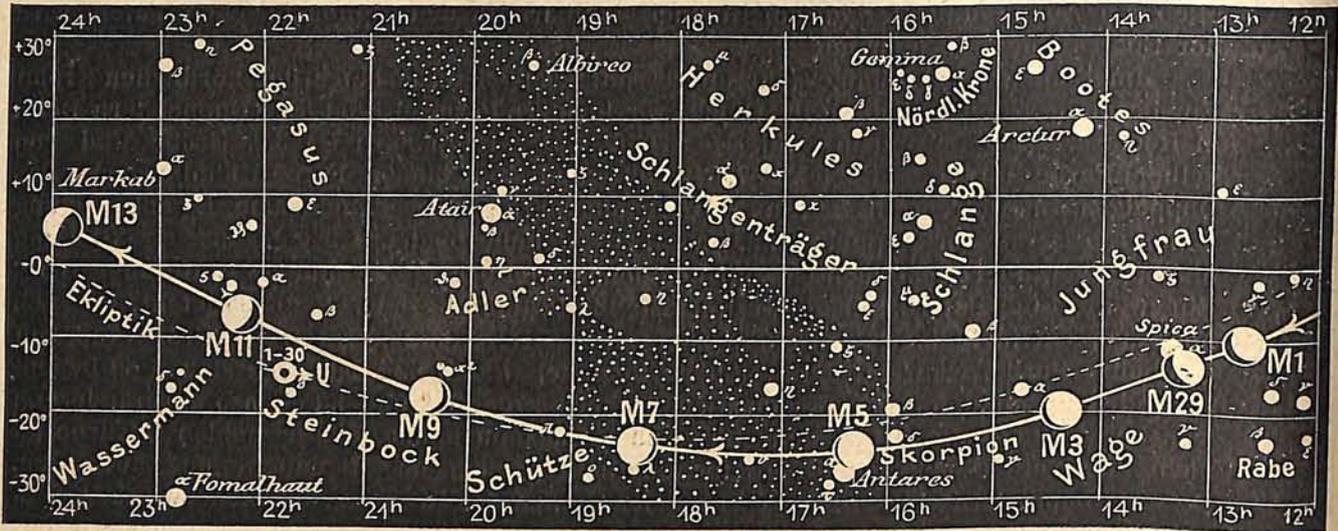
In letzter Zeit konnte das sogenannte Lumen secundarium, das ist ein Lichtschein auf der Nachtseite des Mondes, besonders deutlich gesehen werden.

Die Planeten

Merkur (Feld $3\frac{1}{4}^h$ bis $5\frac{1}{2}^h$) bleibt während des ganzen Monats unsichtbar.

Venus (Feld $5\frac{1}{4}^h$ bis $7\frac{3}{4}^h$) ist zu Anfang des Monats $\frac{1}{4}$ Stunde, am Ende $\frac{1}{2}$ Stunde lang als Abendstern am nordwestlichen Himmel sichtbar. Beim Wiederauftauchen der

Fig. 1b



S = Sonne M = Mond Me = Merkur V = Venus Ma = Mars

Venus aus den Sonnenstrahlen geschieht es oft, daß sie als neuer Stern angesehen wird, eine Verwechslung, die sogar vor nicht allzu langer Zeit in die Schriften der französischen Akademie Eingang fand. Am Ende des Monats steht sie, wie aus unsrer Karte Feld 8^h zu ersehen ist, mit den beiden anderen sichtbaren Planeten, Saturn und Neptun, im Sternbilde der Zwillinge. Man wird alle drei Planeten zu gleicher Zeit bequem in das Gesichtsfeld eines weitwinkligen Opernglases bringen können. Wegen der schmalen Sichelgestalt wird die Venus im Treptower Fernrohr einen besonders interessanten Anblick bieten, der dadurch noch an Reiz gewinnen kann, wenn der dunkle, größere Teil in mattem Lichte erglänzt. Da dies zumeist der Fall ist, wenn viele Sonnenflecken vorhanden sind, so ist die Möglichkeit des Sichtbarwerdens dieser Lichterscheinung, die zweifelsohne von elektrischen Strahlen der Sonnenflecken herrührt, und ähnlich wie die Nordlichter in unserer Lufthülle entsteht, eine sehr große. Die frühere Erklärung, daß wir es mit einer phosphoreszenzartigen Nachwirkung der Sonnenstrahlen zu tun haben, dürfte durch den Einblick in die elektrische Natur der ausgesandten Wellen für immer erschüttert sein, zumal auch die Dichte der Venusatmosphäre den Sitz der Erscheinung in diese selbst und nicht auf die Oberflächengesteine der Venus verlegt.

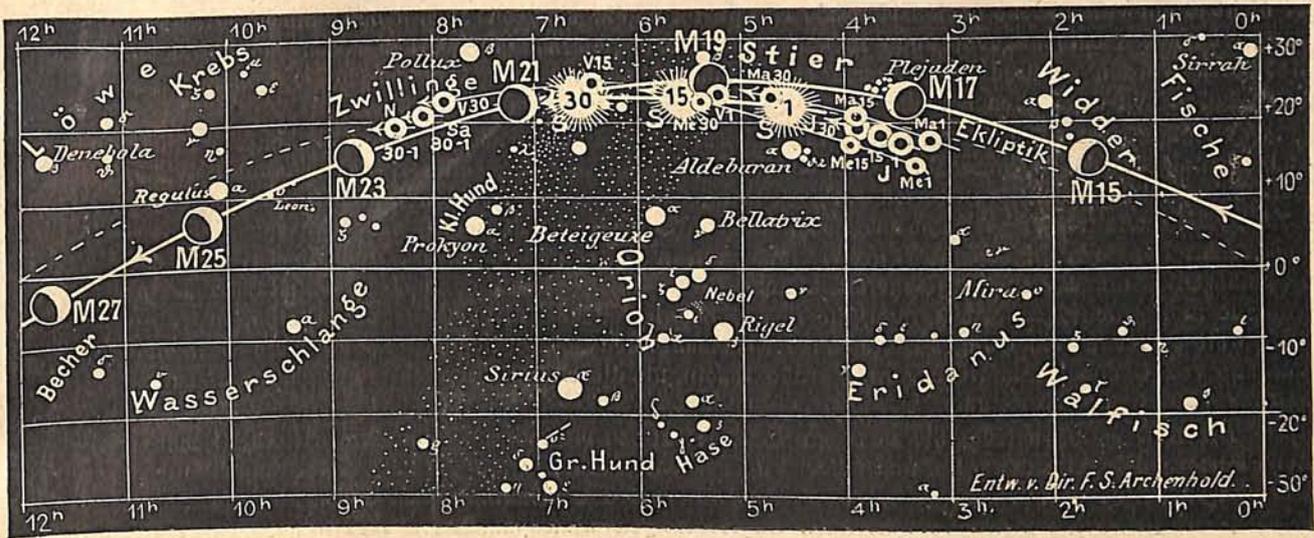
Mars (Feld 3^{1/4}^h bis 4^{3/4}^h) ist wegen seiner nahen Stellung zur Sonne noch immer unsichtbar.

Jupiter (Feld 3^{1/2}^h bis 3^{3/4}^h) wird bald nach Mitte des Monats auf kurze Zeit am Morgenhimmel im Nordosten sichtbar und ist am Ende des Monats schon über eine Stunde lang zu beobachten.

Saturn (Feld 8^h bis 8^{1/4}^h) ist nur noch zu Anfang des Monats 1^{1/2} Stunden lang am Abendhimmel sichtbar. Im letzten Drittel des Juni, mit dem Näherkommen der Sonne, verkürzt sich seine Sichtbarkeit immer mehr, so daß er in den letzten Tagen garnicht mehr zu beobachten ist.

Uranus (Feld 21^{3/4}^h) ist im Fernrohr wegen seines tiefen Standes nicht besonders günstig, jedoch während des ganzen Monats zu sehen.

Neptun (Feld 8^{1/4}^h) zeigt ähnliche Sichtbarkeitsverhältnisse wie der in seiner Nähe stehende Saturn.



J = Jupiter Sa = Saturn U = Uranus N = Neptun

Bemerkenswerte Konstellationen:

- Juni 8. 2^h nachm. Mars in Konjunktion mit Jupiter, Mars 41' nördlich von Jupiter.
- 12. 1^h nachts Merkur in größter westlicher Abweichung von der Sonne (23° 31').
- 17. 8^h morgens Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- 17. 4^h nachm. Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- 17. 8^h abends Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- 20. 11^h abends Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 22. 7^h morgens Saturn in Konjunktion mit dem Monde.

Kleine Mitteilungen

Schallrätsel von Flandern und Bengalen. Mistpoeffer und Barisal guns. In einer Sitzung der Asiatischen Gesellschaft Bengalens zu Calcutta lenkte vor fast genau einem halben Jahrhundert das ebenso vornehme wie gelehrte Mitglied Babu Gaurdas Bysack die Aufmerksamkeit auf rätselvolle Schallerscheinungen des Ganges-Deltas. Auf einem weiten Gebiete von 386 km Länge und 330 km Breite werden sie dort als dumpfe, Kanonenschüssen ähnliche Knalle gehört. Nach der nahe seiner Südwestecke gelegenen Stadt Barisal werden sie englisch als Barisal guns bezeichnet. In mehreren Jahrgängen der englischen naturwissenschaftlichen Wochenschrift „Nature“ ist ihnen unter dieser Bezeichnung eine besondere Rubrik eingerichtet, welche auch zur Sammlung anderer, gleich rätselvollen Schallmeldungen aus allen Teilen der Welt diente.

Als fast 30 Jahre später durch den belgischen Meteorologen E. van den Broek die nicht minder rätselhaften Nebelknalle der flandrischen Küste als „Mistpoeffer“ in die wissenschaftliche Literatur eingeführt wurden, war auch bald ihre Übereinstimmung mit den Barisal guns erkannt.

An ihrer Erklärung versuchten sich die besten Kräfte besonders der englischen Wissenschaft. Ich nenne Darwin den Älteren und den Jüngeren, sowie Blanford, den Klimatologen Indiens. Die Erklärung der Barisal guns wurde gesucht in Brandungsgeräuschen, besonders bei rasch wachsender Flut, in Freudenschüssen bei indischen Festen, in elektrischen Erdentladungen und in Gasexplosionen, die durch Erdbeben veranlaßt seien. Endlich wurden auch Ausbrüche von Schlammvulkanen, bei solchen Gelegenheiten, zur Erklärung herangezogen. Eigentlich nachgewiesen wurden

solche Ausbrüche aber im Gangesgebiete und auch in seinem Delta nicht. Für die flandrischen Mistpoeffer wurden Erklärungsversuche in ähnlichen Richtungen gemacht. Explosionsartige Vorgänge bei starkem Wechsel der Gezeiten, elektrische Erscheinungen in Luft oder Boden, Erdbeben, wie er nicht allein vulkanische oder seismische Erschütterungen, sondern auch sonst unbemerkte Faltungen- oder Verschiebungsvorgänge in der Erdkruste begleiten kann, wurden herangezogen. Endlich auch wurden Schüsse als Ursache angenommen, insbesondere Kanonenschüsse von Marineübungen an den englischen Küsten.

Die letztgenannten Erklärungen, für die Barisal guns die Ausbrüche von Schlammvulkanen, für die Mistpoeffer der Donner britischer Geschütze, enthielten einen Teil der jetzt bekannten Wahrheit, ohne eine wirkliche, volle Erklärung zu bringen. Es fehlte in beiden Fällen das vermittelnde Glied. Denn ähnlich wie bei dem britischen Geschützdonner für Flandern, kamen bei dem Vulkan Donner für Bengalen ungewöhnlich große Hörweiten in Betracht. Da jenes große Hörweiten ermöglichende Glied inzwischen festgelegt ist, können für Bengalen und sein Ganges-Delta Schlammvulkane in Betracht gezogen werden, die in überaus lebhafter Tätigkeit begriffen sind, die aber sehr weit entfernt vom Ganges-Delta, an der birmanischen Küste liegen. Es sind die Schlammvulkane von Chebuda und Ramri, zwei große Inseln, die diesen Vulkanen erst ihre rasche und neuzeitliche Entstehung verdanken.¹⁾

Die Entfernung beträgt bis zu ihnen von Barisal 330 bis 350 km. Von den britischen Küsten bis Flandern beträgt sie 100 km und mehr. Überbrückt werden diese großen Entfernungen durch das nun entdeckte vermittelnde Glied. Dieses wird von den dominierenden Hochströmungen der Atmosphäre gestellt, die den vorwaltenden Zugrichtungen atmosphärischer Tiefs oder Störungen entsprechen. Nach vielfältigen Erfahrungen sind solche Strömungen maßgebend für das Zustandekommen ungewöhnlich großer Hörweiten. Für die des Donners bei den Ausbrüchen japanischer Vulkane kann dieser Zusammenhang zwischen Hörweite, Zugrichtung, atmosphärische Störungen (Teifune) und dominierenden Hochströmungen geradezu handgreiflich an der Ausbreitung der Aschenfalle erhärtet werden. Denn diese Ausbreitung erfolgte in allen untersuchten Fällen in durchaus entsprechender Richtung mit dem weitreichenden Schall. Und Aschenfalle können natürlich nur in Richtungen erfolgen, nach denen Luftströmungen die Asche tragen, die, wenn sie in der unteren Atmosphäre sonst nicht bemerkt werden, Hochströmungen sein müssen. Für die atmosphärischen Störungen, die die Niederschläge der bengalischen Monsunzeit bringen, ist aber seit John Elliotts Untersuchungen bekannt, daß sie von Südosten her über das Ganges-Delta gelangen und nach Nordwesten über den Ganges aufwärts wandern. Das ist die Richtung von Chebuda und Ramri her.

Das Schallrätsel der Barisal guns erscheint damit gelöst. Es entspricht der Erklärung der Mistpoeffer insofern, als für deren Zustandekommen aus dem britischen Geschützdonner jene, von den Tiefs angezeigten Hochströmungen hier ebenfalls als mitwirkend erwiesen sind. Zu diesen Mistpoeffern hat der europäische Krieg sogar vollgültige Gegenproben ermöglicht. Kanonendonner aus Flandern und aus Nordfrankreich ist wiederholt in Südengland vernommen worden. Voraussetzung war auch hier das Mitwirken günstiger Hochströmungen der Atmosphäre. Diese traten, so ungewöhnlich ihre Richtung sein mochte, deutlich an gleicherweise ungewöhnlichen Zugrichtungen atmosphärischer Störungen entgegen.

Wilhelm Krebs.

Der Kohlenvorrat der Erde. Eine auf Zusammenstellungen des 12. Internationalen Geologenkongresses zu Toronto in Kanada, 1913, zurückgehende Aufstellung lehrt, daß die verschiedenen Erdteile folgende Kohlenvorräte, in abgerundeten Zahlen für die Millionen Tonnen, besitzen: Amerika 5000000, Asien 1000000, Europa 800000, Australien 200000, Afrika 60000 Millionen Tonnen. Die Zahlen beziehen sich auf Steinkohle und Braunkohle zusammen, und zwar liegen ihnen Aufnahmen der Vorräte bis zu 2000 Metern Tiefe und Schätzungen der außerdem vorhandenen, meist viel größeren, zugrunde. An Steinkohle allein hat Deutschland 410 Milliarden Tonnen, Österreich nur den zehnten Teil davon, Großbritannien und Irland 190 Milliarden Tonnen, Rußland 58¹/₂, Frankreich 16, Belgien 11 Milliarden. Legt man die mittlere jährliche Produktion der einzelnen Länder zugrunde, so würde man errechnen, daß Rußlands Steinkohlen noch über 2000 Jahre vorreichen, Deutschlands rund 1800 Jahre, Britanniens 700, Belgiens 450 und Frankreichs 420 Jahre. Diese Zahlen können dazu beitragen, die Vorstellung von den vorhandenen Beständen mehr zu veranschaulichen, dagegen wird man aus ihnen nicht schließen dürfen, ob die einzelnen Länder für die Zukunft mehr oder weniger günstig gestellt seien. Denn unberechenbare Umstände sind die mit größerer Teufe ständig wachsenden Schwierigkeiten und Kosten der Förderung sowie die Handels-

¹⁾ Vgl. W. Krebs: Vulkanische Neubildung von Inseln. Das Weltall VII, Heft 15, S. 227, 230, 232.

beziehungen in ferner Zukunft, endlich die Möglichkeiten des Kohlensatzes, der sicher dereinst in viel ausgedehnterem Maße als jetzt erforderlich sein wird. Denn die Zeiträume, in denen man noch Kohlen gewinnen können wird, sind im Vergleich zu dem bereits längeren Bestehen der Menschheit, die vor mehreren Jahrtausenden bereits hohe Kulturepochen zeitigte, entschieden kurz, und es ist unausbleiblich, daß man dereinst anstelle der vor Jahrtausenden oder Jahrmillionen von der Sonne in der Kohle aufgespeicherten Energie sich anderweitige Energiequellen zunutze machen wird, um Wärme, Feuerungsmaterial für den Herd und Kraft für den Betrieb der Maschinen zu gewinnen. Mag man unmittelbar Sonnenenergie oder den Wind oder das bewegte Wasser verwenden, soviel ist klar, daß wir in letzter Linie auf Sonnenenergie angewiesen sind; da die „liebe Sonne“, wie wir mit Recht sagen, nicht nur die einzige Lebensspenderin, sondern überhaupt fast die einzige Energie-spenderin für die Erdoberfläche ist. Wie klein erscheint gegenüber den von der späteren Menschheit zu lösenden Daseinsfragen das jetzige Mühen und Ringen im Weltkriege. Die Natur ist größer als der Mensch.

F.

Der Einfluß des Waldes auf Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit. Eine alte Streitfrage ist die, ob es im Walde oder im Freien kühler ist. Messungen sind darüber wohl schon oft angestellt worden, aber seitdem man Richard Assmanns Aspirationspsychrometer hat, lassen sich wirklich exakte einwandfreie Messungen dieser Art anstellen. In Eberswalde sind vor einigen Jahren Messungsreihen während mehrerer Jahre angestellt worden, die darüber Aufschluß geben, wie ein junger grüner Laubwald die Temperatur und Feuchtigkeit der Luft beeinflusst. Auf einer Feldstation und in einer etwa 4 m hohen Buchenschonung der Eberswalder Stadtforst, die von hohen Buchen und gemischten Beständen umgeben und mit einigen Ueberhältern durchsetzt ist, sind solche Feststellungen in der Art vorgenommen worden, daß in drei verschiedenen Höhen Temperatur und Luftfeuchtigkeit gemessen wurden. Die unterste Ablesung geschah nahe am Boden, die oberste auf einer hohen die andern Bäume überragenden Kiefer dicht über dem Kronendach der jungen Buchen. Die mittlere geschah in 2,2 m Höhe über dem Erdboden. Zur Beurteilung der Ergebnisse seien hier ein paar Hauptzahlen mitgeteilt. Im Durchschnitt der Monate Juni—September betrug

in der Höhe von	die Temperatur in Grad			
	im Felde		in den Buchen	
	am Morgen	am Mittag	am Morgen	am Mittag
4,2 m	14,4°	19,9°	14,2°	19,8°
2,2 m	14,5°	20,1°	14,2°	19,8°
0,2 m	15,0°	20,7°	14,0°	19,6°

Aus diesen Zahlen geht hervor, daß namentlich am Boden im Walde eine Abkühlung vorhanden ist, während auf dem Felde in der Nähe des Bodens die höchsten Temperaturen herrschen, also gerade umgekehrt. Die Zahlen über die Luftfeuchtigkeit standen folgendermaßen. Es herrschte

in der Höhe von	Relative Feuchtigkeit in %			
	im Felde		in den Buchen	
	am Morgen	am Mittag	am Morgen	am Mittag
4,2 m	82%	58%	86%	59%
2,2 m	82%	58%	88%	60%
0,2 m	83%	60%	90%	65%

Im Walde ist somit eine Erhöhung der relativen Feuchtigkeit am Boden deutlich erkennbar; auf dem Felde ist das nur wenig ausgeprägt. Auf freiem Felde herrschen die höchsten Temperaturen in der Nähe des Bodens. An sonnigen Sommertagen nimmt die Temperatur bis 6 Uhr, im September bis 3½ Uhr nachmittags mit der Höhe ab. Um 10 Uhr vormittags im Juni/Juli erreichte die Temperaturabnahme mit der Höhe 2,3° auf 4 Meter. In der Buchenschonung dagegen zeigten sich in

der Baumkronenschicht die höchsten Temperaturen; dort war es tagsüber wärmer oder ebenso warm wie am Boden.

Merkwürdige Verhältnisse schaffen die Uebergangszeiten, an denen tags noch starke Wärmeausstrahlung durch die Sonne stattfindet, nachts aber eine kräftige Abkühlung einsetzt. Wenn die Sonne niedersinkt, kühlt sich die Luft im Walde wegen der großen Ausstrahlungsflächen der Blätter sehr schnell ab. Das wird durch die innige Berührung der zahlreichen beweglichen Blätter mit der Luft begünstigt. Da andererseits die Luft im Walde nicht so beweglich ist, sondern ruhiger lagert als im Freien, bleiben die abgekühlten Luftschichten liegen und werden kühler und kühler. Das ist ja aber überhaupt im Walde der Fall. Immer wird dort die Luft unter denselben Umständen kälter sein als im Freien, weil sich eben die örtliche Abkühlung hier gründlicher durchsetzen kann als im Freien. Die ruhigere Lagerung der Luft im Walde gestattet auch eine höhere Luftfeuchtigkeit als im Freien; das geht soweit, daß zu gewissen Zeiten der Unterschied zwischen der Feuchtigkeit im Freien und im Walde bis zu einem Fünftel des gesamten Feuchtigkeitgehaltes ansteigt. Der Taufall ist im Walde also erheblich kräftiger als im Freien.

Ist es auch erwünscht, daß diese Beobachtungen, die Prof. Joh. Schubert in Eberswalde angestellt hat, durch noch recht zahlreiche andere Messungen erhärtet werden, so sind doch schon im Grunde die Streitfragen geklärt. Im Walde ist es unter sonst gleichen Umständen kühler und feuchter als im Freien. (Dr. Johannes Schubert, Die Einwirkung des grünen Buchenwaldes auf die Temperatur und Feuchtigkeit der Luft, „Das Wetter“. Sonderheft 1915 S. 29 fg.) F. L.

Über den Gasgehalt der Taunusgesteine und seine Beziehung zu den Gasen der Wiesbadener Thermalquellen. Diese gehören zu den heißen einfachen Kochsalzquellen, enthalten dieselben Bestandteile und unterscheiden sich nur in der Konzentration und Temperatur. Die größte und heißeste Quelle, der „Kochbrunnen“, enthält in 1 kg Wasser 8,6 g Bestandteile, nämlich: Cl, Na, HCO₃, Ca, K, H₂SiO₃, SO₄, Mg, Sr, NH₄, HBO₂, Br, Fe, NO₃, Ba, Mn, F u. a.

An der Luft erleidet das Wiesbadener Thermalquellenwasser Veränderungen, es scheiden sich durch Einwirkung des Sauerstoffs der Luft und Verlust von Kohlensäure, Gemische des Eisens, Mangans u. a. mit Karbonaten des Ca, Sr u. a. aus dem Wasser ab, welchen beträchtliche Mengen Kieselsäure in feinsten Verteilung beigemischt sind. Die Ausscheidungen heißen „Sinter“ (Chemiker-Ztg. 39, S. 807).

Die fortwährend wallende Bewegung des Wassers der Hauptquellen (die Temperatur des „Kochbrunnens“ beträgt nur 68,7° C.) wird durch Gase bewirkt, welche mit dem Wasser aus der Quelle entweichen. Sie enthalten nach F. Henrich geringe Spuren H₂S, Argon, Neon, Radiumemanation, Helium und zeigen geringe Schwankungen in ihrer Zusammensetzung. Der „Kochbrunnen“ enthält: CO₂ + H₂S, Sauerstoff, Stickstoff, Edelgase, Methan. „Juvenile“-Quellen werden nicht merkbar von atmosphärischen Niederschlägen beeinflusst, „vadose“ aber sind nachweisbar abhängig von meteorologischen Faktoren.

Die Entstehung juveniler Quellen ist noch nicht klargelegt. Die einen lassen die Bestandteile der juvenilen Quellen, einschließlich des Wassers, dem Magma entstammen, jenem glutflüssigen Gesteinsbrei, der Vermischung großer Mengen von Gasen und Salzen unter hohem Druck. Vermindert sich nun dieser, so entweichen an manchen Stellen der Erde Gase, Wasserdampf und Salzdämpfe und treten dann nach Kondensation und Lösung als juvenile Quelle an die Erdoberfläche.

Andere wieder glauben, daß das Wasser auch dieser Quellen der Erdoberfläche entstammt, in große Tiefe kommt, dort erwärmt wird und durch aufsteigende Gase, besonders Kohlensäure, wieder zu Tage tritt. Dieses heiße kohlensäurehaltige Wasser zersetzt dann beim Aufsteigen die Gesteine, löst aus ihnen die Salze und gelangt als Mineralwasser wieder an die Erdoberfläche.

Diese „Auslaugungstheorie“ fand man durch Versuche mit kohlensäurehaltigem Wasser auf Gestein bestätigt, aus denen die Wiesbadener Thermalquellen austreten (devonische Formation). Solche Gesteine wurden nicht nur durch heißes, sondern auch durch kaltes kohlensäurehaltiges Wasser in kurzer Zeit angegriffen. Unter größerer oder geringerer Auslaugung derselben gehen Mn, Ca und Fe in größter Menge ins Wasser über. Steht solches Auslaugungswasser an der Luft, so scheiden sich die Oxyde von Fe und Mn sowie CaCO₃ ab, wie es im Sinter des Thermalquellenwassers geschieht. Die Taunusgesteine enthalten alle fixen Bestandteile des „Kochbrunnens“ (ausgenommen NaCl, KCl, NaBr, NaT und CaSO₄), welche wahrscheinlich aus Salz- oder Tonlagern in der Tiefe stammen.

Über die Herkunft der Kohlensäure und der Radiumemanation läßt sich bis jetzt nichts sagen. Stickstoff, Sauerstoff und Edelgas könnten dem Magma entstammen (nach Suess) oder von zutretender atmosphärischer Luft herrühren. Diese Möglichkeit ist aber bei den Wiesbadener

Quellen nicht gut möglich, denn der sich abscheidende Sinter würde bald die Eintrittsstellen verstopfen.

F. Henrich untersuchte nun devonische und vordevonische Gesteine und den nahe bei Wiesbaden zutage tretenden tertiären Basalt auf Gasgehalt. Dabei fand er, daß die schieferigen Gesteine relativ bedeutende Gasmengen enthalten, und zwar Sauerstoff, Kohlensäure und Radiumemanation in geringer Menge oder gar nicht, im wesentlichen aber Stickstoff mit geringen Mengen von Argon und Spuren von Helium. Mehrere Gasproben zeigten Kohlenwasserstoffe von organischen Substanzen in den Gesteinen.

Im „Kochbrunnen“ ist das Verhältnis von Edelgas zu Stickstoff 1 : 7,5, Radiumemanation- und Heliummenge ist gering. Wahrscheinlich werden die Gesteine auf mehrere Kilometer vom heißen kohlensäurehaltigen Salzwasser durchflossen, und es scheiden sich feinpulverige Kieselsäure und andere Zersetzungsprodukte dieser Gesteine am Quellenmund ab, daher kann man annehmen, daß der Stickstoff und die Edelgase teilweise den Gesteinen entstammen, die die Quellen durchfließen. Die Gase nun scheinen durch chemische Bindung, etwa als Nitride, nicht in die Gesteine zu gelangen, Luft wiederum gelangt in einiger Tiefe nicht direkt an diese, wohl aber kann Wasser die von ihm gelösten Bestandteile der Luft den Gesteinen zuführen. Ihr Oxydulgehalt könnte durch den Sauerstoff beeinflußt und Stickstoff und Edelgase durch Adsorption fixiert werden.

Die Erweiterung des Spektrums über das Gebiet der Schumann-Strahlen hinaus. Mit Hilfe einer besonderen spektrographischen Einrichtung ist es Herrn Theodore Lyman gelungen, Spektralaufnahmen zu erhalten, welche sich weit über die untere Grenze des Schumann-Spektrums hinaus erstrecken. Die kürzeste von Schumann noch aufgenommene Wellenlänge beträgt 1230 A.-E. Der Lyman'sche Apparat besteht aus einem Messingrohr, dessen Länge 1 m weit übersteigt, und dessen lichte Weite sich auf etwa 11 cm beläuft. Dieses Rohr wird an beiden Enden durch aufgeschliffene Messingplatten luftdicht verschlossen. Als Lichtquelle dient eine dicht an der einen Verschußplatte innerhalb des Rohres angebrachte Entladungsröhre mit Elektroden aus Wolfram. Das von der Entladungsröhre ausgehende Licht durchsetzt zunächst einen Spalt, durchläuft dann das Messingrohr auf dessen ganzer Länge, fällt am entgegengesetzten Ende auf ein Gitter aus Spiegelmetall, durch das es spektral zerlegt wird, und gelangt endlich auf eine in unmittelbarer Nähe des Spaltes angeordnete photographische Platte, die genau nach den von Schumann gegebenen Vorschriften hergestellt ist. Für die Füllung des Apparates muß ein Gas gewählt werden, das einerseits in dem zu untersuchenden Spektralgebiet Strahlen aussendet, andererseits auch für diese Strahlungen genügend durchlässig ist.

Die ersten Versuche wurden mit einer Füllung von Wasserstoff unter einem Druck von 2 bis 3 mm Hg vorgenommen. Bei Verwendung einer disruptiven Entladung gelang es, das Spektrum bis 900 A.-E. auszudehnen. Da Herr Lyman zu der Überzeugung gelangte, daß mit Wasserstoff weitere Fortschritte nicht zu erzielen sein würden, ging er zur Verwendung von Helium über. Bei einer Füllung mit stickstoffreiem Helium unter 2 bis 3 mm Druck und bei Anwendung disruptiver Entladung gelang es ihm zu wiederholten Malen, bei einer Expositionszeit von ungefähr 10 Minuten eine Anzahl neuer Linien zu erhalten, deren brechbarste eine Wellenlänge von nur 600 A.-E. aufwies.

Für die theoretischen Untersuchungen von Bohr, Nicholson u. a. sind die Beziehungen zwischen den Spektren des Wasserstoffs und des Heliums, zumal in dem neu erschlossenen Gebiete von großer Bedeutung. Leider bietet es außerordentliche Schwierigkeiten, die zu untersuchenden Gase völlig frei von Verunreinigungen zu erhalten, wie solche schon durch die Berührung mit den Wänden des Apparates und mit den Elektroden der Entladungsröhre entstehen. Herr Lyman hofft indessen, daß es mit der Zeit gelingen dürfte, diese Schwierigkeiten zu überwinden. Einstweilen vermag er folgendes festzustellen: Im Wasserstoffspektrum tritt besonders die Linie 1216 A.-E. hervor. Sie bildet die erste Linie einer von Ritz auf Grund theoretischer Überlegungen vorausgesagten Serie. Die beiden nächsten Glieder dieser Serie wurden bei 1026 A.-E. und bei 972 A.-E. nachgewiesen. Bei Wasserstofffüllung treten sie am deutlichsten hervor, wenn man eine disruptive Entladung verwendet. Bei Füllung mit Helium, das die geringen Spuren von Wasserstoff enthält, deren Beseitigung stets so überaus schwierig ist, erscheinen diese Linien bereits bei Verwendung gewöhnlichen Wechselstroms von 60 Perioden ganz kräftig. Wir haben hier wieder ein Beispiel für die verschiedentlich beobachtete Erscheinung, daß Helium das Auftreten der Spektren solcher Gase fördert, die in ihm als Verunreinigungen enthalten sind. So weit Herr Lyman festzustellen vermochte, zeigen sich alle mit gewöhnlicher Entladung im Helium sichtbaren Linien auch im Wasserstoff. Die Linien unterhalb 900 A.-E. treten nur bei Anwendung disruptiver Entladung auf. Es sind ihrer 7 oder 8, und teilweise sind sie recht kräftig.

Nach den Untersuchungen von W. H. und W. L. Bragg ist die Größenordnung der Wellenlängen der Röntgenstrahlen etwa 1 A.-E. Der Zwischenraum zwischen den neu ermittelten Wellenlängen und jenen der Röntgenstrahlen ist mithin noch recht beträchtlich. Herr Lyman zweifelt indessen nicht daran, daß es gelingen werde, auf rein spektrographischem Wege diesen Zwischenraum noch ganz erheblich zu verringern, nachdem nunmehr festgestellt worden ist, daß man mit photographischen Platten nach den Vorschriften Schumanns und mit einem auf Spiegelmetall geteilten Gitter weit über die von Schumann erreichte Grenze hinaus gelangen kann. (S. Proceedings of the National Academy of Sciences 1, 368, 1915.) Iklé.

Einiges aus der Wolkenmorphologie. Interessant ist die Frage der Verteilung der Wolkenstrukturen auf die einzelnen Wolkenteile, d. h. auf der Unter- und Oberseite, auf den Randflächen und in der Innengliederung. Das gleiche gilt von dem ursächlichen Zusammenhang der Struktur mit der Entstehungsursache der einzelnen Wolkenbildungsarten und der Raumverteilung des Niederschlages (J. Dreis, „Das Wetter“ 1916 S.10).

Als indifferentes Kondensationsstadium ist der homogene Nebel von Luftschichten über 1 bis 200 m ausgeschlossen, denn dort gelangt die Luft nie ganz aus dem Zustand konvektiver Strömungen, also fortgesetzter Kondensation und Verdunstung heraus in ein völliges Gleichgewicht. Oberhalb 7 bis 800 m Höhe ist besonders häufig, und zwar in den akuten Aufströmen der Kumuluswolkenklasse und den am schärfsten aufwärts bewegten Luftsäulen (im Mark und auf der Oberfläche der Wolke) die konvexstrahlige Haufenmasse. Ihre Rand- und Seitenflächen sind der Reibung mit den umgebenden Luftmassen, ihre Unterfläche den hin- und herflutenden Luftmassen ausgesetzt und schließlich wird die kompakte Wolkenmasse zersetzt und geht über in die konkavstrahlige Fetzenmasse, welche gerade in den unteren stark bewegten Teilen des Zyklonenkörpers zu beobachten ist. Sie kommt aber auch vor in dessen höheren Schichten, in der mittleren Störungsschicht des Alto-kumulus und Alto-stratus und bis zur Grenze der Eiswolken. An Grenzflächen, wo die Luftströmung noch auf ruhende Luftmassen trifft, sieht man mit der Fetzenmasse die verwandte Streifenmasse. Erlöschen am Abend oder beim Eintritt antizyklonaler Ströme die Aufströme und lösen sich die Wolken allmählich auf, so geht die konvexstrahlige Haufenmasse etwa in Kumuluswolken in die Fetzenmasse über, aber nicht über das Entwicklungsstadium des homogenen Nebels, sondern unvermittelt, und die Auflösung erfolgt unregelmäßig.

Über die räumliche Niederschlagsverteilung läßt sich sagen, daß sie ihr Maximum erreicht in den neutralen Schichten, in der Haufenwolke, wo sie am dichtesten ist. Nur im Kumulo-nimbus geht dies Maximum höher hinauf und ist in den meisten Fällen in der 1000 bis 2000 m-Schicht. Daher fällt im Hochgebirge der meiste Niederschlag nicht auf den höchsten Berggipfeln, sondern in mittleren Höhen und im Tale; der tiefste Schnee in den Tälern und tieferen Berghängen und -schluchten.

Sonnenfleckenhäufigkeit und magnetische Störungen auf der Erde. Daß die Sonnenflecken mit dem Auftreten magnetischer Störungen in Verbindung stehen, ist eine bekannte Tatsache. Neuerdings ist sie von dem Rev. A. L. Cortie näher untersucht worden, der darüber am 12. November 1915 der Royal Astronomical Society berichtet hat (s. „Nature“, 96, 332, 1915). Aus dem Herrn Cortie vorliegenden Beobachtungsmaterial geht hervor, daß die magnetischen Störungen verhältnismäßig häufiger sind, wenn die von Sonnenflecken bedeckte Fläche auf der Sonne abnimmt, als wenn sie zunimmt. Iklé.

Der Komet 1917 b (Schaumasse) ist in schnellem Laufe wieder aus dem Kreise der Zirkumpolarsterne in niedrigere Deklination gerückt und an Helligkeit nach der Vorausberechnung um eine Größenklasse schwächer geblieben. Am 5. Juni steht er bereits in Rectascension $9^h 0^m 16''$ und in Deklination $+ 28^{\circ} 26', 7$; das ist gerade in der Mitte zwischen Kappa im Löwen und Jota im Krebs, in den er erst am 1. Juni, vom Luchs kommend, eingetreten ist. Selbst in unserem lichtstärksten Kometensucher habe ich bis jetzt keinen Schweif sehen, nur eine verstärkte Stelle in der Mitte feststellen können. Am 10. Juni steht er in Rekt. $9^h 16^m$ und in Dekl. $+ 22^{\circ} 18^m$, gerade an der Grenze zwischen Krebs und Löwe und ist nur $9\frac{1}{2}$ der Größe. Am 30. Juni steht er bei den Veränderlichen R in $9^h 38^m$ und $+ 12^{\circ} 0,3'$ und ist nur noch 11. Größe. F. S. A.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Bezugspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., $\frac{1}{2}$ Seite 45.—, $\frac{1}{4}$ Seite 25.—, $\frac{1}{8}$ Seite 15.—, $\frac{1}{16}$ Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW

INHALT

1. Die Birotation der Himmelskörper. Von Hans Passarge	73	Witterungsvorgänge mit der radioaktiven Emanation des Erdbodens. — Über die Isotopen sämtlicher chemischen Elemente. — Ein neues Verfahren zur Herstellung und zum Lesen von Blindenschrift. — Die Entstehung der Anfressungen bei Schiffsschrauben.	
2. Neueste Wendung der Mythenforschung. Von Prof. C. Fries	86	— Das Aufsuchen von Fremdkörpern in Wunden mittels des Telephons	93
3. Der gestirnte Himmel im Monat Juli 1917. (Die Bewegung der kosmischen Nebel.) Von Dr. F. S. Archenhold	88		
4. Kleine Mitteilungen: Über zwei Meteorerscheinungen. — Über einen möglichen Zusammenhang gewisser			

Nachdruck ohne Genehmigung der Schriftleitung verboten. — Auszüge nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Die Birotation der Himmelskörper

Von Hans Passarge, Königsberg i. Pr.

Die Rotation des Planeten Jupiter ist nicht einheitlich in dem Sinne wie die Rotation der Erde und des Mars. Aus den Bewegungen der Oberflächengebilde, der Flecken und Streifen, ergibt sich vielmehr für die höheren jovigraphischen Breiten eine Verzögerung der Rotation gegenüber der Äquatorzone. Während ein Punkt der Äquatorzone einen Umlauf in 35 420 Sekunden zurücklegt, beträgt die Frist eines Umlaufs in der Zone zwischen 28 und 85° nördlicher Breite 36 337 Sekunden. Die Abstufung der Rotationsgeschwindigkeiten in den verschiedenen jovigraphischen Breiten ist im übrigen nicht gleichmäßig; aber das soll hier außer Betracht bleiben und nur ganz allgemein geprüft werden, auf welche Ursachen die Ungleichmäßigkeit der Rotation zurückzuführen sein dürfte.

Ein vollkommen homogener Körper von durchweg gleicher Dichte muß notwendig eine vollkommen gleichförmige, nur vom Trägheitsprinzip bestimmte Rotation haben. Wird das Gegenteil beobachtet, wie bei Jupiter, so müssen wir annehmen, daß der Körper nicht homogen ist. Jupiter hat nun bekanntlich eine sehr viel größere Abplattung als die Erde, er ist an den Polen sehr stark zusammengedrückt, am Äquator sehr stark aufgetrieben. Aus diesem Zustand ergibt sich für die Polzonen eine größere mittlere Dichte als für die Äquatorzone. Der Planet ist in seiner Oberfläche auch noch nicht fest, wie sich aus den Veränderungen ergibt, denen der rote Fleck unterliegt, er ist noch in der Entwicklung auf eine feste Oberfläche hin begriffen. Aus der größeren Dichte der polaren Zonen ergibt sich für diese ein größeres Trägheitsmoment als für die Äquatorzone; allein dieser Zustand genügt nicht, die Verschiedenartigkeit der Rotation abzuleiten, denn diese Verschiedenartigkeit müßte sonst leicht in Übereinstimmung mit dem zuverlässig bekannten Abplattungswert gebracht werden können, was nicht der Fall ist, solange man davon ausgeht, daß der ganze Planet ein in sich geschlossener einheitlicher Rotationskörper ist.

Die Sache wird erst mit einem Schlage anders, wenn wir die Annahme zulassen, daß die Rotation der Jupiteroberfläche, so wie sie beobachtet wird, der Folgevorgang einer entgegengesetzt gerichteten Rotation des ganzen Jupiterinnern ist. Diese Annahme soll hier als heuristische Hypothese, als Arbeitshypothese aufgestellt werden. Wir stellen uns also vor: die äußere Schale des Planeten habe eine im Verhältnis zum Halbmesser nur geringe Mächtigkeit (Dicke) und rotiere, so wie es beobachtet wird, von West nach Ost, das ganze Innere aber rotiere von Ost nach West um eine Axe, die um einen geringen Winkelwert anders liegt als die Axe der Rotation, die sich aus der Bewegung der Flecken und Streifen ergibt. Alsdann müssen wir diese äußere, der Beobachtung allein zugängliche Rotation als eine Reaktionsbewegung verstehen, für

die wir eine Analogie etwa in den Meeresströmungen auf der Erdoberfläche hätten. Eine sehr stark modifizierte Analogie, denn die regelmäßigen Meeresströmungen sind durch die Festlandgliederung, durch ungleiche Erwärmung der Meere, durch vorherrschende Luftströmungen und durch eine Reihe anderer, in diesem Zusammenhang als sekundär zu bewertender Ursachen, so sehr beeinflusst, daß sie in ihrer reinen ursprünglichen Form nicht unmittelbar erkannt werden können. Wir dürfen die Analogie aber ausbauen und uns die Frage vorlegen, wie die Meeresströmungen auf einer vollkommen von Wasser mit gleicher Temperatur, gleicher Tiefe und gleicher Dichte bedeckten, nur nach dem Trägheitsprinzip rotierenden Erdkugel verlaufen würden. Wir würden in der Äquatorzone einer solchen Erde, wo die aus der Rotation sich ergebende Fliehkraft (Zentrifugalkraft) der Wassermasse am größten ist, eine größere rückläufige, also von Ost nach West gerichtete Bewegung beobachten als in den Zonen, die den Polen näher liegen. Für einen Beobachter, der außerhalb dieser Wassererde seinen Ort hätte, würde also ein Punkt am Äquator schneller rotieren als ein Punkt in höheren Breiten, wobei natürlich vorausgesetzt wird, daß irgendwelche Umstände es zulassen, daß eine unterschiedliche Bewegung des Wassers überhaupt wahrgenommen wird. Die auf den ersten Blick recht willkürlich erscheinende Hypothese, die Ungleichförmigkeit in der Bewegung der Flecken und Streifen auf Jupiter resultiere aus einer Innenrotation des Planeten derart, daß die ganze Oberflächenschale eine Reaktionsbewegung ausführe, die im Rahmen der Gesamtentwicklung des Planeten vielleicht verhältnismäßig jungen Ursprungs ist, — diese Annahme gewinnt also an Boden, und wir dürfen einen Schritt weiter gehen.

Der einheitliche Ursprung unsers ganzen Sonnensystems, den wir uns nach den Theorien von Kant und Laplace im allgemeinen wohl richtig vorstellen, würde es erfordern, daß das Vorhandensein einer doppelten Umdrehung (Biro-rotation) nicht eine dem Planeten Jupiter allein eigentümliche Eigenschaft ist, daß vielmehr auch die andern Planeten und die Sonne selbst diese Eigenschaft haben. In der Tat werden ja auch auf dem Planeten Saturn Bewegungen der Oberflächengebilde beobachtet, die denen auf Jupiter entsprechen, und auch die Rotation der Sonne ist nicht einheitlich, wie sich aus der Bewegung der Flecken und Fackeln ergibt. Wir können das Bild also erweitern und sagen: die der Beobachtung zugängliche Rotation der Sonne, aller Planeten und ihrer Begleiter ist nur eine Rotation der Oberflächenschale; diese Rotation ist ein Folgevorgang verhältnismäßig jungen Ursprungs aus der Rotation des gesamten Innern. Die Rotation des Innern ist die primäre Eigenschaft des Himmelskörpers, entsprang unmittelbar mit ihm selbst, dauert noch heute fort und wird immer fort dauern; die unserer Beobachtung zugängliche Rotation dagegen entstand als ein Entwicklungsvorgang posthumer Ursprungs pari passu mit der Verfestigung des Himmelskörpers und als Reaktionsbewegung gegen die Rotation des Innern.

Ist das alles mehr als müßige Spekulation, so ist ohne weiteres einleuchtend, daß sich aus der Annahme einer doppelten Umdrehung der Planeten und Monde und der Sonne sehr weitreichende Schlüsse ziehen lassen müssen, die durch wirkliche Beobachtung bestätigt werden. Wir verfahren also folgerichtig, wenn wir prüfen, zu welchen Ergebnissen wir gelangen, wenn wir den Planeten, den wir selbst bewohnen und dessen Stellung im Sonnensystem uns am zuverlässigsten bekannt ist, dem Planeten Erde also, eine doppelte Umdrehung beilegen, nämlich die äußere sekundäre, an der nur die nicht sehr dicke Erdschale Anteil hat, die sich

als Kopernikanische Rotation um die geographische Achse vollzieht, und vermöge der für uns die Gestirne im Osten auf-, im Westen untergehen, und die innere, primäre, ursprünglich einzige Rotation des ganzen Erdinnern, die von Ost nach West um eine Achse verläuft, die um einen gewissen Winkelwert anders liegt als die Achse der äußeren Rotation. Zunächst ist klar, daß eine solche Annahme, eine scheinbar so gewaltsam in unsern geläufigen Vorstellungskreis eingreifende Vermutung — und nur um eine Vermutung kann es sich ja einstweilen handeln —, sich an einer Allgemeinerscheinung bestätigen müßte, für die es bisher an jeder andern Erklärung und Ableitung fehlt. Eine solche Allgemeinerscheinung gibt es nun in der Tat, es ist die Schwerkraft.

Wesen und Ursprung der Schwerkraft sind bis heute ein ungelöstes Problem geblieben. Man kennt die Gesetze der Schwerkraft und weiß seit Newton, daß die Schwerkraft als ein kosmisches Prinzip die Bewegungen der Himmelskörper bestimmt, aber niemand vermag anzugeben, worauf die Gesetze beruhen, wie es möglich und denkbar ist, daß durch den leeren Raum hindurch ein Körper auf einen andern eine Wirkung auszuüben vermag. Hier soll der Nachweis erbracht werden, daß das Wesen der Schwerkraft aus der Birotation zu erklären ist, und es wird sich dabei ergeben, daß die mathematische Ausdrucksform des Gravitationsgesetzes identisch ist mit der mathematischen Ausdrucksform der Birotation.

Fürs erste soll die Betrachtung jedoch, um das Bild nicht zu komplizieren, so geführt werden, als gäbe es nur eine Schwerkraft für die Erde; es soll zunächst ganz außer Betracht bleiben, daß die irdische Schwerkraft nur ein Spezialfall der allgemeinen Gravitation ist. Wir lassen also folgende Hypothese zu: der freie Fall schwerer Körper zur Erde hin als eine Folgeerscheinung der Schwerkraft ist abzuleiten aus der doppelten Umdrehung der Erde, nämlich aus der Umdrehung des gesamten Erdinnern von Ost nach West um eine von der geographischen Achse verschiedene Achse und aus der äußeren (Kopernikanischen) Umdrehung von West nach Ost um die geographische Achse. Richtung und Maß der im freien Fall zurückgelegten Wegstrecke werden unter dieser Voraussetzung bestimmt durch ein Kräfteparallelogramm. Der freie Fall ist, wie jede gleichförmig beschleunigte Bewegung, eine zusammengesetzte Bewegung, deren Komponenten die von den beiden Rotationen erzeugten Fliehkräfte und deren Resultierende eben der freie Fall ist. Jeder von der Erde abgelöste oder ihr zugehörige Körper hat aus Gründen, die weiter unten zu betrachten sein werden, Anteil an beiden Rotationen, wird von beiden mitgerissen und schlägt daher den Weg auf der Diagonale ein, deren Verlauf gemäß dem Prinzip der kleinsten Wirkung der kürzeste Weg ist zwischen der unserer Beobachtung zugänglichen Erdoberfläche und der uns verborgenen Oberfläche der inneren entgegengerichtet rotierenden Erdkugel. Dieser kürzeste Weg liegt aber und kann nur liegen in der Richtung auf den Erdmittelpunkt, d. h. die Richtung des freien Falls steht senkrecht auf der Tangentialebene des Beobachtungsortes.

Zwei entgegengerichtete Kräfte, als die wir einmal die beiden Rotationen auffassen wollen, können nur dann in eine dritte Kraft resultieren, wenn ihre Richtungen einen Winkel einschließen, der kleiner ist als zwei Rechte, in unserm Falle also, wenn die Rotationsachsen der Erde sich unter einem gewissen Winkel schneiden. Unter dieser Annahme ergibt sich die Möglichkeit, die Birotationshypothese der mathematischen Prüfung daraufhin zu unterwerfen, ob wir berech-

tigt sind, sie als eine wirkliche Arbeitshypothese weiter zu verfolgen. Das ist in der Tat der Fall, wie hier unten gezeigt wird.¹⁾

Im Rahmen der Erdentstehungsgeschichte muß die Kopernikanische Rotation unserer Planeten, die wir also nur als eine Rotation der Erdschale oder Erdrinde auffassen, als ein Vorgang verhältnismäßig jungen Ursprungs genommen werden. Halten wir uns an die Grundgedanken der Kant-Laplace'schen Kosmogonie, so ist das Bild unter Vernachlässigung aller uns geläufigen Zeitbegriffe etwa das folgende: Die Urerde rotierte nach ihrer Abschleuderung von der Sonnenmasse als glutflüssiger Ball von durchweg gleichförmiger Struktur in der Richtung von Ost nach West. Auch die ersten Folgeerscheinungen beginnender Abkühlung an der Oberfläche, die einem außerirdischen Beobachter als Fleckenbildungen ähnlich den Sonnenflecken oder den Gebilden auf der Jupiteroberfläche erschienen wären, folgten so lange dieser Rotation, als sie noch von geringer Flächenausdehnung und geringer Mächtigkeit oder Dicke waren und von dem glühenden Erdball immer wieder aufgezehrt wurden. Erst als die Fleckenbildungen an Ausdehnung und Mächtigkeit nach dem Erdinnern hin zunahmen und sich länger gegen den Wiederaufzehrungsprozeß behaupteten, begannen sie eine rückläufig gerichtete Eigenbewegung einzuschlagen, die einem außerirdischen Beobachter das Bild einer verzögerten Rotation des ganzen Balles vortäuschen konnte von der Art, wie wir es heute für gewisse Zonen des Jupiter beobachten. Dieser Vorgang entwickelte sich über ungeheure zeitliche Fristen hinaus weiter, bis schließlich die ganze Erdoberfläche verfestigt war und in dieser Gestalt die Eigenbewegung beibehielt, der ursprünglich nur einzelne Flecken unterlagen. Verfestigung der Erdrinde und Zunahme der rückläufigen Bewegung erst einzelner Teile, dann der ganzen Erdrinde mögen

¹⁾ Ist T in Sekunden die Frist eines Sterntages oder einer wirklichen Erdumdrehung, L die auf Sternzeit reduzierte Länge des Sekundenpendels für die Breite $45^\circ + 2\nu$, $G = \pi^2 L$ die Schwerebeschleunigung für dieselbe Breite, r der Radius des ganzen Erdsphäroids für die Breite 45° , q der Radius des inneren Erdsphäroids, 2ν der Winkel, den die Achsen der beiden Rotationen einschließen, m, V. und $d = 1$ Masse, Volumen und Dichte der ganzen Erde, so ergeben sich aus den Voraussetzungen der Birotation, wenn man berücksichtigt, daß $\frac{1}{2} G$ eine mit gleichförmiger Geschwindigkeit zurückgelegte reine Wegstrecke ausdrückt, die Relationen:

- 1.) $T G = 4 \pi d (r - q)$
- 2.) $T G^3 = 16 \pi m (r + q) \sin \nu$
- 3.) $(r - q) G^2 = 4 V (r + q) \sin \nu$

Setzt man $r = 1$, dann erhält q den Wert L, also

$$4. \quad q = r L$$

Hieraus lassen sich r, q und 2ν berechnen, wenn nur T und L bekannt sind, denn es ist $r - q = \frac{\pi L T}{4}$, $r = \frac{\pi L T}{4(1-L)}$, $q = \frac{\pi L^2 T}{4(1-L)}$ und $\sin \nu = \frac{\pi^4 L^2 (r - q)}{4(r + q)}$. Die Zahlenwerte sind T = 86164,09 Sekunden, L = 0,9 894 836 Meter. Die Ausrechnung ergibt

$$\begin{aligned} r_{45} &= 6\,367\,331 \text{ Meter} \\ q &= 6\,300\,370 \text{ Meter} \\ 2\nu &= 14^\circ 28' 50'', 88 \end{aligned}$$

Schreibt man Gleichung 1. in der Form $G = \frac{4 \pi d r (1 - L)}{T}$, so ergibt sich ohne weiteres: $\frac{r \cdot d}{G} = \text{const.}$ Das aber ist die Gleichung der Newtonschen Gravitation. Bezeichnet man mit $2\nu'$ den Winkel, den die beiden Rotationsachsen irgend eines andern Himmelskörpers einschließen und mit r' und γ entsprechend Radius und Schwerkraft im Verhältnis zur Erde, dann ist $\sin \nu' = \sin \nu \frac{\gamma^2}{r'^3}$. Ist ferner $D = r - q$ der Abstand zwischen der äußeren und der inneren Oberfläche des Erdsphäroids, so ist $D' = r' D$.

pari passu vor sich gegangen sein; das Endergebnis war jedenfalls, daß die vollkommen festgewordene Erdrinde, weil sie von geringerer spezifischer Dichte war als die große Masse der Urerde, in ihrer Gesamtheit der Drehung der Urerde nicht mehr folgte, sondern sich als Gegendrehung herausbildete. Die Achsen beider Drehungen sind gewiß über lange Fristen hinaus ineinandergefallen, bis gewaltige Verlagerungen als Folgevorgänge der Rindenbildung und Vorgänge anderer Art, für deren Erfassung es an Anhaltspunkten fehlt, vielleicht auch, bis die Abschleuderung der ganzen Masse, aus der später der Erdmond hervorging, eine Verlagerung der Achse der äußeren Rotation herbeiführten.

Das alles mag so oder anderswie verlaufen sein: es hat wenig Sinn und fällt auch für unsere Zwecke kaum ins Gewicht, sich in Spekulationen über Vorgänge zu verlieren, deren Ablauf sich über so ungeheure Fristen erstreckt, daß unser garnicht darauf eingestellter menschlicher Zeitsinn seine Mitwirkung versagt. Mechanische und ganz allgemein physikalische Vorgänge richtig aufzufassen ist eben das menschliche Erkenntnisvermögen nur dann imstande, wenn diese Vorgänge innerhalb gewisser zeitlicher und räumlicher Grenzen verlaufen. Diese Grenzen aber sind im allgemeinen zeitlich durch die alltäglichen Vorgänge unseres Lebens und räumlich durch die Abmessungen und Entfernungen der uns umgebenden Welt gezogen. Wir können uns aber die Aufgabe dadurch erleichtern, daß wir den heutigen Zustand der Erde kurzerhand als gegeben hinnehmen und uns nur gegenwärtig halten, daß bis zur Erreichung dieses Zustandes eine unermessliche Frist abgelaufen ist, ohne dabei die einzelnen Entwicklungsperioden zeitlich irgendwie zu begrenzen. Dieser gegebene Zustand wäre also der folgende; der unserer unmittelbaren Anschauung und Beobachtung allein zugängliche Teil des Erdballs, die Erdrinde, rotiert als Kugelschale von vorläufig unbekannter Mächtigkeit (*D i c k e*) um die Achse, die mit der geographischen Achse zusammenfällt, in der Richtung von West nach Ost. Diese Rotation ist für uns sinnfällig durch den Auf- und Untergang der Gestirne, durch Beobachtung eines Foucaultschen Pendels und noch durch einige andere Erscheinungen. Das ganze Erdinnere aber rotiert in entgegengesetzter Richtung, also von Ost nach West um eine von der geographischen Achse verschiedene Achse, die aber vielleicht mit der magnetischen Achse der Erde zusammenfällt; den Winkel, den die beiden Achsen einschließen, nehmen wir gleichfalls einstweilen als unbekannt an. Diese innere, ursprünglich einzige Rotation der Erde ist zwar unserer unmittelbaren Beobachtung durchaus verborgen und wird für immer verborgen bleiben, wir nehmen aber an, daß die Erscheinung des freien Falls, d. h. die Tatsache, daß alle Körper schwer sind und, wenn sich selbst überlassen, ihren Weg zur Erde nehmen, — daß also dieser Fallvorgang schlechthin und an und für sich, zusammen mit der Tatsache, daß der Fallvorgang sich als gleichförmig beschleunigte Bewegung über eine Strecke vollzieht, deren Länge wir für die zeitliche Einheit einer Sekunde irgendwie empirisch festgestellt haben, — daß dies alles das Folgeergebnis der doppelten Erdumdrehung (Birotaion) sei. Dann verläuft der Fallvorgang auf der Diagonale eines Kräfteparallelogramms, dessen Komponenten eben die Fliehkräfte aus beiden Rotationen sind, und wir können sofort an der Hand dieser Annahme die Mächtigkeit (*Dicke*) der Erdrinde bestimmen. Sie ergibt sich zu 66 961 Meter. Dieser Wert entspricht der Berechnung der Mächtigkeit der Erdrinde aus den geothermischen Tiefenstufen, wonach in einer Tiefe von rund 67 Kilometer unter der Erdoberfläche alle uns bekannten Gesteinsbildungen sich im glühend-flüssigen Zustande befinden müssen.

Die Annahme, daß der weitaus größte Teil des ganzen Erdballs, das ganze Erdinnere also, sich noch heute im Zustande der Glutflüssigkeit befindet, und daß die feste Erdrinde, die Trägerin und Gebärerin der ganzen belebten Natur, von verhältnismäßig nur geringer Mächtigkeit sei, ist nicht neu, sie gilt aber deswegen gewöhnlich nicht als haltbar, weil die Gezeitenerscheinungen, der Wechsel von Ebbe und Flut dagegen sprechen. Wäre nämlich, so wird argumentiert, das Erdinnere glutflüssig, so müßte es auf die fluterzeugenden Kräfte ebenso reagieren wie die Hydrosphäre, was zur Folge hätte, daß die Gezeitenerscheinungen von uns überhaupt nicht wahrgenommen würden oder wenigstens nicht in dem Ausmaß, wie es tatsächlich geschieht. Die Birotation enthebt uns dieser scheinbar unabweichlichen Schlußfolgerung, weil sie das Vorhandensein einer scharfen Trennung zwischen Erdinnern und Erdrinde zur Voraussetzung hat. Wäre nämlich der geläufigen Anschauung entsprechend die Erde ein in sich geschlossener einheitlicher Körper, so wäre die Theorie des Lord Kelvin durchaus begründet, der dem Erdinnern die Starrheit des Stahles zuweist, weil es auf die fluterzeugenden Kräfte, d. h. auf die Anziehung von Sonne und Mond nicht reagiert. Das Nichtreagieren des Erdinnern, so erklärt Lord Kelvin, wird für uns dadurch erkennbar, daß wir die Gezeitenerscheinungen überhaupt wahrnehmen, was nicht geschehen könnte, wenn das Erdinnere ebenso oder nahezu ebenso wie die Hydrosphäre Flut und Ebbe hätte. Der Verlauf der Gezeitenerscheinungen, so wie er beobachtet wird, kommt zustande aus der Anziehung von Sonne und Mond und der Erdumdrehung derart, daß Sonne und Mond durch ihre Anziehungskraft die Flutschwellung erzeugen, und infolge der Erdumdrehung von West nach Ost die Schwellung in umgekehrter Richtung um die Erde läuft, wobei natürlich die sekundären Einflüsse, die bei den Gezeitenerscheinungen mitwirken, außer Betracht gelassen sind. Nehmen wir nun eine glutflüssige innere Erdkugel an, deren Oberfläche in einem Abstand von 66 931 Meter unter unserer wirklichen Erdoberfläche liegt, und nehmen wir weiter an, diese innere Erdkugel rotiere von Ost nach West, so würden wir rein theoretisch zu der Schlußfolgerung gelangen, daß auch dieser inneren Erdkugel Gezeitenerscheinungen zu eigen sind, wobei jedoch die Flutschwellung von West nach Ost umlaufen müßte. Die Konstitution der ganzen Erde aber, die sich nach der Birotationshypothese ergibt, überhebt uns dem Zwang einer solchen Schlußfolgerung, sie erlaubt oder fordert vielmehr die Annahme, daß jede Gezeitenschwellung des Erdinnern virtuell bleibt, weil der Steinpanzer der Erdrinde, die Lithosphäre sie hemmt, in die Erscheinung zu treten. Dabei muß es hier sein Bewenden haben, und wir weichen absichtlich der lockenden Versuchung aus, eine Hypothese auf die andere zu pflöpfen, indem wir etwa die erdmagnetischen und erdelektrischen Grunderscheinungen aus den virtuellen Gezeitenkräften des Erdinnern abzuleiten unternehmen. Worauf es hier ankommt, ist nur, den Nachweis zu führen, daß die Birotationshypothese ausreicht, um in Übereinstimmung mit dem Newtonschen Gravitationsgesetz eine Erklärung für das eigentliche Wesen der Schwerkraft und weiterhin der allgemeinen Gravitation zu liefern.

Das Gravitationsgesetz in seiner allgemeinsten Form sagt aus: alle räumlich von einander getrennten mit Masse behafteten Körper üben auf einander eine Anziehungskraft, die sich bestimmt nach dem Verhältnis ihrer Massen und nach dem umgekehrten Verhältnis des Quadrats ihres Abstandes. Mehr sagt das Gesetz zunächst nicht aus, insbesondere nicht, was eigentlich in diesem Zusammenhang unter „Masse“ zu verstehen sei. Der Urheber selbst des Gesetzes hat sich mit

dem bekannten „hypotheses non fingo“ dagegen verwahrt, eine Erklärung dafür gefunden zu haben, daß der Mond von der Erde, daß alle Planeten von der Sonne, und daß kurz und gut alle Himmelskörper voneinander angezogen werden, obwohl er bekanntlich bis an sein Lebensende nicht davon abgelassen hat, nach einer Erklärung für die von ihm gefundene Tatsache, nach dem verknüpfenden Band zwischen Ursache und Wirkung zu suchen, ohne das nun einmal ein wirklicher Zusammenhang äußeren Geschehens nicht denkbar ist. Newton begnügte sich also mit der rein mathematischen Definition des Begriffes Masse, wonach sie das Produkt von Volumen und Dichtigkeit ist. Das Suchen nach einer Erklärung für die Tatsache der Gravitation ist seit Newton niemals aufgegeben worden; aber es ist bezeichnend, daß sich an diesen Bemühungen sehr viel mehr die Physiker und „Naturphilosophen“ beteiligt haben als die Astronomen. Für die Astronomen ist nämlich alles in bester Ordnung, die mathematische Ausdrucksform des Gravitationsgesetzes genügt allen ihren Ansprüchen so vollständig, und hat sich so glänzend bewährt, daß sie es sogar a limine abweisen, sich in eine Diskussion über den Ursprung des Newtonschen Gesetzes und über seine Nichtübereinstimmung mit dem Kausalitätsprinzip einzulassen. Die kleinen Unstimmigkeiten, die sich im Laufe der Zeit zusammengefunden haben, als da sind die säkulare Beschleunigung des Merkurperihels, die Verkürzung in der Umlaufzeit des Enckeschen Kometen und eine kleine Anomalie in der Bewegung des Mondes, sind nicht bedeutend genug und könnten auch auf Beobachtungsfehler zurückzuführen sein. Die Astronomen haben also im allgemeinen kein dringendes praktisches Bedürfnis, der Sache auf den Grund zu gehen, und die unzähligen Versuche, die unternommen wurden, das Gravitationsgesetz zu modifizieren und mit den Denknöten der menschlichen Geistes in Übereinstimmung zu bringen, wurden von ihnen zumeist mit Mißtrauen und Unbehagen aufgenommen als unzulässige Versuche, die Grundlage der ganzen modernen Astronomie anzugreifen. So liegt die Sache aber in Wahrheit keineswegs, denn nicht darum handelt es sich, dem über alle Zweifel hinaus bewährten Gravitationsgesetz Abbruch zu tun, sondern darum, seinem mathematischen Ausdruck einen physikalisch möglichen und logisch widerspruchslosen Inhalt zu geben.

Das Gravitationsgesetz haftet also an dem Begriff „Masse“ (m), der sich im Sinne des Gesetzes mit Newton nur bestimmen läßt als das Produkt von Rauminhalt (Volumen) und Dichte (d), und man schreibt deshalb $m = Vd$. Da der Begriff Rauminhalt in sich durchaus eindeutig und widerspruchslos ist, zwingt die Definition $m = Vd$ zu der Annahme, daß die einzelnen Himmelskörper von verschiedener Dichte sind, denn anders müßten ja Himmelskörper von gleichem oder annähernd gleichem Rauminhalt eine gleiche oder annähernd gleiche Masse und Schwerkraft haben. Das ist aber nicht der Fall, und deshalb findet man in den Tabellen aller Lehrbücher der Himmelskunde eine Spalte mit der Angabe, in welchem Zahlenverhältnis die Dichte des Himmelskörpers zur Dichte der Erde steht, die gleich der Dichteinheit gesetzt wird. So wird z. B. für Venus die Dichte 0,93, für Mars 0,73, für den Mond 0,604, für die Sonne 0,25, für Saturn 0,116 u. s. f. angegeben. Diese Ziffern besagen also, daß der Stoff, aus dem die Erde besteht, etwa zehnmal so dicht sei, als der Stoff, aus dem der Planet Saturn besteht, und viermal so dicht als der Stoff, aus dem die Sonne besteht. Am bequemsten läßt sich die Vorstellung des reinen Begriffes Dichte, den wir im praktischen Leben allgemein dem Begriff Schwere gleichachten, für uns wohl an einen Klumpen Blei knüpfen. Stellen wir uns also einmal vor, die Erde wäre eine große Blei-

kugel, so würden wir von dem reinen Begriff Dichte im Sinne der astronomischen Tabellen ein annähernd zutreffendes Bild gewinnen, wenn wir uns die Sonne als eine Marmorkugel und Saturn als eine Meerschaumkugel denken, während der Mond etwa aus Antimon bestehen würde. Blei, Marmor, Meerschaum und Antimon sind aber so sehr heterogene Substanzen, daß wir schwerlich aus uns selbst heraus auf den Gedanken kommen würden, bei ihnen nach einem verwandschaftlichen Ursprung zu fragen, während wir doch die allgemeine Vorstellung wenig beanstanden, daß alle Mitglieder unseres Sonnensystems, alle Planeten und Monde in einem nahen Ursprungsverhältnis zu einander stehen, daß die Sonne und der ganze Schwarm der Planeten und ihrer Monde einen einheitlichen Ursprung etwa gemäß der Nebulartheorie haben. Zum mindesten für das Untersystem Erde-Mond können wir einen gemeinsamen Ursprung durch Abschleuderung, Ringbildung und Ballung kaum von der Hand weisen; dann aber stehen die großen Differenzen in den Werten für die Dichte der einzelnen Systemglieder sehr widerspruchsvoll im Wege. Sie sind besonders auffallend für den dritten und vierten Jupitermond. Beide Monde sind annähernd von gleichem Rauminhalt, der dritte Mond ist nur um ein geringes größer als der vierte, und beide liegen mit ihren Bahnen fast genau in der gleichen Ebene, so daß eine allernächste kosmogonische Verwandtschaft sich fast als selbstverständlich aufdrängt; dennoch findet sich, daß der dritte Mond die doppelte Dichte des vierten hat. Im Rahmen des ganzen Sonnensystems aber erscheinen die verschiedenen Dichtigkeitswerte der einzelnen Mitglieder nicht minder auffallend, denn wollte man die nächstliegende und in sich glaubwürdige Annahme setzen, daß die Dichtigkeit von der Peripherie des Systems her nach dem Mittelpunkt, also nach der Sonne hin, allmählich zunehme, so erweist sich diese Annahme sofort als falsch. Der äußerste Planet, Neptun, hat (im Verhältnis zur Erde) eine Dichte von 0,43, der nächste, Uranus, ist aber nicht etwa dichter, sondern mit 0,39 von geringerer Dichte als Neptun, der folgende, Saturn, mit 0,12 von noch geringerer Dichte, der folgende Jupiter, mit 0,23 wieder etwas dichter, und bei den sonnennahen Planeten von Mars bis Merkur liegt die Sache ähnlich; nur Erde und Venus haben bei annähernd gleichem Rauminhalt eine annähernd gleiche Dichte. Die Sonne selbst aber — und das ist das erstaunlichste — hat eine Dichte von nur 0,25. Erstaunlich deshalb, weil gerade erwartet werden müßte, bei der Sonne als dem Zentrum des ganzen Systems die größte Dichte anzutreffen.

Noch widerspruchsvoller aber liegen die Dichtigkeitsverhältnisse innerhalb der Systeme der Fixsternwelt, für die ja bekanntlich das Gravitationsgesetz ebenso gilt wie für unsere engere Sonnenwelt. Für den Stern Algol und seinen unserm Auge dunkeln Begleiter, die zusammen ein System darstellen und die beide die Sonne an Raumgröße bedeutend übertreffen, berechnet sich die Dichte zu nur $\frac{1}{10}$ der Sonnendichte, oder mit anderen Worten: die Erde ist vierzigmal dichter als Algol und als sein Begleiter. Ähnlich liegen die Dichtigkeitsverhältnisse für andere Doppelsterne, ja für den Stern β Lyrae ist die Dichte berechnet worden auf 1600 mal geringer als die Dichte der Sonne. Wie soll man sich aber so winzige Dichtigkeitswerte bei einem selbstleuchtenden Himmelskörper vorstellen? und wie verträgt sich die Notwendigkeit, Sternen von so geringer Dichte eine über alle Vergleichsmöglichkeiten weit hinausreichende räumliche Größe beizulegen mit der von den angesehensten Astronomen vertretenen und in sich selbst höchst wahrscheinlichen Annahme, daß die unserer Beobachtung erreichbaren Fixsterne im allgemeinen von der Größenordnung unserer Sonne sind? Das sind keine mut-

willig herbeigerufenen Zweifel, sie könnten vielmehr leicht durch weitere Beispiele höchst unglauwürdiger Dichtigkeitszustände in den Systemen der Fixsternwelt vermehrt und verstärkt werden.¹⁾

Die Einheit der Welt und in Sonderheit die Einheit des Sonnensystems, soweit wir nach dessen Ursprung fragen dürfen, mag man als ein philosophisches oder metaphysisches Postulat nehmen, aus dem weitausgreifende Folgerungen abzuleiten man nicht berechtigt sei; die Frage bleibt gleichwohl offen, weshalb es zulässig sein sollte, für das Gebiet der reinen Physik die Einheit alles Geschehens vorauszusetzen, wie sie in dem Prinzip von der Erhaltung der Energie zum Ausdruck kommt, diese Voraussetzung aber für das Gebiet des kosmischen Geschehens, wo die ungestörten Formen der Naturgesetze sich doch viel deutlicher offenbaren, nicht zuzulassen. Der Widerspruch liegt auf der Hand, denn die Gravitation und ihre mathematische Ausdrucksform wird von den Astronomen ebenso in Anspruch genommen wie von den Physikern; von diesen allerdings mit mehr Vorbehalten. Einheit des Naturgeschehens scheint aber auch Einheit des Stoffes als des Trägers der Naturgesetze vorauszusetzen, denn dessen wirkliche, unsrer Beobachtung sich anbietende Mannigfaltigkeit ist nur aus einer unendlichen Reihe zeitlich weit zurückliegender Bedingungen abzuleiten. Die Annahme aber eines so großen sprungweisen Unterschieds in den Dichtigkeitsverhältnissen der Himmelskörper, wie sie oben dargelegt wurde, widerspricht durchaus einem Prinzip, daß wir als Korrelat zur Einheit der Energie die Einheit des Stoffes nennen müßten.

Die Birotationshypothese bietet nun in der Tat die Möglichkeit, ja die Notwendigkeit, ein solches Prinzip aufzustellen. Wir können nämlich an der Hand der Birotationshypothese die Vorstellung einer unterschiedlichen Dichte der Himmelskörper ganz aufgeben, ohne daß am Sinne und an der mathematischen Form des Gravitationsgesetzes sich etwas ändert. Denn es ergibt sich aus den Voraussetzungen unserer Hypothese die Notwendigkeit, den Begriff „Masse“ nicht mehr zu definieren als das Produkt von Volumen und Dichte, sondern von Volumen und dem Ausdruck $\sqrt{r \sin \nu}$, wobei r den Radius des Himmelskörpers und ν den halben Winkel bezeichnet, den die Achse der Innenrotation und die Achse der Außenrotation einschließen. Geben wir dem Winkel ν für die Erde den konstanten Wert $\sqrt{\frac{1}{a}}$, so würde sich der Begriff Masse (m) im Sinne der Birotationshypothese mathematisch definieren: $am^2 = r \sin \nu$ und die Dichte im Verhältnis zur Dichte der Erde (d) wäre nicht mehr der Quotient $m : r^3$, sondern eben der Ausdruck $\sqrt{r \sin \nu} a^{-1}$ wobei m , r und d für die Erde gleich 1 gesetzt sind.

Zunächst sei hier indessen nur festgehalten, daß sich aus der Birotationshypothese die spezifische Dichte der Himmelskörper als für alle von gleichem Wert ergibt; außer ihrer Raumgröße sind die Himmelskörper in Bezug auf die Gravitation unterschieden nur durch den Winkel, den die beiden Rotationsachsen einschließen, und durch die Dichtigkeit ihrer verfestigten Oberflächen im Verhältnis zur Dichtigkeit der verfestigten Erdoberfläche, die gleich dem Werte Eins gesetzt wird. Dies Verhältnis wird man aber zweckmäßig nicht mehr als Dichtigkeit, sondern als Verfestigung bezeichnen, denn es drückt nicht, wie bei irdischen Stoffen, die Dichte gegenüber dem als Modul vereinbarten Dichtigkeitswert des

¹⁾ Svante Arrhenius, Das Werden der Welten. Aus dem Schwedischen von L. Bamberger Leipzig 1908. II S. 130 f.

Wassers aus, sondern es zeigt an, bis zu welchem Grad der Verfestigung die äußere Rinde des Himmelskörpers fortgeschritten ist.

Es liegt auf der Hand, daß sich aus einer solchen Annahme sogleich eine richtige Berechnung für den Wert der Masse der Erde ergeben muß. Ist nämlich die ganze Birotationshypothese richtig, so ergibt eine sehr einfache Überlegung, daß der Radius ρ der von Ost nach West rotierenden inneren Erdkugel eine Bewegung ausführt, die in Bezug auf ihren rein zeitlichen Verlauf der Ab- und Aufbewegung eines mathematischen Sekundenpendels genau entspricht. Das aus seiner Ruhelage angehobene Sekundenpendel legt die erste Hälfte seines Weges, d. h. bis das Pendelgewicht seine tiefste Lage erreicht hat, mit gleichförmiger Beschleunigung zurück, die zweite Hälfte dagegen, d. h. bis es seine höchste Lage erreicht hat, mit gleichförmiger Verzögerung. Beschleunigung und Verzögerung heben sich im Wert einer ganzen Pendelschwingung auf, und man kann daher auch den ganzen Weg, den das Pendel von seiner höchsten Lage bis wieder zu seiner höchsten Lage zurücklegt, gleich setzen einem Weg, der durchweg mit gleichförmiger Geschwindigkeit zurückgelegt wurde. Im Ablauf einer beliebig gewählten Zeiteinheit ist daher ein mathematisches Pendel jedem Radius der inneren Erdkugel gleich zu achten, der außerhalb der Rotationsachse liegt. Geben wir also dem Radius r der ganzen Erde den Wert 1, so müssen wir dem Radius ρ der Innenerde den Wert L geben, wenn wir unter L die auf Sternzeit reduzierte Länge des Sekundenpendels verstehen, und dem Abstand $r - \rho$ der äußeren Erdoberfläche von der inneren Erdoberfläche den Wert $1 - L$. Dann entspricht $(1 - L)^3$ dem Rauminhalt der festen Erdschale, und es leuchtet ohne weiteres ein, daß die Masse (m) der Erde im Sinne der Birotationshypothese dann das Produkt aus diesem Rauminhalt in die Dichte (δ) der Erdschale sein muß. Diese Dichte ist einigermaßen zuverlässig berechnet zu 2,6, wenn die Dichte des Wassers = 1 gesetzt wird. Wir dürfen also schreiben: $m = (1 - L)^3 \delta$ und finden bei der Ausrechnung $m = 1 : 330\,693$, wenn $L = 0,9894836$ die empirisch gefundene Länge des Sekundenpendels unter der Breite 60° (genauer unter der Breite $45^\circ + 2''$) ist. Dieser aus den Voraussetzungen der Birotationshypothese berechnete Wert für die Masse der Erde ist aber vollkommen in Übereinstimmung mit den besten aus den Voraussetzungen der Newtonschen Gravitation ermittelten Werten. Aber noch mehr: auch der mittlere Radius der ganzen Erdkugel, die Entfernung des Erdmittelpunktes also von einem Punkt auf der Breite 45° , läßt sich aus den Voraussetzungen die Birotationshypothese richtig angeben. Es ist nämlich, wie der mathematisch halbwegs geschulte Leser leicht finden wird, dieser Radius aus der Gleichung zu ermitteln $4r(1 - L) = \pi LT$. Die Ausrechnung ergibt den richtigen Wert $r_{45} = 6\,367\,331$ Meter und als Abplattung der Erde $1 : 293,5$, wenn die Länge des Äquatorradius zu $6\,378\,206$ Meter angenommen wird. ($T = 86\,164,09$ Sekunden ist die Frist eines Sterntages oder einer wirklichen Erdumdrehung.)

Zusammenfassend läßt sich also hier schon sagen: die Voraussetzungen der Birotationshypothese bieten die Möglichkeit, zwei Bestimmungswerte des Planeten Erde, nämlich Masse und mittleren Radius, lediglich vermittels des Sekundenpendels zu berechnen, wenn angenommen wird, daß die Frist eines Sterntages zu $86\,164$ Sekunden, die Länge des auf Sternzeit reduzierten Sekundenpendels zu $0,989\,4836$ Meter und die mittlere Dichte der die Erdrinde zusammensetzenden Stoffe zu 2,6 auf empirischem Wege ermittelt sind. Die vollkommen genügende

Übereinstimmung beider Werte mit den auf geodätischem Wege ermittelten Werten, berechtigt uns, nicht mehr von einer Birotationshypothese zu sprechen, wir dürfen diese Hypothese vielmehr zum Range einer Theorie erheben und ihr folgende Fassung geben:

Allen Himmelskörpern, von denen eine Schwerkrafwirkung im Sinne der Newtonschen Gravitation ausgeht, eignet eine zwifache Umdrehung oder Birotation.

Die der Beobachtung zugängliche Umdrehung der Himmelskörper ist nur eine Umdrehung der äußeren Schalen; das ganze innere rotiert als verborgene Bewegung (im Sinne der Hertz'schen Mechanik) in entgegengesetzter Richtung um eine Achse, die im allgemeinen mit der Achse der äußeren Rotation nicht zusammenfällt.

Die äußere Umdrehung ist posthumen Ursprungs im Rahmen der Gesamtentwicklung des Himmelskörpers und ein Folgevorgang der ursprünglich allein vorhandenen Innenumdrehung.

Alle Himmelskörper, von denen eine Schwerkrafwirkung im Sinne der Newtonschen Gravitation ausgeht, sind von gleicher spezifischer Dichte; die Schalen verhalten sich bezüglich ihrer Verfestigung gegenüber dem Gesamtkörper wie die Dichtigkeitswerte aus dem Newtonschen Gravitationsgesetz.

Die von jedem Himmelskörper ausgehende Anziehungskraft ist eine Funktion des Rauminhalts und der Rotationsgeschwindigkeiten, die bestimmt werden durch den Sinuswert des halben Winkels, den die Achsen der beiden Rotationen einschließen. Beide Rotationen haben gleiche Geschwindigkeit.

Diese Funktion kann auch vorgestellt werden als eine Funktion der Masse, wenn man unter Masse das Produkte des Rauminhalts $(1-L)^3 r^3$ der Schale und des Ausdrucks $\sqrt{r \sin \nu}$ versteht, und entspricht in dieser Form der mathematischen Form des Begriffs „Masse“ im Sinne des Newtonschen Gravitationsgesetzes.

Die Anwendung der Birotationstheorie auf die Sonne eröffnet die Möglichkeit, zu einer ganz neuen Erkenntnis der Konstitution des Zentralkörpers zu gelangen, denn sie enthebt uns vor allem der Notwendigkeit, die Photosphäre, d. i. den eigentlichen, unter gewöhnlichen Umständen allein sichtbaren feurigen Sonnenball als eine komprimierte Gasmasse zu deuten, eine Deutung, der schon immer die Tatsache des scharf abgegrenzten Sonnenrandes entgegenstand. Wir können jetzt die Photosphäre vielmehr als einen Ball auffassen von gleicher Dichte wie der des Erdinnern, also in der Hauptsache vermutlich aus Eisen bestehend, und die Chromosphäre als die Sonnenschale von der Dichte 0,25 im Verhältnis zur Dichte der Erdschale und der Mächtigkeit (Dicke) rD , wenn r der Sonnenradius im Verhältnis zum Erdradius und D die Mächtigkeit der Erdschale ist. Die Ausrechnung bestätigt auch hier die Richtigkeit, denn es ist $rD = 7312167$ Meter, wenn $r = 109,2$ gesetzt wird. Der Wert für D war oben schon angegeben worden zu 66931 Meter. Die Berechnungen aber aus visuellen Beobachtungen der Chromosphäre ergeben für ihre Mächtigkeit den runden Wert 7250 Kilometer; die genügende Übereinstimmung ist also vorhanden. Was aber mehr ist: aus der Anwendung der Birotationstheorie auf die Sonne ergibt sich mit einem Griff eine Erklärung für das alte und so viel erörterte Problem: wo

denn die eigentliche Quelle für die Konstanz der Sonnenenergie zu suchen ist. Diese Quelle ist die konstante Rotation der Photosphäre, die sich in einer der Bewegung der Sonnenflecken entgegengesetzten Richtung vollzieht. Woraus unmittelbar folgt, daß die Sonnenflecken der Chromosphäre angehören. Das alles kann indessen hier nur flüchtig und andeutungsweise berührt werden; zur Erhärtung der Birotationstheorie ist es jedenfalls zweckmäßiger, wenn wir uns danach umsehen, welche anderen Erscheinungen mit ihr in Übereinstimmung sind.

Durch sehr sorgfältige Berechnungen des amerikanischen Astronomen Newcomb († 1910) ist ermittelt, daß im Ablauf von rund hundert Jahren die inneren Planeten Merkur, Venus und Mars und auch der Mond um ein Geringes am Himmel vorrücken. Man bezeichnet dieses Vorrücken als die säkulare Beschleunigung des Perihels der Planeten und als säkulare Acceleration des Mondes: diese Himmelskörper stehen nach rund hundert Jahren nicht ganz genau dort, wo sie bei strenger Gültigkeit des Newtonschen Gesetzes beobachtet werden sollten. Am bedeutendsten ist der Betrag der säkularen Perihelbeschleunigung für den sonnennächsten Planeten, für Merkur, sie beträgt nach Newcomb $41'',25$. Nun erfordert es die Birotationstheorie, das Massenverhältnis der Erde zur Sonne um den Betrag zu verringern, um den sich der Rauminhalt der Innenerde vom Rauminhalt der ganzen Erde unterscheidet. Führt man die Rechnung aus, so erhält man eine Vergrößerung der Gauss'schen Sonnenkonstante und dieser Vergrößerung entspricht die säkulare Beschleunigung. Für die Erde selbst nämlich berechnet sich die säkulare Beschleunigung unter den Voraussetzungen der Birotationstheorie unmittelbar zu etwa $11''$ nach Ablauf einer Frist von hundert julianischen Jahren, d. h. um den Betrag, der den Astronomen als säkulare Acceleration des Mondes bekannt ist. Da der Mond, bezogen auf die Sonne, dieselbe Bahn zurücklegt wie die Erde, so fallen eben auch die säkularen Beschleunigungen für Erde und Mond zusammen; da weiter ein Umlauf des Planeten Merkur um die Sonne sich in rund viermal so kurzer Frist vollzieht, als ein Umlauf der Erde um die Sonne, so ergibt sich durch einfache Rechnung eine säkulare Beschleunigung für Merkur von rund $44''$, ein Resultat, das sich von dem aus visuellen Beobachtungen gewonnenen ($41'',25$) nur wenig unterscheidet, wobei zu berücksichtigen ist, daß Merkur zu der Zeit, wo seine Beobachtung möglich ist, sehr tief am Himmel steht, woraus sich Fehlerquellen für die ganz genaue Bestimmung seiner Position ergeben.

Vom Standpunkt der Kant-Laplace'schen Kosmogonie aus erschien es bisher als ein ganz unerklärbarer Widerspruch und es wird gewöhnlich als Hauptbeweis gegen die Gültigkeit dieser Kosmogonie angeführt, daß die äußeren Monde der großen Planeten eine rückläufige Bewegung haben, daß sie also ihren Lauf um den Hauptplaneten nicht in der Richtung von dessen Rotation vollziehen, sondern im umgekehrten Sinne, nimmt man eine doppelte Rotation des Hauptplaneten an, so behebt sich dieser Widerspruch ohne weiteres: diese äußeren Monde wurden von der Masse des Hauptplaneten zuerst abgeschleudert, und zwar zu einer Zeit, da der Hauptplanet nur die primäre, ursprüngliche Rotation hatte, die eben der unserer Beobachtung jetzt allein zugänglichen sekundären Rotation der Planetenschale entgegengesetzt gerichtet war und noch heute ist.

Für die Erklärung einer Reihe von Erscheinungen auf geophysikalischem Gebiet eröffnet die Birotationstheorie günstige Aussichten. Wahrscheinlich gehören hierher die Zusammenhänge zwischen Schwerkraft und Erdmagnetismus,

deren Vorhandensein bisher nur vermutet wird. Diese Zusammenhänge reichen sehr weit und könnten zu sehr gewagten Spekulationen verleiten, wenn man die Annahme zuläßt, daß zwischen dem allgemein-tellurischen Magnetismus und dem Magnetismus der irdischen Stoffe nahe Beziehungen bestehen. Es sei hier nur an eine Bemerkung Faradays erinnert, die sich am Schluß seiner Abhandlung über die kristall-magnetische Kraft findet: „Noch vor wenigen Jahren war der Magnetismus für uns eine verborgene Kraft, die nur auf wenige Körper einwirkte; jetzt hat sich gezeigt, daß er alle Körper beeinflusst, mit Elektrizität, Wärme, chemischer Wirkung, Licht und Kristallisationskraft und durch diese mit Kräften, die die Kohäsion der Körper bestimmen, in genauester Verbindung steht; und unter den gegenwärtigen Verhältnissen müssen wir uns zur Fortsetzung unserer Anstrengungen angetrieben fühlen mit der ermutigenden Hoffnung, noch ein Band der Vereinigung zwischen Magnetismus und Schwerkraft aufzufinden.“ Wir würden aber diese vom Ziele zu weit abführenden Gedankengänge nicht weiter verfolgen können, ohne uns in den Abgründen der Metaphysik zu verlieren. Eine Anomalie in der Schwerkraftäußerung gibt es jedoch, für welche die Birotation eine geradezu handgreifliche Erklärung bietet, nämlich die zeitliche Inkonzanz der Schwerkraft für ein- und denselben Beobachtungsort und gemessen nach ein- und demselben Pendelapparat. Bei einem aufsorgfältigste gearbeiteten, von allen Einflüssen der Temperatur und anderer Störungsmöglichkeiten unabhängigen Halbskundenpendel hat man beobachtet, daß die Schwingungsdauer sich gegenüber dem normalen Wert um Bruchteile in der sechsten Dezimalstelle verzögert oder auch beschleunigt. Diese Abweichungen verschwinden dann ebenso unerklärlich wie sie gekommen sind und treten aufs Neue auf, ohne daß sich eine Regelmäßigkeit feststellen ließe. Mit anderen Worten heißt das: der normale Wert der Schwere ist innerhalb kurzer Fristen um geringe Beträge veränderlich; da nun eine Veränderung der „Masse“ im Sinne der Newtonschen Gravitation oder, was in diesem Falle auf dasselbe hinaus käme, eine Veränderung der Dichte ausgeschlossen ist, bliebe nur das Paradoxon übrig: die Schwere ist veränderlich unter dem Einfluß der konstant ablaufenden Zeit. Der rein zeitliche Ablauf eines Vorgangs kann aber gemäß dem Beharrungs- oder Trägheitsprinzip eine Veränderung nicht hervorbringen, und somit bleibt nur die Annahme übrig, daß an dem Zustandekommen der Schwerewirkung ein veränderlicher Faktor Anteil hat, der sich bisher der Auffindung entzogen hat. Dieser veränderliche Faktor ist nach der Birotationstheorie leicht aufzuzeigen, es ist der Winkel, den die Achsen der beiden Rotationen einschließen. Die Achse der äußeren (Kopernikanischen) Rotation ist bekanntlich nicht konstant gerichtet, wie sich aus den Pol- oder Breitenschwankungen ergibt; von der Achse der inneren Rotation werden wir das wohl annehmen müssen, aber selbst wenn es nicht der Fall sein, wenn auch die innere Achse Verlagerungen unterworfen sein sollte: immer sind aus den Polschwankungen ohne weiteres Veränderungen im Wert des von den beiden Achsen eingeschlossenen Winkels abzuleiten, und diese Veränderungen müssen nach der Birotationstheorie Veränderungen im normalen Wert der für ein und denselben Beobachtungsort ermittelten Schwere zur Folge haben. Damit fällt der Widerspruch zusammen, der darin liegt, daß der rein zeitliche Ablauf Einfluß haben soll auf die Stetigkeit eines Vorganges. Die zeitliche Inkonzanz der Pendelschwingungen ist im übrigen das Ergebnis zuverlässiger Beobachtungen, an ihrem Vorhandensein ist ein Zweifel gar nicht möglich, sie sind mit den feinsten Pendelapparaten

nachgewiesen von Haasemann, Schumann, Anding, K. R. v. Koch und Messerschmitt.¹⁾

Hiermit sind die Beweise für die Richtigkeit der Birotationstheorie noch keineswegs erschöpft; aber ihre vollständige Darlegung würde den Rahmen dieses Aufsatzes stark überschreiten. Nur ein Punkt kann am Schluß nicht unerwähnt bleiben. Man könnte zugeben, daß alles sich so verhält, wie hier angenommen wurde und dennoch den ganzen Bau durch die einfache Frage umwerfen, wie es denn möglich sein soll, daß irgend ein Körper, an dem der Fallvorgang beobachtet wird, der Einwirkung beider Rotationen unterliegt, während doch ganz offenbar nur die äußere Rotation auf ihn Einfluß haben kann. Ein solcher Einwand würde zweifellos ernsteste Beachtung verdienen, aber seine Abfertigung würde kaum möglich sein ohne genaueste Kenntnis der innersten Struktur aller Materie und ihrer letzten Bausteine, der Molekeln und Atome, woran es heute noch fehlt.

Neueste Wendung der Mythenforschung.

Von Professor C. Fries.

Sah man früher in dämonolischen, chthonischen, Gewitter-, Sturm- und Blitzgottheiten das Wesentliche, Kernhafte der Mythologie, so hat jetzt Prof. Ernst Siecke in einer Reihe von Forschungen die Formen des gestirnten Himmels und vor allem den wandelbarsten und meist beobachteten Himmelskörper, den Mond, als hauptsächlichsten Erreger mythischer Vorstellungen nachgewiesen und er hat in der unter seinem Vorsitz tagenden „Gesellschaft für vergleichende Mythenforschung“ und der von ihr herausgegebenen „Mythologischen Bibliothek“ Wege und Mittel zur Ausbreitung der von ihm geschaffenen Lehre gefunden. Im Folgenden sei es gestattet, im Sinne dieser Forschung einige Sagen zu besprechen, eine deutsche und eine altindische, letztere wieder im Anschluß an das große Jatakam-Werk, das Prof. Dutoit in München zum erstenmal ins Deutsche übersetzt hat (Leipzig, Radelli & Hille), und das dem Verfasser schon einmal Anlaß zu einer Studie in der genannten „Bibliothek“ gab (8,3.) (Jatakam-Studien, Leipzig, I. L. Hinrichs, Mythologische Bibliothek, Bd. 8). Von E. Sieckes Schriften seien die „Drachenkämpfe“, die „Mythologischen Briefe“, die „Götterattribute und sogenannte Symbole“ und „Hermes der Mondgott“ hier genannt.

Eine westfälische Sage, die nördlich vom Haarstrang am Hellweg erzählt wird, berichtet von dem alten Birkenbaum. Er soll um das Jahr 1814 vertrocknet sein. Nun erschien i. J. 1701 ein Buch: *Prophetia de terribili luctu Austri et Aquilonis et proelio horrendo in finibus ducatus Westphaliae prope Kodbergum. Ex libro, cui titulus erat: Coelestis Anonymi redintegrationis tractatus de visionibus illustrati. Cum permissione officialatus Werlensis. Coloniae 1701.*¹⁾ Da wird von einer traurigen, unglücklichen Zeit gesprochen, die hereinbrechen werde. Ein großer Weltkampf wird hereinbrechen, der Süden gegen den Norden die Waffen ergreifen. Naiver Weise wird der Kampf dann nach Westfalen übertragen. Viele Orte des Sauerlandes, heißt es, wissen von durchziehenden Truppen zu melden.

¹⁾ Messerschmitt, die Schwerebestimmung auf der Erdoberfläche. Braunschweig 1908. Seite 105. Sehr genaue Beobachtungen über die zeitliche Inkonzanz des Sekundenpendels sind von K. R. v. Koch angestellt worden. Der Stuttgarter Gelehrte berichtet darüber in *Drudes Annalen der Physik* Bd. 15 S. 146 ff. und kommt am Schluß zu der Vermutung, daß die Inkonzanz mit den Polschwankungen in ursächlichem Zusammenhang zu bringen ist.

Die einen sind weiß, die anderen sind rot. — Diese Farbenzusammenstellung begegnet in indischen und antiken Mythen häufig und scheint auf den hellen und dunklen Mond Bezug zu nehmen. — Dann heißt es weiter: (S. 61) Der große Fürst wird von Mittag kommen. Er trägt ein weißes Kleid von oben bis unten und ein goldenes Kreuz auf der Brust. Er reitet einen Schimmel und steigt von der linken Seite aufs Pferd, weil sein rechter Fuß lahm ist. Dies linksseitige Aufsteigen macht die Mondbeziehung sehr wahrscheinlich, da in Mondmythen, z. B. buddhistischen, gerade dieser Zug häufig wiederkehrt und wahrscheinlich darauf beruht, daß die Verfinsterung der Mondscheibe von der linken Seite her erfolgt. So geht der Bodhisattva von der linken Seite in den Leib der Mutter ein, Dionysos wird aus dem linken Schenkel geboren usw. So auch hier. Der Priester gibt dem großen Fürsten den Segen mit der linken Hand. Auch seine Soldaten sind weiß gekleidet. Über diese Weißheit und die Zusammenstellung von Weiß, Schwarz oder Weißrot sind die lehrreichen Ausführungen von Ernst Siecke zu vergleichen, der in seinem Werk „Götterattribute und sogenannte Symbole“ eine Fülle von Material und Beispielen dafür anführt, daß sich das auf die beiden Mondhälften bezieht. Weiß ist immer Mondfarbe. Die Birkenbäumer Schlacht dauert drei Tage. Der Dreiheit hat Hermann Usener ein gelehrtes Buch gewidmet, ohne den richtigen Sinn zu treffen; es sind wahrscheinlich die drei Tage, die Mond- und Sonnenmonat unterscheiden; sie kehren immer wieder, das Material findet sich vollständig bei Siecke. — Es ist keine Frage, daß die ganze Schlacht ein später volkstümlicher Niederschlag des altgermanischen Muspilli ist, wo die Lichtkinder in glänzender Rüstung vom Süden heranziehen und an ihrer Spitze Odin auf hellem Roß mit dem Goldhelm reitet. Die Birke ist die alte Weltesche Yggdrasil (S. 90 f.).

Zahlreich sind die mythischen Beziehungen in dem buddhistischen Jatakam-Werk von den Wiedergeburten Gotamas. Hier sei Einiges aus den neuesten Heften beigebracht:

Durch sein Gewand, das der Kreusa umgetan wird, ist der Kentaur Nessos in den Kreis der Mondgestalten gezogen, wie Siecke, „Götterattribute“ 224 bemerkt. Er findet sich auch im Indischen. Ein Mann, der wegen seiner Zwerghaftigkeit (die Begründung ist ein Notbehelf des Nichtverstehens) Ball und wegen seiner schwarzen Farbe Schwarzer genannt wurde; so erzählt das 546 Jataka (Dutoit VI. S. 405), der also den Namen Golakāla (= schwarzer Ball) hatte, nahm sich, nachdem er sieben Jahre lang zu Haus gearbeitet hatte, eine Frau. Diese hieß Dighatala = Lange Palme. Sie wandern einst und gelangen an einen Fluß, den sie nicht überschreiten können. Da stellt sich ihnen ein armer Mann Namens Dighapitti = Langer Rücken zur Verfügung und verspricht, beide hinüberzutragen. Er beginnt mit der Frau. Er setzte sie auf seine Schulter, nahm den Reisevorrat und die ganzen Geschenke mit und stieg in den Fluß hinab. Als er ein wenig gegangen war, bückte er sich bis auf die Knien nieder und ging so weiter. Da dachte Golakāla, während er am Ufer stand: „Wie tief fürwahr ist dieser Fluß!“ — Nachdem aber der andere die Frau bis in die Mitte des Flusses gebracht hatte, sagte er zu ihr: „Liebe, ich werde Dich ernähren; Du wirst leben reich versehen mit Gewändern und Schmuck und umgeben von Sklaven und Sklavinnen. Was kann Dir dieser winzige Zwerg machen? Tue nach meinen Worten!“ Als sie seine Worte hörte, zerstörte sie die Liebe zu ihrem Manne und

1) Vgl. Peter Sömer, Hageröschchen aus dem Herzogtum Westfalen, Paderborn 1909. S. 55 ff.

verliebte sich noch in demselben Augenblick in den anderen; sie gab ihre Zustimmung mit den Worten: „Herr, wenn Du mich nicht verstoßen willst, werde ich tun nach Deinem Wort.“ Als sie an das andere Ufer gekommen waren, ließen einträchtig die beiden den Golakāla im Stich; mit den Worten: „Bleibe nur!“ verzehrten sie vor seinen Augen die Speisen und gingen dann fort. Golakāla merkt dann die Seichtheit des Flusses, geht hinüber und holt sein Weib ein. Der Bodhisattva entscheidet dann durch ein besonders scharfsinniges Urteil, das offenbar erst später angefügt ist, da in dem Jataka eine ganze Reihe von salomonischen Urteilen, u. a. auch genau dasselbe, das im A. T. begegnet (S. 404), zusammengestellt worden, um die Weisheit des Buddha zu veranschaulichen. So bleibt die Nessosgeschichte an sich, und es scheint fast, als ob auch da eine lunare Deutung möglich, als ob die „lange Palme“, bei der man an das gebogene Palmenblatt denken kann, und der „lange Rücken“, auf dem sie liegt, eine ganz gute Veranschaulichung der Mondhälften wären, wobei noch an Phrixos und Helle, an Odysseus auf dem Balken, Aristaïos auf dem Pfeil u. a. gedacht werden könnte. Aristaïos übrigens, über den Herodot nach den Arimaspeia berichtet, findet Parallelen in iranischen Reliefdarstellungen, die die Annahme eines iranischen Heimatbodens für jene sonst so problematische Dichtung empfehlen.

Rahū begegnet öfter im Gleichnis, so S. 531: daß ich dann unseren König aus den Händen der Königin befreie, wie der Mond aus Rahus Mund befreit wird, und mit ihm zurückkehre, das soll meine Aufgabe sein. Oder 703: Wie der Mond, wenn er in Rahus Reihen eingegangen, zitterte es (das große Wesen). An den Mond ist wohl auch zu denken, wenn der Buddha sagte: Ich werde ihm mein einem goldenen Spiegel gleichendes Antlitz zeigen (S. 564). Ein Gleichnis wieder 589: So wird der Vorzug des Weisen wie der Mond in einer Wolke deutlich werden. Für das häufige Auftreten des Mondes in der Gleichnissprache der indischen Dichtung besonders im Drama ist die Arbeit von Bettina Fries im Memnon, zu vergleichen. So sagt Wasantasena (S. 89): Ach, dieser Mann, dieser Mond mit reinem Licht, er wird vom Rahu verschlungen, und jemand wird befreit, wie die Mondesscheibe aus dem Rachen des Rahu. In Madhava und Malati S. 61 wird eine Frau dem schrecklichen Rahu ausgeliefert, wie der glänzende zunehmende Mond dem schrecklichen Rahu. Vgl. Wasantasena S. 192: Er gleicht dem Mond, der befreit aus der Gewalt Rahus, reiche Lichtgaben spendet.

Hoffentlich gelingt es bald, der neuen Bahn, die mit näherer Bekanntschaft an überzeugender Kraft gewinnt, allgemeine Billigung auch derjenigen, besonders altphilologischen Kreise zu gewinnen, deren Vertreter zum Teil leider noch auf den ausgetretenen Bahnen wandeln, die er sich leider als Sackgassen oder als Holzwege erwiesen haben!

Der gestirnte Himmel im Monat Juli 1917

Von Dr. F. S. Archenhold

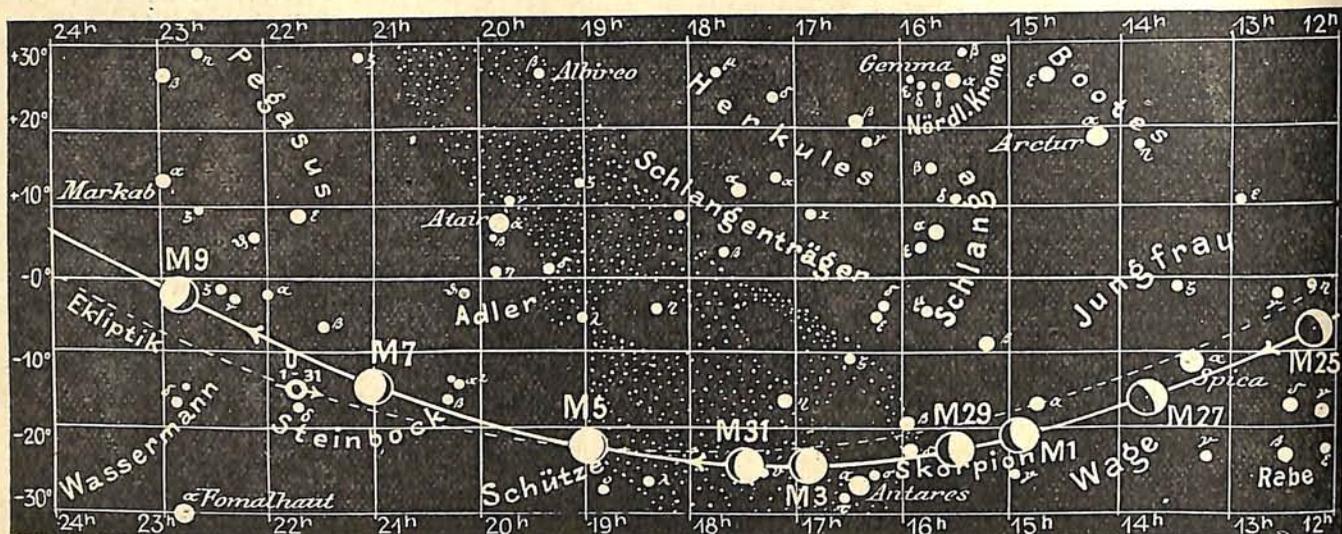
Die Bewegung der kosmischen Nebel.

Die Beobachtung der Bewegungen der großen Nebelwelten, aus denen die Sonnensysteme sich bilden, gewinnt immermehr an Bedeutung für unseren Einblick in das Geheimniß vom Werden der Welten. Wir haben bereits im „Weltall“ des öfteren über

¹⁾ Vgl. Nord und Süd 1904, 293 ff.

die interessanten Erscheinungen der verschiedenen Nebelwelten und ihre Bewegungen berichtet. Wegen des großen Interesses, das diese Frage erregt, erinnern wir hier an die seit Begründung des „Weltalls“ erschienenen diesbezüglichen Artikel. „Das Leuchten der Nebelflecken“ Jg. 2 S. 208, behandelt die Frage über Leuchtvermögen, Wärmeentwicklung oder kaltes Glühen der Nebelflecken, die von Tesla und Crooks angeregt ist. „Nebelmassen um den neuen Stern im Perseus und ihre Bewegung“ Jg. 2 S. 70 von F. S. Archenhold behandelt, unter Wiedergabe einer photographischen Originalaufnahme und einer Zeichnung von Ritchey die Hypothese, daß neue Sterne entstehen, indem nur schwach leuchtende Sonnen in ausgedehnte Nebelmassen eindringen. Die Bewegung der Nova Persei konnte hierdurch auf über 50 000 Kilometer in der Sekunde geschätzt werden. In dem Artikel „Die kürzlich entdeckten dunklen Nebel und die Fortbewegung der Sonne“ Jg. 6 S. 140 von Carl Schulz-Hannover legt der Verfasser dar, daß die Bewegung eines und desselben Nebels in verschiedenen Gegenden sehr verschieden sein kann, sowohl bezüglich der Geschwindigkeit, wie auch bezüglich der Richtung. „Der Andromedanebel“ Jg. 7 S. 327 von F. S. Archenhold, bespricht die Annahme von Roberts, daß sich der Nebel ebenso wie die beiden Begleitnebel auf uns zu bewegt, unter Beifügung einer sehr scharfen photographischen Aufnahme. Im gestirnten Himmel Februar 1908 von F. S. Archenhold Jg. 8 S. 131 wurde unter Beigabe zweier Bilder nach von Roberts hergestellten Aufnahmen darauf hingewiesen, daß die weitere Beobachtung der Nebelwelten, als welche die hier behandelten Spiralnebel in den Jagdhunden und Spiralnebel im Triangulus sich darstellen, uns einen Einblick in den Werdeprozeß der Welten gewähren. In einer Abhandlung „Die Gestalten der Ringgebirge des Mondes sind Zeichen seiner Entstehungsweise“ Jg. 8 behandelt Prof. Hermann Martus in Halensee-Berlin auf S. 372 die Frage der Bewegungsgeschwindigkeit der Saturnsringe, sowie auf S. 373 diejenige der Nebelringe, aus welchen die Monde des Jupiter und Saturn sich gebildet haben. Auch im Jg. 10 S. 41 „Der gestirnte Himmel im Monat Dezember 1909“ von F. S. Archenhold wird unter Hinweis auf eine Beilage, welche die Plejaden zeigt, darauf hingedeutet, daß noch heute ein Zusammenhang zwischen diesen Sternen und den sie umgebenden Nebelmassen besteht. Ebenfalls im gleichen Jahrgang wird im gestirnten Himmel im Monat Oktober 1910 auf S. 350 der berühmte Eulen-Nebel im großen Bären beschrieben und bildlich dargestellt, wobei die Verschiebung der eulenartigen Höhlungen, in welchen je ein Stern sitzt, durch Rotationsbewegungen von West nach Ost zu erklären gesucht wird. „Die Entwicklung der Doppelsterne“ von F. S. Archenhold Jg. 11 S. 261 behandelt die Kerntheorie und Spaltungstheorie der Doppelsterne beziehungsweise die Entstehung der Doppelsterne aus Gasnebeln; ebenfalls ist Jg. 11 S. 343 ein Artikel „Die Entwicklung der kosmischen Nebel“ erschienen, in welchem die von Nölke vertretene Anschauung der Beweglichkeit der Nebelteile und eine Möglichkeit der Kontraktion behandelt wird. Die Radialgeschwindigkeit des Andromeda-Nebels wurde von Archenhold im gestirnten Himmel im Monat Januar Jg. 14 S. 74 unter Benutzung der Forschungen von Slipher auf dem Lowell-Observatorium erörtert, und im gleichen Jahrgang auf S. 299 die Laplace'sche Nebularhypothese erwähnt, wobei die durch Sliphers Beobachtungen bewiesene Radialgeschwindigkeit von 1000 km pro Sekunde, welche der Nebel in der Jungfrau aufweist, auch zur Stärkung der Annahme benutzt wird, daß eine Rotation sämtlicher Nebel bestehe. „Der gestirnte Himmel im Monat Februar 1916“ Jg. 15 S. 242 bringt interessante Beobachtungen über die Forschungen von W. W. Campbell und J. H. Moore, welche die Geschwindigkeit der Bewegungen bei großen Nebeln, Scheiben- und Stern-Nebeln betreffen und vielleicht Schlüsse auf die Entwicklung der Sterne aus Nebeln zu ziehen gestatten. Es wird in diesem Artikel auch auf die Uebereinstimmung des Wertes der Sonnenbewegung, die aus den erhaltenen Nebelgeschwindigkeiten berechnet wurde, mit dem aus den B-Sternen abgeleiteten Werte hingewiesen, und betont, daß hieraus der Schluß zu ziehen sei, daß die großen und planetarischen Nebel wenigstens in Anbetracht ihrer Eigenbewegungen in Beziehung zu unserem Sternsystem stehen. Endlich ist im Jg 16 S. 163 unter den kleinen Mit-

Fig. 1b



S = Sonne M = Mond Me = Merkur V = Venus Ma = Mars

teilungen ein kurzer Artikel über die Beobachtungen der Gesetze der Eigenbewegung der Nebel durch C. Wirtz, Schultz und Seeliger erschienen.

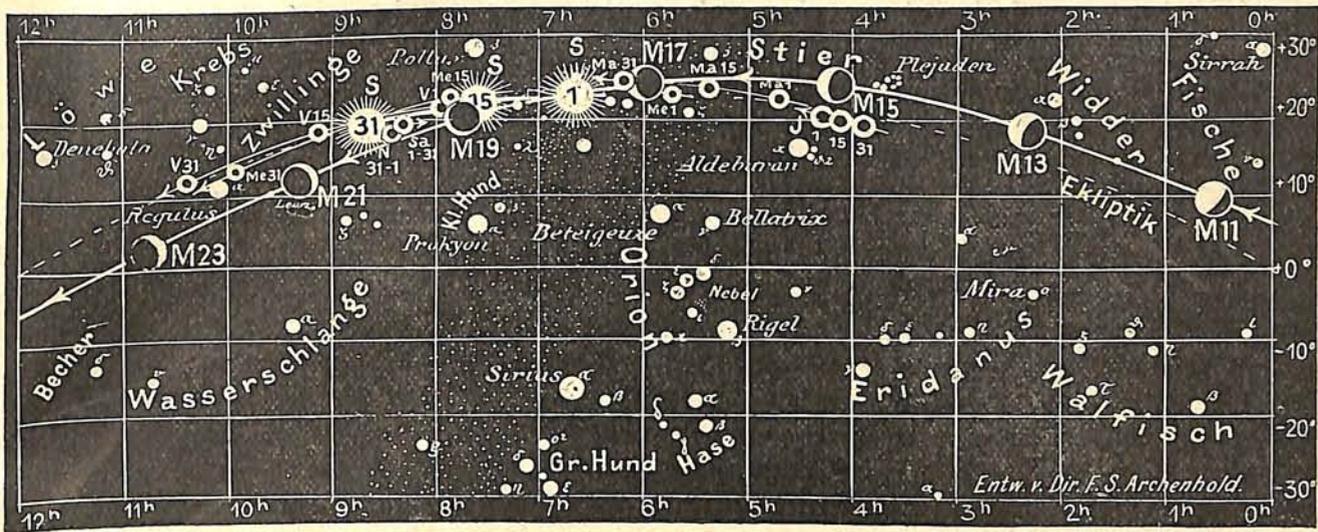
Heute nun wollen wir über die Bewegung von sechs Nebeln in den Magelhaens'schen Wolken berichten (vergl. „Public. Astronomical Society of the Pacific“ Bd. 27 No. 158).

Hier finden wir die Resultate der Mills-Expedition nach der südlichen Halbkugel zur Beobachtung der Bewegungsgeschwindigkeit der Nebel, deren Spektrum isolierte helle Linien enthält. Der Durchschnitt von drei beobachteten Radialgeschwindigkeiten des planetarischen Nebels in der kleinen Magelhaens'schen Wolke wurde auf 160 km in der Sekunde bestimmt. Diese hohe Geschwindigkeit ist trotzdem nicht besonders überraschend, denn bei zwei oder drei planetarischen Nebeln am nördlichen Himmel ist eine noch größere Radialgeschwindigkeit festgestellt worden. Von den 19 bekannten hell-linigen Nebeln in der großen Magelhaens'schen Wolke sind 5 beobachtet worden. Bei allen hat sich eine Radialgeschwindigkeit von 250 bis 300 km in der Sekunde ergeben. Alle beobachteten Nebel entfernen sich von uns. Diese Resultate sind überraschend. Es kann wohl kaum bezweifelt werden, daß der „Ein-Hellinige-Nebel“ in der kleineren Magelhaens'schen Wolke und die neunzehn Nebel in der größeren Magelhaens'schen Wolke sich auch tatsächlich innerhalb dieser Wolkengebilde befinden, denn es giebt keine anderen bekannten, hell-linigen Nebel in der Nähe dieser Wolken, die nächsten liegen viele Grade entfernt.

Betrachtet man die große und ziemlich gleichmäßige Geschwindigkeit der fünf Nebel in der größeren Wolke, so kommt man zu der Vermutung, daß diese Nebel entweder bis zu einem gewissen Grade miteinander verbunden sind und ihren Lauf mit ziemlich gleichgroßer und gleichgerichteter Geschwindigkeit parallel zu einander zurücklegen, oder daß die Nebel und die Magelhaens'sche Wolke sich im Raume zusammenbewegen. Es ist noch die Frage zu lösen, ob die größere Wolke als Ganzes mit annähernd derselben Durchschnittsgeschwindigkeit, die bei den fünf Nebeln beobachtet worden ist, sich von unserem Sonnensystem entfernt. Es ist daher erwünscht, daß recht viele Beobachtungen von so schwachen Sternen in der Magelhaens'schen Wolke, als es die zur Verfügung stehenden Instrumente und Beobachtungsmittel gestatten, vorgenommen und bekanntgegeben werden.

Fig. 1a

Nachdruck verboten



J = Jupiter Sa = Saturn U = Uranus N = Neptun

Es ist bereits verschiedentlich angedeutet worden, daß unser Sternensystem aus ganz großer Entfernung betrachtet, wie ein Spiralnebel erscheint und umgekehrt, daß die spiraligen Nebel aus großer Nähe wie isolierte Sternensysteme aussehen müssen. Die großen erkannten Geschwindigkeiten der Magelhaen'schen Wolken, besonders der größeren Wolke, stehen nicht im Gegensatz zu der Theorie, daß sie wenig oder keine Verbindung mit unserem gewöhnlichen Sternensystem haben. Dadurch könnte die Annahme unterstützt werden, daß die Magelhaen'schen Wolken gewisse Beziehungen zu spiraligen Nebeln haben, besonders in Anbetracht der großen Durchschnittsgeschwindigkeiten, die Slipher kürzlich für viele Spiralnebel fand.

Die Sterne

Unsere Karte, welche den Sternenhimmel am 1. Juli um 10^h abends wiedergibt, gilt für den 15. Juli um 9^h und für den 31. Juli um 8^h abends.

Um diese Zeit durchschneidet der Meridian den Fuhrmann, Drachen, kleinen Bären, Herkules, Schlangenträger und die Schlange. Tief im Süden steht auf der einen Seite des Meridians der Schütze, auf der anderen der Skorpion. In dem Sternbild der Krone steht in $\alpha = 15^h 35^m$ und $\delta + 37^\circ 2'$ ein schöner Doppelstern, der ein dankbares Beobachtungsobjekt ist. Der Hauptstern ist 4. Größe und gelber, der Nebensterne 6. Größe und grüner Farbe. Im Bilde des Steinbocks finden wir jetzt wieder die beiden hellsten Sterne α und β über dem Horizont. Der erstere ist ebenfalls ein Doppelstern und besteht aus einem Sterne 3. und einem 4. Größe; beide lassen sich bereits gut mit dem Opernglase beobachten. β ist zwar ebenfalls doppelt, jedoch muß zu seiner Trennung ein Fernrohr benutzt werden

Im Pegasus bilden die drei Sterne α , β und γ mit α in der Andromeda ein großes Viereck, das leicht am Himmel aufzufinden ist.

Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne (Feld $6\frac{3}{4}^h$ bis $8\frac{3}{4}^h$) tritt vom Zeichen des Krebses in das des Löwen, ihre Mittagshöhe nimmt um $4\frac{3}{4}^\circ$ ab. Während des Monats Juni habe ich mit dem großen Fernrohr der Treptow-Sternwarte täglich mehrmals die gewaltigen Sonnenfleckengruppen fotografiert, die Aufnahmen werden zum Teil später den Lesern des „Weltalls“

zugänglich gemacht, sie sind zunächst im Photographischen Laboratorium der Treptow-Sternwarte ausgestellt. Besonders auffallend sind die großen Fackelgruppen, welche in der Nähe der Sonnenflecke, aber auch oft ohne solche sehr deutlich auf den Photographieen zu erkennen sind. Die Besucher der Treptow-Sternwarte haben täglich Gelegenheit, die Sonnenflecke in einem 1,20 m großen Sonnenbilde beobachten zu können; gerade jetzt sind wieder Flecke aufgetreten, die an Größe und Aussehen an den größten Sonnenfleck des vorigen Jahrhunderts vom 9. September 1898 erinnern.

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang (M. E. Sommerzeit)	Sonnenuntergang (M. E. Sommerzeit)	Mittagshöhe
Juli 1.	+ 23° 8'	4 ^h 49 ^m	9 ^h 80 ^m	60 ¹ / ₂ °
- 15.	+ 21° 35'	5 ^h 2 ^m	9 ^h 20 ^m	59°
- 31.	+ 18° 21'	5 ^h 25 ^m	8 ^h 59 ^m	55 ³ / ₄ °

Der Mond, ist mit seinen Phasen dargestellt in unsrer Karte 1^a und 1^b und für den 1.—31. Juli, von 2 zu 2 Tagen eingetragen. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Tage:

Vollmond: Juli 4. 11^h abends Neumond: Juli 19. 5^h morgens,
 Letztes Viertel: - 11. 2^h nachm. Erstes Viertel: - 27. 8^h morgens.

Die Planeten

Merkur (Feld 5³/₄^h bis 10^h) ist wegen zu großer Sonnennähe während des ganzen Monats unsichtbar.

Venus (Feld 8^h bis 10¹/₂^h) ist im Juli am nordwestlichen Himmel als Abendstern sichtbar; am Ende des Monats wird sie mit dem Stern Regulus im Löwen und mit Merkur ein kleines Dreieck bilden, wie wir aus unserer Planetenkarte (Feld 10^h) entnehmen können. Für Besitzer kleinerer Fernrohre dürfte dies eine günstige Gelegenheit sein, Merkur bequem aufzufinden; mit einem lichtstarken Opernglas besteht die Möglichkeit, alle drei Objecte zugleich im Gesichtsfeld zu beobachten und auf diese Weise Merkur auch mühelos aufzufinden.

Mars (Feld 4³/₄^h bis 6¹/₄^h) wird zu Anfang des Monats am Morgenhimmel im Nordosten nur eine kurze Zeit sichtbar, Mitte des Monats bereits eine Stunde. Am Monatsende kann er schon fast 1¹/₂ Stunden lang beobachtet werden. In neuerer Zeit sind interessante Beobachtungen an den Polarflecken des Planeten Mars gemacht worden. Der nördlichste dieser Flecke erreicht seine größte Ausdehnung etwa einen Monat nach dem Frühlings-Aequinoctium, das entspricht dem Monat April auf der Erde. Um diese Zeit herrscht am Nordpol des Mars eine niedrige Temperatur, so daß die aufsteigenden Dämpfe sich zu starken Nebeln und Wolkenmassen verdichten, die oft ständig die wirkliche Polarkappe verdecken, welche stets von einem schwarzgrauen oder dunkelbraunen Saum umgeben ist. Mit der Ab- und Zunahme des Polarfleckes ist ein Farbenwechsel verbunden: bei der Zunahme ist der Fleck gewöhnlich schneeweiß, bei seiner Abnahme erscheint er gelblich, die Farbe der Marsoberfläche selbst schwankt zwischen reingelb und ziegelrot, die weißlichen Erhellungen am Rande der Scheibe sind am häufigsten am Morgenrande des Mars erkennbar, was wohl von Nebel herrührt, der sich im Laufe der Nacht bildet und auf der Tagesseite des Planeten zur Auflösung kommt.

Jupiter (Feld 4^h bis 4³/₄^h) ist zu Anfang des Monats 1¹/₄ Stunde, Mitte des Monats 2¹/₄ Stunden und am Ende sogar schon 3¹/₄ Stunden lang sichtbar; er geht dann vor Mitternacht auf. Seine Oberfläche bietet viel Interessantes dar, da sein Durchmesser ³/₄ Bogenminuten erreicht. Seine dunklen Flecken sind im Jahre 1630 entdeckt worden und erinnern an die Fleckenzone der Sonne. Aus Beobachtungen kleiner schwarzer Flecke zwischen diesen Streifen läßt sich die Umlaufzeit des Jupiter sehr genau bestimmen, jedoch ist sie für die Aequatorialgegenden kürzer — etwa 9 Stunden 50¹/₂ Min. — als für die höheren Breiten, in denen sie 9 Stunden 55¹/₂ Min. beträgt. Infolge dieser schnellen Umlaufzeit ist die Abplattung eine sehr große, sie beträgt ¹/₁₄ und ist daher schon in unserem Treptower Fernrohr auf den ersten Blick erkennbar.

Saturn (Feld $8\frac{1}{4}^h$ bis $8\frac{1}{2}^h$) steht am 27. Juli in Konjunktion mit der Sonne und bleibt daher während des ganzen Monats unsichtbar.

Uranus (Feld $21\frac{3}{4}^h$) ist während des ganzen Juli im Sternbilde des Steinbocks mit dem Fernrohre zu beobachten, und steht gerade oberhalb des Sternes Delta. Auch er dreht sich sehr schnell um seine Achse, etwa nur eine halbe Stunde länger als Jupiter, und zeigt wie dieser Aequatorialstreifen. Bei seiner Auffindung im Jahre 1781 hielt ihn Wilhelm Herschel zuerst für einen Kometen. Die Uranus-Achse ist sehr stark — 98° — gegen die Ekliptik geneigt.

Neptun (Feld $8\frac{1}{2}^h$) steht in unmittelbarer Nähe von Saturn und ist, wie dieser während des ganzen Monats unsichtbar.

Bemerkenswerte Konstellationen:

- Juli 5. 2^h morg. Venus in Konjunktion mit Saturn, Venus $1^\circ 4'$ nördlich von Saturn
- 14. 12^h nachts Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- 16. 11^h morgens Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- 18. 11^h abends Merkur in Konjunktion mit dem Saturn, Merkur $1^\circ 25'$ nördlich von Saturn,
- 19. 9^h abends Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- 20. 1^h morg. Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- 21. 11^h vormitt. Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 27. 10^h abends Saturn in Konjunktion mit der Sonne.
- 28. 9^h vormitt. Neptun in Konjunktion mit der Sonne.

Kleine Mitteilungen

Über zwei Meteor-Erscheinungen gehen uns aus dem Leserkreise folgende Nachrichten zu:

Herr R. Nehring, Neukölln, Donaustraße 1, beobachtete am 24. Juni, um 7 Uhr 32 Minuten abends ein Meteor, das sich am südlichen Himmel langsam von oben nach unten bewegte. Die scheinbare Länge der Bahn betrug ungefähr 3 Vollmondbreiten. Form und Größe des Kopfes erschienen kreisrund. Farbe und Helligkeit des Kopfes und Schweifes war dem Abendstern ähnlich. Zeitdauer der Sichtbarkeit betrug 10 Sekunden. Geräusche oder sonstige Erscheinungen beim Zerplatzen, waren nicht wahrnehmbar.

Herr Pastor Petran, Hermsdorf bei Görlitz, sah am 29. Juni, abends 10 Uhr, ein auffallend hell strahlendes Meteor. Es leuchtete in ca. 30° Höhe vom Horizont in S=S=O auf und stieg langsam bis ca. 70° nach N=N=W zu auf, ließ einen strahlenden Schweif hinter sich und zersprang in mehrere hell leuchtende Stücke, seine Bahn blieb als feiner leuchtender Strich noch einige Zeit am Himmel sichtbar, mehrere Sekunden nachher, während der Streifen verblaßte, wurden Geräusche, ähnlich einem Knall von mäßiger Stärke, wiederholt wahrgenommen.

Das gleiche Meteor wurde am 29. Juni um 10 Uhr 2 Min. von Herrn Lehrer Walter Großmann, Berlin, wahrgenommen, die Zeitdauer der Sichtbarkeit auf 5 Sek. angegeben.

Über einen möglichen Zusammenhang gewisser Witterungsvorgänge mit der radioaktiven Emanation des Erdbodens. Wer sich längere Zeit im Gebirge aufgehalten und dabei den Wolkenbildungen einige Aufmerksamkeit geschenkt hat, dem werden zweifellos eigentümliche, verhältnismäßig kleine Wolken- und Nebelbildungen aufgefallen sein, die unter gewissen Verhältnissen in manchen Gegenden an einer und derselben eng begrenzten Stelle eines Berges auftreten, sei es an einer steilen Felswand, an einem Grat oder in einem Bergsattel. Diese Gebilde, deren Dauer selten mehr als 5 bis 30 Minuten beträgt, scheinen entweder unbeweglich über dem betreffenden Orte zu schweben oder unmittelbar am Bergrande zu haften. Ein ausschließlicher Zusammenhang dieser Gebilde mit irgendwelchen Luftströmungen scheint nicht zu bestehen, zumal sie gerade bei verhältnismäßig unbewegter Luft eher häufiger auftreten, und, wenn sie während mäßiger Winde erscheinen, einer Drehung der Windrichtung nicht folgen. Da sie ferner zumeist bei konstanter Temperatur, und sowohl im Sommer als auch im Winter zu beobachten sind, dürften auch auftretende Temperaturdifferenzen für ihre Entstehung nicht bestimmend sein. Der einzige Vorgang, den man

stets im Verein mit dem Erscheinen dieser Wolken beobachten kann, ist eine Abnahme des Luftdruckes, so daß in manchen Gebirgsgegenden die Eingeborenen das Auftreten dieser Wolken an bestimmten Stellen als sicheres Anzeichen für den baldigen Eintritt atmosphärischer Niederschläge ansehen. Seit einigen Jahren hat nun Herr E. Bandl, wie er in einer vorläufigen Mitteilung erwähnt, die Umstände, welche das Erscheinen der genannten Wolkenart begleiten, eifrig verfolgt. Dabei hat er zunächst festgestellt, „daß das Erscheinen einer solchen Wolke an dem betreffenden charakteristischen Punkt in der jeweiligen Gebirgsgegend mit auffallender Sicherheit, und zwar viel verlässlicher als der Rückgang des Barometerstandes für sich, einen nahen Witterungsumschlag oder andere ähnliche meteorologische Ereignisse ankündigt. Zeigt sich während einer Reihe konstant schöner und klarer Tage in einiger Höhe über einer solchen charakteristischen Stelle eine kleine dunkel gefärbte Flockenwolke, eventuell auch nur für wenige Minuten, so tritt mit fast absoluter Bestimmtheit nach 12 bis 24 Stunden feuchtwarmer, von starker Bewölkung begleiteter Wind, ein Gewitter usw. ein. Entsteht ein derartiges Gebilde über oder an der charakteristischen Stelle zu einer Zeit, wo schon eine ziemlich umfangreiche, höhere Bewölkung vorhanden ist, so kann dies als sicheres Vorzeichen eines stärkeren Regens angesehen werden. Besonders auffallend ist eine solche Erscheinung dann, wenn z. B. die betreffende charakteristische Stelle eine weit geringere Höhe aufweist als die umliegenden Berge, deren Spitzen eventuell alle noch ganz ohne Wolken sind, während an besagter Stelle schon ein Nebel haftet.“ Herr Bandl kam auf Grund seiner Beobachtungen zu der Überzeugung, daß die in Rede stehende Bildung in innerem Zusammenhange mit der betreffenden charakteristischen Stelle stehen müsse. „Namentlich ein unbewegliches Schweben solcher Gebilde in einigem Abstand über der charakteristischen Stelle erweckt den Anschein, wie wenn von letzterer irgendwelche unbekannte, die Wolke erzeugende und gleichzeitig festhaltende Kräfte ausgingen.“ Es blieb aber noch die Frage offen, welcher Art diese Kräfte seien. Die Vermutung, daß es sich um eine Art elektrischer Ladungswirkung oder Ionisierung seitens der charakteristischen Stelle handeln könnte, fand zunächst in den Beobachtungen keine greifbare Stütze. Nunmehr glaubt Herr Bandl aber, in einer von H. Sieveking beobachteten Tatsache, einen Fingerzeig zur Lösung der Frage gefunden zu haben. Diese Tatsache ist „die durch ein Sinken des äußeren Luftdruckes bewirkte Steigerung der radioaktiven Ausströmungen des Erdbodens, welche, wenn sie entsprechend stark ist, durch Ionisationswirkung in der Atmosphäre Kondensation von Wasserdampf und damit Wolken erzeugen dürfte.“ Herr Bandl ist dieser Spur nachgegangen und hat zunächst festgestellt, daß alle die Stellen, an oder über denen er Wolkenbildungen der geschilderten Art beobachtet hat, in solchen Gegenden liegen, „welche die typischen Merkmale tektonischer Einsturz- oder Spaltengebiete aufweisen.“ Herr Bandl stellt nun folgende Überlegung an: Wenn an der betreffenden Stelle der Erdboden oder ein Hohlraum in der Erde einen höheren Gehalt an radioaktiver Emanation besitzt, so wird dadurch zunächst einmal die Luft in den Höhlen und Spalten an jener Stelle teilweise ionisiert. Sinkt dann der äußere Luftdruck, so dringt die nunmehr unter stärkerem Drucke stehende Bodenluft hervor und reißt einen Teil der angesammelten Emanation mit in die freie Atmosphäre, wo diese Emanation dann weitere Ionisierung herbeiführt. Diese aufsteigenden Ströme ionisierter Luft werden beim Auftreffen auf Wasserdampf in der Luft alsbald zur Kondensation dieses Wasserdampfes führen, also zur Wolken- oder Nebelbildung. „Je nach der relativen Höhe, in welcher eine Wasserdampfschicht vorhanden ist, bzw. am Gebirge vorbeistreicht, schwebt dann die Wolke in einem bestimmten Abstände über der charakteristischen Stelle oder sie haftet als Nebel selbst am Berge.“ Je rascher der Luftdruck sinkt, um so mehr Emanation und Ionen werden aus dem Erdboden aufsteigen, und um so rascher und sicherer wird die Kondensation erfolgen. Diese Erwägungen findet Herr Bandl durch seine bisherigen Beobachtungen vollauf bestätigt. Daß die geschilderten Gebilde so viel früher zustande kommen als die allgemeine Bewölkung, findet nach Herrn Bandl eine einfache Erklärung in der sehr empfindlichen Reaktion des Wasserdampfes auf die Gegenwart von Ionen. Herr Bandl hält es auch nicht für ausgeschlossen, daß eine, wenn auch nur schwache Ausströmung von Emanation und ionisierter Luft in dem gesamten von der Luftdruckabnahme betroffenen Gebiet bei dem Zustandekommen der allgemeinen Bewölkung eine gewisse Rolle spielen könne. Er bemerkt hierzu: „Eine von mir gemachte konkrete Feststellung, wonach in einer bestimmten Gebirgsgegend in der Nähe eines durch viele Felsenspalten charakterisierten, vor Witterungsänderungen stets jene Wolkenbildung aufweisenden Punktes die ganze Umgebung, die zudem als Einsturzgebiet bekannt ist, sich durch außerordentlich reiche Niederschläge auszeichnet, sowie die gleiche Eigenschaft ausgedehnter Einsturzgebiete in anderen Gegenden, bestärkt mich in der Vermutung, daß das Ausströmen größerer Emanationsmengen aus der Erde nicht nur jene gewissen Wolken erzeugen, sondern auch das Zustandekommen von Niederschlägen wesentlich begünstigen dürfte.“ Möglicherweise lassen sich auf diesem Wege auch noch andere meteorologische

Erscheinungen erklären. So können vielleicht die nach größeren tektonischen Erdbeben zuweilen auftretenden starken Regenfälle ihre Ursache in der Kondensationswirkung großer Mengen ionisierter Luft haben, die bei diesen Beben aus der Erdrinde herausgestoßen werden. „Schließlich kann man vielleicht sogar gewisse Gewittererscheinungen, die sich ebenfalls bei tektonischen Beben mitunter zeigen, ferner die häufigen Entladungen auf den verschiedenen als besonders gewittergefährlich bekannten Berghöhen zum Teil auf einen, auch von der Erdbodenemanation herrührenden elektrischen Einfluß zurückführen.“ — Herr Bandl, der seine Mitteilungen ausdrücklich als vorläufige bezeichnet, möchte es zunächst noch dahingestellt sein lassen, ob die Ausströmungen von Emanation und ionisierter Luft wirklich einen so weitgehenden Einfluß haben, wie hier angedeutet wurde, sowie ferner, ob bei der Entstehung der betrachteten eigentümlichen Wolken- und Nebelgebilde nicht vielleicht doch auch andere Faktoren noch eine Rolle spielen. So könnte vielleicht schon ein starkes Ausströmen nicht ionisierter Luft aus dem Erdboden bei Abnahme des Luftdrucks infolge seines Aufsteigens und seiner Abkühlung zu einer Kondensation von Wasserdampf führen. Möglicherweise spielen auch doch gewisse örtliche Winde, die schwer nachweisbar sein dürften, bei der Entstehung jener Gebilde eine ursächliche Rolle. Schließlich könnten auch eine Ionisation der Atmosphärenluft durch ultraviolette Sonnenstrahlung oder lokale elektrische Faktoren mitwirken. „Es ist möglich, sogar sehr wahrscheinlich, daß eben mehrere verschiedene und vielleicht ziemlich komplizierte Vorgänge zusammenwirken müssen, damit jene Wolkenbildung entstehe.“ Jedenfalls erscheint die von Herrn Bandl gegebene Erklärung überaus einfach und einleuchtend, und es ist nur zu wünschen, daß die zum Schlusse der genannten Veröffentlichung gegebene Anregung zur systematischen Sammlung von Beobachtungsmaterial auf fruchtbaren Boden fallen möge. (siehe *Physikalische Zeitschrift*, 17, 193, 1916.) Iklé.

Über die Isotopen sämtlicher chemischen Elemente. Als „Isotope“ bezeichnet man solche Gruppen von zwei oder mehr Elementen, die im periodischen System denselben Platz einnehmen und daher chemisch identisch und nicht trennbar sind, sich mithin nur hinsichtlich anderer als chemischer Eigenschaften voneinander unterscheiden können. So sind beispielsweise Ionium, Thorium und Radiothorium miteinander isotop, ebenso Mesothorium I mit Radium. Es ist nun in den radioaktiven Zerfallsreihen beobachtet worden, daß sich eine Folge von 4 α - und 2 β -Teilchenausstoßungen des öfteren periodisch wiederholt. Herr van den Broek hat versucht, aus der Annahme, daß eine solche periodische Folge radioaktiver Umwandlungen allgemein stattfindet, gewisse Schlüsse zu ziehen. Hinsichtlich der beobachteten Abweichungen von der als allgemein vorausgesetzten Regel waren dabei einige Annahmen nötig, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll. Die Überlegungen des Herrn van den Broek führten zu folgendem interessanten Ergebnis:

„Obwohl der Atomzerfall, soweit uns bekannt, nicht vollkommen regelmäßig stattfindet, schließt sich die Atomgewichtskurve einem regelmäßigen Zerfall nach dem Schema α -, α -, α -, α -, β -, β - in periodischer Folge bei einigen naheliegenden Annahmen in derart auffallender Weise an, daß die sich hieraus, wohl noch nicht ganz einwandfrei, ergebenden Isotopen sämtlicher Elemente einer experimentellen Nachprüfung wohl wert wären.“ (s. *Physikalische Zeitschrift* 17, 261, 1916.) Iklé.

Ein neues Verfahren zur Herstellung und zum Lesen von Blindenschrift. Unter den vielen Bestrebungen, den Blinden ihr Los teilweise dadurch zu erleichtern, daß man ihnen Mittel und Wege bietet, sich die Schätze der Literatur durch eigenes Lesen zu eigen zu machen, verdient ein Vorschlag Beachtung, den Herr Thierbach in Berlin-Marienfelde kürzlich in der „*Elektrotechnischen Zeitschrift*“ 37, 333, 1916, gemacht hat. Herr Thierbach will keinerlei grundlegende Neuerungen treffen, vielmehr die übliche Blindenschrift beibehalten und nur die Mittel zu ihrer Herstellung und zum Lesen vereinfachen und damit zugleich verbilligen. Die Blindenschrift bedient sich bekanntlich eines Systems aus sechs erhabenen Punkten, die in zwei senkrechten Reihen zu je drei Punkten nebeneinander angeordnet sind. Die 63 zwischen diesen sechs Punkten möglichen Kombinationen genügen völlig zum Ersatz aller Schriftzeichen. Der lesende Blinde führt die Fingerspitze über die Schrift und fühlt auf diese Weise die Punktverbindungen. Es ist hierfür aber einmal ein ziemlich großes Format und zweitens ein recht starkes Papier erforderlich. Diese beiden Umstände bedingen einen sehr hohen Preis der in Blindenschrift hergestellten Bücher. Infolgedessen ist denn auch die den Blinden zu Gebote stehende Literatur recht wenig umfangreich.

Herr Thierbach kam nun auf den Gedanken, ein Verfahren einzuschlagen, das dem beim Siemensschen Schnelltelegraphen benutzten ähnelt. Dieser Schnelltelegraph verwendet einen Streifen aus dünnem Papier, in den durch eine schreibmaschinenartige Vorrichtung den einzelnen

Schriftzeichen entsprechende Lochkombinationen, wie bei der Blindenschrift, eingestanzt werden. Die „Schriftgröße“ dieser Lochkombinationen ist aber wesentlich kleiner als bei der Blindenschrift. Der so vorbereitete Papierstreifen wird nun durch den eigentlichen Telegraphenapparat hindurchgekurbelt. Dabei unterbricht das Papier den Stromdurchgang, während jedes Loch ihn gestattet. Den einzelnen Lochkombinationen entsprechen somit bestimmte Stromanordnungen, welche dann an der Empfangsstation zugehörige Buchstabendruckkasten betätigen. Die Anwendung dieses Prinzips auf die Blindenschrift würde eine erhebliche Vereinfachung gestatten. Es wäre nämlich keineswegs erforderlich, wie beim Schnelltelegraphen, jeder Lochkombination eine besondere Taste zuzuordnen; vielmehr würde es vollauf genügen, den durch ein bestimmtes Loch freigegebenen Strom zur Bewegung eines bestimmten Stäbchens zu benutzen. Diese Stäbchen müßten in gleicher Weise angeordnet werden wie die Punkte der üblichen Blindenschrift. Der Blinde würde mit der Fingerspitze fühlen, welche Stifte jeweils gleichzeitig die Haut berühren. Eine Erhöhung der Empfindlichkeit könnte dadurch erreicht werden, daß die Stifte weiter auseinander gelegt würden. Dann wäre jedem der fünf Finger einer Hand und einem Punkte der Handfläche je ein Stift, d. h. je ein Punkt der Blindenschrift, zuzuordnen sein. Herr Thierbach erwägt auch die Möglichkeit, unmittelbar einen elektrischen Reiz auf die einzelnen Handstellen auszuüben. Das Gefühl würde in kurzer Übungszeit so verfeinert werden können, daß die Lage der einzelnen Reizpunkte zueinander leicht unterschieden und den betreffenden Schriftzeichen zugeordnet werden könnte. Ein weiterer Weg würde darin bestehen, Saug- oder Druckluft in ähnlicher Weise zu verwenden, wie dies in den heutigen Klavierspielapparaten geschieht.

Herr Thierbach hat sich voll und ganz in den Dienst der guten Sache gestellt und bittet Interessenten und Kapitalisten um ihre Mitwirkung beim weiteren Ausbau der hier entwickelten Gedanken, selbstverständlich unter Ausschaltung jeglicher Gewinnabsichten. Seine bisher gewonnenen Erfahrungen will Herr Thierbach bereitwilligst zur Verfügung stellen. Vielleicht finden sich unter den Lesern dieser Zeitschrift solche, die bereit sind, bei diesem gemeinnützigen Werke mitzuhelfen.

Iklé.

Die Entstehung der Anfressungen bei Schiffsschrauben. An denjenigen Stellen, da die Schraubenflügel an den Naben ansitzen, in der Mitte der Flügelflächen, an den vorderen Kanten und zwischen den Flügeln auf der Nabe, werden die berichtigten Anfressungen der Schiffsschrauben am häufigsten und am tiefsten gehend beobachtet. Dort treten daher am ehesten Brüche auf, die für die betroffenen Schiffe oft höchst verhängnisvoll werden. Sieht man genauer zu, so sind das gerade die Stellen stärkster mechanischer Beanspruchung. Da erscheint es sehr merkwürdig, daß die Anfressungen, die zweifellos chemischer Natur sind, mit den mechanischen parallel gehen. William Ramsay hat sich mit dem Problem beschäftigt und gefunden, daß die Anfressungen die Folgen elektrolytischer Ströme sind, die in großer Intensität namentlich an jenen stark beanspruchten Stellen auftreten. Die immerwährenden Biegungen und Züge schaffen dauernd wechselnde Stellen größerer und geringerer Dichte des Materials, die sich elektrolytisch unterschiedlich verhalten. An den beanspruchten Stellen ist der elektrische Leitwiderstand größer als an den nicht beanspruchten; sie bilden für die auftretenden elektrolytischen Ströme die Anoden. Von dort wird das Material immerwährend wegtransportiert und diese Stellen daher fortdauernd geschwächt, bis sie den Beanspruchungen nicht mehr Widerstand zu leisten vermögen und brechen.

F. L.

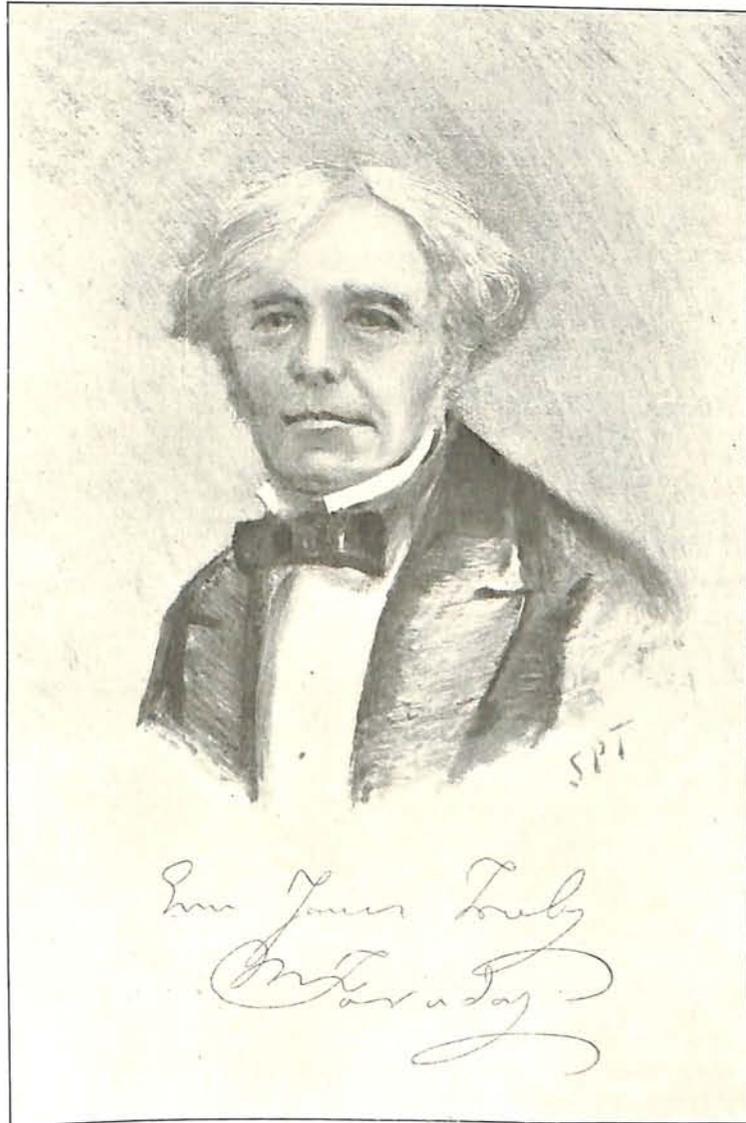
Das Aufsuchen von Fremdkörpern in Wunden mittels des Telephons geschieht, wie die „Elektrotechnische Zeitschrift“ mitteilt, folgendermaßen: Ein mit Salzwasser angefeuchtetes Platinblech wird in der Nähe der Wunde aufgelegt und ebenso wie die in die Wunde eingeführte Sonde an den Hörer eines Telephons angeschlossen, der am Ohr des Arztes festgehalten wird. Sobald die Sonde den Fremdkörper berührt, hört der Arzt einen lauten Ton, weil dann das Platinblech und der Fremdkörper mit der Feuchtigkeit des Körpers des Verwundeten ein galvanisches Element bilden und bei der Berührung des Fremdkörpers mit der Sonde der Stromkreis geschlossen wird. Besonders vorteilhaft ist das Verfahren beim Aufsuchen vieler Splitter, deren Zahl vorher auf der Röntgen-Platte ermittelt worden ist, weil dann alle Splitter von einer Einschnittstelle aus entfernt werden können.

F. L.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Bezugspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., 1/2 Seite 45.—, 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

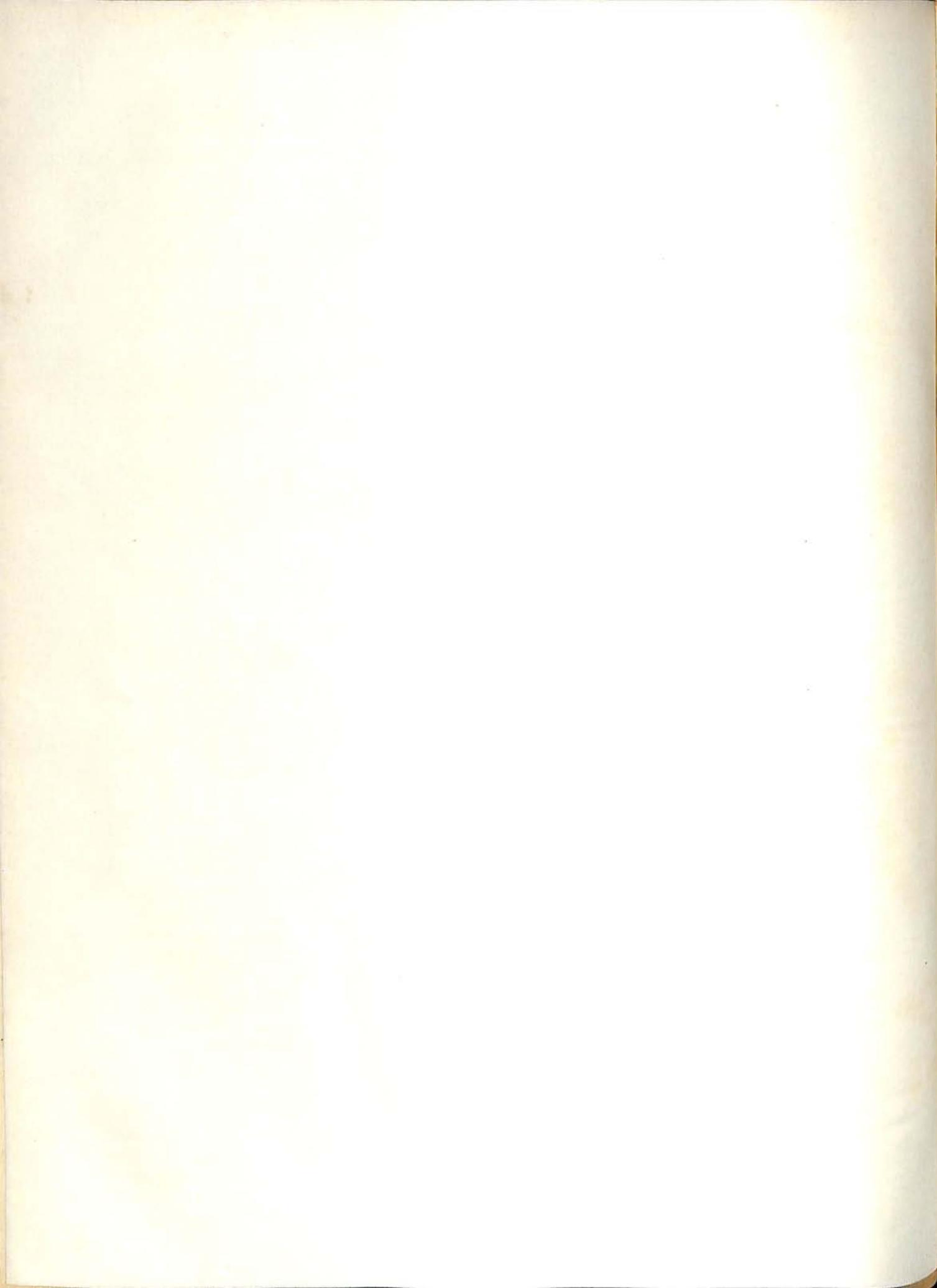
Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW

Zum fünfzigjährigen Todestag.



Michael Faraday

geb. am 22. September 1791, gest. am 25. August 1867.



INHALT

- | | |
|---|---|
| <p>1. Michael Faraday und seine Bedeutung für die Physik.
Von Dr. Hans Schimank 97</p> <p>2. Der gestirnte Himmel im Monat August 1917. (Eigenbewegung und Entfernung der Plejadensterne.) Von Dr. F. S. Archenhold 105</p> | <p>3. Kleine Mitteilungen: Die Folgen der Entwaldung durch die Kriegsführung. — Der Salzgehalt der Meere und seine Ursachen. — Berg- und Luftschifferkrankheit. — Die heißeste Gegend der Erde. — Die Zyklone in der Teetasse 108</p> |
|---|---|

Nachdruck ohne Genehmigung der Schriftleitung verboten. — Auszüge nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Michael Faraday und seine Bedeutung für die Physik.

Ein Gedenkblatt zum fünfzigjährigen Todestag.

Von Dr. Hans Schimank.

(Mit einer Beilage und sieben Abbildungen.)¹⁾

Es ist das schöne Vorrecht der Wissenschaft, trotz aller Differenzen zwischen den Nationen internationale Beziehungen zu wahren und zu pflegen. Sie kann sie weder verleugnen noch ihnen entsagen, ohne sich selbst schwer zu schädigen und hat darum auch die Pflicht, fremdes Verdienst gleich dem landsmännischen anzuerkennen. So möchten die folgenden Worte eine Huldigung bedeuten, die wir den Manen eines der größten englischen Forscher und eines bis in den Kern edlen Menschen, Michael Faraday, darbringen. Ein knapper Umriß seines äußeren Lebens und eine Darstellung des großen Inhalts seiner Wirksamkeit sollen dazu dienen.

Als dritter Sohn des Grobschmiedes James Faraday und seiner Frau Margaret wurde Michael am 22. September 1791 zu Newington Butts, nahe London, geboren. Er empfang in der Volksschule eine mehr als bescheidene Vorbildung, die sich nur auf die Elementarkenntnisse des Lesens, Schreibens und Rechnens erstreckte, und ward im Alter von 13 Jahren zu einem Buchbinder Riebau als Laufbursche gegeben. Ein Jahr später trat er als Lehrling auf eine siebenjährige Lehrzeit dort ein und fand durch die Bücher, die ihm zum Einbinden gegeben wurden, Eingang in die Ideenwelt der Wissenschaft.

„Als Lehrling,“ so berichtet er selbst später, „liebte ich die wissenschaftlichen Bücher zu lesen, die mir unter die Hände kamen, und von diesen entzückten mich Marcet's „Gespräche über die Chemie“ und die Abhandlungen über Elektrizität in der „Encyclopaedia Britannica“. Ich machte solche einfache Experimente, wie ich sie mit einigen „pence“ wöchentlicher Einnahme bestreiten konnte; auch verfertigte ich eine Elektrisiermaschine, zuerst mit einer Glasflasche und nachher mit einem wirklichen Zylinder, sowie auch andere elektrische Apparate entsprechender Art.“

Zugleich nahm er eifrig an Abendvorlesungen Tatums in der City Philosophical Society teil und erhielt auch durch einen der Kunden seines Meisters Gelegenheit, vier Vorträge Sir Humphrey Davy's in der Royal Institution zu

¹⁾ Die Klischees der Zeichnungen, die größtenteils Wiedergaben von Urskizzen Faradays sind, wurden vom Verlag Wilhelm Knapp, Halle a. S. in lebenswürdigster Weise zur Verfügung gestellt. Sie sind entnommen aus: Michael Faradays Leben und Wirken von S. P. Thompson. Deutsch von A. Schütte und Dr. H. Daneel, Halle a. S. Druck und Verlag von Wilhelm Knapp 1900, auf das für weitere Studien hierdurch nachdrücklich hingewiesen sei. Diesem Werke ist auch das beigeigte Porträt auf unserer Beilage entnommen.

hören. Derselbe Mr. Dance, selbst Mitglied der Royal Institution, ermutigte ihn auch, sich an Davy zu wenden, als Faraday nach Ablauf seiner Lehrzeit den Wunsch hegte, seine bisherige Tätigkeit aufzugeben und irgendeine Stellung anzunehmen, die ihn in nähere Berührung mit der naturwissenschaftlichen Forschung brachte. Faraday folgte dem Rate und erhielt auf Davys Befürwortung hin 1813 die Stellung eines Laboratoriumsassistenten an der Royal Institution. Hier wußte er sich die Zufriedenheit seines Vorgesetzten bald in hohem Grade zu erwerben und durfte ihn auf einer 18 monatigen Reise durch den Kontinent als wissenschaftlicher Assistent begleiten. Der Weg der beiden Reisenden führte durch Frankreich, Italien, die Schweiz, Deutschland, Tirol und Genf, und vermittelte Faraday die Bekanntschaft der bedeutendsten Naturforscher seines Zeitalters. Welchen Eindruck er selbst bei ihnen hervorrief, berichtet uns Dumas in seiner „Éloge historique“, der von Faraday sagt: „Sein (Davy) chemischer Assistent hatte lange, ehe er durch seine eigenen Arbeiten zur Berühmtheit gelangte, sich durch seine Bescheidenheit, Liebenswürdigkeit und Klugheit viele ergebene Freunde in Paris, in Genf, in Montpellier erworben. . . . Davy haben wir bewundert, aber Faraday geliebt.“

Nach der Heimkehr nahm Faraday seine alte Tätigkeit an der Royal Institution wieder auf. Er bereitete die Vorlesungen für Davy und Brande vor und assistierte dabei. Er fand auch in den folgenden Jahren Zeit und Gelegenheit zu selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten. 1821 wurde er zum Oberinspektor des Hauses und des Laboratoriums mit einem jährlichen Gehalt von 100 Pfund Sterling ernannt und sah sich dadurch instand gesetzt, Sarah Barnard als Gattin heimzuführen, mit der er bis zu seinem Tode in glücklichster Ehe lebte. In seinem Diplombuch, in welchem er sorgfältig alle seine Ehrenurkunden und Diplome aufbewahrte, findet sich ein Zettel eingeschoben, der auf das Verhältnis zwischen den beiden Gatten das schönste Licht wirft:

„28. Juni 1847. Zwischen alle diese Erinnerungen und Begebenheiten schalte ich hier das Datum eines Ereignisses ein, welches als Quelle von Ehre und Glück für mich alle andern weit übertrifft: wir heirateten am 12. Juni 1821. M. Faraday.“

Der Spätsommer des gleichen Jahres sah seine erste bedeutende wissenschaftliche Tat: Die Entdeckung der elektro-magnetischen Rotationen.

Von nun an floß sein äußeres Leben ruhig und fast einförmig dahin. Er lebte nur seiner Wissenschaft und war ihr eifriger Diener und Apostel. Immer größer wurden die Erfolge seiner Arbeit. Sie beglückten ihn, er freute sich ihrer wie ein Kind. Immer zahlreicher wurden die Ehrungen, welche die Welt ihm darbrachte. Er nahm sie gern hin, ohne ihnen nachzujagen. Er wurde nacheinander Mitglied der Royal Society, Direktor der Royal Institution, Ehrenmitglied fremder wissenschaftlicher Gesellschaften und Akademien. Die Präsidenschaft der Royal Society, eine der höchsten wissenschaftlichen Ehrungen, die England zu vergeben hat, lehnte er ebenso ab wie die Erhebung in den Adelsstand. Nach Vollendung des 70. Lebensjahres trat er von seiner Professur zurück. Seine geistige Spannkraft schwand mehr und mehr. Sein Gedächtnis ward immer unzuverlässiger. Am 20. Juni 1862 fand die letzte von Faradays berühmten Freitagabendvorlesungen statt. Er wollte über Siemens Gashochöfen sprechen, fand sich aber völlig außerstande dazu. Mit bewegter Stimme entschuldigte er sich bei seiner Zuhörerschaft und verließ endgültig die

Lehrkanzel, von der er ein halbes Jahrhundert lang der aufmerkenden Welt neue Lehren verkündet hatte.

Er starb am 25. August 1867.

Wenden wir uns jetzt Faradays wissenschaftlichen Leistungen zu und versuchen wir, so schwierig dies auch in engem Rahmen ist, den Ideengang seiner Arbeiten darzulegen.

Er eröffnete die lange Reihe seiner Untersuchungen im Jahre 1816 mit der Analyse einer Art kaustischen Kalkes, die er auf Davys Veranlassung ausführte. Auch die Arbeiten der folgenden Jahre lagen fast ausschließlich auf chemischem Gebiete und besitzen nur Interesse als die ersten Stufen von Faradays wissenschaftlichem Aufstieg. Erst das Jahr 1821 sah eine bedeutsame Leistung.

Ein Jahr zuvor (1820) hatte der Däne Hans Christian Oerstedt beobachtet, daß ein galvanischer Strom eine frei bewegliche Magnetnadel abzulenken vermag. Er hatte die Ergebnisse seiner Untersuchungen auf wenigen Seiten zusammengefaßt und Abschriften an die meisten Akademien und die bedeutendsten der damaligen Naturforscher gesandt. Das Aufsehen, das diese Veröffentlichung erregte, war außerordentlich. Allenthalben beschäftigten sich die Gelehrten mit der neuartigen Erscheinung, und innerhalb eines Jahres waren fast alle ihre wesentlichen Züge erkannt und insbesondere durch die Tätigkeit Ampères in die Form mathematischer Gesetzmäßigkeit gegossen. Durch die Annahme anziehender und abstoßender Kräfte war es gelungen, die auftretenden Bewegungen des Magnetpoles oder des stromdurchflossenen Drahtes zu erklären. Somit schien alles in bester Ordnung, denn mit solchen Fernkräften, die längs der Verbindungslinie zweier Körper wirkten, war man wohlvertraut, seitdem Newton sein Gravitationsgesetz und Coulomb sein magnetisches und elektrisches Grundgesetz aufgestellt hatte. Wollaston und George Gore allein hatten sich nicht blindlings vom Dogma führen lassen und über Oerstedt's Vermutung: „daß dieser [elektrische] Konflikt in Kreisen fortgehe“, gleich den übrigen hinweggelesen. Vergeblich versuchten sie aber die Rotation eines beweglichen Stromleiters um einen festen Pol oder eines beweglichen Poles um einen feststehenden Leiter, die dann notwendig stattfinden mußte, zu erhalten.

Faraday war stärker als seine Vorgänger vom Glück begünstigt und konnte im Oktober 1821 als erster über elektromagnetische Rotationen berichten. Den wesentlichen Inhalt dieser Abhandlung hatte er schon am 12. September in einem Schreiben an seinen Freund G. de la Rive in Genf zusammengefaßt:

„Ich habe gefunden, daß alle Anziehungen und Abstoßungen der Magnetnadel durch den Leitungsdraht nur auf Täuschungen beruhen. Die Bewegungen sind weder Anziehungen noch Abstoßungen, noch die Folge von anziehenden oder abstoßenden Kräften, sondern sie sind die Folge von Kräften in dem Drahte selbst, welche nicht den Pol der Nadel näher oder weiter von dem Drahte zu bringen suchen, sondern bestrebt sind, ihn in eine kreisförmige Bewegung um den Draht zu versetzen, so lange die Batterie tätig bleibt. Es ist mir gelungen, das Dasein dieser Bewegung auch experimentell nachzuweisen, und ich bin imstande gewesen, sich den Draht um den Magnetpol oder den Magnetpol sich um den Draht drehen zu lassen, wie ich wollte.“

Am Weihnachtstage des gleichen Jahres gelang es ihm dann, die Rotation eines stromdurchflossenen Drahtes unter dem Einfluß des Erdmagnetismus zu zeigen, und im darauffolgenden Jahre erschienen noch vier weitere Berichte über elektromagnetische Bewegungen und Magnetismus.

Die nächsten Jahre sahen Faraday wiederum hauptsächlich mit chemischen Arbeiten beschäftigt. Er erhitzte Chlorhydrat in einem geschlossenen Rohr und beobachtete, daß die Substanz sich darin zersetzte und in zwei verschiedene Flüssigkeiten schied. Der spätere Biograph Davy's Dr. Paris kam gerade dazu, als Faraday diesen Versuch ausführte, und machte ihm Vorwürfe, daß er die Geräte, mit denen er arbeite nicht sorgfältig genug reinige. Faraday erwiderte nichts. Als er später das Glasrohr aufschneiden wollte, erfolgte eine Explosion, und die eine Flüssigkeit verschwand. Tags darauf erhielt Dr. Paris folgendes Schreiben:

„Geehrter Herr, das Öl, welches Sie gestern bemerkten, stellte sich als flüssiges Chlor heraus. Ihr ergebener M. Faraday.

Damit war zum ersten Male bewiesen, daß „das, was man Chlorgas nennt, der Dampf einer Flüssigkeit ist“, und wenigstens für einen Fall nachgewiesen, daß ein prinzipieller Unterschied zwischen Gas und Dampf nicht besteht. In der Folge gelang auch die Verflüssigung anderer bis dahin für permanent gehaltenen Gase.

Im Laufe der folgenden Jahre waren Faraday noch weitere Erfolge auf chemischem Gebiet beschieden: die Entdeckung des Benzols und Butylens sowie der Löslichkeit von Naphtalin in Schwefelsäure. In der Hauptsache wurde aber seine Arbeitskraft durch Untersuchungen über optische Gläser in Anspruch genommen, die im Auftrage der Royal Society von einem Komitee ausgeführt wurden, welches aus Herschel, Dollond und Faraday bestand. Zu einem günstigen Ergebnis führten die Versuche nicht, außer daß Faraday viele Jahre später an dem damals hergestellten Glase die wichtigsten seiner Entdeckungen machte.

Ein Jahrzehnt war seit dem ersten großen Erfolge Faraday's, seit der Entdeckung der elektromagnetischen Rotationen verfllossen. Während dieser ganzen Zeit hatte ihn die Idee verfolgt, es müsse sich eine Umkehrung dieser Erscheinungen finden lassen, der magnetischen Wirkung eines elektrischen Stromes müsse eine elektrische Wirkung eines Magneten entsprechen. Schon 1822 hatte er in sein Notizbuch die Bemerkung eingetragen: „Verwandle Magnetismus in Elektrizität.“ Viermal vergeblich hatte er in den folgenden Jahren versucht, seine Ahnung durch Versuche zur Gewißheit zu erheben. 1831 griff er zum fünften Male das bisher so unfruchtbare Problem an. Und diesmal endlich errang er den Preis seiner vielen Mühe.

Er verfertigte sich einen eisernen Ring aus rundem Weicheisen und wickelte um diesen wohl voneinander isoliert zwei Spulen (s. Fig. 1) D^1 und D^2 . Die Enden von D^2 wurden mit einem einfachen Galvanometer, die Enden von D^1 mit einer Batterie verbunden. Sobald er die Verbindung von D^1 mit der Batterie herstellte oder unterbrach, war eine

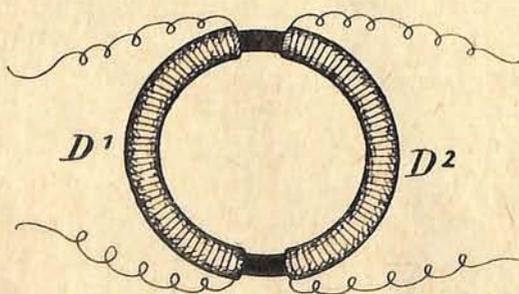


Fig. 1.

Einwirkung von D^2 auf das Galvanometer sichtbar, während ein dauerndes Fließen des Stromes in D^1 keinen Einfluß auf D^2 ausübte.

Damit hielt Faraday das erste Glied einer neuen Kette elektrischer Erscheinungen in der Hand, und er zögerte nicht, sie Glied für Glied weiter zu verfolgen. Hatte er eben eine elektrische Einwirkung durch einen Elektromagneten erhalten, so versuchte er nunmehr, ob ein gewöhnlicher dauernder Magnet der gleichen Wirkung fähig sei.

„Um einen eisernen Zylinder“, berichtet er selbst, „war ein Helix [eine Drahtspule] gewunden. Die Enden des Helixdrahtes waren mit dem Galvanometer in einiger Entfernung durch Kupferdrähte verbunden. Dann wurde das Eisen zwischen die Pole von Stabmagneten gelegt, wie in Fig. 2 gezeigt ist. Jedesmal, wenn der magnetische Kontakt bei N oder S geschlossen oder unterbrochen wurde, fand magnetische Bewegung im Galvanometer statt. Die Wirkung war, wie in früheren Fällen, nicht permanent, sondern mehr ein momentaner Stromstoß. Aber wenn die elektrische Verbindung [zum Galvanometer nämlich] unterbrochen wurde, so brachten Öffnung und Schluß keinerlei Wirkung hervor. Durch obigen Versuch zeigte sich also deutliche Umsetzung von Magnetismus in Elektrizität.“

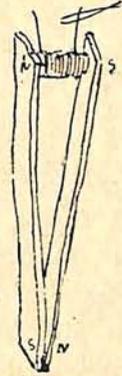


Fig. 2.

War nun für die Erscheinungen die Gegenwart von Eisen unbedingtes Erfordernis? Weitere Versuche zeigten, daß dies nicht der Fall ist, daß in der einen von zwei unter sich isolierten und unabhängigen Drahtspulen auch beim Fehlen eines Eisenkerns stets Elektrizitätserregung stattfindet, wenn in der andern ein Strom auftritt oder verschwindet. Nun stellt aber eine stromdurchflossene Spule selbst einen Magneten dar, und ein Schließen oder Öffnen des Stromes wirkt wie das Annähern oder Entfernen eines Magneten an die andere Spule. Wenn also wirklich bei allen bisherigen Versuchen Magnetismus in Elektrizität verwandelt wird, muß das reale Nähern oder Entfernen eines Stahlmagneten die gleiche Wirkung zeitigen. Wiederum bestätigte der Versuch Faradays Überlegungen und gab ihm zugleich die Erklärung für das Mißlingen seiner früheren Versuche. Eine elektrische Einwirkung eines Magneten auf eine Drahtspule findet eben nur statt, wenn beide gegeneinander bewegt werden. Selbst das längste Nebeneinander einer Spule und eines noch so starken Magneten vermag niemals den geringsten Effekt zu ergeben.

Faraday, der nicht den üblichen Lehrgang durchgemacht hatte, und dem die mathematische Auffassung der Erscheinungen, das Formelbild und seine Veränderungen, wenig sagte und zusagte, begann nun nach einem anschaulichen Modell zu suchen, mit dessen Hilfe er die beobachteten Tatsachen einfach erklären und möglicherweise neue, noch unbekannte erschließen könnte. Er fand es in den „magnetischen Kraftlinien“, jenen Kurven, zu denen sich Eisenfeilicht anordnet, wenn man es auf einen Karton aufstreut, unterhalb dessen ein Magnet sich befindet. Damit führte er eine Hypothese in die Physik ein, die sich als außerordentlich fruchtbar erwiesen hat und die noch heute als Grundlage der Maxwell-Faradayschen Theorie fast die gesamte Lehre von den elektromagnetischen Erscheinungen darzustellen vermag.

Die Bewegung des Leiters gegenüber dem Magneten war wesentliche Bedingung dafür, daß ein Strom in dem Leiter hervorgerufen wurde. In die Sprache des Kraftlinienbegriffs übersetzt, hieß das aber nichts anderes, als der

Leiter mußte bei seiner Bewegung Kraftlinien schneiden. Was lag näher als nach diesem Prinzip eine neue Elektrisiermaschine zu konstruieren? Faraday

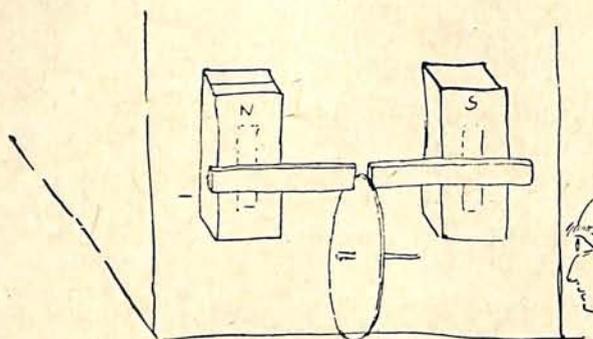


Fig. 3.

tat es, indem er eine Kupferscheibe zwischen den Polen eines kräftigen Magneten rotieren ließ (vgl. Fig. 3), und vermochte durch Federn, die am Rande und auf der Achse der Scheibe schleiften, einen dauernden elektrischen Strom zu entnehmen. Das Gleiche gelang ihm, wenn er die Erde selbst als erregenden Magneten verwandte und seine Kupferscheibe um eine vertikale Achse, in horizontaler Ebene also, in Drehung versetzte. Der Rand der Scheibe tauchte dabei in

eine Quecksilberrinne, welche so die Stelle der Schleiffeder vertrat (Fig. 4). Damit war der Urtyp der Dynamomaschine geschaffen, deren praktische Ausführung Faraday anderen überließ, obwohl er die Bedeutung seiner Entdeckung keineswegs verkannte. Ihm schien einzige Pflicht: die Erschließung neuer Gesetzmäßigkeiten, reine Forschung, nicht gewinnbringende Ausbeutung.

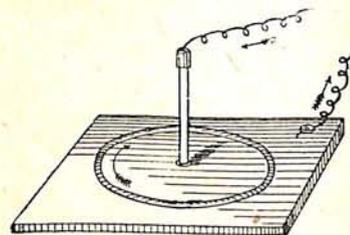


Fig. 4.

Wir müssen es uns versagen, die wichtigen Arbeiten der nun folgenden Jahre in gleicher Breite und Ausführlichkeit darzustellen. Nur den Ideengang, der sie untereinander verknüpft, wollen wir darstellen.

Eine neue Quelle der Elektrizität schien den schon länger bekannten hinzugefügt. Aber war diese so erregte Elektrizität wirklich von einerlei Art mit der der galvanischen Säule, des geriebenen Bernsteins, des Zitteraals, der thermisch erregten Elektrizität Seebecks? Waren überhaupt alle diese verschiedenen Arten der Elektrizität in ihren mannigfachen Wirkungen übereinstimmend? Dies war das nächste Problem, dem Faraday sich zuwandte und das er einer glücklichen Lösung entgegenführte. Die chemischen Wirkungen schienen ihm besonders geeignet zum Nachweis dieser Identität. Weiterhin glaubte er, durch sie zu einem genauen und stets wiederholbaren Maße der Wirksamkeit eines elektrischen Vorganges gelangen zu können. Aus

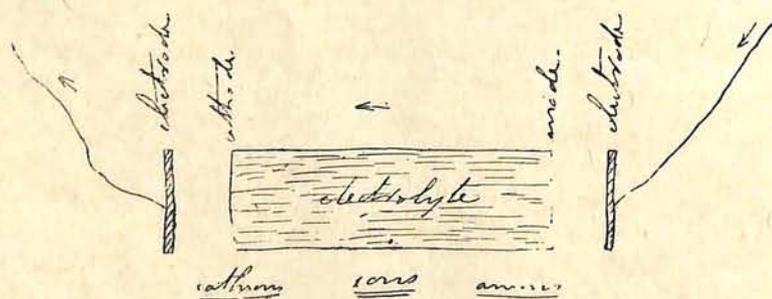


Fig. 5.

den ausgedehnten Untersuchungen hierüber gingen das Voltmeter als erstes exaktes Meßinstrument für Elektrizitätsmengen hervor, eine neue und außerordentlich zweckmäßige Nomenklatur für den Leitungsvorgang in nichtmetallischen

Flüssigkeiten (vgl. Fig. 5) und schließlich jene beiden grundlegenden Gesetze über die chemische Wirkung des elektrischen Stroms, die heute Faradays Namen tragen.

Die Einwirkung eines stromdurchflossenen Leiters auf sich selbst, die Erscheinung des von W. Jenkin entdeckten Extrastromes führte Faraday wieder zum Ausgangspunkt seiner elektrischen Untersuchungen, zu den Tatsachen der Induktion zurück. Scheinbar handelte es sich bei dieser um eine reine Wirkung in die Ferne, ähnlich wie bei der statischen Induktion [Influenz]. In Wahrheit war aber nach Faradays Anschauung dies nicht der Fall. Es mußten ja Kraftlinien den Leiter durchschneiden, um Elektrizität in ihm zu erzeugen. Der trennende Raum geriet in eine Art von Spannungszustand. Dazu hatte er bei den eben erwähnten elektrochemischen Untersuchungen, die sich auch auf die Ursachen der Voltaelektrizität, der Erzeugung von Elektrizität im galvanischen Element erstreckt hatten, gesehen, daß gerade die Lösung, welche die beiden Metallplatten des Elementes trennte, von wesentlicher Bedeutung war. Beide Anschauungen zusammengenommen ließen es als möglich erscheinen, daß die Art des Zwischenmediums auch bei der elektrostatischen Influenz von Bedeutung wäre. Durch eine glänzend durchgeführte Versuchsreihe erbrachte Faraday den Beweis dafür. Er schuf den Begriff des Dielektrikums und der „spezifischen Induktionskapazität“ [Dielektrizitätskonstante], indem er zeigte, daß die Elektrizitätsmenge, durch welche man einen Kugelkondensator (Fig. 6) [zwei konzentrische Hohlkugeln aus Metall von wenig verschiedenem Durchmesser] auf eine bestimmte Spannung aufladen kann, von der Natur der Substanz abhängt, womit der Raum zwischen den Belegungen, den beiden Kugeln also, erfüllt ist. Zugleich konnte er nachweisen, daß der Unterschied zwischen Leitern und Nichtleitern [Isolatoren] kein prinzipieller, sondern nur ein gradueller ist. Es gibt sehr gute und sehr schlechte Leiter, aber keinen einzigen Stoff, der wirklich ein Nichtleiter der Elektrizität wäre.

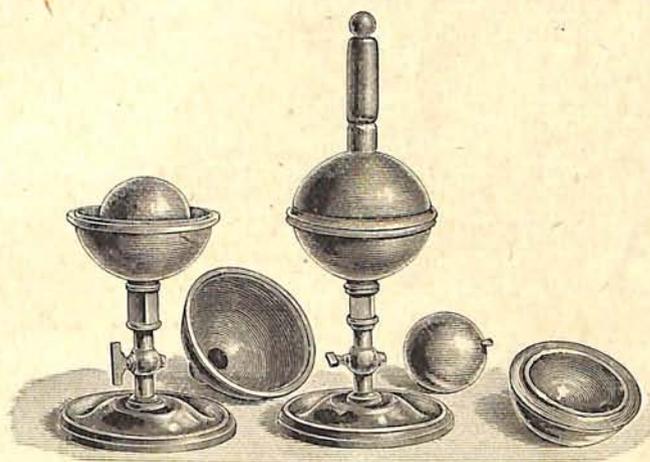


Fig. 6.

Mit einer Arbeit über die verschiedenen Formen der elektrischen Entladung schloß 1838 dieser Abschnitt von Faradays reiner Forschertätigkeit. Die stetigen Anstrengungen der vorangehenden Jahre hatten seine Gesundheit untergraben, so daß er sich genötigt sah, für einen längeren Zeitraum der eigenen Forschung zu entsagen. Er suchte auf Reisen Erholung und kehrte erst 1845 zu seinen unterbrochenen Arbeiten zurück.

Dennoch darf man diese Jahre des Ausruhens nicht als unfruchtbar oder verloren in Faradays Leben betrachten. Er war zwar nicht im Laboratorium tätig und nicht experimentell mit physikalischen Fragen beschäftigt, aber er ließ nicht ab, sich im Geiste um sie zu bemühen, und sie unter möglichst mannigfachen Gesichtspunkten wieder und wieder zu betrachten.

Seine bisherigen Untersuchungen hatten Faraday den innigen Zusammenhang zwischen elektrischen und magnetischen Vorgängen gezeigt, die

einen ließen sich in die anderen umwandeln. Andererseits war die Elektrizität zu chemischen, zu Licht- und Wärmewirkungen fähig. Immer stärkere Wurzeln schlug in Faradays Geist die Überzeugung, daß engste Verwandtschaft zwischen allen physikalischen Phänomenen bestehe und daß darum auch eine Einwirkung der Elektrizität oder des Magnetismus auf das Licht vorhanden sein müsse. Schon 23 Jahre früher hatte er in seinem Notizbuch vermerkt: „Licht durch Blattgold auf Zink oder noch oxydablere Metalle, während letztere Pole sind, oder auf magnetische Stäbe.“ Er hatte sich auch mehrfach bemüht, eine solche Einwirkung elektrischer oder magnetischer Kräfte auf das Licht zu entdecken, war aber bisher immer dabei gescheitert. Dies schreckte ihn nicht ab, gerade an diesem Punkte mit seinen neuen Arbeiten einzusetzen. Zwei Wochen vergingen unter fruchtlosen Bemühungen. Er hatte feste und flüssige Körper, Gläser und Kristalle vergeblich zwischen die Elektroden einer Zersetzungszelle wie zwischen die Pole eines Magneten gebracht, während er einen Strahl polarisierten Lichtes sie durchsetzen ließ. Irgendwelche Einwirkung hatte er nicht beobachten können. Endlich erinnerte er sich des Kristallglases, auf dessen Herstellung er einstmals so viele Mühe verwendet hatte. Was sich bei dessen Benutzung ergab, darüber berichtet sein Laboratoriumsbuch:

„Ein Stück Kristallglas (Bleiborsilikat) von 2 : 1,8 : 0,5 Zoll wurde zum Experimentieren benutzt. Es zeigte keine Wirkung, wenn dieselben magnetischen Pole oder die entgegengesetzten Pole sich auf gegenüberliegenden Seiten [des Glases] befanden (was den Gang des polarisierten Lichtstrahls anlangt); auch nicht, wenn dieselben Pole sich entweder mit dem konstanten oder mit dem intermittierenden Strom auf derselben Seite befanden. Aber wenn entgegengesetzte magnetische Pole sich auf derselben Seite befanden, so wurde eine Wirkung auf den polarisierten Strahl ausgeübt (Fig. 7), und daher wurde bewiesen, daß magnetische Kraft und Licht in Beziehung zueinander stehen. Diese Tatsache wird sich wahrscheinlich als sehr fruchtbar herausstellen und von großem Wert in der Nachforschung nach den Beziehungen der Naturkräfte sein.... In seinem natürlichen Zustand hatte das Glas keine Wirkung auf den polarisierten Strahl, aber wenn man Kontakt an der Batterie herstellte, so daß die Kerne N und S plötzlich in Magneten verwandelt wurden, so nahm das Glas einen bestimmten Grad einer den Strahl depolarisierenden Kraft an und behielt diese, so lange die Kerne Magnete blieben, aber verlor sie sofort, wenn der elektrische Strom unterbrochen wurde. Dies zeigt, daß, wenn der polarisierte Lichtstrahl parallel zu den Linien der magnetischen Induktionen oder vielmehr zur Richtung der magnetischen Kurven verläuft, das Glas fähig ist, auf den Strahl einzuwirken, so daß

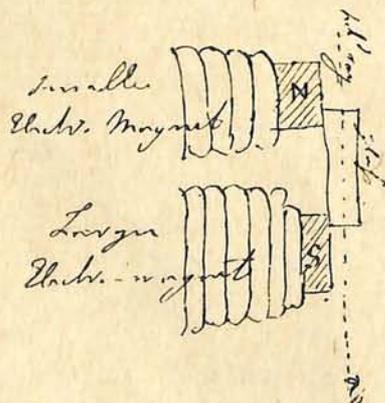


Fig. 7.

das Kristallglas in seinem magnetisierten Zustand einem Würfel aus Bergkristall entspricht.“

Die Arbeit, in der diese epochemachenden Versuche bekanntgegeben wurden, wurde am 20. November 1845 in der Royal Society vorgelesen und

führt den Titel: „Über die Magnetisierung des Lichtes und die Erleuchtung der magnetischen Kraftlinien.“ Faraday selbst wohnte der Vorlesung nicht bei, weil eine neue, gleich erstaunliche Entdeckung ihn im Laboratorium festhielt.

Wenn der Magnetismus imstande war, unter den gegebenen Bedingungen auf das Licht zu wirken, mußte der Körper, der sich zwischen den Polen des Magneten befand, das „Diamagnetikum“, Träger dieser Wirkung sein. Das Gebiet der magnetischen Erscheinungen mußte eine viel größere Zahl von Körpern umfassen, als man bisher vermutet hatte, vielleicht alle überhaupt existierenden. Deshalb brachte Faraday drehbar aufgehängte Stäbe aus den verschiedensten Stoffen zwischen die Pole seines Elektromagneten. Einige davon stellten sich gleich dem Eisen, längs der Richtung der magnetischen Kraftlinien, mit ihrer Achse in der Verbindungslinie der Pole ein, die meisten aber senkrecht dazu. Faraday nannte die ersteren „paramagnetisch“ die anderen „diamagnetisch“. Er fand im weiteren Verfolg dieser Untersuchungen, daß auch Flammen und Gase der magnetischen Einwirkung unterliegen, und füllte seinen Lebensabend mit Untersuchungen über diesen Gegenstand wie mit Betrachtungen über die magnetischen und physikalischen Kraftlinien aus, jenen Ideengebilden, die er selbst in die Wissenschaft eingeführt und deren er sich so erfolgreich bedient hatte.

Das letzte Experiment, das sich in seinem Laboratoriumsnotizbuch verzeichnet findet, stammt vom 12. März 1862. Er versuchte erfolglos eine Wirkung des Magneten auf die Spektrallinien zu beobachten. Erst 30 Jahre nach Faradays Tode glückte dies dem holländischen Physiker Zeemann, nach welchem die Erscheinung ihren Namen trägt. Damit endet Faradays wissenschaftliche Forschertätigkeit.

Blicken wir am Schluß unserer Betrachtung auf sie zurück, so erfüllt uns Bewunderung für den unermüdlichen Fleiß Faradays, für seine selbstlose Hingabe an die Wissenschaft, für seine erstaunliche Intuition, für das Riesenausmaß seines Geistes. Frei von doktrinärem Wissen, versenkte er sich voll Ehrfurcht in die Betrachtung der Natur und ließ sich allein von ihr belehren. Seinen frommen Händen gewährte sie, viele ihrer Schleier zu lüften. Er durfte sie belauschen und tiefer, inniger erkennen als die meisten vor ihm und nach ihm. Faradays Schaffensart hatte immer etwas Seherisches. Sie war nahe verwandt mit der Weise des Dichters, mit dem er die kindliche Naivität und Reinheit des Herzens teilte.

Wir neigen uns verehrend vor Michael Faraday, dem Forscher und Entdecker, dem edlen, starken Menschen.

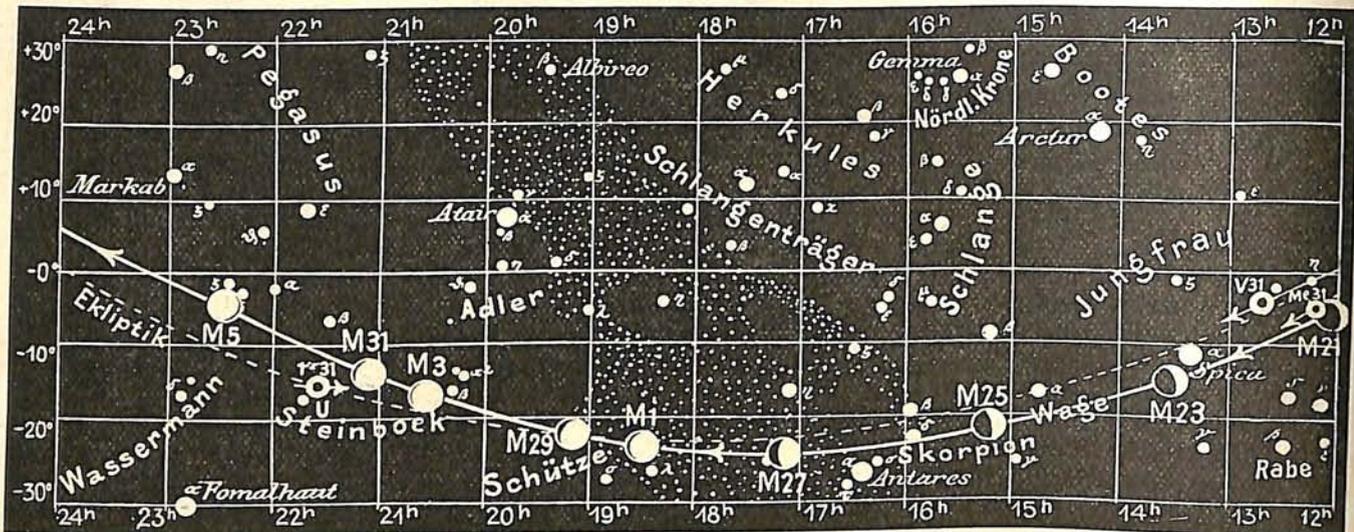
Der gestirnte Himmel im Monat August 1917

Von Dr. F. S. Archenhold

Eigenbewegung und Entfernung der Plejadensterne.

Aus einer großen Zahl von Beobachtungen geht hervor, daß die Sterngruppen, über die genügend Material vorliegt, sich ziemlich parallel der Milchstraße im Raume bewegen. In allen diesen Gruppen ließ sich der Parallelismus durch Bestimmung der Paralaxen feststellen, die sich für fast alle Sterne leicht vergleichen ließ. Daher lernen

Fig. 1 b



S = Sonne M = Mond Me = Merkur V = Venus Ma = Mars

wir zu gleicher Zeit ihre Lage im Raume und die Hauptrichtung ihrer Linearbewegung kennen. Bei der Untersuchung der Masse der Plejadensterne konnte man deutlich zwei Gruppen unterscheiden; in jeder von ihnen sind die Sterne auffallend schwächer als die Durchschnittsgrößen ähnlicher Gruppen. (Scientific American Bd. 110 Nr. 7.) Es drängt sich daher die Frage auf, die nun dringend der Aufklärung bedarf: Entsteht durch die Nebelmasse, die die Sterne umgibt, eine Dispersion des Lichtes?

Die Sterne

Im Sternbild des Widder ist im August wieder der Doppelstern γ (ein Stern 4. Größe), genannt „Mesarthim“, zu beobachten, der auch für kleine Instrumente leicht zu trennen ist, er wurde bereits 1644 von Hooke beobachtet; die Distanz beträgt 8", der Positionswinkel 179° , beide Komponenten sind von fast gleicher Helligkeit und beide haben eine starke gemeinsame Eigenbewegung. Im Perseus wollen wir zwei interessante Sterne nicht unerwähnt lassen. Es bietet sich in diesem Sternbilde zunächst als dankbares Beobachtungsobjekt der veränderliche Stern Algol, ferner der fünffache Stern S, von dessen Komponenten jedoch nur der Hauptstern 2,7. Größe und sein Begleiter 9. Größe für kleinere Fernrohre trennbar sind.

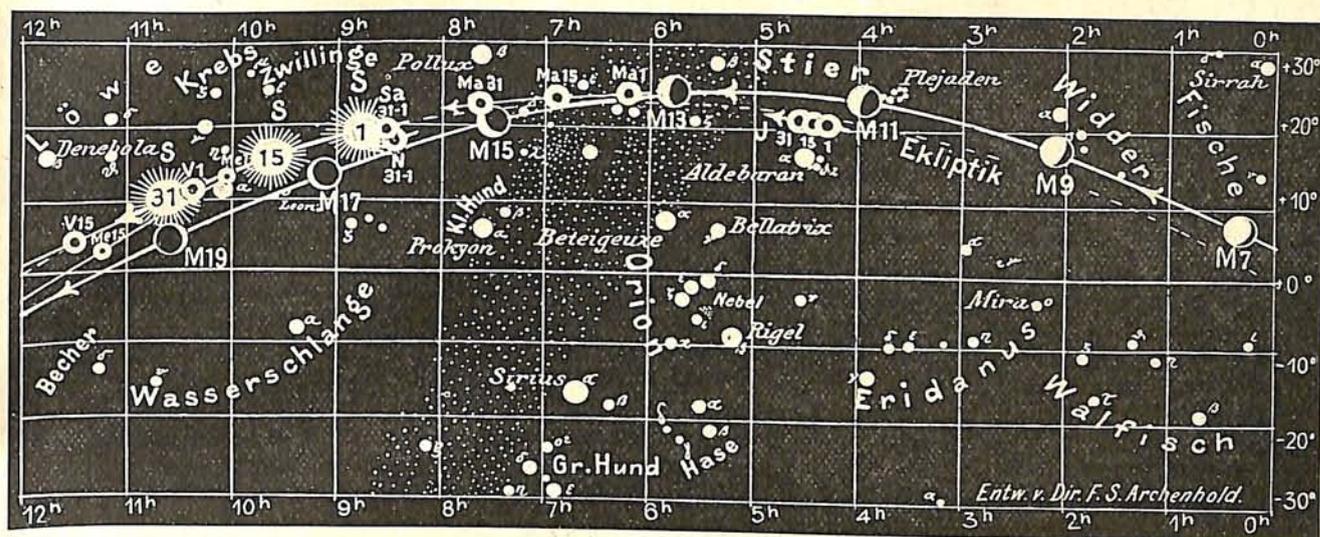
In der Zeit vom 8—13. August erscheint der Sternschnuppenschwarm der Perseiden oder „Thränen des heiligen Laurentius“, dessen Beobachtung nur wenig durch das Mondlicht gestört werden dürfte, da wir bereits am 17. August Neumond haben somit der Mond zu der in Frage kommenden Zeit schon im letzten Viertel steht.

Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne (Feld $8\frac{3}{4}^h$ bis $10\frac{3}{4}^h$) tritt vom Zeichen des Löwen in das der Jungfrau. Ihre Mittagshöhe nimmt um $9\frac{1}{4}^\circ$ ab. Die Sonnenflecktätigkeit ist noch immer im Zunehmen begriffen, so daß jetzt große Gruppen fast täglich sichtbar sind.

Fig. 1a

Nachdruck verboten



J = Jupiter Sa = Saturn U = Uranus N = Neptun

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang (M. E. Sommerzeit)	Sonnenuntergang (M. E. Sommerzeit)	Mittagshöhe
August 1.	+ 18° 7'	5h 26m	8h 57m	55 ¹ / ₂ °
- 15.	+ 14° 10'	5h 49m	8h 31m	51 ¹ / ₂ °
- 31.	+ 8° 46'	6h 16m	7h 56m	46 ¹ / ₄ °

Der Mond, ist mit seinen Phasen in unseren Karten Fig. 1a und 1b in seinem Lauf von 2 zu 2 Tagen für den 1.—31. August dargestellt. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Tage:

Vollmond: August 3. 7^h vorm. Neumond: August 17. 8^h abends,
 Letztes Viertel: - 9. 10^h abends Erstes Viertel: - 25. 9^h abends.

Die Planeten

Merkur (Feld 10^h bis 12^h) ist während des ganzen Monats unsichtbar.

Venus (Feld 10¹/₂^h bis 12³/₄^h) ist am Abendhimmel im Westen eine halbe Stunde lang nach Sonnenuntergang sichtbar; sie rückt auf den hellen Stern Spika in der Jungfrau zu, überschreitet am 23. August den Äquator und hat Ende des Monats schon 4° negative Deklination. Ihr Durchmesser wächst zusehends, da die Entfernung von der Erde von Tag zu Tag schneller abnimmt.

Mars (Feld 6¹/₄^h bis 7³/₄^h), kann zu Anfang des Monats 1¹/₂ Stunden lang und Ende August bereits 3¹/₄ Stunden lang am Morgenhimmel im Nordosten beobachtet werden. Auch seine Entfernung von der Erde nimmt immer mehr ab, so daß die weißen Polaralotten und die interessanten Meeresflächen und Kanäle bereits deutlicher in Erscheinung treten.

Jupiter (Feld 4¹/₄^h bis 4¹/₂^h) steht zu Anfang des Monats im Stier zwischen den Plejaden und dem rötlich gefärbten hellsten Stern im Stier Aldebaran, er geht am Osthimmel immer früher auf und ist zu Anfang des Monats 3¹/₄ und zuletzt schon 6 Stunden lang sichtbar. Unser Mitarbeiter Ph. Fauth hat am Nordrande dieses Planeten einen starken, dunklen, länglichen Fleck von bis jetzt noch nicht erkennbarer Farbe bemerkt,

der nach Lage und deutlicher Einschnürung lebhaft an die „Violinflecke“ der Jahre 1895 und 1896 (1898) erinnert. Er berichtet über seine Beobachtung in A. N. 4896. Die von ihm 1916—17 in gleicher Nordbreite verfolgten Flecke — es wurden 458 Mittel aus 986 Einzelbestimmungen für etwa 26 Flecke dieses Zuges abgeleitet — scheinen einer allgemeinen Verblässung entgegenzugehen, und der neue Violinfleck entspricht nicht gerade einem der stärksten Objekte der vorigen Erscheinung. (Vergl. „Weltall“ Jg. 16 S. 148). Günstigste Sichtbarkeit dieses Fleckes besteht für August den 4., 6. und 11. usw. in der Morgendämmerung. Dieser Fleck ist als dunkelste Stelle auf der Jupiterscheibe auch kleineren Fernrohren zugänglich. „Zugleich mit dieser Neubildung kann man das Ende des „Schleiers“ beobachten. Aus 11 Bestimmungen folgte für Juli 6. (16¹¹): $\delta = 213^{\circ} 7'$, wobei die Unsicherheit kaum $0^{\circ} 25'$ betragen kann. Sonach sieht es aus, als ob das Schleierende in den letzten drei Monaten eine kleine Beschleunigung erfahren hätte, was um so merkwürdiger ist, als 35 Mittelbildungen (aus 305 Einzelbeobachtungen) für die letzte Erscheinung eine völlig gleichmäßige Bewegung des Schleierendes ergeben haben. Auch diesmal bleibt zu bedauern, daß die Witterung und die nördliche Lage der Beobachtungsstelle hochwichtige Änderungen auf Jupiter ein volles Vierteljahr lang nicht haben beobachten lassen“.

Saturn (Feld $8\frac{1}{2}^h$ bis $8\frac{3}{4}^h$) wird gegen Mitte des Monats wieder auf kurze Zeit am Morgenhimmel im Nordosten sichtbar.

Uranus (Feld $21\frac{3}{4}^h$ bis $21\frac{1}{2}^h$) ist während des ganzen Monats sichtbar, jedoch wegen seiner niedrigen Deklination nur schwer zu beobachten.

Neptun (Feld $8\frac{1}{2}^h$) ist am Morgenhimmel, unmittelbar unterhalb Saturn nur ganz kurze Zeit zu beobachten, tritt jedoch in den nächsten Monaten durch das Abrücken der Sonne in immer günstigere Beobachtungsverhältnisse.

Bemerkenswerte Konstellationen:

- | | | | |
|-----------|-----------------|-------------------------|---|
| August 1. | 11 ^h | abends | Merkur in Konjunktion mit Regulus, Merkur $0^{\circ} 37'$ nördlich von Regulus. |
| - | 11. | 2 ^h nachm. | Jupiter in Konjunktion mit dem Monde. |
| - | 14. | 6 ^h morgens | Mars in Konjunktion mit dem Monde. |
| - | 15. | 6 ^h morgens | Uranus in Opposition mit der Sonne. |
| - | 16. | 10 ^h morgens | Saturn in Konjunktion mit dem Monde. |
| - | 20. | 11 ^h morgens | Merkur in Konjunktion mit dem Monde. |
| - | 20. | 10 ^h abends | Venus in Konjunktion mit dem Monde. |

Kleine Mitteilungen

Die Folgen der Entwaldung durch die Kriegsführung. Die Bedeutung des Waldes für die Wasserhaltung der Gebirgsbäche und der Flüsse ist bekannt. Es ist ferner bekannt, wie sehr manche Wälder unter der Entwaldung gelitten haben, wie ganze Gegenden, die im Bereiche des Hochwassergebietes von Flüssen liegen, verödet sind, weil das Wurzelwerk der Wälder nicht mehr wie ehemals die Wässer, die durch Niederschläge auf sie herniedergegangen sind, zusammenhält und sie langsamer und regelmäßiger abfließen läßt. Von den Hochgebirgen stürzt nach ihrer Entwaldung die dünne Krume Boden, die sich durch die lange Vegetation auf dem Felsen angesammelt hat, mit jedem Gewitterregen zu Tal, und die Vegetation verschwindet völlig. Der schnelle Abfluß jedes Gewitterregens aber bringt auch jedesmal für viele Gegenden die Gefahr von Überschwemmungen mit sich. Hält man sich diese Tatsachen vor Augen und bemerkt zugleich, daß durch den Krieg ganze riesige Gebiete so gründlich entwaldet worden sind, wie das in Friedenszeiten nie geschehen ist, so wird sofort klar, welche ungeheuerlichen Folgen die Kriegsführung für große Gebiete Kulturland haben muß. Wird schon durch die Entwaldung und Niederholung des Holzes infolge des Krieges die Landschaft selbst in ihrem Charakter gänzlich verändert, so auch durch die Folgen, die sich erst später bemerkbar machen werden, wenn man versuchen wird, jene Gebiete der Agrikultur in irgendeiner Weise wieder nutzbar zu machen. Damit aber nicht genug. Viele dieser Gebiete werden der Versumpfung anheimfallen.

Nun ist ja die Meinung weitverbreitet, wir müßten die Moore und Sümpfe zur Speisung der Flüsse erhalten. Daß diese Meinung falsch ist, wird durch die neuen Untersuchungen klar, die der russische Forscher Oppokow angestellt und in einer Studie veröffentlicht hat. Seine Ausführungen stützen sich auf Untersuchungen und Messungen namentlich an russischen Strömen und Flüssen. Wenn die Moore günstig auf die Wasserführung der Flüsse wirkten und der jetzt so oft beobachtete niedrige Wasserstand der Flüsse durch die 1875 begonnene Trockenlegung der Moore im Gebiete des Dnjepr bewirkt wurde, so müßten wir von 1876 bis 1901 eine Abnahme des sommerlichen Wassers in den Flüssen finden. Nun weist Oppokow nach, daß der Abfluß wohl schwankt, aber nicht beständig abnimmt. Der größte Abfluß zur Zeit des Hoch- wie des Niedrigwassers war am Anfang der Periode, als die Trockenlegung eben begonnen hatte; aber da waren auch die Niederschläge am größten. Der Abfluß bei Niedrigwasser verminderte sich von 1888 bis 1892, stieg erheblich bis 1893/97 und nahm dann etwas ab. Die Bewegung ist ungefähr derjenigen der Sommerregen (Mai bis Oktober) gleichlaufend. Oppokow erwähnt dann ferner einen wichtigen Umstand, nämlich den, daß der Kreislauf des Wassers in einem Stromgebiet nicht am Ende eines hydrographischen Jahres endigt, daß er vom 1. November bis zum 31. Oktober rechnet, sondern daß sich Speicherung und Speisung der Flüsse durch den Niederschlag auf längere Perioden verteilen. Die Betrachtung wird dadurch erheblich schwieriger, denn man kann die Wassermengen nicht mehr so nachkontrollieren, wie das im Interesse exakter Forschung erwünscht wäre.

Wo Moore sich selbst überlassen werden, verbreiten sie sich, können also die Speisung der Flüsse nicht erheblich beeinflussen. Wälder versumpfen dabei und sterben ab. Im Walde aber muß zur guten Erhaltung des Bestandes das Wasser zirkulieren, nicht still stehen. Beide Dinge dürfen also miteinander nicht vermengt werden. Gegen die Erhaltung der Moore sprechen zudem auch wirtschaftliche Gründe. Je weiter sich ein Land entwickelt, desto teurer wird sowohl der Wald- wie auch der Kulturboden. Wirken aber die Moore selbst so günstig, wie man annimmt, so wäre es stets vorteilhafter, durch Kanäle und Staudämme die Flüsse zu regulieren. Denn der Wert des durch Moore entwässerten Bodens ist größer als die Kosten der genannten Arbeiten. Die Moore sammeln zwar Wasser an, halten es jedoch meist nur zurück und geben es für ihre eigene Existenz aus. Die hydrologische Rolle der Moore in der Speisung der Flüsse hängt noch von vielen andern Umständen ab: von der Bodengestaltung, dem geologischen Bau und dem Klima. Aber fast immer ist diese Rolle hemmend.

Für die Speisung der Flüsse sind die sandigen Böden in erster Linie wichtig, die Moore jedoch nachteilig. Die Moore verbrauchen namentlich in trockenen Jahren gewaltige Mengen Grundwasser und mindern die Speisung der Flüsse, gerade dann, da sie am notwendigsten ist. Im Frühling, wenn die Flüsse schon zu viel Wasser führen, verstärken die Moore den Zufluß, weil sie dann selbst mit Wasser gesättigt sind und für weiteres Wasser undurchlässig werden. Auch wirtschaftlichen Wert haben die Moore, wie wir sehen, nicht; sie sind zu allem Überfluß auch noch unhygienisch, namentlich in heißen Gegenden. Als Quellen der Speisung von Flüssen wirken sie nicht, sondern sind nur als Vermittler, und zwar sehr schlechte, anzusehen. In jedem Falle ist es also angezeigt, sie zu dränieren. Die Wälder wirken zwar auch auf die Speisung der Flüsse nicht nennenswert ein, sie entfalten aber gerade dann ihre Wirksamkeit, wenn es besonders nötig ist, also im Frühling, durch die vorübergehende Aufnahme des Niederschlagswassers im Waldboden und durch die wesentliche Verlangsamung des Abflusses. Sie halten ferner den Schnee im Frühling stark zurück und vermindern durch diese Verlangsamung der Zirkulation die Zerklüftung des Bodens ganz außerordentlich.

Aus diesen Feststellungen ergeben sich für diejenigen Länder, deren Gebiete durch die Kriegsführung in der bezeichneten Weise in Mitleidenschaft gezogen wurden, ganz bestimmte Aufgaben, deren Lösung von den geologischen Zentralbehörden schleunigst anzuregen und von den Ländern selbst in Angriff zu nehmen sind.

F. L.

Der Salzgehalt der Meere und seine Ursachen. Wenn die Meere ohne Strömungen wären, wenn kein Wind über sie dahinwehte, dann wäre in einiger Entfernung von den Küsten der Salzgehalt des Meerwassers überall auf der Erdoberfläche der gleiche. So aber bestehen Oberflächenströmungen, die durch Wind oder durch die Erhitzung des Wassers erzeugt werden, andere, die durch Abkühlung oder durch die Eisschmelze entstehen usw. Man muß demnach erwarten, daß auch der Salzgehalt an verschiedenen Stellen des Meeres sehr verschieden sein wird. Der überhaupt im Meere vorhandene Salzanteil bewegt sich zwischen 3,4 und 3,6%. In einzelnen besonderen Meeresbecken kommen natürlich sehr ab-

weichende Zahlen vor oder gar in abgeschlossenen Becken, die sich, durch besondere Umstände begünstigt, immer mehr mit Salz anreichern können. Solche Stellen gibt es mehrfach; es braucht nur an das Tote Meer oder den Karabugas-Busen des Kaspischen Meeres erinnert zu werden, wo ganz merkwürdige Verhältnisse obwalten. Wegen dieser Strömungen ist der Salzgehalt des Meeres von der Verdunstung und dem Niederschlag sehr abhängig. Am größten ist er unter den Passaten, geringer am Äquator und in den höheren Mittelbreiten.

Unabhängig von dieser Regel aber ist der Salzgehalt noch etwas größer im Atlantischen Ozean. Dort beträgt er im Mittel 3,54% gegen 3,49% im Pazifischen und 3,34% im Indischen Ozean. Das ist eigentlich bei einem so großen Meere recht beachtenswert. Allerdings ist der Atlantische Ozean mehr von großen Landmassen umgeben, über denen trocknere Winde wehen, als das beim Indischen oder gar beim Pazifischen Ozean der Fall ist, und daraus möchte man vielleicht schließen, daß der Salzreichtum größer sei. Aber dann müßte das bei allen Mittelmeeren in erhöhtem Maße so sein. Das trifft jedoch nicht zu, sondern die wirklichen Mittelmeere sind alle salzärmer als die offenen Meere, mit Ausnahme des romanischen Mittelmeeres und des Roten Meeres. Schon die Karte der Erdoberfläche läßt, wie Woeikoff in „Petermanns Mitteilungen“ ausführt, erkennen, daß das Hauptabflußgebiet der großen Kontinente der Atlantische Ozean ist, denn das indopazifische Becken ist überall dicht am Meeresrande von hohen Gebirgen umgeben, die die großen Flüsse und Ströme sich alle nach der anderen Seite hin entwickeln lassen. Der Atlantische Ozean dagegen ist überall von flachen Ländern umgeben, aus denen sich zahlreiche gewaltige Ströme in ihn ergießen. Diese Gewässer führen dem Wasser immerwährend viele Salze zu, die die Ströme aus den durchflossenen Gebieten entnehmen. Als weiteres Moment für die Vergrößerung des Salzgehaltes kommt aber noch die starke Verdunstung im Atlantischen Ozean hinzu. Die umgebenden Länder erhalten ihren Regen zum größten Teil aus dem Atlantik, liefern aber nicht alles Wasser dorthin zurück. Die z. B. in Europa vorherrschenden Westwinde tragen einen großen Teil des atlantischen Wassers in die abflußlosen Gebiete Osteuropas und Innerasiens, wo es nach dem Niederfall zur Erdoberfläche versickert und nicht zum gleichen Meere zurückkehrt. Der Indische und der Pazifische Ozean dagegen versorgen nicht so viel Festland mit Wasser, beide liegen auch vielmehr in den regenreichen Zonen und erleiden auch dadurch, daß das meiste Wasser, das sie infolge der Verdunstung verlieren, wieder zu ihnen zurückkehrt, durch die Verdunstung nicht so große Verluste. Der Salzgehalt wird also durch diesen Umstand nicht verringert.

Beachtenswert erscheint weiter der geringe Salzgehalt der Eismeeere. Da aus diesen Meeren immerwährend Wasser gefriert, möchte man annehmen, der Salzgehalt müßte höher sein, weil ja das Eis das Salz nicht mit aufnimmt. Andererseits kommen aber von den nordischen Ländern große Eismassen ins Meer, die schmelzen und infolgedessen süßes Wasser hineinbringen. Dadurch müßte der Salzgehalt verringert werden. Herbst und Winter müßten Vergrößerung des Salzgehaltes mit sich bringen, die anderen Jahreszeiten Verringerung. Vom Nordeismeer wird viel Eis in den Atlantik abgetrieben. Dadurch verliert es an salzarmem Wasser und müßte salzhaltiger werden. Nun ist aber die Schichtung zu bedenken. Die salzarmen Wässer bleiben wegen ihrer spezifischen Leichtigkeit an der Oberfläche, während die salzreichen in die Tiefe sinken. Eine Mischung dieser Schichten erfolgt nur schwer, weil die Wellenbewegung in den Eismeeeren gering ist. Beim Gefrieren des Meereswassers sinkt daher auch gleich der Salzüberschuß in die Tiefe, so daß auf die Dauer die Oberflächenschichten an Salz verarmen müssen. Die Verdunstung ist in jenen Gegenden ebenfalls gering, die Zufuhr an süßem Flußwasser reich; so sind alle Umstände gegeben, den Salzgehalt gering zu halten. Etwas komplizierter ist die Sache beim südlichen Eismeer dadurch, daß im Gebiete der Eisschmelze, also nördlich vom 60. Grad, salzarmes Wasser vorhanden sein muß, weiter südlich aber salzhaltiges, weil keine Flüsse dort einmünden.

Eine weitere interessante Frage tritt bei diesen Betrachtungen auf, nämlich die, ob die Meere nicht durch die ständigen Salzzuführungen von den Flüssen immer salzreicher werden. Zwar ist die Menge des Meereswassers ungeheuer groß; gegen sie verschwindet die Wassermasse der Flüsse, so gewaltig sie auch an sich schon ist. Aber wenn wir bedenken, daß Jahrtausende und Jahrhunderttausende lang die Flüsse ihre unermüdliche Arbeit vollbringen, die Gesteine auslaugen und Salzmassen in die Meere führen, so erkennt man, daß hierdurch erhebliche Änderungen im Salzgehalt selbst der gewaltigen Meere hervorgerufen werden können. Leider liegen genaue Messungen über diesen Umstand während längerer Zeitperioden nicht vor — und nur längere Zeiträume können maßgebend sein.

Man braucht aber trotz der ständigen Zufuhr von Salzen nicht anzunehmen, daß eine wesentliche Anreicherung des Meeres mit solchen Stoffen vor sich geht, denn andere Momente

wirken dem entgegen, so vor allem die Umwandlung der Salze durch die zahlreichen Meerestiere und -Pflanzen, die Kalkschalen bilden. Diese verarbeiten kohlen-sauren Kalk, der nach dem Ableben der Organismen zu Boden fällt und sich dort ablagert. Weiter tritt aber noch ein anderer Verlust auf, der erst ganz neuerdings seine Aufklärung gefunden hat. Bei Stürmen wird der Wellengischt der Wogenkämme entführt und weit fort über Land getragen. Dadurch werden große Massen Salze in die Atmosphäre über das Land gebracht und dort durch Regen, Schnee und andere Niederschläge zu Boden geschlagen. Ein Beispiel bietet die Chlorführung der Elbe aus Böhmen her. Dort kommt dieser Stoff in den Gesteinen gar nicht vor und kann infolgedessen auch nicht aus diesen stammen. Er ist auf die geschilderte Weise vom Meere her befördert und wird durch das fließende Wasser dem Meere wieder zugeführt. Auch die abflußlosen Salzseen sind so entstanden, wenn sie nicht in Gegenden liegen, wo Steinsalz oder Salzquellen liegen.

F. L.

Berg- und Luftschifferkrankheit. Luftschiffer, namentlich Flugmaschinenpiloten, begeben sich meist in sehr kurzer Zeit, in 15 bis 20 Minuten, in sehr große Höhen und kommen gewöhnlich noch schneller herunter. Sie erleiden also in kurzer Zeit große Wechsel des Luftdruckes, so daß ihnen nicht die geringste Zeit bleibt, sich an die veränderten Verhältnisse zu gewöhnen. Es ist daher kein Wunder, daß sich bei ihnen oft ausgeprägte Symptome der „Bergkrankheit“ finden. (R. Cruchet et R. Moulinier, Le mal des aviateurs. Journal de Physiologie XIII, 387.) Die Bergkrankheit oder in diesem Falle die Luftschifferkrankheit setzt die Leistungsfähigkeit gerade dann stark herab, wenn an die Spannkraft der Nerven sehr erhöhte Anforderungen gestellt werden. Es ist daher kein Wunder, daß die Nerven der Flieger in wenigen Jahren verbraucht sind.

In diesem Zusammenhange sind die Mitteilungen von großem Interesse, die V. Ducceschi über seine Andenbesteigung im Jahre 1910 machte. In einer Höhe von 4000 bis 5000 m liegen dort große fast ausschließlich von Bergwerksarbeitern bewohnte Ansiedelungen. Dort ist die Bergkrankheit schon seit den ältesten Zeiten bekannt; ihr Name „Puna“ ist indianischen Ursprungs. Die Anden erheben sich hier bis zu 7120 m Höhe (Aconcagua); die Schneegrenze liegt erst bei 5000 m Höhe. Alle Personen, die heraufkommen, leiden stark an den typischen Erscheinungen der „Bergkrankheit“, wie sie Haldane, Douglas, Henderson und Schneider aus Anlaß ihrer Besteigungen des Pike's Peak beschrieben haben (Proc. of the Roy. Soc. 1912, Jan. 18). In den ersten Tagen sind Lippen und Gesicht blau, Übelkeit, Kopfweh, periodisches Atmen sind ausgeprägt. Schon nach kleiner körperlicher Anstrengung oder auch nur nach kurzem Anhalten des Atems ist starke Atemnot da. Nach zwei bis drei Tagen zeigen sich aber bereits deutliche Anzeichen der Akklimatisation. Nach und nach verschwinden in der Ruhe alle diese Erscheinungen, die sämtlich durch den verminderten Sauerstoffgehalt der Atmosphäre erklärlich sind, mit Ausnahme der Atemnot nach körperlicher Anstrengung und Atemanhalten. Periodisches Atmen ist dann selten, blaue Farbe des Gesichts zeigt sich nur nach starker Anstrengung, wie Bergsteigen.

Ducceschi fand in den Anden nach der ersten Woche das Eintreten guter Akklimatisation. Die Europäer gewöhnen sich allerdings nie so ein wie die Eingeborenen oder auch die jahrelang dort lebenden Bergleute. Diese fühlen subjektiv absolut keine Beschwerden mehr. Nichtsdestoweniger sinkt nach Mitteilung der Mineningenieurde die Nutzarbeit der menschlichen Maschine in 5000 m Höhe auf 30%!

Auch die Tiere leiden sehr stark, Maultiere viel stärker als Menschen, an der Puna. In einer Höhe von 4500 m sind die Wege beiderseits von Gerippen eingegangener Maultiere besät. Schwere Atmung und Blutungen aus der Nase und den Schleimhäuten sind die sichtbare Todesursache. Aber auch die Tiere gewöhnen sich schließlich ein und können später zu schweren Arbeiten benutzt werden.

F. L.

Die heißeste Gegend der Erde. Wie die geographischen Pole nicht die kältesten Stellen der Erdoberfläche sind, so ist auch der Äquator nicht diejenige Gegend, wo die höchsten Temperaturen herrschen. Denn außer den rein geographischen Bedingungen sind für die klimatischen Verhältnisse noch andre maßgebend, die die größte Mannigfaltigkeit aufweisen. Über den heißesten Ort liegen meteorologische Messungen vor. Man wähnt jedenfalls von diesem Orte, daß er der heißeste sei, ohne jedoch sagen zu können, ob es auf der Erde nicht irgendwo Stellen gibt, die noch heißer sind. Der in diesem Sinne heißeste Ort liegt im Südosten Kaliforniens in einer der dortigen Senkungen, die unter das Meeresniveau hinabreichen, und zwar in der Gegend des ehe-

maligen längst ausgetrockneten Salton-Sees, etwa 120 km von der Küste des Pazifischen Ozeans entfernt und unter $33\frac{1}{2}^{\circ}$ nördlicher Breite, in gleicher Entfernung vom Äquator wie Bagdad. Gemessen wurde die Lufttemperatur auf der meteorologischen Station Greenland Ranch im „Tal des Todes“ am Furnace Creek. Die Stelle liegt 54 m tiefer als der Meeresspiegel. Die Verdunstung ist dort ganz ungeheuerlich stark, und zur Erhaltung der Pflanzen ist eine sehr reichliche Bewässerung erforderlich. Es steht außer Zweifel, daß die Lufttemperatur auf der Talsohle noch höher ist als auf der meteorologischen Station. Das Jahresmittel der Lufttemperatur beträgt auf dieser nach den Feststellungen der Jahre 1911 bis 1914: 25° , für den Juli jedoch $37,1^{\circ}$, den August $36,9^{\circ}$, für den heißesten Juli, der im Jahre 1914 eintrat, $38,7^{\circ}$, die heißeste Temperatur wurde Juli 1914 gemessen und betrug $56,7^{\circ}$. Was diese Temperatur bedeutet, kann jeder erfahren, der in Wasser dieser Temperatur hineinfällt. Jedenfalls ist die genannte Temperatur das höchste bisher beglaubigte Maximum. — Von Mai 1911 bis September 1914 fiel die mittlere Tageshöchsttemperatur nie unter $37,8^{\circ}$. Andererseits zeigen sich hier auch große Kältegrade. Der kälteste Januar (1913) zeigte eine Mitteltemperatur von $-7,7^{\circ}$, und das kälteste Tagesmittel trat am 9. Januar 1914 mit $-9,4^{\circ}$ ein. Dort zeigt sich also eine Jahresschwankung in der Temperatur von nicht weniger als 66° . Das bedeutet für den Menschen wie für die ganze Lebewelt natürlich eine ganz gewaltige Anpassung. Diese Abnormität hat daher auch großes wissenschaftliches Interesse. —

Wie erklärt sich diese riesige Temperatur im Sommer? Die Sonnenstrahlung allein bedingt sie nicht, sondern es tritt noch eine sogenannte dynamische Ursache hinzu. Die schon auf den hohen Bergen der Nevada und auf dem Bergplateau durch die Sonnenstrahlung sehr stark erwärmte Luft sinkt in das Tal hinab, und erwärmt sich dabei, wie alle absinkenden Luftmassen, also „dynamisch“, weil sie ihre Ausdehnung unter dem höchsten Druck verringern und daher ihren Wärmeinhalt auf einem kleinen Raum verteilen muß, d. h. eben größere Temperatur erlangt. Im Tale aber stagniert sie und erfährt durch den Erdboden des Wüstenbeckens eine weitere Erhitzung. Diese Umstände bringen die gewaltige Temperatur zustande, die auf der Erde sonst unseres bisherigen Wissens ihresgleichen nicht hat.

F. L.

Die Zyklone in der Teetasse. Auf ein sehr lehrreiches Beispiel aus dem Alltagsleben für einen nicht ohne weiteres einzusehenden meteorologischen Vorgang macht W. Köppen, der vor kurzem sein 50. Lebensjahr vollendete, in der „Meteorologischen Zeitschrift“ aufmerksam. Versetzt man den Inhalt einer Teetasse, in dem sich einige Teeblättchen befinden, mit einem Löffel durch Umrühren in eine wirbelnde Drehung, so bemerkt man, daß die Teeblättchen in der Mitte der Tasse am Boden liegen bleiben. Das kommt daher, weil bei der Umdrehung unten am Wirbel Flüssigkeit einströmt, die die Blättchen nicht aus der Mitte hinausgelangen läßt. Der Vorgang ist genau derselbe, wie wenn an irgend einer Stelle auf der Erde sich der Luftdruck vermindert. Auch dann strömt unten an dieser Stelle von allen Seiten die Luft herzu und strömt wirbelartig herein.

Der Vorgang in der Teetasse scheint im Widerspruch zu stehen mit einer andern bekannten Tatsache, nämlich der, daß die wirbelnde Flüssigkeit wegen der Fliehkraft nach außen streben und die Teeblättchen mitnehmen müßte, so daß sich diese in der Tasse zerstreuen und am Rande wirbeln müßten. Auch das kann man erreichen, wenn man nämlich nicht die Flüssigkeit in der Tasse wirbeln läßt, sondern die ganze Tasse in Umdrehung versetzt und die Flüssigkeit und die darin schwimmenden Blättchen mit ihr. Führt man die Tasse z. B. durch Anlegen des Fingers an den Henkel nur leicht im Kreise herum, so verteilt sich der Blätterhaufen sofort wieder, weil nunmehr die unterste Flüssigkeitsschicht zuerst in Bewegung versetzt wird. Deren Fliehkraft ruft eine absteigende und im unteren Teile ausströmende Bewegung hervor.

Die Reibung der Flüssigkeit an dem Grunde der Tasse spielt also eine bestimmende Rolle. In der Tat ist die Reibung der Luft an der Erdoberfläche die Ursache der einströmenden Bewegung in der untersten Schicht der Zyklonen. Es ist klar, daß sich im Innern eines solchen Zyklonwirbels die Luft im Aufsteigen befinden muß, weil ja sonst ein weiteres Zuströmen von Luft unten nicht stattfinden kann.

F. L.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Bezugspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., $\frac{1}{2}$ Seite 45.—, $\frac{1}{4}$ Seite 25.—, $\frac{1}{8}$ Seite 15.—, $\frac{1}{16}$ Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW

INHALT

<p>1. Gesetzmäßigkeiten bei den letzten großen italienischen Erdbeben und bei anderen neueren Erdkatastrophen. Von Wilhelm Krebs (Holsteinische Wetter- und Sonnen-Warte Schnelsen) 113</p> <p>2. In welcher Tiefe ist das Erdinnere plastisch? Von V. Franz 120</p> <p>3. Der gestirnte Himmel im Monat September 1917. (Beziehungen zwischen Radialgeschwindigkeit und</p>	<p>Größenklasse der helleren Sterne). Von Dr. F. S. Archenhold 121</p> <p>4. Kleine Mitteilungen: Die Begrenzung der Nordlichter. — Die atmosphärischen Wirbel als Kreisel. — Die Eiszeit und die Klimaänderungen in Nordostafrika. — Stein-, Schutt- und Schlammströme. — Die Ursache der Lichtempfindlichkeit des Selens . . . 124</p> <p>5. Bücherschau: Schurig-Götz, Tabulae Caelestes — Bei der Schriftleitung eingegangene Bücher. . . . 128</p>
--	---

Nachdruck ohne Genehmigung der Schriftleitung verboten. — Auszüge nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Gesetzmäßigkeiten bei den letzten großen italienischen Erdbeben und bei anderen neueren Erdkatastrophen.

Von Wilhelm Krebs (Holsteinische Wetter- und Sonnen-Warte Schnelsen).

Meine Darlegungen in Heft 13/14 des Weltall 1915 über die italienische Erdbebenkatastrophe haben einige schwerwiegende und bedeutungsvolle Bestätigungen erhalten. Zunächst geschah das durch die tatsächliche Weiterentwicklung der Nacherscheinungen in der angegebenen Richtung.

In der nachfolgenden tabellarischen Übersicht (Tabelle 1) sind aus den Bollettini der römischen Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik die täglichen Zahlen der Nachbeben zusammengestellt mit den sonstigen Erdbebenberichten dieser Bollettini und mit den in den Tageszeitungen gemeldeten sonstigen größeren Erdkatastrophen besonders in Europa.

Tabelle 1.

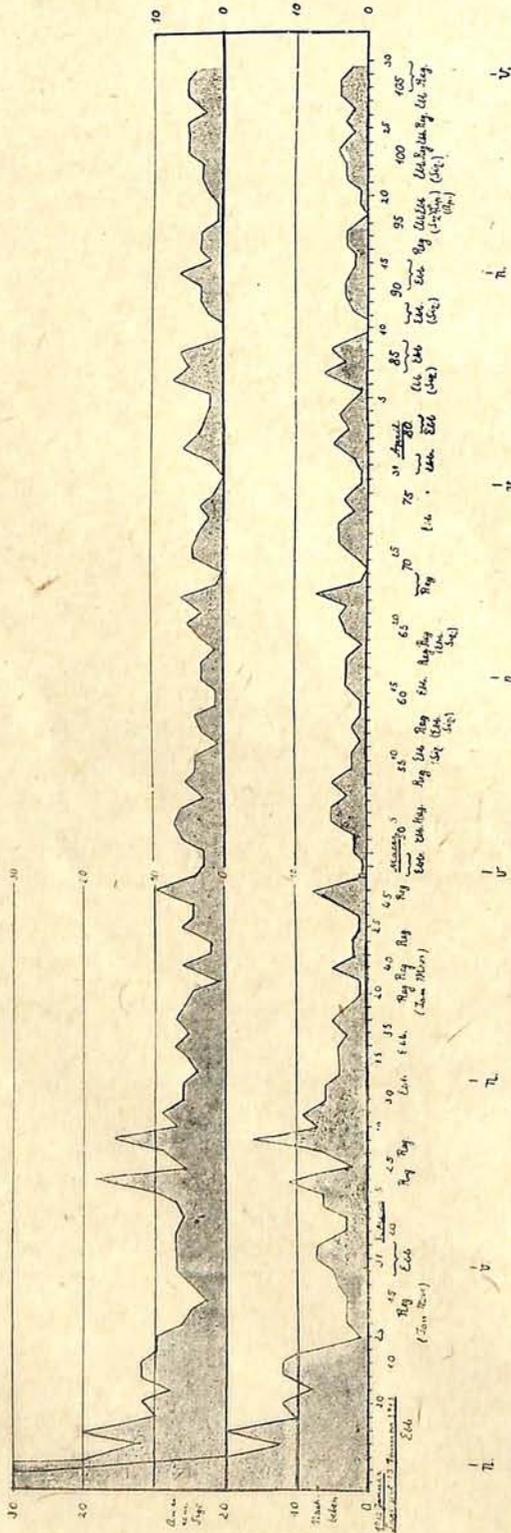
Gleichzeitige Erdstöße- und Fernbeben-Registrierungen mit genauen Zeit- und Stärke-Angaben.

	Rocca di Papa	Rom	
Januar 13/14	ca. 100	ca. 100	
" 14/15	50	50	(Fühlbar 14. 5 ^h 55 p Rom, Rocca di Papa, 14. 6 ^h 20 p Rocca di Papa).
" 15/16	20	20	
" 16/17	12	12	
" 17/18	20	20	
" 18/19	10	10	(Fühlbar 18. 11a und 3p Rom) Erdbeben VI San Angelo bei Caserta 18. 6 ^{1/4} p, Calabria citeriore 18. 6 ^h 8 p. südl. Schwarzwald 10 ^h 30 p, westliche und nördliche Schweiz gegen Mitternacht.
" 19/20	12	12	
" 20/21	8	8	
" 21/22	12	12	(Erdbeben III—IV Rom 21. 1 ^{1/2} p, registriert an allen italienischen Stationen).
" 22/23	12	12	(Erdbeben III Rom 22. 9 ^{1/4} p).
" 23/24	10	10	(Erdbeben IV Rocca di Papa 23. 5 ^{1/2} u 5 ^{3/4} p, Erdbeben III 23. 9 ^{1/2} a Rom).
" 24/25	10	1	(Erdbeben III Rocca di Papa 7 ^{3/4} a).
" 25/26	6	2	Erddonner und Erdbeben zu Dortmund 25. 8 ^h 17 p, Kabel nach Haiti und Portorico gestört.
" 26/27	5	3	Fernbeben, registriert an allen Stationen Italiens und sonst in Europa (Jonisches Meer) 27. 2 ^{1/4} a.
" 27/28	3	3	Flutwelle bei Jsle de Yeu.
" 28/29	4	5	
" 29/30	7	5	
" 30/31	6	6	Erdbeben bei Giano nahe Perugia 30 8 ^{3/4} p, Mileto 31. 7 ^{3/4} a.
" 31/1	7	6	Erdbeben bei Giano 31. 9 p und 1. 5 ^{1/2} a. Ortsbeben, registriert zu Catania und Mineo auf Sizilien 31 5 ³⁰ p.

		Rocca di Papa	Rom	
Februar	1/2	ca. 7	ca. 3	Erdbeben im westlichen Yorkshire, Rutschungen in den Steinkohlenzechen der Denby- und Cadeby-Gesellschaft.
"	2/3	" 6	" 2	
"	3/4	" 7	" 7	
"	4/5	" 10	" 6	Erdbeben bei Spoleto und Rovigno 5. 0 ¹ / ₂ a und 1 ¹ / ₄ a.
"	5/6	" 18	" 11	Erdbeben bei Spoleto und Rovigno 5. 6 ³ / ₄ p und 7 ³ / ₄ p.
"	6/7	" 6	" 2	Fernbeben, registriert an italienischen Stationen 6. 11 ¹ / ₄ p.
"	7/8	" 9	" 6	
"	8/9	" 16	" 16	Fernbeben, registriert an italienischen Stationen 8. 12 ^h 50 p.
"	9/10	" 7	" 7	
"	10/11	" 10	" 10	Erdbeben bei Mileto 4 ^h 25 a, bei Isernia III 6 ^h 15 a.
"	11/12	" 6	" 6	
"	12/13	" 6	" 6	Erdbeben III bei Isernia 13. 6 ^h 50 a, II bei Cammara (Perugia) 13. 7 ^h 30 a
"	13/14	" 4	" 4	Erdbeben II bei Cammara (Perugia) 14. 4 ^h 55 a.
"	14/15	" 5	" 4	Erdbeben IV Monterondo bei Arezzo 14. 8 ^h 15 a, Erdbeben 15 0 ^h und 6 ^h 45 Regio Reatina (Hoch-Abruzzen).
"	15/16	" 7	" 4	Erdbeben bei Sora und Montecassino 15. 2 ^h 15 p.
"	16/17	" 5	" 3	Erdbeben IV bei Messina 16 9 ^h 55 p.
"	17/18	" 7	" 5	
"	18/19	" 6	" 3	
"	19/20	" 5	" 1	Fernbeben, registriert in Tarent und Locca 20. 9 ^h 15 a.
"	20/21	" 1	" 2	
"	21/22	" 6	" 5	Nahbeben, registriert in Tarent und Benevent 21. 1 ^h 15 p, Fernbeben, registriert 21. 4 ^h 15 p.
"	22/23	" 2	" 2	
"	23/24	" 2	" 2	
"	24/25	" 6	" 1	Fernbeben registriert 24. 10 p, Lawnenstürze bei Grenoble.
"	25/26	" 5	" 1	
"	26/27	" 5	" 4	
"	27/28	" 10	" 7	Erdbeben, fühlbar zu Sora und Montecassino 27. 8 ^h 37 p. Ebenda, mit Stärke IV am 28. 0 ^h 23 a.
"	28/1	" 4	" 1	Fernbeben, registriert am 28. 1 ^h 45 p. Erdbeben IV Rocca di Papa und Frascati 28. 8 ^h 15 p, VII Sora 28. 11 ^h p, IV Poggihorsi bei Siena 1. 5 ^h a.
März	1/2	" 3	" 1	Erdbeben Citta di Castello 1. 10 ^h 30 a.
"	2/3	" 3	" 2	Erdbeben V Fivizzano bei Massa 2. 10 ^h 30 a.
"	3/4	" 6	" 2	
"	4/5	" 7	" 5	Erdbeben bei Forli 4. 8 p, registriert in ganz Europa, bei Nenantola (Modena) 4. 10 p.
"	5/6	" 6	" 5	Fernbeben, registriert 6. 6 ^h a, Gruben-Explosion bei Leyland (Virginia).
"	6/7	" 3	" 3	Gruben-Explosion zu Cabeza del Buey bei Badajoz.
"	7/8	" 6	" 5	
"	8/9	" 4	" 2	Fernbeben, registriert am 8. 1 ^h p und 4 ^h 45 p.
"	9/10	" 4	" 2	
"	10/11	" 1	" 1	Erdbeben II zu Messina 10. 5 ^h 45 p, IV ebenda 10. 9 ^h p.
"	11/12	" 3	" 2	Erdbeben zu Acireale (Ostsizilien) 12. 3 ^h 15 a.
"	12/13	" 4	" 1	Fernbeben, registriert zu Moncalieri und Tarent 12. 4 ^h 15 p.
"	13/14	" 1	" 1	
"	14/15	" 1	" 3	
"	15/16	" 3	" 3	Erdbeben IV bei Foligno 15. 12 ^h 24 p, III ebenda 15. 1 ^h 5 p, IV bei Latisano (Undine) 11 ^h 15 p.
"	16/17	" 3	" 3	
"	17/18	" 1	" 1	Ortsbeben, registriert zu Catania 17. 12 ^h 45 p, Fernbeben, registriert 17. 8 p. Vulkan Merapi (Sumatra) tätig vom 18. an.
"	18/19	" 3	" 3	Erdstöße empfunden im Liris-Gebiet 18. um 11 ^h 38 a, 12 ^h 12 p, 12 ^h 15 p. Fernbeben, registriert 18. 10 ^h 15 p, Erdbeben III in Messina 19. 4 ^h 45 a.

		Rocca di Papa	Rom	
März	19/20	ca. 5	ca. 4	
"	20/21	" 3	" 3	
"	21/22	" 6	" 7	
"	22/23	" 1	" 1	Ortsbeben, registriert zu Catania 22. 11 ^h 30a, Erdbeben III zu Messina 23. 4 ^h 45a.
"	23/24	" 0	" 0	Nahbeben, registriert zu Catania 23. 1 ^h 15p, Erdstöße am Osthange des Ätna 23. 5 ^h 30p.
"	24/25	" 4	" 2	
"	25/26	" 4	" 4	Erdbeben IV Montalcino bei Siena 25 12 ^h 45p. III bei Perugia 26. 5 ^h 20a.
"	26/27	" 3	" 4	Erdbeben IV bei Perugia am 27. 0 ^h 36a, 1 ^h 40a 5 ^h 15a, das erste registriert an italienischen Erdbebenwarten.
"	27/28	" 2	" 2	Erdbeben in Umbrien 27. 9 ^h 35a und 10 ^h 10a, das erste registriert in Rom.
"	28/29	" 3	" 3	Erdbeben in Isernia bei Campobasto 28. 10 ^h 45p, in Cammara bei Perugia 29. 8 ^h a.
"	29/30	" 1	" 1	
"	30/31	" 0	" 1	Schiffskollisionen in Themsemündung. Humber, Glasgow, Liverpool. Schwere See bei Shields.
"	31/1	" 2	" 2	Erdbeben V in Giano bei Perugia 31. 2 ^h 30p, in San Pomenica bei Caserta 1. 1 ^h 45a und 2 ^h 45a.
April	1/2	" 6	" 5	Erdbeben in San Pomenica bei Caserta 1 9 ^h 30p.
"	2/3	" 4	" 3	Erdbeben II in Foligno 3. 8 ^h 15a.
"	3/4	" 3	" 4	Erdbeben III in Foligno 3. 5 ^h 15p, in Cittaducale 3./4. 12 ^h Mitternacht, II—III in Frascati 4. 9 ^h 30a
"	4/5	" 2	" 2	Erdbeben IV in Messina 4. 4 ^h 20p, in Cittaducale und Umgegend 5. 7 ^h 19a.
"	5/6	" 2	" 1	Erdbeben III in Montecassino 6. 12 ^h 23a, Registrierung zu Moncalieri 6. 7 ^h 20a.
"	6/7	" 7	" 6	Erdbeben III—V in Foligno 6. 10 ^h 5p bis 7 5 ^h 58a. Poggio San Lorenzo 7. 4 ^h 51, registriert an italienischen Stationen, bei Pedara 6. 1 ^h 45p, 6 ^h 15p, III—IV bei Montecassino 6. 10 ^h 20p.
"	7/8	" 5	" 3	Erdbeben bei Foligno 8. 8 ^h 45a.
"	8/9	" 6	" 5	Erdbeben bei Foligno 8 10 ^h 45a, 4 ^h 55p, in Massica 9 12 ^h 47a, in San Domenico 9. 8 ^h 45a.
"	9/10	" 0	" 0	Erdrutsch am Panamakanal 9. Schiffskollisionen bei Grimsby, Shields, Bull Point, North Sidney (Nova Scotia) und Hampton Roads (U. S. Amerika).
"	10/11	" 0	" 0	
"	11/12	" 2	" 2	Erdbeben in Pedara (Ätnagebiet) 11. 6 ^h 15p, in Scilichenti bei Acireale 12. 9 ^h 15a.
"	12/13	" 3	" 3	Erdbeben III in Foligno 13. 1 ^h 3a, 1 ^h 55a, in Reat no 7 ^h 0a.
"	13/14	" 3	" 3	
"	14/15	" 6	" 2	Erdbeben in Reatino 14. 1 ^h 30p.
"	15/16	" 2	" 2	Erdbeben in Foligno IV 15. 11 ^h 30a, V 15 1 ^h 30a.
"	16/17	" 3	" 3	Fernbeben, registriert 16. 3 ^h 20p, Ortsbeben, registriert in Rom 16. 4 ^h 24p.
"	17/18	" 3	" 3	
"	18/19	" 1	" 0	Erdbeben in Mittelsizilien 18 9 ^h 15p, Nahbeben an ostsizilischen Stationen, registriert 18. 9 ^h 15p, 9 ^h 20p, 9 ^h 55p. Erdbeben in Lipari 19. 5 ^h 15a.
"	19/20	" 1	" 1	Erdbeben in Aquila 19. 8 ^h 0p.
"	20/21	" 2	" 1	Erdbeben in Piscina bei Aquila 21. 9 ^h 15a.
"	21/22	" 3	" 3	
"	22/23	" 3	" 3	Erdbeben in Messina 22. 10 ^h 0a.
"	23/24	" 5	" 4	Fernbeben, registriert 23. 4 ^h 45p, Erdbeben VI in Foligno 24. 7 ^h 45a.
"	24/25	" 5	" 2	Fernbeben, registriert 25. 1 ^h 15a.

		Rocca di Papa	Rom	
April	25/26	ca. 5	ca. 3	
"	26/27	3	"	Erdbeben IV in Sora 27. 3 ^h 5a.
"	27/28	5	"	Erdbeben Foligno 28. 3 ^h 30a, Fernbeben, registriert 28. 4 ^h 45a.
"	28/29	5	"	Erdbeben in den Marche 29. 3 ^h 30a.
"	29/30	4	"	Fernbeben, registriert 29. 8 ^h 30p, 30. 3 ^h 0a.



Die Nachbeben des Erdbebens von Avezzano (1915 Januar 13.)

nach den Aufzeichnungen der Bollettini meteorici für Rocca di Papa und Rom.
 Auf den Ordinaten die Zahl der Nachbeben an einem Tage. Auf den Abscissen Tageszahlen seit 1. bzw. 13. Januar.

Im Gegensatz zu den gefühlten Erdbeben (Ebb.) ist mit dem Auftreten dieser registrierten Katastrophen auf der römischen Kurve der Nachbeben in allen sechs Fällen, auf der albanischen (Rocca di Papa) in den fünf ersten eine überaus auffallende Minderung der Nachbeben zu bemerken. Diese weist deutlich auf ein Korrespondanz-Verhältnis des neuen Herdgebietes in Mittelitalien mit dem im vulkanischen Grunde der jonischen Tiefsee hin. Diese Korrespondanz ist nicht gleichgerichtet, sondern gegensätzlich.

V. = Vollmond, N. = Neumond.

Einflüsse dieser Mondstellungen auf die Nachbebenzahl sind nicht erkennbar, außer höchstens, daß eine geringe Zunahme zwischen Voll- und Neumond merkbar erscheint.

Ebb. = Erdbeben. Reg. = Registrierung. Jon. Meer = Jonisches Meer. Siz. = Sizilien. Lip. = Lipari. Aq. = Aquila. N. = Neumond. V. = Vollmond.

Die Auszählung der Nachbeben ist für die beiden Stationen, Rom selbst und das albanische Rocca di Papa, vorgenommen. Auch von Rom ist sie mit aller Schärfe für den Zeitraum von 9 h 30 a. M. E. Z. bis 9 h 30 a. durchgeführt. Der nun mögliche, ganz genaue Vergleich läßt zunächst die nahezu völlige Übereinstimmung in der täglichen Häufigkeit der Nachbeben an beiden Stationen erkennen. Qualitativ analysiert (nach der Richtung des Schwankens von Tag zu Tag), beträgt diese Übereinstimmung 81 Prozent.¹⁾ Tatsächlich fallen auch die Zeiten einer Mehrzahl der Nachbeben an beiden Stationen auf die Minute zusammen. An der Gleichartigkeit des Ursprungs der beiderlei Nachbeben ist demnach kein Zweifel.

Der erste große Nachlaß am Januar 27 tritt übereinstimmend an beiden Reihen entgegen, bei der von Rocca di Papa noch genauer als bei Rom auf diesen Tag. Daß bei Rom schon am 24./25. die Registrierung auf 1 Fernbeben herabging, liegt möglicherweise an einer versehentlichen Auslassung im Bollettino von Januar 25, in dem nur erwähnt ist, daß eine Registrierung in Rom genau mit einer der 10 von Rocca zusammenfiel, aber nicht, daß sie wirklich die einzige war. Doch auch dieser verfrühte Nachlaß würde, wenn er zu Recht besteht, nur um einen vollen Tag dem am 26./27. Januar registrierten Fernbeben vorausgehen, zu dem er von mir in Beziehung gesetzt ist (Weltall Jg. 15, S. 164).

Als Herd dieses Erdbebens hatte ich aus theoretischen Überlegungen heraus den Grund der Jonischen Tiefsee vermutet. In dieser Vermutung war ich bereits durch Erdbeben-Nachrichten bestätigt worden, die aus dem Bollettino vom 27. Januar und aus brieflichen Mitteilungen des Leiters der Erdbebenwarte in Laibach, Professor A. B e l a r, zu entnehmen waren. Eine neue Bestätigung brachte der Direktor der Ätnawarte und der Sternwarte zu Catania, Professor A. R i c c o, im Februar-Bollettino der naturwissenschaftlichen Akademie zu Catania. Er stellte die Abstände zusammen, die aus den Seismogrammen Catantias, Mineos und anderen italienischen Stationen, sowie Wiens, berechnet sind. Diese Herdabstände betragen

von Catania	400 km,
„ Mineo	500 „
„ anderen italienischen Stationen	300—400 „
„ Wien	1400 „

„Mit einem sehr einfachen graphischen Entwurf auf einer geographischen Karte ergibt sich der Ort des Epizentrums inmitten des Jonischen Meeres, zwischen Malta und Kreta.“

Ich selbst habe den Abstand von Laibach, 1200 km, noch hinzugenommen und finde mit ihm die Position 36° N. 19° E., ohne ihn, mit den von R i c c o berichteten Abständen allein, 36° N. $18\frac{1}{2}^{\circ}$ E. Daraus ergibt sich als Position 36°

¹⁾ Wilhelm Krebs: Analytischer Vergleich verwandter Beobachtungsreihen, mit besonderer Berücksichtigung der barometrischen Ausgleichsbewegungen.

„Verhandlungen deutscher Naturforscher und Ärzte“ zu Dresden 1907. Leipzig 1908, S. 192—193.

„Verhandlungen der deutschen Physikalischen Gesellschaft“. Braunschweig 1907, S. 569—570.

Vgl. auch „Verhandlungen deutscher Naturforscher und Ärzte“ zu Lübeck 1895 (Abt. Hygiene).

W. Krebs: Hochwasser, Grundwasserstau und Gesundheitsverhältnisse in europäischen Großstädten (erste Anwendung der Analyse in diesem Vortrage vom September 1895 zu Lübeck, der aber auch schon am 9. April 1895 in Dresden gehalten war), ferner dieselben „Verhandlungen“ zu Meran 1905. Leipzig 1906 (Abteilungen für Geographie und Geophysik), „Symon's Meteorological Magazine“ Bd. 42, Heft 484, „Das Weltall“ Bd. VI, Heft 3.

nördl. Breite, 19° östlicher Länge $\pm 30'$. Dieser Ort liegt tatsächlich auch nur $\frac{1}{2}$ Längengrad östlich von der Stelle, an der die Karten des Mittelmeeres die größte Tiefe des Jonischen Kessels, mit 4068 m nach Andree's Handatlas, angeben.

Dort soll nach Schiffsberichten am 17. oder, wie ich vermute, an dem durch andere Erdkatastrophen desselben Gebiets bemerkenswerten 27. August 1886, sogar einer der rätselhaften Flammenausbrüche aus der Tiefsee stattgefunden haben.

Jedenfalls ist die sehr rege vulkanische Tätigkeit dieses Grundes durch die Erfahrungen an dem zwischen Malta und Zante gelegten Kabel in den ersten Monaten nach dem Erdbeben von Messina erwiesen. Wiederholt fanden damals Kabelbrüche statt. Die an ihrer Beseitigung arbeitenden Kabeldampfer entdeckten Senkungen des Meeresgrundes bis 370 m und gelegentlich auch ungewöhnliche Erhitzung des Meerwassers.

An dem Auftreten des Erdbebens vom 27. Januar 1915 vornehmlich in diesem vulkanischen Meeresgebiete bleibt also kaum ein Zweifel. Der gleichzeitige Nachlaß der Nachbeben in der Nähe des mittelitalienischen Erdbebengebietes verbürgte sichtbar die Entlastung dieses Herdgebietes, die ich aus theoretischen Gründen nach der Mittellinie einer anderen, jenes Meergebiet von Ostnordost nach Westsüdwest durchziehenden vulkanischen Zone der Erde hin erwartet hatte. Dieser willkommene Zusammenhang wurde von mir schon am 11. März 1915, zur Beruhigung etwa weitergreifender Besorgnisse, brieflich der Zentralanstalt in Rom mitgeteilt und von ihrem Direktor Palazzo, einem treu bewährten Freunde deutscher Wissenschaft, mit besonderem Danke quittiert. In der Folge hat jener Zusammenhang noch in mehr als einer Beziehung Bestärkung erfahren.

Am gleichen Tage, dem 27. Januar 1915, ereignete sich an der französischen Küste des Nordatlantik eine Meereskatastrophe, die 6 deutsche Gefangene durch den Tod befreite. Es war eine Flutwelle, die den Strand der Insel Yeu überflutete. Um 5 bis 6 Tage vor der Springezeit und bei ruhigem Wetter eingetreten, konnte sie nicht wohl anders als durch vulkanische Vorgänge in einem der Herdgebiete des Nordatlantik erklärt werden.

Auf der anderen Seite des Nordatlantik ging um dieselbe Zeit, 300 Seemeilen vom Kap Henry, an der virginischen Küste, der italienische Dampfer „A. Parodi“ mit 27 Mann seiner Besatzung unter. Leider fehlen aus dieser Zeit des Krieges die sonst in Tageszeitungen Hamburgs und in Berichten der Klassifikations-Institute veröffentlichten Schiffsunfälle, um diese rätselhaften Vorgänge weiterhin zu kontrollieren.

Bis zum 28. Februar 1915 konnten, gemeinsam für Rom und Rocca, noch drei solche Nachlässe der Nachbeben von der Abruzzenkatastrophe festgestellt werden, um den 7., den 20. und den 25. Februar. Für Rom brachten sie sogar, mit Unterbrechungen, ein stufenförmiges Absinken der Häufigkeit jener Nachbeben. Jeder dieser Nachlässe fiel zusammen mit der Registrierung eines Fernbebens, am 6. und 8., 20. und 24. Februar, von denen jedenfalls eines vorzugsweise die Erdbebenmesser der am Jonischen Meere gelegenen Station Tarent in Bewegung setzte.

Im März traten die stärksten solcher gemeinsamen Nachlässe ein um den 1., vom 8. bis 14., 17., 22. bis 24., 30., im April vom 4. bis 6., 9. bis 12. und am 18. Von diesen 8 Nachlässen waren die drei ersten wieder von registrierten Fernbeben begleitet. Von den

fünf übrigen entsprachen drei auffallend genug einer Bodenerschütterung auf Sizilien, um auf das Jonische Herdgebiet hinzuweisen, das schon bei den meisten vorhergehenden Fernbeben zum mindesten mitbeteiligt erschien. Unbesetzt von solchen Nebenerscheinungen blieben nur die Nachlässe um den 30. März und vom 9. bis 12. April 1915. Ich könnte mich mit dem Ergebnis begnügen, daß von zusammen 12 Nachlässen nur zwei nicht also noch nicht 17%, dem vermuteten inneren Zusammenhange entsprachen. Aber auch für diesen Rest von zwei Nachlässen darf das nicht unbedingt behauptet werden. Denn in allen beiden Epochen, vom 30. zum 31. März wie vom 9. zum 10. April 1915, häuften sich in nordatlantischen, besonders in britischen Gewässern die Schiffskollisionen in einem Maße, daß sie den Gedanken an das Auftreten einer vulkanischen Flutungserscheinung, ähnlich der vom 27. Januar 1915, sehr nahe legten.

Das würde also auf vulkanische Vorgänge im Meeresboden des Nordatlantik schließen lassen. Zu seinen vulkanischsten Gebieten gehört aber das Azorenmeer und das westindische Mittelmeer, die beide in dem Bereich der das Jonische Meer von Ostnordosten nach Westsüdwesten durchziehenden vulkanischen Erregungszone der Erdrinde liegen.

Man darf diese Zone geradezu bezeichnen als die eigentliche Zone der Mittelmeere, der ja alle, die Erde als Ganzes behandelnden Geophysiker, von Eduard Sueß bis Montessus de Ballore, eine besondere vulkanistische Bedeutung beigemessen haben. Nach dem aber, was sich in den vier Jahren 1911 bis 1914 ereignete, kann diese Zone noch erheblich weiter ausgedehnt werden. Die 26 schwersten Erdkatastrophen dieser vier Jahre ließen sich so gleich sämtlich in sie und ihre loxodromische Verlängerung, nach ostnordöstlicher, wie nach westsüdwestlicher Richtung, einordnen.¹⁾ Es ergab sich die Vorstellung einer spiraligen Sprungzone, die den Erdball umzog wie der spiralige Sprung einer Glaskugel. Diese Zone hatte ihre Enden im westlichen Argentinien und bei Island, das eine bezeichnet durch die erdbebenreichen Osthänge der südamerikanischen Kordilleren bei Mendoza, das andere durch das Heklagebiet. Der Äquator wurde im Sundagebiet überquert, ungefähr dort, wo der eine Pol der Schwingungsachse der Erd-Pendulation angenommen wird.

In dieser Zone erwiesen sich die 26 Erdkatastrophen noch nach einem besonderen Gesetze angeordnet. In strenger Folge schloß sich einer ostnordöstlichen Katastrophe jedesmal eine westsüdwestliche auf der entgegengesetzten Erdseite an. Dieser unheilvolle Zweitakt hatte am 4. Januar 1911 mit dem Erdbeben beim Issyk Kul angefangen, dem am 12. Juli 1911 ein Erdbeben auf Ost-Mindanao gefolgt war. Ich lasse die Gesamtübersicht folgen (Tabelle 2), indem ich nur das noch nicht ganz gesicherte Paar 4 früherer Zusammenstellungen (VII Süd-Grönland? 1912 Mai 25; VIII Dardanellen, 1912 August 19) auslasse und einige Ergänzungen vornehme.

Tabelle 2.

**Herdgebiete und Daten der stärkeren Erdkatastrophen
in den Jahren 1911 bis 1914.**

A. Auf der Nordhalbkugel der Erde.

Paar 1:	I. Issyk Kul	1911 Januar 4.	II. Ost-Mindanao	1911 Juli 12.
" 2:	II. Ost-Mindanao	1911 Juli 12.	III. Costarica	1911 Septemb. 21.
" 3:	IV. Ost-Aleuten	1911 Ende.	V. Colima	1912 Mai 9

¹⁾ Vgl. W. Krebs: „Die Richtung bei der Herdbestimmung von Fernbeben.“ „Das Weltall“ VI, 1906, S. 285—287.

Paar 4:	VI. Hekla-Gebiet	1912 Mai 6.	VII. Ätna-Gebiet	1912 August 4.
„ 5:	VIII. Asamayama	1912 Dezember 21.	IX. Colima	1913 Januar 20
„ 6:	X. Beresowsky-Vulkan	1913 Februar 22.	XI Guatemala	1913 März 8.
„ 7:	XII. Daghestan	1913 März 27.	XIII. Ost-Mindanao	1913 April 18.—30.
„ 8:	XIV. Hekla-Gebiet	1913 April 25.	XV. Ätna-Gebiet	1913 April 29.
„ 9:	XVI. Sakuraschima	1914 Januar 10.	XVII. Meer bei Mexiko	1914 März 7.
„ 10:	XVIII. Ahlat	1914 März 10.	XIX. Asamayama	1914 März 15.
„ 11:	XIX. Asamayama	1914 März 15	XX. Meer bei Mexiko	1914 März 30.
„ 12:	XXI. Ätna-Gebiet	1914 Mai 8.—13.	XXII. Sunda-Gebiet	1914 Juni 25.—29.

B. Auf der Südhalbkugel der Erde.

Paar 1:	I. Kiwugebiet	1912 Dezember 6.	II. Tonga-Meer	1913 August Ende
„ 2:	III. Ambrym	1914 Januar 17.	IV Mendoza	1914 Januar 29.

(Schluß folgt.)

In welcher Tiefe ist das Erdinnere plastisch?

Von V. Franz.

Gemeint ist nicht, in welcher Tiefe das Erdinnere aus einer weichen, etwa glühendem, biegsamen Eisen vergleichbaren Masse bestände, sondern in welcher Tiefe es plastisch im Sinne des Geologen ist. Druckspannungen in der Erdrinde, die vielleicht durch die allmähliche Zusammenziehung des Erdballs erklärt werden können und demgemäß den Schrumpfungen einer Apfelschale — ein oft gebrauchter Vergleich — ungefähr entsprechen würden, gleichen sich bekanntlich an und nahe unter der Oberfläche der Erde oft nicht durch eigentliche Schrumpfungen, Verbiegungen der Erdoberflächenschichten, aus, sondern durch Brüche, wie schon Erfahrungen bei Erdbeben lehren. Erst in großer Tiefe, führt namentlich Albert Heim in seiner Dynamik und in seinen sonstigen Werken aus, wird das Gestein infolge des über ihm lastenden Druckes dermaßen plastisch, daß sich hier die Erdschichten in mächtige Falten legen können. Werden dann durch Wassererosion die darüber liegenden Erdschichten abgetragen, so treten die gefalteten Massen als sogenannte Faltengebirge zutage, natürlich stark zernagt durch die Fluß- und Bachtäler, deren Verlauf meistens, so in den Alpen, den Falten entspricht, mitunter aber, so im Schweizer Jura, quer dazu gerichtet ist. Es bleibt dann dem Geologen überlassen, die nur bruchstückweise erhaltenen Falten vollständig zu rekonstruieren. Zeichnet also der Geologe einen Luftsattel, einen auf dem Bilde hoch in die Luft emporragenden, hypothetischen ehemaligen Falten Scheitel, so ist dabei niemals angenommen, daß dieser wirklich jemals in den Luftmantel der Erde hineingereicht hätte, sondern solche wirklich der geschrumpften Apfelschale vergleichbaren Falten entstanden stets nur in der Tiefe; und es ist daher, beiläufig bemerkt, gegenstandslos, auf dem Monde nach Faltengebirgen zu suchen. In den Tiefen wäre die Erdrinde natürlich noch nicht plastisch für die menschliche Hand, sie verhält sich aber plastisch gegenüber dem außerordentlich starken Druck, wie man bekanntlich auch Elfenbein oder hartes Eisen durch die Druckwirkung noch härteren Stahls formen kann.

Eine interessante Frage ist es nun, wie stark die dazu erforderlichen Druckkräfte sein müssen, und in welcher Tiefe solche Umgestaltungen, die zum Beispiel mesozoische Gesteinsmassen von Oberitalien nach der Schweiz versetzten, wo als ihre Reste heute die beiden Mythen am Vierwaldstädter See ragen, erfolgt

sein mögen. Hierüber geben experimentelle Untersuchungen von F. D. Adams Auskunft, über die an anderer Stelle ¹⁾ berichtet wird. Adams stellte Zylinder aus Solnhofener lithographischem Schiefer und aus Granit von 4 cm Länge und $1\frac{1}{4}$ cm Durchmesser her, die in der Längs- und Querrichtung mit 1 mm weiten Löchern durchbohrt waren, und setzte sie hohem Druck aus. Es zeigte sich, daß der Kalkstein einem $2\frac{1}{2}$ Monate währenden Druck von 6750 kg, der Granit sogar einem solchen von 14 000 kg widerstand, ohne auch nur die geringsten Formveränderungen erkennen zu lassen. Da solche Drucke erst in 24 und 50 km Tiefe bestehen, in welcher die höhere Temperatur die Gesteine schon wesentlich weicher machen dürfte, muß auch die Temperatur berücksichtigt werden. Dabei zeigte sich, daß der Kalkstein bei dem erwähnten Druck, 4500 kg, bei 450° noch unverändert blieb, bei gleicher Temperatur und 6750 kg aber nach 70 Sekunden schon etwas deformiert war; Granit nicht, auch bei 550° Hitze. Somit wäre für den Kalkstein die erforderliche Grenze gefunden, und diese Bedingungen entsprechen einer Tiefe von 16 km. Zu ähnlichen Ergebnissen kam L. V. King durch mathematische Rechnung.

Fragen wir uns weiterhin, ob Gesteine wie der Solnhofener Schiefer jemals so tief unter der Erdoberfläche gelegen haben mögen! Nun, die Dicke der gesamten Erdschichten vom ältesten Paläozoikum ab schätzt man sogar auf 30 km, doch dürften sie kaum jemals irgendwo sämtlich übereinander zur Ablagerung gelangt sein. Die Schichten des Erdmittelalters nun gar, zu denen der als Meeresboden entstandene Solnhofener Schiefer gehört, haben ganz gewiß nie in der späteren Zeit 16 km, sondern allerhöchstens etwa 6 km Erde über sich gehabt. Das ist aber immerhin schon eine Zahl, die mit der durch den Versuch gewonnenen von gleicher Größenordnung ist. Ferner hat das Gestein seine heutige Härte nicht immer besessen, sondern sie erst allmählich erlangt, und es ist dem hohen Druck nicht wenige Monate ausgesetzt gewesen, sondern es ist rund 10—30 Millionen Jahre alt. Wenn man dieses bedenkt, so scheint das Ergebnis der Versuche doch ungefähr den Vorstellungen der Geologen zu entsprechen und diese durchaus zu rechtfertigen.

Der gestirnte Himmel im Monat September 1917

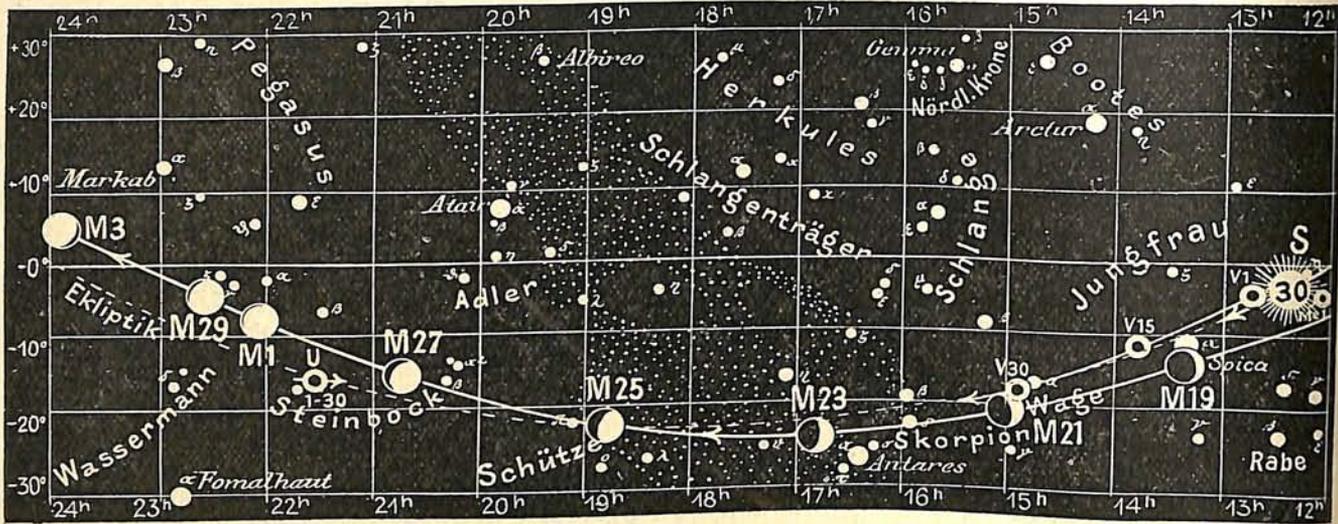
Von Dr. F. S. Archenhold

Beziehungen zwischen Radialgeschwindigkeit und Größenklasse der helleren Sterne.

Unter Benutzung von Campbells Katalog der Radialgeschwindigkeiten hat C. D. Perrine die Sterne der verschiedenen Spektralklassen in Bezug auf Radialgeschwindigkeit und Größe untersucht. Es zeigte sich ein deutliches Anwachsen der Geschwindigkeit bei Abnahme der Helligkeit der Sterne. Diese Beziehung tritt besonders auffällig bei den Sternen bis zur 5. Größenklasse hervor. Daß sie auch auf die schwächeren Sternklassen ausgedehnt werden darf, ergibt wohl der Umstand, daß sich die größten Geschwindigkeiten ausnahmslos bei den lichtschwächeren Sternen vorfinden. Unter den 38 Sternen, die sich in der Sekunde mit 50 km oder noch höherer Geschwindigkeit bewegen, befindet sich nur einer von 2,4. Größe; 4 liegen zwischen 3. und 4. Größe. Von 5 Sternen, die 100 km und mehr Geschwindigkeit besitzen, ist der hellste Stern 5,2. Größe, während die Durchschnittshelligkeit der übrigen Sterne die 6,9. Größe nicht übertrifft. Die Ursache dieser eigenartigen

¹⁾ Chemiker-Zeitung. Naturw. Umschau, Mai/Juni 1917.

Fig. 1 b



S = Sonne M = Mond Me = Merkur V = Venus Ma = Mars

Erscheinung ist vorläufig noch nicht zweifelsfrei festzustellen, jedoch dürfte es wahrscheinlich sein, daß sie entweder von einem Widerstand leistenden Medium herrührt oder ihren Grund darin hat, daß die schwächeren Sterne in größerer Entfernung von dem Beobachter und dem Gravitationszentrum näher stehen. Es ist wahrscheinlich, daß bei der Erklärung in beiden Fällen die Milchstraße eine große Rolle spielt.

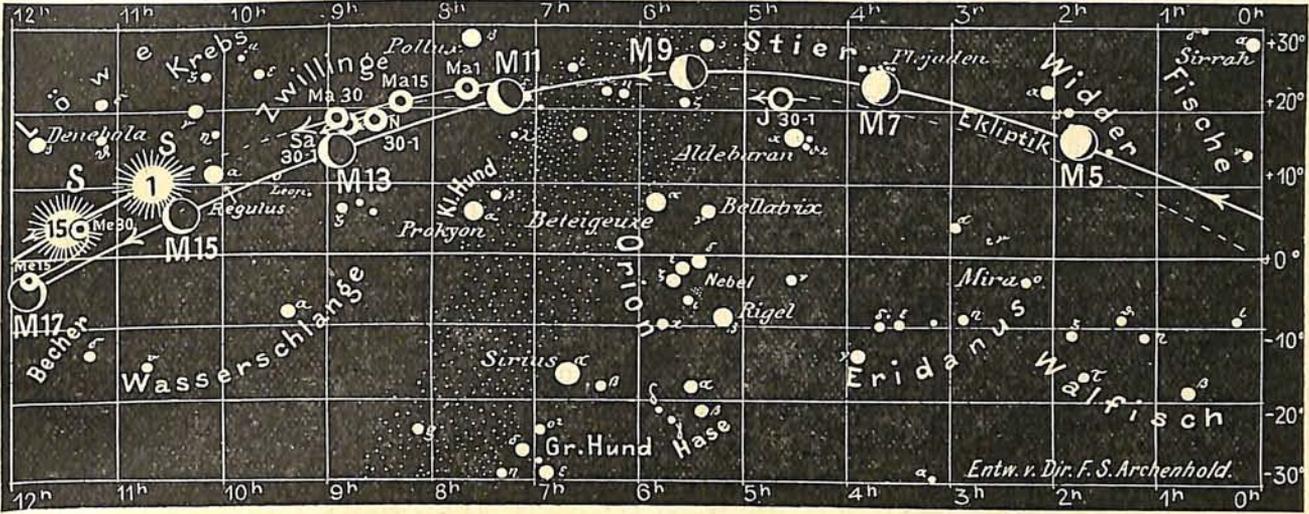
Die Sterne

Der Meridian geht abends 10 Uhr durch den großen Bären, den Polarstern, läuft parallel mit dem Cepheus, geht durch den hellsten Stern, Deneb, im Schwan sowie durch das Sternbild Delphin mit dem merkwürdigen Doppelstern Gamma, über welchen wir im „Weltall“ Jg. 6, S. 364, näheres berichtet haben, sowie dann weiter zwischen Steinbock und Wassermann hindurch zum Horizont. Im Osten sehen wir das Sternbild des Walfisches auftauchen; hier finden wir den berühmten veränderlichen Stern Mira, der der erste war, an dem eine Lichtveränderung bemerkt wurde. Hoch oben im Zenit finden wir im Sternbilde des Cepheus den bekannten veränderlichen Stern μ Cephei. Wegen seiner intensiv roten Farbe nannte ihn Herschel den Granatstern, seine Helligkeit schwankt zwischen 3,7. und 4,7. Größe. Seine Lichtveränderung ist von Hind im Jahre 1848 entdeckt und neuerdings von Plassmann genau verfolgt worden. Der Stern ist unregelmäßig veränderlich und besitzt vermutlich eine doppelte oder dreifache Periodizität der Lichtschwankung, was auch schon aus den früheren Beobachtungen von Argelander und Schmidt hervorzugehen scheint.

Im gleichen Sternbilde findet sich noch ein anderer interessanter Veränderlicher δ Cephei, der zwischen μ im Cepheus und β in der Cassiopeja steht. Sein Lichtwechsel vollzieht sich mit großer Regelmäßigkeit und zwar in 5 Tagen 8 Stunden 48 Minuten, die Lichtzunahme dauert 1 Tag 14 Stunden und die Lichtabnahme 3 Tage 19 Stunden. In der größten Helligkeit ist der Stern 4. Größe, in seiner geringsten 5. Größe. Es gibt eine ganze Gruppe von veränderlichen Sternen, die in ähnlicher Weise wie δ Cephei Lichtschwankungen zeigen, natürlich mit anderen Zeiten. Sie gehören zu der Spektralklasse IIa und sind, soweit sie bisher untersucht sind, spektroskopische Doppelsterne, bei denen die Umlaufzeit gleich der Periode des Lichtwechsels ist. δ Cephei ist auch gleichzeitig ein visueller Doppelstern, der in kleinen Fernrohren schon gut zu trennen ist, und zwar

Fig. 1a

Nachdruck verboten



J = Jupiter Sa = Saturn U = Uranus N = Neptun

hat der veränderliche goldgelbe Hauptstern, welcher spektroskopisch doppelt ist, in einer Entfernung von 41" einen blauen Begleiter 6. Größe.

Am nordöstlichen Himmel taucht nun wieder „Aldebaran“ mit β Tauri und den Plejaden auf, mit denen er das bekannte rechtwinkelige Dreieck bildet. Diese Gruppe gemahnt uns daran, daß wir wieder der Winterszeit entgegengehen.

Der Lauf von Sonne und Mond

Die Sonne ($10^{3/4}h$ bis $12^{1/2}h$) tritt vom Zeichen der Jungfrau in das der Waage, Vom 23. September ab, dem Tag der Tag- und Nachtgleiche, wird ihre Deklination südlich, ihre Mittagshöhe nimmt um $10^{3/4}^\circ$ ab; die Fleckentätigkeit scheint ein wenig in Abnahme begriffen zu sein.

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
Septbr. 1.	+ 8° 24'	6 ^h 17 ^m (Sommerzeit)	7 ^h 54 ^m	45 ^{3/4} °
- 15.	+ 3° 9'	6 ^h 41 ^m (Sommerzeit)	7 ^h 21 ^m	40 ^{1/2} °
- 30.	- 2° 41'	6 ^h 6 ^m M. E. Z.	5 ^h 45 ^m	35°

Der Mond ist mit seinen Phasengestalten in unsere Karten Fig. 1a und 1b in seinem Lauf von 2 zu 2 Tagen vom 1. bis 29. September eingezeichnet. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Tage:

Vollmond: Septbr. 1. 1^h nachm. Neumond: Septbr. 16. 11^h vorm.,
 Letztes Viertel: - 8. 8^h vorm. Erstes Viertel: - 24. 5^h -
 Vollmond: Septbr. 30. 9^h abends.

Die Planeten

Merkur (Feld 12^h bis 11^{1/2}h) wird gegen Ende des Monats im Südosten am Morgenhimmel fast $3/4$ Stunden lang sichtbar. Er bildet am 30. September mit Regulus und Denebola im Löwen ein rechtwinkliges Dreieck und steht mit Regulus und Saturn in gerader Linie. Aus der Notwendigkeit eines freien Horizontes erklärt es sich, daß er von den Seefahrern besonders häufig gesehen wird. Sie werden aber oft verleitet, den beobachteten Merkur fälschlich als einen neuen Stern zu melden, weil in den Nautischen Jahrbüchern die Örter des Merkurs nicht enthalten sind. Es wäre daher er-

wünscht, wenn die den Kapitänen zugänglichen Zeitschriften auch die Merkursörter, wenigstens für die Zeit, in der der Planet beobachtet werden kann, zur Vermeidung solcher Falschmeldungen bringen würden.

Venus (Feld $12\frac{3}{4}^h$ bis 15^h) tritt allmählich wieder aus den Strahlen der Sonne heraus und ist Ende des Monats eine halbe Stunde lang am Westhimmel sichtbar. Am 10. September steht sie etwa 2° nördlich von der Spica, dem hellsten Stern in der Jungfrau.

Mars (Feld $7\frac{3}{4}^h$ bis 9^h) ist zu Anfang des Monats $3\frac{1}{4}$ Stunden lang sichtbar.

Jupiter (Feld $4\frac{1}{2}^h$ bis $4\frac{3}{4}^h$) steht bei Sonnenuntergang schon hoch im Meridian, nördlich des hellen Sternes Aldebaran im Stier, und ist am Ende des Monats bereits 9 Stunden lang sichtbar.

Saturn (Feld $8\frac{3}{4}^h$ bis 9^h) ist zu Anfang des Monats in den frühen Morgenstunden $2\frac{1}{2}$ Stunden und am Ende des Monats bereits $4\frac{1}{4}$ Stunden lang sichtbar.

Uranus (Feld $21\frac{1}{2}^h$) steht während des ganzen Monats andauernd am Nachthimmel.

Neptun (Feld $8\frac{1}{2}^h$) ist in unmittelbarer Nähe des Planeten Saturn am Morgenhimmel Ende des Monats schon 4 Stunden lang zu beobachten.

Bemerkenswerte Konstellationen:

- | | | | |
|-----------|-----|---------------------|---------------------------------------|
| September | 8. | 2^h morgens | Jupiter in Konjunktion mit dem Monde. |
| - | 12. | 2^h morgens | Mars in Konjunktion mit dem Monde. |
| - | 12. | 11^h abends | Saturn in Konjunktion mit dem Monde. |
| - | 16. | 10^h abends | Merkur in Konjunktion mit dem Monde. |
| - | 19. | 12^h mitternachts | Venus in Konjunktion mit dem Monde. |

Kleine Mitteilungen

Die Begrenzung der Nordlichter. Aus der Höhe, in der die Nordlichter auftreten, hat man auf die Natur und die Höhe der Atmosphäre über der Erde Schlüsse gezogen. Voraussetzung ist dabei, daß die Nordlichter, die Polarlichter überhaupt, Beziehungen zur Erdatmosphäre haben. Nun besteht nach den bisherigen Untersuchungen kein Zweifel, daß den Polarlichtern Kathodenstrahlen zu Grunde liegen, die in der Atmosphäre absorbiert werden und überall an solchen nennenswert absorbierenden Luftmassen das bekannte feine Leuchten hervorbringen. Kathodenstrahlen sind bekanntlich magnetisch ablenkbar; auch die Nordlichtstrahlen sind es daher. Daß sie sich aber so wenig ablenken lassen, beweist, daß sie eine sehr hohe Geschwindigkeit besitzen müssen, die diejenige des Lichts fast erreicht. Ist dieser Umstand also nicht verwunderlich, so erscheint doch die ziemlich scharfe Begrenzung der Polarlichter nach oben und unten bemerkenswert, namentlich bei den draperieartigen Lichtern. Offenbar hängt das mit der Absorption der Kathodenstrahlen in der Atmosphäre zusammen, weshalb es von Wichtigkeit ist, diese Vorgänge und die dabei obwaltenden Beziehungen zu untersuchen.

Lenard hat schon gezeigt, daß die die Nordlichterscheinungen hervorrufenden Kathodenstrahlen nur gering absorbierbar sind. Diese Messungen waren also unter Verwendung der verfeinerten Höhenbestimmungen der Polarlichter noch weiter auszubauen. Voraussetzung dabei war die Gültigkeit der allbekannten barometrischen Höhenformel und, daß die Absorption der Kathodenstrahlen dem Luftdruck entspricht. Es ergibt sich, daß Kathodenstrahlen einheitlicher Geschwindigkeit immer auf eine bestimmte Höhenschicht beschränkt sind. Die Dicke dieser absorbierenden und daher auch leuchtenden Schicht beträgt etwa 30 km; daran schließt sich oben eine etwa 20 km breite verwaschene Zone, die nach oben hin undeutlich verläuft, während die untere Grenze der Schicht auffallend scharf ist. Wenn die Geschwindigkeit und die Schiefe der auffallenden Kathodenstrahlen gleich bleibt, ist die Dicke und Begrenzungsweise der Schicht immer dieselbe, nur ihre Höhenlage fällt je nach dem Absorptionsvermögen und der Tiefe der Strahlen verschieden aus. Die Schicht, wo die Absorption am kräftigsten ist, liegt umso tiefer, je steiler die Strahlen einfallen und je weniger sie von der Luft verschluckt werden. Die zahlenmäßigen Beziehungen, die sich dabei herausstellen, ergeben, daß das Absorptionsvermögen bei Strahlen, deren Geschwindigkeit derjenigen des Lichtes nahekommt, für Luft sehr gering ist, und daß es bei Licht nahezu 0 ist. Daß die Polarlichter in sehr großer Höhe

auftreten können, beweist das, daß eine verhältnismäßig große Absorption der Kathodenstrahlen bereits in sehr großen Höhen (bis zu 500 km) auftreten kann. Das deutet nach Lenards Meinung darauf hin, daß in jenen Höhen irgendwelche Gase, jedenfalls weit mehr Luft, vorhanden sind, als nach der barometrischen Höhenformel zu vermuten ist. Das stimmt mit unseren neueren Ansichten über die Natur der obersten Luftschichten sehr gut, die besagen, daß die Durchmischung der Einzelbestandteile nur in den untersten Schichten (bis zur ersten Inversion) besteht, oben aber garnicht mehr, sondern daß dort Einzelgase vorherrschen, die größere Gasdichten besitzen und daher für die Kathodenstrahlen schon merkliche Absorption bewirken. Von oben her beginnt die Absorption allmählich, entsprechend der Verwaschenheit der Lichter, nach unten zu aber ist die Begrenzung scharf, weil dort eben alles absorbiert ist.

F. L.

Die atmosphärischen Wirbel als Kreisel. Wenn sich irgendwo auf der Erde ein Luftwirbel ausbildet, also eine Zyklone oder Antizyklone, je nach der Drehrichtung in diesem Wirbel, so bleibt sie nie an ihrer Stelle stehen, sondern wandert stets über die Erdoberfläche hinweg. Das ist eine alte Tatsache. Warum das jedoch so ist, das wissen wir bisher nicht, soviel diese Frage auch schon erörtert worden ist. Den Niederschlag aller dieser Betrachtungen bildet der Satz W. Köppens: „Ein kreisförmig allerorts gleichmäßig ausgebildeter Wirbel ändert eben nicht seinen Ort aus mechanischen, in dieser Schicht liegenden Ursachen, sondern entweder überhaupt nicht oder aus anderen.“ Dem tritt nunmehr Professor Walter König in Gießen in einer kleinen Arbeit entgegen, die in dem Professor Assmann zu seinem 70. Geburtstage gewidmeten Sonderhefte der Zeitschrift „Das Wetter“ erschienen ist. Er behandelt das Problem an dem einfachen Falle eines vollkommen symmetrisch ausgebildeten Wirbels in einem sonst vollkommen ruhenden Luftmeer und folgert aus der Kreiseigenschaft solcher Zyklone ihre Fortbewegung über die Erde auf Grund der Erdumdrehung, die die Richtung des Fortschreitens bestimmt.



In warme Luft eindringender kalter Luftstrom (Böe) und die dadurch hervorgerufene Luftströmung.

Es ist bekannt, daß ein Kreisel, der sich dreht, einer schrägen Achsenverlagerung großen Widerstand entgegen setzt, und zwar umso größeren, je schneller die Drehrichtung des Kreisels ist. Selbstverständlich kommt die zum Zwecke der Achsenverlagerung aufgewendete Energie irgendwo wieder zum Vorschein, und zwar tritt sie in einer seitlichen Ausweichung der Achse auf, die senkrecht zu dem Drucke steht, der einseitig auf die Kreiselachse wirkt. Die Richtung des senkrechten Ausweichens hängt von der Drehrichtung des Kreisels ab. Das ist eine bekannte physikalische Erscheinung, die sich vorzüglich an dem Fesselschen Rotationsapparat studieren läßt. Mit Kreiselapparaten kann man ferner die weitere Tatsache erkennen, daß ein Kreisel, der auf einem andern steht, seine eigene Achse der des Hauptkreisels parallel zu stellen sucht. Auch das ist bekannt und wird benutzt, um die Himmelsrichtung festzustellen. Dr. Anschütz-Kämpfe Kiel ist es gelungen, damit einen vorzüglichen Kreiselkompaß zu konstruieren und zu bauen, der namentlich auch für die Kriegsmarine von höchstem Werte ist.

Prof. König meint nun, daß auch die Wirbel im Luftmeere der Erde stark genug kreiseln, um Kreiselwirkungen zu erzeugen. Bei solchen Luftwirbeln steht die Achse senkrecht zur Erdoberfläche, geht also durch den Erdmittelpunkt. Diese Richtung soll sie stets beibehalten, wenn

der Wirbel um die Erde wandert; und da sie im Laufe eines Tages einmal die Erde umwandert, muß sie sich fortdauernd im Raume umlagern. Die mechanische Wirkung davon ist, daß die Verschiebung des Wirbels auf der Nordhemisphäre nach Norden, auf der südlichen nach Süden erfolgt, also stets polwärts, mit anderen Worten: Die Wirbelachse stellt sich parallel zur Erdachse. Eine Folge davon ist, daß alle unter dem Äquator etwa entstehenden Wirbel polwärts abgelenkt werden. In der Tat kommen am Äquator auch keine Wirbelstürme vor. Und wo man, wie in der Bai von Bengalen, diese Stürme schon in ihren Anfangsstadien beobachten kann, hat man immer erfahren, daß ihre Vorwärtsbewegung erst beginnt, wenn sich eine richtige Wirbelbewegung auch wirklich ausgebildet hat.

Der Einwand, daß ein Luftwirbel kein fester Kreisel ist, trifft sicher nicht ganz zu, denn die nach dem Zentrum des Wirbels zu gerichteten Druckunterschiedfortschreitungen (Gradientkräfte) sind starke Verbindungen der Wirbelelemente; sie halten ja den Schwungkräften der umwirbelnden Luftmassen das Gleichgewicht. Zudem hat König auch rechnerisch die Frage untersucht und gelangt bei dem Wirbelsturm im arabischen Meere vom Mai 1881, für den die notwendigen Daten bekannt sind, zu Zahlen, die in der Größenordnung der tatsächlich beobachteten liegen.

Das Problem wird bessere Aufklärung erst durch eine strenge hydrodynamische Theorie der Zyklonen unter voller Berücksichtigung des Einflusses der Erdrotation erfahren. Aber soviel steht wohl jetzt schon fest, daß die Fortbewegung der Luftwirbel auf ihre Kreiseigenschaften zurückzuführen ist.

F. L.

Die Eiszeit und die Klimaänderungen in Nordostafrika. Vor einiger Zeit haben die Herren W. F. Hume und J. J. Craig einen interessanten Vortrag vor der British Association for the Advancement of Science in Portsmouth gehalten, der sich mit dem Thema unsrer Überschrift beschäftigt. Während der Eiszeiten war die Temperatur auf der nördlichen Halbkugel nicht unbedeutend niedriger. Das mußte zur notwendigen Folge haben, daß die Windsysteme auf ihr eine Südwärtsverschiebung erfuhren. Diese Verschiebung muß mehrere Grade ausgemacht haben. Infolge dessen prallten feuchte westliche Winde gegen die Bergketten, die am Roten Meere liegen. Das ist gegen heute eine gänzliche Veränderung der Tatsachen, denn jetzt stoßen diese Winde selbst im Winter kaum bis an die Nordküste Ägyptens! Es ist daher auch keineswegs verwunderlich, daß bedeutende Klimaveränderungen eintraten. In erster Linie sank die Temperatur wesentlich. Es siedelte sich dort eine Vegetation an, die fast in unsre Gegenden gehört. So kommt z. B. heute noch an den stark erodierten Westhängen der Bergketten am Roten Meere, wo sich namentlich in den höchsten Gebieten große Terrassen abgelagert haben, die Steineiche vor, und dort finden sich noch andre Pflanzen, die jetzt nicht mehr südlicher als Korsika und Südfrankreich blühen.

Die regelmäßigen Monsune sind zur Eiszeit in Nordafrika selbstverständlich stark abgeschwächt gewesen, denn die großen das Land überlagernden Eismassen verhinderten zum Teil ihr Zustandekommen über dem abgekühlten Lande. In Abessinien nahmen die Niederschläge daher ab, so daß auch die Flüsse Sobat, Blauer Nil und Atbara, die fast die ganzen Wassermengen für die Anschwellung des Niles liefern, sehr viel weniger Wasser führten. Das gestattet interessante Rückschlüsse. Denn südlich von Kairo sind die aus Abessinien hergekommenen Schlammmassen, die sich im Niltal abgelagert haben, höchstens 9 bis 10 m dick, wovon 3 m auf die Zeit seit Ramses II. fallen. Wenn die allgemeinen Bedingungen dieselben geblieben sind, kommen wir für die ältesten Schlammsschichten auf ein Alter von ungefähr 14 000 Jahren, so daß vorher kein Schlamm aus Abessinien nach Ägypten gekommen ist. Das würde dann die Zeit bedeuten, da die Ströme zum großen Teile versiegten, die Zeit, da die Eisdecken die Niederschläge verminderten und das Wasser auf dem Lande selbst banden.

F. L.

Stein-, Schutt- und Schlammströme. Stein- und Schlammgletscher sind des öfteren beschrieben, bisher aber wenig beachtet worden. Andersson hat sie auf der Bäreninsel bis zu 35 m breit und 2 m mächtig beobachtet. Viel breitere findet man auf den Falklandsinseln. Dort sind sie bis zu mehreren Kilometern breit und setzen sich aus großen Quarzitblöcken zusammen, zwischen denen das feinere Geröll und der Schutt herausgespült ist. Man erklärt sie so, daß der an den Hängen sich anhäufende Schutt von Feuchtigkeit und Eis durchsetzt wird, daß diese Masse ausfriert, schlammig wird und auf ihrer Unterlage rutscht. Mitunter bilden sich richtige Schlammströme, die sich talabwärts bewegen und große Steine, mitunter Blöcke, kleinere Massen, Geröll und Schutt enthalten. In manchen Gebirgen haben sich richtige Systeme solcher Stein- und Schlammströme ausgebildet, und die in ihnen mitgeführten Steine werden oft einseitig geschliffen und gekritzelt; man verwechselt sie daher auch leicht mit glazialen Geschieben.

Aber wie überall ist auch hier eine Erscheinung nicht allein vorhanden. In vielen Fällen ist das Eis und sind die Gletscher an diesen Schlamm- und Steinströmen beteiligt. Auf viele Gletscher stürzen sich große Massen Schutt, Steine und Staub, und das Eis führt sie auf seinem Rücken mit sich. So kann man es in Alaska beobachten, und die Steinströme Colorados scheinen ebenso entstanden zu sein. Wieder andre sind offenbar in der Weise entstanden, daß auf den steilen Schneehängen der Schutt und das Geröll hinabgeglitten ist und sich an den wechselnd weit vorgeschobenen Enden abgelagert hat. So ist es vermutlich an den Nordhängen der Colorado-gebirge vor sich gegangen. Aber auch Bergstürze selbst haben solche Stein- und Schuttströme hervorgerufen.

F. L.

Die Ursache der Lichtempfindlichkeit des Selens. Die bekannte physikalische Tatsache der außerordentlichen Zunahme der Leitfähigkeit des Selens bei der Belichtung ist ein Vorgang, dessen Bedingungen wir noch gar nicht kennen. Es gibt dafür schon eine ganze Reihe Theorien, aber manche werden nur dem oben erwähnten Vorgang gerecht, während sie nicht darlegen, warum das graukristallinische Selen seine ursprüngliche geringe Leitfähigkeit wiedergewinnt, wenn die Belichtung aufhört. Kruyt wollte die spezifische Seleneseigenschaft auf eine Volumenänderung des Selens durch die Belichtung zurückführen. Das hat aber Chr. Ries in einer in der Physikalischen Zeitschrift erschienenen Arbeit (Jg. 12. S. 480/90, 522/33) folgendermaßen widerlegt. Er hängt eine große Selen Scheibe von 324 ccm, die eine beiderseits bestrahlte Oberfläche von 648 qcm besaß, an einem feinen Drahte in Alkohol an einer hydrostatischen Wage auf. Tatsächlich ergab sich bei der Bestrahlung eine Volumenzunahme, die jedoch durch Wärme-, nicht durch die Lichtstrahlen bedingt war. Die Steigerung der Leitfähigkeit des Selens trat plötzlich ein, während die Volumenvergrößerung nur allmählich erfolgte. Das Verhalten beim Belichten und Abdunkeln für die Volumenvergrößerung ist ganz anders als für die Leitfähigkeit. Daß unter dem Einfluß des Lichtes allein keine Selenform von geringerem spezifischen Gewichte entsteht, ist damit klar erwiesen.

Viel mehr Aussicht auf Erfolg bieten die rein physikalischen Theorien. Mit diesen läßt sich auch die Tatsache der „Ermüdung“ des Selens erklären. Unter Ermüdung versteht man beim Selen den Vorgang, daß beim Auffallen der Lichtstrahlen ein rasches Ansteigen der Leitfähigkeit bis zu einem Höchstwerte eintritt, während sich dann die Leitfähigkeit langsam zurückgehend allmählich einem Grenzwert nähert, der unter Umständen unter der Dunkelleitfähigkeit liegt. Es ist gelungen, nachzuweisen, daß dieser Vorgang auf atmosphärische Einflüsse zurückzuführen ist. Die Deutung der Ermüdung als lichtelektrischen Effekt ist ausgeschlossen, denn die Ermüdung einer Selenzelle nahm ständig ab, wenn die erregende Lichtintensivität gesteigert wurde. Das wäre ausgeschlossen, wenn lichtelektrische Wirkung vorläge, denn dann müßte es gerade umgekehrt sein. Ries fand vielmehr eine auffallende Parallelität zwischen Ermüdung und Luftfeuchtigkeit. Ries meint, daß beim Stromdurchgang in der Atmosphäre an den Stellen größter Stromdichte eine Feuchtigkeitsabgabe stattfindet, die ein Sinken der Stromstärke bewirkt. Denn getrocknete Zellen im Vakuum zeigen die Ermüdung nicht, während sie in freier Luft sich gegenteilig verhielten.

Will man die Vorgänge im belichteten Selen beurteilen, so spielt die Ermüdung keine Rolle, wohl aber die Trägheit. Unter Trägheit versteht man das erst allmähliche Anwachsen der Leitfähigkeit zu dem Höchstwerte. Dies ist nach Marc auf eine Tiefenwirkung des Lichts zurückzuführen. Das Licht dringt erst allmählich in die Tiefe und verbessert die Leitfähigkeit in dem Maß der durchdrungenen Schichten. Eine metallische Schicht bis zu 0.00001 mm Dicke bleibt in ihrem Widerstand konstant, während bei feineren Schichten der Widerstand außerordentlich stark wächst. Beim Selen dringt das Licht 0.00005 mm tief ein. Zur Erkenntnis dieser Erscheinungen gehört noch der „Spannungseffekt“ und die „Dunkelträgheit“ des Selens. Der Spannungseffekt besteht darin, daß der Dunkelwiderstand einer Selenzelle kleiner ausfällt, wenn er bei hoher elektromotorischer Kraft gemessen wird als bei niedriger, und die Selenzelle nimmt den einer bestimmten elektromotorischen Kraft entsprechenden elektrischen Widerstand nicht plötzlich, sondern allmählich an und zwar langsam bei hohen elektromotorischen Kräften.

Die von Ries vertretene Theorie geht nun dahin, die Erscheinungen beim Selen mit den photoelektrischen Erscheinungen überhaupt unter die Vorgänge der elektrischen Leitung einzureihen. Er stellt sich die Vorgänge im belichteten Selen nach Würdigung der sonst vorliegenden Feststellungen so vor: Die Wirkung des Lichts auf die Leitfähigkeit des Selens ist eine Resonanzerscheinung. Durch Licht bestimmter Periode werden diejenigen Elektronen, deren Eigenschwingungsperiode mit derjenigen des erregenden Lichts übereinstimmt, zum Mitschwingen angeregt und in fortschreitende Bewegung versetzt. Die Resonanzbewegungen bei der Absorption des

Lichts spielen nur eine auslösende Rolle für die Bewegungen, die schon innerhalb der Körperatome vorhanden sind. Die von den leitfähigkeitserhöhenden sichtbaren Strahlen ausgelösten Elektronen besitzen keine solche Anfangsgeschwindigkeit, daß sie den Körper verlassen können; sie erhöhen lediglich die Anzahl der für den Stromtransport verfügbaren Elektronen und somit die Leitfähigkeit. Daß auf das Selen ein größerer Bereich des Spektrums sich wirksam zeigt, hat seinen Grund darin, daß jede Zelle aus verschiedenartigem Selen besteht. Mit dem Eindringen des Lichts in das Selen werden auch aus tieferen Schichten Elektronen losgelöst, gleichzeitig wächst mit der Dicke der stromführenden Oberflächenschicht die Bewegungsfreiheit der Elektronen. Die Trägheit beim Abdunkeln beruht vermutlich auf der Verbindung von aus tieferen Schichten kommenden, bereits losgelösten Elektronen mit Atomen der dortigen Schichten. Erst langsam wird der Dunkelwert wieder erreicht. Je länger und kräftiger die Bestrahlung war, desto größer muß die Trägheit sein. Das trifft mit der Beobachtung zusammen.

Da übrigens auch der Wärmetransport im Metall durch die frei beweglichen Elektronen besorgt wird, muß sich bei Bestrahlung des Selen auch seine Wärmeleitfähigkeit ändern. Das ist tatsächlich der Fall. Auch die thermoelektrische Kraft des Selen wird im Licht verändert und zwar verringert.

F. L.

Bücherschau.

Schurig-Götz, Tabulae Caelestes: (Himmelsatlas, enthaltend alle mit bloßen Augen sichtbaren Sterne beider Hemisphären für das Jahr 195,0.) Dritte Auflage. 9 Tafeln Fol. Leipzig, Ed. Gaeblers Geogr. Institut 1916. Preis 3,50 M. Kartoniert. Eine neue dritte Auflage des beliebten Schurigschen Himmelsatlases liegt uns zur Besprechung vor. Sie enthält diesmal eine kritische Sichtung der Nebelflecke und Sternhaufen mit der Nummer des Dreyerschen Neuen Generalkatalogs der Nebelflecke oder des Messierschen Verzeichnisses. In letzterem Falle ist ein M beigedruckt. Die Oerter der Sterne sind auf das Jahr 1925 bezogen. Gleich der zweiten Auflage enthält auch die neue eine Mondkarte von Franz, die besonders deutlich die Lage der Meeresflächen, wie die der hauptsächlichsten Krater wiedergibt. Es ist eine große Annehmlichkeit, daß der Angabe der Rectascension in Stunden und Minuten eine solche in Graden beigedruckt ist, so daß dem Benutzer eine Umrechnung erspart bleibt. Noch freudiger wäre es zu begrüßen, wenn bei einer künftigen Auflage der Einteilung von 10 zu 10 Graden noch Zwischenstufen zugefügt würden, was das Einzeichnen der Wandelsterne und Kometen wesentlich erleichtern dürfte. Die wenigen Fehler der zweiten Auflage sind in der dritten ausgemerzt worden, so daß wir die Anschaffung des Atlases unseren Lesern wärmstens empfehlen können.

F. S. A.

Bei der Schriftleitung eingegangene Bücher:

Ulbrich, Oskar: Gibt es einen Stoffwechsel, beziehungsweise Stoffaustausch zwischen den Gestirnen? Eine wissenschaftliche Betrachtung aus dem Schützengraben 20 S. Schlesische Buchdruckerei. Kunst- und Verlags Anstalt von S. Schottlaender, Breslau 1916.

Krebs, Wilhelm, Holsteinische Wetter- und Sonnenwarte Schnelsen: **Neue Vorausbestimmungen des Wetters auf lange Frist** auf Grund einer Kontrolle der Sonnentätigkeit und der tropischen Sturmbildung. S. A. aus „Oesterreichische Flug-Zeitschrift“ 1916. Kommissionsverlag Boysen & Maasch, Hamburg. Preis M. 1,60.

Schmidt, Prof. Ad. Vorläufige Mitteilungen über die Ergebnisse der magnetischen Beobachtungen in Potsdam und Seddin im Jahre 1914, desgl. 1915 S. A. aus d. Veröffentl. d. K. Pr. Meteorol. Instituts Nr. 284 und 290.

Schmidt, Prof. Ad. Ein Lokalvariometer für die Vertikalintensität. Desgl. Zweite Mitteilung. S. A. aus d. Veröffentl. d. K. Pr. Meteorol. Instituts Nr. 284 und 290.

Schmidt, Prof. Ad. Die internationalen erdmagnetischen Charakterzahlen. S. A. aus der Meteorol. Zeitschr. Heft 11, 1916.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Bezugspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., 1/2 Seite 45.—, 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW

INHALT

- | | |
|---|--|
| <p>1. Neuere Untersuchungen über Röntgenstrahlen und den Aufbau der Materie. Von Dr. Walter Block . . . 129</p> <p>2. Gesetzmäßigkeiten bei den letzten großen italienischen Erdbeben und bei anderen neueren Erdkatastrophen. Von Wilhelm Krebs (Holsteinische Wetter- und Sonnen-Warte Schnielsen) (Schluß) 134</p> | <p>3. Der gestirnte Himmel im Monat Oktober 1917 (Eigentümliche Sonnenuntergänge). Von Dr. F. S. Archenhold 140</p> <p>Nachdruck ohne Genehmigung der Schriftleitung verboten. Auszüge nur mit genauer Quellenangabe gestattet</p> |
|---|--|

Neuere Untersuchungen über Röntgenstrahlen und den Aufbau der Materie.

Von Dr. Walter Block.

(Mit vier Abbildungen.)

Der Gedanke von Laue, ein Röntgenstrahlenbündel durch einen Kristall fallen zu lassen, und dann durch Interferenz an den regelmäßig gelagerten Atomen, die ihn ausmachen, Interferenzbilder auf photographischem Wege zu erhalten, und daraus dann Rückschlüsse sowohl über die Art der Röntgenstrahlung als auch über die Lagerung der Atome im Kristall zu ziehen, ist einer der fruchtbarsten Gedanken für die neueste Physik gewesen. Nicht nur, daß dieses Verfahren uns die Möglichkeit gegeben hat, diese beiden Fragen zu lösen, es hat auch viel weiter dazu geführt, tiefer in den Aufbau der Atome selbst einzudringen, und Probleme zu lösen, die bisher als kaum lösbar erschienen. Nachdem vor längerer Zeit über die ersten Versuche berichtet ist (Weltall, 14. Jahrg. S. 153, 1914), soll nun im folgenden über die Untersuchungen, die sich daran anschlossen, berichtet und gleichzeitig über die wichtigsten Ergebnisse, die sie zutage gefördert haben, Aufschluß gegeben werden.

Die ursprüngliche Lauesche Anordnung war ja so, daß ein Röntgenstrahlenbündel eine dünne Kristallplatte durchdrang und daß sich in ihr Interferenzen zwischen den Röntgenwellen ausbildeten, die auf der hinten aufgestellten Platte Systeme von Interferenzpunkten erzeugten, aus denen dann die Folgerungen auf mathematischem Wege gezogen werden konnten. Als bald stellte sich nun auch heraus, daß man auf einem anderen, in gewisser Weise einfacheren Wege zum Ziele kommen konnte, nämlich indem man das Röntgenstrahlenbündel an einer Kristallfläche reflektieren ließ. Dabei war nur zu beachten, daß es sich dabei nicht um eine Reflexion im gewöhnlichen Sinne des Wortes, wie bei den Lichtstrahlen handelte, vielmehr findet eine solche überhaupt nur unter der Bedingung statt, daß zwischen der Wellenlänge der Strahlung, dem Abstand der Ebenen, in denen die Atome im Kristall liegen und dem Winkel, unter dem die Strahlen auffallen eine ganz einfache Beziehung besteht. ($n \cdot \lambda = 2d \sin \varphi$, worin n eine ganze Zahl, die die optische Ordnung des Spektrums angibt, λ Wellenlänge, d Abstand der Kristallebenen, φ Einfallswinkel der Strahlung.) Ist diese Bedingung eingehalten, so erfolgt die Reflexion genau wie bei einem Spiegel, es sind also Einfallswinkel und Reflexionswinkel einander gleich. Läßt man also ein Röntgenstrahlenbündel, das nur Strahlen einer Wellenlänge enthält, auf eine Kristallfläche fallen, so wird im allgemeinen keine Reflexion eintreten. Dreht man dann aber langsam den Kristall, so daß also der Einfallswinkel der Strahlen sich allmählich ändert, so wird stets, wenn obige Bedingung erfüllt ist, eine Reflexion stattfinden. Man erhält auf der Platte dann eine Reihe von

Punkten bzw. Linien, von denen jede einem bestimmten Reflexionswinkel entspricht. Setzt sich das Röntgenstrahlenbündel auch aus Wellen verschiedener Wellenlänge zusammen, so erhält man Linienfolgen, also ein Röntgenspektrum der betreffenden Strahlung. So kommt man, auch noch auf anderen Wegen, zu einer Röntgenspektroskopie. Auch wenn man die Strahlen statt an einer ebenen Kristallfläche, an einer gebogenen, z. B. einem Glimmerblättchen reflektieren läßt, wobei also die verschiedenen Einfallswinkel durch die Biegung des Blättchens hergestellt werden, kann man Röntgenspektren herstellen. (vgl. auch Weltall, 15. Jahrg. S. 144, 1915.)

Das Verfahren, mit dem man auf diesem Wege zu einer Röntgenspektroskopie der Elemente gelangt, ist demnach so, daß man das zu untersuchende Element als Antikathode in eine Röntgenröhre bringt; die von der Kathode der Röhre ausgehenden Kathodenstrahlen treffen auf sie und veranlassen sie zu ihrer charakteristischen Röntgenstrahlung, die dann im Röntgenspektrographen auf die von ihr erzeugten Strahlenarten photographisch untersucht wird. Bereitet es Schwierigkeiten, das Element als Antikathode in die Röhre einzubauen, so bestrahlt man es mit Rönt-

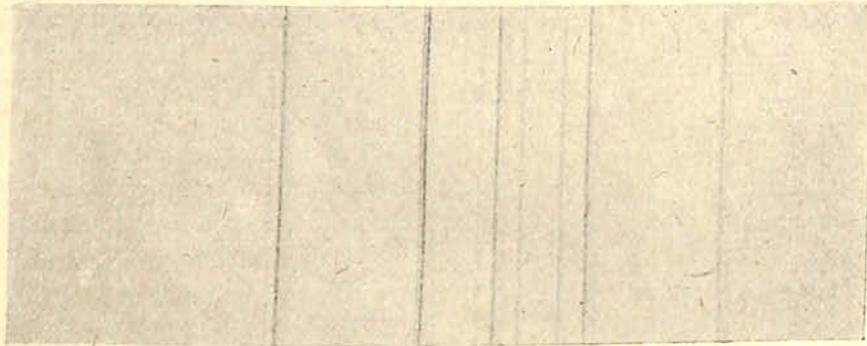


Abb. 1. Die L-Reihe des Aldebaraniums mit Vakuumspektrograph aufgenommen.

(Nach Siegbahn.)

genstrahlen und benutzt die von ihm ausgehenden Sekundärstrahlen zur Analyse. Ein Beispiel einer solchen Aufnahme zeigt die Abb. 1 für das Element Aldebaranium.

Welcher Art sind nun zunächst die Strahlungen, die Elemente bei Bestrahlung dieser Art aussenden? Zunächst eine Strahlenart, die etwa den sogenannten β -Strahlen des Radiums entspricht, also schnell fortgeschleuderte Elektronen. Genaueres ist über sie noch nicht bekannt. Die beiden anderen Strahlenarten besitzen Wellennatur. Die eine ist von der Art der einfallenden Strahlung, kann also als zerstreute Primärstrahlung angesehen werden, und die andere ist von ihr vollkommen unabhängig, wird von ihr nur ausgelöst, und muß als charakteristische Strahlung des Elementes aufgefaßt werden. Diese Strahlung ist aber nicht einheitlich, sondern besteht im allgemeinen aus zwei Arten verschiedener Durchdringungsfähigkeit; man bezeichnet sie als K- und L-Strahlung. Man macht nun auf eine der angegebenen Weisen die Aufnahme, und berechnet dann aus den Ablenkungswinkeln bei der Reflexion und aus der Gitterkonstante des Kristalls die Wellenlänge. Als Gitterkonstante bezeichnet man den Abstand zweier Netzebenen des Kristalls, in denen dessen Atome angeordnet sind, und man rechnet dabei im allgemeinen für Steinsalz, als einem der gebräuchlichsten 0,2814 Millionstel Millimeter, nach

den Untersuchungen von Bragg und Moseley. Auf diesem Wege ist man dann zu ausgedehnten Tabellen für die beobachteten Spektrallinien gekommen, die genau so wie in der optischen Spektralanalyse für die einzelnen Elemente charakteristisch sind. Es besteht nur zwischen beiden der Unterschied, daß man bei den Wellen der Röntgenspektren zwischen der K- und L-Strahlung unterscheiden muß. Die Grenzen in den Wellenlängen, bis zu denen man gelangen kann, sind in gewisser Weise durch den reflektierenden Kristall begrenzt, dessen Gitterkonstante von Bedeutung ist. Je größer diese ist, desto langwelligere Strahlen kann man untersuchen, aber es ist schwer, dafür geeignete Kristalle zu finden; das gleiche gilt für die kürzeren Wellenlängen, hier tritt aber die Schwierigkeit ein, Kathodenstrahlen von genügender Geschwindigkeit zu erzeugen, um die charakteristische Röntgenstrahlung zu erregen. Da können aber wohl die β -Strahlen der radioaktiven Stoffe helfen. Die kürzesten bisher gemessenen Wellen liegen bei 0,0177 Millionstel Millimeter im K-Röntgenspektrum des Wolframs und bei 0,0072 im γ -Strahlenspektrum; und die längste bei 1,235 Millionstel Millimeter im L-Spektrum des Zinks. Zum Vergleich sei erwähnt, daß die mittlere Wellenlänge des gelben Lichtes 600 Millionstel Millimeter beträgt.

Man muß nun aber sagen, daß diese Röntgenspektroskopie wohl sehr interessante und wichtige Ergebnisse gebracht hat, daß sie aber nicht ohne weiteres von ausschlaggebender Bedeutung zu sein scheint. Denn für eine chemische Feststellung der Elemente ist ja die bekannte optische Spektralbeobachtung, wo man sie anwenden muß, viel geeigneter. Das ursprüngliche Ziel war ja auch nicht die Untersuchung dieser Eigenschaften der Elemente, sondern die Erforschung der Röntgenstrahlung selbst und des Aufbaus der Kristalle und der sie bildenden Atome. Auf diesem Wege ist bereits eine Menge geleistet, und es dürfte genügen, darauf hinzuweisen, daß für das Steinsalz gefunden wurde, daß ein solcher Kristall aus einzelnen dicht aneinander, ohne Zwischenraum liegenden Würfeln aufgebaut ist, wo an den Ecken abwechselnd Natrium- und Chloratome liegen, und ebenso der Diamant aus kleinen regulären Tetraedern, an deren Ecken jedesmal ein Kohlenstoffatom sitzt.

Ein weiteres Problem ist nun, wie sich das Röntgenbild gestalten wird, wenn die Atome nicht so regelmäßig gelagert sind, wie in den Kristallen, sondern unregelmäßig, also z. B. in Kristallpulvern, amorphen Körpern und Flüssigkeiten. Wenn man ein solches kristallinisches Pulver mit homogenen Röntgenstrahlen bestrahlt, so wird immer der Fall eintreten, daß einzelne Körnchen so orientiert sind, daß sie die Strahlung reflektieren können. Und man erhält auch bei amorphen Siliziumstäbchen z. B. in einer zylindrischen Kamera, die ringsherum mit Filmen ausgekleidet ist, Röntgenspektrogramme, wie in Abb. 2, in denen man auch noch deutlich einzelne Interferenzpunkte erkennt, wie sie für die ursprüngliche Lauesche Anordnung charakteristisch sind. Es ist dieses die Methode von Debye-Scherrer. Und was für die feinen kristallinischen Pulver gelingt, gelingt auch für ganz amorphe Stoffe und Flüssigkeiten, wie es z. B. für Benzol, also eine Flüssigkeit, nachzuweisen ist, das ebenfalls Interferenzen erzeugt, und zwar ringförmige Gebilde, wie die Ringe um den Mond. Damit hat man die Möglichkeit, die Strukturformel von Benzol durch Maßzahlen zu ergänzen. Man nimmt ja an, daß ein Benzolmolekül aus 6 Kohlenstoffatomen besteht, die ringförmig miteinander verbunden sind, und an jedes von ihnen ist noch ein Wasserstoffatom angelagert. Für die Länge der Seite dieses Kohlenstoffsechsecks findet man nun 0,62 Millionstel Millimeter.

Aus dem vorstehenden folgt also, daß man die Möglichkeit hat, mit Hilfe der Röntgenstrahlung den Aufbau der Atome insbesondere in Kristallen zu erforschen, und umgekehrt, bei Verwendung eines bereits untersuchten Kristalls, die Art der Röntgenstrahlung.

Beschäftigen wir uns nun noch etwas genauer mit dieser. Es zeigt sich da ein gewisser Unterschied gegen das Bild, das wir bei der optischen Spektralanalyse finden. Die Röntgenstrahlung, d. h. also die Strahlung eines Elementes, das als Antikathode in einer Röntgenröhre untergebracht ist, oder mit Röntgenstrahlen bestrahlt, sekundäre Strahlen aussendet, besteht aus zwei Strahlenarten, einer „weißen“, wie man sie im Anschluß an die optischen Vorgänge bezeichnet, die gleichmäßig über das ganze Strahlungsbereich verläuft, und einer unhomogenen, durch einzelne besonders stark wirkende Strahlenarten gekennzeichnet, die also den Fraunhoferschen Linien der Optik entsprechen. Man kann den Vorgang etwa mit dem Leuchten einer Gasglühlichtflamme vergleichen, in der im allgemeinen das weiße Licht vorherrscht, d. h. alle Spektralfarben von Rot bis Violett, daneben sind aber noch einige besondere hervorzuheben, die den Strahlen der Salze des Glühstrumpfes entsprechen, also hauptsächlich grüne.

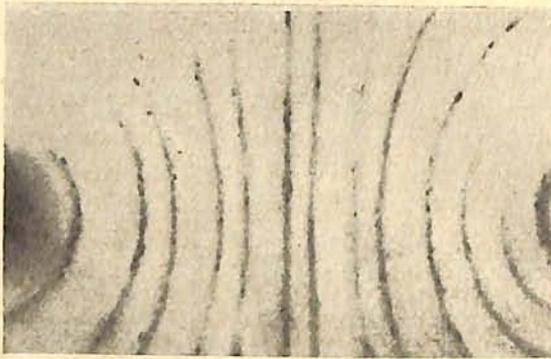


Abb. 2. Interferenzbild von amorphem Silizium bei Kupfer-K-Strahlung.
(Nach Debye und Scherrer.)

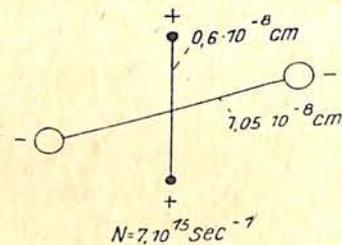


Abb. 3. Schema eines Wasserstoffatoms.
(Nach Debye.)

Ein einfacher Versuch aus der Optik kann nun noch genauer eine Vorstellung der Verhältnisse geben. Füllen wir eine Glaskugel mit Wasser, dem wir durch Zusatz einer Seife oder Harzlösung eine leichte Trübung erteilen, und beleuchten wir sie von der Seite her mit verschiedenfarbigem Licht, so wird ihr Inhalt immer in der Farbe dieses Lichtes leuchten. Nehmen wir aber als Zusatz eine Fluoreszeinlösung, so wird sie nur bei Bestrahlung mit weißem Licht blau leuchten, bei Bestrahlung mit rotem, grünem oder blauem Licht überhaupt nicht, wohl aber bei violetterm, und dann ebenfalls blau. Das entstehende blaue Licht ist ein Fluoreszenzlicht, das durch das bestrahlte Licht ausgelöst wird, und dabei gilt die Regel, daß die auslösende Strahlung eine kürzere Wellenlänge als die ausgelöste besitzen muß. Genau das gleiche gilt von der homogenen Röntgenstrahlung, die sich in den einzelnen Linien äußert.

Gehen wir nunmehr noch dazu über, uns über die Vorstellung klar zu werden, die wir uns von dem Bau der Atome machen müssen. Wir müssen annehmen, daß es aus einem elektrisch positiv geladenen Kern besteht, um den eine Anzahl der elektrisch negativen Elektronen kreisen. Es dürfte bekannt sein, daß man dem Elektron eine Masse gleich dem 1800. Teil des Wasserstoffatoms zuschreibt, das

seinerseits wiederum eine Masse von $0,31 \cdot 10^{-23}$ Gramm hat. Zunächst ist also nun die Frage zu beantworten, wie groß die Anzahl der Elektronen in einem Atom ist. Den Weg zu beschreiben, wie man zur Lösung dieser Frage gekommen ist, ist hier nicht der Ort, da er schwer einem nicht mathematisch geschulten Leser klar dargestellt werden kann. Man hat die Lösung gefunden im Anschluß an Arbeiten zweier Gelehrter, P l a n c k und B o h r. Von P l a n c k stammt der Gedanke, daß man auch der Energie in gewisser Weise atomistische Eigenschaften zusprechen müsse, daß z. B. die Energieabgabe eines in einem Atom schwingenden Elektrons nicht stetig erfolgt — wir sehen die Energieabgabe als Spektrallinie, — sondern in sehr kleinen Quanten unstetig, man bezeichnet seine Theorie als Quantentheorie. Und B o h r hat dann die Quantentheorie auf die Erforschung des Atomaufbaus angewendet.

Die B o h r'schen Vorstellungen über den Atombau sind nun so: Die Elektronen kreisen in Kreisbahnen mit bestimmter Geschwindigkeit und festem Durchmesser um den positiven Kern des Atoms. Es sind nur ganz bestimmte Kreisbahnen möglich, die sich aus der P l a n c k'schen Theorie berechnen lassen. Es sind aber verschiedene Abarten der gleichen Atomart möglich, je nach der Kreisbahn aus der Zahl der vielen möglichen, in der sich das Elektron bewegt; ebenso ist es möglich, daß durch äußere Veranlassungen das Elektron die eine Kreisbahn verläßt, und in eine andere der möglichen überspringt, und zwar in eine von geringerer Gesamtenergie im Atom. Die damit frei werdende Energie geht als Strahlung fort und kann als Spektrallinie festgestellt werden. Es ergibt sich dabei zugleich auch zwanglos eine Erklärung der Spektrallinienserien, wie sie schon, aber nur rein empirisch aufgefunden, vor langen Jahren von B a l m e r abgeleitet war.

Das einfachste Atom, das von Wasserstoff, kann man sich so vorstellen: Es hat zwei positive Kernladungen in etwa 0,06 Millionstel Millimeter Abstand; um diese Achse kreisen zwei Elektronen, in etwa 0,105 Millionstel Millimeter Abstand, mit etwa 7000 Billionen Umläufen in der Sekunde. Die Abbild. 3 veranschaulicht das ganze. Dieser verhältnismäßig einfache Bau gestattet aber bereits, eine ganze Anzahl Eigenschaften vom Wasserstoff theoretisch abzuleiten, und die Übereinstimmung der so gefundenen Werte mit den erfahrungsmäßigen ist bemerkenswert gut.

Ähnliche Anordnungen, allerdings viel verwickelterer Art gelten nun anscheinend auch für die übrigen Elemente; daß sie komplizierter sein müssen, leuchtet ohne weiteres ein, da sicherlich das Wasserstoffatom zu den einfachsten gehört. Es muß indessen noch betont werden, daß in den Folgerungen für diese Elemente die Grundlagen noch nicht ganz sicher sind. Es ist bemerkenswert, daß die Röntgenspektren mit den viel kürzeren Wellenlängen ganz wesentlich einfacher gebaut sind als die optischen mit den größeren. Es sind im allgemeinen wenige einfache Liniengruppen, die immer wieder mit in ähnlicher Art vergrößerten Abständen erscheinen, wie es die Abb. 4 zeigt. Ein Versuch, diese Anordnungen mit bekannten zahlenmäßigen Eigenschaften der Atome, z. B. dem Atomgewicht in Beziehungen zu setzen, führt zu keinem Ergebnis, wohl aber, wenn man jedem Atom eine bestimmte ganze Zahl zuordnet, nämlich die, welche die vermutliche Elektronenzahl im Atom angibt; dann gilt ein ganz einfaches Gesetz, indem nämlich eine Proportionalität zwischen der Wurzel aus der Zahl der Umläufe der Elektronen in einer bestimmten Zeit und dieser Elektronenzahl besteht. Damit ist gleichzeitig eine chemisch bedeutsame Frage gelöst: Bei der Einordnung

der chemischen Elemente in das periodische System entstanden Schwierigkeiten für Elemente gleichen Atomgewichts, das ja in gewisser Weise charakteristisch für die Stelle ihrer Einordnung ist. Unter Zuhilfenahme dieser Elektronenzahlen ist dann eine sichere Einordnung möglich, und es zeigt sich auch, daß nur wenige Stellen in dem periodischen System frei bleiben.

						As
						Se
						Br
						Rb
						Sr
						Nb
						Rh

Abb. 4. Die K-Reihe einiger Elemente.
(Nach Siegbahn.)

Schwierigkeiten bestehen nunmehr nur noch für die radioaktiven Elemente, die viel zu zahlreich sind, um in den noch freien Stellen Platz zu finden, aber auch diese Schwierigkeiten sind überwunden, indem man die isotopen Elemente unterscheiden lernte (vgl. Weltall, 15. Jahrg. S. 208, 1915.) d. h. solche, die wohl kleine Unterschiede im Atomgewicht aufweisen, aber chemisch nicht mehr zu trennen sind. Charakteristisch für die Stellung eines Elementes im periodischen System ist seine Elektronenzahl, und dann treten keine Schwierigkeiten mehr auf.

Das periodische System ist jetzt so vervollständigt, daß man von 1, der Zahl, die darin für die Ladungszahl des Wasserstoff-Atoms gesetzt wird (oben ist das doppelte angegeben), nahezu alle Stellen bis zu der Ladungszahl 92 für Uran als dem jetzt letzten bekannten Element des Systems besetzt sind, es fehlen nur

noch wenige Ladungszahlen; für die Vertreter nicht bekannt sind. Danach würden also theoretisch 92 Elemente anzunehmen sein, von denen nur 6 etwa noch nicht bekannt sind. Dazu kommen dann noch die Anzahl der isotopen radioaktiven Elemente, die, wenn man so schließen will, die Anzahl der tatsächlich bekannten Elemente merklich erhöhen, aber nicht die Stellenzahlen im periodischen System.

Gesetzmässigkeiten bei den letzten großen italienischen Erdbeben und bei anderen neueren Erdkatastrophen.

Von Wilhelm Krebs (Holsteinische Wetter- und Sonnen-Warte Schnelsen).

(Schluß)

Auf der Nordhalbkugel durfte zweimal sogar eine doppelte Verkettung festgestellt werden. Sie fand statt zwischen dem ersten und zweiten und zwischen dem zehnten und elften Paare. Vereint ergaben diese zwei dreigliedrige Ketten. In der einen folgten einander Issyk Kul, Ost-Mindanao und Costarica, in der anderen Ahlat, Asamayama und Meer bei Mexiko als Herdgebiete der großen Katastrophen. Ähnliches ergibt die Zusammenstellung für die Südhalbkugel. Wird das Gebiet der Neuen Hebriden mit Ambrym zu dem benachbarten Tongagebiete geschlagen, dann ergibt sich die dreigliedrige Kette Kivugebiet, Tonga-Hebriden-Meer und Mendoza. Doch steht diese Reihe zeitlich gesondert von den Reihungen

und Paarungen der Nordhalbkugel. Diese lassen eine überaus strenge zeitliche Folge erkennen, mit Ausnahme der Katastrophe VI, die drei Tage vor der Katastrophe V anhub. Immerhin liegen die zeitlichen Daten nicht so fest, daß über die Frage einer auf den Tag genauen Datierung bereits Abgeschlossenes behauptet werden könnte. Aber die Regel dieser Verkettungen erscheint allzu vielfältig bestätigt, als daß sie durch kleine Abänderungen der Zeiten erschüttert werden könnte.

Diese Erschütterung trat erst ein im Januar 1915, mit dem mittelitalienischen Erdbeben, das augenscheinlich aus jener herausfiel. Wenn es sich bei ihm lediglich um eine Verbreiterung der seit vier Jahren tätigen Gefahrzone gehandelt hätte, dann hätte, nach den in Paar 4 und Paar 8 der Tabelle 2 festgelegten Vorgängen, zum mindesten eine Katastrophe auf Island oder nördlicher in der Arktis vorangehen müssen. Von solchen Ereignissen ist aber nichts bekannt geworden.

Dieser Grund fällt um so schwerer ins Gewicht, als die Paarung in der spiraligen Gefahrzone der Nordhalbkugel tatsächlich seitdem ihren Fortgang genommen hat. Der Meereskatastrophe vom 27. Januar 1915, die im gleichen Herdgebiete erst noch von erheblichen Nachbeben gefolgt war (Tabelle 1), entsprach als zweites Glied ein Fernbeben, das am 1. Mai als große Katastrophe verzeichnet ist. Nach Abstand und Azimutalrichtung, die aus den Aufzeichnungen mittlereuropäischer Erdbebenmesser entnommen werden konnten, hatte es seinen Herd auf der Sunda-Insel Sumatra oder in ihrer Nachbarschaft. Diese Herdbestimmung hat, wohl wegen des Krieges, noch keine direkte Bestätigung erhalten. Doch hat eine kleine Episode dieses Weltkrieges selbst wenigstens eine Feststellung geliefert, die für erhebliche vulkanische Neigungen dieses Gebietes in der Gegenwart spricht.

Sie betrifft die im März besonders starke Tätigkeit des Vulkans Merapi auf Sumatra, mit der anscheinend sogar einige schon an den Abenden des 17. und 18. März 1915 registrierte schwächere Fernbeben (Tabelle 1) im Zusammenhang standen. Enthalten ist sie im Tagebuche eines ungenannten Teilnehmers an der „Flucht der Neun aus Singapur“, das in Hamburger Zeitungen veröffentlicht ist.

Diese Flüchtlinge waren vier Kaufleute, ein Marineoffizier von der „Emden“, ein Schiffsoffizier, ein Arzt und zwei Maschinisten. Es war ihnen gelungen, bei Gelegenheit der Sepoy-Revolution am 11. Februar 1915 aus dem Konzentrationslager bei Singapur zu entkommen. Vier von ihnen durchquerten entlang dem Kampar-Flusse, der ungefähr den Äquator begleitet, Sumatra von Osten nach Westen bis zu der Küstenstadt Padang. Nachdem sie dort, durch die niederländische Kolonial-Regierung, volle Freiheit erlangt hatten, reiste der Verfasser des Tagebuchs zu seiner, bei Medan im nördlichen Sumatra untergebrachten Familie. Dieser Weg führte über Fort de Kock, von wo aus ein Abstecher nach dem benachbarten Merapi unternommen wurde. Bei der nicht unerheblichen wissenschaftlichen Wichtigkeit dieser Urkunde, gebe ich die auf diesen bezügliche Stelle im Wortlaut des Tagebuches wieder:

„Mittags (am 19. März 1915) hatten wir den Sergeant-Major J. W. Deninger zu uns gebeten, um mit ihm zu bereden, ob es möglich sei, den Merapi zu besteigen. Es war uns allgemein abgeraten worden. Denn der Vulkan arbeitete ziemlich stark. Aber die Verlockung war zu groß; der Bergkegel lag zu prächtig da... Um 2 $\frac{1}{2}$ Uhr (am 20. März 1915) fuhren wir mit dem Auto des Herrn Schlüter nach Kapala Kota, das schon am Abhange des Merapi liegt. Hier nahmen wir uns Träger für unsere Mäntel und warmen Decken und auch zwei Führer zum Auf-

stieg. Gleich nach 3 Uhr begann die Kletterei, und langsam aber stetig geht es bergan. Es steigt sich sehr angenehm, und je höher wir kommen, desto leichter scheint es uns zu werden. Großartig ist der Blick hinab ins Tal mit den grünen Reisfeldern und den dazwischenliegenden kleinen Ortschaften. Über Grasmatten, wie in den Alpen, steigen wir weiter hinauf, bis wir, gleich nach 5 Uhr, bei einer Höhe von nur 1800 Metern, die Schutzhütte erreicht haben. Hier müssen wir die Nacht über bleiben, um am folgenden Morgen dann die letzten 1100 Meter steil hinaufzuklettern. . . Früh, noch vor Tagesanbruch verlassen wir die Schutzhütte am Morgen des 21. März wieder. Es ist stockdunkel. Der Weg führt gleich sehr steil bergan, und der Aufstieg ist schwierig. Durch dichtes, hohes Gras geht es hinauf, bis schließlich die Vegetation ganz aufhört. Von etwa 2500 Metern Höhe an haben wir nichts wie einen äußerst steilen Kegel von Asche und Steingeröll vor uns. Nirgends findet man Halt, und nur auf Händen und Füßen kann man vorwärts kommen. . . Um 8 Uhr, also nachdem wir drei Stunden geklettert sind, ist die Gipfelfläche erreicht. Bis hierher gehen die Malayen mit. Aber bis an den Rand des Kraters wollen sie nicht. Wir gehen also allein. Es ist nicht weit. Noch zehn Minuten über scharfe Felsstücke und durch Asche, und wir sind am Krater. Je näher man herankommt, desto stärker hört man das Sausen und Brausen. Schließlich, am Kraterrande stehend, hört es sich an wie ein fortwährendes Aneinanderreiben von schweren, großen Felsstücken. Die Krateröffnung hat die Form eines gewaltigen Trichters, dessen Wände aus loser Asche und Felsstücken bestehen, von denen beständig Massen sich loslösen und in den Kessel hinabstürzen. Unten in der Verlängerung des Trichters, einem Zylinder, bewegt sich die rotglühende, flüssige Masse fortwährend auf und ab. Die obere, der Luft ausgesetzte Schicht scheint sich zu verhärten, wird dann aber durch die Gase emporgestoßen und platzt wie eine große Blase. Dann strömen große Mengen Rauch, Schwefelgase und Asche empor, und man sieht die flüssige Masse wieder zurückrollen. Man muß aufpassen, um nicht in diese Schwefelgase hineinzugeraten. Und das ist nicht gerade leicht. Denn der Wind dreht sich fortwährend. Beinahe eine Stunde verweilten wir oben auf der Platte, und dann ging es wieder hinunter. Unsere Führer waren zu unserem großen Ärger schon bis an die Vegetationsgrenze hinabgestiegen. . . Langsam ging's nun voran, und recht froh waren wir, als die Schuttabhänge hinter uns lagen. Der Abstieg bis zur Schutzhütte war auch noch nicht leicht, und ganze Strecken rutschten wir unfreiwillig auf dem Rücken hinab, da der Weg heillos steil war. Bei der Schutzhütte eine kurze Rast, und dann geht's wieder weiter hinab. Die Knie wurden müde, und je tiefer wir kamen, desto langsamer kamen wir vorwärts. Erst um 12 Uhr (mittags) waren wir wieder unten, und dann gleich im Auto zurück nach Fort de Kock.“

Was die Reisenden oben im Krater sahen, war zwar kein explosiver, aber ein typisch strombolischer Ausbruch des Merapi. Er bürgte für gesteigerten Vulkanismus in seiner, erst noch im Juni 1909 durch ein Erdbeben schwer heimgesuchten Nachbarschaft. Er ergab einen Grund mehr, den Herd des nächsten katastrophalen Fernbebens vom 1. Mai in dieser Nachbarschaft zu suchen. Dann liegt, als 13. Paarung, eine Wiederholung der Paarung 12 in Tabelle 2 vor:

Paar 13 XXIII. Jonisches Meer 1915 Januar 27 XXIV. Sunda-Gebiet 1915 Mai 1.

Mit dieser Paarung erscheint aber vor allem die seit Januar 27 von mir angenommene Wiedereinsetzung der seit Anfang 1911, bis zu der Unterbrechung von

Januar 13 1915, maßgebenden Gefahrzone des Vulkanismus auf der Nordhalbkugel in hohem Grade gesichert.

Diese Sicherung wird verstärkt durch eine nachfolgende Paarung, deren erstes Glied auf Ende desselben Mai 1915 entfiel, an dessen Anfang die Sunda-Katastrophe stand. Am 31. dieses Monats wurde der Süden Islands von einem schweren Erdbeben erschüttert. Zugleich hatte der Hekla einen Ausbruch, der an Stärke den Ausbruch vom 25. April 1913 noch übertraf. Die Frage erhob sich, ob nun, zum dritten Male, sich die Paarung mit dem Ätnagebiete vollziehen würde. Sie darf als bejaht angesehen werden, obgleich der Ätna selbst vorerst noch ruhig blieb, jedenfalls soweit Nachrichten in deutsche Zeitungen drangen. Leider hatte gerade seit dem gleichen Mai 1915 der Abbruch der italienischen Beziehungen zu den Mittelmächten unmittelbare Nachrichten von italienischen Katastrophen abgeschnitten. Aber trotz diesem feindseligen Verschuß sickerte mehr als eine Meldung herüber, die jedenfalls die Nachbarschaft des Ätna besonders unruhig zeigte. Immerhin muß diese „Nachbarschaft“ nunmehr über einen Teil Italiens selbst ausgedehnt werden. Doch dürfte dieser notgedrungenen Verbreiterung der spirali-gen Gefahrzone einigermaßen durch ihre große, den Erdball mehrmals umschlin-gende Länge und überhaupt durch die ansehnliche Größenordnung der beteiligten Längen-Entfernungen einige Berechtigung verleihen.

Vom 11. Juli 1915 wurde ein durch Erdbeben eingeleiteter Lava-Ausbruch des Vesuv gemeldet. Bis zum 14. Juli folgten bedrohliche Erdbebenercheinungen auf den seismisch mit Sizilien sympathisierenden¹⁾ Kanarischen Inseln, beson-ders auf Fuerteventura. Am 7. August 1915 verzeichneten deutsche Stationen auf die Entfernung und in der Richtung des Jonischen Meeres ein Fernbeben mit nachfolgendem Nachbeben. Dieselbe Aufzeichnung wiederholte sich am 10. August 1915, besonders am Erdbebenmesser zu Hohenheim, nur daß an diesem Tage noch ein schwächeres Beben dem stärkeren voranging und das Nachbeben erst am folgenden Tage verzeichnet wurde. Unter dem 28. August 1915 wurden dann Erdbeben in Süditalien und gleichzeitige starke Tätigkeit von Vesuv, Stromboli und Ätna gemeldet. Diese scheint sich, nach weiteren Nachrichten, auch über September 1915 ausgedehnt zu haben, gelegentlich, besonders am 23. September, begleitet von Erdbeben in Süditalien und Sizilien.

Eine neue Reihe, zu der ein Vesuv-Ausbruch vom 25. Oktober 1915 noch eine Art Übergang bildete, knüpfte an diese italienischen Ereignisse im November an. Erdbeben auf den Liparischen Inseln begleiteten am 13. November 1915 einen Lava- und Lapilli-Ausbruch des Stromboli. Ein Erdbeben in Latium folgte am 11. Dezember 1915. Weit bedeutsamer erscheint aber eine große Bodenkata-strophe, die in der ersten Nacht des Jahres 1916 eintrat und ein besonderes, fast gleichzeitiges Echo in einem Vesuv-Ausbruch fand. Sie suchte durch Erd- und Seebeben die damals schon der deutschen Herrschaft entrissenen Hauptorte des Bismarck-Archipels heim, Rabaul und Matupi. Sie bildete mit ihren erwähnten Vorgängerinnen im süditalienischen Gebiet ein vollwertiges Paar:

Paar 14. XXV. Ätnagebiet 1915 Nov. 13. XXVI. Matupi 1916 Jan. 1.

Denn der Bismarck-Archipel darf, gegenüber Entfernungen von der Grö-ßenordnung des halben bis ganzen Erdumfangs, dem Sundagebiet immerhin als benachbart erachtet werden. Auch in der Folgezeit erfuhr der italienische

¹⁾ Vgl. u. a. W. Krebs: Auftreten seismotektonischer Bodenspalten in Ostsizilien usw. in Gerlands und Rudolphs „Beiträgen zur Geophysik“. Leipzig 1909, Bd. X, Heft 2, S. 76—77.

Boden eine unheimliche Bewegung durch Erderschütterungen. Ein erneuter Ausbruch des Stromboli trat unter dem 4. Juli 1916 dazu.

Einen neuen Höhepunkt bezeichnete aber ein schweres Erdbeben, von dem am 15. August 1916 besonders die Adria-Städte Pesaro und Rimini zerstört wurden. Wie das Erdbeben von Avezzano, an das es als erneute Unterbrechung der eigentlichen Mittelmeerreihe erinnert, scheint es auch mancherlei Nacherscheinungen gehabt zu haben. Auch folgte ein diese wohl abschließender Ätna-Ausbruch am 9. September 1916. Aber nicht nur er folgte, sondern, mit einer fast mechanischen Unfehlbarkeit, als nächste große Katastrophe eine Erdbebenreihe auf der Sunda-Insel Java selbst, die, wie unter dem 2. November 1916 berichtet, vor allem die Stadt Samarang inmitten ihrer Nordküste zerstörte. So ergab sich wieder ein vollwertiges Paar:

Paar 15. XXVII. Ätnagebiet 1916 Sept. 9. XXVIII. Sundagebiet 1916 Anf. November.

Es muß zwar dahingestellt bleiben, ob noch größere andere Erdkatakastrophen in den letzten Jahren vorgekommen sind, die teils durch die Fluten des Weltmeeres, teils durch die Verkehrsbeschränkungen des Weltkrieges für die mitteleuropäische Öffentlichkeit Verhüllung erfuhren. Sicher ist, daß die vier letzten Jahre 1914 bis 1917 ebensoviele Paare großer Erdkatakastrophen aufwiesen, deren Felder, in etwas weiterem Sinne, das Ätnagebiet und das Sundagebiet waren. Ohne Zweifel bedeutet das eine Häufung solcher schweren Katakastrophen innerhalb dieser, für die Physik der Erde so wichtigen Gebiete.

Fast als Erleichterung durfte unter diesen Umständen die der javanischen Meldung von Anfang November 1916 fast auf dem Fuße gefolgte armenische begrüßt werden, die von einem Panik erzeugenden Erdbeben zu Eshmiadzin am Ararat zu berichten wußte. Sie paarte sich tatsächlich auch mit einer japanischen Erdkatakastrophen, einem zerstörenden und mörderischen Erdbeben auf Formosa, das unter dem 15. Januar 1917 berichtet wurde. Unterstrichen wurde die japanische Heimatberechtigung dieser Katakastrophen durch eine noch mörderischere Folgeerscheinung solcher schweren Erschütterungen der Erdkruste, die unter dem 24. Januar 1917 gemeldet wurde. Bei Ojama, anscheinend der, an der Westküste der japanischen Hauptinsel Hondo, nahezu unter 39° nördl. Breite, gelegenen Stadt Japans, fand damals eine Schlagwetter-Explosion statt, die mehr als 1000 Menschenopfer gefordert haben soll. Den Paaren Nr. 1, 7 und besonders 10 entspricht demnach

Paar 16. XXIX. Eshmiadzin 1916 November 4 XXX. Formosa 1917 Jan. 15.

Erleichternd wirkt dieses Zwischenspiel, weil einmal wieder die so ausschließliche Heimsuchung Italiens und des Sundagebietes unterbrochen erscheint. Diese Unterbrechung erweckt einen um so nachhaltigeren Eindruck, als ihr eine schwere Bodenkatakastrophen im Sundagebiet folgen sollte, der eine entsprechende Partnerin im Ätnagebiet und überhaupt in Italien nicht vorausging. Es war das, mit vulkanischer Tätigkeit verknüpfte große und verheerende Erdbeben auf der Sunda-Insel Bali am 26. Januar 1917. Weder die Erdbeben von Avezzano am 3., noch von Ligurien am 10. Januar 1917 können als Vorerscheinungen in der Nachbarschaft des Ätna von hinreichender Stärke angesehen werden. Sie können es um so weniger, als sie, vor dem 15. Januar, also vor dem Erdbeben von Formosa, gemeldet sind und demnach zwei Paare in bisher nur einmal bemerkter Weise verflochten würden. So darf wohl angenommen werden, daß die Katakastrophen von Bali einem südhemisphärischen Paare angehörte, dessen andere Partnerin sich

im süd-pazifischen Meeresgrunde eingestellt hat. So würde sich für die Südhalbkugel ergeben als

Paar 3. V. Bali 1917 Januar 26. VI. Süd-pazifik? 1917 Jan. 29./30?

Hierfür könnte sehr wohl eines der beiden, in mehr als 8000 km Abstand auf europäischen Erdbebenwarten verzeichneten Weltbeben in Betracht kommen, die am 29. und 30. Januar 1917 stattfanden.

Eines von ihnen wurde von anderen Erdbebenforschern auf Kamtschatka, das andere auf ein südasiatisches Gebiet bezogen. Doch sind beide Bestimmungen nur vorläufige Schlüsse aus jenen instrumentellen Aufzeichnungen. Bestätigungen sind aus dem einen wie aus dem anderen Erdgebiete ausgeblieben. Für eines jener Weltbeben ist andererseits in anderem Zusammenhang schon ein untermeerischer äquatorial- bzw. süd-pazifischer Herd als wahrscheinlich beansprucht. Das ist in einer noch nicht veröffentlichten Arbeit über die Katastrophen des Januar 1917 geschehen, die diese Katastrophen einer ähnlichen, aber auch bei der Sonne und bei anderen ihrer Planeten aufgefundenen Gesetzmäßigkeit unterordnet.

Die Ergebnisse jener Arbeit und der hier dargelegten, die Erde allein betreffenden Untersuchung stützen demnach einander gegenseitig.

Das gleiche darf von den Ergebnissen einer weiteren Verfolgung der Katastrophen des Erdgebietes Italien behauptet werden. Das große adriatische Erdbeben des 15. August 1916 trat in mehrfache Beziehung zu dem großen apenninischen Erdbeben des 13. Januar 1915. Es erschütterte wie dieses weite Gebiete italienischen Bodens. Es erschütterte vor allem den Boden der Marken, der zu den Teilen dieses Bodens gehört, die in meinem Beitrag über jenes Januarbeben 1916 zu Heft 13/14 des „Weltall“ 1915 als besonders gefährdet bezeichnet waren.¹⁾ In diesem immerhin etwas sehr äußerlichen Sinne darf es geradezu als eine Fortsetzung der Omorischen Kette angesehen werden.

Zu dieser Verkettung trat es aber in eine noch weit bedeutungsvollere innere Beziehung. Es erwies sich der dynamischen Regel unterworfen, die für diese Verkettung nach Omori gilt, die aber schon einige Jahre vor diesem japanischen Erdbebenforscher von mir selbst aufgestellt war. Nach den angerichteten Zerstörungen lag der Hauptherd des Bebens vom 15. August 1916 im Grunde der Adria nächst Pesaro. Diese Stadt war aber sowohl von dem Erdbeben von Rimini am 18. März 1875 als auch von dem Erdbeben von Sinigallia am 2. September 1897 einigermaßen verschont geblieben. Pesaro und das neue Herdgebiet lag also zwischen den Herden dieser schwersten adriatischen Bodenkatastrophen aus neuerer Zeit (siehe Karte „Weltall“ Jahrg. 15 S. 161). Es entsprach demnach vollkommen jenem von mir aufgestellten Gesetze.

Sein innerer Zusammenhang dürfte in physikalischen Vorgängen innerhalb der festen Erdkruste zu suchen sein, weil das ganze Verhalten an die Erschütterung standfester körperlicher Massen durch seitliche Einstürze erinnert. Die andere, in diesem neuen Beitrage behandelte Gesetzmäßigkeit greift zu tief in das Erdinnere, als daß sie solche einfachen physikalischen Ursachen haben könnte. Für sie kommt der noch so rätselhafte Chemismus dieses Erdinnern sicherlich mit in Betracht.

Die neue italienische Erdbebenkatastrophe vom 26. April 1917 bestätigt meine Zweifel daran, daß das Erdbeben 1916 von Pesaro eine vollwertige Fort-

¹⁾ Vgl. W. Krebs a. a. O. „Das Weltall“ XV, 1916, S. 164.

setzung der Omorischen Reihe gebildet hätte. Denn es setzt genau diese den Apenninen folgende Reihe fort. Dem Erdbeben von Aquila 1903 auf dem umbrischen Apennin folgte nun das toskanische Erdbeben von Perugia 1917. Nach neueren Meldungen stellt sich diese Katastrophe als weit schwerer heraus gegen die ersten Berichte. Monterchi (Montovarchi?) bei Perugia soll allein 40 Einwohner durch den Tod verloren haben.

Das überaus schwere Fernbeben vom 1. Mai 1917 ist von Jugenheim auf mehr als 16 000 km Abstand bestimmt. Wegen dieser, den Grenzen des Erdballs sehr nahekommenen Entfernung ist die Herdbestimmung gesichert: auf das Südpazifikgebiet bei Neuseeland.

Als antipodale Erscheinung tritt das Beben des 1. Mai in eine fesselnde Beziehung zu dem italienischen Beben des 26. April 1917. Es erfüllt aber auch die in meinem neu vorliegenden Erdbebenbeitrag geäußerte Erwartung einer südhemisphärischen Erdkatastrophe, die sich, als westsüdwestliche, mit dem Erdbeben des 2. November 1916 paart.

Sein Herd braucht niemals oberirdische Bestätigung zu erfahren. Er kann vom Weltmeere auf immer bedeckt bleiben, da wo es am tiefsten ist. Die größten, schließlich fast 10 000 m erreichenden Tiefen, vor allem des Pazifiks, sind nach meiner, nun 14 Jahre alten Darstellung im „Globus“, der inzwischen ja Rudolph und andere Erdbebenforscher beigetreten sind, zugleich seismische und im engeren Sinne vulkanische Herde.

Wie ich vor 12 Jahren, ebenfalls im „Globus“, nachwies, sind solche, bisher nicht erloteten Tiefen gerade besonders noch im Südpazifik östlich Neuseeland zu erwarten. Denn die Erdbebenfluten von Südamerika gelangen rascher nach neuseeländischen Gestaden, als es die bisher berechnete Durchschnittstiefe gestatten würde.

Jede neu eingetretene Erdkatastrophe hat sich, seit jener Veröffentlichung im „Weltall“ 1915 als in das fesselnde Netz örtlicher Beziehungen auf das innigste verwoben erwiesen, deren erste Fäden damals aufgedeckt wurden. Dazu trat bei den größten dieser Katastrophen noch eine ebenso bedeutungsvolle Beziehung zeitlicher Art, zu den Finsternisterminen von Sonne und Mond. Drei solcher Termine sind der 18. Juni, 4. und 18. Juli 1917. Sie sind, mit den Januar-Terminen, der dritte bis fünfte Finsternis-Termin 1917. Ein sechster und siebenter schließen sich am 13. und am 27. Dezember 1917 an. In diesem Jahre lassen sie noch manchen Aufschluß erwarten.

Der gestirnte Himmel im Monat Oktober 1917

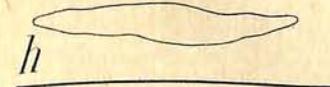
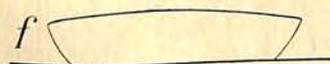
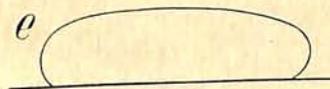
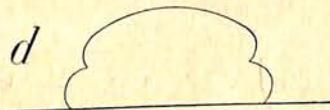
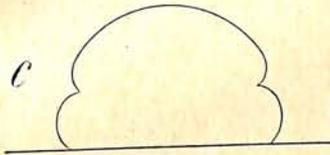
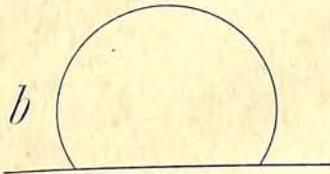
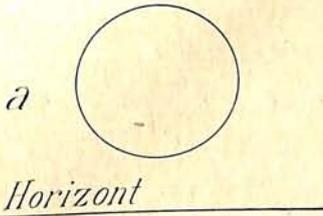
Von Dr. F. S. Archenhold

Eigentümliche Sonnenuntergänge

Außergewöhnliche Lichtbrechungsverhältnisse der unteren Luftschichten, die zu meist durch ungewöhnliche Temperaturverhältnisse verursacht sind, erklären die merkwürdigen Formverzerrungen der am Horizont auf- oder untergehenden Sonne. Es ist schon im „Weltall“ über verschiedene solcher Erscheinungen berichtet worden. Ich verweise hier auf Taudin-Chabot: „Sonnenuntergang und Sonnenaufgang“, Jg. 3, Heft 21/22; Wetekamp: „Eigentümlicher Sonnenuntergang am Wattenmeere“, Jg. 9, Heft 9; Krebs: „Verzerrungsformen der auf- und untergehenden Sonne“, Jg. 9, Heft 12; Meyer: „Erklärung des eigentümlichen Sonnenuntergangs am Wattenmeere“, Jg. 10

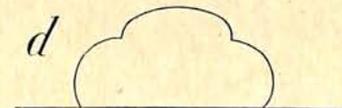
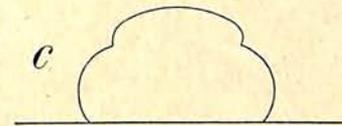
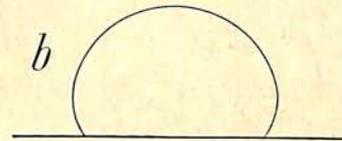
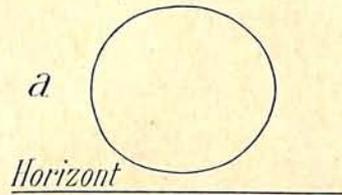
Tafel I.

1911, August 1.



Tafel II.

1911, August 9.



Beobachtet
von
Landmesser Grotke.

Heft 2; Barzizza: „Einfache Formeln und Betrachtungen über den Sonnen-Auf- und Untergang für Gebirge“, Jg. 10, Heft 16.

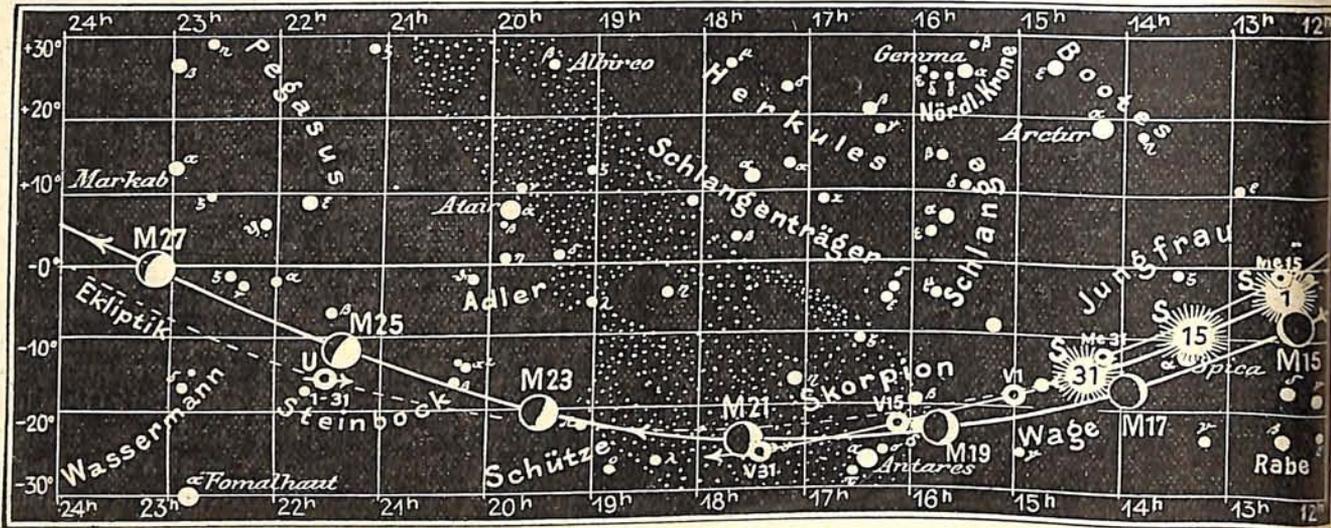
Heute greifen wir auf Abbildungen zurück, die Herr Landmesser Grotke, der jetzt als Feldwebel-Leutnant in der Kgl. Fortifikation Lötzen tätig ist, während seines Aufenthaltes in Warnemünde im August 1911, als eine große Hitze herrschte, von der untergehenden Sonne hergestellt hat. Die Formveränderungen des Sonnenkörpers waren damals so eigenartig, daß sich Herr Grotke veranlaßt sah, mehrere solcher Untergänge in ihrem Verlaufe zu skizzieren. Grotke benutzte einen Feldstecher von vierfacher Vergrößerung, da er anfänglich die eigentümlichen Kalottenbildungen als Täuschungen ansah; aber gerade diese Erscheinungen konnten auch von anderen bei wiederholter Beobachtung wahrgenommen werden. Grotke hat am 1. August in einem Abstand von 7 Minuten bis zum Untergang die nebenstehenden Skizzen Ia bis h gezeichnet. Seine Originaltafeln, die er uns zur Verfügung gestellt hat, geben den Vorgang auch in den Farben wieder. So erscheint bei a die Sonne als runde gelbe Scheibe. „Das zweite Stadium“ (b), schreibt Grotke, „zeigt ihr Eintauchen in den Dunstschleier.

Für einige Augenblicke entzieht sich die untere Sonnenscheibe fast ganz der Sicht; erst allmählich wird die Umgrenzung in violetterm Licht sichtbar. Darauf löst sich der obere Teil der Sonne bei stärker werdender Rötung als besondere Kalotte von dem unteren, nunmehr rotglühenden Sonnenteil ab. Die Kalotte verkleinert sich bei sinkendem Tagesgestirn und nimmt mehr und mehr eine rote Färbung an. Bei Stadium e zeigt die Sonne die dargestellte Form; die

Kalotte ist entschunden. Die Form der Sonnenscheibe nimmt im weiteren Verlauf unregelmäßige Gestalt an und hat das Bestreben, sich vom Horizonte loszulösen. Für kurze Zeit, etwa 30 Sekunden, schwebt über dem Horizont ein intensiver scharf begrenzter, rotglühender Feuerschein, mit einer wagerecht liegenden Feuergarbe vergleichbar, der sich zusehends verkleinert, um dann an dieser Stelle zu verschwinden.

Je unregelmäßiger die Formen werden, desto intensiver leuchtet in dunklem Rot die Erscheinung. Es sah durch das Glas aus, als ob Flammenbündel an der Peripherie emporloderten, und der ganze Körper glich in seinem Innern einem wogenden Flammenmeere.“

Fig. 1b



S = Sonne M = Mond Me = Merkur V = Venus Ma = Mars

Letztere Erscheinung führt Grotke auf die über dem Wasser schwebenden heißen stark flutenden Luftschichten zurück.

Die Phasen des Sonnenunterganges, der in Tafel II abgebildet ist (a bis e), sind denen vom 1. August sehr ähnlich. Wir sehen aber, wie die luftbrechenden Schichten nahe am Horizont am 9. August nicht die Turbulenz zeigen wie am 1. August, wo wir in f, g und h starke Verzerrungen des Sonnenbildes beobachten.

Die Sterne

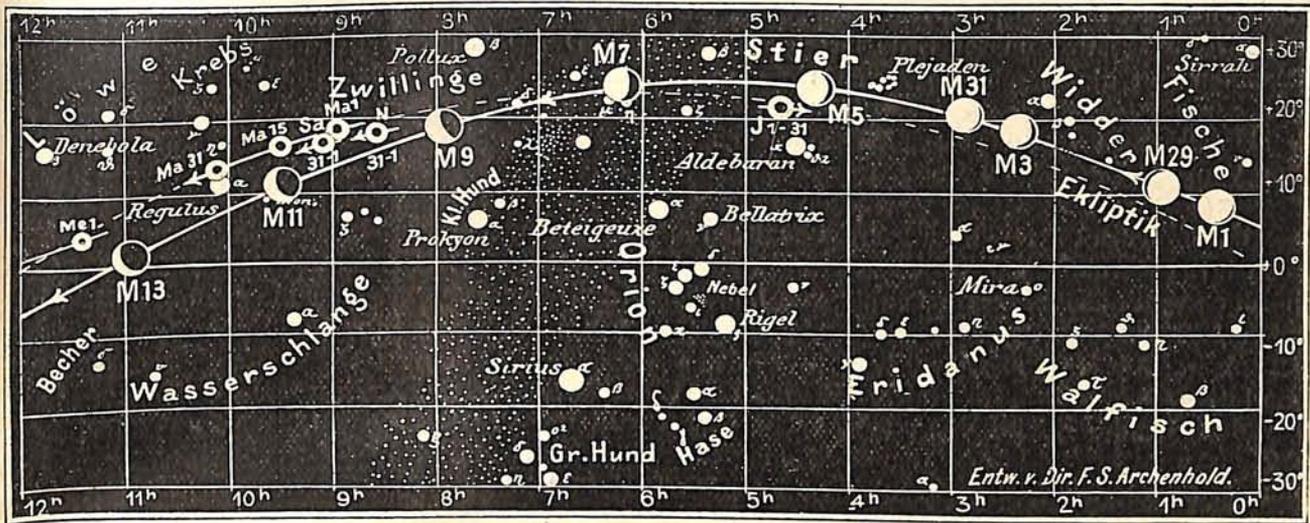
Tief unten im Süden steht auf unserer Karte das Sternbild der Fische mit dem hellsten Stern Fomalhaut, der 24 Lichtjahre von uns entfernt ist, und dessen Spektrum dem des Sirius ähnlich sieht. Seine Doppelsternnatur ist von Herrschel im Jahre 1779 entdeckt worden. Der Hauptstern ist 2,8. Größe, grünlich weiß, und sein Begleiter 3,9. Größe und von blauer Farbe. Sowohl Positionswinkel wie Entfernung der beiden Sterne haben seit dem Jahre 1831 ständig abgenommen, ersterer ist von 333° auf 319° , letztere von $3'',8$ auf $2'',6$ gesunken. Da erst in einem vollen Umlauf sich der Positionswinkel um 360° ändert, so sehen wir, daß dieses Doppelstern-System eine sehr lange Periode hat.

Ueber dem Sternbild der Fische finden wir den Wassermann mit einem Nebel, der mit den beiden hellsten Sternen α und β ein gleichschenkliges Dreieck bildet. Maraldi hat ihn 1746 entdeckt und von Messier ist er in seinem Katalog unter Nummer 2 als ein großer runder Nebel von 5 bis 6' Durchmesser beschrieben. Seine Gesamthelligkeit ist der eines Sternes 6,5. Größe vergleichbar. Schon in einem kleineren Fernrohr erscheint der Nebel körnig, was als ein sicheres Zeichen der Auflösbarkeit anzusehen ist. In unserem großen Fernrohr zeigt er sich als ein sehr glänzender Sternhaufen, der auch im Zentrum noch auflösbar ist.

Höher im Meridian erscheint der Pegasus. In diesem Sternbilde finden wir in Rect. $21^h 25^m$ und Dekl. $11^\circ 43'$ einen 3' großen kugelförmigen, stark verdichteten Sternhaufen, der von Maraldi 1745 als Nebelfleck gesehen wurde und im Katalog von Messier unter Nr. 15 verzeichnet steht. Schon in einem mittleren Fernrohr bietet dieser Haufen einen prachtvollen Anblick dar. Ist die Oeffnung des benutzten Fernrohrs kleiner als

Fig. 1a

Nachdruck verboten



J = Jupiter Sa = Saturn U = Uranus N = Neptun

5 Zoll, so tritt die Sternhaufennatur noch nicht hervor, sondern er erscheint als ein ziemlich heller Nebelfleck. In seiner Nähe steht der bemerkenswerte Doppelstern Epsilon im Pegasus, der schon in ganz kleinen Fernrohren zu trennen ist. Der Hauptstern ist 2. Größe, von gelber Farbe und hat in 138" Entfernung einen violetten Begleiter 8. Größe. Burnham sah im Jahre 1879 noch einen sehr schwachen Begleiter 12. Größe in nur 81" Entfernung. Dieser ist nur in großen Fernrohren zu sehen.

Oberhalb des Pegasus umlagern den Zenit die beiden Sternbilder Cassiopeja und Cepheus.

Der Lauf von Sonne und Mond

Die Sonne (Feld $12\frac{1}{2}^h$ bis $14\frac{1}{2}^h$) tritt vom Zeichen der Waage in das des Skorpions. Ihre Mittagshöhe nimmt um 11° ab, sodaß sich wieder die für die Himmelsbeobachtungen günstigen Nächte einstellen werden. Die Fleckentätigkeit hat nicht wieder zugenommen.

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang M. E. Z.	Sonnenuntergang M. E. Z.	Mittagshöhe
Oktober 1.	$-3^\circ 4'$	6 ^h 8 ^m	5 ^h 43 ^m	$34\frac{1}{2}^\circ$
- 15.	$-8^\circ 25'$	6 ^h 32 ^m	5 ^h 11 ^m	29°
- 31.	$-14^\circ 1'$	7 ^h 1 ^m	4 ^h 37 ^m	$23\frac{1}{2}^\circ$

Der Mond ist mit seinen wechselnden Phasen wiederum in unsere Karten Fig. 1a und 1b eingetragen. Seine Hauptphasen entfallen auf folgende Daten:

Letztes Viertel: Oktbr. 7. 11^h abends, Erstes Viertel: Oktbr. 23. 4^h nachm.,
Neumond: - 14. 4^h morg., Vollmond: - 30. 7^h morg.

Die Planeten

Merkur (Feld $11\frac{1}{2}^h$ bis $14\frac{1}{4}^h$) bewegt sich in seiner Bahn schnell auf die Sonne zu, in deren Nähe er bereits Ende des Monats steht. Seine Sichtbarkeitsdauer, die anfangs Oktober noch eine halbe Stunde beträgt, nimmt daher wieder ab. Im letzten Drittel des Monats ist er garnicht mehr zu sehen.

Venus (Feld 15^h bis 17^{1/2}^h) ist zu Anfang des Monats eine halbe Stunde lang und am Ende desselben bereits 1^{1/4} Stunde zu sehen. Am 13. Oktober steht sie 4' nördlich von Delta im Skorpion, einem Stern 2. Größe, und zieht am 18. d. M. 2^{1/3}⁰ nördlich vom hellsten Stern im Skorpion, Antares, vorbei. Die Venus kann in mancher Beziehung als ein Zwillingsgestirn unsrer Erde bezeichnet werden. Die Dichtigkeiten sind auf beiden Planeten fast gleich, ebenso ihre Durchmesser. Der der Venus ist nur um $\frac{1}{10}$ kleiner als der der Erde; er beträgt 12400 km. Demnach ist auch die Anziehungskraft auf beiden Planeten annähernd gleich, sodaß ein Körper in einer Sekunde an der Oberfläche der Venus 4,3 gegen 4,9 Meter an der der Erde fällt.

Mars (Feld 9^h bis 10^h) ist zu Anfang des Monats 4^{1/2} Stunden lang sichtbar und am 1. Oktober mit kleinen Fernrohren zugleich mit Saturn im Gesichtsfeld zu sehen, sodaß man ihren Farbengegensatz besonders gut beobachten kann. Ende des Monats steht er nördlich vom hellsten Stern, Regulus, im Löwen und ist bereits 5^{1/2} Stunden lang sichtbar.

Jupiter (Feld 4^{3/4}^h) ist zu Anfang des Monats 9^{1/2}, am Ende sogar 12 Stunden lang zu sehen. Am 5. Oktober bildet er mit dem abnehmenden Monde und Aldebaran im Stier ein interessantes Dreieck. Der Seite 107 im „Gestirnten Himmel für August“ dieses Jahres erwähnte dunkle Fleck, der an die früheren sogenannten Violinflecke erinnerte, zeigt wie diese auch eine starke Eigenbewegung im Sinne der Umdrehung. Fauth hat nach den A. N. No. 4899 diese Eigenbewegung auf 0⁰,384 für den Tag bestimmt. Außerdem hat Fauth noch halb so lange, nur etwas schmälere Stäbchen von scharf ausgeprägter Form und Farbe in 38⁰ und 279⁰ Länge auf dem Jupiter beobachtet.

Saturn (Feld 9^h) der zu Anfang des Monats 4^{1/4} und zu Ende desselben bereits 7 Stunden lang sichtbar ist, geht schon vor Mitternacht auf. Die geringe Dichte des Saturns, sie beträgt nur $\frac{6}{10}$ von der des Wassers, läßt vermuten, zumal die Dichtigkeit nach dem Mittelpunkt noch zunehmen muß, daß die Oberfläche des Saturns weder fest noch flüssig ist, sondern sich nur in einem dampfartigen Zustand befindet. Manchmal zeigen sich bei ihm knotenartige Verdichtungen, aus denen man auf eine Achsendrehung von 10 Stunden 38 Minuten geschlossen hat.

Uranus (Feld 21^{1/2}^h) ist nach Sonnenuntergang zuerst 8 und zuletzt 6 Stunden lang in den Fernrohren zu sehen. Zweierlei Eigentümlichkeiten zeigen sich bei den vier Uranusmonden. Erstens umkreisen sie ihren Planeten nicht wie alle anderen Monde von West nach Ost sondern umgekehrt von Ost nach West, und zweitens stehen ihre Bahnebenen nahezu senkrecht zur Bahnebene des Uranus, woraus geschlossen werden kann, daß auch der Aequator des Uranus fast senkrecht auf der Ebene der Bahn dieses Planeten steht. Seine Dichte ist etwas größer als die des Wassers; sie beträgt 1,3.

Neptun (Feld 8^{1/2}^h) ist zu Anfang des Monats 3 Stunden, zuletzt 5 Stunden lang am östlichen Himmel unter Benutzung von Fernrohren zu beobachten.

Bemerkenswerte Konstellationen:

Oktober	1. nachm.	1 ^h	Mars in Konjunktion mit Saturn (Mars 40' nördlich von Saturn)
-	4. nachm.	4 ^h	Merkur in größter westlicher Abweichung
-	5. vorm.	10 ^h	Jupiter in Konjunktion mit dem Monde
-	10. vorm.	10 ^h	Saturn in Konjunktion mit dem Monde
-	10. abds.	9 ^h	Mars in Konjunktion mit dem Monde
-	13. vorm.	6 ^h	Venus in Konjunktion mit Delta Scorpii (Venus 4' nördlich von Delta Scorpii)
-	15. vorm.	6 ^h	Merkur in Konjunktion mit dem Monde
-	19. abds.	9 ^h	Venus in Konjunktion mit dem Monde

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Bezugspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., $\frac{1}{2}$ Seite 45.—, $\frac{1}{4}$ Seite 25.—, $\frac{1}{8}$ Seite 15.—, $\frac{1}{16}$ Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
 Druck von Emil Dreyer, Berlin SW

INHALT

- | | |
|---|---|
| 1. Der Einfluß der Erdumdrehung auf die Flugbahn der Geschosse. Von Prof. Adolf Keller, Karlsruhe i. B. 145
2. Lichtsäulen. Von Dr. E. Everling 149
3. Eine neue Erweiterung des astronomischen Weltbildes. Von Dr. Robert Klumak, Wien 153
4. Die Sichtbarkeit von Gegenständen im Wasser vom Ballon aus. Von Felix Linke 155 | 5. Der unterelbische Anteil an der Krakataukatastrophe vom 26. August 1883. Von Wilhelm Krebs (Holsteinische Wetter- und Sonnen-Warte, Schnelsen bei Hamburg) 157
6. Kleine Mitteilungen: Tonga-Rapa, ein versunkener Erdteil. — Aufbauende Wasserfälle. — Mineralische Bestandteile der Atmosphäre. — Die Blitzschäden in den Vereinigten Staaten 159 |
|---|---|

Nachdruck ohne Genehmigung der Schriftleitung verboten. — Auszüge nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Der Einfluß der Erdumdrehung auf die Flugbahn der Geschosse.

Von Prof. Adolf Keller, Karlsruhe i. B.

(Mit vier Abbildungen.)

Bei einer Reihe von Bewegungen auf der Erde macht sich die Erdumdrehung durch gewisse Ablenkungen der ursprünglichen Bewegungsrichtung bemerkbar, die sich freilich meist in sehr engen Grenzen halten, so daß sie in der Mehrzahl zuerst theoretisch aus der Erdrotation abgeleitet wurden, um erst später durch teilweise sehr schwierige Versuche ihre Bestätigung zu finden und dadurch zu den wichtigsten Zeugen für die Erdumdrehung zu werden. Die Schwierigkeiten bestanden dabei in der Hauptsache darin, daß die Winkelgeschwindigkeit der Erde verhältnismäßig klein ist, und daß wir nur wenig Bewegungen herzustellen imstande sind, welche eine ausreichend lange Zeit ihre Richtung im Raume beizubehalten vermögen, um als feststehende Basis für die Messung der Drehung gelten zu können. Das Foucaultsche Pendel mit seiner langanhaltenden Bewegung, die Passatwinde, von großer Höhe herabfallende Körper sind die bekanntesten hierher gehörenden Beispiele, und auch bei den Geschossen müssen sich ähnliche Erscheinungen zeigen, die freilich wegen verschiedener Fehlerquellen zunächst nur schwer auszuwerten sein werden.

Die Ueberlegungen, welche eine Ablenkung der Geschosse auf ihrer Bahn durch den Einfluß der Erdumdrehung erwarten lassen, sind verhältnismäßig einfach. Man denke sich in einem Punkt der nördlichen Halbkugel der Erde ein Geschütz auf ein Ziel eingestellt, welches genau nördlich von ihm, also auf demselben Meridian liegt. Infolge der Umdrehung der Erde gegen Osten durchläuft dann das Geschütz in einem Sterntag den Breitenkreis seines Standortes, das Ziel dagegen seinen kleineren, so daß also das Ziel sich langsamer in östlicher Richtung bewegt als das Geschütz. Das Geschöß nimmt also neben seiner eigentlichen Fluggeschwindigkeit noch die östliche Seitengeschwindigkeit des Geschützes mit auf den Weg und wird während der Flugzeit t bis zum Einschlag etwas weiter nach Osten vorgeschritten sein als das langsamere Ziel Z . Der Treffpunkt T wird also etwas östlich, vom Geschütz aus gesehen also rechts von dem jetzigen Orte Z_2 des Zieles Z liegen. (Abb. 1.) Beim Schuß von Norden nach Süden dagegen bleibt das Geschöß hinter dem rascher ostwärts wandernden Ziele zurück, schlägt also westlich, vom Geschütz aus gesehen also wieder rechts neben dem Ziele ein. (Abb. 2.)

Wie steht es aber beim Schuß nach Osten oder Westen? Selbst in der Fachliteratur findet man vielfach kurzerhand die Auffassung vertreten, daß die Ab-

lenkung dann einfach Null sei. Vom mathematischen Standpunkt aus sollte aber schon die gleichsinnige Rechtsabweichung bei entgegengesetzter Schußrichtung stutzig machen. Ein Vergleich mit dem Foucault'schen Pendelversuch wird hier am ehesten zu klaren Vorstellungen führen. Denkt man sich am Nordpol ein nach allen Seiten frei schwingendes Pendel aufgehängt und in einer bestimmten Ebene in Schwingungen versetzt, so wird es diese Schwingungsebene dauernd beizubehalten suchen, während die Erde sich unter ihm hinwegdreht. Auf einer unter ihm horizontal aufgelegten Kreisteilung würde dann die Schwingungsebene des Pendels sich scheinbar in entgegengesetztem Sinne drehen, und zwar im Verlauf eines Sterntages gerade um eine volle Umdrehung. Bei einer Wiederholung des Versuches in der Nähe des Poles wäre ebenfalls noch eine ausgeprägte Drehung vorhanden, und bei jeder Schwingung würde die Ebene um einen kleinen Betrag weiterrücken; alle diese kleinen Drehungswinkel α_1 , α_2 summieren sich zu einem Winkel, der nach Fig. 3 gerade dem Winkel gleichkommt, den man an der Spitze des Kegels erhält, wenn man sich ihn längs einer Geraden aufgeschlitzt und in die Ebene abgerollt denkt. Dies gilt nicht nur, wenn man wie

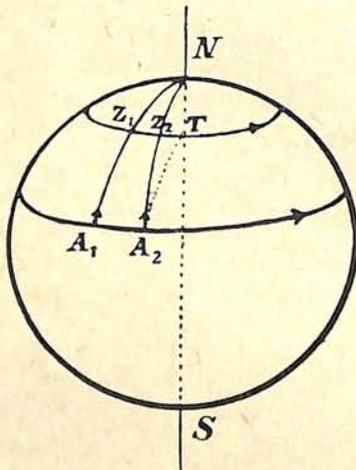


Abb. 1.

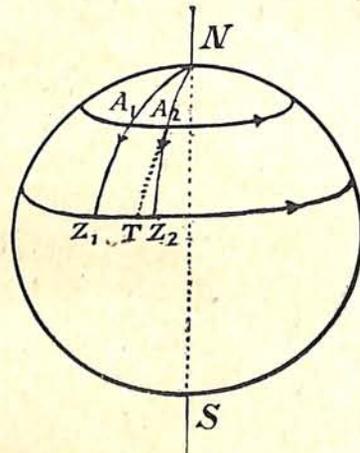


Abb. 2.

bei I mit einer nord-südlichen Schwingung beginnt, sondern auch, wenn die Schwingungsrichtung von einem andern Werte (wie z. B. bei II) ausgeht. Diese Drehung behält an ein und demselben Orte dieselbe Geschwindigkeit, gleichviel in welcher Richtung das Pendel schwingt; es schreitet also bei einer west-östlichen Schwingung um denselben Betrag weiter wie bei einer Schwingung in der Nord-Südrichtung oder in einer beliebigen andern Schwingungsebene. Dagegen ist die Drehungsgeschwindigkeit abhängig von der geographischen Breite; nähert sich nämlich der Aufstellungsort mehr dem Äquator, so wird der Kegel der Fig. 3 schlanker, der Winkel also kleiner, um am Äquator völlig Null zu werden. Bekanntlich ist die Drehungsgeschwindigkeit der Schwingungsebene des Foucault'schen Pendels entgegengesetzt gleich der Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde multipliziert mit dem Sinus der geographischen Breite des Aufhängepunktes.

Ganz analog muß man auch bei der Drehung der Erde unter der Flugbahn der Geschosse hinweg zu dem Resultat kommen, daß die Ablenkung für jede beliebige Schußrichtung, also auch bei östlichen oder westlichen Schüssen für die gleiche Flugdauer und Schußweite dieselbe sein muß.

Als Zahlenbeispiel für die Größe der Ablenkung im luftleeren Raum sei erwähnt, daß ein Geschöß von 820 m/sec Anfangsgeschwindigkeit, unter der geographischen Breite 54 Grad mit einem Abgangswinkel von 44 Grad abgeschossen mit einer Flugzeit von 116,13 sec auf eine Schußweite von 68 500 m eine Rechtsablenkung durch die Erdrotation im Betrage von 350 m erfahren würde. Durch

die geringere Flugdauer und Flugweite im luftgefüllten Raum würde der Betrag in Wirklichkeit wesentlich geringer (nur etwa halb so groß) ausfallen.

Beim freien Fall würde man wie beim Schuß lotrecht nach unten zunächst eine Ablenkung nach Osten erhalten, da der Abgangsort wegen seiner größeren Entfernung von der Erdachse eine größere östliche Seitengeschwindigkeit besitzt

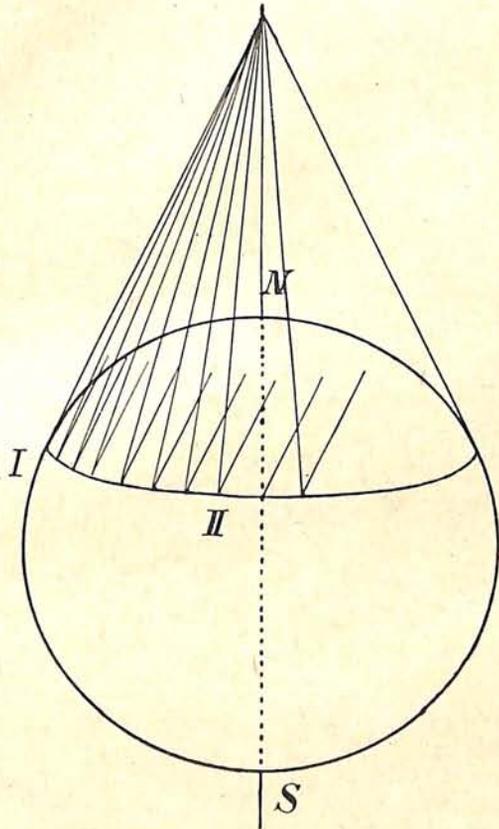


Abb. 3.

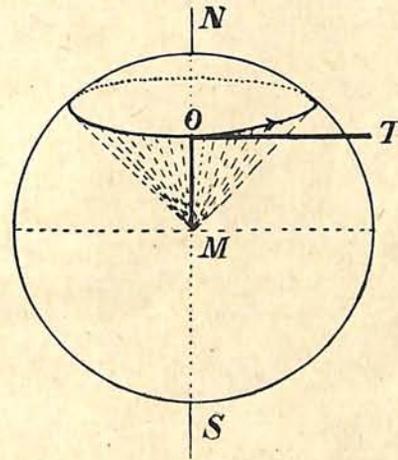


Abb. 4.

als das Ziel. Dazu kommt noch eine Ablenkung gegen den Äquator hin. Denn das Geschöß besitzt lediglich die senkrecht abwärts gerichtete Fallgeschwindigkeit in der Richtung OM (Abb. 4) und eine östliche Seitengeschwindigkeit, die in der Richtung der Tangente OT an den Breitkreis des Abgangsortes liegt. Die Geschößbewegung wird sich also in der Ebene TOM vollziehen müssen; alle Punkte dieser Ebene außer der Geraden OM liegen aber außerhalb des Kegels mit der Erdmitte als Spitze und dem Breitkreis von O als Leitlinie, d. h. besitzen kleinere geographische Breite als der Kegelmantel selbst. — Der Schuß lotrecht nach oben (z. B. auf einen stillstehenden Ballon) ergibt nach analogen Überlegungen westliche und südliche Abweichungen vom Ziel.

Auf der Südhälfte der Erde gelten ganz analoge Verhältnisse. Bei jeder Schußrichtung im Flachschieß tritt hier Linksabweichung ein, beim freien Fall eine Ablenkung nach Osten und gegen den Äquator, beim Schuß lotrecht nach oben eine Ablenkung nach Westen und gegen den Äquator.

Außer Änderungen in der Richtung treten aber auch Änderungen in der Flugdauer und der Schußweite auf. Hier spielt besonders die erwähnte Ablenkung gegen den Äquator sowohl beim Aufstieg wie beim Abfall eine Rolle. Die

genaue Berechnung dieser Werte, die zudem praktisch wegen ihrer Kleinheit im Vergleich zur Streuung der Waffe vernachlässigt werden können, bietet große Schwierigkeiten und ist mit den Mitteln der elementaren Mathematik nicht durchführbar.

Als Beispiel für die wirklich vorkommenden Abweichungen im Luftraum bei großen Schußweiten sei das folgende von Schatte berechnete angeführt, welches mit dem oben besprochenen identisch ist, wenn man bedenkt, daß alle den Luftwiderstand betreffenden Größen dort nicht gegeben zu sein brauchten. Eine 30,5 cm-Granate mit ogivaler Spitze von zwei Kalibern Abrundungsradius mit einem Gewicht von 445 kg wird mit der Anfangsgeschwindigkeit von 820 m/sec unter einem Abschlußwinkel von 44 Grad in der geographischen Breite 54 Grad nach Norden abgefeuert; Barometerstand am Boden 760 mm, Lufttemperatur 15,5 Grad, relative Luftfeuchtigkeit 50%; Enddrallwinkel des Geschützes 25 Kaliber (d. h. auf 25 Kaliberlängen = 762,5 cm kommt eine Umdrehung des Geschosses). Auf der ruhenden Erde ergeben sich dann folgende Werte:

	Schußweite m	Scheitelhöhe m	Wagerechter Scheitelabstand vom Geschütz m
im luftleeren Raum	68 500	16 500	34 250
im luffterfüllten Raum	33 900	10 980	19 400

Durch die Drehung der Erde wird die Schußweite um 9,96 m = rd. 10 m verkürzt und eine Rechtsablenkung von 156 m hervorgerufen. Der erste Betrag ist im Vergleich zu der Schußweite verschwindend gering, und sogar der zweite kann neben der Geschößstreuung vollkommen vernachlässigt werden. Beträgt doch allein die Rechtsablenkung durch den Rechtsdrall auf diese Schußweite nahezu 2000 m.

Das Problem der Geschößabweichung durch die Erdrotation wurde schon von Galilei in Angriff genommen und später durch S. D. Poisson soweit gefördert, daß er den Wert der Abweichung in gewisse Grenzen einzuschließen imstande war. Ein weiteres Verfahren zur Lösung gab St. Robert, das von N. Sabudski weiter ausgebaut wurde und in dieser Form mit der neuesten und einwandfreiesten Methode von C. Cranz in den Resultaten gute Übereinstimmung zeigt.

Praktische Ermittlungen des Einflusses der Erdumdrehung auf die Flugbahn der Geschosse durch systematische Schießversuche haben bisher nicht stattgefunden. Die dabei zu überwindenden Schwierigkeiten sind recht erheblich und die Kosten ziemlich beträchtlich; denn zur Ausschaltung der Waffenstreuung müßte mit einer sehr großen Zahl von Schüssen gerechnet werden. Zudem setzen sich die seitlichen Abweichungen immer aus zwei wesentlich verschiedenen Bestandteilen zusammen: der Rechtsabweichung durch den Rechtsdrall und der Rechtsablenkung durch die Erdrotation. Um diese beiden Unbekannten zu trennen wären zwei Möglichkeiten denkbar: Man schießt entweder mit Rechts- und mit Linksdrall, oder man schießt mit demselben Geschütz auf der nördlichen und südlichen Halbkugel unter gleicher geographischer Breite und unter denselben Luftverhältnissen. Das erste Verfahren verbietet sich schon deswegen, weil sich niemals zwei Geschütze von genau gleicher Leistung bauen lassen, so daß in der Tat keine Gewähr bestünde, daß der Rechts- und Linksdrall der beiden Geschütze gleichgroße Rechts- und Linksabweichungen ergeben würden. Gangbarer wäre der

andere Weg. Man erhielte dann auf der Nordhalbkugel den Einfluß von Rechtsdrall + Erdrotation, auf der südlichen den von Rechtsdrall — Erdrotation, so daß sich beide leicht bestimmen ließen. Ob sich aber die Mühen und Kosten für ein derartiges Unternehmen lohnen würden, möge dahingestellt bleiben, da beim praktischen Schießen bei großen Schußweiten schon wegen der Luft- und Windverhältnisse eine letzte Korrektur der Visierstellung doch immer nur durch direkte Beobachtung gegeben werden kann.

Es ist sogar der Versuch gemacht worden, mit der Rechtsabweichung der Geschosse auf der Nordhalbkugel die Forderung nach Einführung des Linksdralls bei unsern Feuerwaffen zu begründen, weil sich dann angeblich die Linksabweichung durch den Drall und die Rechtsabweichung durch den Einfluß der Erdrotation gegenseitig aufheben würden. Ja, man ging soweit, der französischen Feldartillerie, welche den Linksdrall eingeführt hat, aus diesem Grunde eine Überlegenheit über die unsrige zuzuschreiben. Diese Leute scheinen keinen Begriff davon zu haben, wie grundverschieden diese beiden Abweichungen ihrem Wesen und ihrer Größe nach sind, und daß die Kompensation, wenn sie überhaupt möglich wäre, nur für eine bestimmte nördliche geographische Breite gelten würde. Und ist es denn wirklich viel leichter, wie die Franzosen mit der Differenz, als wie wir mit der Summe dieser Größen zu rechnen?

Lichtsäulen

Von Dr. E. Everling

Die Lichtsäulen, von denen die meteorologische Optik im Zusammenhang mit den Haloerscheinungen ¹⁾ zu berichten weiß, sind keineswegs eine reine Himmelserscheinung: Man kann sie auf der Erde nicht nur im Laboratorium leicht herstellen, sondern wir begegnen ihnen auf Schritt und Tritt, so häufig sogar, daß sie wohl gerade deshalb so wenig bekannt sind und so selten beachtet werden. Es erscheint daher lohnend, auf das Vorkommen dieser Lichtsäulen und auf das eigentlich Merkwürdige ihrer Erscheinung aufmerksam zu machen, eine einfache Erklärung ihrer Gestalt zu geben und das Verfahren zur Berechnung ihrer Form deren Ergebnis sich durch einfache Experimente bestätigen ließ, kurz anzudeuten.

Was sind Lichtsäulen? Am augenfälligsten treten sie in Erscheinung, wenn das Bild einer Laterne von bewegtem Wasser gespiegelt wird: Es wird dann in der Richtung auf den Beobachter zu bedeutend in die Länge gezogen. Etwas anders gestaltet und weniger auffällig, aber grundsätzlich von gleichem Charakter sind die Spiegelbilder von Lichtquellen auf rauhem Eis, feuchtem Straßenpflaster, behauchten Glasscheiben. Bei den letzteren bemerkt man die Erscheinung übrigens nicht nur bei der Reflexion, sondern noch häufiger bei der Durchsicht, z. B. wenn man aus den beschlagenen oder gefrorenen Fenstern eines Zuges die Bogenlampen der Bahnanlagen betrachtet: Das Licht wird dann in einer Richtung auseinandergezogen, die der Verbindungslinie Lampe—Auge auf der Fensterscheibe entspricht, also in der Projektion jener Linie auf die Scheibe oder, anders ausgedrückt, in der Schnittgeraden der Fensterscheibe mit einer Ebene, die auf ihr senkrecht steht und zugleich die Verbindungslinie enthält. Ebenso befindet

¹⁾ Vgl. E. Barkow, Über seltene Haloerscheinungen. „Das Weltall“ Jg. 17, Heft 3/4, Seite 17.

sich ja die Lichtsäule auf einem See in der Schnittlinie der Vertikalebene durch Lichtquelle und Auge mit der wagerechten Wasserfläche.

Diese Erscheinung ist so alltäglich, daß auf den ersten Blick gar kein Bedürfnis vorzuliegen scheint, sie zu erklären. Dennoch ist es gar nicht selbstverständlich, daß ein Spiegelbild auf rauhen Flächen gerade in der Richtung auf den Beobachter hin so stark vergrößert wird, anstatt nach allen Seiten eine nahezu gleiche Ausdehnung zu erfahren. Freilich ist eine qualitative Begründung für dieses Verhalten leicht anzugeben: Wir müssen die rauhe Fläche so auffassen, als ob sie aus zahlreichen kleinen Spiegelchen bestände, von denen jedes einzelne eben ist und eine beliebige, aber im allgemeinen nicht zu große Neigung gegen die Ebene der gesamten rauhen Fläche hat. Dann werden einige von den Spiegelchen, die in der erwähnten Richtung auf den Beobachter zu liegen, ihre ganze Neigung dazu ausnutzen können, um Strahlen der Lichtquelle auch von solchen Punkten in das Auge zurückzuwerfen, die von der Stelle des „eigentlichen“ Spiegelbildes (das sich auf einer ebenen Fläche anstatt der rauhen bilden würde) weiter entfernt liegen. Dagegen müssen seitlich der Blickrichtung befindliche Spiegelchen stets einen beträchtlichen Teil ihrer Neigung dazu verwenden, die Lichtstrahlen in die Mittelebene, speziell in das Auge des Beobachters, zurückzubringen; dies ist daher nur solchen Teilen einer bestimmten Neigung möglich, die von der Stelle normaler Reflexion nicht allzuweit entfernt sind.

Man kann diese Überlegung leicht durch folgendes Experiment unterstützen: Man bringe eine Lichtquelle in die Nähe einer Zimmerwand, setze sich an die gegenüberliegende und verschiebe auf dem Fußboden einen Spiegel, der eine ganz bestimmte Neigung gegen die Horizontale hat, aber um eine senkrechte Achse beliebig gedreht werden kann. (Jeder kleine Toilettenspiegel mit Halter läßt sich zu diesem Zwecke verwenden.) Dann suche man alle die Stellen des Fußbodens auf, in denen der Spiegel bei dieser Neigung, passend um die Vertikalachse gedreht, das Bild der Lichtquelle in das Auge zu werfen vermag. Man findet für jede solche Neigung des Spiegels als Ort aller dieser Punkte eine länglich-eiförmige Kurve, speziell für die wagerechte Spiegeleinstellung einen Punkt inmitten dieser Linienzüge. Er gibt die Stelle des oben erwähnten „eigentlichen“ Spiegelbildes an, während die Eikurven den Umrissen der Lichtsäulen für verschiedene Grade der Rauigkeit unserer reflektierenden Fläche entsprechen.

Um das genauer einzusehen, werden wir unsere vorläufige Erklärung, die mit etwas unklaren Begriffen arbeitet, sogleich mit schärfer definierten Unterlagen versehen; dann können wir sie auch zur quantitativen Nachprüfung unserer Auffassung benutzen, und das ist umso nötiger, als durch jene Erklärung die große Länge solcher Lichtsäulen im Verhältnis zu ihrer Breite noch nicht zwingend begründet ist.

Zunächst ist die Zerlegung der rauhen Fläche in eine große Anzahl ebener spiegelnder Elemente natürlich nur eine Fiktion: Wir behandeln die Fläche so, als ob sie aus hinreichend vielen, hinreichend kleinen ebenen Stücken bestände, um mit ihr rechnen zu können. Wir wollen freilich noch die vereinfachende Annahme hinzufügen, daß diese „Elemente“ groß genug seien, um Störungen durch Lichtbeugung auszuschalten. Ferner setzen wir voraus, daß die Neigung der einzelnen Elementarspiegel gegen die Ebene der rauhen Fläche umso häufiger vorkommen möge, je kleiner sie ist, daß sie aber umso unwahrscheinlicher sei, je steiler sie wird.

Nun ist an jeder Stelle der rauhen Fläche eine ganz bestimmte Spiegelstellung notwendig, um Lichtstrahlen in das Auge zu reflektieren, und zwar nicht nur eine bestimmte Drehung um die Vertikalachse, sondern auch eine bestimmte Neigung zur wagerechten rauhen Fläche. Diese Neigung wird umso kleiner sein, je näher sich der betrachtete Punkt an der Stelle der idealen Reflexion (für ebene Spiegel) befindet. Da wir aber kleine Neigungen gegen die Horizontale als wahrscheinlicher annehmen konnten als größere, so folgt, daß die Helligkeit der Lichtsäule von innen nach außen abnimmt; denn die Helligkeit einer Stelle wird umso größer sein, je mehr Spiegelemente in ihrer Umgebung die Strahlen der Lichtquelle in das Auge zurückzuwerfen vermögen.

Da wir bei diesen Betrachtungen mit Durchschnitts- oder Wahrscheinlichkeitswerten rechnen, so ist es unerheblich, ob die richtig reflektierenden Teilchen räumlich nebeneinander in enger Nachbarschaft, wie bei einer rauhen Eisfläche, oder zeitlich nacheinander in kurzen Abständen, dafür aber örtlich weiter voneinander entfernt, wie bei bewegtem Wasser, zur Wirkung gelangen.

Dagegen ist es für die ungestörte Ausbildung der Lichtsäulen erforderlich, daß die Drehungen und Neigungen der einzelnen Spiegelemente auch wirklich nach den Grundsätzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung, also rein zufällig und nicht nach irgendeiner Gesetzmäßigkeit verteilt sind; das zeigt ein Blick auf eine Glasscheibe mit parallelen Rillen oder auf eine Wasserfläche, auf der sich stehende Wellen ausbilden konnten: Die Lichtsäule einer Lampe ist dort stark verzerrt und nicht mehr (wie stets bei unregelmäßig rauhen Flächen) von der Blickrichtung unabhängig.

Endlich folgt aus der geschilderten Verteilung der reflektierenden Teilchen, daß die Kurven gleicher Helligkeit auf der Lichtsäule, und als äußerste dieser Kurven auch die Umrißlinie, bei der Beobachtung räumliche bzw. zeitliche Schwankungen aufweisen. So sieht man bei der Betrachtung einer Lichtsäule auf bewegtem Wasser oft weit außerhalb ihrer Kontur Lichter aufblitzen. Eine Photographie gleicht diese zeitlichen (und wegen geringer Unschärfe teilweise auch die räumlichen) Unregelmäßigkeiten aus.

Auf Grund dieser Überlegungen kann man nun die mittlere Gestalt der Kurven gleicher Helligkeit, der „Isophoten“, sowie der Umrißlinie berechnen¹⁾, wenn man aus den physikalischen Bedingungen für die Reflexion den geometrischen Ort aller der Punkte auf der rauhen Fläche ermittelt, für die ein Spiegelchen mit bestimmter Neigung Licht in das Auge des Beobachters zurückwirft. Dann ergibt sich für jeden Wert der Neigung eine andere Kurve. Der Betrag der Helligkeit und damit die Lage der Umrißlinie, die der kleinsten wahrnehmbaren Helligkeit entspricht, läßt sich jedoch erst finden, nachdem man eine brauchbare Annahme über die Wahrscheinlichkeit der größeren oder kleineren Abweichungen von der Normallage zugrunde gelegt hat.

Ein zweites, eleganteres Berechnungsverfahren für die Form und Helligkeitsverteilung der Lichtsäulen beruht auf der bekannten Eigenschaft der Ellipse, Strahlen aus ihrem einen Brennpunkte nach dem anderen hin zu reflektieren. Dasselbe leistet natürlich das verlängerte Rotationsellipsoid, das ist die Flächenform,

¹⁾ E. Everling, Beobachtung und Theorie der durch Reflexion erzeugten Lichtsäulen, Vortrag, gehalten in der Abteilung Physik der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte zu Wien, u. a. Physik. ZS. 14, Nr. 22/23, S. 1156, 1913; Verhandl. d. D. Physik. Ges. 15, Nr. 21, S. 1117, 1913; Meteorol. ZS., Heft 3, S. 150, 1914; dort auch weitere Literaturangaben und eine Figur der Isophoten.

die durch Umdrehung der Ellipse um die Verbindungslinie ihrer Brennpunkte entsteht.

Umgekehrt müssen alle Spiegel, die das Licht einer Lampe in das Auge eines Beobachters zurückwerfen, Berührungsebenen an eines der (unendlich vielen) Rotationsellipsoide sein, die gleichzeitig Auge und Lichtquelle — beide punktförmig gedacht — zu Brennpunkten haben. Betrachten wir die Schnitte der Ellipsoide mit der rauhen Fläche genauer, so sehen wir, daß die in ihnen liegenden Elementarspiegelchen, um Berührungsebenen irgend eines Ellipsoides zu sein, eine ganz bestimmte Neigung gegen die raue Fläche haben müssen. Die Verbindungslinien der Punkte mit gleicher Neigung geben aber wiederum die Kurven gleicher Helligkeit, da ja jede Spiegelneigung eine ganz bestimmte Häufigkeit besitzen soll.

Das Ergebnis der Berechnung muß nach beiden Methoden natürlich das gleiche sein. Es führt zu ziemlich verwickelten Formeln, die zugehörigen Kurven verlaufen aber ziemlich einfach, wie die Figur zu dem angegebenen Vortrage¹⁾ zeigt. Sie bezieht sich auf den besonderen Fall, daß Lichtquelle und Auge gleich hoch über der rauhen Fläche liegen, und zwar so, daß der Winkel zwischen dem einfallenden und ausfallenden Strahl der eigentlichen Spiegelung 40° beträgt. Der Mittelpunkt der Figur entspricht natürlich der Spiegelneigung Null, also der eigentlichen Spiegelung, die drei Kurven, die einander umschließen, geben die Punkte der Reflexion für Neigungswinkel von 30 , 45 und 60° der Teilchen gegen die raue Fläche an.

Ein weiterer Spezialfall liegt dann vor, wenn sich z. B. der Mond im Wasser spiegelt. Dann kann man die einfallenden Strahlen als parallel, die Lichtquelle also als unendlich fern ansehen. Bei der Berechnung nach der zweiten Methode tritt hier an Stelle der Ellipse und des Rotationsellipsoides die Parabel und das Rotationsparaboloid; denn beide haben die Eigenschaft, parallel zu ihrer Achse einfallende Strahlen in ihrem Brennpunkte zu sammeln oder, wovon beim Scheinwerfer Gebrauch gemacht wird, Lichtstrahlen aus ihrem Brennpunkte parallel zu richten. In diesem Falle ergibt die Rechnung auch Säulen mit „Schwänzen“ und auseinanderstrebenden Linien, wie man sie gelegentlich bei Reflexionserscheinungen an Mond und Sonne beobachten kann.

Für die Lichtsäulen als Himmelserscheinungen, die nicht durch Spiegelung an rauhen Flächen, also nicht am Erdboden, sondern in Wolken auftreten, wird die Berechnung dadurch kompliziert, daß die spiegelnden Teilchen jetzt nicht mehr eine raue Fläche bilden, sondern sozusagen einen „rauen Raum“ ausfüllen. An Stelle der Kurven gleicher Neigung* treten dann Flächen gleicher Neigung, aus denen sich nicht unmittelbar die Kurven gleicher Helligkeit ableiten lassen. Auch hat man in diesem Falle, wenigstens bei der Sonne, zwei Arten von Säulen zu unterscheiden: Solche an dem Gestirn selbst, die im allgemeinen über dem Horizont liegen und bei der Bedeckung mit einem dünnen Nebelschleier sichtbar werden, und solche, die an der Untersonne, dem Spiegelbild unterhalb des Horizontes, erscheinen. Eine besonders gute Ballonaufnahme einer solchen Untersonne, die durch Kombination mit einer Lichtsäule ovale Form angenommen hat, gelang Herrn Dr. Wigand²⁾. Der helle Fleck im oberen Teile des Bildes rührt von dem Tagesgestirn selbst her. Es spiegelt sich auch in einer Anzahl von Seen, und die hellen Flecke

¹⁾ Siehe Fußnote Seite 151.

²⁾ A. Wigand und F. Schwab, Physik. ZS. 13, S. 677, 1912, besonders Fig. 4.

im Hintergrunde stellen Stücke einer einzigen Lichtsäule dar, die wegen des riesigen Augenabstandes — die Aufnahme erfolgte aus 4840 m, also mehr als Mont Blanc-Höhe — einer sehr großen Bodenfläche angehört.

In jedem Falle erfolgt aber die Spiegelung des Gestirnes in den Wolken an Eiskristallen, die sechsseitige Säulen oder Plättchen bilden und sich bei ihrem Fall so einstellen, daß sie der Luft eine möglichst große Widerstandsfläche darbieten; bei den Säulen wird die Symmetrieachse also wagerecht, bei den Tafeln aber senkrecht stehen. Um diese Mittellage führen nun die Körperchen Schwingungen aus, gerade so wie ein Blatt Papier, das zu Boden fällt. Und diese Neigungsänderungen der Eiskristalle führen zum Auftreten der Lichtsäulen, deren Entstehungsweise durch unsere Erörterungen im Prinzip genügend geklärt sein dürfte, im einzelnen jedoch, in den Formeln wie in dem Beobachtungsmaterial, noch weiterer Ergänzung bedarf.

Eine neue Erweiterung des astronomischen Weltbildes.

Von Dr. Robert Klumak, Wien.

Die Forschungen über die räumliche Anordnung des Universums waren durch v. Seeligers grundlegende Arbeiten¹⁾ zu einem gewissen Abschluß gelangt. Man wußte nun mit erheblicher Sicherheit, daß sich die Sternenfülle des Welt-raums nicht ins Unendliche erstreckte, sondern daß alle mit unseren Mitteln wahrnehmbaren Himmelskörper einen verhältnismäßig scharf abgegrenzten Haufen, eine Sterneninsel bilden, deren Hauptgestalt schon H e r s c h e l aus seinen Stern-aichungen zu erschließen versuchte. Noch heute müssen wir das System der Milchstraße im wesentlichen als einen etwa laibförmigen Sonnenhaufen auffassen, dessen Dichte (Sternenzahl in der Volumseinheit) von außen nach innen zunimmt. Einzelforschungen (Stratonoff u. a.) ergaben dann einen Aufbau aus Sternwolken.

In neuerer Zeit haben schließlich die herrlichen Photographien von Spiralnebeln den bekannten Milchstraßenforscher Easton und den durch manche vorzügliche populäre Schrift auch in astronomischen Kreisen nicht minder berühmten Physiker und Chemiker Arrhenius zu recht weitgehenden Analogieschlüssen veranlaßt. Sie fanden nämlich die Struktur der Milchstraße ganz in Übereinstimmung mit dem Bilde, das sich etwa dem Beobachter in einem bestimmten inneren Punkte des Spiralnebels im Sternbilde der Jagdhunde bieten würde.

Auch andere Gelehrte haben jenen erhabenen Gedanken, den eigentlich schon Immanuel Kant in der „Naturgeschichte und Theorie des Himmels“ aussprach, immer wieder gehegt und gepflegt; den Gedanken, daß es unfassbar weit entfernte Sternsysteme gäbe, die uns als Nebelflecke erscheinen, die aber in Wirklichkeit von derselben Größenordnung seien wie das gesamte System der Milchstraße. Aus den Durchmesser, Helligkeiten und namentlich aus den „Höhlen“ der Nebel versuchte man ihre Entfernungen zu schätzen, aber ein sicherer Beweis für die Existenz extragalaktischer (nicht zur Milchstraße gehöriger) Gebilde war so nicht zu erbringen. Gerade eine erste Autorität wie

¹⁾ In dem immer noch klassischen Buche: Kobold, Bau des Fixsternsystems, findet man ein Referat dieser Arbeiten.

v. Seeliger neigte bis vor kurzem der Ansicht zu, alle Objekte astronomischer Beobachtungen könnten zwanglos innerhalb des galaktischen Systems untergebracht werden, und tatsächlich zeigen auch viele Nebelklassen in ihrer Verteilung über die Sphäre deutliche Beziehungen zur Milchstraße.

Jedenfalls herrschte soweit Einigkeit unter den auf diesem Gebiet führenden Forschern, daß man sagen konnte: Wenn es der Milchstraße koordinierte, gleichwertige und durch relativ weite, sternarme Räume von ihr geschiedene Gebilde gibt, die wir am Himmel beobachten, so können das nur die Spiralnebel sein.

Jetzt, schon während der Kriegszeit, ist für die extragalaktische Natur der Spiralnebel ein derart schwerwiegendes Argument hinzugekommen, daß man die schon lange vermutete ungeheure Erweiterung des astronomischen Gesichtskreises unmöglich mehr von sich weisen kann. Auch v. Seeliger wird sie wohl zugestehen müssen. Es kamen nämlich — leider sehr verspätet — Nachrichten aus der „feindlichen“ Fachpresse zu uns, die über neue spektrographische Erfolge berichten. Es ist gelungen, die Radialgeschwindigkeit einer ganzen Reihe heller Spiralnebel zu messen, und das Resultat ist wahrhaft überraschend: Lauter so riesige Werte, daß sie schon in der Größenordnung aus all dem herausfallen, was wir innerhalb der Milchstraße bei Sternen gewohnt sind. Bekanntlich erreichen bloß die „runaway-stars“, die Ausreißer oder Schnellläufer, wie man sie wohl nennt, Geschwindigkeiten von mehreren hundert Kilometern in der Sekunde. Es dürfte sich unter den von mir bis jetzt gesammelten und Neubestimmten absoluten Totalbewegungen kaum eine finden, die man über 400 km/sec. hinaufdrücken kann, ohne den Daten Gewalt anzutun. Die Sterne mit unermessbar kleiner oder allzu unsicherer Parallaxe bleiben da natürlich außer Betracht, denn ihnen ist nur mit statistischen Methoden (die niemals absolute Totalbewegungen im einzelnen liefern) beizukommen.

Man hat sogar schon die Bewegung der Milchstraße gegen das „System“ der Spiralnebel bestimmt und fand einen Wert (500—600 km/sec) der ganz in die Größenordnung der individuellen Radialgeschwindigkeiten dieser Nebel hineinpaßt. Den Rekord schlägt wohl N. G. C. 4594 mit +1180 Kilometer in der Sekunde. Pease hat auf indirektem Weg seine Parallaxe auf 0,00013, also etwa 25 000 Lichtjahre geschätzt. Das ist zwar viel, aber immer noch zu wenig, falls diese Größenordnung für die Spiralnebel als Klasse repräsentativ sein soll. Nach allem, was wir bisher über die Ausdehnung der Milchstraße wissen, hätten wir eine Größenordnung von mindestens 100 000 Lichtjahren für die Entfernung jener Gebilde zu erwarten, falls sie unserer Milchstraße nicht wesentlich an Größe nachstehen. Es sei hier übrigens erwähnt, daß in der Glazialkosmogonie von Hörbiger-Fauth die Milchstraße als Eisring vor den Sternen aufgefaßt wird, also im Halbmesser kleiner als der Abstand unserer nur wenige Lichtjahre entfernten nächsten Nachbarn im Sternennall. Ob diese mehr als gewagte Hypothese nicht schon durch den bloßen Anblick gewisser Photographien Lügen gestraft wird, in denen man deutliche Beziehungen zwischen der Gruppierung der Sterne und der Nebelmaterie verfolgen kann?

Es ist aber zu bemerken, daß alle auf statistischen Methoden beruhenden individuellen Parallaxenschätzungen vielleicht heute kaum überschaubaren systematischen Verfälschungen unterliegen. Auch der Einwand, die gefundenen riesigen Geschwindigkeiten seien zum Teil gar nicht Doppler-Effekte, d. h. die

gemessenen Verschiebungen der Spektrallinien hätten andere Ursachen, entbehrt jeder sicheren Grundlage.

Kaum daß wir die großen Rätsel in den Bewegungsgesetzen des Sternennalls (vgl. mein ausf. Referat in den „Naturwissenschaften“, 1916) innerhalb der Milchstraße geklärt haben, bieten sich uns noch weit umfangreichere neue Probleme dar. Die großen individuellen Bewegungen im „System“ der Spiralnebel werden von vornherein die Anwendung statistischer Methoden zur Ermittlung der Richtung und Geschwindigkeit unserer Sterninsel erschweren, umso mehr, da mit den heutigen Mitteln selbst bei sehr gesteigerten Expositionszeiten — eine Spektralaufnahme des Nebels N. G. C. 4594 wurde sogar 80 Stunden lang belichtet — nur spärliches Material an Radialgeschwindigkeiten zu erwarten ist. Vielleicht wird uns aber die in jüngster Zeit wieder in Fluß gebrachte Untersuchung der Eigenbewegungen der Nebel hier schneller voran führen.

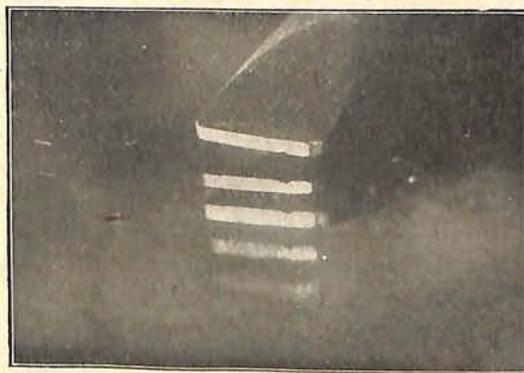
Die Sichtbarkeit von Gegenständen im Wasser vom Ballon aus

Von Felix Linke

(Mit einer Abbildung)

Wissenschaftlich geschulte Luftfahrer haben schon früher berichtet, daß man aus dem Ballon oder vom Flugzeug aus in nicht zu tiefen Gewässern oder flachen Meerteilen oftmals bis auf den Grund sehen könne. Und im gegenwärtigen Kriege ist das von vielen beobachtet und bestätigt worden. Das erscheint umso bemerkenswerter, weil man vom Schiffe aus diese Tiefsicht nicht hat und nur bei ganz klarem hellen Wetter und ganz ruhiger See vom ruhenden Schiffe aus weit hinunterblicken kann. Aus der Vogelperspektive aber hat man diese Tiefsicht auch, wenn das Wasser nicht so ruhig ist. Woher kommt dieser Unterschied? Eigentlich muß es doch ganz gleich sein, ob man aus einem oder mehreren Metern Höhe oder aus einigen Hundert oder Tausend Metern auf das Wasser blickt, ja aus der Nähe muß man doch sogar viel besser sehen als aus größerer Ferne, schon deshalb, weil man auch die Einzelheiten da viel besser erkennen kann!

Daß die Tatsachen dem widersprechen, ist ein Zeichen dafür, daß die Dinge in diesem Falle nicht so einfach liegen, wie es auf den ersten Blick scheint, daß hier vielmehr noch Umstände mitsprechen, die nicht sogleich erkennbar sind. Klärend wird hier ein Versuch wirken, den jedermann leicht anstellen kann. Man bedient sich dazu eines mit Amalgam belegten Spiegels, der möglichst dickes Glas hat. Besieht man darin eine feine punktförmige Lichtquelle, oder da eine solche nicht leicht zu beschaffen ist, ein gut beleuchtetes kräftig reflektierendes Metallstück, etwa die stumpfe Schneide eines Schraubenziehers (Abb. 1), so bemerkt man neben dem eigentlichen Spiegelbilde noch ein



Schneide eines sehr stark beleuchteten Schraubenziehers über einem Spiegel; darunter vier Spiegelbilder

schwaches zweites. Dieses ist besonders schwach, wenn man fast lotrecht auf den Spiegel schaut. Neigt man aber das Auge mehr und mehr, so werden mehr und mehr Spiegelbilder sichtbar, deren Zahl, wenn man den Versuch geschickt anstellt, unschwer bis auf zehn anwachsen kann. Dabei sind die ersten zwei Spiegelbilder so hell, daß sie alle fast gleich hell erscheinen.

Warum da mehrere Bilder erscheinen, ist klar. Die Spiegelung tritt nicht bloß an der hinteren mit Amalgam belegten Glasfläche ein, sondern auch an der vorderen Glasfläche. Dieses Spiegelbild ist bei senkrechtem Aufblick nur sehr schwach, wird aber umso kräftiger, je schräger man es sieht, d. h. je geneigter die Spiegelung stattfindet. Daneben erscheinen dann noch die durch mehrfachen Hin- und Hergang zwischen den spiegelnden Flächen entstehenden Bilder.

Daran ist nun nicht die mehrfache Spiegelung das Merkwürdige, sondern der Helligkeitszuwachs des an der vorderen Glasfläche gespiegelten Bildes bei wachsender Neigung.

In viel größerem Stile ist das der Fall, wenn man von einer Anhöhe auf eine Wasserfläche blickt. Diese erscheint fast immer als silberglänzende Fläche und sieht dunkel aus, wenn sie sehr steil unter einem liegt. Der Unterschied wird besonders deutlich, wenn man in diesem Falle auf einen Fluß blickt. Vom Basteifelsen herab erscheint z. B. die Elbe dunkel, wenigstens in dem Teile, der direkt unter einem liegt. Weiterhin aber nach rechts und links durchzieht das Wasser als glänzendes Band die Landschaft. Wenn ich mich recht erinnere, hat man vom Drachenfelsen am Rhein aus den gleichen Eindruck. Die Dinge liegen hier ebenso wie bei dem Versuch mit unserm Spiegel. Das Himmelslicht, das auf die Wasseroberfläche fällt, wird von uns dort steil erblickt, wo das Wasser unter uns fließt, schräg aber in den ferneren Teilen. Von diesen gelangt es sehr schräg gespiegelt in unser Auge, von jenen senkrecht. Unter uns erscheint der Strom dunkel, fernab dagegen glänzend.

Daß man so steil auf Wasserflächen blickt wie vom Basteifelsen, ist seltener als der schräge Anblick von sanfter ansteigenden Höhen aus. Gewöhnlich sieht man daher von Anhöhen aus die Wasserflächen als glänzende Stellen und Bänder die Landschaft beleben, während man vom Ballon oder Flugzeug aus den anderen Eindruck der dunkleren Wasserflächen häufiger hat. Die Landschaft erscheint also aus der Luft her gänzlich anders als von Bergen oder Anhöhen.

Man erkennt nun leicht, weshalb man vom Flugzeug aus unter Wasser fahrende Unterseeboote besser erspähen kann als von einem Schiffe her. Vom Schiffe aus gesehen erglänzt das Meer in wenigen Zehnern Meter Abstand hell, während es nur im allernächsten Umkreise dunkel erscheint. Das reflektierte Himmelslicht fällt in das Auge des Beschauers und übertönt alles andere, namentlich das, was im Wasser ist. Erschwerend tritt noch hinzu, daß alle Maße bei schräger Aufsicht stark verkürzt werden, weil die Brechung der aus dem Wasser von innen austretenden Lichtstrahlen in dieser Weise wirkt. Diese Überblendung ist nicht vorhanden, wenn man von hoch her steil auf die Wasseroberfläche blickt, wie das vom Flugzeug aus immer der Fall ist. Man kann daher besser sehen, was im Innern der Wasserfläche ist, weil die aus dem Wasser kommenden Lichtstrahlen der in seinem Innern vorhandenen Gegenstände durch die Reflexe des gespiegelten Himmelslichtes nicht gestört werden.

Das alles leuchtet ein, wenn wir an unsern Spiegelversuch denken, während nicht klar ist, warum man selbst beim senkrechten Hineinblicken ins Wasser von

einem Kahn aus die Gegenstände im Innern nicht mindestens ebenso gut sieht, wie von einem Flugzeug aus. Dies ist aber ebenfalls erklärlich, wenn man bedenkt, daß die Unruhe des Wasserspiegels auf das Bild von viel größerem Einfluß ist, wenn man sich nahe am Wasserspiegel befindet, als wenn man weit entfernt ist. Geradezu klassisch dafür ist die folgende Mitteilung, die ich Herrn Professor Dr. Gürber-Marburg verdanke. Er schreibt mir folgendes:

„Gelegentlich eines Ballonaufstieges am 8. September 1906 stand der Ballon um 8 Uhr 25 Minuten vormittags in etwa 500 m Höhe südöstlich von Würzburg in einem Winkel von ungefähr 20° über dem rechten Ufer des Mains. Der Himmel war leicht bedeckt, die Wolkendecke noch 100 m über dem Ballon. Beim Hinunterblicken auf den Fluß fiel mir nun auf, daß der Flußgrund mit einer Klarheit in allen Einzelheiten zu erkennen war, wie ich es bei der sonst ständigen Trübung des Mainwassers für ganz ausgeschlossen gehalten hätte. Beim Befahren des Maines im Boot war in dieser Gegend der Flußgrund auch bei ganz ruhigem Wasser nicht sichtbar. Was von den Einzelheiten auf dem Flußgrund mir ganz besonders auffällig erschien, war längs der Mitte des Flußbetts auf weite Strecke verfolgbar, eine ziemlich scharfe dunkle Linie. Wie ich den Ballonführer, Herrn Regierungsbauführer Hackstetter nach dem Grunde dieser merkwürdigen Erscheinung befragte, sagte er mir ohne langes Besinnen, daß die schwarze Linie von der Kette der Schleppschiffahrt herrühre. Ich schloß daraus, daß Hackstetter, der schon zweimal vorher in dieser Richtung mit dem Ballon geflogen war, die Beobachtung wohl schon früher auch gemacht haben müsse. Wir tauchten dann bald in die Wolken und blieben fast während der ganzen Fahrt in Unsicht der Erde. Ich habe später von der Ludwigsbrücke in Würzburg aus versucht, in einer Höhe von etwa 17 m vom Wasserspiegel die Schleppschiffahrtskette zu Gesicht zu bekommen, aber ohne Erfolg.

„Ich erinnerte mich der Sache nach Jahren erst wieder bei dem Vortrage des Herrn Kollegen Richarz und habe meiner Bemerkung keine besondere Bedeutung zugemessen. Wie ich im Herbst (1915) wieder einige Tage in Würzburg war, habe ich die Gegend des Mains, in der ich die Beobachtung gemacht habe, wiederum im Boote befahren, ohne die Kette auf dem Flußgrund sehen zu können; dagegen habe ich mich etwas über die dortige Flußtiefe zu orientieren gesucht und gefunden, daß sie zwischen 3 und 4 m liegt. Hinzufügen möchte ich noch, daß der Flußgrund aus einem ziemlich hellen Kalksand besteht.“

Der ganze Komplex dieser Fragen ist von Prof. F. Richarz in Marburg untersucht worden, wie schon in den vorstehenden persönlichen Mitteilungen Prof. Gürbers erwähnt wurde. In dem Prof. Assmann gewidmeten Sonderhefte der Zeitschrift „Das Wetter“ zeigt Richarz die Übereinstimmung der Theorie mit den Versuchen. Die Polarisation spielt dabei eine ausschlaggebende Rolle.

Der unterelbische Anteil an der Krakataukatastrophe vom 26. August 1883

Von Wilhelm Krebs (Holsteinische Wetter- und Sonnen-Warte, Schnelsen bei Hamburg)

Die zuerst von Th. Overbeck berichtete unterelbische Nebenerscheinung der Krakataukatastrophe vom 26. August 1883 ist von mir zum Gegenstand einer genauen, ich darf wohl sagen, erschöpfenden Erhebung gemacht. Ich hielt sie für geboten, weil jene Nebenerscheinung von weittragender theoretischer Bedeutung ist, weil sich in neuester Zeit aus derselben Epoche noch mehr Berichte ähnlicher

Nebenerscheinungen aus Westindien einstellten, und weil eine ähnliche wieder aus dem unterelbischen Gebiet mir vom Tage des großen chilenischen Erdbebens, dem 16./17. August 1906, bekannt war. Ausführlich berichtet ist über meine Erhebung in Nr. 32 der Naturwissenschaftlichen Wochenschrift N. F. XVI, S. 454 bis 456. Die sich entgegenstellenden Schwierigkeiten waren bei der Länge der seit dem Ereignis verstrichenen Zeit, fast $3\frac{1}{2}$ Jahrzehnten, und bei dem absoluten Mangel geschriebener oder gedruckter Belege überaus groß. Sie schienen zunächst eine glatte Verneinung zu bringen. Erst die völlig sichere Aussage des Herrn Propstes Paulsen in Altona, eines Freundes des beteiligten, leider seit 2 Jahren verstorbenen Pastors Köster, gab der Erhebung die Wendung nach der bejahenden Seite, die dann durch seine sachverständige Aufklärung über kirchenamtliche Fragen bestärkt wurde.

Also der Kronleuchter der Altonaer Hauptkirche hat den Vormittags-gottesdienst am 26. August 1883 durch pendelnde Schwingungen gestört, ebenso wie am 17. August 1906 die Hängelampen einer Wohnung in der Rentzelstraße zu Hamburg gependelt haben. Die bei meiner so späten Erhebung gesammelten Erfahrungen lassen erkennen, wie notwendig es ist, über solche auffallenden Erscheinungen sofort, und sei es nur in der Lokalpresse, zu veröffentlichen.

Ähnliche Verspätung, wenn auch in geringerem Grade, erlitt unsere vollständige Kenntnis westindischer Nebenerscheinungen der Krakataukatastrophe vom 26./27. August 1883. Die Berichte von dem bereits länger bekannten Erddonner auf Cayman-Brac von diesem Tage wurden ergänzt durch solche von Haïti, die amerikanischen Zeitschriften erst im Jahre 1907, fast ein Vierteljahrhundert nach jener Katastrophe, an die Öffentlichkeit brachten.

Beiderlei Berichte sind in meinem Beitrage zur N. W. Nr. 32, in dem Wortlaut einer genauen Übersetzung ihrer Quellen wiedergegeben. Das geschah wegen ihrer großen Bedeutung für theoretische Folgerungen auf eine Gesamtkatastrophe der Erde im August 1883, die gesteigert wurde durch die Altonaer Meldung. Sie betonte den auffallenden geographischen Zusammenhang der wichtigsten geometrischen Orte der Erd-Pendulation mit den beim tropischen Westen Mittelamerikas und beim Sundagebiet belegenen Polen und mit dem nahe dem Altonaer Meridian belegenen Äquator dieser Schwingungsebene des Erd-balles.

Der örtliche Anschluß großer Erdkatastrophen an diese Gebiete der als Präzessionserscheinung der kreiselnden Erde erklärten Schwingung, ist gerade im Jahre 1917 überaus augenfällig wiedergekehrt. Um so bedeutungsvoller erscheint in diesem Jahre der gleicherweise auffallende zeitliche Anschluß an seine Finsternisse. Denn die Sonnenfinsternisse des Juni und des Dezember 1917 konzentrieren sich in noch höherem Grade um die mathematischen Pole der Erde als die des Mai und des Oktober 1883. Da der vereinte Zug der beiden großen Gestirne bei ihnen also senkrecht zur Achse der Pendulation stattfindet, läßt dieses Verhalten den Gedanken an eine direkte mechanische Einwirkung auf die Kräfte des Erdinnern wieder aufleben.

Nach meinen Ergebnissen über den Mond als Sonnenuhr zur Zeitbestimmung für Erdkatastrophen („Weltall“ 1908, Januar 1, S. 105 bis 112), die durch umfangreiche statistische Erhebungen über die Bergwerkskatastrophen der seitdem folgenden Jahre bestätigt sind, war ja eine solche, über das Chronometrische hinausgehende mechanische Beteiligung des Begleiters der Erde wenig wahrscheinlich, wenn auch keineswegs völlig ausgeschlossen.

Kleine Mitteilungen

Tonga-Rapa, ein versunkener Erdteil. „Atlantis“, „Lemuria“ und „Tonga-Rapa“ nennt die Hypothese der Biologen drei längst geschwundene große Festländer, die, vielleicht vulkanischer Entstehung, spätestens in der Tertiärzeit, als basaltische Blocks aus dem Atlantischen, Indischen und Stillen Weltmeer hervortauchten, über Landverbindungen mit den älteren und heute noch bestehenden Erdteilen mit Landpflanzen und Landtieren besiedelt wurden und dann wieder im Meere verschwanden bis auf einzelne heute noch ragende Inseln. Die Atlantishypothese ist alt und wohlbegründet, und von ihr handeln die folgenden Zeilen nicht, sondern nur von der gleichfalls alten Lemuria- und der jetzt von Oudemans (Naturw. Wochenschr. 1917, N. F. XVI, Nr. 15.) aufgestellten Tonga-Rapa-Hypothese. Die Annahme einer alten Landverbindung „Lemuria“ von Indien bis Madagaskar ist unvermeidlich, da diese beiden heute durch den Indischen Ozean getrennten Länder die einzigen sind, auf denen Halbaffen oder Lemuren leben. Eine weitere Stütze für die Lemuriahypothese findet Oudemans im Vorkommen von Riesenlandschildkröten auf den heutigen Inseln des Indischen Ozeans, den Tschagos-, Malediwa-, Lakkadiwa-, Seychellen-, Aldabra-, Amiranten- und Maskarenen-Inseln; denn abweichend von Schlangen und Eidechsen vertragen Landschildkröten keinen Transport durchs Meer; auch auf Madagaskar haben nachweislich Riesenlandschildkröten gelebt und wurden dort vermutlich erst durch die Menschen ausgerottet; denn bei seiner neuzeitigen Entdeckung war Madagaskar schon von Menschen aber nicht mehr von den Schildkröten bewohnt, während auf den andern Inseln des Indischen Ozeans bei ihrer Entdeckung die Riesenlandschildkröten, aber keine Menschen lebten. Demnach ward offenbar Madagaskar durch das Meer von allen kleineren heutigen Lemuria-Inseln abgetrennt, bevor von Afrika her der Mensch Madagaskar betrat.

Auf Grund ganz ähnlicher Betrachtungen sieht Oudemans den ehemaligen Erdteil Tonga-Rapa im Stillen Ozean vor sich entstehen. Er umfaßte die Galapagos-, Clipperton-, Marquesas-, Manihiki-, Sozietäts-, Paumotu-, Oster- oder Rapa-Nui-, San Felix und Juan Fernandez-Inseln, verband sich durch einen schmalen Landstreifen zwischen 50 und 60 Grad südlicher Breite mit der Campbell-Insel südlich von Neu-Seeland, von dort erstreckte er sich nordwärts bis über die Kermadek-, Tonga-, Fidschi-, Neu-Kaledonien-, Neuen Hebriden-, Salomon- und Bismarck-Inseln und hing über Neu-Guinea mit Indien zusammen. Beweis dafür ist zunächst, daß auf den bei Südamerika gelegenen Galapagos-Inseln Riesenlandschildkröten leben, die denen des Indischen Ozeans, der alten Lemuria, näher verwandt sind als denen des nahen amerikanischen Festlandes. Wie die kleineren Lemuria-Inseln waren auch die Galapagos bei ihrer neuzeitlichen Entdeckung menschenleer, die übrigen Inseln im Indischen Ozean aber, denen die Schildkröten fehlen, fand man bewohnt vor wie im Indischen Ozean Madagaskar. Also ist der Mensch des Tonga-Rapa-Erdteils nach den Galapagos nie hingekommen, bevor das Meer diesen Erdteil bis auf geringe Reste verschlang. Daß aber Tonga-Rapa im übrigen von Menschen bewohnt war, und zwar von Menschen hoher, etwa den Chinesen, Indern oder Aegyptern gleichkommender Kultur, beweisen zahlreiche riesige Standbilder, die man auf Rapa-nui und Tonga-Tabu gefunden hat. Ueber 500 an der Zahl, bestehen sie höchstens aus Haupt und Rumpf, manche sind gekrönt oder tragen einen Hut. Da die gut geschnittenen, trotzigen Gesichter von den Vulkanen fort- und dem Meere zugewendet sind, so sollten diese Bildwerke wohl nicht, wie man gemeint hat, vulkanische Eruptionen beschwören, sondern das steigende Meer. Sie bezeugen damit noch heute, daß diese Inselwelt nicht „ozeanisch“ ist, d. h. nie mit dem Festlande in Verbindung gestanden hätte, sondern den Rest eines ehemals viel ausgedehnteren Landes darstellt. Die Bildwerke sind schnell geschaffen, größtenteils unfertig geblieben und dann von der flüchtenden Bevölkerung unter Mitnahme aller Geräte — nur ein Obsidianmesser hat man gefunden — in aller Eile verlassen worden. Das nach Millionen zählende Tonga-Rapa-Volk war nach der Höhe seiner Kultur sowie nach den Gesichtszügen und der Barttracht an den Standbildern ganz gewiß ein anderes als die Südamerikaner und ebenso ein anderes als die Polynesier; es könnte eher asiatischen Ursprungs sein, oder aber es war autochthon, und Tonga Rapa war die Wiege der Menschheit. Wie gesagt, vom ehemaligen Erdteil Tonga-Rapa im Stillen Ozean kann nur als Hypothese gesprochen werden, aber es ist lehrreich und genußreich, sich deren Inhalt zu vergegenwärtigen.

V. Franz.

Aufbauende Wasserfälle. Die Tätigkeit der meisten Wasserfälle besteht im Zerstören des Gesteins, über das sie springen. Sie pflegen es auszunagen und die Barrieren weiter stromaufwärts zu verschieben. Am bekanntesten ist ja das Beispiel der großen nordamerikanischen Seen. Aber es gibt auch Gegenbeispiele, nämlich Wasserfälle, die aufbauen, statt zerstören, die das Land erhöhen, statt es zu erniedrigen und die Täler ausfüllen, statt den Boden zu zernagen und sich einzufressen. Solche Beispiele führte Gregory in einem Vortrage vor der Geographischen Abteilung der British Association for Advancement of Science an. Diese Fälle liegen

in Dalmatien, Bosnien und der Herzegowina, und zu ihnen gehören die berühmten Fälle von Jajce, der alten Hauptstadt von Bosnien. Sie liegen im Laufe des Plivaflusses, der aus einem Hängetal über eine 24 m dicke Tuffplatte in den Urbasfluß fällt. Seit der jüngeren Steinzeit sind bei Jajce etwa 18 m des Tuff abgelagert worden; einige neolithische Reste zeigen das. Der Plivafluß hat die alte Tuffplatte einstmals abgelagert und hat nachher selbst entsprechend einer Verstärkung des Gefälles, die sich durch andre weiter talaufwärts entstandene Tuffbarrieren gebildet hatte, in die Platte eine Kerbe eingeschnitten.

Die andern beiden von dem Redner angeführten Beispiele bietet der Kerkafluß einmal in den Kerkafällen, sodann in den Topoliefällen. 16 km von Sebenico in Dalmatien hat der Kerkafluß quer über sein Tal einen 40 m hohen Riegel aus Kalktuff aufgebaut, oberhalb dessen eine Anschwemmungsebene liegt. Der Fluß besteht aus mehreren Armen; jeder dieser Arme fällt in mehreren Kaskaden über die Tuffterrassen. Durch die Tätigkeit des Wasserfalls schreitet der Riegel stromabwärts vor, aber die einzelnen Barrieren nehmen dabei an Höhe zu. Dadurch werden auch zwei Seen, durch die der Kerkafluß oberhalb des Riegels fließt, immer mehr vergrößert. Der eine dieser Seen ist jetzt bereits 14 km lang.

Am oberen Kerkafluß liegen die 21 m hohen Topoliefälle die ebenfalls ein schönes Beispiel für die Bildung eines Tuffdammes durch Wasserfälle bilden. Auch hier wächst die durch den Fluß selbst aufgebaute Tuffbarriere stromabwärts weiter. Mit der Zeit wird der Fluß ein Hängetal bilden.

Dieses antagonistische Arbeiten derselben Faktoren dürfte sich überall in der Erdphysik nachweisen lassen.

Mineralische Bestandteile der Atmosphäre. Spektroskopische Untersuchungen werden leicht durch Beimischungen der atmosphärischen Luft getrübt. Eine systematische Untersuchung darüber hat W. N. Hartley unternommen und in den Proceedings of the Royal Society veröffentlicht. Seine Versuche erstrecken sich über 12 Monate. Sie wurden mit einem kleinen tragbaren Quarzspektrographen in Funkenspektren unternommen. Die störenden Umstände und das Spektrum der Luft wurden ausgeschaltet. Es ergab sich, daß namentlich Kalzium und Kupfer in der Luft vorhanden ist, und zwar in zunehmendem Maße bei trockenem und heißem Wetter. Die quantitative Feststellung ergab, daß in der Großstadt der Kupfergehalt etwa zehnmal so groß ist wie Gehalt an Kalzium. Woher namentlich dieser Kupfergehalt stammt, ist bisher nicht feststellbar gewesen; in Betracht kommen dafür die Gaswerke, chemische Fabriken und Aschenabfälle. Kalzium nimmt namentlich bei starkem Straßenbahn- und Automobilverkehr zu. Außer Kupfer und Kalzium wurde noch Blei, Eisen, Mangan, Nickel, Kohlenstoff und Magnesium spektroskopisch nachgewiesen. Da die Atmosphäre der Städte sehr staubreich ist, so ist es sehr wohl möglich, daß die den Staub bildenden mineralischen Bestandteile bei manchen als spontan geltenden Reaktionen in der Luft eine Rolle spielen.

Die Blitzschäden in den Vereinigten Staaten. Mit der Konsolidierung der Verwaltung der Union ziehen die vorhandenen Behörden und behördlichen Institute den Kreis ihrer Tätigkeit immer weiter. So überwacht das Bureau of Standards in Washington auch die auf den Blitz bezüglichen Fragen und stellt entsprechende Statistiken auf. Aus der von O. S. Peters verfaßten Arbeit über den Schutz von Leben und Eigentum gegen den Blitz seien ein paar statistische Angaben mitgeteilt, die aus den Nachforschungen bei den Feuerversicherungen stammen. Danach beträgt der in der Zeitspanne 1905 bis 1913 in der Union jährlich entstandene Blitzschaden rund 34 Millionen Mark und die Zahl der jährlich vom Blitz getroffenen Personen beläuft sich auf 1500, von denen etwa ein Drittel getötet wurde. Die Feuersgefahr der Scheunen ist die vierfache der für Häuser. Nimmt man die durchschnittliche Bewohnerzahl für jedes Haus zu $4\frac{1}{2}$ Personen an, so berechnet sich die Wahrscheinlichkeit dafür, daß bei Blitzschlägen in ungeschützte bewohnte Gebäude keine Person vom Blitz getroffen wird, zu 45%. Diese Gefahr ist bei den mit Blitzschutz versehenen Häusern um 80 bis 90% geringer, ja in dem besonders stark blitzgefährdeten Staate Iowa, wo stellenweise bis zu $\frac{3}{5}$ aller ländlichen Gebäude mit Blitzableitern versehen sind, sogar um 99%. Der verbleibende Rest von Beschädigungen ist auf die Unterlassung von Anschlüssen der Rohrleitungen und dgl. an den Blitzableiter zurückzuführen.

Auch aus diesen statistischen Nachweisen folgt wieder der hohe Wert von Blitzableitern, namentlich sorgfältig angelegter.

F. L.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Bezugspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., $\frac{1}{2}$ Seite 45.—, $\frac{1}{4}$ Seite 25.—, $\frac{1}{8}$ Seite 15.—, $\frac{1}{16}$ Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW

INHALT

- | | |
|---|---|
| 1. Neue Wege zu den Pforten der Himmelskunde. Von Prof. Dr. B. Hoffmann, Rawitsch 161
2. Über Werden und Wesen der Wolken. Von Dr. V. Franz 167
3. Der gestirnte Himmel im Monat November 1917 (Ein neuer Stern (Nova Ritchey) im Spiralnebel Neuer General-Katalog 6946.) Von Dr. F. S. Archenhold . . 171 | 4. Kleine Mitteilungen: Luftdichte, Luftdruck und Temperatur. — Die Natur der vulkanischen Tätigkeit . 174
5. Bücherschau 176
6. Briefkasten 176
Nachdruck ohne Genehmigung der Schriftleitung verboten.
— Auszüge nur mit genauer Quellenangabe gestattet. |
|---|---|

Neue Wege zu den Pforten der Himmelskunde

Von Prof. Dr. B. Hoffmann, Rawitsch

(Mit 5 Abbildungen)

Es ist schwer zu entscheiden, ob die wahre Erkenntnis der Grundlagen der Himmelskunde gegen frühere Zeiten fortgeschritten ist, oder ob eine Verflachung und Ungründlichkeit auch hier das Streben nach Inhalt und Klarheit der Anschauungen um seine besten Früchte bringt. Mustert man, was in Zeitschriften und Vorträgen der Fassungskraft des Empfängers geboten wird, so möchte man an eine gewisse Reife glauben, wer aber aufmerksam verfolgt, was von Berufenen und Unberufenen alljährlich selbst in sonst brauchbaren Büchern über den Gegenstand geschrieben wird, muß mit Entsetzen inne werden, daß der Drang nach scheinbarer Wissenschaftlichkeit einen Besitzstand gefährdet, der früher zwar nicht Allgemeingut sein konnte, aber doch für die innere Abgeklärtheit vieler, die den Spuren eines Kant folgten, notwendige Bedingung war.

Nicht die berauschende Kunde von den neuesten Forschungsergebnissen macht den erzieherischen und sittlichenden Wert der Himmelskunde aus, vorangehen muß unter allen Umständen die auf eigenem Anschauen aufgebaute sichere Erkenntnis des scheinbaren Laufs der Gestirne und die sich daraus ergebende Einsicht in den wahren Stand der Dinge. Diese sind verloren gegangen, unter dem Wust vererbter Irrtümer so gründlich verloren, daß selbst unter den Lehrern unserer Jugend — leider bis hinauf zu denen der Hochschule — sich eine Unsicherheit kundgibt, die unserer deutschen Gründlichkeit übel ansteht.

Nur wenige ahnen, wie leicht und wie fesselnd der Weg zur Wahrheit ist. Verwirrt und geblendet steht mancher vor den wunderbaren Werkzeugen einer Sternwarte, Bilder vom geheimnisvollen Bau der großen Fernrohre finden durch Zeitschriften ihren Weg in das bescheidenste Bürgerhaus und helfen den Aberglauben nähren, daß die Lehren der Himmelskunde sich nur dem in ihre Rätsel Eingeweihten enthüllen. Niemand ahnt, mit wie schlichten Mitteln berühmte deutsche Astronomen erfolgreich gearbeitet haben.

Daß der Himmelskunde als stärkste Schwester die Mathematik zur Seite steht, ist wiederum für andere ein Grund, sich vor ihr furchtsam zurückzuziehen. Aber für die sichere Erkenntnis der Grundlagen kommen ihre qualvollen Formeln kaum in Betracht, das Wenige, was für die richtige Fassung des Urteils unerlässlich ist, wird auch vom bürgerlichen Tagesleben gefordert.

Viele vergreifen sich im Eifer für die Sache in der Wahl der Hilfsmittel. Wer sich nur an den Wundern einer Mondlandschaft oder der Jupiterswelt berauschen will, kauft sich für schweres Geld ein großes Fernrohr. Die leidige Erfahrung und die Sammlungen unserer Schulen beweisen, daß das allein keine dauernde Be-

friedigung gewährt. Das Salz der Arbeit fehlt. Gar bald schlägt die Stunde des Übersättigtseins, das wertvolle Stück wandert in die Bodenkammer, wird verschenkt oder verplündert und die Begeisterung flattert in alle Winde. Wachsende innerliche Freude hat nur, wer nach wohlerwogenem Plan schrittweise den Weg zur Erkenntnis zurückzulegen sich bemüht.

Gewisse Grundbegriffe, durch seltsam anmutende Worte, wie Azimut, Gerade Aufsteigung (Rektaszension), Abweichung (Deklination) ausgesprochen, gehören zum eisernen Bestand aller Himmelskunde und dürfen ungestraft von keinem umgangen werden, der in den Kern der Sache einzudringen ernstlich gewillt ist. Leider werden sie von vielen gangbaren Hilfsbüchern lässig erklärt und ursächlich nicht richtig verbunden. Die gewöhnliche Art, sie einzuführen, ist so sinnverwirrend und abstoßend, daß sie auch Mutige zu schleuniger Abkehr verleitet.

Wäre die Erde der einzige Bürger des unendlichen Weltenraumes, der Himmel also ohne jedwedes Gestirn, so träten als durch die Schwere und nur durch sie bestimmt und bedingt von diesen Begriffen die Horizontalebene, die Vertikal- oder Lotrichtung und der Zenit in ihre Rechte. Der als selbstleuchtend gedachte Weltraum würde uns wie eine ungeheure, über der Horizontalebene ruhende Halbkugel erscheinen, die als Himmels gewölbe zu bezeichnen und streng von dem erst später einzuführenden Begriff der Himmels kugel zu unterscheiden ist. Um dem Vorstellungsvermögen eine Handhabe zu bieten, mag man sie sich als aus Glas bestehend denken, eine ungeheure Käseglocke, deren unterer Rand der Horizont, deren Griff der Zenit ist. Alle durch die Vertikale gelegten unendlichen Ebenen (Vertikalebene) schneiden sie in Halbkreisen, deren jeder jeden anderen wiederum im Zenit schneidet. Vorläufig hat keiner dieser Kreise dem anderen gegenüber einen Vorzug, alle sind gleichberechtigt. Legt man aber für einen ganz bestimmten Beobachtungspunkt einen dieser Kreise, den Nullkreis, durch einen auffälligen Punkt des Horizonts, eine Kirchturmspitze, fest, so kann man mit den 360 Teilpunkten des Horizontkreises von links nach rechts fortschreitend weitere 179 solcher Halbkreise durch diese Teilpunkte legen. Dadurch zerfällt das ganze Himmels gewölbe in 360 schmale Kugeldreiecke, deren Spitzen im Zenit liegen. Zum anderen kann das ganze Himmels gewölbe durch dem Horizont parallele und durch die 90 Teilpunkte eines Vertikalkreises bestimmte, nach dem Zenit zu immer kleiner werdende Kreise in 90 gleichbreite Streifen (Zonen) zerlegt werden. Beide Arten von Kreisen zerlegen also das Himmels gewölbe wie die Maschen einer Draht halbkugel in kleine Vierecke, deren Breite dem Zenit zu abnimmt. Jeder Punkt des Himmels gewölbes, etwa der Korb eines Fesselballons, muß nun einem dieser Vierecke angehören, und seine Lage am Himmels gewölbe kann durch zwei Zahlen vollständig und eindeutig ausgedrückt werden. Die erste dieser Zahlen ist der auf dem Horizont vom Nullpunkt bis zum zugehörigen Vertikalkreis gerechnete Bogen, das Azimut, die zweite der auf dem Vertikalkreis des Korbes vom Horizont ab gerechnete Bogen, Höhe genannt.

Von diesen beiden Begriffen genießt der zweite schon längst das allgemeine Bürgerrecht, er tritt auch unter dem Namen Elevation auf, der erste mutet wie sein arabischer Name fremdartig an und wird es wohl bleiben, solange noch die sogenannte Windrose der Seeleute an eine naive Zeit erinnert, die nur bis zwei zählen konnte und die heute noch zu unglaublich umständlichen Bezeichnungen der Horizontalrichtung führt.

Vertrautheit mit dieser als Horizontalkoordinatensystem bezeichneten Kugelteilung ist für das tiefere Eindringen in die Geheimnisse der Himmeskunde unerlässlich. Völlig verstanden und innerlich verarbeitet führt sie leicht und sicher zum zweiten, dem Äquatorealsystem, über, auch gibt das Arbeiten auf ihr als Grundlage klare Anschauungen über und für die Größenschätzung von Winkeln und Bogen überhaupt. Mit der wachsenden Kunstfertigkeit der für das Aufblühen der Himmelskunde bedeutsamen Völker steigt die Vollkommenheit der für Messungen im Horizontalsystem bestimmten Werkzeuge und gipfelt im Altazimut oder Universal unserer Sternwarten.

Für die bescheidenen Wünsche des Anfängers ist ein teures Instrument dieser Art überflüssig, mit einer ganz einfachen Vorrichtung lassen sich schon recht erfreuliche Einsichten gewinnen. In dem beigegeführten Bilde (Abb. 1) ist in die photographisch gewonnene Landschaft das Horizontalsystem eingetragen, in den Hori-

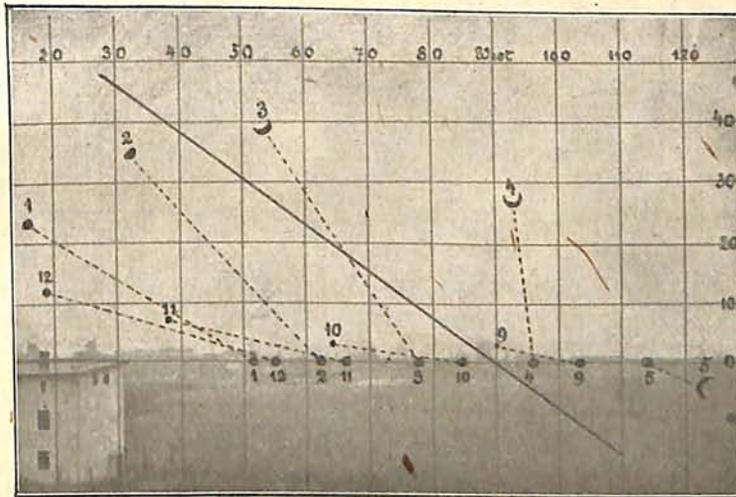


Abb. 1. Veränderung des Standes der Venus im Horizontalsystem vom 1. 9. 1912 bis 1. 5. 1913

zont die mit den betreffenden Monatszahlen bezeichneten Untergangsstellen der Sonne (ungefähr) am ersten Monatstage der Jahre 1912/13. Am Himmelsgewölbe bemerkt man die zugehörigen Stellungen der Venus und erkennt, daß 1912. 9. 1. (oder einem der Nachbartage) der Planet in geringem Abstand der Sonne folgte, der Abstand erweitert sich im Laufe der Zeit und hatte im Februar 1913 seinen größten Betrag. Dann näherte sich Venus rasch wieder der Sonne, ging Ende April an ihr vorüber und wurde Morgenstern. Trägt man statt der Punkte für die Venus ihre in einem mäßig vergrößernden Fernrohr beobachteten Erscheinungsformen ein, so kann über ihre Stellung und Bewegung gegenüber der Sonne kein Zweifel mehr obwalten.

Das Werkzeug, mit dem teilweise unter Benutzung eines Feldstechers, diese schönen Dinge beobachtet wurden, ist leicht herzustellen und hat den Vorzug unerhörter Billigkeit. Ein quadratisches Grundbrett von rund 25 cm Seite ist mit drei wohlzugespitzten Holzschrauben, die die Ecken eines gleichseitigen Dreiecks bilden, durch eine aufgelegte Kugel horizontierbar, die obere Fläche ist mit weißem Papier beklebt, die Mitte bezeichnet eine mit der Spitze nach oben ein-

getriebene Nähnadel. Eine Zigarrenkiste (etwa $20 \times 12 \times 5$ cm) wird sauber mit dunklem Papier überzogen und trägt auf der Deckelfläche einen Teilkreis aus Papier, der möglichst genau so aufzukleben ist, daß, wenn die Kiste hochkantig auf dem Grundbrett steht, der Durchmesser 0° bis 180° in die Horizontalebene fällt. Ein Holzlineal ($20 \times 2 \times 0,5$ cm) wird als Visiervorrichtung in der Mitte durchbohrt und so auf die Mitte des Teilkreises aufgeschraubt, daß es mit leichter Reibung drehbar ist. Ein Ausschnitt mit Merkzeichen läßt die Teilung sehen. Zum Visieren werden an den Enden der Mittellinie dieser Schiene zwei Stecknadeln so eingetrieben, daß ihre Köpfe noch 1 cm über der Fläche stehen. Wird der Kasten hochkantig auf das Grundbrett gestellt und stets so gedreht, daß die Mitte der das Lineal tragenden Seite, auch ohne besondere Führung, die Nähnadel berührt, so können zunächst Höhenwinkel bestimmt werden. Visiert wird über die Stecknadelköpfe, nur bei Sonnenbeobachtungen läßt man den Schatten des einen auf den anderen fallen. Um dies Werkzeug rasch und sicher immer wieder an derselben Beobachtungsstelle — einer Fensterbank — aufstellen zu können, ist sehr ratsam, in ihre Fläche drei Schrauben mit breitem Kopf so einzulassen, daß ihre Nuten in der Lage der Winkelhalbierenden eines gleichseitigen Dreiecks derselben Größe den Spitzen der Stellschrauben ein für allemal festen Halt geben. Das gilt vor allem auch für eine später zu besprechende Dunkelkammer.

Bisher wurde angenommen, daß der Himmel nicht mit Gestirnen bevölkert sei und die Erde vollkommen ruhe. Nun stellt sich aber ein Kreiselkompaß — den Begriff setze ich als bekannt voraus — stets in eine bestimmte Richtung, die der Erdachse, ein und beweist damit ihre Drehung ganz unabhängig davon, daß wir sie aus der der Himmelskugel schließen. Ohne Zutun der Gestirne, nur durch die Drehung der Erde kommt also in unser Horizontalsystem eine feste Vertikalebene, die die horizontale in der Süd-Nordrichtung schneidet und den Namen Mittagsebene führt, weil in ihr alle Gestirne, also auch die Sonne, in ihrer scheinbaren täglichen Bahn am Himmelsgewölbe ihre größte Höhe haben. Für die Zählung der Azimute ist damit ein fester Nullpunkt, der Südpunkt der Horizontalebene, gewonnen und es handelt sich vor allen Dingen darum, seine Lage möglichst genau zu bestimmen.

Zum vollen Verständnis dieser Aufgabe führt eine länger mit dem Visierkasten durchgeführte Beobachtung der Sonne. Er wird zu einer aufgezeichneten Zeit am Vormittag auf sein Grundbrett gestellt, das Visierlineal unter Aufhängen der Schatten der beiden Nadelköpfe auf einem Papierstreifen genau auf die Sonne gerichtet und einige Zeit sich selbst überlassen. Schon nach wenigen Minuten zeigt sich, daß Azimut und Höhe der Sonne im Wachsen begriffen sind. Nach Verlauf einer gleichen zweiten Zeitspanne beobachtet man das gleiche, erkennt aber bald, daß die Höhen nicht der verflossenen Zeit entsprechend, sondern langsamer zunehmen, ja daß sie aufhören zu wachsen, während die Azimute nach wie vor, wenn auch nicht gleichförmig, zunehmen. Der Zeitpunkt des Stillstandes im Höhenwachstum der Sonne heißt der wahre Mittag, die Ebene in der sich die Visierschiene in dieser Stellung des Kastens bewegt, ist die Mittagsebene; ihr Schnitt mit der Horizontalebene, die Mittagslinie, bestimmt den Süd- und Nordpunkt. Am Nachmittag nimmt die Höhe der Sonne dem Wachsen am Vormittag entsprechend ab, die Azimute dagegen dauernd zu.

Hätte man also zu einer bestimmten und aufgezeichneten Zeit am Vormittag eine bestimmte Höhe der Sonne gefunden und die Lage der Hauptkante des Visierkastens durch eine Gerade auf der Papierfläche des Grundbretts verzeichnet, so

kann man am Nachmittag, ohne an der Lage des Visierlineals etwas zu ändern, Zeitpunkt und Stellung des Kastens verzeichnen, in dem die Sonne wiederum die gleiche Höhe hat. Die Winkelhalbierende der sich im Drehpunkt schneidenden Geraden ist die Mittagslinie.

Die Genauigkeit dieser Meridianbestimmung aus gleichen Sonnenhöhen ist von der dem Bau der Hilfsmittel gewidmeten Sorgfalt abhängig, der Fehler kann bis zu einem Grad herabgehen und durch verständiges Ändern der Lage des Kastens beim Wiederholen der Aufnahme verringert werden. Jetzt erst klebt man auf die Fläche des Grundbretts die Papierkreisteilung so, daß der Durchmesser 0° bis 180° in die Mittagslinie fällt. Eine auf die Nadelspitze gesetzte Magnetnadel läßt deren Abweichung erkennen und gestattet, die ganze Vorrichtung auch an anderen Stellen rasch in richtiger Lage aufzubauen.

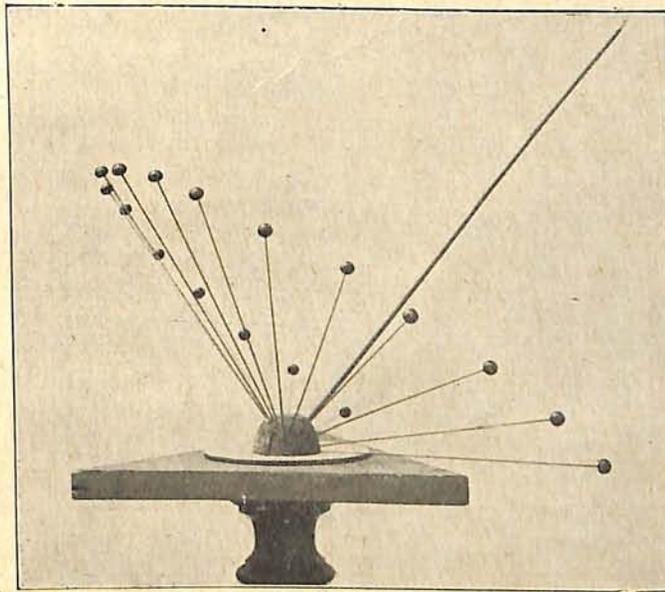


Abb. 2. Darstellung des scheinbaren Sonnenweges am Himmelsgewölbe im Juni

Hauptsache ist und bleibt vorläufig, daß man sich den scheinbaren Weg des Sonnenmittelpunktes am Himmelsgewölbe möglichst sorgfältig einprägt und zwar aus demnächst einleuchtenden Gründen nicht in der von vielen Lehrbüchern empfohlenen Form. Es ist vielmehr dringend zu wünschen, daß man sich dauernd das beobachtende Auge mit dem Sonnenmittelpunkt verbunden denkt und nur die Bewegung dieses Fahrstrahls verfolgt. Als Hilfsmittel (Abb. 2) bewährt sich ein an irgendeiner Stelle des Beobachtungsfensters oder im Freien auf einem Dreifuß befestigter halbkugelig geschnittener Kork, in den man möglichst lange Nadeln — Hutnadeln — so einsteckt, daß der Schatten des Kopfs die Einsteckstelle deckt. Schon nach einigen Stunden tritt die Form des vom Fahrstrahl beschriebenen Kegelmantels klar hervor. Seine Achse ist die Weltachse, die Schnittgeraden mit der Horizontalebene die Richtungen nach dem Auf- und Untergangspunkt der Sonne. Anfänger und tintensüchtige Laien verfallen meist in den Fehler, diesen Fahrstrahl in einer Ebene, die Sonne also in ihrer scheinbaren täglichen Bahn am Himmelsgewölbe in einem größten Kreise spazieren zu führen,

und noch heute kann man in einem gut empfohlenen Lehrbuch der Erdkunde den erstaunlichen Satz finden, daß sich Auf- und Untergangspunkt der Sonne im Horizont gegenüberliegen. Diese schweren, beinahe unausrottbaren Irrtümer kann nur die strengste Gewöhnung an das Bild des Kugelmantels bannen. Ihm gelten auch die folgenden Ratschläge.

Der wichtigste weitere Schritt in der Erkenntnis der Grundlagen ist das richtige Erfassen des Begriffs der Himmelskugel und ihrer scheinbaren Drehung. Noch ehe man sie als erledigt verabschiedet, hat man sich noch einmal ins Gedächtnis zurückzurufen, daß die bisherigen Grundbegriffe: Himmelsgewölbe, Horizontalebene, Azimut, Höhe, Mittagsebene usw. für eine und dieselbe Beobachtungsstelle, der Hauptsache nach durch die Schwere bestimmt, unwandelbar festliegen. Das einzig Bewegte war bisher die Sonne.

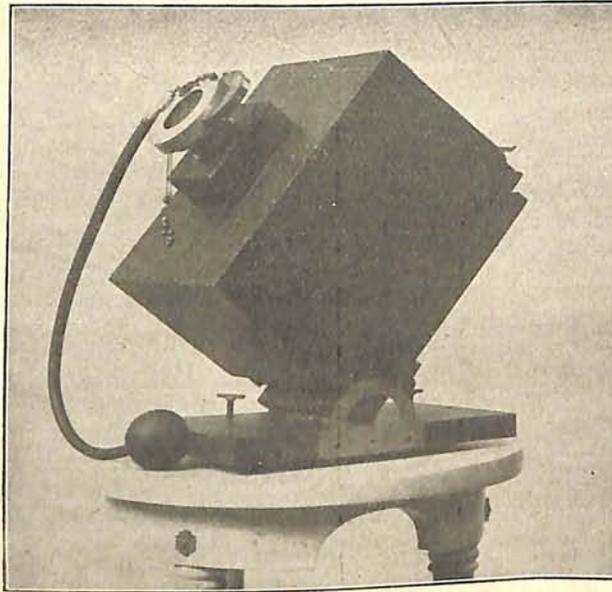


Abb. 3. Verstellbarer Aufnahmeapparat

Längere Zeit sorgfältig fortgesetztes Beobachten des klaren Nachthimmels lehrt, daß auch die Sterne in ihrer scheinbaren Bewegung der Sonne gleichen, auch die zu ihnen vom Auge des Beobachters gezogenen Fahrstrahlen beschreiben Kegelmäntel. Wer also dauernd dasselbe Gestirn betrachten will, tut gut, sein Fernrohr so mit seinem Träger zu verbinden, daß seine Sehachse dem Kegelmantel folgt. Ein solches mit den einfachsten Mitteln hergestelltes Äquatorial gibt sichere Aufschlüsse über das Fortschreiten einzelner Punkte der Himmelskugel. Auf die Stirnfläche eines kräftigen Korks wird wie am Visierkasten ein leichtes Beobachtungslinéal mit sanfter Reibung drehbar durch eine Holzschraube befestigt, der Kork selbst senkrecht zu seiner Längsachse auf eine kräftige Stricknadel aufgesetzt und diese wiederum der Weltachse gleichlaufend auf einem Grundbrett oder im Freien auf einem Dreifuß starr befestigt. Die Möglichkeit, das Visierlinéal um zwei zu einander senkrechte Achsen zu drehen, gestattet auch hier, wie bei dem Visierkasten, es auf jeden Punkt des Himmels einzustellen. Wird es auf die Sonne gerichtet und ihrem Gange entsprechend der Kork um die

Stricknadel gedreht, so beschreibt es den früher durch die festen Nadeln bestimmten Kegelmantel. In seiner Horizontallage gibt es die zur Mittagslinie symmetrisch liegenden Auf- und Untergangspunkte der Sonne für den Beobachtungstag.

Um auch helleren Fixsternen folgen zu können, müssen die Nadelköpfe durch eine Taschenlampe schwach beleuchtet werden. Nach einigen Stunden ist auch von ihnen unzweideutig zu erkennen, daß die Visierlinien über die Nadelköpfe wiederum jene Kegelmäntel beschreiben und zwar um so spitzere, je näher der Stern dem Himmelspol steht. Denkt man sich das zur Weltachse senkrecht gestellte Visierlineal unendlich lang und mit einem Pinsel ausgestattet, so würde dieser an die Himmelskugel einen größten Kreis aufmalen, der auch als dem Himmelsgewölbe zugehörig bezeichnet werden darf, den Himmelsäquator. Die unendlich verlängerte Weltachse bestimmt die Pole der Himmelskugel und des Gewölbes. Scheinbar dehnt sich also über dem letzteren eine zweite riesige Glaskugel als Trägerin der Fixsterne; ihre Drehung um die Weltachse darf mit ihren Folgen den Gegenstand weiterer Erwägungen bilden, wenn die scheinbare Bewegung der Fixsterne völlig erkannt ist. Die genaue Angabe des Kreises, den ein der Himmelskugel angehörender Stern als seinen dauernden Weg dem Himmelsgewölbe einritzen könnte, ist keineswegs ganz leicht. Häufiges Beobachten und Nachdenken lehren aber, daß dieser Weg und seine Schnitte mit dem Horizont, die Auf- und Untergangspunkte, ihrer Lage nach lediglich vom Abstand des Gestirns vom Äquator bedingt werden. Der Winkel, um den man das Richtlineal aus seiner Äquatorlage drehen muß, um es auf den Stern einzustellen, ist also von besonderer Bedeutung, er führt den Namen *Abweichung* oder *Deklination*, im Horizontalsystem entspricht ihm die *Höhe*. (Abb. 3.)

Aus der Tatsache, daß, von kleinen Einschränkungen abgesehen, die Fahrstrahlen nach allen Gestirnen bei der Drehung der Himmelskugel Kegelmäntel beschreiben, folgt, daß ihre Spuren auf der Lichtbildplatte bei ruhender Dunkelkammer Kegelschnitte sein müssen, nämlich Schnitte des Scheitelkegels, dessen Spitze der optische Mittelpunkt der Linse ist, mit der Ebene der lichtempfindlichen Schicht. Darauf beruht die große Brauchbarkeit der Dunkelkammer zum Erzielen weiterer Erkenntnisse in den Grundlagen der Himmelskunde. Zu diesem Zweck muß sie sich aus ihrer horizontalen Beschränktheit lösen und durch ein Scharnierbrett mit Gradbogen nicht nur in allen Azimuten, auch in jeder beliebigen Neigung zum Horizont (*Höhe*) aufstellbar sein.

(Schluß folgt.)

Über Werden und Wesen der Wolken

Von Dr. V. Franz

Wenn auch jedermann weiß, was *Wolken* sind, nämlich hoch schwebende Nebel, Ansammlungen von feinen Wassertröpfchen in der Luft, so ist an diesen so alltäglichen Erscheinungen sowie an denen des Regen-, Schnee- und Hagelalles doch noch vieles rätselhaft für den Naturbeobachter, der sich höchstens sehr unbestimmte Vorstellungen darüber macht, wie die Wolken im einzelnen entstehen, was sie schwebend erhält und was sie zum Niederschlag bringt, und manches an ihnen ist noch dunkel für den Meteorologen selbst, der jedoch rüstig

am Werke ist, der Natur Geheimnisse abzugewinnen. Folgen wir den Ausführungen Victor Engelhardts, der ein Sammelreferat „Über Kondensationsvorgänge in der Atmosphäre“ in der Chemiker-Zeitung, VI. Jahrgang, Nr. 5/6, 1917, schrieb, so gewinnen wir in vielen Fragen einen Überblick über den neuesten Stand der Forschung und damit manche überraschende Aufklärung.

Zunächst: was veranlaßt die Kondensation von kleinen, aber doch immerhin meßbar großen Tropfen aus der mit gasförmigem, unsichtbarem Wasserdampf erfüllten Luft? Bloße Übersättigung der Luft mit Wasserdampf genügt dazu nicht, sie müßte wenigstens schon so hohe Grade erreichen, wie sie in der Natur nicht vorkommen. Tröpfchen können sich vielmehr nur um sogenannte Verdichtungs- oder Kondensationskerne bilden. Die Ansicht, daß diese Kondensationskerne in gewöhnlichen Staubkörnchen bestehen könnten, ist veraltet und erscheint heute reichlich grob. Man nimmt vielmehr an, daß in den höheren Luftschichten Spuren von Wasserstoffsperoxyd, Ammoniumnitrat und -nitrit die Rolle der Kondensationskerne spielen, also Stoffe, die zweifellos in der Atmosphäre vorhanden sind und wahrscheinlich durch elektrische Entladungen, durch Blitzschläge, entstehen. Vermehrt werden die Kondensationskerne in den tieferen Schichten noch durch Schwefelsäure und schweflige Säure, die von Vulkanausbrüchen stammen, oder in der Seeluft durch feine Salzkörnchen. Man gewinnt aus diesen Angaben eine Vorstellung von der Art der verschiedenen möglichen Kondensationskerne, die zwar winzig und meist unmeßbar klein sein werden, aber doch größer als Moleküle, vielmehr wohl stets einen Verband mehrerer Moleküle darstellen; die Kondensation an Ionen, elektrisch geladenen Teilmolekülen, ist zwar auch möglich, erfordert aber wiederum so große Übersättigungen, wie sie in der Natur nicht vorkommen.

Ist einmal ein kleiner Tropfen gebildet, so wächst er mit zunehmender Schnelligkeit; denn er ist nunmehr selber ein Kondensationskern, außerdem vermindert sich, während seine Größe zunimmt, seine Oberflächenkrümmung, mit ihr seine Oberflächenspannung und sein Dampfdruck, das Streben eines jeden Tropfens, sich in Dampf zu verwandeln; er setzt damit der Anlagerung weiteren Wasserdampfes in Gestalt von Wasser einen ständig geringer werdenden Widerstand entgegen, muß also in wasserdampfübersättigter Luft immer rascher die Kondensationswirkung erfahren. Hierauf beruht es, daß man unterm Mikroskop sogar kleinere Tropfen auf Kosten benachbarter größerer wachsen sehen kann, und daß bei größerer äußerer Übersättigung schon kleinere Tropfen sich erhalten können als bei geringerer.

Bei Temperaturen unter 0° kann sich statt eines Wassertropfens aus der übersättigten Luft ein Eiskristall bilden; wahrscheinlich ist auch hierzu stets ein Kondensationskern nötig. Daß es auch im Sommer häufig hochschwebende Wolken aus Eiskriställchen gibt, ist wohl allgemein bekannt; Zeugnis davon gibt ja stets der Ring um den Mond, der, wie seine seltenen Sondererscheinungen, das Strahlenkreuz des Mondes und die Nebenmonde, durch Lichtbrechung an den Eiskriställchen entsteht, der übrigens mit gelegentlichen Nebensonnen fast ebenso häufig an der Sonne wiederkehrt, nur daß er hier wegen der Tageshelligkeit viel seltener beobachtet wird.

Der Eiskristall ist zunächst eine winzige sechsseitige Säule. Aber jeder Kristall wächst in übersättigter Umgebung, und zwar, wenn der Vorgang schnell vonstatten geht, nur an den Stellen stärksten Anlagerungsvermögens,

in diesem Falle den Säulchenkanten, weil diese Stellen dauernd die Luft über den benachbarten Säulchenflächen vom Wasserdampf frei machen, ihn ihr entziehen. Somit bilden sich sechsstrahlige Sternchen, und die Entstehung der Schneesterne ist hiermit im Grunde genommen erklärt. Durchfällt ein Schneekristall verschiedene Gebiete, so kann abwechselnd diese „Skelettbildung“ und die Ergänzung zum Vollkristall eintreten, was zur Bildung der komplizierteren Formen der jedermann bekannten hübschen Schneesternechen führt.

Bei starker Übersättigung der Luft infolge starker Abkühlung bilden sich jedoch nicht Eiskristalle sondern unterkühlte Wassertropfen, Körperchen, die nur einem starken Dampfdruck gegenüber im Gleichgewicht sind. Sie können sich beim Niederfallen durch die Erschütterung sofort in Eis verwandeln und überkleiden dann bekanntlich unsern Mantel und Regenschirm mit einer Eiskruste und den Erdboden mit Glatteis. Noch nicht geklärt ist die Frage, unter welchen Bedingungen sie bereits in der Luft zu Graupel- oder Hagelkörnern werden, geschweige denn, wie Hagelkörner bis zum Gewicht von 1 kg entstehen. Möglich, daß hierfür der Zusammenstoß eines einmal gebildeten Hagelkorns mit andern Wassertropfchen beim Herunterfallen genügt.

Alle Übersättigung der Luft mit Wasserdampf entsteht durch deren Abkühlung, denn je wärmer die Luft, um so weniger Wasser vermag sie in Dampfform zu halten. Wie kommt nun die Abkühlung der Luft zustande? In Erdnähe vor allem durch Abkühlung des Bodens bei Nacht, wodurch Nebel entstehen; in höheren Luftschichten kann bei Vermischung kalter Luft mit warmer, wenn beide gesättigt waren, zwar Übersättigung, Kondensation und Wolkenbildung eintreten, aber nur eine geringe. Nein, die meisten Wolken entstehen dadurch, daß Luft, die sich ausdehnt, wie es bei ihrem Aufsteigen in die Höhen mit ihrem geringen Luftdruck von selbst eintritt, dabei an Wärmegehalt verliert. Im kleinen ist die Abkühlung der Luft, die sich ausdehnt, und das Auftreten eines Nebels in ihr jedesmal beim Öffnen einer Bierflasche in dem Kohlensäure-Luftgemisch über der Flüssigkeit zu beobachten. In gleicher Weise kühlt sich Luft, die um 100 m gehoben wird, um 1° ab, und leicht tritt bei etwa über dem Meere oder feuchten Gebieten aufsteigender erwärmter Luft die Abkühlung ein, welche Übersättigung und demnächst Tröpfchenbildung und einen Wolkenschleier zur Folge hat.

Nun sollte man aber doch meinen, die neugebildeten Tröpfchen müssen sogleich zur Erde fallen, denn so klein sie auch sind, und so sehr die Sinkgeschwindigkeit dadurch verlangsamt wird, sie haben doch immerhin ein größeres Gewicht als die Luft und könnten von selbst nicht schwebend bleiben. Was erhält also die Wolke schwebend? Die klare Antwort ist folgende: Jedes Tröpfchen fällt tatsächlich; kommt es aber dabei bald in Schichten, die frei sind von Kondensation, so verdampft es alsbald wieder und wird unsichtbar. Somit ist die Wolke „nichts Wahres, nichts Wirkliches“, sie ist nur eine Stelle, in welcher ein Kreislauf: Wasserdampf—Tröpfchen—Wasserdampf stattfindet.

Dadurch kann es auch vorkommen, daß bei starkem Sturm, wenn der Wind an einen Berg prallt und hier über ihn hinwegsteigt, sich an dieser Stelle eine Wolke bildet, die trotz allen Windes unveränderlich an dem Berggipfel zu kleben scheint; eine Erscheinung, die man im regenreichen Norwegen hundertmal beobachtet, ebenso im Riesengebirge an der Schneekoppe und der Sturmhaube, die

hiernach ihren Namen hat, an dem so oft in Nebel gehüllten Brocken im Harz und an vielen andern Punkten. Die Wolke ist dann gleichsam die sichtbare Spur des Windes, soweit dieser durch den Berg zu einer höheren Bahn gezwungen wird, während nichts mehr den Wind sichtbar macht von da ab, wo er wieder hinabsteigen kann auf die tiefere Erde; sie gleicht einer Schaumstelle im Gießbach, die ständig bleibt und doch in jedem Augenblick von neuem Wasser gebildet wird.

Wolken am Himmel erscheinen oft in regelmäßigen Reihen und erinnern dann hochgradig an die Wellen auf einer Wasserfläche, noch mehr an die feststehenden Wellenrippen auf einer windbewehrten Sandfläche. Diese „Wogenwolken“ sind wiederum Zeugnisse der Luftverdünnung an den von ihnen eingenommenen Stellen. Wie nämlich stets Wellen auftreten an der Grenze zweier aneinander vorbei bewegten Flüssigkeiten oder Gase, so auch an der Grenze zweier Luftschichten von verschiedener Temperatur und Dichte, und in jedem der Wellenberge, die in diesem Falle 200 m bis 30 km Abstand von einander haben, wird die Luft gehoben und somit abgekühlt, eine Wolke entsteht dort.

Die bekannte Haufen- oder Cumuluswolke, die wie ein Schaumballen mit ebener Grundfläche auf einer unsichtbaren Fläche in der Luft zu schwimmen scheint, die Sommer- oder Schönwetterwolke, wie man sie auch nennt, entsteht durch Emporsteigen der stark sonnedurchwärmten Luft von der Erde. In etwa 1400 m Höhe wird dabei die zuvor erwärmt gewesene Luft so kalt, daß ihr reichlicher Wasserdampfgehalt in feinen Tröpfchen ausfällt. Daher haben alle diese Wolken ihre Grundfläche in gleicher Höhenlage¹⁾ und kroneu ähnlich dem Rauch über dem Schornstein einer Lokomotive.

Wächst an glühend heißen Tagen die Haufenwolke ins Gigantische, so wird sie zur Gewitterwolke. Das geschieht dadurch, daß die warme Erdenluft vermöge der dann viel stärkeren aufsteigenden Kraft weit über die Schicht von 1400 m Höhe hinaus emporsteigt und in 4000 m Höhe wieder auf eine verhältnismäßig warme, leichte Luftschicht stößt. Diese kann von der empordrängenden, ihr gegenüber aber schwereren, nebelerfüllten Luftmasse nicht so leicht durchbrochen werden, daher breitet sich die Haufenwolke nunmehr mächtig aus. Gleichzeitig hebt sie jedoch, da immer mehr aufsteigende Luft von unten her nachdrängt, die über ihr liegende dünne Luftschicht als Ganzes, die sich jetzt abkühlt und einen feinen Wolkenschleier bildet; der Cumuluskopf kann nun durch den Wolkenschleier noch hindurchwachsen, und schließlich kann sich der ganze Vorgang nochmals in größerer Höhe wiederholen, denn bis 9000 m führt der von der Erde aufsteigende, starke Luftstrom an heißen Tagen. So entsteht im wesentlichen das bekannte Bild des Gewitterhimmels, riesige, sich schnell vergrößernde Haufenwolken nebst einem gleichzeitig den Himmel überziehenden Schleier von verschiedener Dichte.

Der bei dem Gewitter nach jedem Blitzschlage sich verstärkende Regen ist wohl eine Folge der bei der Entladung vermehrt auftretenden Kondensationskerne, mit deren Besprechung wir unsere Ausführungen anfangen.

1) Schwere Geschosse aus Steilfeuergeschützen sieht man in die Cumuluswolken eindringen, wodurch sie dem Auge entschwinden.

Der gestirnte Himmel im Monat November 1917

Von Dr. F. S. Archenhold

Ein Neuer Stern (Nova Ritchey) im Spiralnebel Neuer General-Katalog 6946

Über die Zweigstelle Kopenhagen lief am 31. Juli 1917 morgens die telegraphische Nachricht aus Boston in Kiel ein, daß Ritchey einen Stern 14. Größe in dem Spiralnebel N. G. C. 6946 entdeckt habe. Am 18. August gelang es M. Wolf in Heidelberg, mit seinem Reflektor die Entdeckung zu bestätigen. Die Nova erschien auf dieser Aufnahme eine Größenklasse heller als der Zentralstern des Nebels, der etwa 14,5. Größe ist. Ihr Positionswinkel zu dem Zentralstern beträgt $196^{\circ},2$ und die Distanz $109''{,}8$. Der neue Stern steht am Ende eines scharfen, im zweiten südlichen Teile des Nebels liegenden Spiralarmes. Nach den A. N. 4902 bestimmte Wolf den Ort der Nova für 1917,0 auf $\alpha=20^{\text{h}} 23^{\text{m}} 3^{\text{s}}$ und $\delta=59^{\circ} 50' 15''$. Auch dieser neue Stern zeigt, wie es zumeist der Fall ist, Lichtschwankungen. So berichtete Professor Adams in einem Harvard-Zirkular vom 9. August, daß die Helligkeit der Nova Ritchey schnell abgenommen hat. Am 27. Juli war sie bereits um 2 Größenklassen schwächer als am 19. Juli. Nach dem Farbenindex zu schließen, kann der Stern kein langperiodischer veränderlicher sein. Der Nebel zeigt auf der Wolfschen Aufnahme in der Richtung Ost-West eine Ausdehnung von 6 bis 7'. Aus der Struktur läßt sich vermuten, daß sich bei stärkerer Vergrößerung der Nebel in Sternchen auflöst. Die Nova steht an einer merkwürdigen, bandartigen und mit Knoten durchsetzten Stelle, die den stärkeren nach Ost-West liegenden Spiralarm durchquert. Die Knickungen und Verlagerungen, die die einzelnen Arme dieses Nebels erkennen lassen, bieten der Deutung ihrer Entstehung viele interessante Probleme dar.

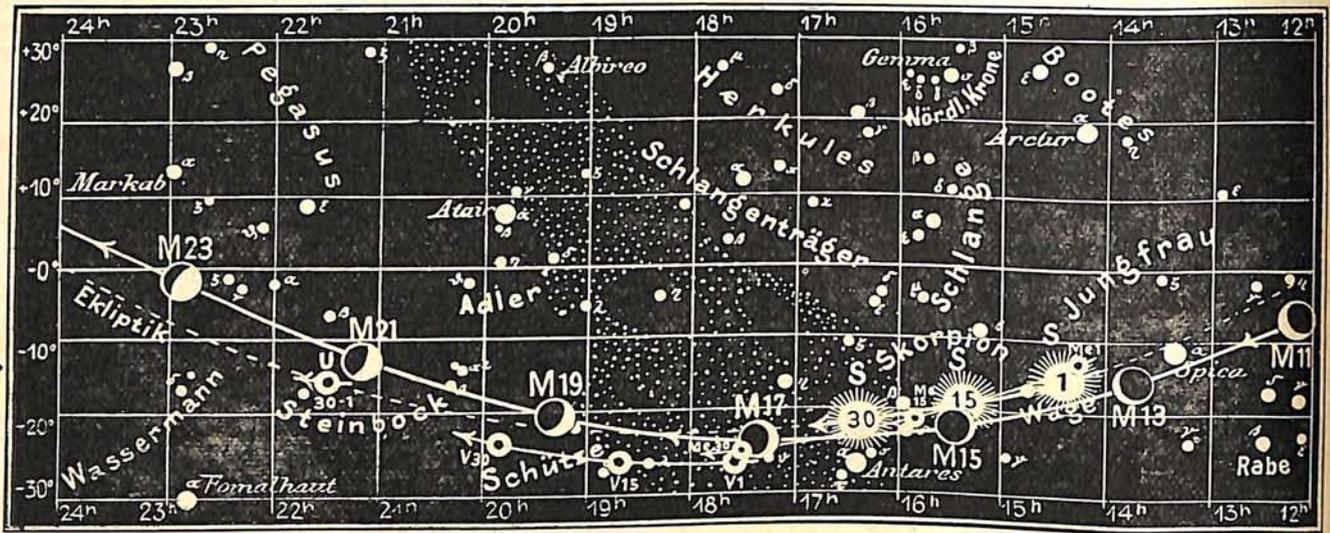
Die Sterne

Am 1. November abends 10^{h} steigt die Milchstraße vom Ostpunkt des Horizontes zum Zenit empor, um dann auch wieder senkrecht zum Westpunkt des Himmels herabzusinken. Um diese Zeit reckt sich zum ersten Mal wieder das Sternbild des Orion über den Horizont, uns ermahnd, daß die langen Winternächte bevorstehen.

Das schönste Gebilde dieses an vielen eigenartigen Beobachtungsobjekten reichen Sternbildes ist der südlich vom mittleren Stern Epsilon des Jakobstabes lagernde große Orionnebel. In ihm sind neuerdings viele veränderliche Sterne entdeckt worden. Lichtveränderungen sind es auch, die die verschiedenartige günstige Sichtbarkeit einiger der im Orionnebel lagernden Trapezsterne erklären. Schon in ganz kleinen Fernrohren sieht man viele Doppelsterne im Orion; besonders bemerkenswert ist der bereits von Christian Mayer erkannte Doppelstern Delta ($\alpha=5^{\text{h}} 26^{\text{m}}$, $\delta=0^{\circ} 23'$). Der Hauptstern, 2. Größe, ist von bläulicher Farbe und hat in einem Abstand von $52''$ einen Begleiter 7. Größe. Ein sehr lichtschwacher Begleiter 13. Größe ist 1818 von Burnham entdeckt worden. Der Hauptstern zeigt schwache, unregelmäßige Lichtschwankungen, die unter $\frac{1}{2}$ Größenklasse bleiben. Er ist von Deslandres noch als spektroskopisch doppelt entdeckt worden; die nur ganz geringen Veränderungen der Begleiter in Positionswinkel und Distanz lassen vermuten, daß sie nur optisch in der Nähe des Hauptsterns stehen. In der Nähe von Jota Orionis, der selbst ein nur in größeren Fernrohren zu trennender Doppelstern ist, steht der leicht lösbare Doppelstern Orionis 133 ($\alpha=5^{\text{h}} 29^{\text{m}}$, $\delta=6^{\circ} 5'$, Positionswinkel 223° , Distanz $35''{,}8$). Der Hauptstern, 5,6. Größe, ist gelblich, der Begleiter, 6,5. Größe, weißlich-grau.

Auch schon in kleinen Fernrohren leicht trennbar ist der Doppelstern 23 Orionis, auch m genannt ($\alpha=5^{\text{h}} 16^{\text{m}}$, $\delta=3^{\circ} 26'$). Der Hauptstern, 5. Größe, ist grünlich-weiß, der Begleiter, 7. Größe, von blauer Färbung. Der Positionswinkel beträgt 28° , die Distanz $32''$. Viele Feldgraue, die den Orion und das darüber stehende Sternbild, den Stier, kennen, fragen nach dem hellen Stern, der das Aussehen dieser Sterngruppen verändert. Es ist, wie wir aus unseren Planetenkarten ersehen, der Jupiter, welcher mit Aldebaran im Stier und Bellatrix und Beteigeuze im Orion ein charakteristisches Trapez bildet.

Fig. 1b



S = Sonne M = Mond Me = Merkur V = Venus Ma = Mars

Der Lauf von Sonne und Mond

Die Sonne (Feld $14\frac{1}{2}^h$ bis $16\frac{1}{2}^h$) tritt vom Zeichen des Skorpions in das des Schützen. Ihre Mittagshöhe nimmt nur um $7\frac{1}{4}^\circ$ ab. Aus der geringeren Größe und Zahl der zuletzt aufgetretenen Sonnenflecken läßt sich schließen, daß eine allmähliche Abnahme des Maximums der Sonnentätigkeit stattfindet.

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang M. E. Z.	Sonnenuntergang M. E. Z.	Mittagshöhe
November 1.	$-14^\circ 21'$	7h 3m	4h 36m	$23\frac{1}{4}^\circ$
- 15.	$-18^\circ 25'$	7h 29m	4h 12m	19°
- 30.	$-21^\circ 36'$	7h 54m	3h 55m	16°

Der Mond ist mit seinen Phasengestalten wiederum in unsere Karten Fig. 1a und 1b eingetragen. Er hat seine Hauptphasen an nachstehenden Daten:

Letztes Viertel: Nov. 6. 6h abends, Erstes Viertel: Nov. 21. 11h abends,
Neumond: - 14. 7h abends, Vollmond: - 28. 8h abends.

Um die Vollmondszeit im November erreicht er im Meridian dieselbe Höhe über dem Horizont, 61° , wie die Sonne in ihrem höchsten Stande im Juni. Dieser Umstand ist für das Sparbedürfnis an künstlicher Beleuchtung sehr willkommen, da bei dem hohen Stande ja auch bei bewölktem Himmel das durch die Wolkendecke zerstreute und durch die Wolken selbst weiter gegebene Mondlicht nicht unbeträchtlich ist.

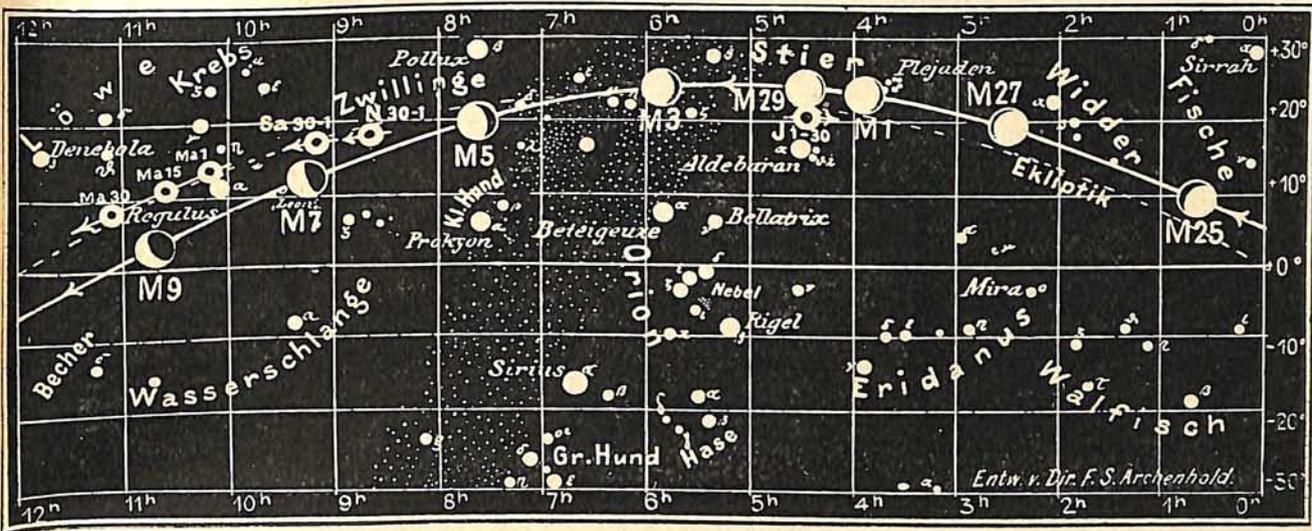
Die Planeten

Merkur (Feld $14\frac{1}{4}^h$ bis $17\frac{1}{2}^h$) bleibt infolge seiner Sonnennähe während des ganzen Monats unsichtbar.

Venus (Feld $17\frac{1}{2}^h$ bis $19\frac{3}{4}^h$) ist zu Anfang des Monats $1\frac{1}{4}$ Stunde und am Ende bereits $2\frac{1}{2}$ Stunden lang am südwestlichen Abendhimmel zu sehen. Am 30. November erreicht sie ihre größte östliche Abweichung von der Sonne. Da diese jedoch mit einer großen südlichen Deklination zusammenfällt, so wird die Klarheit des Bildes infolge der Dunstschichten, die in der Nähe des Horizontes lagern, stark beeinträchtigt.

Fig. 1a

Nachdruck verboten



J = Jupiter Sa = Saturn U = Uranus N = Neptun

Mars (Feld 10^h bis 11^h) ist zu Anfang des Monats $5\frac{1}{2}$ und zuletzt $6\frac{3}{4}$ Stunden lang sichtbar. Er geht dann schon vor Mitternacht auf. Die bevorstehenden Monate, in denen der Mars der Erde näher rückt, sind für die Besichtigung seiner interessanten Oberflächenerscheinungen besonders günstig. Die Durchsichtigkeit und Dünne der Marsatmosphäre gestattet, viele interessante Einzelheiten der physischen Beschaffenheit des Planeten, zu studieren. Nicht nur das Ab- und Zunehmen der auffälligsten Gebilde der Marsoberfläche, der weißen Flecken an den Polen, mit den Jahreszeiten fordert zu Vergleichen mit Vorgängen auf der Erde heraus, sondern auch die von geübten Beobachtern verzeichneten verschiedenen Färbungen des Marsbodens in den verschiedenen Jahreszeiten geben zu ähnlichen Vergleichen Veranlassung.

Jupiter (Feld $4\frac{1}{2}^h$ bis $4\frac{1}{4}^h$) Bereits in der ersten Hälfte des Monats geht der Planet schon mit Beginn der Abenddämmerung auf und bleibt während der ganzen Nacht sichtbar. Er tritt am 29. November in Opposition zur Sonne. Seine Entfernung von der Erde beträgt 605 Millionen km. Gewaltige Strömungen in der Gashülle des Jupiters tragen zu fortwährenden Veränderungen der Flecken, Schleier und Streifen bei. Selbst die beiden großen Aequatorialstreifen verändern oft derartig ihr Aussehen, daß sie nur von erfahrenen Beobachtern wiedererkannt werden können. Einige Forscher bringen diese großen Veränderungen in einen gewissen Zusammenhang mit der elf-jährigen Sonnenfleckenperiode, die ja annähernd auch mit der Dauer des Jupiterumlaufs zusammenfällt.

Saturn (Feld $9\frac{1}{4}^h$) ist zu Anfang des Monats 7, Ende desselben bereits $9\frac{1}{2}$ Stunden lang sichtbar. Seine Bahn ist gegen die Ekliptik $2\frac{1}{2}^\circ$ geneigt. Er ist $9\frac{1}{2}$ mal so weit von der Sonne entfernt als die Erde, über 1400 Millionen km. Ein Schnellzug, der 100 km in der Stunde zurücklegt, würde zur Bewältigung dieser Entfernung 1600 Jahre brauchen, während der schnellste Bote, das Licht, nur etwas mehr als $\frac{5}{4}$ Stunden benötigt.

Uranus (Feld $21\frac{1}{2}^h$) ist zuerst $5\frac{1}{2}$ zuletzt nur noch $3\frac{1}{2}$ Stunden lang im Fernrohr zu sehen. Er bewegt sich auf seiner Bahn, die nur $\frac{3}{4}^\circ$ gegen die Ekliptik geneigt ist, mit einer Geschwindigkeit von 7 km in der Sekunde. Die Erde läuft vier mal schneller als er.

Neptun (Feld $8\frac{1}{4}^h$) ist unweit des Saturns zuerst etwa 5 zuletzt 7 Stunden lang am Morgenhimmel, nur unter Benutzung größerer Fernrohre, zu sehen.

Bemerkenswerte Konstellationen:

- | | | | |
|----------|-------------|-----------------|---|
| November | 1. nachm. | 5 ^h | Jupiter in Konjunktion mit dem Monde. |
| - | 3. abends | 7 ^h | Merkur in oberer Konjunktion mit der Sonne. |
| - | 6. abends | 10 ^h | Saturn in Konjunktion mit dem Monde. |
| - | 8. nachm. | 3 ^h | Mars in Konjunktion mit dem Monde. |
| - | 15. vorm. | 10 ^h | Merkur in Konjunktion mit dem Monde. |
| - | 16. nachm. | 6 ^h | Merkur in Konjunktion mit Delta Scorpii, (Merkur 51' nördlich von δ -Scorpii). |
| - | 17. mittags | 12 ^h | Venus in Konjunktion mit Sigma Sagittarii, (Venus 23' nördlich von σ -Sagittarii). |
| - | 18. nachm. | 4 ^h | Venus in Konjunktion mit dem Monde. |
| - | 28. abends | 9 ^h | Jupiter in Konjunktion mit dem Monde. |
| - | 30. vorm. | 9 ^h | Venus in größter östlicher Abweichung von der Sonne (47° 18'). |

Kleine Mitteilungen

Luftdichte, Luftdruck und Temperatur. Für das „aerostatische“ Schwimmen des Ballons in der Luft, wie für den „aerodynamischen“ Flug der Vögel, Drachen und Flugzeuge ist nicht, wie man meist hört und liest, der am Barometer abgelesene Luftdruck, sondern die Luftdichte ausschlaggebend, also das Gewicht eines Kubikmeters Luft, ausgedrückt in Kilogramm. Die Dichte der Luft ist ihrem Druck freilich nahezu proportional, hängt aber auch von deren Feuchtigkeitsgehalt und vor allem von ihrer Temperatur ab, sodaß eine Erwärmung um 1° Celsius die Dichte um $\frac{1}{273}$ oder 0,00367 vermindert. Bei dem normalen Luftdruck von 760 mm und der Bezugs-Temperatur 0° beträgt die Dichte trockener Luft 1,293 kg/m³.

Mit zunehmender Höhe nimmt die Luftdichte ab, ebenso wie der Luftdruck, aber nicht ganz so stark wie dieser, weil die Atmosphäre mit zunehmender Höhe auch kälter wird. Nach den vorliegenden Mittelwerten zahlreicher meteorologischer Beobachtungen beträgt diese Temperaturabnahme rund $\frac{1}{2}^\circ$ für 100 m oder 5° für jedes Kilometer Erhebung. Daher erklärt es sich, daß die Luftdichte für rund 100 m um 1 v. H. sinkt, während der Luftdruck die gleiche Abnahme bereits nach je 80 m Aufstieg zeigt. Mit anderen Worten: in 5,5 km über dem Erdboden herrscht der halbe Luftdruck, die halbe Luftdichte aber erst in 6,5 km Höhe. Wie der Luftdruck, so nimmt auch die Luftdichte nach einem logarithmischen Gesetz ab, das bis in Höhen von 10 km nach den Erfahrungswerten über die mittlere Temperaturverteilung im Laufe des Jahres folgendermaßen geschrieben werden kann:

$$Z_1 - Z_0 = 21,6 \cdot (\log \gamma_0 - \log \gamma_1) = 21,6 \cdot \log \left(\frac{\gamma_0}{\gamma_1} \right);$$

dabei bedeuten Z_0 und Z_1 zwei verschiedene Höhen, gemessen in Kilometer, γ_0 und γ_1 die zugehörigen Luftdichten. Diese Formel gestattet die Berechnung der Luftdichte mit Hilfe einer Logarithmentafel oder eines Rechenschiebers. Man kann sie aber durch eine kleine Umformung in eine übersichtlichere Gestalt bringen:

$$\frac{\gamma_0}{\gamma_1} = 10^{0,0463 (Z_1 - Z_0)}$$

oder:

$$\gamma_1 = \gamma_0 \cdot 0,9^{(Z_1 - Z_0)}$$

Diese letzte Gleichung läßt sogleich erkennen, daß für 1 km Aufstieg ($Z_1 - Z_0 = 1$) die Luftdichte auf das 0,9 fache, also um 10 v. H. abnimmt, das ist die oben angegebene Gesetzmäßigkeit. Für den Luftdruck b_1 bzw. b_0 (mm Quecksilbersäule) in der Höhe Z_1 und Z_0 lautet die entsprechende Gleichung in der üblichen Schreibweise

$$Z_1 - Z_0 = 18,4 \cdot (1 + 0,00367 \cdot t) \cdot \log \left(\frac{b_0}{b_1} \right),$$

wobei t die mittlere Temperatur der Luftsäule zwischen den Höhen Z_1 und Z_0 bedeutet. Man erkennt, daß der Faktor 18,4 kleiner ist als der Beiwert 21,6 für die Luftdichte, ferner, daß der Abstand zweier

Schichten mit bestimmten Luftdrucken umso größer ist, je wärmer die Schicht zwischen ihnen ist. Die Formel wird dadurch komplizierter, aber auch genauer als die aus Erfahrungswerten abgeleitete Luftdichteformel. Jene ist auch nur für einen bestimmten Zustand richtig, während diese theoretisch ableitbar ist und stets gilt, wenn man nur die augenblicklich herrschende mittlere Temperatur einsetzt.

Zum Schluß noch eine Bemerkung über die praktische Anwendung dieser „barometrischen Höhenformel“: Kennt man das Verhältnis der Luftdrucke b_0/b_1 und die Temperatur t , so muß man letztere mit dem Faktor 0,00367 multiplizieren, dann zu 1 addieren, und erst mit diesem Ausdruck kann man in die Formel eingehen. Dieser Wechsel der Rechenoperation ist aber sowohl mit der Logarithmentafel als auch mit dem Rechenschieber recht unbequem auszuführen. Viel einfacher wird die Berechnung, wenn man beachtet, daß der Faktor 0,00367 den Wert $1/273$ hat, daß also $1 + 0,00367 \cdot t = 1 + \frac{t}{273} = \frac{273 + t}{273}$ ist. Dann nimmt nämlich die barometrische Höhenformel die einfache Gestalt an:

$$Z_1 - Z_0 = 18,4 \cdot \frac{273 + t}{273} \cdot \log \left(\frac{b_0}{b_1} \right)$$

oder:

$$Z_1 - Z_0 = 0,0674 \cdot (273 + t) \cdot \log \left(\frac{b_0}{b_1} \right).$$

Hier kann man die Addition $(273 + t)$ im Kopf ausführen und hat also nur die Multiplikation von drei Faktoren in bekannter Weise vorzunehmen.

Es sei noch erwähnt, daß der Ausdruck $(273 + t)$ in der Wärmelehre eine äußerst wichtige Rolle spielt. Man nennt ihn die „absolute Temperatur“. Schmelzendes Eis hat also die absolute Temperatur 273° , kochendes Wasser ($t = 100^\circ$ Celsius) hat 373° ; der Wärmegrad der flüssigen Luft, $= -193^\circ$ Celsius, beträgt im absoluten Maße 80° , und $t = -273^\circ$ Celsius entspricht dem absoluten Nullpunkt, der tiefsten überhaupt möglichen, aber praktisch nicht erreichbaren Temperatur.

E. E.

Die Natur der vulkanischen Tätigkeit. An vulkanischen Theorien haben wir reichlichen Überfluß. Dennoch werden neue begrüßt, weil auf diesem Gebiete noch so viel zu klären ist, daß schwere Arbeit vor dem Geologen liegt. In den Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences veröffentlichte vor einiger Zeit R. A. Daly eine umfangreiche Arbeit über die Natur der vulkanischen Tätigkeit, deren Gedankengang etwa folgender war:

Die Erdkruste ist von einer Reihe Schalen gebildet, deren Dichte nach der Tiefe zunimmt. Wir finden unter der Schale der Sedimente überall eine zusammenhängende granitische „saure“ Schale. Darunter müssen wir eine aus Basalten annehmen, denn deren Dichte ist so groß, daß sie nicht über-, sondern nur unterlagernden Massen entstammen können. Sie müssen durch Spalten in flüssigem Zustande nach oben gedrungen sein und haben dabei mitunter Schichten von 40 km Dicke durchbrochen. Das kann nur so geschehen sein, daß große Spalten vorhanden sind, die sich entweder bei der Bildung der äußeren Kruste beim Übergang aus dem nichtfesten in den festen Zustand erhalten haben oder später durch die Schrumpfung des Erdballes entstanden sind. Das Aufsteigen hat das Magma vielfach entlastet, so daß gebundene Gase frei werden konnten und das Magma in den überhitzten Zustand überging, der Eruptionen überall dort herbeiführt, wo der Außendruck nur einigermaßen überwunden werden kann.

Daly unterscheidet dabei drei verschiedene Sorten der vulkanischen Tätigkeit, die zur Bildung ausgedehnter Decken führenden Spaltenergüsse, lokale Ergüsse und zentrale Ausbrüche. Die Spaltenergüsse sollen durch den Druck der gebirgsbildenden Kräfte ausgelöst werden, also durch die bei der Schrumpfung auftretenden Schiebungen, Drücke und Entlastungen. Lokale Ergüsse sollen ihr Vorkommen dem Umstande verdanken, daß hoch heraufreichende Batholithe an ihrer Decke das Gestein aufschmelzen und sich schließlich befreien. Komplizierter ist nach Daly der Vorgang bei den zentralen Eruptionen, denn dort sollen wieder mehrere Entstehungsarten vorkommen. Der Ausbruch kann entweder von der Hauptmasse des basaltischen Magmas oder von einem Seitenzweige ausgehen. Diese werden sich hauptsächlich der vorhandenen Spalten bedienen, während sich die von der Hauptmasse direkt ausgehenden länger erhalten, tätiger, kräftiger und massiger sein werden.

Lange Zeit tätige Vulkane strahlen nicht bloß die Wärme des Magmas aus, sondern auch die, die durch das Freiwerden der darin gelösten Gase entsteht; und diese Wärmemengen können außerordentlich groß sein. Dem Wärmehaushalt der Vulkane werden noch längere Ausführungen gewidmet, ebenso anderen merkwürdigen vulkanischen Erscheinungen wie dem völligen Erlöschen, dem Wiedererwachen, der Periodizität der Eruptionen usw. Es sei nur noch erwähnt, daß die

petrographische Verschiedenheit der ausgeworfenen Lavamassen durch das Aufschmelzen fremden Materials in dem primären Basalt erklärt wird. — Zwar lassen sich viele Bedenken gegen diese neue Theorie geltend machen, aber sie hat das Gute, wieder einige neue Bausteine und Gesichtspunkte für die Betrachtung der komplizierten Erscheinung des Vulkanismus beigetragen zu haben.
F. L.

Bücherschau

Fauth, Phil., 15 Astronomische Stereos zur Unterstützung des Raumsinnes und zur Förderung der Raumvorstellung. Kommissionsverlag von Hermann Kayser, Kaiserslautern. 1916. Preis 4,50 M.

Jedes Mittel, durch Belebung der Anschauung das Verständnis für die Vorgänge im Weltraum zu heben, ist mit Freuden zu begrüßen. Stereoskopische Bilder sind zweifellos ein verhältnismäßig einfaches Mittel zur Erreichung dieses Zwecks. Die 15 Tafeln, die Fauth konstruiert und gezeichnet hat, stellen Bahnausschnitte von Weltenkörpern kosmischer, planetarischer und meteorischer Art dar. So ist der Einsturz eines Großmeteors in den Sonnenkörper in seiner veränderten Bahn dargestellt, wie auch die Einverleibung zweier kometarischer Weltenbummler in das Sonnenreich.

Bei der Benutzung des Stereoskops muß man die Bilder an einen steifen Hintergrund anlehnen, damit die stereoskopische Wirkung der auf zu dünnes Papier gedruckten Blätter nicht beeinträchtigt wird. Bei einem Neudruck nach dem Kriege werden sich sicher auch die zahlreichen Unsauberkeiten des Untergrundes vermeiden lassen. Sehr erwünscht wäre dann auch eine Darstellung der Bahnen von Sonne und Sternen im Raume, wie sie Heath in vorbildlicher Weise gebracht hat, da sie eine Vorstellung von den verschiedenen Eigenbewegungen der Fixsterne gibt

Exner, Felix M., Dynamische Meteorologie. Mit 68 Figuren im Text. B. G. Teubner, Leipzig-Berlin 1917. Preis 15 M. 303 S. und Register

Eine große Zahl von Erscheinungen auf den Oberflächen unserer großen Planeten, insbesondere von Jupiter und Saturn, halten das Interesse des Astronomen an den Versuchen wach, dem Verständnis meteorologischer Vorgänge auf theoretisch-physikalischer Grundlage näher zu kommen. In dem vorliegenden Buche gibt Professor Exner, der jetzige Direktor der Wiener K. K. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik eine zusammenfassende Darstellung der Theorie der Luftströmungen und der Dynamik der Atmosphäre. Wie das großzügige 2bändige Werk von Bjerknes „Dynamische Meteorologie und Hydrographie“ ganz neue Gesichtspunkte für die Behandlung der Bewegungskräfte, insbesondere in der Horizontalebene entwickelt hat, so ist auch das Exnersche Buch von grundlegender Wichtigkeit, weil es besonderen Wert auf die Verfolgung der Bedeutung der Temperatur legt. In 13 Kapiteln behandelt Exner: 1. Die Gasgesetze, 2. Allgemeine dynamische und hydrodynamische Gleichungen, 3. Statik der Atmosphäre, 4. Vertikale Temperaturverteilung im Ruhezustand, 5. Kinematik, 6. Allgemeine Dynamik der Luftströmungen, 7. Energie der Luftbewegungen, 8. Stationäre Strömungen in der Atmosphäre, 9. Allgemeiner Kreislauf der Atmosphäre, 10. Zyklonale Bewegungen über kleineren Gebieten der Erdoberfläche, 11. Unperiodische Veränderungen an einem Orte der Atmosphäre, 12. Unperiodische Veränderungen in synoptischer Darstellung, 13. Periodische Veränderungen in der Atmosphäre. Durch die vielfache Verwendung des Wetterdienstes im Kriege in Verbindung mit der gewaltigen Entwicklung der Luftstreitkräfte ist die Kenntnis der Luftströmungen in verschiedenen Höhen und ihr Einfluß auf Luftdruckveränderungen neuerdings besonders wichtig geworden. In dem vorliegenden Buche, das aus Universitätsvorlesungen hervorgegangen ist, finden sich in der Hauptsache nur die wissenschaftlichen Grundlagen für die Anwendung auf das praktische Gebiet.

F. S. A.

Briefkasten.

Z. A. In Beantwortung Ihrer Anfrage vom 13. 7. 17 teilen wir mit, daß der erwähnte Mond-Atlas von J. Krieger, herausgegeben von R. König, in Wien erschienen ist, in Kommission bei E. H. Mayer, Leipzig 1912; bestehend aus T. 1: Text und T. 2: Atlas, 58 Tafeln 1 Karte.

Sodann Mond-Atlas Band 1, erschienen in Triest im Selbstverlag 1898 mit 28 Tafeln. — Der Preis ließ sich leider nicht ermitteln.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Bezugspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., 1/2 Seite 45.—, 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW

INHALT

1. Vom Rechenbrett der Chinesen. Von Prof. Cl. du Bois-Reymond	177	4. Kleine Mitteilungen: Die Natur als Lehrmeisterin. — Die Strahlkieskugeln in der französischen Kreide 192	
2. Neue Wege zu den Pforten der Himmelskunde. Von Prof. Dr. B. Hoffmann, Rawitsch (Schluß)	182	5. Bücherschau	192
3. Ein Brief von Johann E. Bode an Jerome de Lalande aus dem Jahre 1807. Von Dr. F. S. Archenhold	190	Nachdruck ohne Genehmigung der Schriftleitung verboten. — Auszüge nur mit genauer Quellenangabe gestattet.	

Vom Rechenbrett der Chinesen.

Von Prof. Cl. du Bois-Reymond.

(Mit drei Abbildungen)

Wir sehen alle Tage Chinesen ihre Zahlenrechnungen mit einer kleinen Maschine ausführen. Der Rechner schiebt auf Stäben aufgereichte Holzkügelchen gleichsam spielend auf und nieder und liest nach wenigen Sekunden das fertig dastehende Ergebnis ab. Er rechnet sicher und schnell; es scheint nicht schwierig zu sein, aber ohne Erklärung bleibt uns das Verfahren unverständlich.

Wie wird es gemacht? Als bald stoßen wir auf das nur zu bekannte Hindernis, das uns im Reiche der Mitte so vieles verdunkelt. Der Chinese kann uns die Sache nicht ganz deutlich machen, weil ihm unsere rechnerischen Ausdrücke nicht vertraut sind, und wir können ihn nicht recht fragen, weil wir die seinigen nicht kennen. So findet man denn selten einen Nichtchinesen, der diese Art des Rechnens versteht und vormachen kann. Die Sache ist aber natürlich einfach genug und wird jedem geübten Rechner als bald einleuchten.

In einem länglich viereckigen Rahmen sind 11 oder 13 dünne Stäbe den langen Seiten eingefügt, die beiden kurzen Seiten verbindet eine Leiste, durch welche die Stäbe hindurchgehen. Die Leiste teilt das Viereck und das Stabgitter in einen breiten und einen schmalen Teil. Auf jedem Stab sitzen 7 durchbohrte Holzkugeln, je 5 auf dem längeren, 2 auf dem kürzeren Teil. Auf beiden Teilen bleibt Spielraum zum Verschieben der Kugeln.

(Japanische Bretter haben 21 Stäbe und statt zweier Kugeln nur eine auf dem kürzeren Teil der Stäbe, doch sind diese Abweichungen unwesentlich.)¹⁾

Es ist vielleicht nicht überflüssig, zu bemerken, daß das Rechenbrett die Rechnungen der „vier Species“ durchaus nicht verändert oder umgeht, wie wohl manche glauben. Der „Abacus“ ist keine Rechenmaschine und kein Zauberstab, der Rechner braucht das auswendig gelernte Einmaleins genau so, wie wir, und vollzieht auch ganz dieselben Rechenoperationen. Er führt sie aber mit den Kugeln einzeln, ohne Aufschub und auf sehr bequeme Weise aus. Die geistige Anspannung und vielleicht auch die Gelegenheiten, Rechenfehler zu begehen, scheint der Apparat bei hinlänglicher Übung merklich zu vermindern.

Die Chinesen haben ein umfangreiches Gedicht über das Rechenbrett, das die Gebrauchsregeln lehrt. Angehende Rechner lernen es auswendig und befolgen die Vorschriften mechanisch, oft ohne deren Sinn zu verstehen. Auch bei uns findet man ja gute Rechner dieser Art.

¹⁾ Ein solches japanisches Rechenbrett befindet sich im Besitze des Astronomischen Museums der Treptow-Sternwarte und ist daselbst ausgestellt. Aus diesem Grunde veröffentlichen wir diesen interessanten Aufsatz, der vor Jahren an anderen Stellen schon einmal erschienen ist, aber den wenigsten unserer Leser bekannt sein dürfte, nochmals.

Um sich klar zu machen, wie auf dem Brett gerechnet wird, ist es am besten, ein geeignetes „Exempel“ nach praktischer Anweisung selbst nachzurechnen. Ist der Apparat nicht zur Hand, so kann man ebensogut ein Lineal als trennende Leiste auf den Tisch und statt der Kugeln Münzen oder Rechenpfennige dazulegen.

Gebrauchsanweisung: Man lege das Rechenbrett flach vor sich, den breiten Teil sich zugekehrt. Diesen wollen wir kurz „unten“, den schmälere „oben“ nennen. Die beiden Kugeln oben gelten je 5, die 5 Kugeln unten nur je 1. Alle Kugeln werden von der Trennungsleiste fort an die Randleisten geschoben; in dieser Stellung zählen sie nicht. Zu lesen ist: Null.

Addition: Wir wollen zu 5741 addieren: 384. Man wählt mitten im Brett einen Stab, der die Einer darstellen soll, und schiebt unten eine Kugel bis an die Trennungsleiste herauf. Der nächste Stab zur Linken (wie bei uns) stellt dann die Zehner vor: 4 Kugeln von unten herauf, sie bedeuten 40. Die 7 Hunderter kommen auf den folgenden Stab: 2 Kugeln unten herauf, 1 oben herunter, zu lesen: 700. Endlich die 5 Tausender: 1 Kugel von oben herunter, bedeutet 5000.

Regel: Jede 5 wird oben, also mit einer Kugel, — nicht mit den 5 unteren — bezeichnet.

5741 ist jetzt anschaulich „hingeschrieben“. Es sollen nun 384 hinzugezählt werden. Bei uns pflegt man mit den Einern anzufangen, natürlich darf man das auch hier tun; es bleibt sich auf dem Rechenbrett ganz gleich. Der Chinese fängt aber von links an, mit den hohen Zahlen. Da keine Tausender da sind, bleibt vorläufig die 5 stehen. 3 Hunderter zu den vorhandenen 7 gäbe 10, die 3 noch unten verbliebenen Kugeln müßten herauf. Statt dessen stellt man oben und unten auf Null und links in der Tausenderstelle unten eine Kugel herauf. Zu 4 Zehnern sollen jetzt 8 addiert werden. 8 ist 10, weniger 2. Man schiebt eine Kugel am Hunderterstab unten herauf und 2 am Zehnerstab unten herab. 2 bleiben stehen. (Diese Hilfe ist auch bei uns allen Schnellrechnern geläufig.)

Regel: Wo auf einem Stab 9 überschritten werden müßte, addiert man zur Linken 10 und zieht die dadurch zu viel addierte Differenz rechts wieder ab. Es folgen schließlich die Einer; 4 und 1 sind 5. Alle Kugeln unten müssen herunter, eine von oben bezeichnet die 5. Die berechnete Summe gibt nun das nebenstehende Bild: Es ist zu lesen: 6125.

Subtraktion: Beim Abziehen verfährt man entsprechend, nur selbstverständlich im umgekehrten Sinne. Sind

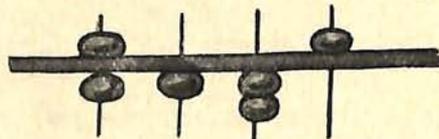


Fig. 1.

auf einem Stabe weniger Kugeln als man abziehen soll (— der bekannte Fall: „geht nicht, borg' ich mir einen“ bei uns —),

so bringt man am nächsten Stabe zur Linken eine Kugel herauf und addiert wieder rechts die zu viel abgezogene Differenz, also gerade umgekehrt wie beim Addieren.

Wir wollen z. B. von der oben stehenden Summe 6125 (Fig. 1) 5741 wieder subtrahieren. Der Chinese fängt wieder links an:

Am Tausenderstab, 6 — 5 gleich 1. Oben eine Kugel weg gleich 1000.

Am Hunderterstab, 1 — 7 Zur Linken unten eine Kugel weg, dafür rechts unten wieder 3 hinauf, gleich 400.

Am Zehnerstab, 2—4 Zur Linken unten eine Kugel weg (gleich 300) dafür rechts unten eine herauf, oben 1 herunter, gleich 80.
 Am Einerstab, 5—1 gleich 4. Oben eine Kugel weg, unten 4 herauf gleich 4.

Der erhaltene Rest gibt dieses Bild:

Es ist zu lesen: **384**.

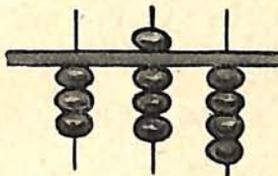


Fig. 2.

Multiplikation: Der Chinese setzt die größere Zahl links hin. Davor und dahinter muß Platz frei bleiben, die kleinere Zahl kommt also rechts ans Ende des Brettes. Jede Einzelmultiplikation der linken Zahl, dann die Hunderter usw. Eigentümlich ist nur die Art, wie das Produkt „gesetzt“ wird. Es tritt allmählich von rechts her an den Platz des linksstehenden (größeren) Faktors. Nach beendeter Rechnung ist er gelöscht, und das fertige Produkt steht da. Das geht so vor sich:

plifikation wird immer gleich vollzogen und addiert. Die Reihenfolge ist: Einer der linken Zahl mit der höchsten Stelle der rechten, dann mit der zweithöchsten und so fort. Dann ebenso die Zehner

Regel: Jede Stelle des linken Faktors wird gelöscht, ehe sie zu multiplizieren anfängt, aber natürlich im Kopf behalten, bis man mit ihr durchmultipliziert hat. Man setzt das erste Einzelprodukt auf den Stab rechts neben der leeren Stelle, und zwar kommen dorthin die Einer. Hat das Produkt auch Zehner, so kommen sie auf die Stelle selbst. (Das kleine Einmaleins ist nur zweistellig; also ist für jedes Produkt Platz). Jedes folgende Einzelprodukt rückt, seinem Range entsprechend, weiter nach rechts, und die Ziffern werden beim Setzen natürlich auch gleich addiert. Diese Ziffern an die rechte Stelle zu bringen, erfordert eine gewisse Aufmerksamkeit und Einübung, wie bei unserer Rechnung das richtige „Untereinanderschreiben“ beachtet werden muß. Dafür fällt aber unsere große Addition am Schluß fort; der Chinese hat sie in kleine Einzeloperationen zerlegt; jede einmal richtig gesetzte Ziffer ist endgültig abgetan.

Zuletzt steht das fertige Produkt um so viele Stellen nach rechts ausgerückt, als der zweite Faktor Stellen hat. Auf dem Brett, wo die früheren Zahlen keine Spur hinterlassen, ist das gleichgültig. Es hat nur zuerst für uns etwas Verwirrendes, weil wir daran gewöhnt sind, daß die Ziffern ihren Rang behalten. Bei Dezimalbrüchen muß infolgedessen auf den Ort des Komma geachtet werden.

Erstes Beispiel: 31×29 . Reihenfolge: 1×2 , 1×9 , 3×2 , 3×9

Züge der Kugeln		Stand des Brettes	
		3 1	$\times 29$.
	Die 1 herunter:	3	
1 mal 2 gleich	2. Die 2 rechts daneben: . .	3	2
1 mal 9 gleich	9. Die 9 weiter rechts: . . .	3	2 9
	Die 3 herunter:		2 9
3 mal 2 gleich	6. Die 6 rechts daneben: . .	6	2 9
3 mal 9 gleich	27. Zur 6 addiert man 2: . . .	8	2 9
	Zur 2 addiert man 7: . . .	8	9 9

Geübte Rechner kürzen manches ab. Statt zu löschen und neu zu setzen, verwandeln sie eine Zahl gleich in die andere, vollziehen zwei Additionen zugleich usw.

Zweites Beispiel: 999×99 . Sämtliche Einzelprodukte sind hier natürlich gleich 81. Man braucht nur auf das Setzen und Addieren zu achten. Es ergeben sich die folgenden Züge:

Die rechte 9 wird in 8 verwandelt, daneben 1, zur 1 gleich plus 8, rechts noch einmal 1 daneben (zwei Additionen . . . 9 9 9 $\times 99$.
 zugleich): 9 9 8 9 1
 Mittlere 9 wird in 8 verwandelt, die 8 in 9: 9 8 9 9 1
 Zu 99 (3. & 4. Ziffer) addiert 81: 9 9 8 0 1
 Linke 9 kann stehen bleiben, daneben 0: 9 0 8 0 1
 Zur 0 addiert 8, zur 8 addiert 1: 9 8 9 0 1

Die Chinesen halten sich im Übrigen nicht pedantisch an die vorgeschriebenen Regeln. Ein guter Rechner meiner Bekanntschaft pflegte z. B. die Einzelprodukte nicht um einen, sondern immer um zwei Stäbe auszurücken. So kann er die multiplizierende Ziffer, so lange er mit ihr rechnet, immer vor Augen stehen lassen und braucht sie nicht zu merken. Nur muß er nicht vergessen, sie zuletzt wegzunehmen, bevor er mit der folgenden zu rechnen anfängt.

Division: ist, wie sich von selbst versteht, Umkehrung des Multiplizierens. Den Teiler setzt der Chinese an das linke Ende des Brettes, die zu teilende Zahl weiter nach rechts hin. Die Reihenfolge ist dieselbe wie bei uns. Die höchste Ziffer dividiert zuerst in die höchste der zu teilenden Zahl, dann in die höchste des Rests usw. Mit jeder Ziffer des Teils (Quotienten) wird sogleich durchmultipliziert und das Produkt beim Setzen natürlich auch gleich abgezogen. Die höchste (erste) Ziffer des Teils kommt links neben die zu teilende Zahl. Durch die Subtraktionen verkürzt sich diese Zahl meist von selber in dem Maße, wie der Platz für die folgenden Stellen des Quotienten gebraucht wird. Zum Schluß steht der ganze Quotient am Platze der geteilten Zahl, nur um einen Stab nach links ausgerückt. Wenn ein Rest bleibt, so steht er am rechten Ende, dem Quotienten angehängt. Man kann ebenso weiter dividieren, wenn man mehr Dezimalstellen braucht.

Beispiel: 15181 soll mit 19 dividiert werden.

Züge der Kugeln	19 in	Stand des Brettes				
		1	5	1	8	1
Erste Ziffer des Teils ist 7, kommt links hin:	7	1	5	1	8	1
7 mal 1 ist 7, wird von der 5 subtrahiert:	7	0	8	1	8	1
7 mal 9 ist 63, 6 von 8, 3 von 1 subtrahiert:	7	0	1	8	8	1
Zweite Ziffer d. Teils ist 9, rechts neben 7:	7	9	1	8	8	1
9 mal 1 ist 9, wird von der 8 subtrahiert:	7	9	0	9	8	1
9 mal 9 ist 81, 8 von 9, 1 von 8 subtrahiert:	7	9	0	1	7	1
Dritte Ziffer d. Teils ist 9, rechts neben 9:	7	9	9	1	7	1
9 mal 1 ist 9, wird von 7 subtrahiert:	7	9	9	0	8	1
9 mal 9 ist 81, 8 von 8, 1 von 1 subtrahiert:	7	9	9			

Der chinesische Rechenschüler muß, als letzte Probe seiner Fertigkeit, 1000 durch 512 teilen. Es ergibt sich ein 6 stelliger Dezimalstehende Quotient 1,953125 heißt bei den Schülern der „Drache“ (Fig. 3).

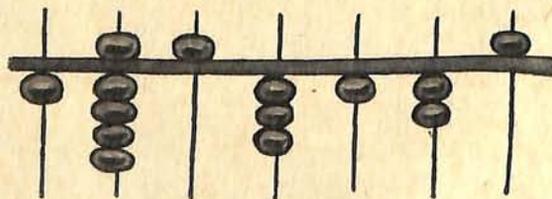


Fig. 3. „Der Drache“.

bruch ohne Rest. Man muß schon ziemlich gut eingeübt sein, um sich bei dieser langen Division nicht zu irren. Der zuletzt auf dem Brett

Es soll öfters durch Wettrechnen erwiesen sein, daß europäische Bankbeamte mit westlichen Methoden schneller rechnen können, als Chinesen mit dem Abacus. Wenn dies auch richtig sein mag, so ist doch keineswegs daraus zu folgern, daß das Brett überhaupt keinen Vorteil gewährt. Die genannte Probe zient das Temperament der Wettrechner nicht in Betracht, das bei den verschiedenen Rassen nicht einfach gleichgesetzt werden darf. Als Gegenprobe müßte erst versucht werden, ob die westlichen Bankrechner nach tüchtiger Einübung mit dem Brett nicht vielleicht noch schneller ans Ziel kämen. Auch ist nicht gesagt, daß der Nutzen des Abacus gerade in Zeitersparnis bestehen muß. Zeit hat der Chinese ja meist im Überfluß. Daß das Werkzeug dem damit vertrauten Rechner irgend eine Hilfe gewährt, ist wohl nicht zu bezweifeln. Es wäre sonst sicherlich nicht im ganzen chinesischen Kulturkreise so verbreitet. Wahrscheinlich dürfte der Vorteil auf psychologischen Gebiete zu suchen sein. Eine große umständliche Rechnung zerfällt auf dem Kugelbrett in lauter möglichst kleine Einzelaufgaben: „Teile und beherrsche“ sagt ein Spruch. Jede Teilrechnung wird höchst anschaulich, ja im wörtlichen Sinne „handgreiflich“ ausgeführt, und verschwindet dann sofort endgültig für den Rechner. Die Kugeln auf und nieder zu schieben ist leicht und bequem, jedenfalls eine weniger komplizierte Tätigkeit als Zahlenschreiben, den Ort, wo er setzen muß, findet der Geübte ebenso leicht und fast mechanisch, wie der schriftlich Rechnende. So mag wohl das Rechenbrett solchen, die stundenlang mit Zahlen rechnen müssen, einen kleinen Teil der geistigen Spannung und Ermüdung ersparen, und man darf es vielleicht als einen „Gehirnschoner“ bezeichnen.

Nachtrag.

Zu welchem Zwecke ist nun die zweite Fünferkugel oben bestimmt? Sonderbarer Weise konnte keiner der befragten Chinesen dies befriedigend erklären. Ein so lange und allgemein benutztes Werkzeug muß seinen Zwecken längst vollkommen angepaßt sein. Wenn also Zwecke angegeben werden, denen die Einrichtung der zweiten Kugel nur unvollständig genügt, wird man die Erklärung anzweifeln dürfen.

In vielen Fällen ist es bequem, 10 bis 15 Einheiten auf einen Stab setzen und stehen lassen zu können. Man rechnet weiter und ersetzt zu beliebig gelegener Zeit 10 Einheiten durch eine Einheit des nächsthöheren Stabes. Wenn man nach der oben gegebenen Vorschrift dividiert, kann ferner der Fall vorkommen, daß man für zwei Zahlen nur einen Stab frei hat. Die höchste Ziffer des Rests besetzt noch die Stelle, wo man die neue Ziffer des Quotienten vorschriftsmäßig hinsetzen sollte. In solchem Fall kann man oft die zweite Fünferkugel gebrauchen, um eine dreistellige Zahl auf nur zwei Stellen zu setzen und Platz zu gewinnen (z. B. setzt man statt $1/2/3$ dann $12/3$). Leider genügt aber die zweite Fünferkugel nur in einem Teil dieser Fälle: man kann die Zahlen von 16 bis 19 damit nicht setzen. Entweder muß man also die eine Zahl setzen und die andere sich merken, bis Platz frei wird, oder besser: man rückt den Quotienten gleich anfangs, statt um eine, um zwei Stellen links heraus, so daß der Raum nicht zu eng werden kann. Endlich ließe sich die zweite Fünferkugel gut brauchen, um einem Schüler beim Subtrahieren das „Borgen“ der 10 Einheiten von links recht deutlich zu machen. Aber auch dazu reicht sie nicht immer aus, nämlich in allen Fällen nicht, wo die erste Fünferkugel schon in Gebrauch genommen ist.

Alle diese Deutungen scheinen mir daher unbefriedigend, und ich möchte eher glauben, daß die bisher befragten Gewährsmänner die wahre Erklärung selber nicht wußten, was übrigens manche ehrlich zugaben. Auch wurde mir glaubhaft versichert, daß viele Rechner, und zwar die besten, diese oberste Kugel niemals gebrauchen; sie fehlt, wie schon erwähnt, in den japanischen Brettern ganz.

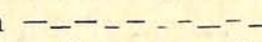
Vielleicht vermag ein Leser, der günstigere Gelegenheit gehabt hat, chinesische Rechner zu befragen, mich über diesen zweifelhaften Punkt zu belehren, wofür ich aufrichtig dankbar wäre. Ein eigentlicher „mathematischer Kopf“ ist mir unter den Chinesen zufällig noch nicht begegnet.

Neue Wege zu den Pforten der Himmelskunde

Von Prof. Dr. B. Hoffmann, Rawitsch

(Mit 5 Abbildungen)

(Schluß.)

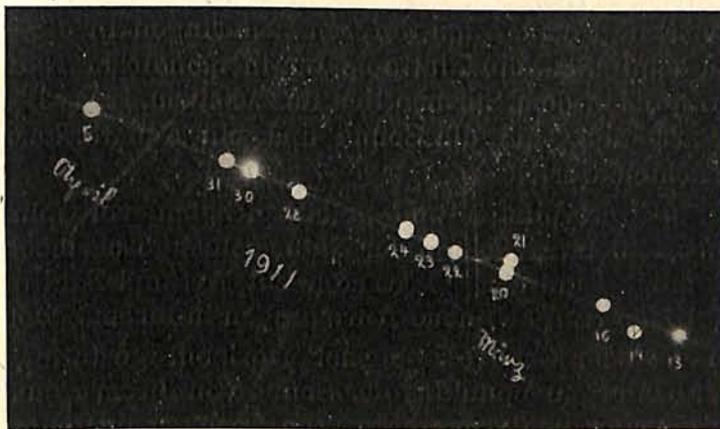
Die erste antwortheischende Frage ist: wie erfolgt die Drehung der Himmelskugel, die zweite: in welcher Zeit? Im ersten Falle wird die mit möglichst lichtstarker Linse strahlendicht und sicher ausgestattete Dunkelkammer mit der optischen Achse auf den Himmelspol, im anderen am besten in der Mittagsebene auf den höchsten Punkt des Himmelsäquators (Höhe: $h = 90^\circ - \varphi$, φ geogr. Breite) gerichtet, aufgestellt. Als Zeitmesser dient eine gute Taschenuhr. Klare mondlose Nächte geben die besten Platten. Im ersten Falle belichtet man zunächst genau 2 Stunden, schließt 5 Minuten und belichtet nochmals 2 Stunden. So erhält man kreisförmige, aus zwei genau gleichen Bogen bestehende Sternspuren, also ist die Drehung gleichförmig. Im anderen Falle öffnet und schließt man in zwei aufeinanderfolgenden Nächten zu gleicher Zeit beginnend abwechselnd von vier zu vier Minuten, hört aber am zweiten Abend acht Minuten früher auf. Ist die Dunkelkammer ganz unverrückt stehen geblieben, so ist das Bild ein nur an einem Ende unterbrochener sehr gestreckter Bogen. Meist erscheint es aber in der Form  und beweist damit, daß die darstellenden Fixsterne am zweiten Tage um vier Minuten früher an derselben Stelle des Himmelsgewölbes erschienen sind, die Drehung der Himmelskugel also 23 Stunden 56 Minuten mittlerer Sonnenzeit dauert. Das kann auch durch sorgfältiges Beobachten mit dem Visierkasten gefunden werden. Leider erfreut sich auch diese Grunderkenntnis aller Himmelskunde nicht der ihr gebührenden Beachtung.

Würde also in einer Reihe aufeinanderfolgender Nächte die fest aufgestellte Dunkelkammer mit derselben Platte in jeder folgenden um vier Minuten früher dem Sternenlicht auf eine bestimmte Zeit, eine Viertelstunde, geöffnet, so würden sich die Sternspuren vollständig decken, man bekommt also dieselben festen Punkte der Himmelskugel immer auf dieselbe Stelle der Platte. Das kann aber nicht der Fall sein, wenn das Gestirn an der Himmelskugel in der Zwischenzeit seinen Platz verlassen hat. Welchen Weg es gewählt hat, berichtet die Platte um so gewissenhafter, je genauer die Belichtungszeit der Sternzeit entspricht. Steht dem Beobachter ein in seiner Lage feststellbares Fernrohr mit Fadenkreuz zur Verfügung, so stellt er es zweckmäßig neben der Dunkelkammer auf und öffnet sie stets dann, wenn ein bestimmter Fixstern durch den Mittelfaden geht. Für

diese Aufnahmen ist eine Sternzeituhr sehr erwünscht. Ich will vorläufig nur bemerken, daß sich durch Gangbeschleunigung um täglich 3 Min. 56 Sek. jede Taschenuhr mit Sekundenzeiger dazu umwandeln läßt.

Wie außerordentlich fruchtbar dieses bisher wenig bekannte Lichtbildverfahren für den ohne Meßinstrumente arbeitenden Anfänger ist, erkennt er am klarsten, wenn er versucht, es zum Eindringen in die überaus wichtige Lehre von der Sonnenbewegung zu benutzen. Für das Entstehen scharf begrenzter Sonnenbilder ist die kleinste Blende und ein Doppelfilter aus rotem und grünem Glas vor dem Momentverschluß unerläßlich, die Dauer des Lichteindrucks ist durch Vorversuche ausfindig zu machen.

Als günstigste Zeit kommt die des Frühlingsanfangs in Betracht. Die Dunkelkammer wird mit der optischen Achse möglichst genau auf den höchsten Punkt des Äquators gerichtet, kann man sie an der Beobachtungsstelle stehen lassen, so ist sie gut gegen fremdes Licht zu schützen. Wie man sie sicher und



Oh
Sternzeit

Abb. 4. Lauf der Sonne an der Himmelskugel zur Zeit des Frühlingsanfangs
(Durch Versehen beim Aufstellen des Apparates sind zwei Sonnenbilder, am 14. und 21. März verschoben)

ohne jede Schwierigkeit immer wieder durch Einsetzen der Stellschraubenspitzen in die Nuten der Fensterbankschrauben in dieselbe Lage bringen kann, wurde schon gesagt. Die Beobachtungsreihe beginne am 11. März und daure bis zum 31. März. Am ersten Tage wird 40 Minuten vor 12 Uhr, am zweiten 11 Uhr 24, am dritten 11 Uhr 28 nach mittlerer Sonnenzeit (oder mit geringem Fehler M.E. Zeit) eine Momentaufnahme der Sonne gemacht, am 21. März also um 12 und am 31. 12⁴⁰. Die nach der Gunst des Wetters mehr oder weniger vollständige Reihe der Sonnenbilder liegt auf der Platte in einer Geraden (Abb. 4). Folglich hat die Sonne im Verlauf dieser Tage an der Himmelskugel einen größten Kreis durchlaufen, denn nur der Schnitt der Ebene eines solchen kann eine gerade Linie hervorrufen. Das an sich höchst bedeutsame Bild gewinnt an Wert, wenn man am 21. März Gelegenheit findet, auch 11³⁰, 11⁴⁵, 12¹⁵, 12³⁰ noch vier weitere Sonnenbilder hinzuzufügen, die wiederum in einer Geraden, dem Schnitt des Äquators liegen. Auf der vollständig trocknen Platte können beide mit Reißfeder und Tusche ausgezogen werden, ihr Winkel ist rund 23,5° groß.

Durch diese überaus wichtige Zeugenaussage entkleidet sich die Sonne der Würde eines Fixsterns und es ist für den Anfänger durchaus notwendig, sich mit dem Denkwert des leider überall vertretenen Urteils abzufinden. Die Sonne ist im eigentlichen Sinne des Wortes kein Fixstern, aber die Fixsterne sind ihrer natürlichen Beschaffenheit nach Sonnen. Diese beiden Sätze sind scharf auseinander zu halten, und nur wer mit eigenen Augen und Ohren die geradezu unglaublichen Purzelbäume wahrgenommen hat, die mit diesen Dingen nicht genügend vertraute Lehrer im Unterricht schlagen müssen, um der vermeintlichen Fixsternwürde der Sonne nicht zu nahe zu treten, kann den Unfug ermessen, den Buchweisheit zu stiften vermag.

Es ist durchaus nicht überflüssig, Sonnenaufnahmen der beschriebenen Art fortzusetzen, dabei sind Stellung der Kammer und Aufnahmezeiten nach wohlwogendem Plan zu ändern. Stets liegen — auch im Juni — alle Bilder in einer Geraden. Deshalb ist gerade diese Reihe auch für den Fachmann der Erörterung wert. Würde auch am 21. Juni in gleichen Zeitabständen vom Mittag die Stellung der Sonne im Lichtbild vermerkt, so würde diese Reihe auf einem Kegelschnitt, einer Hyperbel, vereinigt sein. Zum tieferen Eindringen in die mathematischen Grundlagen ist zu empfehlen, die Platte später in mondloser Nacht in derselben Stellung mehrere Stunden dem Sternenlicht auszusetzen. Das Bild der Junireihe mit den beiden Parallelen, die die Sonne und ein Äquatorstern eingezeichnet haben, ist sehr beachtenswert.

Auch unseren wertvollsten und gehaltreichsten volkstümlichen Büchern über Himmelskunde fehlen solche von der Natur selbst geschriebene Urkunden bis heute noch vollständig. Und doch ist es so leicht, Art und Zahl ins Ungemessene zu vermehren, weil jede Aufgabe neue Anregungen in ihrem Schoße birgt.

Ein nach West oder Ost freier ebener Horizont gestattet, die Abhängigkeit des Auf- oder Untergangspunktes der Sonne von ihrem Äquatorabstand bildlich festzulegen. Hierfür genügt eine einfache Lochkammer mit Rotfilter (Loch: 0,5 mm, Platte 13×18 , Abstand 15 cm). Sie wird in der bekannten Weise auf den östlichen oder westlichen Horizont gerichtet, die Belichtungsdauer ist durch Vorversuche zu ermitteln. Belichtet wird möglichst am 1., 11., 21. jedes Monats und zwar etwa in Zeitabständen von 10 zu 10 Minuten (6^0 , 6^{10} , 6^{20} . . .) und wann die Sonne zur Hälfte verschwunden ist. Zum Schluß wird nach Sonnenuntergang das Rubinglas entfernt und durch kurze Belichtung der Horizont mit seinen Umrißlinien der Platte einverleibt. Gute Platten halten, sorgfältig gegen alles Nebenlicht geschützt, monatelang ohne Kassette in der Dunkelkammer Stand, auf völlig glasklare Bilder kommt es bei diesen Vornehmungen durchaus nicht an.

Es muß auffallen, daß die gleichzeitig nach der Uhr aufgenommenen Bilder der Sonne nicht in einer Front marschieren. Die Ursache ist ihre ungleichmäßige Bewegung im Tierkreis, während die maßgebende Uhr einer gleichförmig im Äquator fortschreitenden gedachten mittleren Sonne folgt. Das führt wiederum zu einer neuen Frage an die Natur: Wie stellen sich die Sonnenbilder, wenn von 10 zu 10 Tagen am mittleren (oder auch mit geringem Fehler mitteleurop.) Mittag eine Aufnahme auf dieselbe hochkantig gestellte Platte im Meridian gemacht wird. Auch hierfür fehlen vorläufig die Zeugenaussagen der Sonne im Lichtbild.

Genauere Kenntnis der Bahn der Sonne an der Himmelskugel ist das nächste Ziel für das völlige Erfassen der damit im Zusammen-

hange stehenden Dinge und die eigentliche Grundlage aller Himmelskunde. Als erstes Erfordernis stellt die Vertrautheit mit dem Äquatoralsystem die Geduld und das Fassungsvermögen auf eine harte Probe, als Hilfen sind ein Himmelsglobus, besser aber eine matt schwarzlackierte um eine zum Himmelspol gerichtete Achse drehbare Holzkugel erwünscht. Ihr wird zunächst der Äquator eingezeichnet, seine Lage am Himmel muß jederzeit sicher vorgestellt werden können.

Die März Aufnahme der Sonne ergab, daß sie (etwa) am 21. den Äquator überschritt, dieser Punkt ist als Frühlingspunkt einzutragen, nächst den Polen ist er der wichtigste Punkt der ganzen Oberfläche. Von ihm aus zählt man und zwar in entgegengesetzter Richtung wie im Horizont die 359 weiteren Teilpunkte des Äquators, so daß jeder folgende am Himmel östlich (links) vom vorhergehenden liegt. Denkt man sich durch diese Teilpunkte und die Pole 360 größte Kreise gelegt — auf der Holzkugel können sie von 10° zu 10° eingezeichnet werden —, so zerfällt dadurch die Oberfläche der Himmelskugel in ebensoviele sich nach den Polen zuspitzende Kugelzweiecke und die Sonne steigt in ihrer Bahn an der Himmelskugel durch diese Kreise wie auf einer Leiter vom Frühlingspunkt aus ebenso empor, wie sie bei ihrer scheinbaren täglichen Bewegung am Vormittag durch die Vertikalkreise schritt. Deshalb heißen sie die Kreise der geraden Aufsteigung (Rektaszension) und die Sonne hat am 21. März die gerade Aufsteigung 0° , am 22. etwa 1° , am 23. nicht ganz 2° , am 21. Juni 90° und am 23. September 180° . Den Blättern eines aufgeschlagenen Buches vergleichbar wandern diese Kreise, sich von 4 zu 4 Minuten Sternzeit folgend, durch die Meridianebene.

Wie bei dem Horizontalsystem werden auch durch die Teilpunkte dieser Kreise äquatorparallele sich zum Pol verjüngende Kreise gelegt und vom Äquator zum Pol gezählt: die Kreise gleicher Abweichung (Deklination). Dadurch ist die Lage jedes Punktes an der Himmelskugel eindeutig bestimmt. Die Abweichung der Sonne ist also am 21. März $+0^\circ$ und wächst von da ab bis zum 21. Juni. Durch denselben festen Punkt des Himmelsgewölbes bewegt sich bei der scheinbaren Drehung der Himmelskugel stets derselbe Abweichungskreis. Auf den Lichtbildplatten sind als größte Kugelkreise die der geraden Aufsteigung stets Gerade, die Abweichungskreise stets Kegelschnitte mit einziger Ausnahme des Äquators.

Der jährliche Weg der Sonne an der Himmelskugel kann nun in angemessener Form festgelegt werden. Er muß, das folgte aus den Bildern, ebenfalls ein größter Kugelkreis sein und zwar derjenige, der den Äquator im Frühlingspunkt unter einem Winkel von $\sim 23,5^\circ$ schneidet. Also hat die Sonne am 21. Juni die gerade Aufsteigung 90° und die Abweichung $23,5^\circ$, am 23. September 180° und 0° , am 21. Dezember 270° und $-23,5^\circ$, um am 21. März des nächsten Jahres ungefähr in ihre alte Stellung zurückzukehren. Dieser vorläufig als an der Himmelskugel festliegend zu denkende Kreis heißt der Tierkreis, seine Ebene die Ekliptik.

Zwei in aufeinanderfolgenden Jahren genommene März bildreihen zeigen, daß die Sonne diesen Kreis in ~ 365 Tagen durchläuft, eine genauere Zeitbestimmung ist nur durch Meßwerkzeuge möglich, vorläufig auch nicht notwendig. Ihre Bewegung, so lehren die Abstände der Sonnenmittelpunkte, erscheint gleichförmig, so daß der Tagesschritt rund 1° , genauer $0,9856^\circ$, beträgt. Das ist der

Anlaß gewesen, entsprechend dem babylonischen Jahr von 360 Tagen, auch den Kreisumfang in 360 gleiche Teile zu teilen. Das Wort Grad (lat. gradus = Schritt) bedeutet also ursprünglich nichts anderes als den Tagesschritt der Sonne im Tierkreis.

Zwischen je zwei Sonnenbildchen kann ein drittes mit nur um ein geringes kleinerem Durchmesser gedacht werden, also muß der Sonnendurchmesser unter einem Winkel erscheinen, der einen halben Grad ein wenig übersteigt. Sehr sorgfältig hergestellte Bildreihen aus dem Hochsommer und Winter lassen Schicht gegen Schicht aufeinandergelegt erkennen, daß die Tagesschritte im Winter größer sind als die des Sommers. Der lichtbildliche Nachweis, daß dann auch der Sonnendurchmesser größer erscheint, wird später erörtert werden.

1911. Mai 8., 9., 10., 11. 12^h 30^m, 12^h 45^m, 1^h 0^m, 1^h 15^m Sternzeit

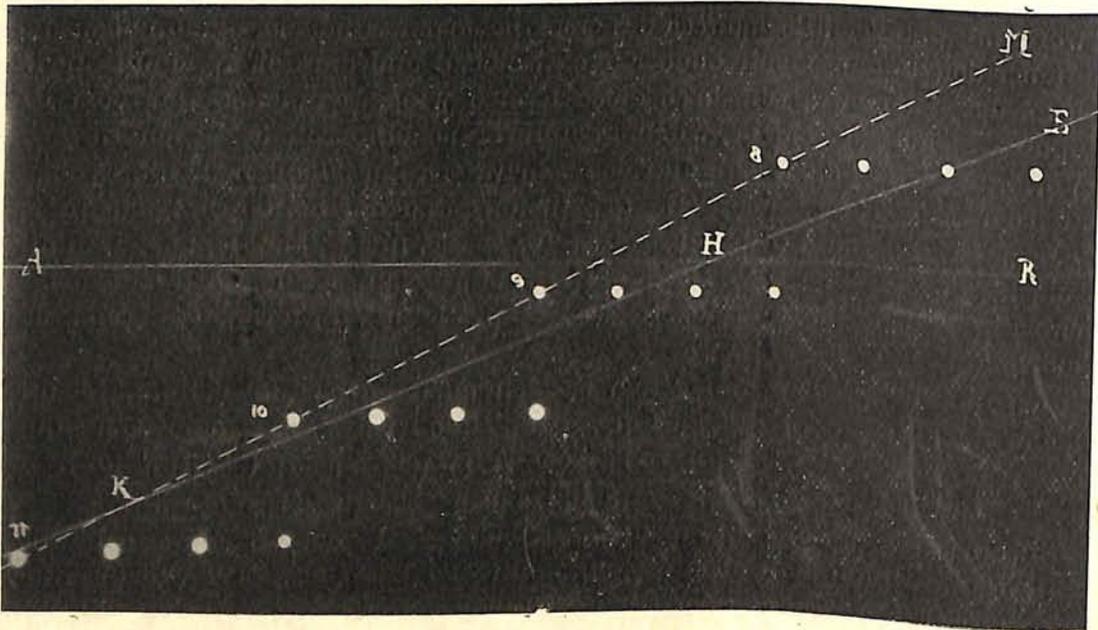


Abb. 5. Vier Reihen von Mondaufnahmen

Damit sind die Grundlagen für ein Urteil über die gegenseitige Bewegung der beiden Himmelskörper, der Sonne und der Erde, gegeben, der strenge Nachweis, daß dabei die Erde die Sonne umkreist, kann mit den zu Gebote stehenden einfachen Mitteln nicht gegeben werden.

Wer in den ursächlichen Zusammenhang der Himmelserscheinungen einzudringen ernstlich gesonnen ist, muß sich vor allen Dingen gewöhnen, bei Tage wie zur Nacht, außer dem Himmelsäquator, den Tierkreis und die Schnittpunkte beider ihrer jeweiligen Lage am Himmelsgewölbe nach rasch und sicher zu bestimmen. Das geistige Auge muß die wirbelnde Bewegung der Ekliptik erfassen, wie sie in einfachster Weise durch ein leicht herzustellendes Anschauungshilfsmittel aufgewiesen wird. Von einem der Länge nach durchbohrten und so auf die die Weltachse darstellende Stricknadel aufzusteckenden Kork wird von einer Stirnfläche ein Stück unter einem Winkel von $23,5^\circ$ gegen diese geneigt abgeschnitten und auf diese schräge Fläche ein Pappkreis aufgeklebt, auf dessen Umfang eine kleine eingekerbte Korkkugel den Jahreslauf der Sonne darstellen mag.

Bei der Drehung des Korks im Sinn und Zeitmaß der scheinbaren Drehung der Himmelskugel können alle Erscheinungen nachgebildet werden.

Als Prüfstein für die Sicherheit des Erfassens der Ekliptiklage ist das Aufsuchen des Apex, d. h. des Punktes am Himmel anzusehen, dem die Erde auf ihrem Wege um die Sonne jeweilig zustrebt. Hilfsmittel für die Anschauung sind die früher erwähnte Korkhalbkugel und drei Nadeln, deren eine in die Richtung nach der Sonne, die andere nach dem Frühlingspunkt eingesteckt werden. Die Ebene beider ist die Ekliptik, die dritte in derselben Ebene unter einem rechten Winkel zur Sonnennadel nach rechts, vom Pol aus gesehen, befestigte weist nach dem Apex.

Die wichtigste Erkenntnis beim aufmerksamen Verfolgen der Lage des Tierkreises ist, daß der Mond und die großen Planeten stets in seiner Nähe stehen.

Über die Besonderheiten ihrer Bewegung vermag die Lichtbildplatte den hier zu hegenden Wünschen auf Genauigkeit wiederum zu genügen. (Abb. 5.)

Das Bild stellt vier Reihen von Mondaufnahmen dar, die 1911 Mai 8, 9, 10, 11 um 12^{30} , 12^{45} , 1^0 , 1^{15} Sternzeit in der Mittagsebene und der Äquatorstellung der optischen Achse der Dunkelkammer gemacht wurden. Die Lage des Äquators, des Herbstpunktes und des Tierkreises für die 12^{30} aufgenommenen Bilder am weitesten links in den Reihen sind der Beobachtungszeit entsprechend eingetragen, diese selbst sind zunächst als die wichtigsten zu betrachten. Sie zeigen, daß der Mond auf einer mit K M bezeichneten Geraden absteigend den Äquator und später den Tierkreis in K überschreitet. Seine Tagesschrittlänge kann mit Hilfe der von den einzelnen Tagen in 45 Minuten Sternzeit zurückgelegten Bogen, die lediglich zu diesem Zwecke mit aufgenommen sind, abgeschätzt werden. Erstere sind in der Mitte des Bildes ~ 43 mm lang, letztere 37, also ist sie in Graden:

$$\frac{45}{4} \cdot \frac{43^0}{37} \sim 13,2^0$$

Der Mond durchläuft also seine Bahn in 27,3 Tagen (Siderischer Monat). Sie ist, wie man durch Messen der Winkel leicht finden kann, gegen den Tierkreis um 5^0 geneigt, fällt demnach nicht mit ihm zusammen, der Schnittpunkt beider ist der absteigende Knoten K. Auf die wechselnde Gestalt des Mondbildes hinzuweisen ist überflüssig.

Der Mond vollendet also unter dauerndem raschen Wachstum seiner geraden Aufsteigung in 27,3 Tagen, wozu die Sonne $365 \frac{1}{4}$ Tage gebraucht, seine Abweichung kann bei seiner größten Entfernung vom Äquator $\pm (23,5^0 \pm 5^0)$ betragen. Davon hängt die Größe seines Tagbogens, die Azimute seiner Auf- und Untergänge usw. ebenso ab, wie bei der Sonne. Zum Eindringen in das Verständnis seiner Bewegung sind, vorläufig unter der Annahme, daß seine Bahn mit dem Tierkreis zusammenfalle, Fragen wie die folgenden zu empfehlen: Welche Höhe und welches Azimut hat erstes Viertel am 21. März bei Sonnenuntergang, Vollmond am 21. Juli oder 21. Dezember um Mitternacht, wo steht ungefähr erstes oder letztes Viertel am 21. März am wahren Mittag usw.?

Haben Sonne und Mond zu einer bestimmten Stunde gleiche gerade Aufsteigung (Neumond, Konjunktion), so ist, wenn der Mond nach 27,3 Tagen wieder nahezu an dieselbe Stelle der Himmelskugel zurückkehrt, die Sonne um $\sim 27,3 \cdot 0,986^0$ im Tierkreis weitergerückt, der Mond muß also noch einen Bogen b durchlaufen, um die Sonne wieder zu erreichen. Sein Gesamtweg ist also, wenn

er ihn in t Tagen zurücklegt: $13,2^\circ t = 360^\circ + b^\circ$ der in der gleichen Zeit von der Sonne durchlaufene: $0,986^\circ t = b^\circ$, ihr Unterschied: $13,2^\circ t - 0,986^\circ t = 360^\circ$ und daraus, wenn die Tagesgeschwindigkeiten als genau angesehen werden:

$$t = \frac{360}{13,200 - 0,986}$$

oder 29,5 Tage (Synodischer Monat).

Größere Schwierigkeiten bietet der Gebrauch der Lichtbildplatte für das Eindringen in die Grundlagen der Planetenbewegung um so mehr, als Mars, Jupiter und Saturn während ihrer besten Beobachtungszeit rückläufig sind und Venus wegen des durch ihre Sonnennähe bedingten Dämmerungslichtes nicht immer aufgenommen werden kann. Für sie kommt als Ersatz für genaue Meßwerkzeuge nur der Visierkasten zur Geltung, je öfter er gebraucht wird, desto lückenloser wird die Darstellung ihres Weges am Himmelsgewölbe. Selten wird es, wenn ihre Entfernung von der Sonne noch gering ist, gelingen, sie genau im Augenblick des Sonnenuntergangs zu fassen. Dann muß man sich einige Minuten gedulden und nach ungefährender Schätzung ihren Stand für diesen Zeitpunkt eintragen. Kommt die Beobachtung am Monatsersten nicht zustande, dann ist vielleicht ein Nachbarstag gefälliger. Die in Abb. 1 angegebenen Stellungen des Planeten nahe am Horizont sind selbstverständlich durch Rechnung gefunden. Der fälschlich durch eine Gerade im Horizontalsystem angedeutete Äquator soll nur einen Anhalt dafür bieten, die Lage des Tierkreises ungefähr zu ermessen, ein tieferes Eingehen auf diese Fragen fordert aber hier nicht vorauszusetzende mathematische Kenntnisse.

Der Grund, weshalb gerade die Zeit des Sonnenuntergangs und nicht dieselbe Sternzeit für die ersten Venusbeobachtungen empfohlen wird, leuchtet angesichts des Bildes Nr. 1 und dessen, was aus ihm ohne Schwierigkeiten gefolgert werden kann, ein, es ist kaum möglich, eine eindringlichere Sprache zu versuchen. Allerdings ist eine so übersichtliche Bahn am Himmelsgewölbe nicht die Regel, die Jahre 1913 und 1916 boten aber diesen Vorzug.

Bei einigermaßen lichtstarkem Objektiv geben die großen Planeten bei der für die Mondaufnahmen zu empfehlenden Belichtungszeit von 1 Sek. erkennbare, aber schwache und in der Regel nur mit der Lupe auffindbare Spuren ihrer Wirkung auf die Platte. Deshalb ist eine längere — 15 Minuten — vorzuziehen; dadurch wird auch die Möglichkeit geboten, falls mehrere in der früher angegebenen Art aufzunehmende Bilder auf derselben Platte vereinigt werden sollen, sie einzeln dadurch zu kennzeichnen, daß man bei der ersten Aufnahme nach Verlauf einer Minute auf die gleiche Zeit schließt, bei der zweiten nach zwei Minuten und so fortfährt. Dadurch erreicht man, daß bei einer etwa am Anfang und Mitte Monats zu gleicher Sternzeit und gleicher Stellung der Dunkelkammer aufgenommenen Reihe jedes Einzelbild gekennzeichnet ist und, da auch die Fixsternspuren verstärkt hervortreten, die Stellung des Planeten an der Himmelskugel für jeden Zeitpunkt, also auch der von ihm durchlaufene Weg, festgelegt werden kann. Entsprechen die Größenverhältnisse des Bildes denen einer Sternkarte, etwa aus Schurigs *tabulae caelestes*, so kann mit Hilfe der Fixsternspuren, deren Anfänge zweckmäßig mit der Sterngröße entsprechenden Punkten bezeichnet werden, Abweichung und gerade Aufsteigung der Planeten bestimmt werden. So kann umfangreicher Beobachtungsstoff gesammelt und für ein Erörtern der Bahn an der Himmelskugel vorbereitet werden. Besondere

Aufmerksamkeit verdienen die das Rückläufigwerden eines Planeten wiedergebenden Platten, auch solche, die das Überholtwerden eines Planeten durch den Mond darstellen oder mehrere Planeten vereinigt zeigen.

Wie die Sternzeit für einen gegebenen Zeitpunkt zu bestimmen sei, bedarf einer kurzen Darlegung. Da für den vorliegenden Zweck der Anfangspunkt der Zählung gleichgiltig ist, so genügt die Annahme, die Sternzeit sei am M. E. Mittag des 21. März 0 h. 0,0 Min. Die gedachte, im Äquator gleichförmig wandernde mittlere Sonne, deren gerade Aufsteigung die Sternzeit am M. E. Mittag bestimmt, durchläuft den Äquator in 365,24 Tagen mit der Geschwindigkeit $\frac{360,000^\circ}{365,24^d} = 0,9856 \frac{^\circ}{a}$

Am 1917. 8. 13. sind am M. E. Mittag

1917 August 13
1917 März 21

$$4me\ 22d + 3d = 145d$$

verflossen, also ist die gerade Aufsteigung der Sonne:

$$0,9856 \frac{^\circ}{a} 145^d = 142,91^\circ \\ = 9^h\ 31,6^m$$

Das ist die von der Sternzeituhr aufzuweisende Zeit am M. E. Mittag. Soll die Beobachtung um 8 Uhr 23,0 Min. abends stattfinden, so ist diese mittlere Sonnenzeit in Sternzeit dadurch zu verwandeln, daß man für jede Stunde 10 Sek. hinzufügt. Also ist die gesuchte Sternzeit:

$$\varphi = 9^h\ 31,6^m + 8^h\ 23,0^m + 1,4^m \\ = 17^h\ 56,0^m$$

Diese einfache Rechnung erlaubt, entweder unabhängig von einer Sternzeituhr zu beobachten, oder ihren Gang nach einer zuverlässigen M. E. Zeit gebenden Uhr zu berichtigen.

Die Aufgaben der Lichtbildkammer sind für den Freund himmelskundlichen Strebens keineswegs erschöpft, ein weiteres Arbeitsfeld erwächst aus der Tatsache, daß jedes Fernrohr, auch das galileische — die sogenannten Teleobjektive sind als solche anzusehen —, als Objektiv dienen und richtig benutzt ausreichend klare und scharfe Bilder der Sonne geben kann. Den Momentverschluß baut man vor dem Objektiv ein, hinter das Okular eine leichte Dunkelkammer, am besten für quadratische Platten, ein Sucher, hinter dem das Sonnenbild auf einem Schirm aufgefangen wird, erleichtert die Einstellung. Da die Sonnenflecken schon bei einer Bildgröße der Sonne von 6 bis 8 cm Durchmesser deutlich sichtbar werden, ist zunächst durch eine Aufnahmereihe die Drehung ihres Körpers und wenigstens näherungsweise, die dazu gebrauchte Zeit festzustellen. Ebenso wichtig ist das Beobachten ihres scheinbaren Durchmessers und seiner wechselnden Größe. Das Vergleichen der Negative Schicht gegen Schicht führt zu dem Ergebnis, daß von Anfang Januar bis Ende Juni die Durchmesser stetig abnehmen, im andern Halbjahr wieder wachsen, die Entfernungen der Erde von der Sonne sich also umgekehrt verhalten. Bei genügender Schärfe der Negative ist sogar ein Ausmessen und damit ein Schätzen der Formzahl (numerischen Exzentrizität) der Erdbahnellipse sehr wohl möglich. Reihenaufnahmen bei Sonnenfinsternissen geben, richtig beobachtet und nebeneinandergestellt, hübsche Übersichten über die Einzelvorgänge. Mit einer gewöhnlichen Dunkelkammer gewonnene Bilder dieser Art wurden vor einiger Zeit von einer unserer bekann-

testen Wochenschriften veröffentlicht. Selbstverständlich kann auch der Verlauf einer Mondfinsternis unter günstigen Umständen bei größter Öffnung und 1 Sek. Belichtungsdauer in angemessenen Zeitabständen, etwa von 10 zu 10 Minuten, auf die Platte gebracht werden. Wie die Dunkelkammer aufzustellen sei und wie oft die Platte gewechselt werden müsse, ist Gegenstand sorgfältiger Vorerwägungen.

Niemand wird sich dem Eindruck verschließen können, daß der hier eingeschlagene Weg, grundlegende Erkenntnis der Himmelskunde zu gewinnen, fruchtbar und weiteren Wachstums fähig ist, denn Schritt für Schritt sieht man neue Aufgaben sprießen. Sicherheit und Genauigkeit der von der Natur gegebenen Antworten wächst mit der angewendeten Hilfsmittel, und es ist nicht ausgeschlossen, daß sich die mit allem Zubehör ausgestattete Lichtbildkammer auch hier denselben Ehrenplatz érobert, den sie für schwierige Aufgaben der Erdmessung schon längst einnimmt.

Aber nicht darin ist der eigentliche Zweck des Aufsatzes zu finden, er will vor allem den Versuch anbahnen, den weiteren sorgfältigen Ausbau des Grundgedankens in Hände zu legen, die ihm bessere Pflege angedeihen lassen können als der seiner Muße völlig beraubte Verfasser. Dessen höchster Wunsch wäre erfüllt, wenn sich die Bearbeiter volkstümlicher Bücher entschließen könnten, in Zukunft weniger unverständliche Zahlenhaufen, desto mehr aber leicht zu deutende Bilder der gebotenen Art vorzuführen. Der Fachmann möge ihm verzeihen, wenn er im Streben nach Klarheit der Grundbegriffe vom strengen Wege hier und da abgewichen ist.

Ein Brief von Johann E. Bode an Jerome de Lalande aus dem Jahre 1807.

In der Handschriftensammlung der Treptow-Sternwarte befindet sich ein in französischer Sprache verfasster Brief, der am 3. Februar 1807 geschrieben und am 13. Februar mit dem Stempel „Grande-Armée No. 20“ von Berlin nach Paris abgegangen ist. Der Absender, Johann Elert Bode (1747-1826), der 1772 als rechnender Astronom nach Berlin berufen wurde, hat das Berliner Astronomische Jahrbuch begründet und seine Herausgabe bis zum 54. Jahrgange fortgeführt. Lalandes Ausspruch: „Seit dem Erscheinen dieses Jahrbuchs sind wir gezwungen deutsch zu lernen“ ist bezeichnend für die Bedeutung, die Bode seinem Jahrbuch zu geben verstanden hat.

Lalande (1732-1807) war Mitglied der Pariser Akademie und stand mit Bode in regem Briefwechsel. Der vorliegende Brief mag wohl der letzte gewesen sein, den er von Bode erhalten hat, da er nur zwei Monate vor seinem Tode geschrieben worden ist. Er lautet in Übersetzung folgendermaßen:

Sehr geehrter Herr Kollege!

Ich habe Ihren Brief vom 9. Dezember vorigen Jahres empfangen, aber die unglückseligen Kriegsereignisse und die Zurückhaltung der Post haben mich seit einigen Monaten daran gehindert, mich brieflich mit Ihnen zu unterhalten. Zudem war ich im Monat November krank und hatte den Schmerz, meinen ältesten Sohn, Bauintendant in Glogau in Schlesien, durch den Tod zu verlieren. Ich habe Ihren großen Kaiser ganz nahe und deutlich gesehen, d. h. mit meinem Fernrohr. Aber S. M. hat der Sternwarte keinen Besuch abgestattet. Ich hatte den Kummer, daß die Sternwarte am 8. November von der Estrade des Marstalls aus, die an den

Turm grenzt, durch eine Räuberbande — sie mag von guter Familie gewesen sein — ausgeplündert worden ist. Alles war durcheinander in einen Sack geworfen: Sextanten, Heliometer, Mikrometer, Fernrohre, Thermometer, Okularrohre, Nivellierinstrumente usw., um es zu jedem Preis zu verkaufen. Unter Mithilfe des Herrn von Hulin, des jetzigen Kommandanten von Berlin, und meiner Freunde habe ich allerdings die meisten dieser Instrumente wieder aufgetrieben, aber Sie können sich denken, in was für einem Zustande! Es wird noch einiger Zeit bedürfen, bis sie wieder vollständig in Ordnung sind.

Haben Sie meine Ephemeriden für 1807 und 1809 bei der Rückkehr des französischen außerordentlichen Gesandten Herrn La Forest, der im Oktober vorigen Jahres Berlin verlassen hat, noch nicht empfangen? Herr von Humboldt hat seinem Sekretär das Paket für Sie mitgegeben. Ich habe die C. d. T. für das Jahr 1808 noch nicht erhalten und erwarte diesen Band mit Ungeduld, wie auch durch Ihre Güte die Geschichte der Astronomie für 1806.

Unsere Akademiesitzungen sind regelmäßig weitergeführt worden, aber sie sind nicht durch die Gegenwart Ihres Kaisers beehrt worden. Der Band unserer Abhandlungen für das Jahr 1804 ist augenblicklich im Druck und die Akademie wird ihn sogleich nach Erscheinen zusenden. Sie erwartet, ebenso wie ich durch Ihre Bemühungen den neuen Band des National-Instituts wie auch Ihre neuen astronomischen Tafeln.

Der kleine Komet des Herrn Pons wurde auch von den Herren Olbers und Bessel beobachtet, und der letztere schickte mir seine Elemente und eine Bahnephemeride. Nach seinem Periheldurchgang auf der südlichen Halbkugel wird er sich nach Norden wenden und muß dann über unserem Horizonte unterhalb des Walfisches erscheinen; aber bis gestern habe ich vergeblich nach ihm ausgeschaut. Das Wetter ist diesen Winter für astronomische Beobachtungen auch recht ungünstig.

Haben Sie das Exemplar meiner großen Himmelskarten noch nicht verkauft? Seien Sie doch so gut, mir einige Beobachtungen und Berechnungen Ihrer hervorragenden Astronomen mitzuteilen.

Zum Schluß empfehle ich mich aufs Neue Ihrem wohlwollenden Gedenken und Ihrer für mich so wertvollen Freundschaft.

Tausend Grüße Ihrer verehrten Frau Nichte, ihrem Gatten und Herrn Burkhardt. Unsere Kollegen Merian und Bernoulli lassen Sie gleichfalls vielmals grüßen.

Der liebe Gott gebe uns Preußen bald Frieden und das frühere Wohlergehen.

Ich habe die Ehre, in vorzüglichster Hochachtung und aufrichtiger Ergebenheit zu sein

Ihr ganz ergebener und gehorsamer Diener
Bode.

Berlin, den 3. Februar 1807.

Die im Briefe verlangte Geschichte der Astronomie für 1806 hat Bode auch erhalten, was aus seiner Besprechung im Berliner Astronomischen Jahrbuch für 1810 Seite 224, das 1807 gedruckt wurde, hervorgeht. Das andere gewünschte Buch C. d. T. ist das regelmäßig herausgegebene französische Jahrbuch „Connaissance des Temps“. Die Berliner Sternwarte befand sich damals in einem viereckigen Turm, in der Dorotheenstraße, wo auch der Marstall lag, und die Akademie ihre Sitzungen abhielt. Im Jahre 1752 hatte Lalande auf der Berliner Sternwarte gleichzeitig mit dem am Kap der guten Hoffnung sich aufhaltenden Lacaille über die Parallaxe des Mondes Beobachtungen mit einem Quadranten angestellt, den er aus Paris mitgebracht hatte.

Unter der Leitung Bodes erfuhr die Sternwarte im Jahre 1800 einen Umbau, wodurch es ermöglicht wurde, die Instrumente auf den Mauern des Turmes fest aufzustellen. Ein Jahr vor Bodes Tode im Jahre 1825 übernahm Encke die Leitung der Berliner Sternwarte. Im Jahre 1832 legte er den Grundstein zu einem neuen Gebäude am Enckeplatz wo sie, bis zu ihrer Verlegung nach Neu-Babelsberg, die im Jahre 1913 erfolgte, verblieb.

F. S. Archenhold.

Kleine Mitteilungen

Die Natur als Lehrmeisterin. Wenn wir den Aufbau verschiedener Äste bei allerlei Nadelhölzern betrachten, so finden wir, daß der unterste Teil eines solchen Astes rot, der obere weiß gefärbt ist. Wir würden die Bedeutung dieser Erscheinung sofort erkennen, wenn wir in die mechanischen Beanspruchungsverhältnisse des Astes hineingucken könnten. Wir würden dann finden, daß die oberen Fasern des Astes gespannt, gezogen sind, während die unteren gedrückt werden. Das ist besonders dann der Fall, wenn Schnee auf den Ästen liegt, oder wenn der Ast zum Tragen irgendwelcher anderer Lasten benutzt oder beansprucht wird. Untersuchen wir das Holz auf seine Festigkeitseigenschaften, so finden wir, daß das rote Holz gegen Druck, das weiße gegen Zugbeanspruchungen widerstandsfähiger ist. Der Aufbau des Astholzes ist derart, daß die am meisten gespannten Fasern in das zugfesteste Weißholz fallen, während die Druckbelastung von dem härteren Rotholz aufgenommen wird. Derartige Beziehungen zwischen Natur, Mechanik und Technik kennen wir jetzt in großer Zahl. Ingenieur Hammer in Frankfurt hat in einem interessanten Vortrage darauf aufmerksam gemacht. Er führte z. B. an, daß eine große Zahl Fische zum Aufrechterhalten der Rückstacheln vollständig durchgebildet Zahngesperre haben, während andere Tiere, wie die Kreuzotter, den Schubkurbeltrieb zum Bewegen des Giftzahnes benutzen. Der Karpfen hat eine Art Manometer, das ihm ermöglicht, die Menge der aufgenommenen Luft zu messen. Eine Vogelart bewegt die Ober- und Unterkiefer unter Vermittlung eines Gelenkparallelogrammes, das wir bekanntlich vielfach auch bei dem Umdrehungsregulator der Dampfmaschinen anwenden. Andere technisch-physikalisch anmutende Einrichtungen haben viele Tiefseetiere, die mit Leuchtorganen ausgestattet sind. Das von diesen erzeugte Licht wird von kleinen Reflektoren nach außen geworfen, die parabolische Krümmung besitzen, sodaß die Lichtstrahlen gleichlaufend austreten und die Umgebung vorteilhaft zu beleuchten gestatten. — Es ist schade, daß wir diese Beziehungen erst erkennen konnten, als wir die entsprechenden technischen Einrichtungen schon selbst erfunden hatten; andernfalls hätten wir sie aus der Natur ablesen können. So umgibt uns vielleicht noch vieles Nützliche, das wir nicht erst auf dem Umwege über das menschliche Gehirn nutzbar zu machen brauchen, wenn wir das große Lehrbuch der Natur gründlich durchstudieren.

F. L.

Die Strahlkieskugeln in der französischen Kreide. Die im Felde an der Westfront stehenden Leser dieser Zeitschrift seien darauf aufmerksam gemacht, daß die oft als Meteoreisen angesprochenen, meist faustgroßen, schweren, an ihrer Oberfläche muscheligerunzelten Kugeln, die beim Aufschlagen in Kugelsegmente zerfallen und dabei ihre Zusammensetzung aus dünnen, vom Mittelpunkt der Kugel bis an ihre Oberfläche reichenden, strahlig angeordneten, gelblich-metallisch glänzenden Kristallstäben erkennen lassen, natürlich nicht kosmischen, sondern irdischen Ursprungs sind und in der Steinkunde den Namen Strahlkies oder Markasit führen. Chemisch sind sie FeS_2 , also eine Verbindung von Schwefel und Eisen, und zwar dieselbe, die bei anderer Kristallform Schwefelkies oder Pyrit heißt. Erst der Krieg hat uns mit der Tatsache bekannt gemacht, daß die bisher namentlich aus der englischen Kreide bekannten Markasitknollen ebenso häufig in der französischen vorkommen. An der Luft verfallen sie schneller als manches andere Mineral der Verwitterung. — Im Reichtum an Feuersteineinschlüssen sowie an Tierresten, wie Donnerkeilen und Seeigeln, erinnert die französische Kreide, die bekanntlich eine weite Fläche des Kampfgebiets einnimmt und es namentlich an der Aisne und in der Champagne fast lückenlos durchsetzt, hochgradig an die Kreide von Rügen, an deren steilem Abfall bei Sassnitz man derartige Gebilde meist stark abgerollt findet. Alle diese Kreidevorkommnisse gehören der gleichen geologischen Zeit, der jüngeren Kreidezeit, an.

F.

Bücherschau

Herm. v. Helmholtz. Zwei Vorträge über Goethe. Feldausgabe, 64 S. 80. Braunschweig Friedrich Vieweg & Sohn 1917. Preis 80 Pfennige.

Der erste Vortrag „Goethes naturwissenschaftliche Arbeiten“ wurde 1853 in Königsberg, der zweite „Goethes Vorahnungen kommender naturwissenschaftlicher Ideen“ vor der Goethe-Gesellschaft in Weimar 1892 gehalten. Es ist mit Freuden zu begrüßen, daß auf eine Anregung von Professor Walter König in Gießen diese beiden schwer zugänglichen Helmholtz'schen Vorträge vom Verlag in handlicher Form und nettem Gewande neu herausgegeben worden sind.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Bezugspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., 1/2 Seite 45.—, 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
 Druck von Emil Dreyer, Berlin SW

INHALT

1. Frühreife mathematische Genies. Von Dr. W. Ahrens, Rostock 193 2. Untersuchungen an kleinsten Körperchen: das Elektron und der Strahlungsdruck. Von Dr. Walter Block 199 3. Der gestirnte Himmel im Monat Dezember 1917. (Die Schiefe der Ekliptik auf den verschiedenen Planeten.) Von Dr. F. S. Archenhold 208	4. Kleine Mitteilungen: Eine helle Meteorerscheinung am 14. Juli 1917 207 5. Bücherschau 208
---	---

Nachdruck ohne Genehmigung der Schriftleitung verboten.
Auszüge — nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Frühreife mathematische Genies

Von Dr. W. Ahrens (Rostock)

In Norwegen geht man damit um, zum Ehrengedächtnis des berühmten Mathematikers Niels Henrik Abel eine wissenschaftliche Stiftung zu errichten, und ein Mäcen, Generaldirektor Christoffer Hannevig, hat kürzlich für diese Stiftung, deren Kapital man auf mindestens eine Viertelmillion Kronen zu bringen hofft, bereits die ansehnliche Summe von 100 000 Kronen hergegeben. Jedem Fachmathematiker ist der Name „Abel“ einer der vertrautesten seiner Wissenschaft, und unsterbliche Forschungen, an die auch äußerlich eine Reihe wissenschaftlicher Fachausdrücke wie „Abelsche Gleichungen“, „Abelsche Gruppen“ und „Abelsche Zahlkörper“, „Abelsche Integrale“, „Abelsche Funktionen“ und „Abelsches Theorem“, erinnern, sichern dem norwegischen Forscher das ehrenvollste Gedächtnis für jede Zeitdauer menschlicher Kultur. Das große Publikum, zumal außerhalb des nordischen Heimatlandes, weiß von dem genialen Denker wenig, und doch verdient schon seine äußeren Lebensschicksale besonderes Interesse. Daß ein Gelehrter, dessen Lebensspanne nicht einmal voll 27 Jahre umfaßte, Forschungen von so hohem und nachhaltigem Werte veröffentlicht oder hinterläßt, daß er durch sie sogar für mehrere Hauptgebiete seiner Wissenschaft bahnbrechend und grundlegend wirkt und hinfort von den Fachgelehrten zu den größten Meistern ihrer Wissenschaft gezählt wird, ist doch wahrlich schon in hohem Grade merkwürdig. Norwegens Bewohner dürfen in dem großen Mathematiker wohl das größte wissenschaftliche Genie, das ihr Land je hervorgebracht hat, erblicken. „Notre premier avocat au dehors“, so nennt ihn das prächtige Memoirenwerk, das seine Landsleute im Jahre 1902 zu seinem Geburtszentennarium erscheinen ließen; kein geringerer als Björnson hat bei der damaligen Gedächtnisfeier zu seinem Lobe in die Leier gegriffen; Norwegens bedeutendste Mathematiker, Ludwig Sylow und Sophus Lie, haben die auf Staatskosten veranstaltete neue Ausgabe seiner Werke herausgegeben; Norwegens bedeutendster Bildhauer, Gustav Vigeland, hat ihm das eigenartig-schöne Denkmal in Bronze und Stein, das seit dem Jahre 1908 in der Landeshauptstadt steht, geschaffen. — Im Jahre 1802, wie schon gesagt wurde, ist Abel zur Welt gekommen — in einem Pfarrhause, — als Frühgeburt, so lange vor der Zeit, daß das Knäblein in Wolle gewickelt und mit größter Sorgfalt behandelt werden mußte. Ein älterer Bruder von ihm degenerierte geistig, hat sich beruflich niemals betätigen können und ist geradezu schwachsinnig geworden. Abel selbst hat einem bezirksärztlichen Gutachten zufolge an Lungentuberkulose gelitten und ist dieser Krankheit in so jungen Jahren zum Opfer gefallen. Wenn auch die Wissenschaft kosmopolitisch ist und — trotz Völkerkrieg und Völkerhaß — Gemeingut der Nationen bleibt, so hat doch Deutsch-

land nach Norwegen einen gewissen und besonderen Anteil an dem strahlenden Ruhm des jungverbliebenen nordischen Denkers: In Deutschland hat er einen wesentlichen Teil der allzu kurzen Erntezeit seines Lebens zu gebracht; mit einem königlichen Stipendium seines Geburtslandes ausgerüstet, hat er, dem Alter nach Student, dem Werte nach bereits ein großer Gelehrter, zeitweilig in Berlin, übrigens in demselben Hause mit dem Philosophen Hegel (Kupfergraben 4), gelebt und geforscht; hier in Berlin hat er im Umgange mit deutschen Mathematikern, in erster Linie mit dem Geh. Oberbaurat und mathematischen Ratgeber des preußischen Unterrichtsministeriums A. L. Crelle, Anregungen empfangen und mehr noch gegeben; hier ist er gewissermaßen einer der Mitbegründer und jedenfalls der bedeutendste Mitarbeiter des damals von Crelle ins Leben gerufenen „Journals für die reine und angewandte Mathematik“ geworden, der ältesten und bedeutendsten unter den heutigen deutschen Fachzeitschriften der Mathematik, die denn in ihren ersten 6 Bänden (1826 bis 1830) die weitaus größte Zahl von Abels unsterblichen Arbeiten zur ersten Veröffentlichung gebracht hat. Ohne seinen allzu frühen Tod würde auch die Berliner Universität ihn heute gewiß zu den berühmtesten Lehrern ihrer ersten Jahrzehnte rechnen dürfen: Abel war schon ein Sterbender, als er aus Paris die von Humboldt nach dort gemeldete Nachricht von seiner bevorstehenden Berufung nach Berlin erhielt; als Crelles Brief mit der im Auftrage des Ministers Altenstein getanen Anfrage wegen Annahme des Rufes in Norwegen eintraf, war der geniale Denker wenige Tage zuvor für immer eingeschlafen. Auch der große Preis, den die Pariser Akademie den Arbeiten Abels und seines ebenbürtigen Miteroberers auf dem Neuland der elliptischen Transzendenten, des Deutschen Jacobi, zuerkannte, fiel nicht mehr dem Lebenden, sondern nur noch seinen Erben, zu. Wenn auch Abel selbst noch Beweise größter Anerkennung aus dem Munde berufenster Richter erhalten hat, so ist doch die ganze Bedeutung seiner Forschungen erst nach seinem Tode zu tage getreten. Merkwürdig und vielbesprochen ist insbesondere das Schicksal einer seiner allerbedeutendsten Abhandlungen gewesen; es ist eine Arbeit, die den schon oben erwähnten wichtigen Satz, der heute allgemein als „das Abelsche Theorem“ bezeichnet wird, betrifft. Auf der zweijährigen europäischen Studienreise, während des Aufenthaltes in Paris (1826), hatte der Verfasser das Manuskript dem berühmten Mathematiker Cauchy für die Pariser Akademie übergeben; dieser soll die Abhandlung zunächst jedoch kaum eines Blickes gewürdigt haben. Abel selbst trug freilich das Bewußtsein ihres Wertes in sich; ohne zu prunken („uden Bram“), so schreibt er, könne er sagen, daß sie gut sei. Dennoch ist diese klassische Abhandlung lange Jahre hindurch ungedruckt und verborgen geblieben; das Manuskript soll, wie man zur Entlastung Cauchys und der Pariser Akademie geltend gemacht hat, in sehr blasser Tinte geschrieben und aus diesem Grunde, angeblich auch noch wegen schlechter Handschrift, kaum lesbar gewesen sein. Anfänglich hatte man den Verfasser zur Einreichung eines neuen, besser lesbaren Manuskripts auffordern wollen, doch hatte dieser schließlich abreisen müssen, und später hat Cauchy wohl die ganze Angelegenheit vergessen, so daß nicht einmal der übliche „Rapport“ über die Abhandlung erstattet wurde. Erst 15 Jahre später, bald nachdem man in Norwegen die erste Sammelausgabe der Werke Abels, natürlich ohne die in Paris verschollene Abhandlung, veranstaltet hatte (1839), wurde das Pariser Manuskript wieder ans Licht gezogen und in den Schriften der Akademie veröffentlicht (1841).

Die Geschichte der Mathematik kennt noch mehr solche frühreifen und frühvollendeten Genies. Das wunderbarste unter ihnen und vielleicht überhaupt in der ganzen Wissenschaftsgeschichte ist der im 21. Lebensjahre im Duell gefallene Franzose Evariste Galois (1811—1832). Schon in der Schule gab er bewundernswerte Zeichen hoher und früher geistiger Entwicklung: Als er Legendres „Elemente der Geometrie“ kennen lernte, las er das ganze Buch wie einen Roman durch und kannte dessen Inhalt nun ebensogut wie andere nach zwei Jahren. Die übliche schulmäßige Behandlung der Algebra, die nachmals in ihm selbst einen ihrer größten Förderer und Neugestalter erhalten sollte, mißfiel ihm durchaus, und so nahm er denn schon in den Knaben- oder Jünglingsjahren zu den Lagrange'schen Schriften seine Zuflucht. Als er 17 Jahre alt war, urteilte sein mathematischer Lehrer über ihn: „Dieser Schüler besitzt eine entschiedene Überlegenheit über alle seine Mitschüler; er arbeitet nur in den höheren Teilen der Mathematik.“ In demselben Jahre veröffentlichte Galois seine erste mathematische Arbeit. Dennoch waren seine Schulleistungen durchaus ungleichmäßig, und in dem Schwesterfache der Physik erhielt er mehrfach oder immer schlechte Noten. Im Aufnahmeexamen für die Ecole Polytechnique fiel er zweimal durch, und auch in der École Normale, zu der er nun Zugang fand, wurde ihm einmal in einer Prüfung von dem Examiner der Physik attestiert, daß er als einziger schlecht geantwortet habe und absolut nichts wisse. „Man hat mir gesagt“, so fährt der Examiner in seinem Urteil fort, „daß dieser Schüler Fähigkeit für Mathematik besitzt; das wundert mich sehr; denn nach seinem Examen traue ich ihm wenig Intelligenz zu, oder wenigstens hat er sie so verborgen, daß es mir unmöglich war, sie zu entdecken“. Der „wenig intelligente“ Jüngling war schon damals im Besitz jener durchaus neuen und schöpferischen Gedanken, durch die er einer der Hauptbegründer der modernen Algebra werden und durch die er, weit über dieses Gebiet hinaus, die Entwicklung der Mathematik im 19. Jahrhundert aufs nachhaltigste beeinflussen sollte. Hat doch der Begriff der „Gruppe“, den Galois neben Gauß in die Algebra eingeführt hat, in neuerer Zeit fast in allen Teilen der Mathematik eine fundamentale Bedeutung erlangt und sich als außerordentlich befruchtend erwiesen. Bedenkt man, daß Galois diesen und die damit zusammenhängenden neuen, wenigstens für ihn durchaus neuen Begriffe mit 17 Jahren oder noch früher geschaffen hat und daß er, kaum dem Knabenalter entwachsen, zu seiner genialen Neubegründung der Algebra gelangt ist, so findet man, daß diese wunderbare Jugendleistung alle sonstigen ähnlichen Vorkommnisse weit überstrahlt. Denn, wenn auch Clairaut, L'Hôpital u. a. bei Abfassung ihrer ersten wissenschaftlichen Arbeiten noch jünger waren, so halten diese doch an Bedeutung und Originalität nicht im entferntesten einen Vergleich mit den Forschungen Galois' aus, ganz abgesehen davon, daß das Gebäude der Wissenschaft inzwischen, von vielen Händen gefördert, wesentlich höher hinaufgeführt war, ein Umstand, der doch selbst für den genialsten Jünger, wie man meinen sollte, die Lehrzeit verlängert und somit den Beginn der Meisterschaft hinausschiebt. — Sprachen wir oben von dem merkwürdigen Schicksal jener berühmten Abelschen Abhandlung, so dürfen wir auch jetzt wohl nicht unerwähnt lassen, daß ein Manuskript Galois' ganz ähnliche Schicksale erdulden mußte, und im Grunde ist dieser Fall fast noch beklagenswerter, da diese Abhandlung von Galois nicht bloß eine besonders bedeutende, sondern — abgesehen von dem berühmten, am Vorabend des todbringenden Duells geschriebenen

Brief, dem sogenannten „Testament“, — recht eigentlich die Abhandlung Galois' ist, diejenige, in der er seine neue Auffassung der Algebra darlegte, oder, besser gesagt, skizzierte. Denn es waren in der Tat nur Skizzen, unausgeführte Entwürfe, deren Bedeutung bei der völligen Neuheit des Gegenstandes gewiß sehr schwer zu ergründen war, wie sogleich zur Entschuldigung der berühmten Akademiker, die in dieser Angelegenheit versagt haben, vorweg bemerkt werden mag. Eine merkwürdige Fügung des Schicksals hat es gewollt, daß Galois sein Manuskript durch denselben Cauchy, dem Abel drei Jahre zuvor das seinige übergeben hatte, der Akademie überreichen ließ. Das Manuskript und ebenso ein zweites, wenig später eingereichtes, sind verschollen, auch heute noch. Auf Aufforderung des großen Poisson reichte Galois eine neue Ausarbeitung ein; Poisson selbst übernahm es, Bericht darüber zu erstatten, mußte aber einige Monate später bekennen, daß die Schlüsse zu wenig klar und zu wenig ausgeführt seien, als daß er sich von ihrer Richtigkeit habe überzeugen können. Erst 15 Jahre nach Galois' Tode wurde die Abhandlung durch Liouville veröffentlicht; aber auch er blieb den Kommentar, den er zu geben versprochen hatte, für immer schuldig. — Die letzten beiden Jahre in Galois' so kurzem Leben sind übrigens noch durchtobt von vielen Stürmen: Das Jahr 1830 riß ihn in seine politischen Strudel, die ihn dann in der Folge hin und her geworfen haben: Zunächst entführten sie ihn, den noch nicht 18jährigen Studenten, aus der Ecole Normale und dann warfen sie ihn ins Gefängnis. Einer fünfmonatlichen Untersuchungshaft folgte zwar die Freisprechung, doch ein zweiter Fall brachte eine sechsmonatliche Freiheitsstrafe. Den letzten Rest dieser Strafzeit verbrachte Galois in einer Krankenanstalt und machte dort die Bekanntschaft einer Frau zweifelhaften Rufes. Diese Beziehung war die Ursache jenes unglückseligen Duells, in dem er sein junges, der Wissenschaft und damit der Menschheit so kostbares Leben lassen sollte. „In einem elenden Cancan“, so schrieb er selbst am Vorabend dieses Duells, „erlischt mein Leben“.

An wissenschaftlicher Bedeutung reicht zwar Gotthold Eisenstein an Galois und vollends an Abel wohl nicht heran; auch ist seine Lebensdauer, wenn auch kurz, so doch etwas länger als die Abels und umsomehr als die Galois' gewesen. Immerhin hat der im 30. Lebensjahre verstorbene Berliner Mathematiker so bedeutende Arbeiten geliefert, daß der große und in seinen Anerkennungen recht zurückhaltende Gauß ihn einmal neben Archimedes und Newton gestellt haben soll und sich jedenfalls zu verschiedenen Malen äußerst lobend und bewundernd über ihn ausgesprochen hat. Für die frühe und hohe Reife des jugendlichen Eisenstein mag nur angeführt werden, daß das schon oben erwähnte Crellesche Journal in seinem 27. Bande (1844) unter 28 Abhandlungen nicht weniger als 16 von „Stud. Eisenstein“ aufweist. Die Untersuchungen, die der 20- bis 21-jährige Jüngling hier zur Veröffentlichung brachte, lagen ihrer Entstehung nach zum Teil sogar gewiß um mehrere Jahre zurück, und in einer dieser Arbeiten sagt der Verfasser selbst: „Die hier aufgestellten Reihen waren ein erster mathematischer Versuch in meinem fünfzehnten Jahre.“ Über Eisensteins Bildungsgang hatte sich die Legende gebildet, er habe in der Reifeprüfung am Berliner Friedrich-Wilhelms-Gymnasium mit Ausnahme der Mathematik eine so unglaubliche Unwissenheit an den Tag gelegt, daß die Prüfungsbehörde ihn habe durchfallen lassen wollen, bis der mathematische Examinator, der bekannte Schellbach, sich erhoben und erklärt habe, man werde sich dem Fluche der Lächerlichkeit aussetzen, wenn man

heute einem jungen Manne das Reifezeugnis verweigere, der morgen vielleicht schon Mitglied der Berliner Akademie sein werde. Es ist, wie in neuerer Zeit festgestellt ist, eine Fabel: Eisenstein hat als Extraneer an der genannten Anstalt regelrecht das Maturitätsexamen bestanden. Andererseits mag Schellbach seine weitere Entwicklung immerhin in ähnlichem Sinne vorhergesagt haben, und jedenfalls vollzog sie sich ungefähr im Sinne jener angeblichen oder wirklichen Prognose: Wurde der jugendliche Forscher doch bereits als Student von drei Semestern von der Breslauer Universität durch das Ehrendoktor-diplom ausgezeichnet; Mitglied der Berliner Akademie der Wissenschaften ist er zwar damals noch nicht, sondern „erst“ als Privatdozent geworden.

Wie Galois, Abel und Eisenstein, die drei Frühvollendeten, so waren noch sehr viele, ja eigentlich alle großen Mathematiker frühreif. Gauß hat schon als achtzehnjähriger Göttinger Student die Prinzipien der Auflösung der Kreisteilungsgleichungen erkannt, und viele andere weittragende Gedanken von ihm gehören diesen und den nachfolgenden Jugendjahren, einige Keime sogar einer noch früheren Zeit, an. In reicher Fülle strömten ihm, wie er selbst später geäußert hat, in jenen Jugendjahren unaufhörlich die Gedanken zu, so daß er ihrer kaum Herr werden und sie nur teilweise aufzeichnen konnte. Den damaligen Universitätslehrern der Mathematik war der jugendliche Student an wissenschaftlicher Erkenntnis, Kritik und Reife weit überlegen. Übrigens hatte er schon als kleiner Schuljunge ungewöhnliche mathematische Fähigkeiten gezeigt und rechnen hatte er, wie er später scherzweise oft gesagt hat, früher als sprechen können. Lagrange trat als junger Mann mit einer bedeutenden Arbeit über das Problem der schwingenden Saiten, ein vielumwobenes und heißumstrittenes Thema, hervor und zeigte sich sogleich allen seinen hochberühmten Vorgängern überlegen; mit 19 Jahren wurde er Professor der Mathematik an der Artillerieschule in Turin. Sein Zeitgenosse, der berühmte Geometer Monge, war gar erst 16 Jahre alt, als er eine Professur erlangte; Leonhard Euler wurde mit 17 Jahren Magister; 24 Jahre zählte der große Astronom Laplace, als er in die Pariser Akademie eintreten durfte; der Astronom und Physiker Arago, Humboldts Intimus, und d'Alembert, der Mathematiker und Philosoph, der Freund des großen Preußenkönigs, erlangten dieselbe Würde bereits mit 23 Jahren und der schon oben erwähnte Mathematiker Clairaut (1713—1765) gar schon mit 18 Jahren. Die Akademie hatte ihn sogar schon zwei Jahre vorher, mit 16 Jahren also, als Adjunkten aufnehmen wollen, doch hatte der König die Stelle zwei Jahre hindurch unbesetzt gelassen, und nun wurde Clairaut, wie gesagt, mit 18 Jahren Akademiker, obwohl sonst 20 Jahre als untere Altersgrenze hierfür festgesetzt waren. Daß er und ebenso L'Hôpital ihre ersten wissenschaftlichen Arbeiten in sehr jungen Jahren verfaßten, wurde bereits oben gesagt: Jener schrieb mit 13 Jahren eine in den Schriften der Berliner Akademie veröffentlichte Abhandlung über Kurven, dieser löste mit 15 Jahren Probleme über die Rollkurve; Pascal war 16 Jahre alt, als er eine Abhandlung über Kegelschnitte schrieb. Frühreif waren Jacobi, Fourier, Dupin, Puisseux und viele andere bedeutende Mathematiker; ja, man kommt, wie schon gesagt wurde, bei näherer Betrachtung zu der Überzeugung, daß nahezu alle Koryphäen der Mathematik frühreif gewesen sind. Zwar ist bei manchen von ihnen diese Frühreife gewissermaßen latent geblieben und so der äußere wissenschaftliche Aufstieg, wie beispielsweise bei einem Weierstraß, erst relativ spät erfolgt, doch weiß man heute, daß Weier-

straß, der eigentlich Jura und Cameraia studiert und nur eine mathematische Vorlesung gehört hatte, gleichfalls schon in recht jungen Jahren seine genialen Entwürfe hervorgebracht hat und jedenfalls schon mit 30 Jahren in vollständigem und sicherem Besitz seiner klassischen Theorien gewesen ist. Daß bei dem Bauernsohn Jakob Steiner, dem großen Geometer mit der einzig dastehenden gigantischen Raumvorstellungskraft, der seine Jugend in der Landarbeit verbrachte und das Schreiben erst mit 14, eigentlich wohl gar erst mit 18 Jahren — bei Pestalozzi — erlernte, die äußere Entwicklung ziemlich spät erfolgte, ist nicht wunderbar.

Die Mathematik ist ohne Frage in besonderem Maße geeignet, hochbegabte Knaben und Jünglinge ganz in ihren Bann zu ziehen. Die Schönheit ihrer Methoden und Resultate, die Sicherheit ihrer Schlüsse gewähren höchste geistige Befriedigung, hohen ästhetischen Genuß. Während der Historiker auf Quellen und Archive, der Naturforscher auf Forschungsmaterial und Apparate angewiesen ist, ist der Mathematiker, da seine Wissenschaft eine reine Schöpfung des Gedankens ist, ganz auf sich allein gestellt. Sein Gehirn ist im Grunde das einzige Instrument, dessen er zu seiner Forschertätigkeit bedarf. Ist dieses zu hohen und genialen Leistungen befähigt, so wird ihm oft schon in verhältnismäßig jungen Jahren möglich sein, für sich allein und dennoch mit dem Gefühl völliger Sicherheit fortzuschreiten, fortzuschreiten auch zu Höhen, die vorher noch kein anderer Fuß betrat. Ob dies auch in Zukunft, wenn der bereits vorhandene vielgestaltige Bau, den es zunächst in seinen Hauptteilen zu durchwandern, den es vor dem eigenen Mitwirken am Bau wenigstens einigermaßen kennen zu lernen gilt, sich höher und höher, weiter und weiter dehnen sollte, immer noch in ziemlich jungen Jahren möglich sein wird, mag hier unerörtert bleiben. Daß auch für unsere Zeit diese Möglichkeit jedenfalls noch besteht, mag nur ein glänzender Name erweisen: Hermann Minkowski. Hat der vor nunmehr acht Jahren im besten Mannesalter verstorbene geniale Göttinger Mathematiker, der im Alter von $15\frac{3}{4}$ Jahren das Königsberger Altstädtische Gymnasium mit dem Reifezeugnis verlassen hatte, doch als noch nicht Achtzehnjähriger der Pariser Akademie eine Arbeit über ein schwieriges zahlentheoretisches Preisthema eingereicht, die, obwohl entgegen den Bestimmungen in deutscher Sprache abgefaßt und daher eigentlich von dem Wettbewerb ausgeschlossen, dennoch unter ausdrücklicher Berücksichtigung und Betonung ihres hohen Wertes durch den „Großen Preis der mathematischen Wissenschaften“ von der Akademie ausgezeichnet wurde. In Parenthese: Diese Preiserteilung gereicht nicht nur dem jugendlichen Preisträger, sondern auch der gelehrten Körperschaft, die den Preis verlieh und die hierbei weder den toten Buchstaben der Satzungen noch nationale Gegensätze, sondern einzig und allein den inneren Wert der Arbeit sprechen ließ, zur hohen Ehre. Es darf dabei freilich nicht verschwiegen werden, daß die Chauvins der Pariser Presse es bei dieser Gelegenheit nicht an scharfen Angriffen und Verdächtigungen gegen den jungen deutschen (in Deutschland herangewachsenen, in Rußland geborenen) Gelehrten fehlen ließen.

Sind, wie wir sahen, die meisten großen Mathematiker frühreif, manche von ihnen gar erstaunlich frühreif gewesen, so ist andererseits auch vorwiegend nur das jugendkräftige Gehirn zu jener höchsten geistigen Anspannung, ohne die produktive mathematische Tätigkeit höchster Gattung nicht möglich ist, imstande; nur das jugendliche Gehirn besitzt auch im allgemeinen jenes Maß von

Phantasie, dessen der schöpferische Mathematiker durchaus bedarf. Da ist es denn nicht wunderbar, wenn das mathematische Talent verhältnismäßig früh zu versiegen pfllegt. Man könnte unter den hier aufgezählten frühreifen Geistern mehr als einen nennen, der schon auf der Mitte des Lebensweges keiner wesentlich neuer Gedanken mehr fähig war, und nicht wenige haben in ihren späteren Jahren vorzugsweise von den Gedanken und Entwürfen der Jugend gezehrt oder überhaupt alle wissenschaftliche Produktion eingestellt. Bei alledem soll übrigens durchaus nicht geleugnet werden, daß auch andere Wissenschaften eine ganze Reihe frühreifer Genies aufzuweisen haben: Lavoisier, der große Chemiker, trat mit 25 Jahren in die Pariser Akademie ein und auch Scheele und Berzelius, um zwei weitere Beispiele desselben Gebietes zu nennen, machten ihre Hauptarbeiten vor dem 30. Jahre; Linné stellte sein System der Pflanzen mit 24 Jahren auf; Leibniz erging sich schon mit 15 Jahren auf seinen Spaziergängen im Leipziger Rosental in tiefen philosophischen Spekulationen; Theodor Mommsen machte bereits durch seine Doktordissertation einen so bedeutenden Eindruck auf einen Greifswalder Professor, daß dieser den jungen Gelehrten, freilich ohne Erfolg, seiner Fakultät sogleich für eine Professur vorschlug, und Friedrich Nietzsche war bekanntlich noch nicht einmal Doktor, als ihn Basel auf eine philologische Professur berief.

Untersuchungen an kleinsten Körperchen: das Elektron und der Strahlungsdruck

Von Dr. Walter Block

„Zur Physik des millionstel Zentimeters“, so überschreibt F. Ehrenhaft einen Vortrag, über dessen Inhalt im Zusammenhang mit den ihn berührenden Fragen im nachstehenden berichtet werden soll.

Den Lesern der Zeitschrift wird der Name des Vortragenden bereits bekannt sein, da an anderer Stelle über seine Versuche, die ein ganz besonderes Interesse überall erwecken und bereits eine Flut von Literatur hervorgerufen haben, schon berichtet wurde („Weltall“ 14. Jahrg. 1914, S. 145, 350). Deren Ziel ist ja folgendes: Wir nehmen an, daß die Elektrizität aus Elektrizitätsatomen negativer Art, den Elektronen, besteht, die eine ganz bestimmte Menge Elektrizität ausmachen. Auf dieser durch eine große Menge von Gründen gestützten Annahme beruht die ganze Elektronentheorie mit ihren vielfachen praktischen Ergebnissen. Ehrenhaft hatte sich nun zum Ziel gesetzt, diese Elektronenladung möglichst genau zu bestimmen und schlug dazu folgenden Weg ein: Er zerstäubte geeignete Stoffe, z. B. Gold, im Lichtbogen zu feinen Kügelchen, deren Größe er maß. In der freien Luft fallen diese nach einem bekannten Gesetz in bestimmter Weise herab, um so langsamer, je kleiner sie sind. Den Fall beobachtete er mit einem horizontal stehenden Mikroskop. Diese Kügelchen wurden elektrisch geladen, und müssen dann also eine Elektronenladung oder ein ganzes Vielfaches einer solchen Ladung tragen. Läßt man sie dann nicht in freier Luft fallen, sondern zwischen den Platten eines elektrischen Kondensators, von denen die eine über, die andere unter ihnen steht, so kann man durch Abänderung der Ladung der Kondensatorplatten

ihre Fallgeschwindigkeit beliebig verändern, sie auch zum Schweben oder Aufsteigen bringen, durch Änderung der Anziehungskräfte. Durch Vergleich der Fallgeschwindigkeit in ungeladenem Zustand mit der in geladenem kann man dann einfach die Kraftwirkung berechnen, die die Kondensatorladung auf die Ladung der Kügelchen ausübt, und damit die zufällige Ladung der Kügelchen selbst. Diese sollte nun, so wurde wenigstens erwartet, die Elektronenladung selbst oder ein ganzes Vielfaches von ihr sein. Es stellte sich nun aber heraus, daß auch sehr häufig viel kleinere Ladungen vorkamen, womit also in gewisser Weise die ganze Elektronentheorie umgeworfen wurde. Dieses Ergebnis war um so merkwürdiger, als Millikan, der gleichzeitig nach einem grundsätzlich sehr ähnlichen Verfahren arbeitete, solche kleineren Ladungen niemals entdecken konnte, also eine Bestätigung der Grundlagen der Elektronentheorie geliefert hatte.

Die Kritik dieser Versuchsreihen ist sehr umfangreich und hat bisher noch zu keinem gesicherten Ergebnis geführt. Es sollen im nachfolgenden nun einige wichtige Punkte hervorgehoben werden, die für die Beurteilung der Frage von Bedeutung sind.

Zunächst die Feststellung der Größe und Gestalt der Kügelchen. Die Bestimmung ihrer Größe unter dem Mikroskop ist schon mit bedeutenden Schwierigkeiten verbunden, denn es ist naturgemäß notwendig, mit ganz kleinen Kügelchen zu arbeiten, um die in Frage kommenden Kräfte einwandfrei messen zu können; es handelt sich dabei dann um Durchmesser von der Größe eines Tausendstel Millimeter und darunter, und wie bekannt sein dürfte, ist in diesen Gegenden bereits die Grenze der Leistungsfähigkeit der Mikroskope gelegen, wie sie Abbe gefunden hat, d. h. die Strukturen, die den zu betrachtenden Gegenstand ausmachen, sind in der Größenordnung bereits den Längen der Lichtwellen gleich, und veranlassen infolgedessen Beugungen des Lichtes, die ganz andere, als die tatsächlich vorhandenen Formen vortäuschen können, auch wenn man scharfe Bilder zu sehen glaubt. Wenn auch das mikroskopische Bild die einwandfreie Kugelgestalt ausreichend festlegt, so bedarf doch die mikroskopische Durchmesserbestimmung einer Bestätigung auf anderem Wege. Dazu sind mehrere Möglichkeiten gegeben. Zunächst zeigt die mikroskopische Betrachtung der Kügelchen bei weißem Licht, daß sie in verschiedenen Farben leuchten, die nicht mit den üblichen Farben der Stoffe, aus denen sie bestehen, zusammenfallen. Man erkennt da, daß sie um so schneller fallen, d. h. größer sind, je mehr ihre Farbe nach dem roten Ende des Spektrums liegt. Das heißt, zwischen ihrer Größe und der Farbe des von ihnen reflektierten Lichtes besteht ein enger Zusammenhang. Aus theoretischen Erörterungen, die in der Hauptsache von Mie und Debye ausgeführt sind, kann man diesen Zusammenhang rein rechnerisch ableiten, und man kommt dabei zu einer Bestätigung der mikroskopischen Größenbestimmung. Man kann also aus der bei der Betrachtung der Kügelchen im Mikroskop ermittelten Farbe ohne weiteres, indessen nur angenähert, ihre Größe bestimmen. Eine zweite Möglichkeit, ihre Größe zu messen, liefert unmittelbar die Ermittlung ihrer Fallgeschwindigkeit, wenn sie unter der Einwirkung der Schwere allein, ohne weitere fremde Zusatzkraft erfolgt. Es ist keine beschleunigte Bewegung, wie wir sie sonst beobachten, denn bei derartig kleinen Körperchen bewirkt die Reibung an der sie umgebenden Luft, daß sie bereits nach unmeßbar kurzer Zeit eine Grenzgeschwindigkeit erreichen, mit der sie gleichmäßig weiterfallen. Diese hängt nur von ihrer Größe und dem Druck der umgebenden Luft ab.

Ein drittes, ebenfalls von Ehrenhaft ausgearbeitetes Verfahren sei etwas ausführlicher besprochen. Es benutzt die bekannten Erscheinungen des Strahlungsdrucks, die ja durch die Forschungen von Lebedew und Arrhenius und ihre astronomische Bedeutung gut bekannt sind. Es werden die Lichtstrahlen von zwei gleich starken Lichtquellen durch Linsenanordnungen konzentriert und so gesammelt, daß sie sich in einem Punkt vereinigen. Das eine Lichtbündel kommt horizontal von links und wird kegelförmig gesammelt, und mit der Spitze dieses Kegels fällt die eines gleichen von rechts kommenden zusammen. Auf diesen Vereinigungspunkt wird horizontal ein Mikroskop gerichtet. Von oben her fallen dann die zu untersuchenden Kügelchen in diesen von zwei entgegengesetzten Seiten kommenden Lichtstrom herein, und ihre Bewegung unter deren Einfluß kann im Mikroskop beobachtet werden.

Bei dem Fall von verschieden großen und aus verschiedenem Stoff bestehenden Kügelchen durch diesen Strahlendoppelkegel, den man als eine Lichtzange bezeichnen könnte, kann man nun folgendes feststellen: Benutzt man nur den einen Lichtkegel, der von der einen Seite kommt, indem man den anderen abblendet, so werden einzelne Teilchen durch den Lichtstrom seitlich fortgerissen, z. B. Kügelchen aus Gold oder Quecksilber, andere wiederum werden in entgegengesetzter Richtung, also nach der Lichtquelle zu bewegt, z. B. Schwefel- und Selenkügelchen; wieder andere verhalten sich neutral, und fallen unabgelenkt hindurch, z. B. Wassertropfchen in einer Sauerstoff- oder Wasserstoffatmosphäre. Werden beide Lichtkegel benutzt, genau zusammentreffend an ihrer Spitze, aber etwas aneinander vorbei gehend, so bleiben die Erscheinungen völlig bestehen, je nachdem die Körperchen mehr der Wirkung des einen oder des anderen Strahlenbündels unterliegen. Wenn sie elektrisch geladen werden, so verändern sich, was sehr wichtig ist, die Erscheinungen gar nicht. Die Geschwindigkeit, mit der sie von der Lichtquelle fortgeschleudert, oder zu ihr hingezogen werden, ist an der Stelle der Vereinigung der beiden Strahlenbündel am größten. Verringert man den Gasdruck in diesem Raum, so nimmt die Geschwindigkeit wesentlich zu.

Diese recht einfachen und übersichtlichen Ergebnisse müssen nun gedeutet werden. Es handelt sich dabei um die Entscheidung darüber, welche der auftretenden bewegenden Kräfte unmittelbar allein der Lichtstrahlung zuzuschreiben, also reine Strahlungswirkung sind, und welche etwa indirekt erst wirken, wofür Beispiele auch bekannt sind (der Crookes'sche Versuch mit dem Radiometer z. B.). Da ergibt nun eine Fortführung der Versuche, daß das Verhältnis der Geschwindigkeit, mit der sie das Licht bewegt, und ihrer Fallgeschwindigkeit mit verändertem Gasdruck unverändert bleibt. Das führt unmittelbar zu der Folgerung, daß die bewegenden Kräfte nur im Lichte ihren Sitz haben können, und daß in einem vollständig leeren Raum die Geschwindigkeit, mit der sie vom Licht in Bewegung gesetzt werden, sehr groß werden wird, im Grenzfall also vermutlich die Lichtgeschwindigkeit erreichen wird. Es ist damit der Gedanke von Arrhenius, daß Materie durch den leeren Weltenraum nur unter dem Einfluß der Lichtstrahlung fortgeführt werden kann, unmittelbar bestätigt, und zwar, was bisher noch etwas zweifelhaft erschien, nicht nur mit dem Lichtstrom, sondern auch entgegen dem Lichtstrom, ein Ergebnis, das ja auch schon Schwarzschild theoretisch abgeleitet hatte.

Wenn man diese Versuche nun mit verschieden großen Kügelchen ausführt, nachdem man also weiß, daß die Fortführungsgeschwindigkeit nur vom Gasdruck,

der Lichtstärke und der physikalischen Beschaffenheit der Versuchskörper abhängt, so findet man, daß die Fortführungsgeschwindigkeit für eine ganz bestimmte Größe der Kügelchen einen größten Wert erhält. Mit Hilfe der von Schwarzschild angegebenen Formeln kann man ausrechnen, welche Kügelchengröße für eine bestimmte Substanz durch den Lichtdruck am stärksten in Bewegung gesetzt werden muß, und so läßt sich feststellen, welche Größe die Sorte haben muß, die die stärkste Fortführung zeigt. Um wenigstens ein Zahlenbeispiel zu geben, stellte sich bei den Versuchen heraus, daß eine bestimmte Sorte aus Silber die größte Geschwindigkeit zeigte, nämlich 0,18 mm in einer Sekunde. Hierfür berechnete sich nach jenen Formeln ein Durchmesser von 196 Millionstel Millimeter.

Nebenher sei erwähnt, daß bisher im wesentlichen von bewegenden Kräften gesprochen wurde, die die Körperchen im Sinne des Lichtstroms fortschleudern; für andere, die sie entgegengesetzt bewegen, gilt genau das gleiche. Ein Schwefelkugelchen von 520 Millionstel Millimeter hat die größte Geschwindigkeit nach dem Licht zu. Man hat mit all dem auch gleich die Bestätigung der astronomisch wichtigen Tatsache der Richtung der Kometenschweife, die nicht nur von der Sonne weg, sondern z. T. auch nach ihr hin gerichtet sind.

Endlich sei noch ganz kurz berechnet, welche Kraft dazu erforderlich ist, um jenes Silberkugelchen in Bewegung zu setzen. Ein solches von rund 0,0002 mm Durchmesser hat ja einen Raumgehalt von $4,2 \cdot 10^{-12}$ mm³ und eine Masse von $44 \cdot 10^{-15}$ Gramm, und um ihm jene oben genannte Geschwindigkeit zu erteilen, gehört also eine Kraft von $9 \cdot 10^{-16}$ Dyn dazu, oder $9 \cdot 10^{-16}$ der Kraft, mit der ein Milligrammgewicht von der Erde angezogen wird. Die Kraftäußerung, die wir also an der Bewegung dieses Kugelchens messen, ist eine der geringsten, die wir überhaupt feststellen können. Wir haben damit eine neue bolometrische Methode zur Energiemessung zur Verfügung, die die bisher benutzten an Empfindlichkeit weit übertrifft.

Nun ist es sehr interessant festzustellen, und damit knüpfen wir wieder an die früheren Mitteilungen an, daß für diese Sorte aus der Messung der Fallgeschwindigkeit 197,2 und aus der Beobachtung der Farbe 180 gefunden wurde, anstatt 196, wie oben erwähnt; also die Messung der Durchmesser nach drei ganz verschiedenen Methoden führt zu einer bemerkenswert guten Übereinstimmung.

Damit ist dann nunmehr die Möglichkeit gegeben, bei den Versuchen zur Bestimmung der Größe des Elektrons rechnerisch weiter zu arbeiten, und die Ladungen sicher zu berechnen. Und dabei stellte sich dann das Ergebnis heraus, daß auch noch Ladungen zu beobachten waren, die nur den hundertsten Teil der Größe hatten, die man bisher dem Elektron zuschreiben zu müssen glaubte. Naturgemäß kann man so nicht die Frage beantworten, wie groß die Ladung eines neuen Elektrons, wenn man so sagen darf, denn nun ist, man muß sich eben damit zunächst begnügen, festzustellen, daß sie ganz wesentlich kleiner sein muß als bisher angenommen, man kann nicht einmal entscheiden, ob überhaupt eine Notwendigkeit vorliegt, mit einem atomistischen Aufbau der Elektrizität zu rechnen.

Die Lage der Dinge ist also so, daß die Elektronentheorie, ohne bisher irgendwelche Widersprüche gegen Erfahrungstatsachen aufzufinden, mit einem Elektron arbeitet, daß aus einer Elektrizitätsmenge von $4,7 \cdot 10^{10}$ elektrostatischen Einheiten besteht. Diese Größe ist durch zahlreiche Versuche fest-

gestellt. Nach den Arbeiten von Ehrenhaft muß aber eine solche Elementarladung, falls sie überhaupt existiert, kleiner sein als $1 \cdot 10^{-12}$ Einheiten, also mindestens rund 500 mal kleiner. Wie dieser Zwiespalt entschieden werden kann, muß fürs erste unentschieden bleiben. Ehrenhaft kommt jedenfalls zu dem Ergebnis, „daß das Dogma der Unteilbarkeit einer elektrischen Ladung und in der Folge die Materialisierung der Elektrizität vorzeitig in die Grundlagen der Naturwissenschaft Eingang gefunden hätte“.

Der Inhalt der in vorstehendem besprochenen Arbeit bringt ja z. T. bereits bekannte Dinge, da die ersten Arbeiten darüber schon eine Reihe von Jahren zurückliegen. Den meisten Lesern werden indessen die Teile der Untersuchung unbekannt sein, die sich auf die Messung der Größe der Kügelchen beziehen, die durch Zerstäubung von Metallen erhalten sind. Insbesondere die Untersuchung der Teilchen unter der Einwirkung von Lichtstrahlen war bisher in dieser Form nicht bekannt, und es ist auch schon oben darauf hingewiesen, daß diese Methode der Untersuchung nicht nur für die vorliegende Frage von Bedeutung ist, sondern viel allgemeiner. Ihr Zusammenhang mit dem Strahlungsdruck und den Arbeiten von Lebedew und Schwarzschild ist angedeutet, und ihre Wichtigkeit für die astrophysikalischen Fragen. Überdies ist damit auch ein neues Verfahren zur Messung kleinster Kräfte gegeben, das noch bei verschiedenen Gelegenheiten gute Anwendung finden kann.

Der gestirnte Himmel im Monat Dezember 1917

Von Dr. F. S. Archenhold

(Mit 4 Abbildungen.)

Die Schiefe der Ekliptik auf den verschiedenen Planeten.

Auf der Erde nennen wir Schiefe der Ekliptik den Winkel, den die Äquatorebene mit der Ebene der Erdbahn, der sogenannten Ekliptik, bildet. Sie kann am einfachsten bestimmt werden durch die Beobachtung der größten und kleinsten Mittagshöhe, die die Sonne in einem Jahre erreicht. Der Unterschied zwischen beiden ergibt den doppelten Betrag der gesuchten Schiefe: In Berlin also $61^{\circ} - 14^{\circ} = 47^{\circ}$, also Schiefe der Ekliptik $23\frac{1}{2}^{\circ}$.

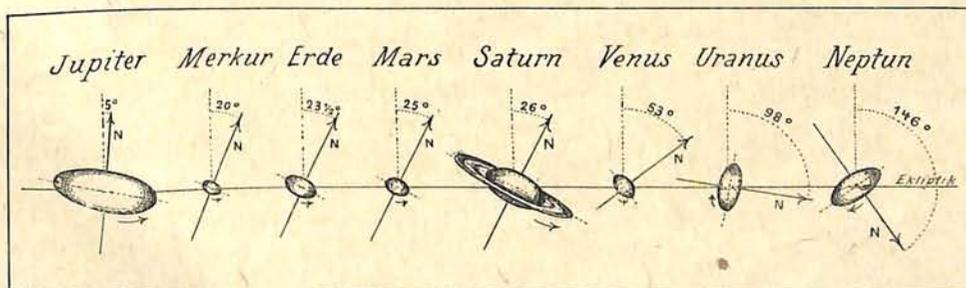


Fig. 1. Die Neigung der Planetenachsen gegen die Ekliptik.

Eine weit geringere Schiefe der Ekliptik würde auf dem Jupiter zu beobachten sein, wo sie nur 5° beträgt. Weil die Achse der Planeten mit der Achse der Ekliptik denselben Winkel bilden muß, wie die beiden Ebenen Äquator und Ekliptik miteinander, so ist auf unserer Figur 1 die Neigung dieser Achsen dargestellt. Da die Entfernung der Planeten von einander gegen die Entfernung der Sterne vom gesamten Planetensystem ver-

schwindend klein ist, so wird die Achse der Ekliptik von den anderen Planeten aus, ebenso wie bei uns auf der Erde, nach dem Sternbilde des Drachen zeigen. Der Polarstern wird indessen bei den einzelnen Planeten entsprechend der verschiedenen Neigung der Achsen gegen die der Ekliptik in verschiedenen Sternbildern liegen. Bei Merkur beträgt die Achsenabweichung, wie unsere Abbildung zeigt, 20° . Größere Abweichungen als bei der Erde finden wir bei Mars mit 25° , Saturn mit 26° , Venus mit 53° . Die Achsen der beiden äußersten Planeten, Uranus und Neptun, bilden mit der Achse der Ekliptik sogar einen Winkel von 98° beziehungsweise 146° . Je größer die Schiefe der Ekliptik, um so schärfer müssen sich die verschiedenen Jahreszeiten von einander unterscheiden. Die gemäßigten Zonen fallen bei größerer Schiefe der Ekliptik fort; dieselbe Gegend des Planeten ist einmal großer tropischer Hitze, das andere Mal polarer Kälte ausgesetzt. Es kommen noch die säkularen Veränderungen hinzu, die von der Abplattung des Planeten und dem Einfluß der Anziehung seiner Monde und der Sonne abhängen. Die Lage der Achse des Planeten spielt infolgedessen eine große Rolle bei der Beurteilung der Bewohnbarkeitsfrage.

Die Sterne.

Am 1. Dezember finden wir abends 10 Uhr hoch oben im Zenit die Kassiopeia, Andromeda, den Perseus und Fuhrmann. Es sind 81 Sterne in der Kassiopeia, die dem bloßen Auge sichtbar sind. Im Jahre 1601 bezeichnete Bayer in seinem Sternatlas die

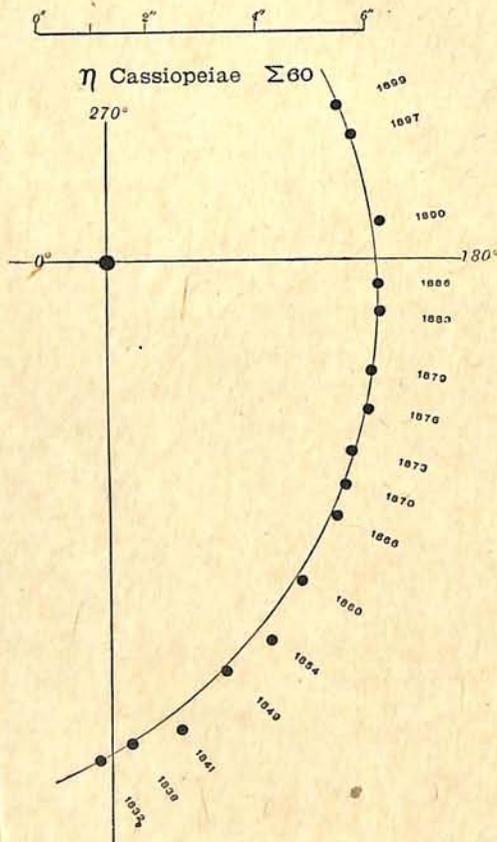


Fig. 2.
Orter des Begleiters von η Cassiopeiae
von 1832 bis 1899.

kleineren Fernrohren gesehen werden kann. Beide Begleiter sind von hellblauer Farbe und haben mit dem Hauptstern eine gemeinsame Eigenbewegung.

Ein großer, stark zerstreuter Sternhaufen von $20'$ Durchmesser findet sich noch zwischen Gamma und Kappa Cassiopeiae in $\alpha = 0^h 38^m$ und $\delta = 61^\circ 14'$. Er ist von

Sterne des Himmels der Helligkeit nach mit dem griechischen Alphabet α, β, γ usw. Heute ist Gamma Kassiopeiae der hellste Stern, 2,0. Größe. Er ist auch noch als veränderlich erkannt; seine Lichtschwankungen sind unregelmäßig, halten sich aber in den Grenzen zwischen 2,3. und 2,8. Größe. Beta Kassiopeiae steht uns sehr nahe. Sein Licht braucht nur 22 Jahre, um zu uns zu kommen. Noch näher steht uns der Doppelstern Eta Kassiopeiae ($\alpha = 0^h 42^m \delta = 57^\circ 11'$). Sein Licht ist 18 Jahre auf dem Wege zu uns. Der Hauptstern ist 4. Größe, von gelber Farbe und hat einen purpurfarbigen Begleiter 7,5. Größe, der nach See in 196 Jahren um den Hauptstern einen vollen Umlauf vollendet. In unsere Figur 2 sind die Beobachtungen seit 1832 eingetragen, wie sie Burnham in seinem Katalog verzeichnet hat. Neuere Bahnbestimmungen scheinen auf einen längeren Umlauf hinzuweisen. Der Hauptstern hat $6\frac{1}{2}$ mal, der Begleiter $1\frac{1}{2}$ mal so viel Masse wie unsere Sonne. Vom Jahre 1832 bis 1900 hat die Distanz von $9'',7$ auf $5'',2$ abgenommen, um sich dann wieder bis heute auf $6'',2$ zu vergrößern. Dieses System ist also auch in kleineren Fernrohren noch trennbar.

Ein sehr interessanter dreifacher Stern ist Jota Kassiopeiae ($\alpha = 2^h 19^m \delta = 66^\circ 52'$). Der Hauptstern von gelber Farbe ist 4,2. Größe. Der nahe Begleiter, in $1'',8$ Abstand, ist nur in größeren Instrumenten zu beobachten, wohingegen der weiter entfernte, 8,1. Größe in $7'',6$ Abstand, bequem in

Caroline Herschel entdeckt worden, die auch einen zweiten, sehr reichen und dichtgedrängten Sternhaufen in $\alpha = 23^h 52^m$ und $\delta = 56^\circ 10'$ zwischen den Sternen Rho und Sigma Kassiopeiae aufgefunden hat.

Während die Kassiopeia hoch oben in der Milchstraße liegt, befindet sich auf der Westseite das Sternbild des Schwans mit dem hellsten Stern Deneb und auf der Ostseite, gerade im Aufgehen begriffen, der hellste Stern des Himmels, der Sirius im Großen Hund. Der Meridian durchschneidet im Süden den Walfisch in der Nähe des veränderlichen Sternes Omikron, Mira, der Wunderbare, genannt, trennt den Widder vom Stier und Andromeda vom Perseus; hier geht er an dem veränderlichen Stern Algol vorbei und zieht sich dann durch den Kleinen Bären, den hellsten Stern im Drachen und den Großen Bären zum Nordpunkt des Horizontes hin.

Der Lauf von Sonne und Mond

Die Sonne (Feld $16\frac{1}{2}^h$ bis $18\frac{3}{4}^h$) tritt vom Zeichen des Schützen in das des Steinbocks. Ihre Mittagshöhe hat am 21. Dezember den geringsten Betrag erreicht, von welchem Tage an sie wieder zunimmt.

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang M. E. Z.	Sonnenuntergang M. E. Z.	Mittagshöhe
Dezember 1.	— $21^\circ 46'$	$7^h 56^m$	$3^h 54^m$	$15\frac{3}{4}^\circ$
- 15.	— $23^\circ 16'$	$8^h 13^m$	$3^h 50^m$	$14\frac{1}{4}^\circ$
- 31.	— $23^\circ 8'$	$8^h 20^m$	$3^h 59^m$	$14\frac{1}{2}^\circ$

Der Mond ist mit seinen Phasengestalten in unsere Karten von 2 zu 2 Tagen in seinem Lauf vom 1. bis 31. Dezember eingetragen. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Letztes Viertel: Dez. 6. 3^h nachm. Erstes Viertel: Dez. 21. 7^h morgens,
Neumond: - 14. 10^h vorm. Vollmond: - 28. 11^h vorm.

Ringförmige Sonnenfinsternis am 14. Dezember. Diese Finsternis ist in unseren Gegenden unsichtbar; sie berührt die südlichen Teile von Süd-Amerika, des atlantischen und indischen Ozeans und ist in Westaustralien sichtbar. Den Höhepunkt erreicht sie am Südpol der Erde.

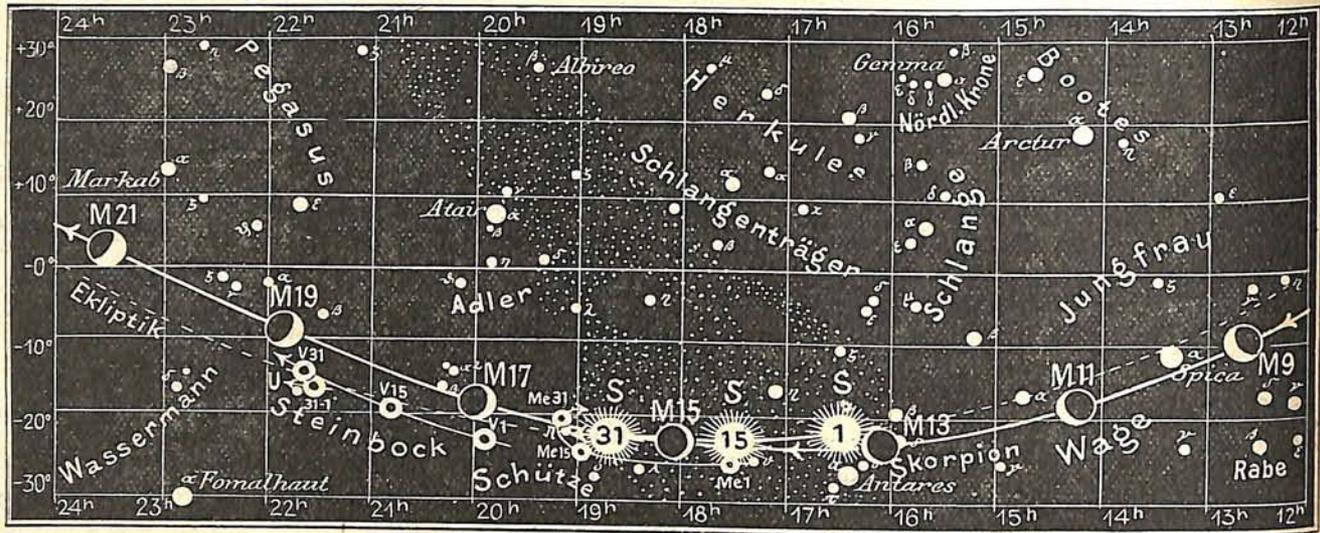
Totale Mondfinsternis am 28. Dezember. Die größte Verfinsterung beträgt in Teilen des Monddurchmessers 1,01. Der Anfang der Finsternis ist sichtbar in Nord- und Süd-Amerika, im großen Ozean und im äußersten Teil des nordöstlichen Asiens das Ende in Nord-Amerika, Ostasien und Australien, sowie im großen Ozean. In unseren Breiten bleibt auch diese Finsternis unsichtbar.

Die Planeten.

Merkur (Feld $17\frac{1}{2}^h$ bis $19\frac{1}{4}^h$) ist vom 10. bis 25. Dezember nur kurze Zeit am Abend im Südwesten sichtbar. Am 17. d. M. wird er in größter östlicher Abweichung von der Sonne stehen; seine Deklination ist immer noch sehr niedrig.

Venus (Feld 20^h bis $21\frac{1}{2}^h$) ist zu Anfang des Monats $2\frac{1}{2}$ Stunden und am Ende $3\frac{1}{4}$ Stunden lang als Abendstern am südwestlichen Himmel zu beobachten. Am 30ten kommt sie, wie auch aus unserer Karte 3b, Feld $21\frac{1}{2}^h$, hervorgeht, in die Nähe des Uranus, so daß Besitzer von kleineren Fernrohren ohne Kreiseinteilung an diesem Abend eine günstige Gelegenheit haben, den Uranus aufzufinden. Die Phasen der Venus sind sofort nach der Entdeckung des Fernrohrs, im Jahre 1610, bemerkt worden. Erst 90 Jahre später sah Lahire, daß die jeweilige Schattengrenze, die sogenannte Dämmerungszone, gezackt erschien. Je schmaler die Sichelgestalt der Venus wird, um so auffallender zeigt sich eine Abnahme des Lichtes nach der Beleuchtungsgrenze zu, was auf eine dichte Atmosphäre des Planeten schließen läßt.

Fig. 3b



S = Sonne M = Mond Me = Merkur V = Venus Ma = Mars

Mars (Feld 11^h bis 12^h) ist zu Anfang des Monats 7 am Ende desselben aber schon 8 Stunden lang sichtbar. Da die Deklination des Mars zu Beginn des Monats fast 8° und Ende desselben noch über 3° beträgt, so sind die interessanten Erscheinungen auf dem Mars schon günstig zu sehen, obgleich er seine Erdnähe erst im Monat März 1918 erreichen wird.

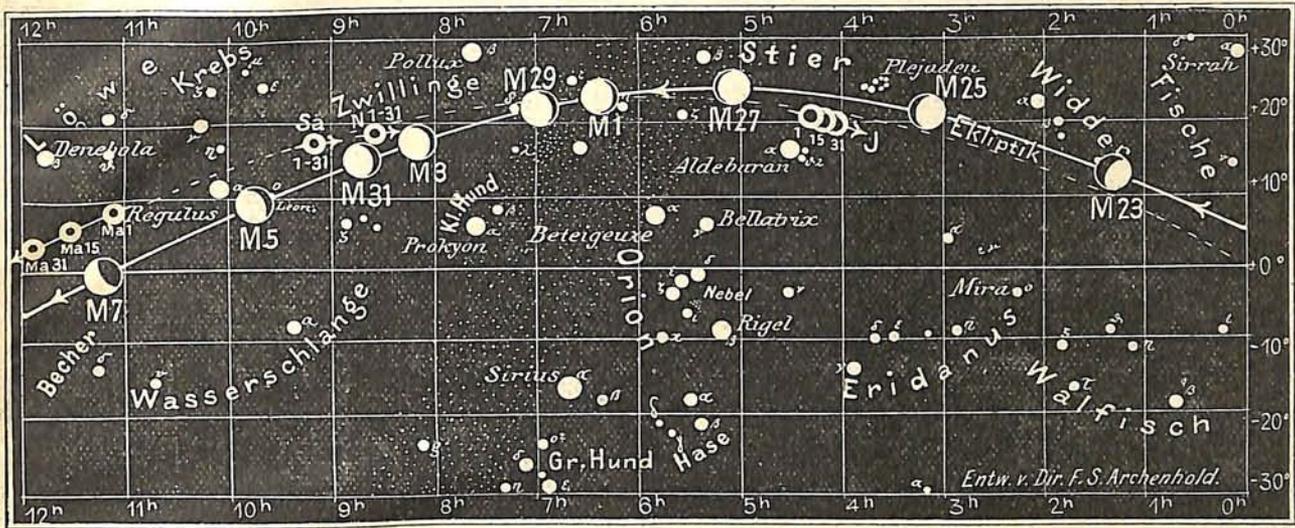
Jupiter (Feld 4^{1/4}^h bis 4^h) ist noch über 12 Stunden lang am Himmel zu beobachten, obgleich er schon vor Sonnenaufgang untergeht. Seine Deklination nimmt nur um ein geringes ab, sie beträgt zu Anfang 20^{1/2}° und zu Ende des Monats fast noch 20°. Eine Reihe von Flecken- und Streifenerscheinungen, die auf der Oberfläche des Planeten zu sehen sind, scheinen sowohl ihre Gestalt als auch ihre Farbe zu ändern. Es ist bisher noch nicht gelungen, den jeweiligen Anteil festzustellen, den Veränderungen in der Jupiteratmosphäre oder periodische Erscheinungen auf der Sonne dabei haben.

Saturn (Feld 9^{1/4}^h) ist zuerst 10 zuletzt 12 Stunden lang sichtbar. Von allen Planeten unterscheidet sich Saturn durch sein Ringsystem, dessen Einzelheiten erst mit Größerwerden der Fernrohre entdeckt werden konnten. In neuerer Zeit fiel das verschiedene Aussehen des Schattens des Saturns besonders auf. Wenn der Ring vollständig eben wäre, so müßte dieser Schatten stets eine Ellipse sein, deren konkave Seite gegen den Saturn, deren konvexe aber nach außen gerichtet sein müßte. Wenn das auch im allgemeinen der Fall ist, so ist doch das umgekehrte schon so oft beobachtet worden, daß diese anormale Krümmung des Schattens nur durch eine von der Ebene abweichende Form des Ringes erklärt werden kann. Es ist auch beobachtet worden, daß der östliche Zwischenraum zwischen Kugel und Ring stets größer als der westliche ist, was darauf hindeutet, daß die Mittelpunkte von Ring und Kugel nicht zusammenfallen. Da nun sowohl die Gestalt des Schattens der Kugel auf den Ring wie der Zwischenraum zwischen beiden ihre Größe ändern, so folgt daraus, daß der Ring als ein veränderliches Gebilde anzusehen ist, worauf auch schon das Auftreten und Verschwinden von neuen Teilungen in demselben hindeutet.

Uranus (Feld 21^{1/2}^h) kann unter günstigen Umständen 6. Größe werden. Heis und Schmidt konnten ihn mit bloßem Auge sehen. Obgleich sein Durchmesser im Mittelwert nur 3",8 beträgt, so ist seine Abplattung, da sie 1/10 groß ist, im Fernrohr zu bemerken.

Fig. 3a

Nachdruck verboten



J = Jupiter Sa = Saturn U = Uranus N = Neptun

Neptun (Feld $8\frac{1}{2}^h$) ist ebenso günstig wie Saturn, in dessen Nähe er steht, zu beobachten. Unter Benutzung größerer Fernrohre lassen sich auf seiner kleinen Scheibe, deren Mittelwert nur $2''{,}7$ beträgt, Streifen erkennen, die ebenso wie bei Jupiter und Saturn parallel zum Äquator verlaufen.

Bemerkenswerte Konstellationen:

- Dezember 4. 7^h morgens Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- 7. 5^h morgens Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- 16. 1^h nachts Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- 17. 7^h morgens Merkur in größter östlicher Abweichung von der Sonne $20^\circ 19'$.
- 18. 2^h nachts Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 25. 12^h mittlern. Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- 31. 1^h nachm. Saturn in Konjunktion mit dem Monde.

Kleine Mitteilungen

Eine helle Meteorerscheinung am 14. Juli 1917. Ein auffallend helles Meteor beobachtete Herr C. Stefke in Tarnowitz am 14. Juli 1917 eine Stunde vor Mitternacht, 12 Uhr der Sommerzeit. Aus seinen brieflichen Mitteilungen entnehmen wir folgende interessante Einzelheiten. Der Anfangspunkt lag etwa 25° über dem Horizont und 15° westlich vom Polarstern. Die Bahn verlief annähernd senkrecht, etwas nach Osten gekehrt, und ihr Endpunkt lag im Schnittpunkt einer Vertikalen $7\frac{1}{2}^\circ$ westlich vom Polarstern und des Horizontes, der durch einen 1200 bis 1500 Meter entfernten Wald begrenzt ist und der etwa um die Baumwipfelhöhe tiefer liegt als die Beobachtungsstelle. Der Kopf des Meteors glich beim Aufflammen einer Sichel mit nach unten gerichtetem Bogen, die hell weiß leuchtete. Ihr scheinbarer Durchmesser betrug hierbei etwa $\frac{2}{3}$ bis $\frac{4}{6}$ des scheinbaren Monddurchmessers. Bei dem schnellen Sturze verringerte sich die Größe und betrug dicht über dem Horizont nur noch $\frac{1}{3}$ Vollmondsbreite. Bald nach dem Aufflammen schienen nach oben teils weiß, teils prachtvoll blau und rot gefärbte Flammen aus dem Meteor hervorzubrechen, in denen intensiv leuch-

tende Punkte erschienen. Der Kopf blieb vorwiegend weiß, war bedeutend heller und leuchtender als die hellsten Wandflächen, erreichte jedoch nicht die Intensität weißen elektrischen Bogenlichts. Diese war etwa der Helligkeit der Venus vergleichbar.

Der Schweif leuchtete auch in den Farben weiß, rot und blau, war an den Rändern heller als in der Mitte und wuchs in der Länge bis auf etwa drei Vollmondsbreiten an. Während er in der Nähe des Kopfes hell wie lodernde Flammen brennenden Gases erschien, nahm die Helligkeit nach dem Ende zu ab. Der ganze Schweif war in lodernder sich schlängelnder Bewegung, dem Flattern einer Fahne bei scharfem Winde vergleichbar. Im dunkleren Teile des Schweifes sah man deutlich helle Punkte schweben, auch schienen sich von der Kugel Fetzen loszulösen, jedoch fand ein Zerplatzen nicht statt. Die Erscheinung dauerte 2 bis $2\frac{1}{2}$ Sekunden und verlief vollständig lautlos.

Bücherschau

Jacobsthal, Prof. Dr. W., z. Zt. Hauptmann und Kompagnieführer im Felde. **Mondphasen, Osterrechnung und Ewiger Kalender.** 115 S. und 1 Tabelle 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1917. Preis 2 M.

Die Schrift wendet sich an einen allgemeinen Leserkreis. Dementsprechend hat sich der Verfasser durchweg einer gemeinverständlichen Ausdrucksweise bedient. selbst da, wo er sich nicht mehr, wie in den ersten Kapiteln an Leser wendet, denen nur elementares mathematisches Rüstzeug, die Kenntnis der 4 Grundrechnungsarten, zu Gebote steht. Der größte Reiz liegt aber für jeden Freund der Astronomie und Mathematik in der Art, wie Jacobsthal an der Hand der Gaußschen Formel der Osterberechnung in das Gebiet der Zahlentheorie einführt. Nicht trockene Aufgaben sind es, die zu lösen sind, sondern von vornherein wird das Interesse für die lebendige Frage geweckt: wie kommt Gauß nach dem anderen auf natürlichste Weise und schließlich kommen wir dazu, eine neue Formel zu finden und zu begreifen.

Zunächst wird die Aufgabe gelöst, einen Kalender für das Jahr 1930 herzustellen, alsdann wird zu dem ganzen 20. Jahrhundert übergegangen und endlich zu allen Jahrhunderten.

Aus einer Nebeneinanderstellung der Gaußschen Formel mit der Jacobsthalschen geht die größere Einfachheit der letzteren hervor, die schon dadurch bedingt ist, das sie mit kleineren Zahlen arbeitet und daher geringere Rechenarbeit verlangt. Der Beweis ihrer Richtigkeit wird durch die Übereinstimmung mit der Gaußschen Formel gegeben.

Da das Buch im Felde geschrieben ist, fehlen ihm literarische Hinweise, was im vorliegenden Falle als kein allzugroßer Nachteil zu bezeichnen ist, denn es will vor allem dem Unterricht an höheren Schulen dienen, es will dem Feldgrauen zu einigen Stunden der Sammlung verhelfen und ihm auch praktisch nutzen. Es wendet sich an alle Gebildeten, um ihr Interesse an astronomischer und mathematischer Wissenschaft rege zu halten und dies ist dem Verfasser in einwandfreier Weise gelungen, wenn es auch für diesen Zweck wünschenswert erscheint, daß bei einer Neuauflage einige Zahlenangaben über das Mondalter berichtigt und die Betrachtungen in den Ausnahmefällen über normale und anormale Zyklen vereinfacht werden.

F. S. A.

Pöschl, Dr. Theodor, Einführung in die Mechanik mit einfachen Beispielen aus der Flugtechnik. 102 Textabbildungen 8°. Julius Springer, Berlin 1917.

Der Verfasser hat im Auftrage der österreichischen Zentralbehörde des K. K. Fliegerarsenals in Wien zur Einführung von Offizieren in den technischen Dienst Vorträge über elementare Mechanik gehalten, die zur Herausgabe des vorliegenden Abrisses Veranlassung gegeben haben. Die beabsichtigte elementare Darstellung der wichtigsten Grundlagen der Mechanik ist mit möglicher wissenschaftlicher Strenge vereinigt. Der Stoff ist gegliedert in a) Bewegungslehre, b) Statik, c) Dynamik. Die Rechnungsbeispiele sind zumeist aus dem Gebiete der Flugtechnik gewählt, sodaß das Buch für alle, die für die Eroberung der Luft und ihre technische Beherrschung Interesse haben, besonders zu empfehlen ist.

F. S. A.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Bezugspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., $\frac{1}{2}$ Seite 45.—, $\frac{1}{4}$ Seite 25.—, $\frac{1}{8}$ Seite 15.—, $\frac{1}{16}$ Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW

