



# Das Weltall



15. Jahrgang.

1914-1915

Herausgegeben

VON

Dr. F. S. Archenhold.







6504

E







HIMMELSKUNDLICHE  
ARBEITSGEMEINSCHAFT

Sternwarte Berlin-Treptow

15.50

# Das Weltall

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und  
verwandte Gebiete

Herausgegeben unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen

von

**Dr. F. S. Archenhold,**

Direktor der Treptow-Sternwarte

„Durch Kampf zum Sieg“

**15. Jahrgang**


Oktober 1914 bis September 1915

Mit 6 Beilagen und 65 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. . . . .	81	Iklé, Dr. Max 14, 24, 65, 80, 102, 104, 105,	
Albrecht, Max, Vermessungsinspektor 1, 34,		135, 167, 248	
56, 70, 93, 112		Kiesling, Prof. P. . . . .	153, 185
Archenhold, Dr. F. S. 18, 22, 43, 48, 64, 77, 99,		Kirselli, A. . . . .	142
(103), (104), (119), (120), 128, (134), 168,		Krebs, Wilhelm . . . . .	160
216, 232, 242, (248)		Linke, Felix 23, 25, 63, 64, 102, 130, 133, 136,	
Blaschke, Dr. M. 197, 198, 199, 214, 228, 230,		137, 152	
231, 232, 246		Ludendorff, Prof. Dr. H. . . . .	61
Block, Dr. Walter 49, 88, 144, 183, 208, 217, 233		Mankowski, H. . . . .	201
Branca, Prof. W. . . . .	164, 177, 192	Stempell, G. von . . . . .	215
Fauth, Phil. . . . .	121, 169	Thieme, Dr. Bruno . . . . .	222, 224
Habenicht, H. . . . .	117	Tippenhauer, L. Gentil . . . . .	39
Hansen, Fritz . . . . .	203, 226	Wirthwein, Dr. H. . . . .	172

## Verzeichnis der Abbildungen.

	Seite		Seite
Plan der Umgebung von Stonehenge . . . . .	7	Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den	
Schematischer Grundriß von Stonehenge . . .	10	Monat Dezember 1914 (2 Fig.) . . . . .	44/45
Aubreys Plan von Stonehenge aus dem Jahre		Stellungen und Finsternisse der Jupiters-	
1666 . . . . .	11	trabanten . . . . .	46
Stellungen und Finsternisse der Jupiters-		Die Entstehung der Seitenausweichung eines	
trabanten . . . . .	19	rotierenden Kreisels . . . . .	50
Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den		Schema der Wirkungsweise des Schlickschen	
Monat November 1914 (2 Fig.) . . . . .	20/21	Schiffskreisels . . . . .	51
Hammersteine, gefunden bei den Ausgrabungen		Schema der Wirkungsweise des Kreiselkom-	
von Stonehenge im Jahre 1901 . . . . .	36	passes . . . . .	53
Stonehenge. Der Fuß des „schrägstehenden“		Der Kreiselkompaß von Anschütz & Co. . . .	53
Steins, Teil der linken Seite, gesehen von		Modell zur Erläuterung der Wirkung eines	
Nordost . . . . .	37	Kreiselkompasses . . . . .	54
Über den Zusammenhang des Barometer-		Plan von Stonehenge aus dem Jahre 1902 . .	57
standes mit dem elektrischen Zustande der		Lagebeziehung zwischen Stonehenge und den	
Atmosphäre in den Tropen. (1 Fig.) . . .	41	benachbarten Bauwerken . . . . .	58



	Seite		Seite
Das Verfahren von W. R. Heß zur Herstellung direkt wirkender Stereoskopbilder (4 Fig.)	68/69	Optische Instrumente einst und jetzt (3 Fig.)	204
Schematische Darstellung des Grundrisses von Stonehenge unter Berücksichtigung der von Lockyer angenommenen „ersten“ Anlage . . .	71	Die Grundlagen der naturwissenschaftlichen Messungs- und Rechnungskunst (2 Fig.)	218, 220
Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den Monat Januar 1915 (2 Fig.) . . . . .	78/79	Empfänger für Flugzeuge mit Vorrichtung für Aufnahme der Kompaßsignale . . . . .	225
Kriegsamulette (5 Fig.) . . . . .	84/86	Drehglimmer-Kondensator . . . . .	225
Ansicht von Stonehenge aus dem Jahre 1575 . . .	95	Die verschiedenen Linsenformen: A bikon- vexe, B plankonvexe usw. . . . .	234
Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den Monat Februar 1915 (2 Fig.) . . . . .	100/101	Entstehung eines reellen Bildes bei einer Sammellinse . . . . .	235
Die Schaltung des ersten Optophons . . . . .	106	Entstehung eines virtuellen Bildes bei einer Sammellinse . . . . .	235
Das erste Optophon von E. E. Fournier d'Albe	106	Entstehung eines virtuellen Bildes bei einer Zerstreuungslinse . . . . .	235
Fournier d'Albes Leseoptophon . . . . .	108	Sphärische Aberration einer Linse S für achsenparallele Strahlen . . . . .	236
Das Typenlese-Optophon . . . . .	111	Ein astigmatisches Strahlenbündel . . . . .	236
Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den Monat März 1915 (2 Fig.) . . . . .	130/131	Kissen- und tonnenförmige Verzeichnung eines Quadrats . . . . .	237
Einige neue Verfahren, die Genauigkeit der Ablesung mit Fernrohr, Spiegel und Skala zu steigern (1 Fig.) . . . . .	135	Schema eines Prismen-Umkehrsystems . . . . .	239
Beobachtung des Meridiandurchganges der Sonne (4 Fig.) . . . . .	155, 157	Schnitt durch einen sechslinsigen Anastig- maten . . . . .	241
Die Kette der schwersten Erdbebenkata- strophen in Süd- und Mittel-Italien nach Omori . . . . .	161	Schema eines Teleobjektivs . . . . .	241
Emil Rathenau † . . . . .	173	Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den Monat Februar 1916 (2 Fig.) . . . . .	244/245

## Verzeichnis der Beilagen.

	Heft		Heft
Stonehenge: Modell der ursprünglichen Gestalt von Stonehenge. — Stonehenge im Jahre 1829 von Westen. — Stonehenge im Jahre 1901 (nach Aufrichtung des „schrägstehenden“ Steins) von Süden. — „Altarstein“ am Boden liegend; rechts der Auflagestein des größten Trilithen; im Hintergrund der aufgerichtete „schrägstehende“ Stein. — Blick auf den „Altar“ von Nordwest; quer vor liegt der Auflagestein des großen Trilithen . . . . .	1	der umgestürzte Pfeiler des Syenith-Trilithen, gesehen von Süden. — Blick vom größten Trilithen (links der „schrägstehende“ Stein, rechts der umgefallene Pfeiler) zum äußeren Steinkreis, gesehen ungefähr im Zuge der Bauwerksachse von Südwest nach Nordost. — Blick vom „Altarstein“ nach Nordwesten, im Vordergrund der umgestürzte nordwestl. Trilith, im Hintergrund der mit einem Zaun eingefriedigte nordwestl. Sarsenstein am Wallrund. — Stonehenge von Südosten, im Vordergrund der südöstl. Stein am Wallrund. — Reste des äußeren Steinkreises auf der Südseite. — Sir Edmond Antrobus. — Die Aufrichtung des „schrägstehenden“ Steines im Jahre 1901. — Der aufgerichtete „schrägstehende“ Stein im Jahre 1901. — Ausgrabungen am Fuße des „schrägstehenden“ Steines im Jahre 1901. . . . .	3/4
Stonehenge: Blick vom „Altarstein“ zum „astronomischen Stein“, ungefähr in der Richtung der Bauwerksachse von Südwest nach Nordost. — Der Schlachtstein (Slaughter stone) im Vordergrund, dahinter der astronomische Stein (Friars heel), gesehen im Zuge der Bauwerksachse von Südwest nach Nordost. — Die Trilithen von Süden, links der „schrägstehende“ Stein vor 1901. — Trilithenstellung mit Resten des äußeren Steinkreises, gesehen von Westen. — Reste des äußeren Steinkreises und des äußeren Bausteinkreises, im Vordergrund		Kriegsamulette: Marsamulett. — Venusamulett. — Gördenamulett. — Sonnenamulett . . . . .	7/8
		Vollkarte des Planeten Jupiter aus dem Beginne der Erscheinung des Jahres 1915 . . . . .	15/16



## Inhaltsverzeichnis.

	Seite		Seite
Stonehenge. Von Vermessungsinspektor Albrecht, Berlin-Schöneberg. (Mit zwei einfachen und einer Doppelbeilage) 1, 34, 56, 70, 93, 112	112	Die vier Entwicklungsstadien des Vulkanismus und die Frage seiner internationalen Erforschung. Von Prof. W. Branca 164, 177, 192	164, 177, 192
Über die Abhängigkeit des kurzwelligen Endes des Sonnenspektrums von der Höhe über dem Meeresspiegel. Von Dr. Max Iklé 14	14	Eine seltene Jupiterkarte. Von Ph. Fauth . . . 169	169
Der gestirnte Himmel im Monat November 1914. Von Dr. F. S. Archenhold . . . . . 18	18	Emil Rathenau †. Von Dr. H. Wirthwein . . . 172	172
Julius Robert Mayer. Zu seinem hundertjährigen Geburtstage am 25. November. Von Felix Linke . . . . . 25	25	Wie kann das Interesse für Astronomie in Schule und Volk gefördert werden? Von Prof. P. Kiesling, Bromberg . . . . . 185	185
Über den Zusammenhang des Barometerstandes mit dem elektrischen Zustande der Atmosphäre in den Tropen. Von L. Gentil Tippenhauer-Port au Prince . . . . . 39	39	Neue Forschungen über Koppernikus. Von H. Mankowski . . . . . 201	201
Der gestirnte Himmel im Monat Dezember 1914. Von Dr. F. S. Archenhold . . . . . 43	43	Optische Instrumente einst und jetzt. Von Fritz Hansen, Berlin . . . . . 203, 226	203, 226
Der Kreisel und seine technische Anwendung. Von Dr. Walter Block . . . . . 49	49	Physikalische Rundschau. Von Dr. Walter Block . . . . . 208	208
Helligkeit, Atmosphäre und Temperatur des Mondes. Von Prof. Dr. H. Ludendorff . . . 61	61	Die Grundlagen der naturwissenschaftlichen Messungs- und Rechenkunst. Von Dr. Walter Block . . . . . 217	217
Das Verfahren von W. R. Heß zur Herstellung direkt wirkender Stereoskopbilder. Von Max Iklé . . . . . 65	65	Telegraphie in Bergwerken und Auffindung von Erzen und Kohlelagern. Von Dr. Bruno Thieme . . . . . 222	222
Der gestirnte Himmel im Monat Januar 1915. Von Dr. F. S. Archenhold . . . . . 77	77	Orts- und Richtungsbestimmung für Luftfahrzeuge und Seeschiffe mittels drahtloser Telegraphie. Von Dr. Bruno Thieme . . . 224	224
Kriegsamulette. Von Dr. W. Ahrens, Rostock. (Mit einer Beilage) . . . . . 81	81	Die Grundlagen der geometrischen Optik. Von Dr. Walter Block . . . . . 233	233
Physikalische Rundschau. Von Dr. Walter Block . . . . . 88	88	Der gestirnte Himmel im Monat Februar 1916. Von Dr. F. S. Archenhold . . . . . 242	242
Der gestirnte Himmel im Monat Februar 1915. Von Dr. F. S. Archenhold . . . . . 99	99		
Das Optophon und seine Vervollkommnungen. Von Max Iklé . . . . . 105	105	<b>Kleine Mitteilungen.</b>	
Trocknet die Erde aus? Von H. Habenicht, Gotha . . . . . 117	117	Entdeckung der Gleichheit von Rotation und Revolution der beiden Saturnsmonde Mimas und Enceladus 22. — Die Oppositionshelligkeit der Erde von der Venus aus 22. — Gletscherschwund und Sonnenstrahlung 23. — Ein einfaches Verfahren zur Erzeugung eines kontinuierlichen Spektrums im Ultraviolett 24. — Photographische Aufnahmen von Geschossen der 42 cm-Mörser 47. — Ballistische Vergleiche zwischen Schwarzpulver und rauchlosem Pulver von der Zeit Friedrichs des Großen bis jetzt 63. — Telegraphisches Übertragen kinematographischer Aufnahmen. 63. — „Stottern und Kinematograph“ 80. — Vorübergang eines Fixsternes vor einem andern 102. — Die Schwächung der Sonnenstrahlung durch die Eruption des Mt. Katneai 102. — Über die Genauigkeit der Zeitangabe einer Uhr 102. — Ein praktischer Apparat zur Herstellung von Kopien, Zeichnungen, Blaupausen, Dokumenten usw. auf photographischem Wege 103. — Demonstration von Spektralplatten in ihren rich-	
Vom irdischen Wasser unter und über uns. Von Phil. Fauth . . . . . 121	121		
Der gestirnte Himmel im Monat März 1915. Von Dr. F. S. Archenhold . . . . . 128	128		
Die neuen Anschauungen über die Natur der obersten Luftschichten. Von Felix Linke . 137	137		
Die Sprengstoffe und ihre Natur. Von A. Kirselli . . . . . 142	142		
Physikalische Rundschau. Von Dr. Walter Block . . . . . 144	144		
Beobachtung des Meridiandurchganges der Sonne. Von Prof. P. Kiesling, Bromberg . . 153	153		
Die italienische Erdbebenkatastrophe vom 13. Januar 1915, ihre Vorausbestimmung und der von ihr eröffnete Ausblick in die Zukunft. Von Wilhelm Krebs . . . . . 160	160		

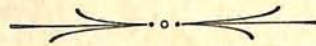


tigen Farben 104. — Eine Sonnenfleckengruppe von zwei Jahren Dauer 119. — Über die Rollschwingungen der Schiffe und ihre Beziehungen zur Stabilität 119. — Geschoßkinematographie 120. — Baukunst und Erdbeben 130. — Leonardo da Vinci als Erfinder von Kriegswerkzeugen 133. — Reform der Kreisteilung 134. — Einige neue Verfahren, die Genauigkeit der Ablesung mit Fernrohr, Spiegel und Skala zu steigern 135. — Wissenschaft und Technik bei den Hellenen 149. — Ein neues Verfahren zur vergrößerten Übertragung von Phonogrammen 167. — Leitsätze über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz 168. — Neuere Versuche über die Messung von Radiumpräparaten 183. — Vulkanasche und Klimaschwankungen 197. — Die Wirkung absteigender Luftströme auf die Wetterlage 197. — Zusammenhang der Ernteerträge mit den Witterungsverhältnissen 198. — Die Wirkung des Klimas in tropischen und polaren Gegenden 198. — Der Unterschied in der Reichweite einer Funkenstation bei Tag und bei Nacht 199. — Das Wesen des Donners und Blitzes 199. — Der Bau der Atmosphäre und dessen Erklärung durch R. Emden 214. — Ein sehr helles Meteor 215. — Tafeln für numerisches Rechnen mit Maschinen 216. — Der meteorologische Landesdienst der Schweiz und deren Wasserwirtschaft 228. — Temperaturgang und Oderhochwasser 230. — Über künstliche Beeinflussung des Klimas 231. — Wird das Jahr 1916 viele Gewitter bringen? 232. — Der internationale Breitendienst im Kriegsjahre 232. —

Die Kälteperioden des nordischen Winters 246. — Gasbrenner mit Gewinde 248. — Eine neue stoßfeste Osramlampe 248.

### Bücherschau.

	Seite
Barten, John, „Vollständiges Nautisches Taschen-Wörterbuch“, englisch-deutsch und deutsch-englisch. Berlin . . . . .	48
Lang, Robert, Experimentalphysik, Sammlung Götschen Nr. 111 und 112 . . . . .	64
Geographen-Kalender, herausgegeben von G. Schönith. Gotha 1914 . . . . .	64
Graff, K., Grundriß der geographischen Ortsbestimmung aus astronomischen Beobachtungen. Berlin und Leipzig 1914 . . . . .	136
Witte, H., Raum und Zeit im Lichte der neueren Physik; Sammlung Vieweg, Heft 17. Braunschweig 1914 . . . . .	136
Hann, Julius, Lehrbuch der Meteorologie. Leipzig 1915 . . . . .	152
Weinschenk, Ernst, Die gesteinsbildenden Mineralien. Freiburg 1915 . . . . .	168
Zehnder, Ludwig, Der ewige Kreislauf des Weltalls. Braunschweig 1914 . . . . .	216
<b>An unsere Leser . . . . .</b>	<b>48</b>
<b>Personalien . . . . .</b>	<b>104</b>
<b>Bücheranzeigen . . . . .</b>	<b>48, 136, 248</b>







## Sach- und Namenregister.

	Seite		Seite
Absorptionskoeffizient . . . . .	215	Barten, J. . . . .	48
Achromasie optischer Linsenbilder . . . . .	205	Bau der Atmosphäre und dessen Erklärung . . . . .	214
Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft . . . . .	172	Beobachtungen mit Fernrohr . . . . .	186
Altern der Gestirne . . . . .	180	Beobachtungsfehler, Behandlung . . . . .	219
Amateurastronom . . . . .	188	Berge (Mond) . . . . .	187
Ampère und Ohm . . . . .	88	Bergwerke und drahtlose Telegraphie . . . . .	222
Anschauungen über die Natur der obersten Luftschichten . . . . .	137	Blitze . . . . .	199
Antizyklone . . . . .	198	Breitendienst, internationaler, im Kriegsjahre . . . . .	232
Antrobus, Edmund . . . . .	34	Brillen . . . . .	203
Apparate:		Brownsche Bewegung . . . . .	92
Herstellung von Kopien, Zeichnungen usw. . . . .	103	Calabrien . . . . .	181
Vergrößerte Übertragung von Phonogrammen . . . . .	167	Carácas . . . . .	181
Archimedes . . . . .	151	Carnegie-Institut . . . . .	194
Arctowski . . . . .	198	Chemie:	
Arrhenius . . . . .	197	Atomgewichte . . . . .	211
Aston . . . . .	212	Radioelemente . . . . .	210
Astronomie:		Sprengstoffe und ihre Natur . . . . .	142
— in Schule und Volk . . . . .	185	Cirruswolken . . . . .	126
Kopernikus . . . . .	201	Croll . . . . .	197
messende — . . . . .	186	Dämmerungserscheinungen . . . . .	140
Verbreitung in Schulen . . . . .	190	Demonstrationen von Spektralplatten in ihren richtigen Farben . . . . .	104
Vorträge . . . . .	186	Dezimales und duodezimals Zählen und Messen . . . . .	212
— zur Kurzweil . . . . .	191	Diels, H. . . . .	149
Atmosphäre:		Dollond . . . . .	206
Bau . . . . .	214	Donner, Wesen . . . . .	199
Mond- . . . . .	61	Doppelsterne . . . . .	128
Tropen- . . . . .	39	— Messungen . . . . .	128
Atomgewichte . . . . .	211	Drahtlose Telegraphie:	
Avebury . . . . .	1	Anwendung bei Orts- und Richtungsbestimmung für Luftfahrzeuge und Seeschiffe . . . . .	224
Baukunst und Erdbeben . . . . .	130	Bergwerkstelegraphie . . . . .	222
Ballistische Vergleiche zwischen Schwarzpulver und rauchlosem Pulver . . . . .	63	Drahtlose Telephonie . . . . .	222
Barometerstand in den Tropen . . . . .	39	Duodezimals System . . . . .	213
		Dynamit . . . . .	143
		Edison . . . . .	175
		Ekliptik . . . . .	190
		Elektrizität:	
		Auffinden von Seekabeln nach der funkenlosen Methode . . . . .	224
		Elektronenabgabe bei chemischen Vorgängen . . . . .	148
		Härtemessung von Röntgenstrahlen . . . . .	208
		Hefner-Altenecks Differential-Lampen . . . . .	175
		Jablochkoff-Kerzen . . . . .	175
		Kohlefadenlampe . . . . .	176
		Leitfähigkeit von Metallen . . . . .	90
		Neue stoßfeste Osramlampe . . . . .	248
		Normalelemente . . . . .	88
		Orts- und Richtungsbestimmung mittels drahtloser Telegraphie . . . . .	224
		Reichweite einer Funkstation . . . . .	199
		Schutz der Gebäude gegen den Blitz . . . . .	168
		Telegraphie in Bergwerken . . . . .	222
		Elektronenabgabe bei chemischen Vorgängen . . . . .	148
		Emden, R. . . . .	214



	Seite		Seite		Seite
Entdeckung eines neunten Jupitermondes . . . . .	18	Geologie:		Photographisches Objektiv . . . . .	237
Entfernung der Spiralnebel	99	Gletscherschwund und Sonnenstrahlung . . . . .	23	Theodolit . . . . .	189
Entwicklungsstadien des Vulkanismus . . . . .	164, 177, 192	Gesteinsbildende Mineralien . . . . .	168	Interesse für Astronomie in Schule und Volk . . . . .	185
Erdbeben:		Geometrische Optik . . . . .	233	Internationale Erforschung des Vulkanismus . . . . .	164, 177
Caracas . . . . .	181	Geschichte der Astronomie:		Internationaler Breiten dienst im Kriegsjahre . . . . .	232
Lissabon . . . . .	181	Kopernikus . . . . .	201	Italienische Erdbebenkata strophe vom 13. Jan. 1915	160
Calabrien . . . . .	181	Stonehenge 1, 34, 56, 70, 93,	112	Jablochkoff-Kerzen . . . . .	175
Japan . . . . .	181	Geschosse der 42 cm-Mörser	47	Jansen, Zacharias . . . . .	204, 208
Katastrophe vom 13. Jan. 1915 . . . . .	160	Geschoßkinematographie . . . . .	120	Japan . . . . .	181
— und Baukunst . . . . .	130	Gesteinsbildende Mineralien	168	Johanson, O. . . . .	197
Erde:		Gestirne, Alter . . . . .	180	Jupiter:	
Kruste . . . . .	119	Gestirnter Himmel im Monat		Bewegung . . . . .	169
Oppositionshelligkeit von der Venus aus . . . . .	22	November 1914 . . . . .	18	Entdeckung eines neunten Mondes . . . . .	18
Temperaturschwankungen	197	Dezember - . . . . .	43	Flecken . . . . .	169
Trocknet die Erde aus? . . . . .	117	Januar 1915 . . . . .	77	Gestalt . . . . .	169
Veränderungen der Atmo sphäre . . . . .	197	Februar - . . . . .	99	Karte . . . . .	169
Eruption des Mt. Katneai . . . . .	102	März - . . . . .	128	Jupiterstrabanten . . . . .	19, 46
Eruptionen . . . . .	197	Februar 1916 . . . . .	242	Kälteperioden des nordi schen Winters . . . . .	246
Experimentalphysik . . . . .	64	Gletscherschwund und Son nenstrahlung . . . . .	23	Kepler, Johann . . . . .	205
Explosionswellen . . . . .	200	Gnomon . . . . .	154	Kinematographie:	
Explosivstoffe, Tabelle . . . . .	144	Görgenamulett . . . . .	86	Aufnahmen . . . . .	63
Fadenkreuz . . . . .	187	Gowland . . . . .	35	Geschoßkinematographie	120
Fadensystem . . . . .	187	Graff, K. . . . .	136	— und Stottern . . . . .	80
Fernrohr . . . . .	237	Grundriß der geographi schen Ortsbestimmung . . . . .	136	Klima:	
—, über Genauigkeit der Ablesung . . . . .	135	Hagia Sophia . . . . .	132	— der Gegenwart . . . . .	119
Fernrohrbeobachtungen . . . . .	186	Hale, Chester More . . . . .	205	— in tropischen und po laren Gegenden . . . . .	198
Fernrohrindustrie . . . . .	207	Hann, J. . . . .	152	Künstliche Beeinflussung	230
Finnland . . . . .	197	Härtemessung von Rönt genstrahlen . . . . .	208	Schwankungen . . . . .	197
Forschungen über Kopper nikus . . . . .	201	Hearside-Schicht . . . . .	199	Kolonial-Vulkane . . . . .	194
Fixstern, Vorübergang vor einem andern . . . . .	102	Hefner-Altenecks Differen tial-Lampen . . . . .	175	Konkavlinen . . . . .	233
Fraunhofer, Joseph . . . . .	206	Hellenen, Wissenschaft und Technik . . . . .	149	Konvexlinen . . . . .	233
Frech . . . . .	131	Helligkeit des Mondes . . . . .	61	Kopernikus, Nikolaus . . . . .	201
Funkenlose Methode beim Auffinden von Seekabeln	224	Helsingfors . . . . .	197	Kosmische Probleme der Astronomie . . . . .	185, 186
Funkenstation, Reichweite bei Tag und bei Nacht . . . . .	199	Henseling, R. . . . .	188	Kotopaxi . . . . .	182
Gasbrenner mit Gewinde . . . . .	248	Hess'sche Stereoskopbilder	65	Krater . . . . .	186
Gebirgszüge, Mond . . . . .	187	Humphreys . . . . .	197	— Entstehung . . . . .	179
Genauigkeit der Zeitangabe einer Uhr . . . . .	102	Huygenssches Okular . . . . .	237	Kreisel und seine tech nische Anwendung . . . . .	49
Geographie:		Iberer . . . . .	3	— Kompaß . . . . .	52
Kalender . . . . .	64	Indogermanen . . . . .	4	Kreislauf des Weltalls . . . . .	216
Mathematische — . . . . .	186	Institute:		Kreisteilung . . . . .	134
Ortsbestimmung aus astronomischen Beob achtungen . . . . .	136	Carnegie . . . . .	194	Kriegsamulette . . . . .	81
		vukanologische — . . . . .	195	Kriegswerkzeuge, Leonardo da Vinci als Erfinder . . . . .	133
		Instrumente:		Lang, Robert . . . . .	64
		Fernrohr . . . . .	237	Lehrbuch der Meteorologie	152
		Mikroskop . . . . .	227, 237		
		Optische — einst und jetzt . . . . .	203, 226		



Seite		Seite	Seite
	Leitsätze über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz . . . . .		168
	Leonardo da Vinci als Erfinder von Kriegswerkzeugen . . . . .		133
	Leuchtende Nachtwolken . . . . .		140
	Linsen . . . . .		205, 234
	Linsenfehler . . . . .		236
	Lissabon . . . . .		181
	Lohse, O. . . . .		216
	Luftschichten . . . . .		137
	Luftschiffahrt:		
	Orts- und Richtungsbestimmung mittels drahtloser Telegraphie . . . . .		224
	Luftströme . . . . .		198
	Ludwig, P. . . . .		199
	Magnetkompaß . . . . .		55
	Mare-Ebenen . . . . .		187
	Marsamulett . . . . .		85
	Martinique . . . . .		183
	Mathematik:		
	Dezimales und duodezimals Zählen und Messen . . . . .		212
	Grundlagen der Messungs- und Rechenkunst . . . . .		217
	Mathematische Geographie . . . . .		186
	Internationaler Breiten dienst im Kriegsjahre . . . . .		232
	Mayer, J. R. Zu seinem hundertjährigen Geburtstage . . . . .		25
	Mechanik:		
	Kreisel und seine technische Anwendung . . . . .		49
	Molekularluftpumpe . . . . .		146
	Meeresspiegel und Sonnenspektrum . . . . .		14
	Megalithenbaukunst . . . . .		1
	Mendelejew'sches System . . . . .		210
	Meridiandurchgang der Sonne . . . . .		153
	Merrivale . . . . .		1
	Messen und Zählen . . . . .		212
	Messungs- und Rechenkunst . . . . .		217
	Metalle, Leitfähigkeit bei tiefsten Temperaturen . . . . .		90
	Messende Astronomie . . . . .		186
	Messung von Radiumpräparaten . . . . .		183
	Metaneon . . . . .		212
	Meteor, beobachtet am 14. VII. 15 . . . . .		215
	Meteorologie:		
	Antizyklone . . . . .		198
	Barometerstand und Atmosphäre in den Tropen . . . . .		39
	Bau der Atmosphäre . . . . .		214
	Oberste Luftschichten . . . . .		137
	Hann: Lehrbuch . . . . .		152
	Kälteperioden des nordischen Winters . . . . .		246
	Klima der Gegenwart . . . . .		119
	Klima in tropischen und polaren Gegenden . . . . .		198
	Klimaschwankungen . . . . .		197
	Künstliche Beeinflussung des Klimas . . . . .		231
	Meteorologischer Landesdienst der Schweiz und deren Wasserwirtschaft . . . . .		228
	Temperaturgang u. Oderhochwasser . . . . .		230
	Vom Wasser über uns . . . . .		123
	Wird das Jahr 1916 viele Gewitter bringen? . . . . .		232
	Wirkung absteigender Luftströme . . . . .		197
	Luftströme . . . . .		197
	Witterungsverhältnisse und Ernteerträge . . . . .		198
	Mikroskop . . . . .		227, 237
	—, Erfindung . . . . .		208
	Mikrowage von Ramsay . . . . .		221
	Milchsstraße . . . . .		77, 99
	Mineralien, gesteinsbildende . . . . .		168
	Molekularluftpumpe . . . . .		146
	Mond . . . . .		189
	Berge . . . . .		187
	Figur . . . . .		43
	Gebirgszüge . . . . .		187
	Helligkeit, Atmosphäre und Temperatur . . . . .		61
	Krater . . . . .		186
	Kraterwände . . . . .		187
	Mare-Ebenen . . . . .		187
	Spektrum . . . . .		62
	Temperatur . . . . .		62
	Zentralberge . . . . .		186
	Mondfinsternisse des Jahres 1916 . . . . .		244
	Mont Pelé . . . . .		181, 183, 192
	Naturwissenschaftliche Messungs- und Rechenkunst . . . . .		217
	Nautisches Taschen-Wörterbuch . . . . .		48
	Nebel, Radialgeschwindigkeit der planetarischen und unregelmäßigen — . . . . .		242
	Neon . . . . .		212
	Neue Forschungen über Kopernikus . . . . .		201
	Neuere Versuche über die Messung von Radiumpräparaten . . . . .		183
	Newton, Sir Isaak . . . . .		205
	Nordischer Winter . . . . .		246
	Numerisches Rechnen mit Maschinen . . . . .		216
	Oberste Luftschichten . . . . .		137
	Oderhochwasser und Temperaturgang . . . . .		230
	Oppositionshelligkeit der Erde von der Venus aus . . . . .		22
	Optik:		
	Absorptionskoeffizient . . . . .		215
	Fernrohrindustrie . . . . .		207
	Grundlagen der geometrischen — . . . . .		233
	Instrumente, einst und jetzt . . . . .		203, 226
	Kontinuierliches Spektrum im Ultraviolett . . . . .		24
	Röntgenspektroskopie . . . . .		144
	Sonnenspektrum über dem Meeresspiegel . . . . .		14
	Spektralplatten in ihren richtigen Farben . . . . .		104
	Spektren von Lichtquellen . . . . .		210
	Verschiedene Linsenformen. . . . .		205, 234
	Optophon und seine Ver vollkommnungen . . . . .		105
	Osramlampe, eine neue stoßfeste — . . . . .		248
	Ozon . . . . .		197
	Parallax-Photographie . . . . .		66
	Periodisches System . . . . .		210
	Phonogramme, Übertragung und Vergrößerung . . . . .		167
	Photographie . . . . .		189
	Aufnahmen von 42 cm-Geschossen . . . . .		47
	Herstellung von Kopien, Zeichnungen usw. . . . .		103
	Hess'sche Stereoskopbilder . . . . .		55
	Lippmann, G. . . . .		67
	Objektiv . . . . .		227, 237
	Parallax-Photographie . . . . .		66



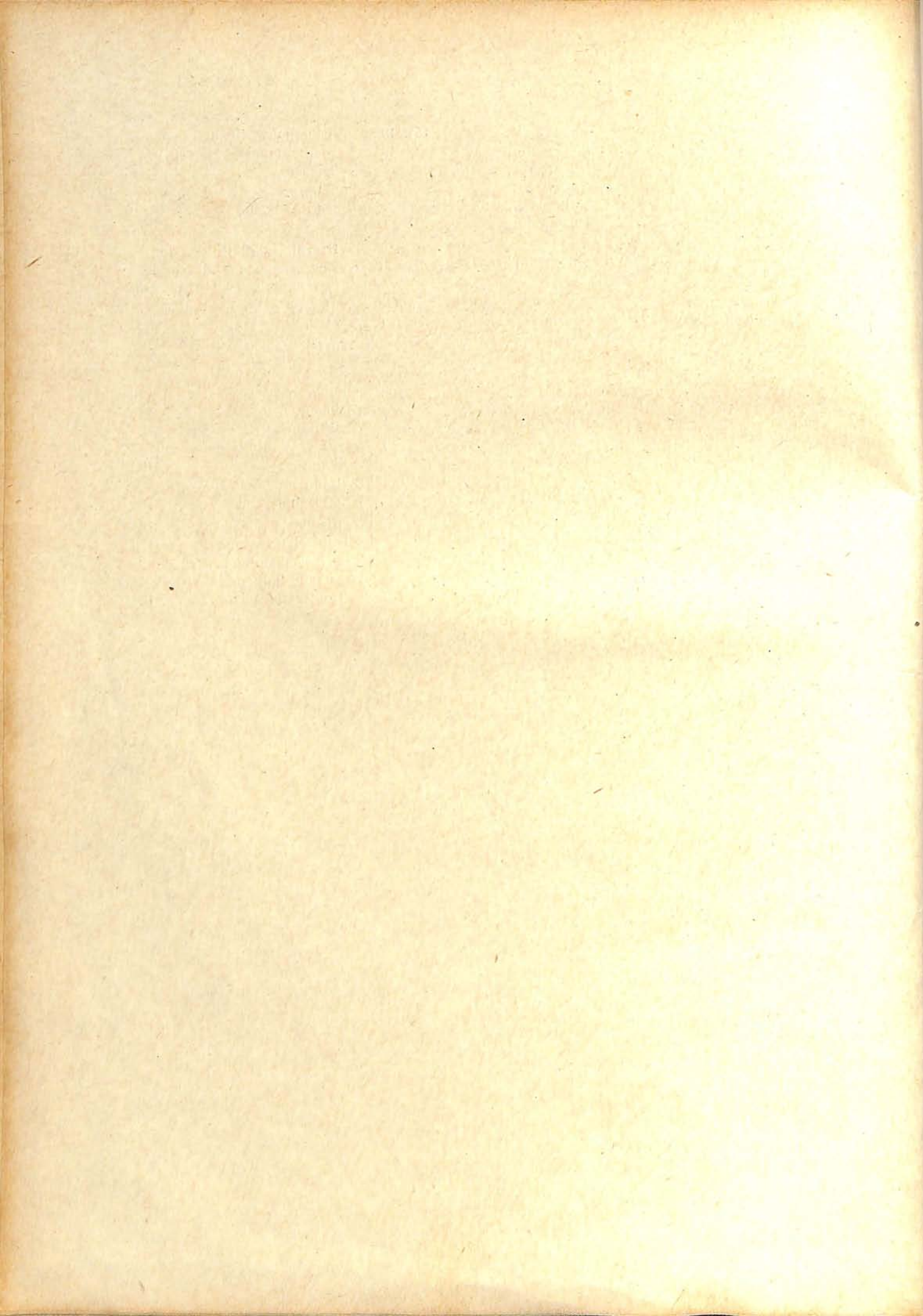
Seite		Seite		Seite
	Pulver, ballistische Ver- gleiche zwisch. Schwarz- und rauchlosem Pulver . . . 63		Schiffe, ihre Rollschwin- gungen und Stabilität . . . 119	
	Physik:		Schlick'scher Schiffskreisel . . . 51	
	Experimentalphysik . . . 64		Schmelzfluß . . . . . 193	
	Physikalische Rundschau 88, 144, 208		Schuchhardt, C. . . . . 10	
	Raum und Zeit . . . . . 136		Schutz der Gebäude gegen den Blitz . . . . . 168	
	Temperaturausdehnung des Wassers . . . . . 219		Schwächung der Sonnen- strahlung . . . . . 102	
	Planeten:		Schwankungen der Erd- temperatur . . . . . 197	
	Marsamulett . . . . . 85		Schwarzpulver . . . . . 63, 143	
	Jupiter . . . . . 169		Schweiz, Wasserwirtschaft und meteorologischer Landesdienst . . . . . 223	
	Mars . . . . . 85		Seekabel, Auffinden nach funkenloser Methode . . . 224	
	Saturn . . . . . 22		Seltene Jupiterkarte . . . 169	
	Venus . . . . . 85		Siemens, Geheimrat Dr. v. 175	
	Planetarische Nebel . . . 242		Skala, neue Verfahren über die Genauigkeit der Ab- lesung . . . . . 135	
	Plejade . . . . . 211		Sonne:	
	Populär-astronomische Vor- träge . . . . . 186		Beobachtung . . . . . 189	
	Präzisions-Pendeluhr . . . 102		Beobachtung des Meri- diandurchganges . . . 153	
	Probleme der Astronomie 185		Temperatur . . . . . 197	
	Pythagoras . . . . . 150		Sonnenfinsternisse des Jahres 1916 . . . . . 244	
	Quecksilber . . . . . 90		Sonnenflecken:	
	Radialgeschwindigkeit der planetarischen und un- regelmäßigen Nebel . . . 242		Gruppe von zwei Jahren Dauer . . . . . 119	
	Radioelemente . . . . . 210		— maxima . . . . . 197	
	Radiumpräparate, Messung 183		— minima . . . . . 197	
	Rakáta . . . . . 181, 182		Sonnenspektrum über dem Meeresspiegel . . . . . 14	
	Rathenau, Emil . . . . . 172		Sonnenstrahlung, Schwäch- ung durch Eruption . . . 102	
	Rauchloses Pulver . . . . . 63		Spektralplatten in ihren richtigen Farben . . . 104	
	Raum und Zeit im Lichte der neueren Physik . . . 136		Spektren von Lichtquellen 210	
	Raumgehalt eines Würfels 220		Spektrum im Ultraviolett . 24	
	Rechnen mit Maschinen . . . 216		Spiegel, neues Verfahren über die Genauigkeit der Ablesung . . . . . 135	
	Rechnungskunst . . . . . 217		Spiralnebel, Entfernung . . . 99	
	Reform der Kreisteilung . . 134		Sprengstoffe und ihre Na- tur . . . . . 142	
	Reichweite einer Funken- station bei Tag und bei Nacht . . . . . 199		Stereoskopbilder . . . . . 65	
	Riegler, Gideon . . . . . 188		Sterne:	
	Ringwälle . . . . . 177		Milchstraße . . . . . 99	
	Röntgenspektroskopie . . . 144		Messung der Wärme- strahlen . . . . . 77	
	Röntgenstrahlen . . . . . 208, 209		Neues aus der Welt der Doppelsterne . . . . . 128	
	Rusch, Franz . . . . . 188		Vorübergang eines Fix- sternes vor einem andern . . . . . 102	
	Salisbury . . . . . 6		Stonehenge 1, 34, 56, 70, 93, 112	
	St. Pierre . . . . . 192		Stottern und Kinemato- graph . . . . . 80	
	Saturnsmonde, Mimas und Enceladus . . . . . 22		St. Pierre . . . . . 192	
	Schallwellen . . . . . 200		Strahlen, Röntgen . . . . . 208	
	Scheiner . . . . . 208		Stratosphäre . . . . . 214	
	Scherl's Einschienenbahn . . 51		Sundastraße . . . . . 182	
	Schichtgrenze der Luft . . . 139		Tabelle für Explosivstoffe 144	
			Tafeln für numerisches Rechnen mit Maschinen . . 216	
			Taschenwörterbuch, Nau- tisches . . . . . 48	
			Technik und Wissenschaft bei den Hellenen . . . . . 149	
			Telegraphie in Bergwerken 222	
			Telegraphisches Übertra- gen kinematographischer Aufnahmen . . . . . 63	
			Temperatur:	
			der Atmosphäre . . . . . 197	
			des Mondes . . . . . 61	
			der Sonne . . . . . 197	
			Temperaturausdehnung des Wassers . . . . . 219	
			Theodolit . . . . . 189	
			Thermoelement . . . . . 77	
			Trocknet die Erde aus? . . . 117	
			Tropen, Barometerstand u. Atmosphäre . . . . . 39	
			Troposphäre . . . . . 138, 214	
			Übertragung von Phono- grammen . . . . . 167	
			Uhr, Genauigkeit der Zeit- angabe . . . . . 102	
			Unregelmäßige Nebel . . . 243	
			Unterschied in der Reich- weite einer Funken- station bei Tag und bei Nacht . . . . . 199	
			Venusamulett . . . . . 85	
			Veränderungen der Erd- atmosphäre . . . . . 197	
			Verbreitung der Astro- nomie in Schulen . . . . . 190	
			Verfahren, die Genauigkeit der Ablesung mit Fern- rohr, Spiegel und Skala zu steigern . . . . . 135	
			— zur vergrößerten Über- tragung von Phono- grammen . . . . . 167	
			Verschiedenartigkeit der Menschen bei Fernrohr- beobachtungen . . . . . 186	



	Seite		Seite		Seite
Versuche über die Messung von Radiumpräparaten . . . . .	183	Rakáta . . . . .	181, 182	Wirkung des Klimas in tro- pischen und polaren Ge- genden . . . . .	198
Vesuv . . . . .	182	Schmelzfluß . . . . .	193	Wissenschaft und Technik bei den Hellenen . . . . .	149
Vier Entwicklungsstadien des Vulkanismus 164, 177, 192		St. Pierre . . . . .	192	Witte, H. . . . .	136
Vorausbestimmung der Erd- bebenkatastrophe vom 13. Jan. 1915 . . . . .	160	Vesuv . . . . .	182	Witterungsverhältnisse im Zusammenhang mit Ernte- erträgen . . . . .	198
Vorträge, astronomische . . . . .	186	Vulkanasche und Klima- schwankungen . . . . .	197	Wolkengebilde und vulka- nische Ausbrüche . . . . .	141
Vorübergang eines Fix- sternes vor einem anderen 102		Wärmestrahlen der Sterne 77		Würfel, Raumgehalt . . . . .	220
Vulkanismus:		Wasser, Temperatúraus- dehnung . . . . .	219	Zählen und Messen . . . . .	212
Ausbrüche und Wolken- gebilde . . . . .	140	Wasser, unter und über uns 121		Zehnder, L. . . . .	216
Calabrien . . . . .	181	Wasserwirtschaft der Schweiz . . . . .	228	Zeichnungen, Herstellung auf photographischem Wege . . . . .	103
Carácas . . . . .	181	Wegener, A. . . . .	139	Zeitangabe und Genauig- keit einer Uhr . . . . .	102
Entwicklungsstadien und internationale Erfor- schung . . . . .	164, 177, 192	Wegener, K. . . . .	193	Zentralberge, Mond . . . . .	186
Erforschungsinstitute . . . . .	195	Weinschenk, E. . . . .	163	Zirkulation der Atmosphäre 138	
Kolonialvulkane . . . . .	194	Weltall, der ewige Kreis- lauf . . . . .	216	Zusammenhang der Ernte- erträge mit den Witte- rungsverhältnissen . . . . .	198
Kotopaxi . . . . .	182	Wesen des Donners und Blitzes . . . . .	199		
Kraterentstehung . . . . .	179	Winke für die Beobachtung des Himmels mit ein- fachen Instrumenten . . . . .	188		
Lissabon . . . . .	181	Wirkung absteigender Luft- ströme auf die Wetter- lage . . . . .	197		
Martinique . . . . .	183				
Mont Pelé . . . . .	181, 183, 192				









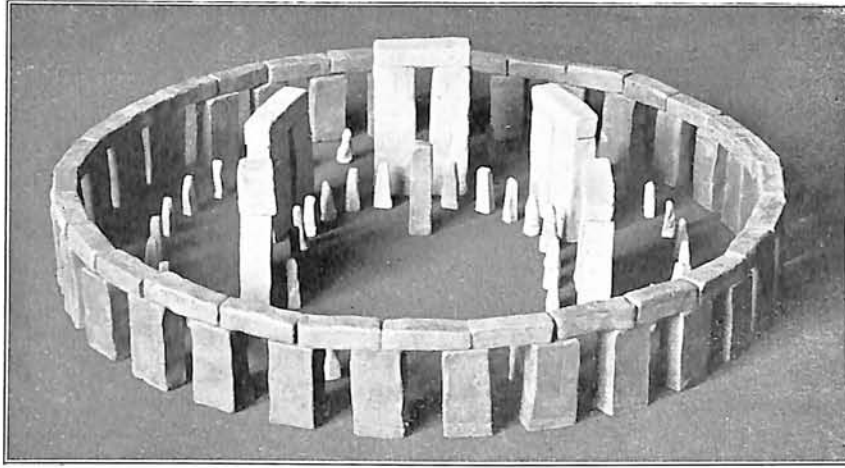


Abb. 2  
Modell der ursprünglichen Gestalt von Stonehenge,  
gesehen in der Richtung von Nordost nach Südwest (Bauwerksachse)



Abb. 3  
Stonehenge im Jahre 1829 von Westen

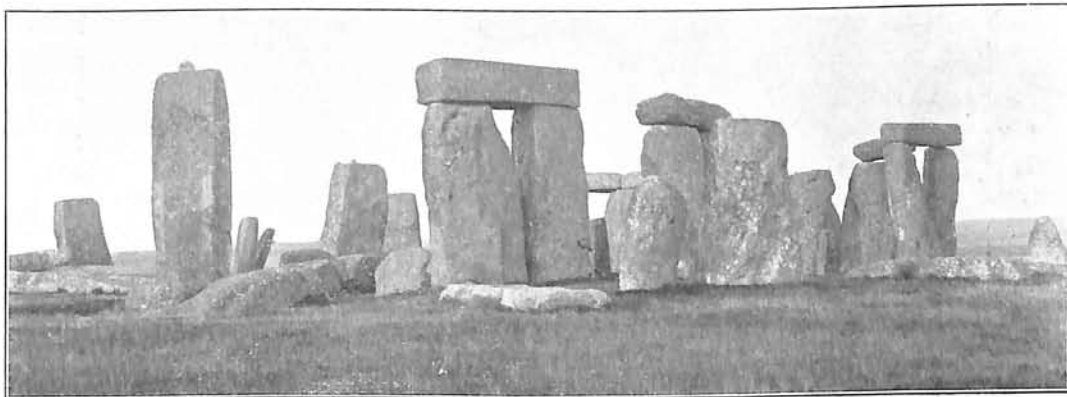


Abb. 4  
Stonehenge im Jahre 1901 (nach Aufrichtung des „schrägstehenden“ Steins) von Süden





Abb. 5

Stonehenge. „Altarstein“ am Boden liegend; rechts der Auflagestein des größten Trilithen;  
im Hintergrund der aufgerichtete „schrägstehende“ Stein.  
Aufgenommen von Dr. F. S. Archenhold von Nordost im Zuge der Bauwerksachse



Abb. 6

Stonehenge. Blick auf den „Altar“ von Nordwest; quer vor liegt der Auflagestein  
des großen Trilithen;  
gegen den schief stehenden kleinen Pfeiler lehnte sich früher der „schrägstehende“ Stein



## INHALT

- |  |  |
|--|--|
| 1. Stonehenge. Von Vermessungsinspektor Albrecht, Berlin-Schöneberg. (Mit einer Beilage). . . . . 1<br>2. Über die Abhängigkeit des kurzwelligen Endes des Sonnenspektrums von der Höhe über dem Meeresspiegel. Von Dr. M. Iklé . . . . . 14<br>3. Der gestirnte Himmel im Monat November 1914 (Entdeckung eines neunten Jupitermondes). Von Dr. F. S. Archenhold . . . . . 18 | 4. Kleine Mitteilungen: Entdeckung der Gleichheit von Rotation und Revolution der beiden Saturnsmonde Mimas und Enceladus. — Die Oppositionshelligkeit der Erde von der Venus aus. — Gletscherschwund und Sonnenstrahlung. — Ein einfaches Verfahren zur Erzeugung eines kontinuierlichen Spektrums im Ultraviolett . . . . . 22 |
|--|--|

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

## Stonehenge

Von Vermessungsinspektor Albrecht, Berlin-Schöneberg

(Mit einer Beilage)

Unser Wissen ist Vermutung  
Und unser Tun ist Streben

### I

Stonehenge ist wohl das bekannteste Großsteindenkmal, das uns die vorgeschichtliche Zeit überliefert hat<sup>1)</sup>. Wegen seines kunstvollen Aufbaues, wegen der bei anderen Megalithenbauten nicht wiederkehrenden derartig reichen Verwendung verschiedenartigen Steinmaterials und nicht zuletzt wegen der aus seinem Grundriß und seiner Orientierung zutage tretenden auffallenden Befähigung und Betätigung der Erbauer auf dem Gebiete der Astronomie und praktischen Geodäsie bedeutet es zweifellos den Höhepunkt der Megalithenbaukunst und versetzt uns in die Blütezeit der eigenartigen Megalithenkultur, die sich einst über Westeuropa ausbreitete.

Man hat auf Grund sprachlicher und anthropologisch-archäologischer Forschungen festzustellen versucht, welches Volk oder welche Völker als Träger dieser Kultur anzusehen sind. Es müssen Menschen gewesen sein, die im Ausgang der Steinzeit und im Übergang zur Bronzezeit Westeuropa besetzt hielten, denn in diese Zeiten ist die Errichtung der Mehrzahl der Megalithenbauten zu verlegen. Einige, wie die Riesenkreise von Avebury, sind älteren Datums, entstammen daher der jüngeren Steinzeit. Wer waren aber die Baukünstler? Sie begannen ihre Kunst mit kleinen Steinreihen und Steinkreisen, wie sie z. B. Merrivale auf dem Dartmoor uns darbietet, und krönten ihre Tätigkeit mit den gewaltigen Steinalleen von Carnac in der Bretagne und dem ebenso monumentalen wie kunstvollen Bau von Stonehenge. Dann hört wie mit einem Schlage diese Bauweise auf. Nach langer Entwicklung eine erstaunliche Höhe in der Kunstbetätigung, dann ein fast plötzliches Aufhören, als hätte sich die schöpferische Kraft verausgabt. Der Gedanke liegt nahe, daß die Megalithenkultur Westeuropas durch Einwanderung fremder Völker vom Osten her zum Stillstand und Absterben kam. Das Megalithenvolk wurde von den Eroberern aufgesogen und büßte mit der Zeit seine Eigenart völlig ein. Haben wir nun Spuren eines untergegangenen Volkes in Westeuropa? Die Frage wird bejaht, und zwar sind solche Spuren in dem rätselhaften Volke der Basken zu finden, die in den Pyrenäen ihre letzten Reste erhalten. Auch in Frankreich stellt der Auvergnate

<sup>1)</sup> Vergl. die vorangegangenen Aufsätze: „Vorgeschichtliche Baudenkmäler bei Merrivale in Südengland und ihre astronomische Deutung“ (14. Jg. Heft 5 und 6) und „Das Großsteindenkmal Avebury in Südengland“ (14. Jg. Heft 13 bis 15)



geradezu einen Gegensatz zum altgallischen Typus dar und setzt offenbar eine vorkeltische, d. h. vorindogermanische Bevölkerung fort<sup>1)</sup>. Waren es Indogermanen, die vom Osten her Westeuropa überfluteten und im nicht zu hemmenden Ansturm die Urvölker Galliens, Britanniens und Spaniens unterwarfen, so werden diese Urvölker, wenn deren Reste (Basken) sich jetzt noch in ihrer Sprache vollkommen von indogermanischen Sprachen unterscheiden, nichtindogermanischen Ursprungs gewesen sein. Die Sprachforschung hat sich bemüht, das Ausbreitungsgebiet der Urvölker Westeuropas, die wir unter dem Namen Iberer zusammenfassen, festzulegen. Dabei hat sich ergeben, daß wir als Heimat der Iberer die pyrenäische Halbinsel, die daher auch die iberische genannt wird, ansehen können, und daß das Iberische in ganz Gallien und Britannien heimisch war. In Schottland kann noch bis in die nachchristliche Zeit das Piktische als ein iberischer Dialekt nachgewiesen werden. Classen nimmt daher an<sup>2)</sup>, daß die Völker, die in der geschichtlichen Überlieferung als Iberer bezeichnet werden, und ihre Verwandten die Nachkommen der ältesten Bevölkerung sind, die nach dem Verschwinden des Renntiers und dem Erlöschen der Höhlenkultur, d. h. in der jüngeren Steinzeit, Westeuropa von neuem bevölkerten und besetzt hielten.

Das Ausbreitungsgebiet der Iberer fällt nun, was Europa betrifft, ungefähr zusammen mit dem Hauptausbreitungsgebiet der Megalithen; denn diese finden sich fast überall auf der iberischen Halbinsel, sodann in ganz Frankreich, mit Ausnahme des Rhônétals, und ganz besonders in Großbritannien. Aber auch Nordeuropa, in der norddeutschen Tiefebene von den Niederlanden bis zur Oder, in Dänemark und in Südschweden treffen wir Megalithen. Dies ist auffallend, wenn man bedenkt, daß ein unmittelbarer geographischer Zusammenhang zwischen dem westeuropäischen und nordischen Megalithengebiet nicht besteht, denn das nordöstliche Frankreich und Belgien sind frei von Megalithen. Da eine Verbreitung zu Schiff durch überseeische Verbindungen nach Classen (a. a. O. S. 52) unwahrscheinlich ist, wäre demnach der nordische Megalithenbau als selbständige Schöpfung anzusehen. Diese Ansicht könnte nach demselben Forscher dadurch gestützt werden, daß für den Norden nicht wie für Westeuropa die natürliche Felsenhöhle für den Megalithenbau das Vorbild gewesen sein kann, da diese, wie Classen meint, in der norddeutschen Tiefebene und Skandinavien fehlen; hier soll vielmehr der Megalithenbau auf die primitive nordische Wohnung, die Eskimohütte, zurückgehen, was aus der Form der flachen Hünenbetten und der sogenannten Riesenstuben mit den niedrigen Zugängen zu schließen wäre. Vielleicht braucht man aber auf eine derartige Zweiteilung in der Megalithenbautentwicklung nicht zurückzugreifen, hält doch Montelius<sup>3)</sup> überseeische Verbindungen zwischen England und Schweden während der Steinzeit für sehr wohl denkbar. Er sucht dies an dem Vorkommen von Steinkistengräbern in England und Schweden nachzuweisen und meint, daß sich früher längs der Nordseeküste andere merkwürdige Grabformen nach Dänemark und Schweden verbreitet haben, nämlich die Ganggräber und Dolmen. Das erste Ganggrab wurde nach Montelius im Norden 2500 Jahre und der erste Dolmen 3000 Jahre vor Beginn

<sup>1)</sup> Prof. Dr. Much: Deutsche Stammeskunde Leipzig, Göschen, 1905 S. 17

<sup>2)</sup> Dr. Classen: Die Völker Europas zur jüngeren Steinzeit Stuttgart 1912 S. 11 bis 13 (10. Bd. der Studien und Forschungen zur Menschen- und Völkerkunde, herausgegeben von G. Buschan)

<sup>3)</sup> Montelius: Der Handel der Vorzeit, Prähistorische Zeitschrift 2. Bd. 1910 4. Heft S. 256 fg.



unserer Zeitrechnung gebaut. Bereits 5000 Jahre können wir daher die Folgen eines Verkehrs zwischen Schweden und Westeuropa spüren. Wenn wir sonach auch an eine Beeinflussung des Nordens durch das westeuropäische Urvolk (Iberer) und damit an eine Übertragung der Megalithenbaukunst vom Westen nach Norden denken wollen, so können wir doch, abgesehen von anderen Gründen, in unserer Ansicht, daß die Iberer die Träger der Megalithenkultur gewesen sind, schwankend werden, wenn wir auf das Verbreitungsgebiet der Megalithen außerhalb Europas einen Blick werfen. Da zeigt sich uns denn, daß nicht nur in Nordafrika, das noch als iberisches Land in Anspruch genommen wird, sondern auch weiter nach Osten, in Palästina, Arabien, selbst in Vorder- und Hinterindien zahlreiche Megalithenbauten anzutreffen sind. In Japan werden noch heute torartige Pfeiler errichtet, die an die Trilithen (Dreisteine) von Stonehenge lebhaft erinnern. Auch in Amerika sind vorgeschichtliche Bauwerke megalithischer Konstruktion aufgefunden worden. Im Hinblick auf dieses weite Verbreitungsgebiet werden wir wohl kaum die Iberer als das Megalithenvolk betrachten können, sondern der Meinung Bastians zuneigen, daß das Errichten von Megalithen nicht an die Eigenart eines besonderen Volkes gebunden, sondern auf einen den Menschen gleichsam instinktiven Trieb zurückzuführen ist<sup>1)</sup>. Bastian sagt allgemein, auf einem gewissen Niveau der Geistesbildung soll sich die Gleichartigkeit der menschlichen Anschauungen darin äußern, daß für den Wunsch, die Erinnerung an ein wichtiges Ereignis, an eine bedeutende oder beliebte Person festzuhalten, dieselbe Form der Verwirklichung gefunden wird.

Gehen wir von diesem Grundgedanken aus, so werden wir aber auch annehmen können, daß nicht jedes Volk, jede Rasse, die einen solchen Kulturzustand durchmacht, die Megalithenkultur auf eine besondere Höhe zu bringen vermochte. Bei manchen Völkern werden uns daher wohl nur Ansätze und Spuren begegnen, während andere wegen ihrer besonderen Begabung auf diesem Gebiete die Megalithenbaukunst in hoher Weise entwickelten. Wir kommen damit auf die Iberer zurück und fragen uns, ob vielleicht dieses Urvolk, in dessen Gebiet wir gerade die hervorragendsten Typen der Megalithenkunst finden, als ein in dieser Beziehung besonders begabtes Volk anzunehmen ist, oder ob die indogermanischen Kelten diese Kultur erst ins Land brachten. Auf die Zeitfrage der Einwanderung werden wir später besonders eingehen, das aber können wir ohne weiteres feststellen, daß es die Indogermanen, mag ihre Urheimat in Mitteldeutschland<sup>2)</sup>, in Nordeuropa oder in Südrußland angenommen werden<sup>3)</sup>, vor ihrer Ausbreitung nach Süden, Westen und Osten wohl kaum zu

---

<sup>1)</sup> Classens Bemerkung a. a. O. S. 73 sei hier mitgeteilt: „Daß auch in Syrien, Arabien, Indien und auf Madagaskar Grabkammern aus rohen Steinblöcken gebaut worden sind, beweist, daß derselbe Gedanke bei sehr verschiedenen Völkern verwirklicht worden ist, bei denen man an Verwandtschaft gar nicht denken kann.“

<sup>2)</sup> Much, a. a. O. S. 17

<sup>3)</sup> Ich gebe hier zur Orientierung die Anmerkung Classens, der die Heimat der Indogermanen nach Südrußland verlegt, im Auszug wieder (a. a. O. S. 67): „Seitdem die frühere Lehre, wonach die Indogermanen aus Asien stammen sollen, nicht mehr ernstlich aufrecht erhalten wird, haben wohl die meisten namhaften Forscher die Urheimat nach Norddeutschland einschließlich der jütischen Halbinsel oder gar nach Schweden verlegt; so Ludwig Wilser: Die Germanen (Heidelberg 1903), August Hedinger (Korrespondenzblatt 1899), Gustaf Kossinna: Die indogermanische Frage archäologisch beantwortet (Ztsch. für Ethnologie 1902), H. Hirt: Die Indogermanen, ihre Urheimat und Verbreitung (Straßburg 1905), Karl Penka und Matthäus Much: Die Zeitverhältnisse sprachgeschichtlicher und urgeschichtlicher Erscheinungen (Korrespondenzblatt 1905), um nur einige



einer bedeutenden Höhe auf dem Gebiete des Megalithenbaues gebracht haben, denn in diesen Gebieten finden sich keine derartigen Bauten, die mit den großartigen Westeuropas wetteifern können, ja die meisten Gebiete sind überhaupt frei von Megalithen. Classen meint sogar (a. a. O. S. 49), daß bei den Indogermanen der Steinzeit von der Kunst, solche Bauten astronomisch zu orientieren — eine Kunst, die besonders bei Stonehenge auffallend zutage tritt — keine Spur zu finden ist.

Wir dürfen nicht unerwähnt lassen, daß einzelne Forscher im Hinblick auf die Urheimat der Indogermanen in Nordeuropa gerade die Germanen als Träger der megalithischen Kultur ansehen. So meint L. Reinhardt<sup>1)</sup>, daß in der späteren neolithischen Zeit vom westbaltischen Gebiet, d. h. vom westlichen Norddeutschland, Dänemark und Südschweden aus, die megalithische Kultur ausgegangen sei, und daß es Vorfahren der späterern Germanen waren, die von der Mitte des dritten vorchristlichen Jahrtausends an als ein wagemutiges und willensstarkes Volk diese Kultur bis nach Spanien, ja über Nordafrika hinaus bis nach Syrien hinein brachte. Ihre damaligen Züge wären zu vergleichen mit dem Vordringen der Wikinge, die 3000 Jahre später ihre ursprüngliche Heimat, d. h. Südschweden, Jütland und die westlichen Ostseegebiete verließen und voll Kampfesmut und Beutegier ein Land nach dem andern in Besitz nahmen und sich nach der Eroberung als ein Herrengeschlecht ansässig machten.

Ähnlich äußert sich W. Pastor<sup>2)</sup>: „In großen Zügen schildern diese Werke (Megalithenbauten), wie die im Norden geklärte und gestählte germanische Rasse ihre ersten Fahrten in die Welt gewagt hat. Der nordeuropäischen Küste folgend, gewann man zunächst das britische Gebiet. Die Westküste Frankreichs und die Pyrenäenhalbinsel brachte den Hauptstrom an das Mittelmeer, dessen Inseln und Küsten genommen und von immer neuen Schwärmen besetzt wurden. Kleinasien folgte, und schließlich war die südasiatische Küste selbst erschlossen von diesen nie ganz versiegenden Zügen vom Norden.“

Freiherr von Lichtenberg läßt die kulturell bedeutendsten Urarier (Indogermanen) ursprünglich in Spanien heimisch sein. Ihre Grabbauten, die Dolmen, weisen nach, daß sie von Spanien aus nach Afrika übersetzten und sich dann auf weiten Zügen nach Osten bis nach Indien ausbreiteten. Andere Teile dieser Urarier zogen durch Frankreich, erreichten England und gelangten bis zum Norden Europas, wo sie als Urväter der Germanen ihre Kultur lange Zeiten hindurch rein erhielten. Den Germanen war es dann vorbehalten, die uralt-arische Kultur weiter zu entwickeln und später im Süden Europas, wo die arische Kultur durch Mischungen mit anderen Rassen gefährdet wurde, blutauffrischend zu wirken<sup>3)</sup>.

Es ist hier nicht möglich, auf die verschiedenen Ansichten und Hypothesen näher einzugehen. Die ungemein reiche Literatur gibt Näheres über diesen Gegenstand. Jedenfalls können wir wohl aus dem kurzen Überblick schließen, daß sich in der Hauptsache zwei Ansichten gegenüberstehen: nach der einen ist die Megalithenkultur Westeuropas eine indogermanische, nach der andern gehört

---

der wichtigsten zu nennen. — Für die südrussische oder pontisch-kaspische Urheimat tritt außer Schrader vor allem Friedrich Ratzel ein.“

<sup>1)</sup> Dr. Ludwig Reinhardt: *Der Mensch zur Eiszeit in Europa*, München 1906, S. 335 fg.

<sup>2)</sup> Willy Pastor: *Altgermanische Monumentalkunst*, Leipzig 1910, S. 9 fg.

<sup>3)</sup> Prof. Dr. Frh. v. Lichtenberg: *Die Arier und ihre Kultur*, im „*Volkserzieher*“ 1914 18. Jg. Nr. 3 S. 23 fg.



sie den Iberern an, die vor dem Eindringen der indogermanischen Kelten in die westlichen Gebiete Europas diese Länder als eine nichtindogermanische westeuropäische Bevölkerung besetzt hielten.

Inwieweit Stonehenge dazu beitragen kann, die eine oder die andere Ansicht zu stützen, wird uns im folgenden bei der Frage nach dem Ursprung dieses Bauwerks näher beschäftigen.

## II

Stonehenge liegt ungefähr 28 km südlich von Avebury. Beide sind Werke aus Glanzzeiten megalithischer Baukunst und bilden den Stolz der Grafschaft Wiltshire, des Herzens Südens. Aus dem auffallend nahen Zusammenliegen dieser beiden monumentalen Megalithenbauten könnte man auf eine enge bauliche Beziehung zu einander schließen. Dem ist aber nicht so. Eine hohe Wand trennt die Baukunst Aveburys von der von Stonehenge. Um dies zu erklären, wird man annehmen müssen, daß lange Zeiträume zwischen der Vollendung beider Bauten liegen. Andere Zeiten haben andere bauliche Ausdrucksformen, andere Stile. Aveburys Baustil erscheint primitiver als der von Stonehenge; denn er stellt die geometrischen Formen des Kreises und der geraden Linie einfacher und sinnfälliger als Stonehenge dar. Stonehenge ist komplizierter im Grundriß, es gibt außer dem Kreis und der geraden Linie eine neue geometrische Form, die des Hufeisens, und verwendet diese bei dem Hauptstück der Anlage, dem Trilithen-(Dreistein-)Bau. Aber nicht allein im Grundriß zeigt sich das höhere Alter Aveburys, vor allem weist die völlig von einander abweichende Behandlung des Steinmaterials darauf hin. Zu Aveburys Riesenkreisen und -Alleen brach man gewaltige Steinplatten aus der Wiltshire früher überall bedeckenden Sandsteinschicht, dem Sarsengestein, und richtete diese ungefügten Blöcke mit ungeheurer Mühe in Kreis- und Reihenform auf. Die Erbauer von Stonehenge waren bereits Baukünstler. Ihren Zwecken genügten die Steinplatten nicht mehr. Sie gaben ihnen eine Pfeilerform, glätteten die Oberflächen und verwendeten den Steinverband, indem sie Steinbalken auf Pfeiler auflegten und durch Zapfen und Höhlungen miteinander in Zusammenhang brachten. Kein anderes Megalithendenkmal weist vollendetere Formen des Megalithenstils auf. Stonehenge ist die reifste Schöpfung dieser Baukunst.

Avebury liegt im Tale, Stonehenge auf der Höhe. Es kann daher nicht wundernehmen, daß Avebury keine oder nur schwer entzifferbare astronomische Orientierungen zeigt<sup>1)</sup>, während sich bei Stonehenge Orientierungsbeziehungen zur Sonne förmlich aufdrängen. Bei der Besprechung von Avebury konnten wir eine Deutung der Steinkreise und -Alleen allein aus dem Grundriß und der topographischen Lage des Bauwerks heraus versuchen, Stonehenge dagegen kann ohne Berücksichtigung seiner astronomischen Orientierung nicht verstanden werden.

Schließlich weisen die Umgebungen beider Megalithenbauten auf verschiedene Bauzeiten hin. Von einem so gewaltigen Tumulus wie Aveburys Silbury-Hügel finden wir nichts bei Stonehenge. Hier scheint infolge der ungemein reichen Zahl kleiner Tumuli, die als Grabstätten erkannt sind, das Gebiet ringsum als ein vorgeschichtliches Gräberfeld größten Stils. Die hierdurch entstehende gewisse Einförmigkeit wird belebt durch die merkwürdige Anlage des vor-

<sup>1)</sup> Siehe den Aufsatz über Avebury Heft 13 bis 15 (1914)



genannten „Cursus“, einer, wie wir sehen werden, großen Rennbahn. Auch Spuren einer zweiten Rennbahn haben sich hier erhalten. Derartige Anlagen sind Aveburys Umgebung völlig fremd.

Man hat gemeint, Stonehenge sei erbaut, um mit Avebury zu rivalisieren. Ist das richtig, so gelang den Stonehenge-Leuten ein Bau, der Avebury an kunstvoller Durchbildung zweifellos bei weitem übertraf. Sie gaben jedoch ihrem Bauwerk nicht die gewaltigen Dimensionen, die wir an Avebury bewundern müssen.

Um nach Stonehenge zu gelangen, wählen wir als Ausgangsort die südlich von Stonehenge im Tale des Avon belegene Stadt Salisbury. Obwohl wir uns noch ungefähr 12 km von unserem Megalithenbau entfernt befinden, beginnt doch bereits hier, man kann sagen, der Bannkreis von Stonehenge; werden wir doch Beziehungen zwischen der Spitze des Turmes der Kathedrale von Salisbury und Stonehenge selbst kennen lernen. Unser Weg führt uns in nördlicher Richtung zunächst nach Old Sarum, eine, wie wir später sehen werden, ebenfalls mit Stonehenge zusammenhängende Anlage. Old Sarum ist das größte verschanzte Lager Englands und wurde von den Römern unter dem Namen Sorbiodunum als Militärlager ausgebaut. Die vielen von hier aus strahlenförmig verlaufenden, noch heute in ihren Spuren erkennbaren, fast schnurgeraden Römerstraßen zeigen die Bedeutung dieses Castrum. In nachrömischer Zeit erhob sich auf den Erdwerken eine sächsische Stadt. 1258 wurde die hier befindliche Kathedrale nach Salisbury verlegt. Old Sarum stellt sich heute als ein umfangreicher terrassenförmig ansteigender Hügel am Avon dar und bietet eine weite Fernsicht auf Salisburys Umgebung bis hin nach Stonehenge. Zurzeit finden Ausgrabungen der mittelalterlichen Befestigungswerke von Old-Saresbyri, wie es damals hieß, statt.

Wir steigen in das Tal des Avon hinab, verfolgen das linke Ufer des Fließchens bis zur kleinen Siedlung Upper Woodford und steigen nun auf die Hügel der Salisbury Plain. Hiermit treten wir in den weiten Gräberbezirk von Stonehenge ein, denn ringsum erheben sich kleine Tumuli in großer Zahl. Je mehr wir uns Stonehenge auf der einförmigen, schwach gewellten Hochebene nähern, um so häufiger werden die Tumuli. Sie sind in Gruppen und Reihen nebeneinander angeordnet. Stukeley, dessen eingehende Beschreibung von Avebury aus dem Anfang des achtzehnten Jahrhunderts wir bereits kennen lernten, hat gegen 500 solcher Tumuli im Umkreis von  $2\frac{1}{2}$  km um Stonehenge gezählt. Von der Fülle der in nächster Nähe von Stonehenge befindlichen Tumuli gibt Abb. 1 eine Vorstellung.

Wenn die scharfe Silhouette von Stonehenge<sup>1)</sup> über den kahlen Hügeln sichtbar wird, überrascht zunächst die Zierlichkeit des Bauwerks. In der Nähe erst tritt die Riesenhaftigkeit der Steinklötze, die das pfeilerartige Bauwerk bilden, in die Erscheinung. Auf der freien Ebene fehlte der Vergleichsmaßstab. Das Bauwerk macht den Eindruck einer Ruine. Viele Pfeiler sind im Laufe der Zeit umgefallen und liegen teilweise zerbrochen am Boden. Der Bruch trat

<sup>1)</sup> Der Name „Stonehenge“ wird verschieden erklärt: „Hängende Steine“, wobei an die Auflagesteine gedacht wird, „Ort der hängenden Steine“ gleichbedeutend mit „Stein-Galgen“ wegen der Ähnlichkeit der Trilithen mit Galgen, „Steine des Hengist“ (Stone-Hengest), eines der Begründer der angelsächsischen Herrschaft in Britannien (um 450 n. Chr.). Daneben finden sich in früherer Zeit folgende Schreibarten: Stanenges, Stanhenges, Senhange, Stanhengues, Estanges, Estanhangués, Stanhenge, Stanhenges, Stonhenge, Stonege, Stone Hengles, Stonage, Stoneheng, Stonendge. Näheres über den Namen gibt W. Long: Stonehenge and its barrows im „Wiltshire Magazine“ vol. XVI 1876 Seite 1fg.







wohl immer ein, wenn ein Stein auf einen andern hinauffiel. Immerhin befinden sich aber noch so viel Bauteile in ihren ursprünglichen Stellungen, daß es nicht schwer ist, sich ein ungefähres Bild von dem einstigen Urzustande zu entwerfen. Auch die mit dem eigentlichen Rundbau nicht unmittelbar zusammenhängenden Teile der ganzen Anlage sind noch gut zu erkennen.

Wir haben drei verschiedene Bauteile zu unterscheiden: das eigentliche Steindenkmal, bestehend aus verschiedenen Pfeilerstellungen in Kreis- und Hufeisenform, sodann die Wall- und Grabenanlage, die in einer gewissen Entfernung vom Steindenkmal in Kreisform um dieses verläuft, und drittens die „Avenue“, d. i. eine symmetrisch zur Achse des Bauwerks vom Wall- und Grabenrand ausgehende und von Erdanschüttungen eingeschlossene Straße, in der sich die beiden „Außensteine“ (der „Schlacht“- und der „astronomische Stein“) befinden. Dies alles ist unter dem Namen Stonehenge zusammenzufassen.

Das eigentliche Steindenkmal bestand ursprünglich aus zwei konzentrischen Steinkreisen, die zwei hufeisenförmig gestaltete Pfeilerstellungen und einen Zentralstein einschlossen. Diese einzelnen Teile weisen untereinander große Verschiedenheiten auf. Die folgende Erklärung gewinnt an Deutlichkeit, wenn wir Abb. 2, die nach einem Modell gefertigt ist, betrachten (s. Beilage). Da sehen wir zunächst einen äußeren Steinkreis, gebildet aus 30 aufrecht stehenden pfeilerartigen Steinen rechteckigen Querschnitts von je 3,80 m Höhe, 1,10 m Dicke und 1,80 m Breite. Der lichte Zwischenraum zwischen jedem Stein beträgt rd. 1,30 m. Auf diesen Steinen liegt ein Kranz von 30 Auflagesteinen von je 3,14 m Länge, 0,90 m Höhe und 1 m Breite. Die Auflagesteine sind so mit den Pfeilern verbunden, daß man den letztgenannten auf der Oberfläche zwei Erhöhungen (Zapfen) gab, denen zwei Vertiefungen auf der Unterseite der Auflagesteine entsprechen. Außerdem stießen die Auflagesteine jedenfalls nicht überall mit glatten Endseiten aneinander, sondern griffen mit Vorsprüngen und Vertiefungen in Dreiecksform ineinander. Diese Verzapfung ist jedoch nur noch schwer zu erkennen und kommt deshalb bei dem Modell nicht zum Ausdruck. Der Steinkreis macht den Eindruck eines dreißigtorigen Eingangsbaues, bei dem kein Tor vor dem andern bevorzugt ist. Jedes hat die gleichen Abmessungen. Die Pfeiler sind nach der Innenseite zu bearbeitet, daher für einen Anblick von der Mitte aus berechnet. Der vom Kreise eingeschlossene Raum hat einen Umfang von rd. 99 m, einen Durchmesser von rd. 31,4 m (Pfeilermitte zu Pfeilermitte) und eine Fläche von rd. 770 qm. Das Material des Steinringes ist das „Sarsen“-Gestein, das in Wiltshire und sonst in Südengland häufig vorkommt und auch als Material zu den Steinringen und Steinalleen von Avebury gedient hat. Sarsen ist eine Sandsteinart, die in Plattenform auf dem kalkigen Urgestein aufliegend angetroffen wird und wahrscheinlich aus sandigen Lehmen entstanden ist. Besonders reich an diesem Gestein ist das nördliche Wiltshire, wo z. B. bei Clatford sich gleichsam ein Strom von Sarsenblöcken in einer Talsenke entlang windet.

Im Abstand von 3 m von der Innenseite des äußeren Steinkreises aus verlief ein kleinerer Kreis aus wahrscheinlich 30 Steinen. Die Abbildung des Modells zeigt, daß die Pfeiler dieses Kreises aus kleinen, ungefähr 1,80 m hohen Steinen bestanden. Auflagesteine waren nicht vorhanden. Dieser Kreis macht im Verhältnis zu dem äußeren Steinkreis den Eindruck von schmückendem Beiwerk. Das Material dieses und des innersten hufeisenförmigen Kreises ist auffallenderweise nicht das Sarsen-Gestein, sondern ein harter bläulicher Stein (blue stone), dessen Herkunft zweifelhaft ist. Dies Gestein steht in keinem



Zusammenhang mit den geologischen Formationen Südenglands. Zwei der Pfeiler bestehen aus Porphyr (früher „Hornstein“ genannt), zwei aus tonartigen Sandsteinen, alle übrigen aus mehr oder weniger porphyrischem Diabas. Man hat angenommen, daß diese Gesteinsarten in Form kleiner Blöcke als Geschiebesteine der Eiszeit in die Gegenden Südenglands verfrachtet wurden und hier als besonders wertvolles Material zum Bau von Stonehenge sorgfältig gesammelt und benutzt worden sind. Andere glauben, daß die Steine von den Stellen, wo sie in größeren Mengen vorkommen, d. i. Wales und die Bretagne, mit großer Mühe hierher geschafft wurden.

Wir kommen nun zu dem interessantesten Bauteil, zur Pfeilerstellung der Trilithen. Sie bilden den Kern der Anlage und bestehen aus fünf torartigen Dreisteinen. Ihre Aufstellung geschah in Gestalt eines Hufeisens. Wegen dieser Form liegt das Trilithengebilde nicht konzentrisch zu den beiden äußeren Steinringen. Es weicht bewußt von der Kreisgestalt der äußereren Anlage ab und gibt dem Bauwerk zugleich eine scharf zu bestimmende Achsrichtung. Der Vergleich mit einem Hufeisen ist noch weiter zutreffend. Wie dieses in der Mitte am stärksten ist und nach beiden Enden zu schwächer wird, so erhebt sich der mittelste Trilith zu größter Höhe, die sich zu beiden Seiten anschließenden stufen sich dann derart ab, daß die Höhen der einander gegenüberliegenden gleich sind. Die beiden niedrigsten Trilithen, die die beiden Enden des Hufeisens bilden, überragen bereits die Höhe des großen äußeren Torkreises. Die Pfeiler der niedrigsten Trilithen sind je 5 m hoch, 2,4 m breit und 1,2 m dick; die Auflagesteine sind je 5,2 m lang, 0,8 m hoch und 1,2 m dick. Dann folgen die beiden mittleren Trilithen mit einer Pfeilerhöhe von 5,2 m, 2,15 m Breite und 1,2 m Dicke. Die Auflagesteine sind je 4,8 m lang, 1,1 m hoch und 1,1 m dick. Der mittelste und höchste Trilith ist 6,8 m hoch, 2,3 m breit und 1,2 m dick; der Auflagestein hat 4,6 m Länge, 1,1 m Höhe und 1,4 m Dicke. Die angegebenen Höhenmaße beziehen sich auf Höhen über dem Erdboden. Einschließlich der Auflagesteine ragen die Trilithen 5,8 m, 6,3 m und 7,9 m über dem Boden empor. Die Massigkeit eines jeden wird dadurch erhöht, daß die beiden Pfeiler dicht beieinander stehen und kaum einen Durchgang gewähren. Man sieht daraus, daß diese Gebilde nicht als Torgebäude erbaut wurden, ihre Gestalt erinnert nur an ein Tor. Ähnlich hohe Trilithen sind in Arabien gefunden worden. Ein Reisender erzählt, daß er beim Durchgang auf einem Kamele sitzend mit erhobener Hand noch nicht den Auflagestein berühren konnte. Solche gewaltigen Trilithen werden aber wohl die Ausnahme bilden. Der eine noch stehende Pfeiler des größten Trilithen von Stonehenge ist mit Ausnahme der „Nadel der Kleopatra“ in London der größte Monolith Englands. Das Material der Trilithen von Stonehenge ist wieder Sarsen-Gestein. Die Bearbeitung geschah auf der Innenseite der Steine; die nach außen gerichteten Stellen haben teilweise ihre unregelmäßigen Formen behalten oder sind nur ganz roh behauen worden. Bemerkenswert ist, daß die Auflagesteine etwas geschwungene Formen erhalten haben, die sich der Hufeisenform gut anschmiegen.

Ungefähr 1,1 m von der Innenseite der Trilithen entfernt stand, der Hufeisenform folgend, eine Reihe aus ungefähr 17 Steinen, deren jeder eine Höhe von rund 2,3 m hatte. Von dem Material (blue stone) haben wir bereits gesprochen.

Etwa im Schwerpunkt des Trilithen-Hufeisens, der mit dem Mittelpunkt der Rundanlage nicht identisch ist, stand oder lag der sogenannte „Altarstein“. Abbildung 2 zeigt ihn aufgerichtet. Er besteht abweichend von dem Sarsen- und







Wallrund keinen Steinkreis, sondern nur zwei sich genau gegenüberliegende Sarsensteine und zwei kleine Tumuli. Abbildung 7 gibt die eigenartige Lage dieser vier bemerkenswerten Punkte wieder. Die Entfernungen zwischen Sarsenstein und Tumulus sind in beiden Fällen gleich dem Durchmesser der Hauptanlage.

An der nordöstlichen Öffnung des Wallrandes liegt auf, oder vielmehr zum größten Teil im Erdboden, der sogenannte Schlachtstein (slaughter stone). Seine

nordöstliche Spitze berührt ungefähr die über die freie Stelle fortgesetzte Kreislinie der Wallkrone. Bei einer Länge von 6,1 m und Breite von 2,1 m sind seine Längsseiten sauber und glatt bearbeitet. Am nordöstlichen Ende bemerken wir eine Reihe eingemeißelter Löcher, die nach Schuchhardt den Anschein erwecken, als habe man dieses Ende giebelförmig zurichten wollen. Da die Breitseiten bearbeitet sind, die Oberfläche aber rauh und uneben ist, vermutet Schuchhardt eine Bearbeitung der jetzt nach unten liegenden Fläche. Diese wäre demnach früher die Front gewesen. Denkt man sich nun den Stein aufgerichtet, was nach Schuchhardt (a. a. O. S. 304) „bisher immer noch alle vernünftigen Leute getan“ haben, so wird sein südwestliches Ende, das breit und geradlinig endet, als Fuß anzunehmen sein, während das nordöstliche Ende wegen der beabsichtigten giebelförmigen Zurichtung die Spitze gebildet hätte. Die bearbeitete Fläche

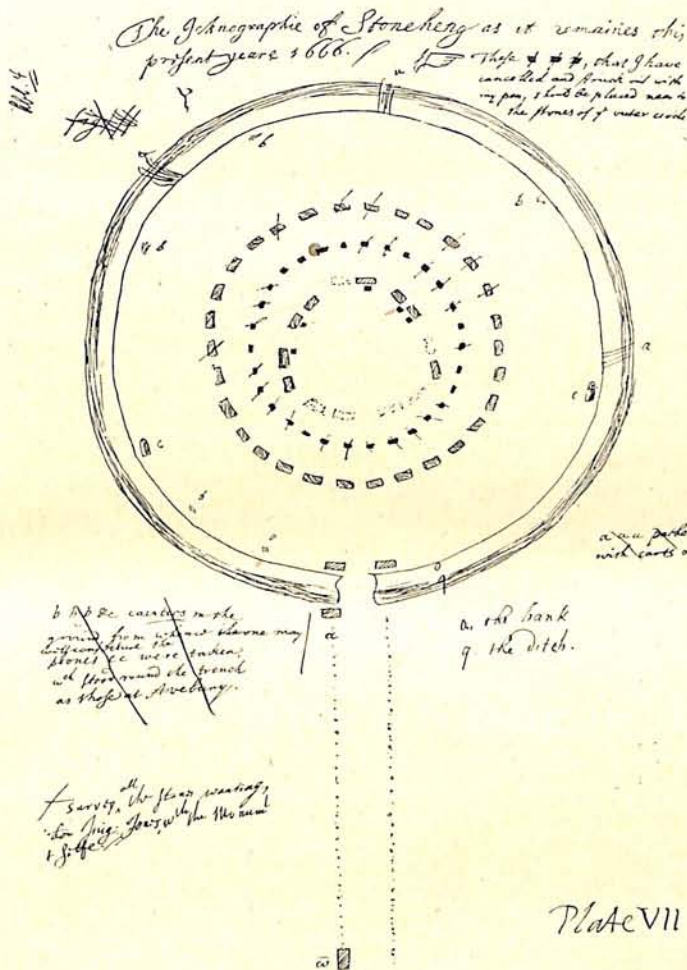


Abb. 8 Aubreys Plan von Stonehenge aus dem Jahre 1666 (Aus „Wiltshire Magazine“ 1876)

wäre dann der Hauptanlage ab- und dem „astronomischen“ Stein zugewendet gewesen. Dies würde eine enge Zusammengehörigkeit dieser beiden oben als „Außensteine“ bezeichneten Steinpfeiler ergeben. Während der Schlachtstein noch zum zweiten Bauteil zu rechnen ist, gehört der astronomische Stein ganz dem dritten, der „Avenue“ an. Diese besteht aus einer ungefähr 20 m breiten, von Erdwällen und Gräben eingeschlossenen freien Straßenanlage, die im Zuge der Achsrichtung der Hauptanlage in nordöstlicher Richtung ungefähr 600 m geradlinig verlief und sich dann in zwei Arme teilte. Der eine schlug eine nördliche, der andere eine südöstliche Richtung ein, s. Abb. 1. Jetzt sind die Spuren der Avenue noch ungefähr 400 m vom Wallrund aus



erkennbar. Der astronomische Stein steht nur rd. 36 m vom Schlachtstein aus entfernt in der Avenue. Seine Stellung ist dadurch besonders bemerkenswert, daß er sich nicht in der Avenue-Achse, sondern ungefähr 1 m südlich von dieser befindet. Er neigt sich etwas zur Hauptanlage zu und ist auf allen Seiten stark verwittert. Seine giebelförmig zugerichtete Spitze ragt rd. 4,6 m über dem Erdboden empor.

Soweit das Gesamtbild. Ob wir damit das ursprüngliche Bild in allen Teilen richtig erfaßt haben, steht allerdings dahin. Das hat zunächst seinen Grund in der schwierigen Deutung der beiden Außensteine. Waren dies die beiden einzigen Steine in der Avenue? Sind sie etwa bloß Reste einer vielleicht nicht einmal vollendeten Steinanordnung in Form einer Steinallee, wie sie Avebury zeigt? Der englische Archäologe Arthur John Evans neigt dieser Ansicht zu, während Schuchhardt die beiden Steine für Ueberbleibsel eines älteren Steinkreises hält. Bei der letzteren Annahme wäre daran zu denken, daß dieser Steinkreis „neben Stonehenge noch fortbestanden hätte, oder beim Bau von Stonehenge zum größten Teil abgetragen wäre oder gar den Beginn des Stonehenge-Baus anzeigte, den man nachher an etwas höherer Stelle wirklich ausgeführt hätte. Zwei Steinkreise finden sich ja auch in Avebury dicht nebeneinander und im nördlichen England und in Schottland gelegentlich sogar ihrer drei oder vier“. Das ist richtig; diese Deutung setzt aber voraus, daß dann die Avenue ebenfalls späteren Datums ist, da ein derartiger zweiter Kreis nicht in den 20 m breiten Raum der Avenue hineingepaßt hätte. Eine dritte Möglichkeit ergab sich uns unter Beachtung der erwähnten eigenartigen Lage der beiden Steine zur Achse der Avenue. Die Eigenart kommt darin zum Ausdruck, daß die Steine im Abstand von ungefähr 1 m aus der Achse aufgestellt wurden, nicht aber in dieser selbst. Die Vermutung liegt nahe, daß entsprechende Steine im gleichen Abstand von der Achse nach der andern Seite zu errichtet oder projiziert waren, so daß dadurch eine rd. 2 m breite Gasse entstanden wäre. Der älteste Plan von Stonehenge, den wir Aubrey aus dem Jahre 1666 verdanken, gibt diesem Gedanken bereits Ausdruck. Auf diesem Plan ist die Gasse durch zwei punktierte Linien angedeutet (Abb. 8). Aubrey zeichnet sogar am Wallrund bei Beginn der Gasse noch zwei jetzt verschwundene Steine, die diese Deutung vortrefflich stützen. Es ist leicht anzunehmen, daß ebenso wie diese beiden Steine auch die den beiden Außensteinen entsprechenden Steine im Laufe der Jahrtausende verschwunden sind. Über den vermutlichen Zweck einer solchen Gasse werden wir im Abschnitt III dieses Aufsatzes Näheres mitteilen.

Wir müssen uns ferner die Frage vorlegen, ob die beiden Sarsenblöcke und die beiden Tumuli am Wallrund die einzigen Steine usw. am Wall waren, oder ob wie bei Avebury der ganze Fuß des Walles mit einem Steinring besetzt war. Diese Frage ist wegen des mangelnden Zeugnisses aus früheren Zeiten nicht mit Sicherheit zu beantworten. Wahrscheinlich ist jedoch, daß ein Wallsteinkreis nicht bestand, denn es ist kaum anzunehmen, daß bis auf zwei Blöcke alles übrige vollständig verschwunden wäre. Überdies ist die Lage der Tumuli und Sarsenblöcke so eigenartig, daß es ein noch größerer Zufall wäre, wenn sich gerade nur diese als Reste erhalten hätten. Auf die Besonderheit der Anordnung werden wir bei der Orientierung des Bauwerks ausführlich zu sprechen kommen.

Was drittens Schwierigkeiten macht, das ursprüngliche An<sup>4</sup>litz von Stonehenge zu rekonstruieren, ist der Zentralstein der ganzen Anlage, der Altarstein.



Diente er wirklich als Altar, oder ist er jetzt nur durch Sturz in seine Lage am Boden gekommen und stand er früher aufrecht? Im letzteren Falle konnte er natürlich nicht gut als Altar errichtet sein, sondern eher als Grabstele. Diese Deutung ist jüngsten Datums und von Schuchhardt gegeben worden. Vorher hat man ihm allgemein als Altarstein angesehen. Was spricht nun gegen den Altar? Schuchhardt gibt verschiedene Gründe an. Er meint, als Altar wäre dieser Stein zu lang und zu schmal. Bei einem Opfer mußten die Opferstücke zu beiden Seiten des nur 1 m breiten Steines überfallen. In der Tat könnte man als Altar eher eine Steinplatte als einen Obelisk vermuten. Sodann ist die Oberfläche des Steines rau und schwach bearbeitet. Bei einem so sorgfältig aufgeführten Bau müßte man erwarten, daß gerade diesem Altar-Opferstein eine besondere Glättung auf einer Oberfläche zuteil geworden wäre. Außerdem weist Schuchhardt nach, auf welche Weise der Fall dieser Grabstele zustande kam. Er nimmt an, daß bei dem Sturze des größten Trilithen auch die Stele zu Fall kam, wodurch erst die eigenartige Lage, die zur Deutung als Altarstein führte, hervorgerufen wurde. Dieser, man kann sagen klassische Fall soll wie folgt stattgefunden haben. Die Stele stand, wie auf dem Modell (Abb. 2) sichtbar ist, vor dem großen Trilithen. Ein Südweststurm drückte den Trilithen in der Richtung auf die Stele zu. Dabei wurde der nördliche Pfeiler durch einen kleinen Blausteinpfeiler des innersten Steinkreises aufgehalten. Dadurch geriet der Auflagestein des Trilithen in drehende Bewegung, löste sich von seinen Trägern, packte die Stele am Kopf und riß sie im Fallen mit zur Erde. Der südliche Trilithenpfeiler fiel dann schließlich auf die am Boden liegende Stele und zerbrach dabei in zwei Teile. „Das Bild ist so klar“, sagt Schuchhardt, „daß seine Deutung wohl kaum bezweifelt werden kann“. Abb. 5 unserer Beilage zeigt den flach am Boden liegenden Altarstein von NO aus, rechts den Auflagestein, kenntlich an der einen Aushöhlung für den Zapfen auf dem nördlichen Trilithenpfeiler, und links den Kopf des südlichen Trilithenpfeilers von vorn gesehen. Im Hintergrunde in der Mitte steht der im Sturze durch einen kleinen Blausteinpfeiler aufgehaltene, nördliche Trilithenpfeiler. Abb. 6 unserer Beilage zeigt dieselbe Stelle von NW aus. Der Beobachter steht auf dem Altarstein und schaut nach NO in der Richtung der Bauwerksachse. Der quer vorliegende Stein ist der herabgefallene Auflagestein, rechts auf dem Bilde ist der kleine Blausteinpfeiler erkennbar, gegen den sich der nördliche Trilithenpfeiler lehnte. Wir werden uns dieser ungezwungenen Erklärung Schuchhardts wohl anschließen können. Auffallend ist jedoch, daß der Altarstein jetzt ungefähr symmetrisch zur Achse des Bauwerks liegt, in der er ursprünglich gestanden haben soll. Nimmt man einen glatten Fall der Stele an, so wird der Stein, am Kopf gepackt, um die Stelle als Drehpunkt fallen, wo er aus der Erde herauskommt. Da er nun vermutlich mit  $\frac{1}{4}$  seiner Länge in der Erde steckte, müßte er jetzt, von Süden aus gestoßen, nicht unbeträchtlich nach Norden über die Achsrichtung hinaus liegen, er liegt aber tatsächlich ungefähr symmetrisch zur Achse. Ob diese Überlegung die Annahme Schuchhardts zu erschüttern vermag, kann nicht ohne weiteres entschieden werden. An eine spätere Verschiebung des Steins in südlicher Richtung wird kaum zu denken sein, da auf ihm seit dem Sturze die Last eines Trilithenpfeilers und des Auflagesteins ruht.

Der nördliche Pfeiler des großen Trilithen hat bis zum Jahre 1901, in dem die Aufrichtung erfolgte, seine schräge Lage beibehalten und heißt deshalb



noch jetzt der „schrägstehende“ Stein (leaning stone). Alle früheren Darstellungen von Stonehenge zeigen ihn in seiner schrägen Stellung, so die vom Jahre 1829 (Abb. 3 unserer Beilage), während Abb. 4, die 1901 aufgenommen wurde, ihn bereits in senkrechter Stellung wiedergibt.

(Fortsetzung folgt)

## Über die Abhängigkeit des kurzwelligen Endes des Sonnenspektrums von der Höhe über dem Meeresspiegel

Die allgemein bekannte Tatsache, daß die Wirkungen der ultravioletten Sonnenstrahlung mit zunehmender Höhe über dem Meeresspiegel, sowie mit abnehmender Zenitdistanz der Sonne zunehmen, läßt zur Erklärung zwei Annahmen zu, nämlich einmal eine Zunahme der Intensität der einzelnen vorhandenen Wellenlängen, zweitens ein Hinzutreten von Strahlen kürzerer Wellenlängen. Das Vorhandensein der erstgenannten Ursache ist seit längerer Zeit experimentell festgestellt worden; über das Zutreffen der zweiten Annahme gingen die Meinungen der Forscher bisher auseinander. Cornu war auf Grund von Messungen, die er im Jahre 1879 angestellt hatte, sowie durch von ihm ausgemessene Spektralaufnahmen, die Simony 1889 angefertigt hatte, zu der Überzeugung gelangt, daß mit zunehmender Höhe die Grenze des Sonnenspektrums weiter ins Ultraviolett hineinrücke. Die kürzesten Wellenlängen, die auf diesen Spektrogrammen noch eine Lichtspur hinterlassen hatten, werden aus der folgenden Übersicht erkennbar:

Ort der Beobachtung	Höhe über dem Meere	Kürzeste Wellenlänge	Beobachter
Courtenay . . . . .	170 m	294,8 $\mu\mu$	Cornu
Riffelberg . . . . .	2570 „	293,2 „	„
Teneriffa . . . . .	3700 „	292,2 „	Simony-Cornu

Ganz im Gegensatz zu Cornu fanden Miethe und Lehmann (1909) selbst bei einem Höhenunterschiede von etwa 4500 m keine merkliche Verlängerung des ultravioletten Sonnenspektrums. Sie beobachteten folgende Endwellenlängen:

Ort der Beobachtung	Höhe über dem Meere	Kürzeste Wellenlänge
Berlin . . . . .	50 m	291,26 $\mu\mu$
Assuan . . . . .	116 „	291,24 „
Zermatt . . . . .	1620 „	291,36 „
Gornergrat . . . . .	3136 „	291,10 „
Monte Rosa . . . . .	4560 „	291,21 „

Nach diesen Beobachtungen von Miethe und Lehmann, die um etwa 1  $\mu\mu$  weiter ins Ultraviolett vorgedrungen sind als Cornu und Simony, reicht das Sonnenspektrum im Hochgebirge nicht weiter ins Ultraviolett hinein als bei günstigen Verhältnissen in der Tiefebene. Die von Cornu gefundenen Unterschiede beruhen vermutlich darauf, daß die Intensität der einzelnen ultravioletten Strahlen, zumal am äußersten Ende, mit der Höhe erheblich steigt.

Die Unstimmigkeit zwischen diesen beiden Ergebnissen veranlaßten Herrn Albert Wigand angesichts der großen Bedeutung, welche gerade die Kenntnis des äußersten Sonnen-Ultravioletts für aerophysikalische und astrophysikalische Fragen besitzt, spektrophotographische Sonnenaufnahmen im Ultraviolett bei Fahrten im Freiballon zu machen. Es ist nicht zu verkennen, daß die Aus-



führung spektralanalytischer Untersuchungen im Ballonkorbe, zumal in großen Höhen, bei künstlicher Sauerstoffatmung, mit großen Schwierigkeiten verbunden ist. Andererseits ließ gerade die Erreichbarkeit größerer Höhen von einer solchen Untersuchung die Gewinnung wertvollen Materials für die Entscheidung der Frage erwarten.

Herr Wigand hat über die Ergebnisse seiner interessanten Untersuchungen in der Sitzung der physikalischen Abteilung der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte zu Wien am 23. September 1913 berichtet (s. u. a. Verh. d. D. Phys. Ges. 15, 1090, 1913). Herr Wigand hatte den Vorteil, den Spektographen der Herren Miethe und Lehmann benutzen zu dürfen, ein Instrument mit Quarzlinsen und Kalkspatprismen, das mit geringer Raumbeanspruchung verhältnismäßig hohe Leistungsfähigkeit vereint. Ein besonderer Vorzug dieses Apparates gegenüber den von anderen Forschern benutzten besteht darin, daß durch die Verwendung von zwei gekreuzten Prismen die Verschleierung der Platte durch falsches diffuses Licht sehr vermindert wird. Diese Verschleierung der Platte ist nämlich ein Übelstand, der sich bei allen Spektralaufnahmen störend fühlbar macht. Die im Vergleich zur Intensität der blauen und violetten Strahlen sehr geringe Intensität der ultravioletten Strahlen macht eine sehr lange Expositionsdauer erforderlich, und infolgedessen rufen schon sehr geringe Spuren von verirrtem langwelligem Licht eine Verschleierung hervor, durch die das Erkennen der letzten Lichtspur am kurzwelligen Ende des Spektrums äußerst erschwert wird. Durch Abblenden des langwelligeren Spektrums wird hieran nur wenig gebessert, weil die schleiernden Strahlen hauptsächlich von Zerstreuung an den Linsen und Prismen infolge unvollkommener Politur dieser Teile herkommen und den ganzen verfügbaren Raum gleichmäßig erfüllen. In dieser Verschleierung erblickt Herr Wigand auch den alleinigen Grund dafür, daß die Spektren von Cornu und Simony weniger weit ins Ultraviolett hineinreichten und weniger Einzelheiten aufwiesen als die von Miethe und Lehmann. Herr Wigand exponierte bei 0,01 mm Spaltbreite; die Expositionsdauer bewegte sich von wenigen Sekunden bis zu 10 Minuten. Von einer gewissen Expositionsdauer an, die je nach der Intensität der Sonnenstrahlung verschieden ist, verlängert eine weitere Ausdehnung der Exposition das Spektrum nicht; sie erhöht aber die Verschleierung und kann dadurch eine Verkürzung des Spektrums vortäuschen.

Hören wir jetzt den Bericht des Herrn Wigand über seine ersten Versuche:

„Zahlreiche Beobachtungen ergaben, daß atmosphärische Trübungen (Dunst oder Wolken) die Ausdehnung des auf der Platte meßbaren Spektrums herabsetzen. Wenn die Sonne durch hohe, dünne Wolken scheint, so wird jedenfalls die Verschleierung der Platte durch falsches Licht erhöht und dadurch die äußerste meßbare Lichtspur nach größeren Wellenlängen verrückt. Es kann aber noch nicht entschieden werden, ob bei einer solchen Lichtschwächung durch Wolken die kürzestwelligen Strahlen wirklich relativ mehr geschwächt werden als die gesamte Lichtintensität. Am vorteilhaftesten waren für die Spektralaufnahmen die Mittagsstunden im Hochsommer. Jedoch gelangte ich auch zu anderen Tages- und Jahreszeiten (z. B. im September) unter günstigen atmosphärischen Bedingungen zu denselben kleinsten Endwellenlängen des ultravioletten Sonnenspektrums.

Im Laufe des Juli wurde eine größere Zahl von Spektralaufnahmen in Halle gemacht; jedoch war der Himmel niemals ganz klar, so daß die Ver-



schleierung auf diesen Platten erheblich ist und die äußersten Wellenlängen kaum unter  $294 \mu\mu$  hinabreichen. Auch bei zwei Ballonfahrten am 12. und 27. Juli war das Wetter nicht besonders günstig. Während der ersten Fahrt verschleierte auch oberhalb 5000 m Höhe noch ein leichter Cirrostratus die Sonne. Im Verlauf der zweiten Fahrt entwickelte sich eine ausgesprochene Gewitterstimmung, bei der die Luft bis in sehr große Höhen hinauf mit Dunst erfüllt zu sein pflegt. Der Ballon mußte auch leider, um einem Gewitter zu entfliehen, vorzeitig in 6300 m den Hochfahrtsanstieg unterbrechen und landen. Die bei diesen beiden Fahrten gewonnenen fünf brauchbaren Aufnahmen des Sonnenultravioletts ergaben folgende Werte für die letzte Lichtspur:

5000 m . . . . .	291,84	291,73	291,36 $\mu\mu$
6300 m . . . . .	291,43	291,40 $\mu\mu$	

Diese Werte stimmen trotz der atmosphärischen Trübung, die sich wieder durch einen leichten Schleier auf den Platten bemerkbar machte, praktisch mit den von Miethe und Lehmann in verschiedenen Höhen konstant gefundenen Endwellenlängen überein. Nach den bis dahin gewonnenen Erfahrungen schien mir der Grad des Vordringens ins äußerste Sonnenultraviolett und das nähere Studium dieses Spektralgebietes wesentlich nur davon abzuhängen, wie weit es gelingt, die diffuse Verschleierung der Platte herabzusetzen, also von der Vollkommenheit der Apparatur.“

Dieser Schluß führte naturgemäß zu Versuchen mit Ultraviolettfiltern vor dem Spektrographenspalt. Nachdem verschiedene Filter keine befriedigenden Ergebnisse geliefert hatten, erzielte Herr Wigand gute Erfolge mit einem Filter aus Bromdampf, wie es gelegentlich von Cornu angegeben worden ist. Ein solches Filter absorbiert die Strahlen vom Gelbgrün bis ins Ultraviolett, mithin gerade die langwelligeren photographisch wirksamen und daher die Verschleierung erzeugenden, läßt dagegen die für das ultraviolette Ende des Sonnenspektrums in Frage kommenden Strahlen im Gebiete von  $303 \mu\mu$  bis  $265 \mu\mu$  vollkommen durch. Zu bemerken ist hierbei, daß sowohl flüssiges Brom in dünner Schicht wie auch Bromwasser als Filter nicht geeignet sind, weil sie die Absorptionslinien unscharf machen, ohne die Verschleierung wesentlich zu verringern.

Mit einem Bromdampffilter konnte nun Herr Wigand weit schärfere und kontrastreichere Aufnahmen erzielen als bisher, auch waren die Spektrogramme viel reicher an Einzelheiten. Die Verringerung der Verschleierung ermöglichte nun auch im August und September in Halle die Auffindung weit kürzerer Wellen, als in den früher aufgenommenen Sonnenspektren meßbar waren; ja, Herr Wigand konnte sogar kürzere Endwellenlängen finden als Miethe und Lehmann. Bei 41 in Halle (100 m Höhe) gewonnenen asexponierten Aufnahmen war die Wellenlänge der letzten Lichtspur kleiner als  $291,85 \mu\mu$ , bei drei von diesen kleiner als  $290 \mu\mu$ . Als äußerste Grenze auf der günstigsten Platte ergab sich aus den Halleschen Aufnahmen eine Wellenlänge von  $289,73 \mu\mu$ .

„Nach diesem Befunde waren nun einwandsfreie Aufnahmen im Ballon für größere Höhen besonders wünschenswert. Ich hatte auch das Glück, noch am 9. September bei einer Hochfahrt mit selten klarem Wetter mich zwei Stunden lang in 9000 m Höhe halten und dort zwölf brauchbare asexponierte Aufnahmen machen zu können. Es zeigte sich, daß wegen der relativ großen Intensität des Ultravioletts die Verschleierung der Platte nur gering war, weshalb die An-



wendung des Bromfilters keine merklich kürzeren Endwellenlängen ergab als bei den Aufnahmen ohne Filter. Das Resultat ist, daß in 9000 m Höhe praktisch dieselbe Begrenzung des Ultravioletts besteht, wie in 100 m Höhe. Die zwölf bei dieser Hochfahrt in der Maximalhöhe aufgenommenen Spektren enden im Ultraviolett bei Wellenlängen, die kleiner sind als  $290,75 \mu\mu$ ; als kleinster Wert in 9000 m Höhe ergab sich  $289,60 \mu\mu$ .

Von einer gesetzmäßigen Verlängerung des ultravioletten Sonnenspektrums mit zunehmender Höhe kann nach diesen Resultaten nicht die Rede sein. Vielmehr ergibt sich wiederum die bereits von Miethe und Lehmann gefundene merkwürdige Konstanz der Endwellenlängen, und zwar jetzt in einem Höhenbereiche von fast 9000 m. Das mehr oder weniger weite Vordringen der verschiedenen Beobachter ins Ultraviolett ist allein durch den Vollkommenheitsgrad ihrer Instrumente zu erklären. Die vorliegende Untersuchung hat dank der relativ großen Intensität des äußersten Sonnenultravioletts in 9000 m und in 100 m Höhe durch Hinzufügung eines Bromfilters mit Kondensorlinse zu dem Spektrographen von Miethe und Lehmann eine um etwa  $1\frac{1}{2} \mu\mu$  größere Ausdehnung des Spektrums ergeben, als sie diese Forscher gefunden hatten.“

Zur Erklärung der vermeintlichen Verlängerung des ultravioletten Sonnenspektrums mit der Höhe, wie sie Cornu behauptet hat, sowie für das Aufhören dieses Spektrums gerade bei den beobachteten Wellenlängen sind verschiedene Annahmen gemacht worden. Hartley (1881) suchte die Ursache hierfür im Ozongehalt der Luft. „Um diese Ozonhypothese oder die Annahme eines anderen Absorbens in der Erdatmosphäre nach den neuen Spektralaufnahmen noch aufrecht erhalten zu können“, so schreibt Herr Wigand, „müßte man zugeben, daß die absorbierende Substanz nur in den oberen Atmosphärenschichten vorhanden sein kann, da ihre das Spektrum begrenzende Wirkung dieselbe bleibt beim Aufsteigen bis zu Höhen von 9000 m, wo man bereits mehr als  $\frac{2}{3}$  der gesamten Luftmasse unter sich hat.“

Eine andere Annahme geht dahin, daß die Sonnenstrahlung, die an die obere Grenze unserer Atmosphäre gelangt, keine Strahlen von kürzerer Wellenlänge enthalte, als beobachtet worden ist. Man könnte dann etwa annehmen, daß der heiße Sonnenkern zwar noch weit kürzere Strahlen aussende, daß diese aber von der kälteren Gashülle um die Sonne nicht durchgelassen werden.

Als dritte Erklärung für die kurzweilige Grenze des Sonnenspektrums wäre noch die folgende zu nennen:

„Nehmen wir an, daß von der Sonne auch Strahlen kürzerer Wellenlängen als die beobachteten mit merklicher Intensität zur Erdatmosphäre gelangen, so wird nach Rayleighs Theorie infolge der Zerstreuung des Lichtes an den Luftmolekülen oder anderen kleinen Partikeln für eine bestimmte Stelle des Spektrums ein ziemlich plötzlicher Intensitätsabfall eintreten. Von einer gewissen kleinsten Wellenlänge an gestattet die Zerstreuung überhaupt nicht mehr den direkten Durchtritt des Lichtes durch die Erdatmosphäre. Findet diese Zerstreuung, wie es den Anschein hat, bereits in den oberen Atmosphärenschichten statt, so ist eine Verlängerung des ultravioletten Sonnenspektrums mit zunehmender Erhebung über den Boden sowie auch die Auffindung von wesentlich kürzeren Wellenlängen im Sonnenspektrum (kleiner als  $220 \mu\mu$ ), etwa jenseits eines durch Ozon bewirkten Absorptionsbandes, in erreichbaren Höhen nicht zu erwarten.“

Aufschlüsse über diese Frage wären vielleicht aus einer spektralen Untersuchung des diffusen blauen Himmelslichts im Ultraviolett zu erhoffen. Mög-



licherweise könnten in dieser Strahlung kürzere Wellenlängen zu finden sein als im direkten Sonnenlicht, falls diese nach Zerstreuung schon in den obersten Luftschichten und nach vielfacher Beugung und Reflexion schließlich den Weg bis zur Erde finden.

Herr Wigand ist auch dieser Frage näher getreten. Er berichtet darüber: „Zur Prüfung dieser Überlegungen habe ich an klaren Tagen das Ultraviolett des diffusen blauen Himmelslichtes mit dem Quarzkalkspatspektographen aufgenommen. Eine einzelne solche Exposition muß sich bei 0,03 mm Spaltbreite über mehrere Tage erstrecken, wobei der Apparat möglichst immer nach der blauesten Stelle des Himmels hin gerichtet wird. Die Spektren sind sehr kontrastreich geworden und zeigen auch ohne Anwendung des Bromfilters wenig Verschleierung, umso weniger, je reiner das Himmelsblau war. Die bisher gefundenen Endwellen waren folgende:

289,87      289,80      289,60      289,39  $\mu\mu$ .

Das Spektrum des diffusen blauen Himmelslichtes hat also im Ultravioletten mindestens die gleiche Länge wie das des direkten Sonnenlichtes. Die Versuche werden noch fortgesetzt, da die Expositionen vielleicht noch nicht genügend lang ausgedehnt worden sind.“

Ist durch die Versuche des Herrn Wigand nunmehr die Frage nach einer Abhängigkeit des kurzwelligen Endes des Sonnenspektrums von der Höhe über dem Meeresspiegel in negativem Sinne entschieden, so ist damit zugleich auch der Nachweis erbracht, daß es genügt, Spektraluntersuchungen des direkten Sonnenlichtes und des diffusen Himmelsblaus in reiner Luft vom Laboratorium aus anzustellen. Dadurch wird aber weiter die Möglichkeit gegeben, weit vollkommenere und stärker dispergierende Apparate zu verwenden als etwa den für die ungünstigen Versuchsbedingungen auf Reisen und bei Ballonfahrten eingerichteten Apparat von Miethe und Lehmann. Iklé

---

## Der gestirnte Himmel im Monat November 1914

Von Dr. F. S. Archenhold

### Entdeckung eines neunten Jupitermondes

Bisher kannten wir nur acht Monde des Jupiter, von denen vier bereits seit Galiläis Zeiten bekannt sind und in nahezu kreisförmigen Bahnen den Jupiter umkreisen. Der fünfte Mond wurde 1892 von Barnard aufgefunden und kann wegen seiner großen Jupiternähe — seine Entfernung vom Jupiter beträgt nur das  $2\frac{1}{2}$ fache des äquatorialen Halbmessers des Planeten selbst — nur gesehen werden, wenn er in seiner größten Entfernung vom Jupiter steht und dieser selbst durch eine dunkle Scheibe bedeckt wird. Die vier alten Jupitermonde sind schon mit ganz kleinen Fernrohren bequem zu beobachten, der 6., 7. und 8. Mond hingegen sind auf photographischem Wege entdeckt worden. Die beiden ersten 1905, der letzte 1908. Dieser 8. Jupitermond zeigt noch die Eigentümlichkeit, sich in seiner Bahn rückläufig zu bewegen, also von West nach Ost. Alle drei Bahnen haben eine große Neigung gegen die Äquatorebene des Jupiter, etwa  $30-40^\circ$ ; wohingegen die der fünf inneren Monde fast mit ihr zusammenfällt. Nunmehr kommt aus Amerika die unerwartete Nachricht, daß noch ein 9. Mond mit dem Crossley-Reflektor<sup>1)</sup> der Lick-Sternwarte

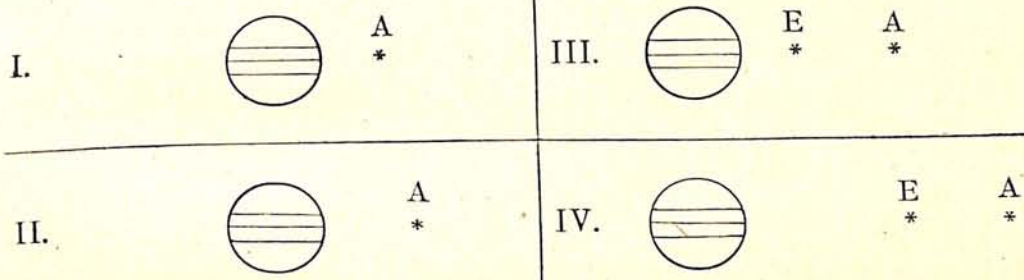
<sup>1)</sup> Dieses Spiegelteleskop ist im „Weltall“ 9. Jg. S. 291 abgebildet. Der leider zu früh verstorbene Direktor der Lick-Sternwarte, Keeler, hat es schon mit großem Erfolg zum Photographieren von Nebelflecken und Sternhaufen angewendet.



## Stellungen und Finsternisse der Jupiterstrabanten

November

Örter der Jupiterstrabanten beim Austritt (A) aus dem Schattenkegel und beim Eintritt (E) in denselben im umkehrenden (astronomischen) Fernrohr

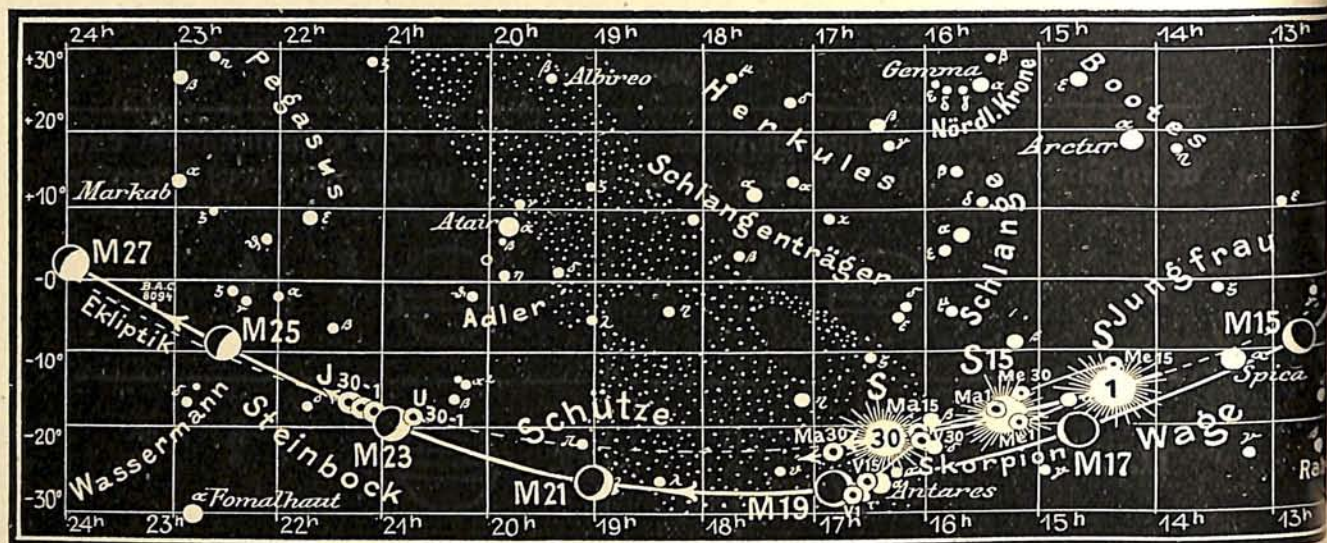


Stellungen der Trabanten um 6<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>. Weltzeit im umkehrenden Fernrohr

Tag	Westlich vom Jupiter	Östlich vom Jupiter
1		○ ·1 <sup>2</sup> ·4 <sup>3</sup>
2	○4 <sup>1</sup>	○ <sup>2</sup> ·3 <sup>1</sup>
3		○ <sup>1</sup> ·3 <sup>2</sup>
4	4 <sup>1</sup>	○ ·3 <sup>1</sup> ·2 <sup>2</sup> ●
5	4 <sup>1</sup>	○ <sup>3</sup> ·2 <sup>1</sup>
6	4 <sup>1</sup>	○ ·1 <sup>1</sup> ·2 <sup>2</sup> ●
7	·4 <sup>1</sup> 3 <sup>2</sup> ·2 <sup>1</sup> 1 <sup>2</sup>	○
8	·4 <sup>1</sup> ·3 <sup>2</sup> ·3 <sup>1</sup>	○ ·1 <sup>1</sup> ·2 <sup>2</sup>
9	·4 <sup>1</sup> 1 <sup>2</sup>	○ 2 <sup>1</sup> ·3 <sup>2</sup> ●
10	2 <sup>1</sup> ·4 <sup>2</sup>	○ 1 <sup>1</sup> ·3 <sup>2</sup>
11	·1 <sup>1</sup> ·2 <sup>2</sup>	○ 2 <sup>1</sup> ·4 <sup>2</sup> 3 <sup>1</sup>
12		○ 1 <sup>1</sup> 3 <sup>2</sup> 2 <sup>1</sup> ·4 <sup>2</sup>
13		○ <sup>1</sup> ·4 <sup>2</sup>
14	○1 <sup>1</sup> 3 <sup>2</sup> ·2 <sup>1</sup>	○ ·4 <sup>2</sup>
15	·3 <sup>1</sup>	○ ·1 <sup>1</sup> ·2 <sup>2</sup> 4 <sup>1</sup>
16		○ 1 <sup>1</sup> 2 <sup>2</sup> 4 <sup>1</sup> ·3 <sup>2</sup> ●
17		○ ·1 <sup>1</sup> ·3 <sup>2</sup> 4 <sup>1</sup>
18		○ ·1 <sup>1</sup> ·2 <sup>2</sup> 4 <sup>1</sup> 3 <sup>1</sup>
19		○ 4 <sup>1</sup> 1 <sup>2</sup> 3 <sup>1</sup> ·2 <sup>2</sup>
20	○2 <sup>1</sup> 4 <sup>2</sup> 3 <sup>1</sup> ·1 <sup>2</sup>	○
21	4 <sup>1</sup> 3 <sup>2</sup> ·2 <sup>1</sup>	○ <sup>1</sup>
22	4 <sup>1</sup> ·3 <sup>2</sup>	○ ·2 <sup>1</sup> ·1 <sup>2</sup> ●
23	·4 <sup>1</sup>	○ 1 <sup>1</sup> ·3 <sup>2</sup> 2 <sup>1</sup>
24	·4 <sup>1</sup>	○ ·1 <sup>1</sup> ·3 <sup>2</sup>
25	·4 <sup>1</sup> 1 <sup>2</sup> ·2 <sup>1</sup>	○ 3 <sup>1</sup>
26		○ 1 <sup>1</sup> 3 <sup>2</sup> ·2 <sup>1</sup>
27		○ ·3 <sup>1</sup> ·1 <sup>2</sup> ·4 <sup>3</sup>
28	3 <sup>1</sup> ·2 <sup>2</sup>	○ <sup>1</sup> ·4 <sup>2</sup>
29	·3 <sup>1</sup>	○ ·4 <sup>2</sup> ·2 <sup>1</sup> ·1 <sup>2</sup> ●
30		○ <sup>1</sup> ·3 <sup>2</sup> 2 <sup>1</sup> ·4 <sup>2</sup>



Fig. 1b



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

von Nicholson auf photographischem Wege am 22. Juli (Rekt. =  $21^h 23^m 19^s,9$  und Dekl. =  $-15^\circ 34' 38''$ ) entdeckt worden ist.

Der neunte Trabant stand bei seiner Entdeckung am 21. Juli und in der darauf folgenden Nacht nur eine Zeitminute östlich und 6 Bogenminuten südlich von dem achten Jupitermonde. Während der bereits bekannte achte Jupitermond noch wie ein Stern 18. Größe leuchtete, zeigte sich der neue Mond trotz zweistündiger Aufnahmezeit nur in der Helligkeit eines Sternes 19. Größe. Zwei weitere Aufnahmen gelangen noch am 23. und 24. Juli. Aus diesen vier ersten Aufnahmen wurden nach der Leuschnerschen Methode der direkten Bahnbestimmung in Berkeley eine angenäherte Bahn berechnet. Da der neue Planet noch bis Ende Juli mehrmals photographiert werden konnte, ließ sich die Bahn des neuen Gestirns mit befriedigender Gewißheit feststellen. Die Bewegung des neunten Jupitermondes erwies sich ebenso wie die des achten als rückläufig, und die Dauer des Umlaufes beträgt etwas mehr als drei, die des achten zwei Jahre. Eine noch genauere Bahnbestimmung wird sich erst erreichen lassen, wenn weitere Beobachtungen vorliegen.

### Der Lauf von Sonne und Mond

Die Sonne (Feld  $14\frac{1}{2}^h$  bis  $16\frac{1}{2}^h$ ) tritt aus dem Zeichen der Skorpions in das des Schützen. Die Mittagshöhe nimmt um  $7\frac{1}{4}^\circ$  ab, wie wir aus folgender Tabelle ersehen können.

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
November 1	$-14^\circ 15'$	$7^h 3^m$	$4^h 36^m$	$23\frac{1}{4}^\circ$
- 15	$-18^\circ 21'$	$7^h 28^m$	$4^h 12^m$	$19\frac{1}{4}^\circ$
- 30	$-21^\circ 34'$	$7^h 54^m$	$3^h 55^m$	$16^\circ$

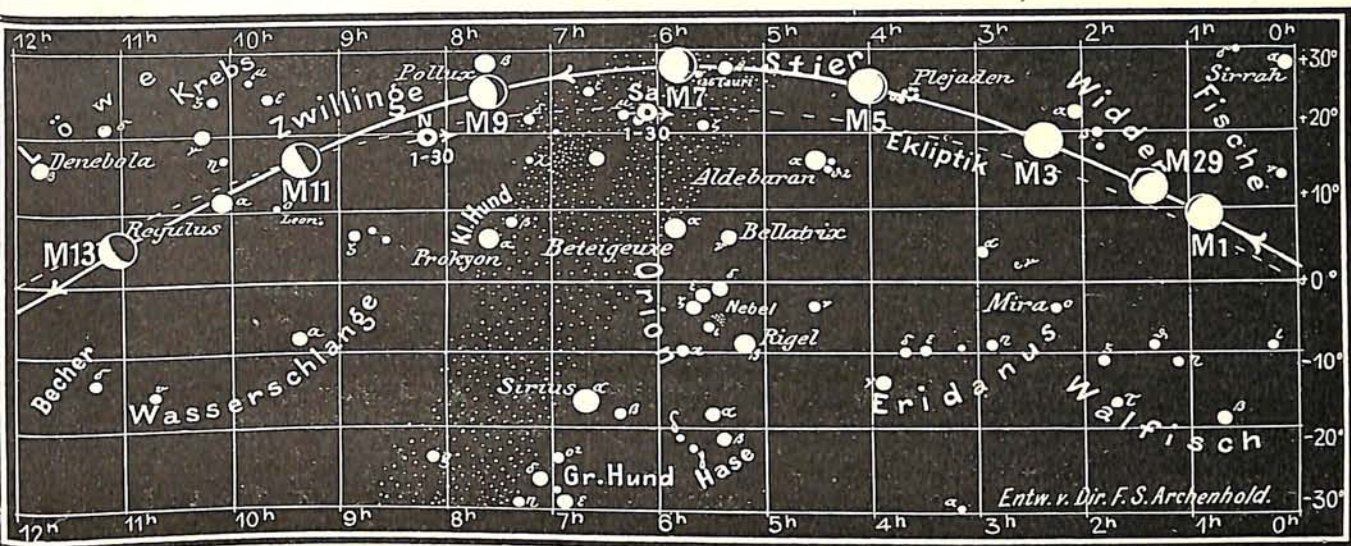
Der Mond ist mit seinen Phasengestalten in unsere Karten 1a und 1b für den 1. bis 29. November von zwei zu zwei Tagen eingetragen. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Vollmond: November 2.	$12\frac{1}{2}^h$ nachts	Neumond: November 17.	$5^h$ abends
Letztes Viertel: - 10.	$12\frac{1}{2}^h$ -	Erstes Viertel: - 24.	$2\frac{1}{2}^h$ nachm.



Fig. 1a

Nachdruck verboten



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

Im Monat November finden zwei Sternbedeckungen statt.

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Win- kel	Austritt M. E. Z.	Win- kel	Bemerkung
Novbr. 6/7	136 Tauri	4,7	5 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup>	+ 27° 36'	10 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> ,2 abends	68°	12 <sup>h</sup> 2 <sup>m</sup> ,2 nachts	279°	Mond im Meridian November 7 2 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> nachts
- 25	B. A. C. 8094	5,4	23 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup>	- 3° 58'	10 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup> ,2 abends	350°	11 <sup>h</sup> 5 <sup>m</sup> ,0 abends	303°	Monduntergang November 26 12 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup>

### Die Planeten

**Merkur** (Feld 15<sup>1</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup> bis 14<sup>1</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup> bis 15<sup>1</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup>) ist von Mitte des Monats an im Südosten am Morgenhimmel sichtbar und zwar am 21. November fast eine Stunde lang. In seinem Spektrum sind die Banden des Wasserstoffes etwas stärker sichtbar als auf der Erde, woraus, wenn sich das Resultat weiter bestätigt, mit Recht geschlossen werden kann, daß die Merkursatmosphäre an Wasserdampf reicher ist als die irdische. Am 7. November findet ein Merkursdurchgang statt, über den wir bereits in unserm „Weltall“ Jg. 14 S. 340 nähere Mitteilung gemacht haben. Der Eintritt der äußeren Berührung findet für Berlin um 11<sup>h</sup> 58<sup>m</sup> 5<sup>s</sup> vorm. und der Austritt 3<sup>h</sup> 8<sup>m</sup> 52<sup>s</sup> nachm. statt. Wir werden auf diese Erscheinung noch zurückkommen. — Seine größte westliche Abweichung, 19° 51', erreicht Merkur am 24. November morgens 3<sup>h</sup>. Sein Durchmesser nimmt von 9",4 auf 5",8 ab und seine Entfernung von 106 auf 172 Millionen km zu.

**Venus** (Feld 16<sup>1</sup>/<sub>2</sub><sup>h</sup> bis 16<sup>3</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup> bis 16<sup>h</sup>) ist nur noch in den ersten Tagen des Monats einige Minuten am Nordwesthimmel zu sehen, sie verschwindet alsdann in den Strahlen der Sonne. Ihre Entfernung nimmt von 53 auf 40 Millionen km ab, dementsprechend steigt ihr Durchmesser von 47",3 auf 63",1.

**Mars** (Feld 15<sup>1</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup> bis 16<sup>3</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup>) bleibt während des ganzen Monats unsichtbar. Sein Durchmesser beträgt nur 3",8, seine Entfernung von der Erde 367 Millionen km.



*Jupiter* (Feld  $21^h$  bis  $21\frac{1}{4}^h$ ) ist am Ende des Monats nur noch 4 Stunden lang am Abendhimmel sichtbar; sein äquatorialer Durchmesser nimmt von  $37'',6$  auf  $34'',4$  ab, seine Entfernung von 724 auf 790 Millionen km zu. Die Stellungen seiner Monde finden wir auf Seite 19.

*Saturn* (Feld  $6\frac{1}{4}^h$  bis  $6^h$ ) kommt am 21. d. M. in Opposition zur Sonne und ist während der ganzen Nacht günstig zu beobachten. Seine Entfernung nimmt von 1255 auf 1211 Millionen km ab und sein äquatorialer Durchmesser von  $18'',3$  auf  $18'',9$  zu. Der Ring, welcher den Hauptkörper umschwebt und aus Millionen von kleinen Körperchen besteht, wird in den bevorstehenden Monaten am breitesten erscheinen, sodaß eine Beobachtung dieses Planeten mit dem großen Treptower Fernrohr jetzt besonders zu empfehlen ist.

*Uranus* (Feld  $20\frac{3}{4}^h$ ) hat die gleichen Sichtbarkeitsverhältnisse wie Jupiter; seine Entfernung beträgt Ende des Monats 3041 Millionen km.

*Neptun* (Feld  $8\frac{1}{4}^h$ ) ist während der ganzen Nacht zu beobachten; seine Entfernung beträgt Ende November 4394 Millionen km. In seinem Spektrum ebenso wie in dem des Uranus treten Heliumlinien auf, auch sind die Wasserstofflinien verstärkt. Es ist besonders beachtenswert, daß in den Atmosphären der beiden äußersten Planeten die leichtesten Gase so stark vorkommen; außerdem befindet sich in den vier äußeren Planeten viel Ozon, welches in ihren Spektren breite Bänder erzeugt. (Vergl. „Das Weltall“ Jg. 12 S. 105, Dr. F. S. Archenhold: „Das Vorkommen von Ozon auf den vier großen Planeten Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun“ mit einer Spektraltafel.)

#### Bemerkenswerte Konstellationen:

November	7	$9^h$	morgens	Saturn in Konjunktion mit dem Monde
-	7	$1^h$	nachmittags	Merkur in unterer Konjunktion mit der Sonne Durchgang
-	16	$5^h$	nachmittags	Merkur in Konjunktion mit dem Monde
-	18	$11^h$	vormittags	Mars in Konjunktion mit dem Monde
-	18	$5^h$	nachmittags	Venus in Konjunktion mit dem Monde
-	21	$11^h$	abends	Venus in Konjunktion mit dem Mars Venus $2^0 45'$ südlich von Mars
-	23	$9^h$	vormittags	Jupiter in Konjunktion mit dem Monde
-	24	$3^h$	morgens	Merkur in größter westlicher Abweichung. $19^0 51'$

### Kleine Mitteilungen

**Entdeckung der Gleichheit von Rotation und Revolution der beiden Saturnsmonde Mimas und Enceladus.** Prof. Lowell, der Direktor der Flagstaff-Sternwarte, und sein Assistent Slipher haben aus Helligkeitsbeobachtungen der beiden ersten Saturnsmonde Mimas und Enceladus, welche in 0,9 und 1,4 Tagen um den Saturn kreisen, das interessante Resultat abgeleitet, daß diese beiden Monde ihrem Planeten stets dieselbe Seite zuwenden. Die Lichtschwankungen betragen bei Mimas 0,4, bei Enceladus 0,3 Größenklassen, und zwar schwankt der erstere von 12,9. bis 13,3. Gr. und der letztere von 12,3. bis 12,6. Gr. Beide Körper sind zu klein, um als Scheibe gesehen werden zu können. Von unserem Mond ist es seit altersher bekannt, daß er der Erde immer dieselbe Seite zuwendet, sodaß er sich in der gleichen Zeit um seine Achse dreht, wie er für seinen Umlauf um die Erde braucht. Bei den beiden sonnennahen Planeten Merkur und Venus war es der bekannte italienische Astronom Schiaparelli, der zuerst auf die Gleichheit der Rotation und Revolution hinwies. G. H. Darwin und Nolan haben zuerst erkannt, daß durch die bremsende Wirkung der Flutberge des Hauptkörpers diese Erscheinung bei den Begleitern hervorgerufen wird.

Dr. F. S. Archenhold

**Die Oppositionshelligkeit der Erde von der Venus aus.** Zu diesem Thema<sup>1)</sup> macht Herr Dr. Graff in den „Astronomischen Nachrichten“ Nr. 4752, S. 483 folgende Bemerkung: „Durch

<sup>1)</sup> Siehe Weltall 14. Jg. H. 18, S. 273 fg.



Herrn Geheimrat Seeliger bin ich freundlichst darauf aufmerksam gemacht worden, daß die von mir aufgestellte Überschlagsrechnung für die Oppositionshelligkeit der Erde von der Venus aus sich nicht unmerklich verändert, wenn auch das  $r^2$ -Gesetz berücksichtigt wird. Angesichts des Interesses, das die Frage nach dem grauen Licht der Venus verdient, setze ich die berichtigten Zahlen hierher, wobei jetzt auch das Größenverhältnis der beiden Planeten beachtet worden ist. Unter der Annahme der gleichen Albedo für Venus und Erde wird demnach:

Oppositionshelligkeit der Erde im Abstände  $0,277 - 6^m,86$   
Verhältnis dieser Helligkeit zum größten Glanz der Venus  $10,6$   
Phasenwinkel des Mondes bei gleicher Helligkeit  $138^\circ$   
Alter des Mondes bei gleicher Helligkeit  $3\frac{1}{2} d$   
Abstand der Normalkerze bei gleicher Erleuchtung  $18 m$ .

Der Helligkeitswert bleibt auch jetzt noch recht beträchtlich, doch läßt er, selbst wenn sich der hohe Albedowert der Erde bestätigen sollte, nur die Schlußfolgerung zu, daß das Erdlicht bei äußerster Sichelphase des Planeten Venus wenigstens eine Erklärungsmöglichkeit für den grauen Schein seiner Nachtseite bietet. Die Schwierigkeit einer einheitlichen Deutung der eigentümlichen Erscheinung dürfte allerdings, unter Voraussetzung ihrer Realität, zunächst darin liegen, daß sie nicht regelmäßig aufzutreten scheint, daß sie sogar am Tage, bei Gelegenheit von Meridianbeobachtungen wahrgenommen worden ist und z. T. nicht als Aufhellung sondern als Lichtdämpfung der Schattenseite der Venus gegenüber dem Himmelshintergrunde beschrieben worden ist. Herr Geheimrat Seeliger weist unter Bezugnahme auf die letztgenannten Wahrnehmungen darauf hin, daß dabei vielleicht eine Erscheinung in Frage kommt, wie sie von ihm in der Arbeit „Die scheinbare Vergrößerung des Erdschattens“ (München 1896) am Schluß kurz erwähnt worden ist; er betont ferner, daß bei der Schwierigkeit einer Abschätzung der zum Sichtbarwerden der Nachtseite der Venus erforderlichen Beleuchtung die ganze Angelegenheit noch als eine offene Frage behandelt werden muß, die ohne Hinzuziehung von ergänzenden Experimenten kaum zu lösen ist.“

**Gletscherschwund und Sonnenstrahlung.** Seit 60 Jahren bemerken wir, daß die Gletscher, namentlich die gewaltigen Alpengletscher, ständig zurückgehen. Diese Erscheinung kann nicht konstant fortwirken oder fortgewirkt haben, denn sonst wären die Gletscher samt und sonders längst verschwunden. Leider wissen wir über ähnliche Erscheinungen in früherer Zeit so gut wie gar nichts; nur daß von 1830 bis 1840 eine Rückzugsperiode vorhanden war, über die genaue Daten allerdings nicht vorliegen.

Auf den ersten Anblick dieser Tatsache dürfte man geneigt sein, ein kälteres Klima dafür verantwortlich zu machen, doch ergibt sich bei genauer Prüfung, daß das keineswegs zutrifft. So ist die letzte feuchtkalte Periode von 1875 bis 1891 an den großen Gletschern spurlos vorübergegangen, und auch in anderen feuchtkalten Perioden war kein Zusammenhang zwischen Klima und Gletscherstand zu verspüren. Die Einflüsse des Klimas auf den Gletscherstand kann man trotzdem wohl kaum leugnen, denn Niederschlagsmenge und Lufttemperatur müssen unbedingt einen Einfluß auf die Gletscher haben. Es muß allerdings noch ein anderes Agens vorhanden sein, das diesen Einfluß so stark überdeckt, daß er dahinter verschwindet. J. Maurer - Zürich hat sich um diese Fragen bemüht und erörtert sie in der „Meteorologischen Zeitschrift“ (1914 Heft 1 S. 23 fg.) in längeren Darlegungen. Er kam zu der Überzeugung, daß der direkten Sonnenstrahlung ein Einfluß zusteht, den man bisher zu wenig beachtet hat. Aus den beobachteten Werten der meteorologischen Elemente ergibt sich, daß selbst für die Dauer der starken Tiefperiode der Temperatur in den Jahren 1886 bis 1890 in der Hochregion 2500 m die Zahl der Sonnenscheinstunden immer noch um etwa 1000 größer war als in dem erheblich wärmeren Jahrfünft von 1901 bis 1905. So ist also die Sonnenscheindauer auf die Gletscher durchaus nicht gleichlaufend mit der Lufttemperatur und dem Klima. Selbstverständlich bestimmt im Ganzen wohl der Sonnenschein das Klima, aber der Sonnenschein auf die Gletscher kann aus den verschiedensten Umständen anders sein. Die unmittelbare Schmelzkraft der Sonne spielt also eine große Rolle. Um das festzustellen, hat Maurer einen entscheidenden Versuch mit ein paar Eisplatten angestellt. Er nahm zwei möglichst gleiche Platten von 15 cm Dicke und 60 bis 65 kg Gewicht, deren eine nur an ihrer Oberfläche von der Sonne bestrahlt, während die andere gleich daneben im Schatten gehalten wurde. Diese wurden an zwei sonnigen Augusttagen 1913 neun bis zehn Stunden lang den Sonnenstrahlen ausgesetzt. Der Unterschied in der Abschmelzung der beiden Platten machte  $6\frac{1}{4}$  kg aus. Von der beschatteten Platte schmolzen in 10 Stunden 42,25 kg, von der bestrahlten 48,50 kg ab. Bei einem zweiten Versuche betrug der Unterschied 9,38 kg. Die Sonnenstrahlung allein schmolz also an einem völlig heiteren Sommertage in 480 m Höhe rund 8 kg Eis ab; das macht 2 cm Dicke. Würde das Eis alle eingestrahelte Sonnen-



wärme aufnehmen, so müßten nicht 8, sondern 19 kg abschmelzen. 60 % also wurden zurückgestrahlt, 40 % nahm das Eis auf. Rechnet man aus, wieviel Eis an der Firnlinie des schweizerischen Zentralalpengebietes wegen der Sonnenstrahlung allein an einem heiteren Hochsommertage abschmilzt, so kommt man auf einen Tagesbetrag von 32 mm Dicke. Nun muß man allerdings berücksichtigen, daß die Bewölkung einen großen Teil Sonnenstrahlung abhält. Aber auch dafür haben wir von Dr. Dorno Beobachtungen aus dem Davoser Hochtal (1600 m). Danach empfängt die wagerechte Quadratmeterfläche von Mai bis Ende September 49 464 Grammkalorien. Diese Menge auf den Quadratmeter bezogen ist imstande, 6183 kg Eis zu schmelzen. Vier Zehntel davon ergeben in der genannten Zeit eine Abschmelze von 2,72 m infolge der Sonnenstrahlung allein. — Gletschereis ist ja nun allerdings etwas anderes als Natureis, aber dennoch geben die Versuche die zahlenmäßigen Verhältnisse sehr näherungsweise. Das Problem des Gletscherschwundes ist damit erledigt; wir wissen jetzt, wie es kommt, daß die Gletscher so lange schon zurückgehen, ohne daß wir in den klimatischen Verhältnissen dafür einen Grund sehen. Die Sonnenscheindauer und die Bestrahlung selbst ist maßgebend, und die braucht für die Gletscherströme mit Sonnenscheindauer und Bestrahlung anderer Gebiete durchaus nicht parallel zu gehen. Dazu tritt noch, daß die Sonnenstrahlung nicht das allein wirkende ist, sondern daß auch die zerstreute Strahlung des Himmels, der Wolken und der Atmosphäre in Betracht kommt. Nach Trabert ist nun die diffuse Wärmestrahlung etwa 40 Hundertteile der direkten ungestörten. So ist also anzunehmen, daß die Ablation der Gletscher noch größer ist, als sich durch Maurers „Minimalversuch“ ergibt. Maurer veranschlagt unter Berücksichtigung der Untersuchungen von Forbes, Martins, Collomb, Agassiz, Schlagintweit u. a., daß für die Ablation der Gletscher mindestens 65 bis 70 % der Gesamtstrahlung in Ansatz kommen. Maurer schließt daher seine Ausführungen folgendermaßen: „Überblickt man die enorme kontinuierliche Schwundperiode unserer großen zentralen Alpengletscher während des verflossenen halben Jahrhunderts, so hat man kaum eine andere Erklärung dafür, als daß sie zustande gekommen ist durch das überaus günstige Zusammentreffen einer langen, äußerst wirksamen Strahlungsperiode (1856 bis 1877) mit einer besonders im zweiten Teil des Rückzuges (1892 bis 1909) noch relativ starken Niederschlagsarmut in der Firnregion, beides Erscheinungen, wie sie während Jahrhunderten nur selten in diesem Zusammenspiel und solcher Kontinuität zur Beobachtung kommen. Die einzelnen Phasen der entsprechenden Klimaschwankungen vermögen diese Verhältnisse nicht erschöpfend, scharf und deutlich genug zum Ausdruck zu bringen.“

F. L.

**Ein einfaches Verfahren zur Erzeugung eines kontinuierlichen Spektrums im Ultraviolett.** Mancherlei Untersuchungen, z. B. solche lichtelektrischer Natur, erfordern die Anwendung von Lichtquellen, die ein kontinuierliches Spektrum im Ultraviolett liefern. Als eine solche Lichtquelle ist von verschiedenen Forschern ein zwischen Aluminiumelektroden in Wasser übergelender kondensierter Funke empfohlen worden. Herr Victor Henri benötigte kürzlich zu Untersuchungen über die Absorptionsspektren von Gasen im Ultraviolett eines kontinuierlichen Spektrums in diesem Gebiet und machte dabei die Erfahrung, daß die genannte Lichtquelle den Ansprüchen seiner Versuche nicht voll zu genügen vermochte. Ein Funke der genannten Art stellt nämlich eine ziemlich schwache Lichtquelle dar, denn seine Länge beträgt nur  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{2}$  mm. Die Folge davon ist, daß die Expositionszeiten außerordentlich lang bemessen werden müssen — etwa  $\frac{1}{2}$  bis 1 Stunde für Gase, und für Lösungen sogar bis zu 7 Stunden —, und daß daher infolge der Unmöglichkeit, die Lichtstärke während so langer Zeit konstant zu halten, quantitative Messungen bei Verwendung dieser Strahlungsquelle praktisch ausgeschlossen erscheinen müssen. Es ist Herrn Henri nun, wie er in der „Physikalischen Zeitschrift“ (14, 516, 1913) berichtet, gelungen, eine andere kontinuierliche ultraviolette Lichtquelle zu finden, die von dem genannten Übelstande frei ist. Läßt man nämlich statt des kondensierten Funkens einen Funken hoher Frequenz in Wasser überspringen, so erhält man eine weit kräftigere Lichtquelle; bei einem solchen Funken läßt sich unschwer eine Länge von 4 bis 5 mm erreichen, und man kann daher die Expositionsdauer entsprechend abkürzen, so daß sie jetzt nur 30 bis 60 Sekunden zu betragen braucht. Das Spektrum dieser Lichtquelle erstreckt sich bis etwa 2150 Angström-Einheiten. Herr Henri hat mit Hilfe dieser Lichtquelle in Gemeinschaft mit Herrn Bielecki eine Reihe quantitativer Absorptionsmessungen ausgeführt. Das Verfahren dürfte sich aber auch für viele andere Zwecke als recht wertvoll erweisen.

Mi

*Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis 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. Wüttig, Berlin SW  
 Druck von Emil Dreyer, Berlin SW



## INHALT

- |   |   |
|---|---|
| 1. Julius Robert Mayer. Zu seinem hundertjährigen Geburtstage am 25. November. Von Felix Linke . . . 25<br>2. Stonehenge. Von Vermessungsinspektor Albrecht, Berlin-Schöneberg. (Mit einer einfachen und einer Doppel-Beilage). . . . . 34<br>3. Über den Zusammenhang des Barometerstandes mit dem elektrischen Zustande der Atmosphäre in den Tropen. Von L. Gentil Tippenhauer-Port au Prince 39 | 4. Der gestirnte Himmel im Monat Dezember 1914 (Die Figur des Mondes). Von Dr. F. S. Archenhold. . . 43<br>5. Kleine Mitteilungen: Photographische Aufnahmen von Geschossen der 42 cm Mörser . . . . . 47<br>6. Bücherschau: John Barten, Vollständiges Nautisches Taschen-Wörterbuch. — Bei der Redaktion eingegangene Bücher. . . . . 48<br>7. An unsere Leser . . . . . 48 |
|---|---|

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

## Julius Robert Mayer

Zu seinem hundertjährigen Geburtstage am 25. November

Von Felix Linke

So groß auch die Erweiterung der naturwissenschaftlichen Erkenntnisse des 17. und 18. Jahrhunderts gewesen ist, den wichtigsten Zusammenhang der in den verschiedensten Formen auftretenden Naturkräfte haben sie uns doch nicht kennen gelehrt. Dies blieb dem 19. Jahrhundert vorbehalten, demselben, das sich wie in großen Entdeckungen und Erfindungen so auch in der wichtigen systematischen Kleinarbeit auf naturwissenschaftlichem und technischem Gebiete als das fruchtbarste erwiesen hat.

Die große Tat knüpft an einen Namen an, dessen Träger eins der traurigsten Entdeckerschicksale erlitten hat und doch wie kaum ein anderer verdient, an seinem hundertjährigen Geburtstage als einer der größten Helden der menschlichen Friedens- und Kulturarbeit gefeiert zu werden: Julius Robert Mayer.

Es gibt kaum einen unter den ersten Naturforschern, dessen Name fast allgemein so unbekannt geblieben ist wie Robert Mayer. Wer weiß etwas von ihm? Ja, wer hat bloß seinen Namen schon gehört? — Und dabei klärte er als erster Zusammenhänge auf, die die alltäglichsten sind, Zusammenhänge, die als Probleme keineswegs von jedermann erkannt werden, eben, weil sie so alltäglich sind wie der Fall des Steines zur Erde. Wenn wir jetzt aber lesen, daß eine Granate eine Panzerplatte fast durchschlagen und mit einem Teile darin stecken geblieben ist, wenn wir weiter lesen, daß die Untersuchung die völlige Verschweißung der beiden Körper ergibt, dann sind die Zusammenhänge, die sich hierbei handgreiflich offenbaren, durch Robert Mayer aufgeklärt worden. — Jedermann kennt das primitive Feuerzeug der Urvölker. Ein Bogen mit einer Schnur nimmt einen Holzstab auf, der solange mit dem Bogen an seiner Spitze auf einem Stein oder einem anderen Holzblock gezwirbelt wird, bis er Feuer fängt und dieses an den Holzstoß abgegeben wird, der entzündet werden soll. Auch dieser Vorgang ist durch Mayer in seinem Zusammenhange geklärt worden. — Jedermann hat wohl schon den Glühfaden einer elektrischen Glühlampe betrachtet. Was geht da vor? Man schickt einen elektrischen Strom hinein und der Faden fängt an zu glühen, ja er leuchtet! Der Faden gewinnt durch den elektrischen Strom Wärme und Licht. Verfolgen wir gerade dieses Beispiel noch etwas weiter. Woher kommt der elektrische Strom? Den entnehmen wir aus einer Dynamomaschine, und in dieser wird er erzeugt, indem wir auf ihre Riemenscheibe von einer Dampfmaschine Bewegung übertragen.



Und in der Dampfmaschine wieder wird die Bewegung durch Verbrennung der Kohle unter dem Dampfkessel erzeugt. Aber auch dies ist noch nicht der Anfang des Prozesses, denn die aus der Erde stammende Kohle ist einst durch Zusammenwirken verschiedener Umstände entstanden, wobei der Heizwert aus der Sonnenstrahlung entnommen wurde. Der Sonnenwärme aber liegen mechanische und chemische Vorgänge zugrunde. — Was ist das alles?

Von der Sonnenwärme bis zum Glühen der elektrischen Lampe ist ein weiter Weg, der nicht gerade über die Dampfmaschine zu führen braucht, der auch ebenso gut über ein Wasserrad, eine Turbine gehen kann und dessen Ablauf dadurch noch um einiges reizvoller wird. Dieser Weg ist ein ewiges Hin und Her zwischen elektrischen, chemischen, mechanischen und Wärmevorgängen und es erscheint auf den ersten Blick unenträtselbar, wie die innere Mechanik dieses Wirrwarrs ist, wie sich die Vorgänge ihrer Quantität nach dabei verhalten usw. Gerade über diesen Punkt aber hat uns Robert Mayer volle Aufklärung verschafft. Er hat damit den zahlreichen Erfindern eines Apparates das Wasser abgegraben, die trotzdem vor einigen Jahrzehnten noch häufig waren. Ich erinnere mich aus meiner praktischen Tätigkeit in einer Berliner Werkzeugmaschinenfabrik vor meinem Studium, daß fast alle ernsteren Arbeiter dort sich mit dem Problem des Perpetuum mobile beschäftigten, daß einige sogar ein großes Maß von Scharfsinn darauf verwendet hatten.

Physikalisch hat dem Spuk Robert Mayer ein für alle Mal ein Ende bereitet. Und wer sich genugsam vorbereitet und sich die erforderlichen physikalischen Kenntnisse angeeignet hat, bevor er an die Konstruktion eines Perpetuum mobile geht, wird davon abstecken, oder er ist ein Narr.

Schon als Kind hat Robert Mayer von seinem Vater, einem Apotheker, der eine große mechanische Handfertigkeit besaß, erfahren, daß ein Perpetuum mobile unausführbar sei. Robert war nämlich bei seinen Spielen mit Wassermühlen im Bach auf den Gedanken gekommen, einen solchen Wunderapparat zu bauen. Aber die Ausführungen seines Vaters haben auf ihn sehr großen Eindruck gemacht und sind vielleicht der erste Anstoß zu Mayers späteren tiefen Gedanken gewesen. Denn in der Zwischenzeit bis zur „Erleuchtung“, die plötzlich über Mayer kam und ihm seine große Entdeckung selbst enthüllte, hören wir so gut wie gar nichts von besonderen Anstrengungen in der Richtung seiner Forschertätigkeit.

Robert Mayer wuchs auf wie viele Menschen, unbeachtet und ohne aufzufallen. Als er auf die Schule kam, stellte sich bald heraus, daß er nur ein mittelmäßiger Schüler war, ja, später gesellte er sich sogar zu den schlechten. Der Grund dafür war, daß Robert seine Fähigkeiten keineswegs zum Ausdruck bringen konnte. Früher war allemal ein „schlechter Schüler“, wer in der „klassischen Bildung“ — so nannte man den Unterrichtsbetrieb der alten Sprachen Griechisch und Latein — nicht mindestens mittelmäßiger Schüler war. Und das waren ja viele Schüler nicht, sogar bemerkenswert viele solche, die später recht berühmte Leute geworden sind. Robert Mayer war schließlich einer der schlechtesten Schüler; er war vorletzter und letzter und war damit für die Pädagogen alten Stils eine hoffnungslose Frucht für die Blüte der Nation. Nur in der Mathematik waren seine Leistungen „gut“ bis „recht gut“; aber was galt damals mathematische Begabung!

Mayer fiel in seiner letzten Zeit als Schüler durch sein originelles und scherzhaftes Wesen auf; er machte eigentümliche Gedankensprünge und ver-



stand, weit auseinanderliegende Dinge zu kombinieren. Er zeichnete sich ferner als vorzüglicher Schachspieler aus und schließlich noch durch seine körperliche Ausdauer und Zähigkeit.

Robert absolvierte mit Not das Gymnasium und wandte sich sodann dem Studium der Medizin zu. Auch aus seiner Studentenzeit ist außer seiner Starrköpfigkeit nichts Sonderliches bekannt geworden. Nichts verriet in dieser Tübinger Zeit den großen Geist; selbst in seiner die Studien abschließenden Doktorarbeit war nichts davon zu spüren. Eine gewisse Änderung trat in Mayer's Leben dadurch ein, daß er einige größere Kliniken besuchte und sich einen Sommer und einen Herbst in München und Wien aufhielt. Wie aber sein Entschluß, als Schiffsarzt in ostindische Kolonien zu gehen, entstanden ist, läßt sich nicht sicher feststellen. Jedenfalls treffen wir ihn mit dem Plane beschäftigt, in Paris und später in Rotterdam. Er hatte das Patent als „Offizier von der Gesundheit“ erhalten und schiffte sich am 22. Februar 1840 auf dem holländischen Dreimaster „Java“ nach Ostindien ein. Da er bei der Mannschaft niemanden fand, mit dem er in näheren Verkehr treten konnte, gab er sich ganz dem Studium seiner mitgenommenen Bücher hin, was er umso mehr konnte, als er wegen Krankheit der Besatzung so gut wie garnicht in Anspruch genommen wurde. Er hatte ja Muße, denn die Hinreise bis ans Ziel dauerte nicht weniger als vier Monate. Mayer's Tagebuch gibt uns über die Behaglichkeit der langen Ruhe Auskunft und nichts darin deutet auf ein besonderes Ereignis hin. Nur eine einzige Bemerkung findet sich in Mayer's „Autobiographischen Aufzeichnungen“, die auf Mayer's Entdeckung Bezug hat: „Schon auf meiner Seereise hatte ich auf mein Befragen von einem vielgereisten Steuermann gehört, daß die vom Sturme gepeitschten Wellen wärmer als die ruhige See seien“. Diese Tatsache scheint zu Mayer's Entdeckung beigetragen zu haben, so wenig es auch möglich ist, den Prozeß, der in Mayer's Gehirn vorging, zu verfolgen. Über seine Entdeckung erzählt er jedenfalls in einem Briefe an seinen Freund Griesinger vom 16. Juni 1844, daß er bei einem Aderlaß an einem Matrosen kurz nach der Landung auf der Reede von Surabaya das Venenblut so hell fand, daß er eine Arterie getroffen zu haben glaubte. Er erfuhr jedoch von dortigen Aerzten, daß in den Tropen das Blut allgemein heller sei. Da er sich auf der Reise nach Indien anhaltend und eifrig mit der Physiologie des Blutes beschäftigt hatte, beobachtete er alle diese Dinge nunmehr besonders scharf und seine Beobachtungen gaben ihm vielfachen Stoff zum Nachdenken. Er sagt dann: „Die Krankheitsformen und besonders auch die Beschaffenheit des Blutes lenkten meine Gedanken anhaltend in erster Linie auf die Erzeugung der animalischen Wärme durch den Respirationsprozeß . . . . . und hing dem Gegenstande mit solcher Vorliebe nach, daß ich, worüber mich mancher auslachen mag, wenig nach dem fernen Weltteile fragte, sondern mich am liebsten an Bord aufhielt, wo ich unausgesetzt arbeiten konnte und wo ich mich in manchen Stunden gleichsam inspiriert fühlte, wie ich mir zuvor oder später nie etwas Ähnliches erinnern kann. Einige Gedankenblitze, die mich, es war auf der Reede von Surabaja, durchfuhren, wurden sofort emsig verfolgt, und führten wieder auf neue Gegenstände.“ Und als ob er vorherfühlte, wie schwer sich seine neue Idee durchsetzen sollte, die doch von so umfassender Bedeutung geworden ist, daß sie uns heute ganz geläufig erscheint, sagt er weiter: „Kommen wird der Tag, das ist ganz gewiß, daß diese Wahrheiten zum Gemeingut der Wissenschaft werden; durch wen dies aber bewirkt wird, und wann es geschieht, wer vermag das zu sagen?“



Es fehlt uns heutzutage fast ganz der Maßstab zur Beurteilung der völligen Neuheit und Bedeutung der Gedanken, die hier bei Mayer zuerst auftauchten. Einige Tatsachen waren bekannt, wie z. B., daß Eisen durch Hämmern zur Weißglut gebracht werden kann — Mayer hat sich das einmal von einem Schmied zeigen lassen —, aber wie wenig man sich Klarheit über diese Erscheinung und ihre Bedeutung verschafft hatte, geht schon daraus hervor, daß es tüchtige Physiker gab, die Mayer sagten, wenn seine Ideen richtig wären, dann müßte ja auch Wasser durch Schütteln wärmer werden. Mayer hatte den Versuch noch nicht gemacht, gab aber die Richtigkeit der Schlußfolge zu und konnte sie auch durch den Versuch bestätigen, den er zusammen mit seinem älteren Bruder in der väterlichen Apotheke des öfteren angestellt hatte. Gewisse Erkenntnisse, die erst nach Mayers Entdeckung aufgefunden wurden, hatte unser großer Naturforscher innerlich längst durchschaut, sie waren in seinem Gedankengebäude enthalten, während andere, und zwar die fortgeschrittensten Männer jener Zeit, in dieser Beziehung die größten und größten Fehler machten.

Daß Mayer von der Physiologie ausging, war kein Wunder. Einmal war seine Beobachtung medizinischer Art und bot sich ihm in Ausübung seiner praktischen Tätigkeit dar, sodann war er eben als Arzt auch Physiologe. Aber es ist eben seinem weitausblickenden Genie zu danken, daß er hier nicht stehen blieb, sondern seine Gedanken allumfassend ausdehnte, über das ganze Gebiet der Naturwissenschaften. Hauptsächlich davon betroffen wurde natürlich die Physik. Da traf es sich leider sehr schlecht, daß zur Zeit, als Mayer in Tübingen studierte, der dortige Physikunterricht sehr zu wünschen übrig ließ, sodaß er nur sehr mangelhafte Kenntnisse darin bekommen hatte, die er erst später mühsam ergänzen mußte, nachdem er schon seine grundlegenden Gedanken gefaßt und zu Papier gebracht hatte. Infolgedessen war seine erste Fassung, die er an die „Poggendorffschen Annalen“ sandte, fehlerhaft und blieb ungedruckt. Zöllner hat sie in Poggendorffs Nachlaß aufgefunden und seitdem ist sie bekannt. Erst in einer neuen Fassung fand sie in Liebig's „Annalen der Chemie und Pharmazie“ Aufnahme, blieb jedoch an diesem Orte fast ganz unbeachtet. Liebig hatte den jungen Gelehrten zwar zu weiterer Arbeit freundlichst ermuntert, die Arbeit aber blieb ohne Beachtung bei den Physikern und daher auch ohne Anerkennung und Wirkung.

Es ist bemerkenswert, daß Mayer mangelhaft wissenschaftlich gerüstet zu seiner großen Entdeckung kam. Namentlich in der Mechanik, der Lehre von den Bewegungen, fehlte ihm vieles. Darauf aufmerksam gemacht, verteidigte er sich nicht ungeschickt, denn er konnte mit Recht auf die Unklarheiten hinweisen, die die Mechanik, besonders nach der Seite der Energetik hin, hatte. In diesen Begriffsunklarheiten hatte sich Mayer schon früher verstrickt, wie auch die meisten Physiker in dieser Hinsicht zu seiner Zeit höchst mangelhaft unterrichtet und unklar waren. In den verschiedenen Lehrbüchern fand sich der Begriff der Kraft und der Arbeit ganz verschieden dargestellt, sodaß Mayer betont: „Darum handelt es sich gerade, eine für die verschiedenen Zweige der Physik gleich gut durchzuführende Begriffsbestimmung von Kraft (worunter wir jetzt immer „Arbeit“ verstehen [Anm. d. Autors]), aufzustellen.“ Er schreibt daher auch an einen seiner Freunde: „Meine Behauptung ist ja gerade: Fallkraft, Bewegung, Wärme, Licht, Elektrizität und chemische Differenz der Stoffe sind ein und dasselbe in verschiedenen Erscheinungsformen.“



Namentlich der Unterricht in der Mathematik und Mechanik bei seinem Freunde Baur trug wesentlich zur Klärung der Begriffe bei, und Mayer befreite sich langsam von dem ungeheuren Wust von Irrtümern, über die die berühmtesten Gelehrten vor ihm bereits gestritten hatten. Anfang 1842 war er sich über alles völlig klar geworden und er schrieb seinen schon erwähnten Aufsatz für Liebigs Annalen.

Jener Zeitpunkt war wohl der glücklichste in dem ganzen Leben Mayers; er verheiratete sich damals auch. Alle späteren Jahre sind mit heftigen Kämpfen um die Priorität seiner Entdeckung und gegen seine persönliche enggeistige Umgebung ausgefüllt. Zu den glücklichen Tagen kamen weitere dadurch, daß ihn die Stadt Heilbronn zum Oberwundarzt machte, daß seine Privatpraxis sich erheblich steigerte, daß seine Ehe glücklich und mit Nachkommenschaft gesegnet war. Doch schon damals beklagte er sich gelegentlich, daß seine Arbeit, deren Wert er sich bewußt war, kaum Beachtung fände. Griesinger versuchte ihn davon zu überzeugen, daß er seine Gedanken in mehreren Abhandlungen ausführen und ausbauen müsse und Mayer versuchte das auch. Er mußte allerdings die neue umfangreichere Druckschrift: „Die organische Bewegung im Zusammenhange mit dem Stoffwechsel“ selbst drucken lassen und die Kosten bezahlen. Diese Arbeit war Mayers bedeutendste. Er entwickelte darin den uns heute ganz geläufigen Standpunkt, daß alle von den Lebewesen und den Pflanzen auf der Erde umgesetzte Energie von der Sonne stamme, die sie uns durch ihre Strahlung zusendet. Er legte ferner dar, daß alle von den Lebewesen erzeugte Energie wie ihre eigene Maschinerie auf dem Wege durch die Nahrungsmittel in den Körper gelangt und dort durch Verbrennung umgesetzt wird.

Es ist ja bekannt, daß man mechanisch unter Energie oder Arbeit die geleistete Arbeit versteht, z. B. die von einem Menschen oder irgend einer Maschine geleistete, indem man sie zum Heben von Körpern verwendet. Hebt man 1 Kilogramm einen Meter hoch, so hat man die Arbeit von 1 Meterkilogramm (mkg) geleistet, beim Heben von 10 kg auf 1 m leistet man gleichfalls 10 mkg. Aber auch das Heben von 1 kg auf 10 m Höhe ergibt eine Leistung von 10 mkg, ebenso das Heben von 5 kg auf 2 m Höhe oder das von 2 kg auf 5 m Höhe, oder das von 2,5 kg auf 4 m Höhe usw. Immer ergibt das Produkt aus den Maßzahlen von Höhe und Gewicht (eigentlich Kraft) die Maßzahl für die Arbeit oder Energie. In der letztgenannten Schrift Mayers, die die Gedanken seiner ersten genauer ausführt, ist sozusagen die ganze Ökonomie der Erde entwickelt, und zwar schon gleich so vollständig, wie wir sie jetzt kennen. Doch nicht darauf allein beschränken sich die Ausführungen Mayers, sondern auch die Physiologie wird behandelt, indem er die von den Lebewesen geleisteten Arbeiten aus den chemischen Energien der Nahrungsmittel herleitet.

Das hätte genügen müssen, um Mayer Geltung zu verschaffen, aber nichts davon trat ein, weil er einen gewichtigen Rivalen gefunden hatte, der an Mayer sozusagen einen wissenschaftlichen Totschlag verübte. Dieser Mann war Hermann Helmholtz. Helmholtz hatte die ihm übertragene Pflicht der Berichterstattung über gewisse Fragen in der neugegründeten physikalischen Gesellschaft zu einem irreführenden Referat mißbraucht, weil es ihm Ärger bereitete, eigene Arbeiten durch Mayers frühere weit überholt zu sehen. Er stellte die Mayerschen Arbeiten in seinem Berichte als minderwertig und unbedeutend hin, um für sich das Erstgeburtsrecht der neuen Gedanken in Anspruch nehmen zu können. In umfangreichen Untersuchungen hat Prof. Theodor Groß nach-



gewiesen, daß Mayer das „Prinzip von der Erhaltung der Energie“ nicht nur entdeckt, sondern es auch wissenschaftlich begründet hat, ja er kommt sogar über Helmholtz' entsprechende Arbeit „Über die Erhaltung der Kraft“ vom Jahre 1848, die also sechs Jahre später erschien als Mayers, zu einem sehr vernichtenden Urteil — man möge dieses an der Quelle nachlesen —. Soviel ist jedenfalls klar, daß Mayer unbedingt die Priorität zuzusprechen ist. Und es war ein großes Unrecht von Helmholtz, Mayer dieses Recht streitig zu machen. Das hat nämlich bewirkt, das Leben des großen Naturforschers zu einem unglücklichen Kampfe zu machen und die wertvollen Kräfte des genialen Forschers völlig zu brechen. Alle späteren Arbeiten Mayers zeigen die Verwüstungen, die Mayer bei den Kämpfen um sein Recht erlitten hat, denn keine erhebt sich zu dem Hochstande der zweiten Arbeit.

Die dritte Schrift Mayer's behandelt die Frage nach der Quelle der Sonnenwärme. Mayer führt diese auf die Umsetzung der Bewegungsenergie zurück, die die aus dem Weltraum auf die Sonne stürzenden Körper (Meteore, Kometen usw.) besitzen. So glänzend der Gedanke ist, scheitert er doch an der Tatsache, daß eine entsprechende Erwärmung bei der Erde nicht feststellbar ist. Würde Mayer's Ansicht von der Sonne richtig sein, dann gälte dasselbe auch für die Erde, und diese würde dadurch so heiß werden, daß sie kein organisches Leben beherbergen könnte. Die Schrift Mayer's ist aber nicht blos aus diesem Grunde geistreich und wichtig, sondern auch wegen der Schlüsse auf andere Erscheinungen und Fragen, die dabei auftauchen, z. B. die Frage der Abnahme der Erd- und der Sonnenumdrehung, der Gezeiten usw.

Nicht blos Helmholtz allein hatte Mayer die Priorität streitig gemacht, sondern auch Joule. Dazu kamen andere zum Teil sehr plumpe Angriffe auf Mayer, die seine Gesundheit derart zerrütteten, daß er in einem Anfalle von Schwermut aus dem Fenster sprang. Er zög sich dabei schwere Verletzungen zu, die einen schleppenden Gang für sein ganzes Leben zur Folge hatten; aber seine starke Körperbeschaffenheit überwand die Krankheit. Später erkrankte Mayer an einer Gehirnhautentzündung und er wurde aus gemeinster Profitmacherei in eine private Irrenanstalt gebracht, ja später sogar in die staatliche übergeführt. Der Leiter dieser Anstalt, ein Dr. Zeller, ordnete gegen Mayer die schwersten körperlichen Mißhandlungen an, ließ ihn in Zwangsstuhl und Zwangsjacke stecken und verlangte sogar von ihm, daß er seine Ansprüche, eine große wissenschaftliche Entdeckung gemacht zu haben, als auf Größenwahn beruhend zugeben und in die gleiche Reihe mit den Versuchen stellen sollte wie die Quadratur des Kreises usw. Mayer weigerte sich standhaft, die verlangte Erklärung abzugeben und der traurige beamtete Psychiater, der sah, daß er Mayer's Willen nicht brechen konnte, entließ ihn schließlich als unheilbar und als Todeskandidaten. Gestorben ist dieser „Todeskandidat“ allerdings erst . . . . . 25 Jahre später!

Diese körperlichen Mißhandlungen machten das Maß dessen voll, das selbst ein Mayer nur auszuhalten vermochte. Schon die andauernde Nichtbeachtung hatte Mayer schwer gedrückt, aber nach der fürchterlichen Heimsuchung in Winnental war seine Arbeitskraft gebrochen. Erst später kamen dann einige Physiker dahinter, was Mayer eigentlich geleistet hatte, und neben Justus Liebig gebührt in erster Linie Robert Clausius und John Tyndall das Verdienst um die neue Lehre und um Mayer's Anerkennung. Auch Eugen Dühning hat in der Angelegenheit Robert Mayer zweifellos Verdienste, so



sehr sein Auftreten auch mit Vorsicht aufzunehmen ist. — Mayer aber hat nie wieder die Kraft zu einer großen Arbeit ähnlicher Art gefunden, wie diese ersten drei waren.

Betrachten wir die Leistung Mayer's ein wenig. Was besagen die Mayer'schen Entdeckungen im Grunde? Sie legen dar, daß die physikalischen Kräfte ineinander verwandelbar sind, daß die mechanische Arbeit, die Wärme, die Elektrizität verschiedene Erscheinungsformen einer Naturkraft sind, die wir heute allgemein als die Energie zu bezeichnen pflegen, und daß die Verwandlungen der verschiedenen Erscheinungsformen in bestimmten Verhältnissen vor sich gehen, die nicht etwa willkürlich sind, sondern immer dieselben bleiben. Wird Wärme in mechanische Arbeit übergeführt, so geschieht das nicht etwa auf dem einen Wege in irgendeinem womöglich wechselnden Verhältnisse, auf einem andern Wege jedoch in größerem oder kleinerem, sondern allemal hält die Umwandlung dasselbe Verhältnis inne, ganz gleich, auf welchem Wege diese geschieht. Ob man also ein Gewicht aus gewisser Höhe fallen und es auf den Boden aufschlagen läßt, oder ob man es dabei selbst sich reiben oder auf eine Welle wirken und diese sich reiben läßt, immer wird durch die mechanische Fallarbeit dieselbe Menge Wärme erzeugt. Das heißt nichts anderes, als daß eben die verschiedenen Naturkräfte Wärme und mechanische Arbeit unter sich in einem bestimmten Verhältnisse zueinander stehen. Ebenso ist es mit der Wärme und der Elektrizität und mit der mechanischen Arbeit und der Elektrizität; die Verwandlung dieser Naturkräfte ineinander hält immer dieselben Verhältnisse inne.

Was bedeutet diese Tatsache aber noch weiter? Nun, wenn zwischen den Naturkräften immer dieselben Umwandlungsverhältnisse herrschen, so kann bei ihrer Umwandlung ineinander nichts verloren gehen oder nichts gewonnen werden. Was an solchen Kräften in der Welt vorhanden ist, kann nicht verloren gehen, ebensowenig wie man etwas gewinnen kann, ohne dafür anderes auszugeben. Es ist sehr wichtig zu beachten, daß dabei die ganze Welt zu betrachten ist. Für einen bestimmten Körper kann wohl etwas verloren gehen, nie aber für die ganze Welt. Ein Körper kann kälter werden als er war, ohne daß er dafür andere Energie gewinnt, d. h. er kann Energie verlieren, ebenso wie er solche wieder gewinnen kann, z. B. durch Erwärmung. Die von ihm genommene Energie aber geht nicht spurlos verloren, sondern sie findet sich irgendwo in der Welt wieder. Andererseits kann aber auch der Gewinn irgend eines Körpers an Wärme nicht aus dem Nichts geschehen, sondern die Wärme kommt irgendwo aus dem Weltall her, von einem anderen irdischen Körper oder von einem anderen Himmelskörper, wie der Sonne. In diesem weiteren Sinne heißt also Mayers Gesetz das „Gesetz von der Erhaltung der Energie“, weil es aussagt, daß von der in der Welt vorhandenen Energie nichts verloren gehen kann. Man kann Arbeit nicht spurlos verschwinden lassen, ebensowenig wie man welche aus dem Nichts zu erzeugen vermag.

Das tritt natürlich keineswegs in Konkurrenz mit dem Bestreben des Menschen, irgendwelche Naturkräfte in seinen Dienst zu stellen. Wer Kohle unter dem Dampfkessel verbrennt, kann damit in seiner Dampfmaschine mechanische Energie erzeugen, wer mechanische Energie in eine Dynamomaschine steckt, kann aus dieser elektrische Energie gewinnen und wer elektrische Energie in die Dynamomaschine (Elektromotor) steckt, kann daraus mechanische Arbeit gewinnen. Schließlich kann man in Widerstandsdrähten durch Hineinleiten elek-



trischer Energie Wärme erzeugen. Ja, man kann aus einem Wasserfall Arbeit gewinnen und in andere umsetzen, aber nie gewinnt man Energie aus dem Nichts. Mayers Entdeckung zeigt, daß das sogenannte „Perpetuum mobile“ unmöglich ist, denn dieses soll Bewegung aus dem Nichts erzeugen, soll Arbeit leisten, ohne daß man dabei Kosten hat oder physikalisch richtiger gesprochen: ohne daß man dabei Energie hineinsteckt. Das Perpetuum mobile muß aber mit dem Augenblicke als unmöglich gelten, in dem man nachgewiesen hat, daß zwischen den Erscheinungsformen der Energie feste Umwandlungsverhältnisse bestehen. Wir verstehen nun auch, warum Mayer die Zahl des mechanischen Wärmeäquivalents so außerordentlich schätzte, die die Beziehungen zwischen Wärme und mechanischer Arbeit feststellt. Diese ist nur durch Versuche, nur durch die Erfahrung zu ermitteln. Leider war es ihm wegen Zeitmangels versagt, diese Versuche selber anzustellen, weil dazu zeitraubende Vorbereitungen gehörten. Sein Freund Griesinger schrieb ihm einstmal über solche Untersuchungen: „Niemand wird hierzu befähigter sein als Du durch Dein lange vorausgegangenes spekulatives Denken (d. i. reines Denken ohne die Erfahrung zu Hilfe zu nehmen); denn der gewöhnlichen Ansicht entgegen glaube ich, daß man durch Denken auf gute Versuche, aber sehr selten durch Versuche auf neue Gedanken kommt.“ Diese Schellingschen Anschauungen waren gar nicht nach Mayers Geschmack, denn er schrieb zurück: „Ich muß ohne Umschweife gestehen, daß ich, ohne selbst über Bewegung und Wärme quantitative Versuche anstellen zu können, nur auf die Anzahl von Experimenten reflektieren kann, die in der Wissenschaft Währung haben.“ Er wies also die falsche Ansicht der „reinen Denker“ weit von sich und erklärte alles Denken für wertlos, das der Erfahrung zuwider ist. Es ist für jedermann, der sich über die Dinge klar werden will, von ausschlaggebender Wichtigkeit, sich auf diesen Standpunkt zu stellen, den er leicht gewinnen kann, sowie er von dem Gedanken der Entwicklung überzeugt ist. Dann sieht er ohne weiteres ein, daß auch das menschliche Gehirn, das das Denken vollführt, sich langsam an den Verhältnissen der Außenwelt emporentwickelt hat, daß also die Entwicklung des menschlichen Denkens nichts anderes ist als der notwendige biologische Anpassungsvorgang an die bestehende Welt. Und jeder Widerspruch des Denkens mit den Erfahrungstatsachen deutet auf Denkfehler oder auf krankhafte Beschaffenheit des denkenden Gehirns.

Einfache Versuche hat Mayer immer ausgeführt oder sich zeigen lassen, um selbst die Erfahrung zu gewinnen. Ein eigentümliches Licht wirft z. B. der Versuch, den Mayer als Student einmal an sich ausführte, um die Wirkung verschiedener Heilmethoden zu erproben, auf seine Willensstärke und seine Wertschätzung des Experiments. Rümelin erzählt darüber, daß er ihn eines Tages mit einem ganz verbrannten Arme antraf. Mayer hatte sich durch verbrennende Papierknäuel auf dem Arme eine Reihe Brandwunden beigebracht, deren jede nach anderer Methode behandelt wurde! — Nur ein starker Wille vermag, solche Experimente zu machen. Selbst vor großen Schmerzen war er nicht zurückgeschreckt, um Erfahrung zu gewinnen. — Aber auch sonst war er unablässig auf der Suche nach neuen Belegen für seine Anschauungen. Wenn Eisenbahnzüge an den Rädern in starken Kurven Funken sprühten, wenn Stämme, die auf Gleitbahnen vom Gebirge herabrutschten, durch Wasser gekühlt werden mußten, um nicht Feuer zu fangen, so sah er sogleich ganz klar darin die Zusammenhänge, um deren Klärung er sich sein Leben lang bemühte. Viele



dieser Tatsachen sind uns wie anderen früher wohlbekannt gewesen, aber niemand vor Mayer hat sich Rechenschaft gegeben über die Bedeutung dieser Erscheinung.

Alles das erscheint uns meist so einfach, daß vielen garnicht verständlich ist, weshalb man darum so viel Aufhebens macht. Wenn man aber an ein weniger geläufiges Beispiel denkt, wird einem klar werden, wie durchgreifend eben doch Mayers Ideen waren. Das ist die Physiologie, die Lehre von den Lebenserscheinungen. Die Erkenntnis, daß die Nahrungsmittel alle im Körper wirk-samen Energien bestreiten, daß ihre Umwandlung das Wesentliche ist und daß man durch die Zahl der bei der chemischen Verbrennung erzeugten Wärme-einheiten (Kalorien) oder Meterkilogramm den Arbeits- und Nährwert eines Stoffes ausdrücken kann, und daß auf dieser Tatsache das ganze wissenschaft-liche Lehrgebäude der modernen Physiologie beruht, erweist die Tiefgründig-keit der Mayerschen Gedankenwelt bis zur Augenscheinlichkeit.

Es läßt sich nicht leicht überschätzen, was wir Robert Mayer verdanken. Die mechanische Wärmetheorie, die immer wieder ihre Triumphe gefeiert hat und für die Technik, namentlich die Technik der Wärmemotoren, von aus-schlaggebender Bedeutung geworden ist, und die moderne Physiologie sind die glänzendsten Zeugen dafür. In der Astronomie hat Mayer an ein ganz mo-dernes Kapitel gerührt, und wenn seine Lösung auch keine endgültige gewesen ist, so hat sie doch die Aufmerksamkeit aller Naturforscher in gründlichster Weise auf dieses überaus schwierige Kapitel gelenkt. Auch die Helmholtz-sche Anschauung von der Zusammenziehung des Sonnenkörpers als der Quelle der ausgestrahlten Wärme ist m. E. durch die Mayerschen Anschauungen an-geregt worden. Wer aber noch weiter sehen will, der muß auch deren Be-deutung für unser ganzes wissenschaftliches Denken in Betracht ziehen. Mayer hat durch seine Gedanken nicht bloß das Genannte gegeben, sondern weit darüber hinaus Fortschritte in der Naturbetrachtung und in der klaren Denk-weise angebahnt, die selbst sein Ahnen stark überstiegen und erst in der modernsten Naturphilosophie Früchte der Erkenntnis zeitigen, die sonst die Spintisiererei geistreicher und geistreichster Leute durch Jahrtausende nicht zu erringen vermochten.

\* \* \*

#### Literatur:

- Robert Mayer, Die Mechanik der Wärme. Herausgegeben von Dr. J. J. Weyrauch  
Stuttgart 1893. Verlag der J. G. Cottaschen Buchhandlung Nflgr.  
Kleine Schriften und Briefe von Robert Mayer. do. 3. Aufl.  
Gustav Rümelin, Erinnerungen an Robert Mayer. In „Reden und Aufsätze“  
NF (2. Bd. S. 350 bis 405). Freiburg i. B. 1881. Akademische Verlagsbuchhandlung  
J. C. B. Mohr  
Eugen Dühring, Robert Mayer, der Galilei des 19. Jahrhunderts. Chemnitz  
1880 und Leipzig 1895  
S. Friedländer, Julius Robert Mayer. Leipzig 1905. Verlag von Theod. Thomas  
Theodor Gross, Kritische Beiträge zur Energetik. Berlin 1901/2. Verlag von  
M. Krayn  
Theodor Gross, Über den Beweis des Prinzips von der Erhaltung der  
Energie. Berlin 1891. Mayer & Müller  
Theodor Gross, Robert Mayer und Hermann v. Helmholtz. Eine kritische  
Studie. Berlin 1898. Verlag M. Krayn  
Wilhelm Ostwald, Große Männer. Darin der Teil: Julius Robert Mayer S. 61 bis 100.  
Leipzig 1909. Akademische Verlagsgesellschaft



## Stonehenge

Von Vermessungsinspektor Albrecht, Berlin-Schöneberg  
(Mit einer einfachen und einer Doppel-Beilage)

(Fortsetzung)

Stonehenge ist jetzt eine Ruine. Vom großen äußeren Steinkreis und von dem gewaltigen Trilithenbau hat verhältnismäßig wenig der Zerstörung trotzen können (s. die Abb. 17 und die Doppelbeilage<sup>1)</sup>). Immerhin vermögen die Baureste eine Vorstellung davon zu vermitteln, einen wie kraftvollen Eindruck der ursprüngliche Bau gemacht haben muß. Nirgends sonst auf der Erde ward wohl ein Freiluft- und Freilichtbau von derartiger Wucht und Größe errichtet.

Jedesmal wenn ein Steinkoloß durch Wetters Gewalt zu Boden stürzte und den Boden wankend machte, ging ein Zittern und Erschauern durchs Land, denn mit jedem Fall glaubte man ein nationales Unglück verbunden. Manches aber, was den Unbilden der Witterung noch stand zu halten vermochte, fiel durch Menschenhand. Es wird berichtet, daß im Herbst 1796 Zigeuner im Schutze eines Trilithen ihr Lager aufschlugen und die Erde aushöhlten. „So entstand hier in der folgenden regen- und schneereichen Zeit ein Pfuhl, der kalkige Grund um die Steine weichte auf, und als nach tiefem Schneefall plötzlich Tauwetter eintrat, fielen die Steine auf einmal um. Schon zwei oder drei Tage lang hatte man beobachtet, daß sie nicht mehr lotrecht standen, am 3. Januar fühlten dann Leute, die eine halbe Meile entfernt auf dem Acker waren, plötzlich eine Erschütterung des Bodens und sahen nachher, daß zwei der größten Steine mit ihrem Auflager gefallen waren. Das Gewicht des ganzen Trilithen ist auf 70 Tonnen geschätzt worden. Daß dies ein sehr glatter Fall gewesen ist, erkennt man noch heute; die beiden Träger liegen parallel und ihr Architrav nur wenig über sie hinaus, noch fast so, wie er auf ihnen geruht hat“ (Schuchhardt, a. a. O. S. 305). Auf Abbildung 15 unserer Doppelbeilage ist der eine gefallene Trilithenpfeiler fast ganz, der andere zum Teil zu erkennen, ebenso der Auf- lagestein. Einige Pfeiler des äußeren Kreises fielen in der Sylvesternacht 1900. Der bedeutungsvollste Fall war der oben beschriebene des größten Trilithen. Er soll durch die Grabungen des Lord Buckingham i. J. 1620 ins Wanken geraten sein. Wahrscheinlich fiel er jedoch schon vor dieser Zeit, denn ein Bild aus dem Jahre 1580 zeigt den „schrägstehenden“ Stein bereits in seiner schrägen Stellung.

Das Verdienst, weiterer Zerstörung Einhalt getan zu haben, gebührt dem jetzigen Besitzer, Colonel Sir Edmund Antrobus. Wir geben sein Bild auf Abb. 18 unserer Beilage wieder. Auf Anregung der archäologischen Gesellschaft von Wiltshire zäunte er Stonehenge ein und hinderte so ein Weiterumsichgreifen des Zerfalls. Seit der Zeit ist es nicht mehr möglich, daß Steine gestohlen oder durch Hammerschläge zertrümmert werden, und daß Flaschen- und Papierreste von Reisenden diese ehrwürdige Stätte entweihen. Lord Antrobus tat aber noch mehr, er unternahm es, auf eigene Kosten Wiederherstellungs-

<sup>1)</sup> Die Originale der Abbildungen 4, 10 bis 14 und 17 bis 23 sind Eigentum der Treptow-Sternwarte. Sie wurden gelegentlich einer Besichtigung von Stonehenge, die Herr Direktor Dr. Archenhold mit dem Verfasser i. J. 1904 vornahm, der Sternwarte von den Besitzern von Stonehenge, Lord und Lady Antrobus, in freundlicher Weise überwiesen. Eine zweite Besichtigung von Stonehenge durch den Verfasser fand im Juli 1913 in Gemeinschaft mit dem Herrn vereideten Landmesser Dr. Léiske Berlin statt

Die Abbildungen 5, 6, 9, 15 und 16 sind Aufnahmen des Verfassers



arbeiten ausführen zu lassen. Der „schrägstehende“ Stein hatte bedenkliche Risse bekommen und drohte an der Stelle, wo er sich gegen den kleinen Blaustein lehnte, zu zerbrechen. So beschloß denn Lord Antrobus, diesen Stein wieder in seine senkrechte Lage zu versetzen. Es war dies keineswegs eine leichte Aufgabe. Galt es doch, den gewaltigen Monolithen nicht nur aus seiner schrägen Lage wieder aufzurichten, sondern ein Fundament zu schaffen, das ihm für lange Zeiten in sicherer Stellung belassen sollte. Diese Arbeiten konnten zugleich einen guten Einblick in die ursprüngliche Sicherung des Steins im Boden geben und zu manchen wertvollen Schlüssen über die Art der Errichtung der Großsteine überhaupt führen. Lord Antrobus legte daher die mit den Arbeiten verbundenen archäologischen Untersuchungen in die Hand von Professor Gowland, während er die eigentlichen Ingenieurarbeiten von den Herren Carruthers und Detmar Blow ausführen ließ. Blow umgab den Stein an seiner Bruchstelle mit einem Gerüst von starken Balken. An diesen wurden Seile befestigt, die acht Mann in einer Entfernung von 15 m langsam aufrollten (S. Abb. 19 der Beilage). Als die Seile straff angezogen waren, begann Professor Gowland mit der ersten Ausgrabung am Fuße des Steins (S. Abb. 21 der Beilage). Über die Ausgrabungsart gibt Gowland eine eingehende Beschreibung in einem Werke „Recent excavations at Stonehenge“, London 1902. Um jeden Teil der Erdoberfläche, der aufgegraben wurde, legte er einen Holzrahmen, auf dessen Langseiten die Buchstaben A—H, und auf den Breitseiten R—L standen. Jeder Buchstabe war 1 Fuß vom nächsten entfernt. Hierdurch wurde das Grabungsfeld innerhalb des Rahmens in Vierecke von je 1 Quadratfuß zerlegt. Von jedem Funde wurde außerdem die Tiefe ermittelt, so daß die Fundstelle in jedem Falle nach den Benennungen des Quadrates und der Tiefe genau angegeben werden konnte.

Gowlands Ausgrabungsergebnisse waren in dreifacher Hinsicht bemerkenswert: Erstens wurden Werkzeuge aus frühester Zeit zu Tage gefördert, die einen Rückschluß auf die Zurichtung und Bearbeitung der Steine ermöglichen, sodann fand man Sarsen- und Blausteine, aus deren Menge und Beschaffenheit wichtige Schlüsse auf den Ursprung dieser Gesteinsarten gezogen werden konnten, schließlich führten die Ausgrabungen auf die Kenntnis der Methode, nach der die Steine aufgerichtet wurden. Das Wesentlichste der Ergebnisse sei hier mitgeteilt.

Die mehr als 100 aufgefundenen Steinwerkzeuge lassen 3 Haupttypen erkennen: roh behauene Äxte von unebener Form, aber mit mehr oder weniger scharfen Schneidflächen, scharfkantige Steinwerkzeuge und endlich rundliche Hammersteine (S. Abb. 22). Bei allen Werkzeugen fällt die rohe Form auf. Nicht eine einzige sorgfältig geschliffene Axt, wie solche aus der jüngeren Steinzeit bekannt sind, wurden gefunden. Man könnte daher meinen, die Werkzeuge und damit der Bau von Stonehenge entstammten der frühesten Steinzeit (Paläolithikum). Dem ist aber entgegen zu halten, daß zur Bearbeitung der großen Steinpfeiler sorgfältig behauene und geschliffene Äxte nicht erforderlich waren. Zudem hat man zur Bearbeitung der vielen Pfeiler tausende solcher Hammersteine verwenden müssen. Gowland kommt daher zu dem Schluß, daß die Errichtung von Stonehenge trotz der ungefügten Werkzeuge, die auf die ältere Steinzeit hinweisen könnten, doch der jüngeren Steinzeit angehört, etwa der Zeit um 2000 v. Chr. Daß die aufgefundenen Hammersteine tatsächlich zur Bearbeitung gedient haben, hat man leicht dadurch feststellen können, daß neuer-



dings Sarsensteine mit solchen Hämmern bearbeitet wurden. Es ergab sich dieselbe Oberflächen-Struktur, die wir bei den Pfeilern von Stonehenge finden.

Das Losbrechen der großen Sarsenplatten geschah am Fundorte ohne besonders große Mühe. Den Erbauern kam hier die Lagerung dieses Gesteins in meterdicken Schichten zu statten. Man erhitzte die unregelmäßig gestalteten Platten an den Linien, wo sie brechen sollten und übergoß sie dann mit kaltem Wasser. Hammerschläge werden dann die pfeilerartigen Stücke ganz losgetrennt haben. Löcher, wie man sie bei dem Schlachtstein findet, scheinen nicht zum Abtrennen der Pfeiler von den Platten gedient zu haben, denn erstens findet man nur Bruch- aber keine Lochspuren an den Längsseiten der Pfeiler, sodann scheinen die Löcher auf dem Schlachtstein neueren Datums zu sein, da sie nur geringe Verwitterungsspuren zeigen. Aus der geringen Zahl der Sarsensplitter in Stonehenge wird man schließen können, daß nur die feine Bearbeitung der Steine auf der Baustelle stattfand. Das waren gewiß langdauernde und schwierige

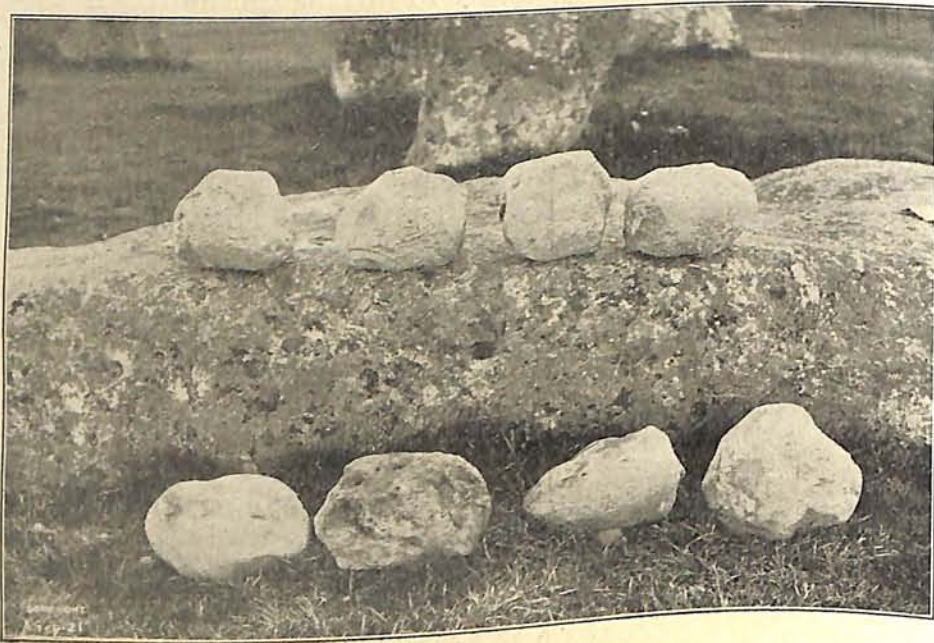


Abb. 22

Hammersteine, gefunden bei den Ausgrabungen von Stonehenge im Jahre 1901

Arbeiten, gab man doch, wie wir sahen, den Auflagesteinen der Trilithen sogar kurvenförmige und scharfkantige Gestalt. Man kann vermuten, daß zunächst mit den Steinhämmern parallele Furchen gemeißelt wurden, deren buckelförmige Zwischenräume man mit mehr runden Hämmern abhieb und glättete. Am schwierigsten war vielleicht die Bearbeitung der Kopfflächen der Pfeiler, da hier die Zapfen, in die die Vertiefungen der Auflagesteine passen mußten, nur durch vollständiges Fortnehmen des Steinmaterials rings um die Zapfen ausgebildet werden konnten. Zur Aushöhlung der Löcher in den Auflagesteinen verwendete man harte kleine Steinchen (Diorite), die mit Wasser und Sand in drehende Bewegung versetzt wurden. Das Sarsengestein ist manchmal so weich, daß man es mit der Hand zerbröckeln kann, dann aber wieder so fest, daß die Bearbeitung sogar mit Stahl schwierig ist. Man war also gezwungen, neben Sarsenwerkzeugen solche aus Feuersteinen und Quarzit zu verwenden. Dies mußte besonders





Abb. 9

Stonehenge. Blick vom „Altarstein“ zum „astronomischen Stein“, ungefähr in der Richtung der Bauwerksachse von Südwest nach Nordost

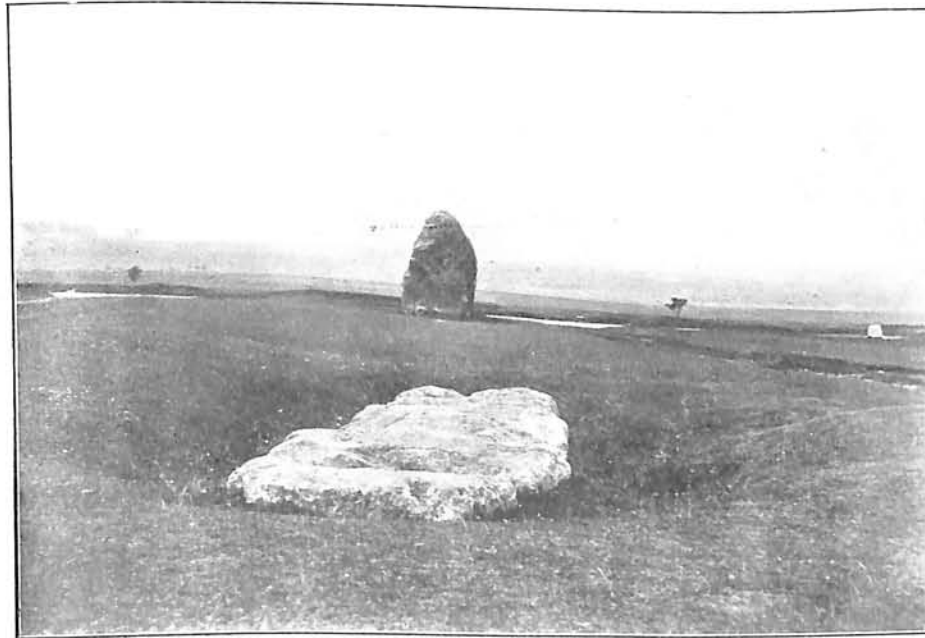


Abb. 10

Stonehenge. Der Schlachtstein (Slaughter stone) im Vordergrund, dahinter der astronomische Stein (Friars heel), gesehen im Zuge der Bauwerksachse von Südwest nach Nordost





Abb. 11  
Stonehenge. Die Trilithen von Süden, links der „schrägstehende“ Stein vor 1901

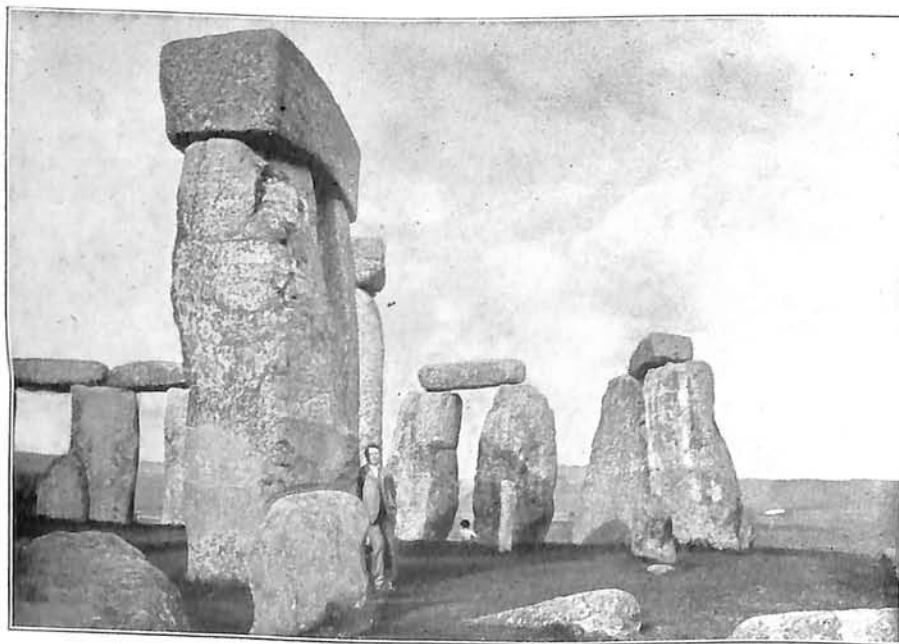


Abb. 12  
Stonehenge. Trilithenstellung mit Resten des äußeren Steinkreises, gesehen von Westen





Abb. 13

Stonehenge. Reste des äußeren Steinkreises und des äußeren Blausteinkreises, im Vordergrund der umgestürzte Pfeiler des Syenith-Trilithen, gesehen von Süden



Abb. 14

Stonehenge. Blick vom größten Trilithen (links der „schrägstehende“ Stein, rechts der umgefallene Pfeiler) zum äußeren Steinkreis, gesehen ungefähr im Zuge der Bauwerksachse von Südwest nach Nordost





Abb. 15

Stonehenge. Blick vom „Altarstein“ nach Nordwesten,  
im Vordergrund der umgestürzte nordwestl. Trilith,  
im Hintergrund der mit einem Zaun eingefriedigte nordwestl. Sarsenstein am Wallrund



Abb. 16

Stonehenge von Südosten, im Vordergrund der südöstl. Stein am Wallrund



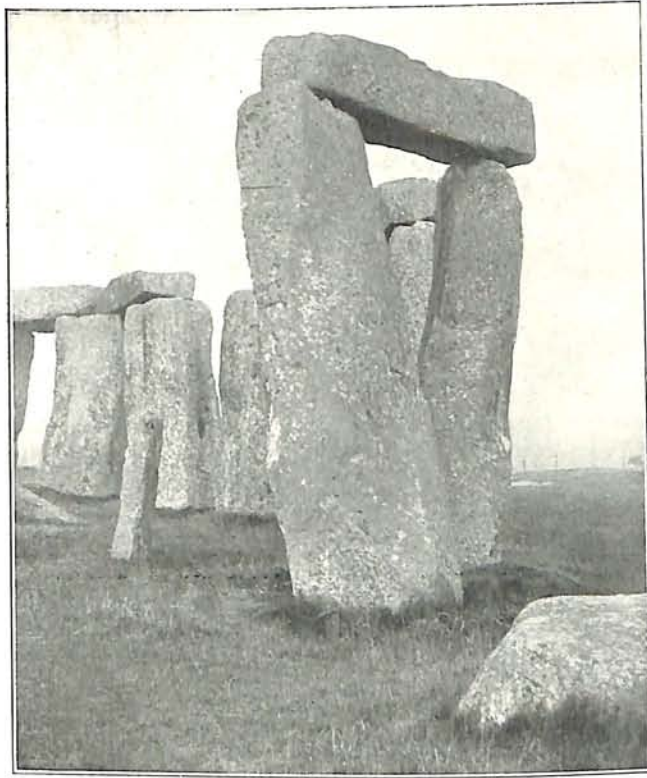


Abb. 17  
Stonehenge. Reste des äußeren Steinkreises auf der Südseite

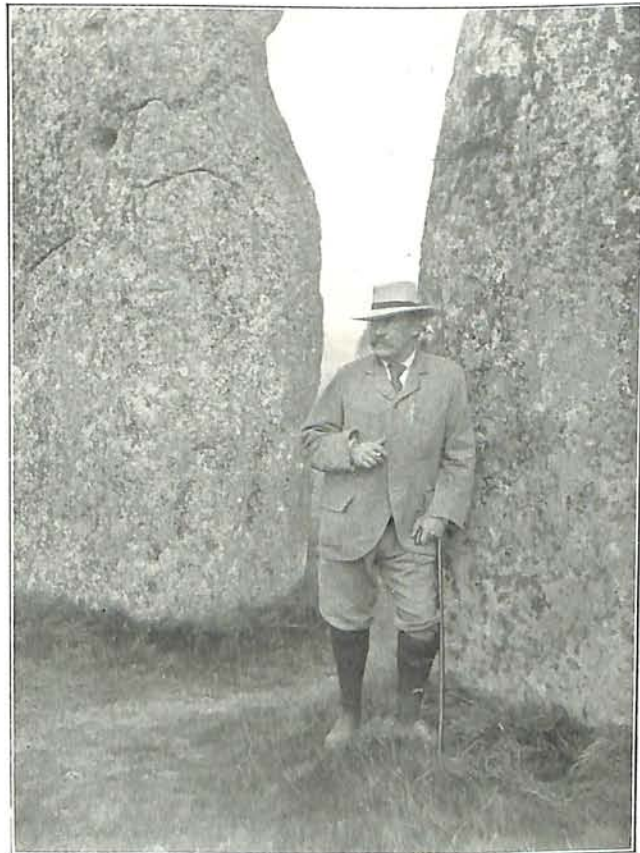


Abb. 18  
Sir Edmond Antrobus



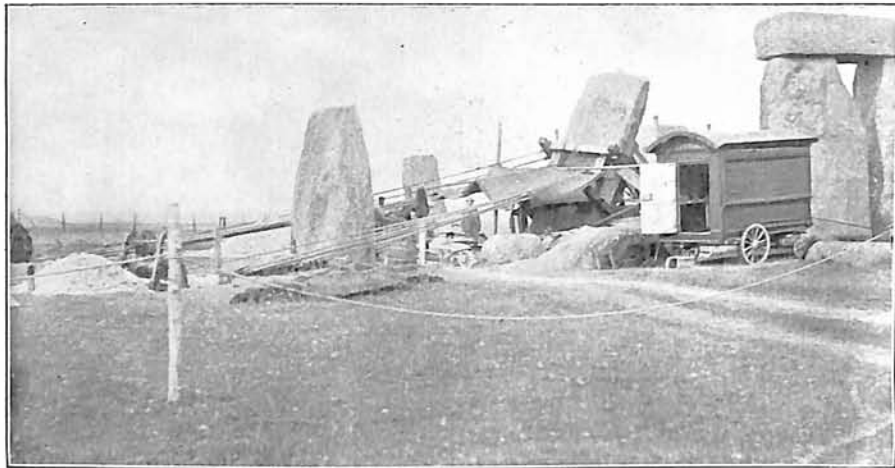


Abb. 19  
Stonehenge. Die Aufrichtung des „schrägstehenden“ Steines im Jahre 1901



Abb. 20  
Stonehenge. Der aufgerichtete „schrägstehende“ Stein im Jahre 1901

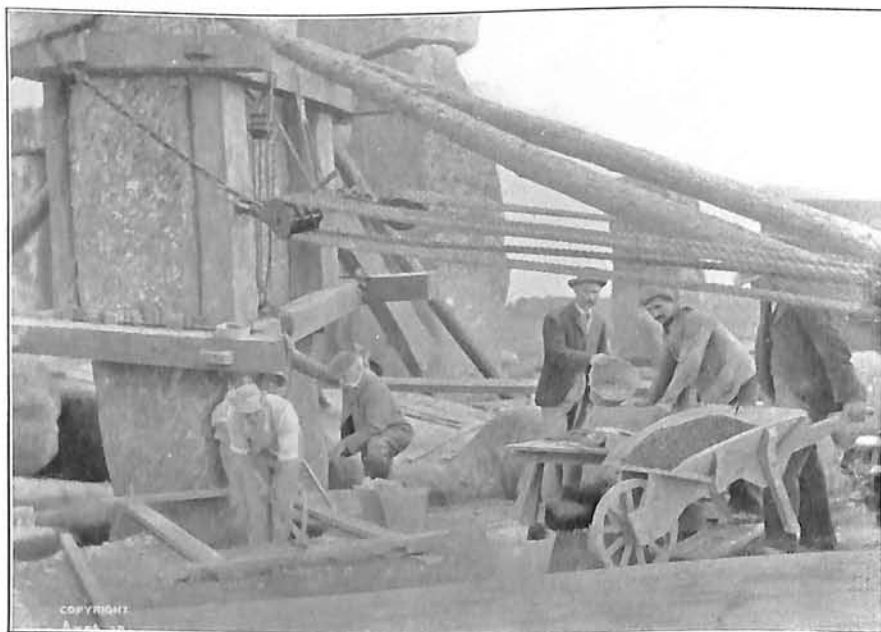


Abb. 21  
Stonehenge. Ausgrabungen am Fuße des „schrägstehenden“ Steines im Jahre 1901



bei den äußerst harten Blausteinen geschehen, von denen auffallenderweise sehr reiche Abfälle in Stonehenge gefunden wurden. Es hat den Anschein, als hätte man die Blausteine auf der Baustelle bei der Bearbeitung fast um die Hälfte verkürzt.

Gowlands Ausgrabungen brachten auch Klarheit über die Art des Aufrichtens der großen Pfeiler. Man grub die Erde soweit aus, daß das anstehende Kalkgestein ein festes Fundament bildete. Die Tiefe der Fundamentgruben mußte so gewählt werden, daß die Kopffläche der verschiedenen langen Pfeiler nach der Aufrichtung die gleiche Höhe erhielten. Das Wichtigste war aber, daß man die Grube im Kalkgestein so bildete, daß auf der einen Längsseite eine

senkrechte Wand stehen blieb, während die andere eine flache Abschrägung erhielt. Auf diese Abschrägung wurde der Fuß des aufzurichtenden Pfeilers geschoben (Abb. 23 zeigt den Fuß des „schrägstehenden“ Steins in der Fundamentgrube). Nun hob man mit untergelegten Holzklötzen das Kopfende so lange, bis der Pfeiler in eine schräge Lage kam. Um ihn ganz in senkrechte Stellung zu bringen, befestigte man Stricke am Kopfende und zog ihn hinüber. Ein Ausrutschen des Fußendes konnte nicht eintreten, da dieses sich gegen die senkrechte Kalkwand der Fundamentgrube stützte. Jedenfalls wurden noch Vorkehrungen getroffen, um den Pfeiler vor seitlichem Ausweichen zu bewahren. Schließlich sicherte man das Fußende durch kleines Steinmaterial, wozu man, wie die Ausgrabungen ergeben haben, die etwa überflüssig oder stumpf gewordenen Hammersteine verwendete. Zieht man in Betracht, daß in Stone-

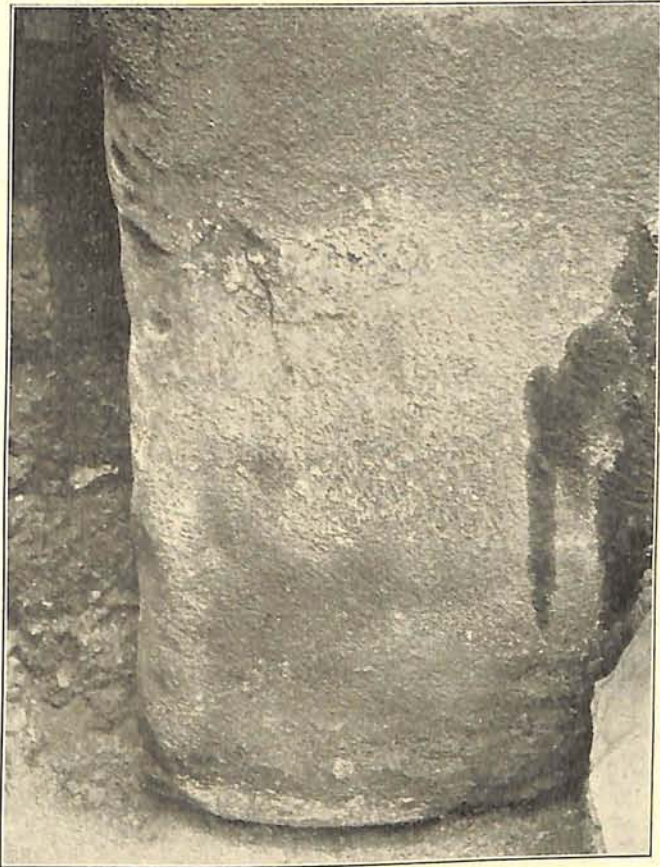


Abb. 23

Stonehenge. Der Fuß des „schrägstehenden“ Steins, Teil der linken Seite, gesehen von Nordost

henge außer den großen Trilithen allein 30 Sarsenpfeiler des großen äußeren Steinkreises auf diese mühselige Art aufgerichtet wurden, so ist wohl anzunehmen, daß an der Fertigstellung des Bauwerks Generationen gearbeitet haben.

Die Anordnung der senkrechten Fundamentwand beim „schrägstehenden“ Stein hat einen Schluß ziehen lassen auf die Zeitfolge, in der die einzelnen Bauteile entstanden, und damit wird die Frage beantwortet, ob Stonehenge einer einzigen Bauzeit entstammt. Man glaubte früher annehmen zu sollen — wir werden auf die Gründe hierzu im anderen Zusammenhange noch zurückkommen —, daß Stonehenge zwei Bauperioden entstammt. Zuerst



sollten die kleinen Blausteinkreise einen besonderen Bau gebildet haben, später erst seien die Trilithen und der große Sarsenkreis hinzugekommen. Dies ist durch die Untersuchungen Gowlands mindestens zweifelhaft, wenn nicht ganz unwahrscheinlich geworden. Gowland fand nämlich, daß wegen der senkrechten Fundamentwand auf der Außenseite der Grube (vom Mittelpunkt des Bauwerks aus gerechnet) die Trilithen von Innen aus errichtet worden sind. Dabei können aber die inneren Blausteine unmöglich gestanden haben, sie hätten zu dem Zweck, falls sie bereits früher an ihrer Stelle standen, erst fortgenommen und nach der Aufrichtung der Trilithen wieder hingestellt werden müssen. Das aber ist unwahrscheinlich. Auch der äußere Blausteinkreis wäre bei der Errichtung des dreißigtorigen Außenkreises hinderlich gewesen, mag man dabei annehmen, daß die Pfeiler von innen oder von außen errichtet wurden. In dem einen Falle wären sie mit den Pfeilerköpfenden zusammengestoßen, im andern beim Anziehen der Stricke hinderlich gewesen. Gowland kommt daher zu dem Schluß, daß für die Errichtung von Stonehenge nur eine Bauperiode anzunehmen ist.

Über das Baukunststück, die Auflagesteine auf die Pfeiler hinaufzubringen, und über die Art des Heranschleifens der großen Steinblöcke von der Fundstelle aus vermögen natürlich die Ausgrabungen Gowlands keinen Aufschluß zu geben. Wir sind hierbei auf Vermutungen und Analogien angewiesen. Das Hochbringen der viele Zentner schweren Auflagesteine kann man sich so denken, daß man Erde bis zur Oberkante der Pfeiler anschüttete und auf der dadurch entstehenden schrägen Ebene die Auflagesteine emporzog, bis sie auf die Pfeiler aufgelegt werden konnten. Die Erdanschüttung mußte natürlich nachher wieder entfernt werden. Dieses Verfahren war sehr umständlich. Vielleicht machte man es aber wie die Japaner, die im Fortbewegen großer Steinblöcke ohne moderne Hilfsmittel Meister sind. Diese legen in ähnlichem Falle den Stein neben die Pfeiler, erhöhen dann ein Ende des Auflagesteins mit einem Balken, sodann das andere Ende. Dies wird wechselseitig wiederholt, bis der Stein in die gewünschte Höhe erhoben und ein Balkengerüst unter dem Stein entstanden ist. Vorbedingung dabei ist naturgemäß eine sorgfältige Herrichtung der Grundlage und eine regelmäßige Bildung des Holzgerüsts, da bei unregelmäßigen Schichten und einer unebenen Auflage das mit der Steinlast beschwerte Gerüst leicht ins Wanken gerät. Beim größten Trilithen hätte das Gerüst über 6 m hoch sein müssen. Hatte man das Gerüst in die Pfeilerhöhe gebracht, so wurde der Auflagestein auf deren Oberfläche hinübergeschoben.

Die Japaner haben es auch verstanden, Steinblöcke von ganz gewaltigen Ausdehnungen auf große Entfernungen fortzubewegen. So liegt in den Wällen des Schlosses von Osaka ein Stein von  $12 \times 13$  m Ausdehnung und über 3000 Zentner Schwere. Er wurde dorthin mit anderen Steinen wohl auf folgende Art geschafft. Man durchbohrte den Stein, steckte einen sehr starken Holzbalken hindurch und befestigte an den hinausragenden Enden eine Anzahl von Querbalken. Diese ruhten beim Transport auf den Schultern einer großen Anzahl von Trägern, die taktmäßig den Block anhoben und so vorwärtsbewegten. Ein japanisches Bild zeigt einen solchen Steintransport mit Hilfe von über 70 Arbeitern. Diese Fortschaffungsart hat allerdings bei Stonehenge wohl kaum Anwendung gefunden, denn die Steine zeigen keine Spuren von Durchbohrungen. Man wird die Steinkolosse wohl ähnlich fortbewegt haben, wie die Ägypter es mit ihren großen Götterbildern aus Stein taten. Eine frühägyptische Abbildung zeigt,



wie über 160 Menschen einen solchen Stein mit Stricken auf einer mit Fett und dergl. geglätteten Bahn einfach fortziehen. Vielleicht benutzte man beim Stonehenge-Bau auch Rollen aus Baumstämmen.

Gowland fand trotz sorgfältigster Durchforschung der Grabungsstellen nicht ein einziges Stück aus Bronze oder Eisen. Auch frühere Ausgrabungen förderten mit Ausnahme einiger römischer Münzen, die für die Zeitfrage der Erbauung nicht in Betracht kommen, keine Metallsachen zu Tage. Einmal schien es so, als hätte man Bronze gefunden. Der Fund stellte sich aber nur als eine grüne Inkrustation auf einer Steinplatte heraus, die durch eine Münze oder dgl. entstanden sein mochte. Zu erwähnen wäre noch die Auffindung eines merkwürdigen Stückes, des sogen. turibulum, durch Inigo Jones, den Architekten König Jacobs I., das man für einen Deckel eines Räuchergefäßes ansah. Später vermutete man, daß dieses Stück aus Metall gewesen sei. Leider ist es im Laufe der Zeit verschwunden, so daß keine Schlüsse mehr aus diesem Funde gezogen werden können.

Nach alledem ist anzunehmen, daß Stonehenge aus der letzten Stein- oder frühen Bronzezeit stammt. Auch die meisten Grabhügel von Stonehenge werden dieser Zeit entstammen, da in ihnen Splitter der Sarsen- und Blausteinpfeiler von Stonehenge gefunden wurden. Nur in einigen Gräbern fanden sich Gegenstände aus Bronze. Schuchhardt sagt hierüber<sup>1)</sup>: „Die Verwendung der Abfälle von seinem Bau (Stonehenge) in den benachbarten Hügeln zeigt, daß diese gleichzeitig oder nur wenig später sind. Die Beigaben in den Hügeln aber, der Zonenbecher und die Kragurne, das Flachbeil, der kleine dreieckige Dolch und die Manschette charakterisieren übereinstimmend in der von Montelius für England aufgestellten Chronologie die Periode II, d. i. die Zeit von ungefähr 2100—1850 v. Chr., in der zuerst die wirkliche Bronze auftritt, während die voraufgehende Periode I (2500—2100 v. Chr.) eine eigentliche Kupferzeit ist.“

(Fortsetzung folgt)

## Über den Zusammenhang des Barometerstandes mit dem elektrischen Zustande der Atmosphäre in den Tropen.

Von L. Gentil Tippenhauer - Port au Prince

Schon mehrfach haben die Meteorologen Zusammenhänge sehen wollen zwischen dem Druck der Atmosphäre und den elektrischen Zuständen derselben. Aus physikalischen Laboratoriumsversuchen wissen wir bereits, daß der Druck eines Gases variiert mit der Größe seiner elektrischen Ladung. Ein eigentümliches Phänomen ist schon seit langem beobachtet worden, der plötzliche Sturz des Barometers nach elektrischen Entladungen. Die Franzosen nennen diese Erscheinung „le crochet du grain“. Prof. von Hann wies seit längerer Zeit schon auf den parallelen Gang der Größe des elektrischen Feldes der Erde und der Amplitude der täglichen doppelten barometrischen Oscillation innerhalb der Periode von 24 Stunden hin. Aber immer treten wieder Zweifel auf über einen ursächlichen Zusammenhang.

Nun sind in den Tropen die elektrischen Zustandsänderungen der Atmosphäre viel heftiger als in den mittleren Breiten; wenn also ein solcher Zusammenhang tatsächlich besteht, so muß er vor allem zuerst in den Tropen

<sup>1)</sup> Schuchhardt, a. a. O., S. 310



nachweisbar sein. Wir brauchen zu einer solchen Untersuchung nicht auf Beobachtungen der Werte des elektrischen Feldes der Erde zu warten, denn was im kleinen richtig ist, muß auch im großen zu Recht bestehen. Das Auftreten von Gewittern ist in den Tropen sehr häufig, während des größten Teiles des Jahres ist es eine fast tägliche Erscheinung, so daß sich an Hand der täglichen Gewitterbeobachtungen und der täglichen Barometerschwankung ein Studium des wahrscheinlichen Zusammenhanges wohl verlohnen müßte.

Kaum ein Land eignet sich für ein solches Studium besser als die Antilleninsel Haiti. Mitten aus dem Ozean erhebt sich diese Insel unter dem 18. Breitengrad zu einer Höhe von 3000 m als ein großes gebirgiges Massiv, an dem sich die atmosphärischen Niederschläge mit einer überraschenden Periodizität niederzuschlagen pflegen, periodische Gewitter von erstaunlicher Häufigkeit und Vehemenz entfesselnd. Dieselben wurden schon seit vielen Jahren in den pluviometrischen Stationen beobachtet, die die meteorologische Station des Séminaire Collège St. Martial über die ganze Republik verteilt hat. Die von dem Pater Scherer so vorzüglich geleitete meteorologische Station in Port au Prince, der Hauptstadt der Republik Haiti, veröffentlicht jährlich in ihren „Bulletins Séministriels de l'Observatoire du Séminaire Collège St. Martial“ die Ergebnisse der Gewitterbeobachtungen in den über 30 pluviometrischen Stationen. Aus dieser Statistik entnehmen wir für das Jahr Juli 1912 bis Ende Juni 1913 die Anzahl der in dem Gebiete der Republik beobachteten Gewitter. Auf einer Tagesabszissenaxe tragen wir diese Zahlen als Ordinaten auf, ein Gewitter gleich  $\frac{1}{3}$  Zentimeter. Wir erhalten eine Kurve, die wir die Gewitterkurve der Region nennen. Wir wollen diese Kurve vergleichen mit einer theoretisch konstruierten Kurve, die nach gewissen folgenden Überlegungen zu berechnen ist aus den tatsächlich beobachteten Barometerdrucken und Temperaturständen.

Der Druck der Atmosphäre hängt von mehreren Faktoren ab, erstens von der Masse, zweitens von der Feuchtigkeit und der Temperatur der über dem Boden lagernden Luft. Die Temperatur erhöht den Druck durch Erhöhung des Gasdruckes und durch Erhöhung der Dampfspannung. Theoretisch muß nun jedes Sinken der Temperatur die Masse der Atmosphäre vergrößern. Denn in der Kälte zieht sich die Atmosphäre zusammen und es strömt außerdem Luft aus wärmeren Regionen zu dem Orte kälterer Temperatur. Wenn also die Änderung der Temperatur nur die Masse der Atmosphäre in ihrer Größe beeinflussen würde, ohne andere Wirkungen auszuüben, dann müßte mit sinkender Temperatur das Barometer steigen, mit steigender Temperatur hingegen fallen, die umgekehrte Barometerkurve müßte mit der Temperaturkurve parallel gehen. Die Größe der Abweichung von dieser theoretisch geforderten Parallelität muß die sämtlichen Einflüsse mit enthalten, die von Agentien ausgehen, die mit Ausnahme der Masse auf den Stand des Barometers einwirken, wie Dampfspannung und elektrische Ladung, wenn eine solche faktisch auf den Stand des Barometers einen meßbaren Einfluß ausübt.

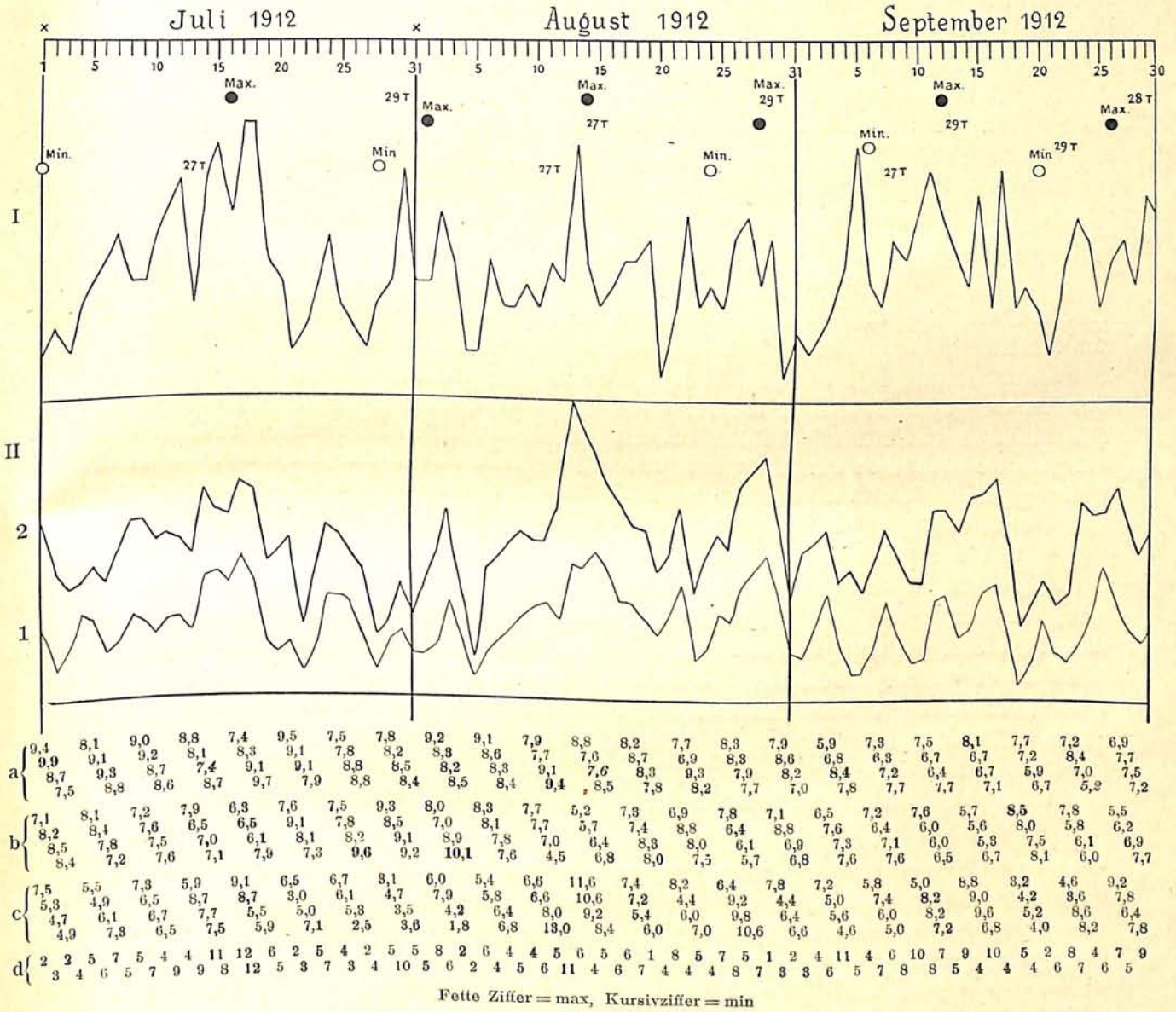
Der mathematische Ausdruck für die Größe der Abweichung von der Parallelität zwischen der umgekehrten Barometerkurve und der Temperaturkurve lautet  $(b_{\max} - b) + (t_{\max} - t)$ , wo  $b_{\max}$  der größte tägliche mittlere Barometerdruck im Monat und  $b$  der mittlere Druck des Tages,  $t_{\max}$  die größte tägliche mittlere Temperatur im Monat und  $t$  die mittlere Temperatur des Tages bedeutet.

Diese Kurve  $(b_{\max} - b) + (t_{\max} - t)$  muß also, wenn der Zustand der elektrischen Ladung der Atmosphäre wirklich auf den Stand des Barometers einen



meßbaren Einfluß ausübt, sich gemäß der Gewitterkurve deutlich proportional verändern. Wir haben in früheren Abhandlungen nachgewiesen, daß wenigstens für die Insel Haiti dies wirklich stattfindet.

Uns bleibt aber eine zweite Schlußfolgerung zu ziehen. Im allgemeinen nimmt der Luftdruck mit zunehmender Temperatur zu, jedenfalls unter der Voraussetzung, daß sich die Masse der Atmosphäre nicht verändert. In diesem Falle



I Gewitterkurve der Republik Haiti, d. h. Kurve der Anzahl der in allen pluviometrischen Stationen beobachteten Gewitter. 1 Gewitter =  $\frac{1}{3}$  cm

II Theoretische Kurve der elektrischen Einflüsse, bestimmt aus der Größe der Abweichung von der Parallelität der beobachteten mittleren Barometer- und Temperaturstände  $1^\circ = \frac{1}{3}$  cm; 1 mm =  $\frac{1}{3}$  cm

Kurve 1 =  $(b_{\max} - b) + t_{\max} - t$

Kurve 2 =  $[(b_{\max} - b) + (t_{\max} - t)] + [(b - b_{\min}) + (t_{\max} - t)]$

a = mittlerer Barometerstand des Tages 750 mm + . . . } beobachtete Werte

b = mittlere Temperatur des Tages  $20^\circ + \dots$

c = Kurve:  $[(b_{\max} - b) + (t_{\max} - t)] + [(b - b_{\min}) + (t_{\max} - t)]$ , berechneter Wert

d = Anzahl der beobachteten Gewitter



müßte wegen zunehmenden Gasdruckes und gesteigerter Dampfspannung der Gang des Barometers direkt proportional dem Gange der Temperatur verlaufen. Die Größe der Abweichung von der Parallelität zwischen der Barometerkurve und der Temperaturkurve müßte demnach ebenfalls eine Kurve geben, die die Einflüsse der Agentien mitenthält, die, abgesehen von der Erwärmung, auf den Stand des Barometers einen Einfluß ausüben. Wenn also die elektrische Ladung auf den Stand des Barometers einen Einfluß ausübt, dann muß auch die Kurve  $(b - b_{\min}) + (t_{\max} - t)$ , der mathematische Ausdruck für die Kurve, die die Größe der Abweichung von der Parallelität zwischen der nicht umgekehrten Barometerkurve und der Temperaturkurve darstellt, ein Bild geben können von dem Gange der elektrischen Ladung der Atmosphäre.

Noch wahrscheinlicher wird es sein, ein ähnliches Bild zu erhalten von der jeweiligen Größe der elektrischen Ladung der Atmosphäre, wenn wir die zwei nach ganz getrennten Überlegungen erhaltenen Kurven, die die elektrischen Einflüsse anzeigen müssen, addieren, also die Kurve bilden

$$(b_{\max} - b) + (t_{\max} - t) + (b - b_{\min}) + (t_{\max} - t).$$

Wenn überhaupt die elektrischen Zustände der Atmosphäre einen bestimmenden Einfluß auf den Stand des Barometers ausüben, muß diese Kurve eine gewisse Übereinstimmung mit der Gewitterkurve der Region zeigen. Das tut sie in der Tat in der auffallendsten Weise, wie die beifolgende Zeichnung nachweist. Die Maxima und Minima beider Kurven folgen sich in schöner Übereinstimmung. Wir stellen demnach den Satz auf, daß wenigstens in den Tropen die elektrische Ladung der Luft einen bestimmenden Einfluß auf den Stand des Barometers ausübt, vielleicht sogar den größten.

Die Übereinstimmung ist umso überraschender, als wir doch schließlich keine Maßzahlen besitzen, die einzelnen Gewitter nach ihrer Heftigkeit in Rechnung zu setzen, daß ferner nur der Barometerdruck die ganze Atmosphäre in Betracht zieht, hingegen die Temperaturablesungen nur die kleinste unterste Schicht der Atmosphäre betreffen, auch vergleichen wir die Gewitterphänome einer ganzen Region mit den Barometer- und Thermometerablesungen eines einzigen allerdings sehr zentral gelegenen Ortes. Auch addieren wir etwas willkürlich die Millimeterablesungen mit Gradablesungen, wozu wir allerdings einige Berechtigung haben, als im Laufe der Monate in der Tat die Barometerschwankungen in Port au Prince in Millimetern ungefähr um ebensoviel schwanken wie die Temperaturschwankungen um Grade. Es handelt sich ja auch vorläufig nur um die Gewinnung von Relativzahlen; wenn also trotz dieser nur angenäherten Relativzahlen eine frappante Ähnlichkeit der Gewitterkurve mit der theoretisch berechneten Kurve der wahrscheinlichen elektrischen Einflüsse festgestellt wird, so ist an der Richtigkeit von dem hervorragenden Einfluß der elektrischen Ladung der Atmosphäre auf den Stand des Barometers wenigstens in den Tropen nicht mehr zu zweifeln.

Eines muß aber vor allem hervorgehoben werden, das ist die deutliche Periodizität in dem Auftreten der Gewitter; eine variable Periode zwischen 27 und 30 Tagen ist deutlich erkennbar. Wir haben auf der bildlichen Darstellung der Kurven eine doppelte Serie von aufeinanderfolgenden Maximis und Minimis vermerkt. Die Perioden der Aufeinanderfolge ergeben immer ein Zeitintervall von 27 bis 30 Tagen, gemäß der Revolutionsperiode der Stoffe an der Sonnenoberfläche. Die Abhängigkeit von den Zuständen auf der der Region zugewandten Sonnenoberfläche ist desto wahrscheinlicher, als der jährliche Gang



der Gewitterkurve in deutlicher Abhängigkeit von dem Stande der Sonne ist. Bei der aufmerksamen Betrachtung der einzelnen Figuren der Gewitterkurve über eine ganze Periode macht man häufig eine eigentümliche Bemerkung; es ähneln sich die Figuren zweier ja mitunter dreier und mehr aufeinanderfolgender Figuren in Übereinstimmung mit den immer etwas langsam vor sich gehenden Veränderungen auf der Sonnenoberfläche, wo auch die Sonnenflecke zum Beispiel mit einer gewissen Langsamkeit kommen und gehen und häufig über mehrere Revolutionen verfolgbare sind.

In der beigegeführten Zeichnung (von der wir nur den Teil vom Juli bis Ende September 1912 wiedergeben) haben wir strichpunktiert die um eine Periodenlänge nach vorn verschobene Gewitterkurve in die beobachtete Gewitterkurve eingezeichnet und zwar für zwei Epochen. Erstens lassen wir den 22. April mit dem 25. März zusammenfallen und zweitens den 5. Oktober mit dem 6. September. Beide Male läßt sich über mehrere Perioden die Übereinstimmung in dem Auftreten der Maxima und Minima sehr gut verfolgen.

Wenn auch die 27 bis 30 tägige Periode hauptsächlich durch die Vorgänge der in derselben Zeit sich um ihre Achse drehenden Sonne bedingt zu sein scheint, so wird zweifelsohne auch die 29 bis 30 tägige Umlaufperiode eines magnetischen Mondes in dem elektromagnetischen Kraftfeld der Sonne Beziehungen zu den periodischen elektrischen Zuständen der Erdatmosphäre haben nach dem Gesetze der elektromagnetischen Arbeiten der Weltkörper, gemäß der Formel  $K \cos \varphi \frac{dr}{dt}$ , wo  $K$  die auf den materiellen Punkt wirkenden magnetischen und elektrischen Kräfte bedeuten,  $\varphi$  den Winkel, den diese Kräfte mit der Verbindungslinie der Mittelpunkte der Weltkörper bilden, und  $\frac{dr}{dt}$  die Geschwindigkeit der Annäherung oder der Entfernung der Weltkörper voneinander in der Zeiteinheit.

Port au Prince, den 10. Juli 1914

## Der gestirnte Himmel im Monat Dezember 1914

Von Dr. F. S. Archenhold

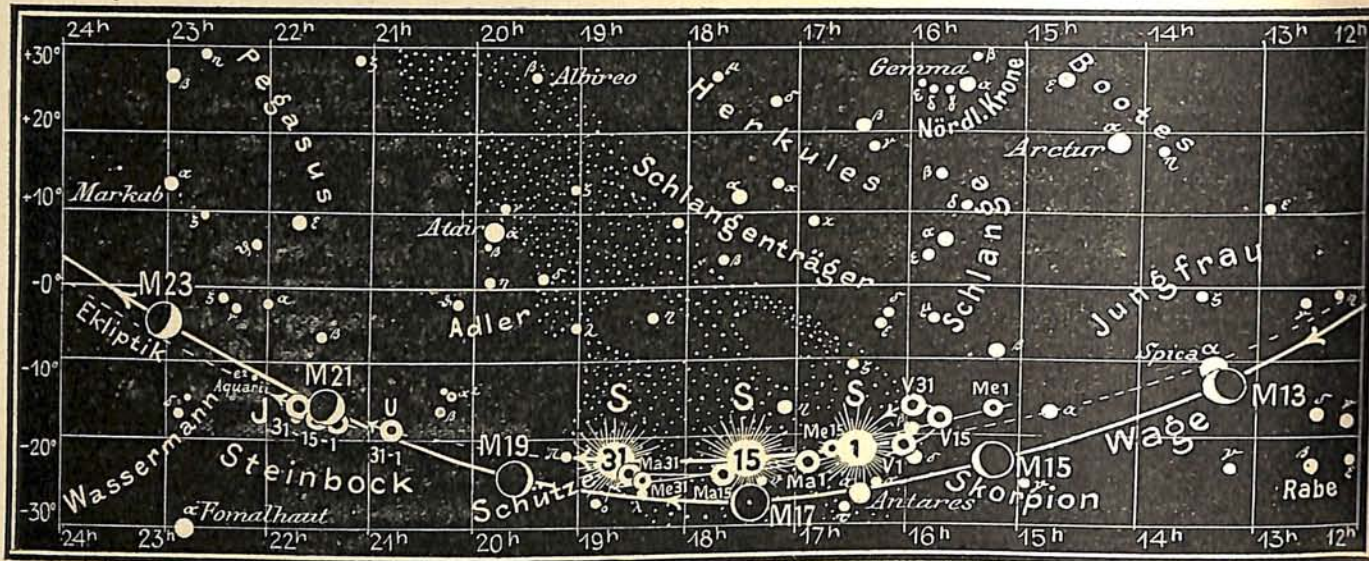
### Die Figur des Mondes

Hansens theoretische Untersuchungen der Mondbewegung haben zu dem merkwürdigen Resultat geführt, daß der Schwerpunkt des Mondes etwa 59 km weiter von uns abstehen soll, als der Mondmittelpunkt. Neuerdings hat Friedrich Hayn in einer Reihe von Untersuchungen über die selenographischen Koordinaten, die in den Abhandlungen der Math. Phys. Kl. d. Kgl. Sächs. Ges. der Wissenschaften veröffentlicht sind, eine Verlängerung des Mondes nach der Erde zu von nur etwa 2 km festgestellt und darauf hingewiesen, daß die Hansensche Annahme durch eine schon früher erschienene Arbeit von Wichmann widerlegt werden kann, eine Tatsache, die Hansen merkwürdigerweise entgangen war. Wichmann hatte den Abstand des Kraters Mösting A vom Rande beobachtet und unter der Annahme, daß der Radius Vector von Mösting A gleich dem Halbmesser des Mondes sei, eine befriedigende Darstellung seiner Beobachtungen erhalten. Wäre Hansens Annahme richtig, so müßten infolge der perspektivischen Verschiebung des Kraters Wichmanns beobachtete Oerter des Kraters Mösting A von den berechneten bis zu 8" abweichen.

Professor Franz hat schon durch Ausmessungen von Mondphotographien in seiner Abhandlung „Die Figur des Mondes“ 1899 den Nachweis geführt, daß die Verlängerung des Mondes nach der Erde zu nicht 4 km übersteigen kann. Es ist mit Freude zu begrüßen, daß Hayn bei der Ausmessung der Mondphotographien auch die Helligkeit der Randgebiete des Mondes systematisch untersucht hat, da naturgemäß die verschiedenen Albedo der Randgebiete Messungen der Figur des Mondes stark entstellen können. Aus



Fig. 1b



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

diesem Grunde müssen auch die zu solchen Untersuchungen benutzten Photographien frei von Verzerrungen sein. Bei einem so vielseitigen Problem kann nur die schärfste Kritik, wie sie gerade in den Arbeiten von Hayn zu finden ist, zu einem sicheren Ziele führen.

### Die Sterne

Anfangs Dezember finden wir abends 10 Uhr hoch oben im Zenit die Kassiopeja, den Fuhrmann, Perseus und Andromeda. Der hellste Stern des Himmels, der Sirius, erhebt sich gerade über dem Horizont. In günstiger Höhe stehen die Ekliptikal-Sternbilder der Fische, des Widders, Stiers und der Zwillinge. Die beiden einzigen Nebelwelten, welche mit unbewaffnetem Auge bei der tiefen Dunkelheit des klaren Wintersternhimmels zu erkennen sind, stehen über dem Horizont in der Andromeda und im Orion. Die Milchstraße zieht sich von Ost-Südost durch das Zenit herab zum West-Südwestpunkt des Horizontes. In ihren einzelnen Bändern erblicken wir heute mit Recht die verschiedenen Zweige einer spiraligen Nebelwelt, in deren Mitte ungefähr sich unser Sonnensystem befindet. Wenn wir uns senkrecht zur Milchstraßenebene viele Tausende von Lichtjahren hinaus in das Weltall begeben könnten, so würden wir sie zu einem Nebelfleck von nur geringer Ausdehnung zusammenschrumpfen sehen.

### Der Lauf von Sonne und Mond

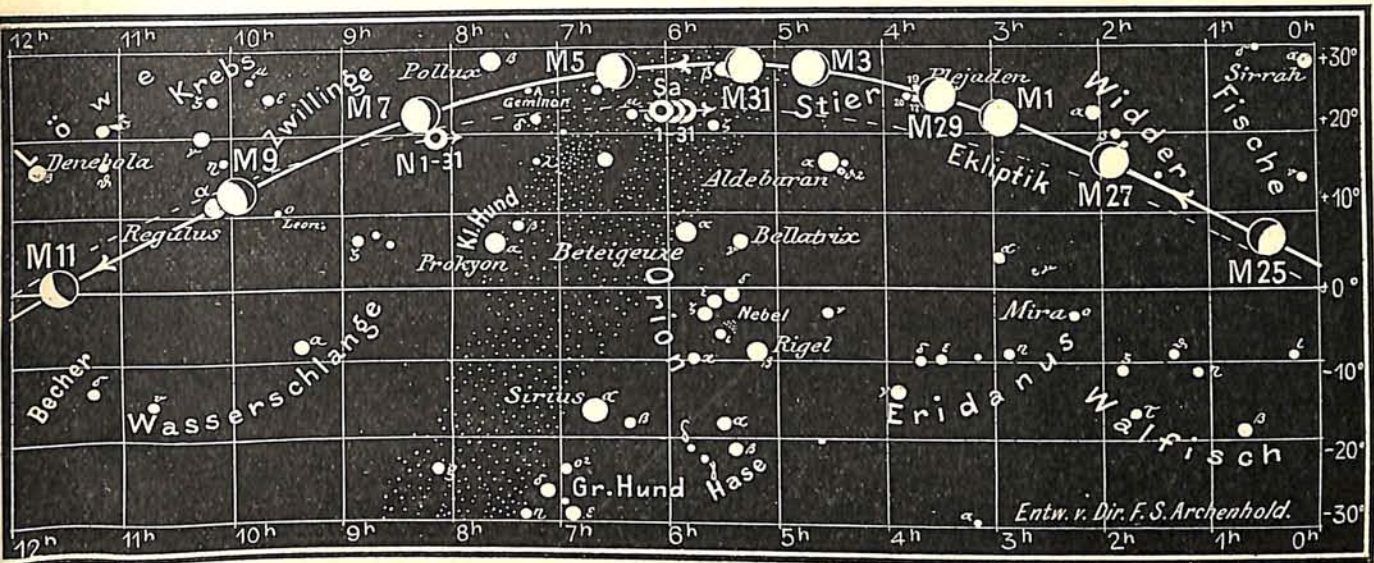
Die Sonne (Feld  $16\frac{1}{2}^h$  bis  $18\frac{3}{4}^h$ ) tritt am 22. Dezember aus dem Zeichen des Schützen in das des Steinbocks. Sie erreicht an diesem Tage den südlichsten Punkt ihrer Bahn. Wir haben die längste Dauer der Nacht, und es beginnt der Winter. Die Sonne erreicht selbst um die Mittagszeit in ihrem höchsten Stand nur  $14^\circ$ . Auf der Sonnenscheibe sind in letzter Zeit wieder größere Sonnenflecken aufgetreten.

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
Dezember 1.	— $21^\circ 43'$	7h 55 <sup>m</sup>	3h 54 <sup>m</sup>	$15\frac{3}{4}^\circ$
- 15.	— $23^\circ 15'$	8h 12 <sup>m</sup>	3h 50 <sup>m</sup>	$14\frac{1}{4}^\circ$
- 31.	— $23^\circ 9'$	8h 20 <sup>m</sup>	3h 58 <sup>m</sup>	$14\frac{1}{4}^\circ$



Fig. 1a

Nachdruck verboten



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

Der Mond ist mit seinen Phasengestalten in unsere Karten 1a und 1b für den 1. bis 31. Dezember von zwei zu zwei Tagen eingetragen. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Tage:

Vollmond: Dezember 2. 7<sup>1</sup>/<sub>2</sub><sup>h</sup> abends      Neumond: Dezember 17. 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub><sup>h</sup> morgens  
 Letztes Viertel: - 10. 12<sup>1</sup>/<sub>2</sub><sup>h</sup> mittags      Erstes Viertel: - 24. 9<sup>1</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup> morgens

Im Monat Dezember finden 7 in Berlin zu verfolgende Sternbedeckungen statt.

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Win- kel	Austritt M. E. Z.	Win- kel	Bemerkung
Dezbr. 1	17 Tauri	4	3 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	+ 23° 5'	7 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> , 0 abends	125°	7 <sup>h</sup> 59 <sup>m</sup> , 4 abends	190°	} Mond i. Meridian 11 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup> abends
- 1	19 Tauri	4,4	3 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	+ 24° 12'	7 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup> , 1 abends	46°	8 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> , 7 abends	269°	
- 1	20 Tauri	3,9	3 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	+ 24° 6'	7 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup> , 4 abends	80°	8 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup> , 6 abends	235°	
- 5	A Geminorum	5,5	7 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup>	+ 25° 13'	8 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> , 6 abends	59°	8 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> , 6 abends	310°	Mondaufgang 5 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> abends
- 21	c <sup>2</sup> Aquarii	5,4	22 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup>	- 11° 59'	8 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup> , 4 abends	32°	9 <sup>h</sup> 2 <sup>m</sup> , 0 abends	265°	Monduntergang 9 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> abends
- 29	19 Tauri	4,4	3 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	+ 24° 12'	4 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> , 4 morgens	78°	5 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> , 0 morgens	270°	} Monduntergang 5 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup>
- 29	20 Tauri	3,9	3 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup>	+ 24° 6'	4 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup> , 2 morgens	102°	5 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> , 8 morgens	246°	

### Die Planeten

*Merkur* (Feld 15<sup>1</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup> bis 18<sup>1</sup>/<sub>2</sub><sup>h</sup>) wird vom 11. Dezember an wieder unsichtbar. Sein Durchmesser nimmt von 5",7 auf 4",6 ab, seine Entfernung von 175 auf 215 Millionen km zu.

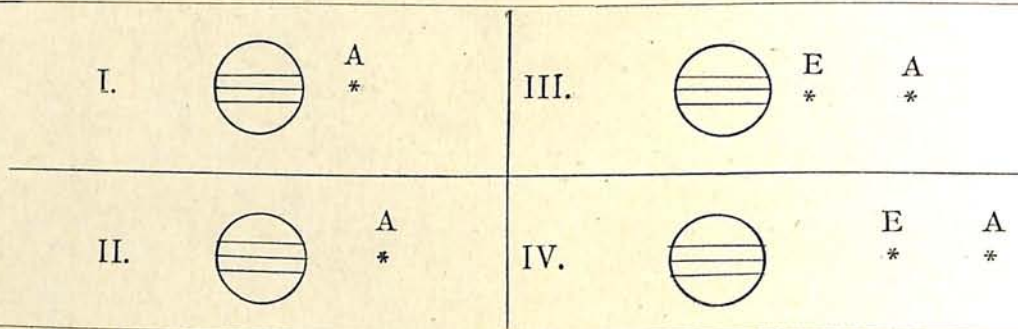
*Venus* (Feld 16<sup>h</sup> bis 15<sup>3</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup> bis 16<sup>h</sup>) erscheint in den ersten Tagen des Monats wieder als Morgenstern im Südosten, am Ende des Monats ist sie bereits 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Stunden



## Stellungen und Finsternisse der Jupiterstrabanten

Dezember

Örter der Jupiterstrabanten beim Austritt (A) aus dem Schattenkegel und beim Eintritt (E) in denselben im umkehrenden (astronomischen) Fernrohr



Stellungen der Trabanten um 5<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> Weltzeit im umkehrenden Fernrohr

Tag	Westlich vom Jupiter		Östlich vom Jupiter
1	2.	○	1. 3. 4.
2	1.	○	3. 4.
3		○	1. 2. 3. 4.
4	○ 3.	○	2. 4.
5	3. 2.	○	1. 4.
6	3. 4. 1.	○	2. ●
7	○ 1. 4. 3.	○	2. 1. ●
8	4. 2.	○	3. 1. ●
9	4. 2. 1.	○	3.
10	4. 2. 1.	○	1. 2. 3.
11	4. 1.	○	3. 2.
12	4. 3. 2.	○	1.
13	3. 4. 1. 2.	○	
14	3.	○	1. 2. 4. ●
15	2. 1.	○	3. 4. 1. ●
16	2. 1.	○	3. 4.
17		○	1. 2. 3. 4.
18	1.	○	3. 2. 4.
19	2. 3.	○	1. 4.
20	3. 1. 2.	○	4.
21	3.	○	1. 2. 4.
22	2.	○	1. 3. 4.
23	1. 2. 4.	○	3.
24	4. 1.	○	2. 3.
25	4. 1.	○	3. 2.
26	4. 2. 3.	○	1.
27	4. 3. 1. 2.	○	
28	4. 3.	○	1. 2.
29	4. 1.	○	2.
30	2. 4.	○	3.
31		○	4. 3. 2. 1. ●



lang sichtbar. Ihr Durchmesser nimmt von 62",8 auf 42",2 ab und ihre Entfernung von 40 auf 59 Millionen km zu. In der Nähe der Hörnerspitzen, also der Pole der Venus, sind hin und wieder weiße Flecken gesehen worden, am Südpol häufiger als am Nordpol. Der Dämmerungssaum greift oft 10° bis 20° in die dunkle Nachtseite über. Auch treten dann und wann Unregelmäßigkeiten sowohl an der Lichtgrenze als auch an den Hörnerspitzen auf, die Lichtgrenze wird zackig, die Hörnerspitze abgestumpft. Wenn auch im allgemeinen sehr selten, so ist doch mit Sicherheit festgestellt worden, daß auch die ganze Nachtseite der Venus in einem matten, eigenartigen Phosphoreszenzlicht dann und wann aufleuchtet. Manche bezeichnen das Licht als rötlich, manche als graugrünlich. Wenn die leuchtende Sichel der Venus sehr schmal ist, wird man die meiste Aussicht haben, dieses sekundäre Licht zu sehen. Da jetzt wieder größere Sonnenfleckengruppen sichtbar geworden sind, so dürfte, wenn dieses Leuchten als ein unseren Nordlichterscheinungen ähnliches Aufleuchten der höheren Atmosphärenschichten anzusehen ist, ein Suchen nach diesen Erscheinungen anzuempfehlen sein.

*Mars* (Feld 17<sup>h</sup> bis 18<sup>1/2</sup><sup>h</sup>) kommt am 24. Dezember in Konjunktion mit der Sonne und ist daher während des ganzen Monats unsichtbar. Sein Durchmesser beträgt Ende Dezember 3",9, seine Entfernung von der Erde 362 Millionen km.

*Jupiter* (Feld 21<sup>1/4</sup><sup>h</sup> bis 21<sup>3/4</sup><sup>h</sup>) geht anfangs schon um 9 Uhr und am Ende des Monats bereits um 8 Uhr unter. Die Dauer seiner Sichtbarkeit beträgt dann nur noch 2<sup>3/4</sup> Stunden. Seine Entfernung nimmt von 792 auf 850 Millionen km zu und sein Durchmesser von 34",4 auf 32",1 ab. Die Stellung seiner Monde finden wir auf Seite 46.

*Saturn* (Feld 6<sup>h</sup> bis 5<sup>3/4</sup><sup>h</sup>) ist während der ganzen Nacht am Himmel sichtbar. Am 21. Dezember tritt er der Sonne gegenüber. Sein Durchmesser beträgt 19",1, seine Entfernung von uns am 31. Dezember 1203 Millionen km. Da auch sein Ringsystem jetzt weit geöffnet ist, so ist seine Beobachtung besonders günstig.

*Uranus* (Feld 20<sup>3/4</sup><sup>h</sup>) ist am Ende des Monats nur noch 2 Stunden lang am Abendhimmel in einer Entfernung von 3100 Millionen km sichtbar.

*Neptun* (Feld 8<sup>h</sup>) ist wegen seiner günstigen Stellung — er steht fast 20° über dem Äquator und nur 30° vom Saturn ab — gleich diesem fast während der ganzen Nacht zu sehen. Seine Entfernung beträgt Ende des Monats 4347 Millionen km.

#### Bemerkenswerte Konstellationen:

Dezember	4	mittags	Saturn in Konjunktion mit dem Monde
-	7	4 <sup>h</sup> nachmittags	Merkur in Konjunktion mit Venus. Merkur 0° 21' nördlich von Venus
-	9	2 <sup>h</sup> nachmittags	Merkur in Konjunktion mit βScorpii. Merkur 0° 12' südlich von βScorpii
-	15	11 <sup>h</sup> vormittags	Venus in Konjunktion mit dem Monde
-	16	9 <sup>h</sup> vormittags	Merkur in Konjunktion mit dem Monde
-	17	7 <sup>h</sup> vormittags	Mars in Konjunktion mit dem Monde
-	21	2 <sup>h</sup> morgens	Jupiter in Konjunktion mit dem Monde
-	31	2 <sup>h</sup> nachmittags	Saturn in Konjunktion mit dem Monde

### Kleine Mitteilungen

**Photographische Aufnahmen von Geschossen der 42 cm-Mörser.** Bei dem großen Interesse, welches den Wirkungen der 42 cm-Geschosse entgegengebracht wird, dürfte folgende Mitteilung der „Nordd. Allgem. Ztg.“ unsere Leser interessieren:

„Man darf sich nicht wundern, daß ein Schuß, der ein Gewicht von acht Zentnern weit über eine deutsche Meile sicher zum Ziele schleudert, einen Luftdruck verursacht, der in weitem Umkreis alles in die Luft bläst. Auch haben die Berichte gelehrt, daß das Geschöß, wenn es den Mörser verlassen hat, nur durch das Durchschneiden der Luft ein starkes Geräusch verursacht. Von der Bahn und dem Verhalten eines Mörserschusses geben photographische Aufnahmen Auskunft, die freilich für unsere großen Mörser selbstverständlich noch nicht veröffentlicht worden



sind. Die Photographien zeigen zunächst das Geschöß, wie es die Mündung noch nicht ganz verlassen hat. Eine zweite Aufnahme, die einen Augenblick später erfolgt ist, stellt es von einem Hof leuchtender Gase umgeben dar. Auf den nächsten Bildern vergrößert sich dieser Hof zu einer leuchtenden, kugelförmigen Wolke mit einer dunklen Grundfläche, die das Geschütz wie ein Ring umgibt. Auf den weiteren Photographien wird die Wolke noch größer und verliert an Regelmäßigkeit, so daß sie mehr einer gewöhnlichen Dampf Wolke gleicht; auch ist die dunkle Grundfläche nicht mehr sichtbar. Auf der folgenden Aufnahme endlich ist die Wolke noch größer und das Geschöß, das auf dem vorigen Bilde eben erst aus der Wolke zum Vorschein kam, befindet sich jetzt ganz genau von dieser getrennt vor ihr. Es ist also zu erkennen, wie die Gase dem Geschöß zunächst vorausseilen und dann von ihm überholt werden.

Die Aufnahme solcher Photographien ist eine Aufgabe, die besondere Sorgfalt erfordert. Es gehört dazu eine elektrische Vorrichtung, durch die infolge des Rückstoßes, den das Geschütz erhält, die Blende der photographischen Kammer geschlossen wird. Die Blende muß auch eine eigenartige Betätigung erhalten und ist auf die winzige Zeit von einer fünftausendstel Sekunde berechnet. Der elektrische Strom wird in den gewünschten Abständen unterbrochen, um die Aufnahme der Bilder nacheinander zu bewirken. Die Benutzung eines Kinematographen zu diesem Zwecke hat bisher versagt, weil er der schnellen Abwicklung des Vorganges nicht zu folgen vermag.“

## Bücherschau

**John Barten, „Vollständiges Nautisches Taschen-Wörterbuch“**, englisch-deutsch und deutsch-englisch. Zwei Teile in einem Bande von 437 Seiten,  $9 \times 14\frac{1}{2}$  cm groß. Berlin. Dietrich Reimer (Ernst Vohsen). Gebunden 8 Mark.

Ein Taschenwörterbuch der nautischen Ausdrücke füllt eine große Lücke in der schiffstechnischen Literatur aus und ist in den jetzigen Zeiten für weite Kreise von Interesse. Der Verfasser des vorliegenden Wörterbuches hat in seiner Eigenschaft als Dolmetscher der Hamburger Gerichte reichlich Gelegenheit gehabt, den Seeleuten ihre geheimnisvolle Sondersprache abzulauschen. Als Übersetzer von Schiffsjournalen, Lotsenberichten und als nautischer Sachverständiger war er dazu berufen, ein Werk zu schaffen, das wissenschaftlichen und praktischen Zwecken zugleich dienen kann. Es sind auf 437 Seiten etwa 50 000 in der Schifffahrt und im Schiffsbau vorkommende Ausdrücke der deutschen und englischen Sprache zusammengestellt. Der bekannte Verlag Dietrich Reimer hat es verstanden, dem Buche die äußere Form zu geben, die seiner vielfachen Verwendung in der Praxis entspricht und von den beteiligten Interessenten mit Freuden begrüßt werden wird.

Wir können dies Taschenwörterbuch unseren Lesern bestens empfehlen.

F. S. A.

### Bei der Redaktion eingegangene Bücher

**Mayher, W., Die astronomische Zeitrechnung der Völker von ihrem Ursprung bis zur Gegenwart und die Einheitszeit.** Mit allen Kalendern vom Jahre 300 bis 1582 im julianischen und von 1583 bis 2000 n. Chr. im gregorianischen Stil, mit einer Weltkarte und erläuternden Figuren. 113 S. 8°. Diessen vor München, Jo. C. Huber. 1913.

**Przybyllok, E., Die Polhöschwankungen.** Mit 8 Abb. im Text und auf 3 Tafeln. 41 S. 8°. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn. 1914. Sammlung Vieweg: Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik. Heft 11. Preis geb. 1,60 M.

## An unsere Leser

Unsere verehrten Leser, welche „Das Weltall“ direkt von der Post ohne Briefumschlag erhalten, bitten wir beim Ausbleiben oder bei verspäteter Lieferung einer Nummer sich stets an den Briefträger oder die zuständige Bestell-Postanstalt zu wenden. Erst wenn Nachlieferung und Aufklärung nicht in angemessener Frist erfolgen, schreibe man unter Angabe der bereits unternommenen Schritte an den Verlag unserer Zeitschrift.

*Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis 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 Kreisel und seine technische Anwendung. Von Dr. Walter Block . . . . . 49	4. Kleine Mitteilungen: Ballistische Vergleiche zwischen Schwarzpulver und rauchlosem Pulver von der Zeit Friedrichs des Großen bis jetzt. — Telegraphisches Uebertragen kinematographischer Aufnahmen . . . 63
2. Stonehenge. Von Vermessungsinspektor Albrecht, Berlin-Schöneberg (Fortsetzung). . . . . 56	5. Bücherschau: Lang, Prof. Dr. Robert, Experimentalphysik. — Geographen-Kalender. . . . . 64
3. Helligkeit, Atmosphäre und Temperatur des Mondes Von Prof. Dr. H. Ludendorff . . . . . 61	

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

## Der Kreisel und seine technische Anwendung

Von Dr. Walter Block

Es wird in den Naturwissenschaften und in der Technik sich nicht häufig ereignen, daß ein Kinderspielzeug Anlaß zu umfassenden mathematischen und physikalischen Untersuchungen gibt, die endlich zur Anwendung des ihm zu Grunde liegenden Prinzips auf den verschiedensten technischen Gebieten führen. Der Kreisel hat einen solchen Werdegang durchgemacht, nachdem man einmal angefangen hat, sich darüber Gedanken zu machen, weswegen ein sich drehender Kreisel nicht sofort umfällt, vielmehr sich sogar noch aufrichtet und, bevor er endlich umfallen will, merkwürdige Eigenbewegungen ausführt.

Die theoretisch-mathematische Behandlung des Kreiselproblems in den verschiedenen Formen findet man in dem mehrbändigen Werk von Klein und Sommerfeld, praktische Anwendungen sind z. B. der Schlicksche Schiffskreisel, die Einschienenbahn und der Kreiselkompaß. Bevor wir auf solche Anwendungen der Kreiselgesetze zu sprechen kommen, wollen wir uns erst mit diesen selbst bekannt machen.

Weswegen fällt zunächst ein laufender Kreisel nicht um? Nehmen wir an, die Kreiselachse stehe senkrecht und die Kreiselmasse, z. B. eine Metallscheibe, laufe in einer horizontalen Ebene; es mag sich nun, was ja dem Umfallen entspricht, ein Punkt der Kreiselmasse ein wenig senken, d. h. die Kreiselachse kippt nach der Seite, auf der sich gerade dieser Punkt befindet. Bevor sich indessen die Achse nach dieser Richtung hin in Bewegung setzt, ist der Punkt infolge der Drehung bereits an einer anderen Stelle und wird also die Achse nach der neuen Richtung ziehen. So ist infolge der Drehbewegung keine Seite des Kreisels irgendwie bevorzugt und solange jene schnell genug ist liegt für ihn keine Veranlassung vor, nach irgend einer Seite umzufallen, d. h. er wird stehen bleiben.

Nun betrachten wir einen zweiten Fall, zu dessen Erläuterung die Abb. 1 dienen soll. Sie stellt schematisch einen Kreisel dar, der um die Achse  $VH$  rechts herum sich dreht.  $ORUL$  ist die Kreiselmasse. Nun üben wir auf die Achse in  $H$  einen Stoß in der Richtung  $D$  von oben nach unten aus. Alle Teilchen der Kreiselmasse, die sich in der Nähe von  $O$  befinden, werden sich dann nach vorne zu (auf den Beschauer zu aus der Zeichnungsebene heraus) in Bewegung setzen, während alle in der Nähe von  $U$  nach hinten zu kippen müssen. Die bei  $R$  und  $L$  werden im wesentlichen in Ruhe bleiben. Im nächsten Augenblick gelangen aber die Teilchen von  $O$  infolge der Drehbewegung nach  $R$  zu, und die von  $U$  nach  $L$ ; und das Ergebnis wird sein, daß die Punkte  $O$







ein, so kann er dazu dienen, es ohne weitere Beeinflussung durch Menschenhand geradlinig zu steuern; weicht der Torpedo, nachdem er das Lanzierrohr verlassen hat, seitlich ab, so macht ein Kreisel, der mit horizontal liegender Achse läuft, diese Bewegung nicht mit, er kann also dazu benutzt werden, durch entsprechende Hilfseinrichtungen das Steuer geeignet zu betätigen. Ebenso vermag ein Kreisel mit vertikaler Achse die Höhen- und Tiefensteuerung zu korrigieren. Wie die technische Ausführung im einzelnen ist, fällt aus dem Rahmen unserer Betrachtungen.

Zwei andere bemerkenswerte Anwendungen der Kreiselgesetze sind der Schlicksche Schiffskreisel und die z. B. von Brennan und von Scherl's Ingenieuren konstruierten Einschienebahnen. Im ersten Fall dient der Kreisel dazu, die Schlingerbewegungen eines Schiffes, d. s. die um die Längsachse, bei Seegang zu beseitigen, es also stabiler zu machen, im zweiten, Wagen, die auf Rädern in einer einzigen Schiene laufen (nicht auf Räderpaaren, wie die gebräuchlichen Eisenbahnen) überhaupt erst stabil zu machen und ein Umfallen zu verhindern. Die Einschienebahn ist bisher über das Versuchsstadium nicht hinausgekommen, da die Kreisel, die notwendig sind, um einen Wagen im Gleichgewicht zu halten, zu schwer werden, um praktisch brauchbar zu sein. Der Vorgang ist bei der Brennanschen Bahn, über die allein genauere Angaben in die Öffentlichkeit gedrungen sind, etwa so, daß beim Neigen des Wagens die Kreisel seitlich ausschlagen, eine Bewegung, die ein Ventil öffnet und damit eine Hilfseinrichtung in Tätigkeit setzt, die die Seitenbewegung verstärkt; sofort entsteht eine senkrecht dazu wirkende Gegenkraft, die zum Aufrichten des Wagens dient. Die komplizierten Verhältnisse, die entstehen, sobald der Wagen eine Kurve durchfährt, sollen nicht erörtert werden. Es sei mit Rücksicht auf die technische Brauchbarkeit der Idee, die aber im Versuchsmodell tatsächlich Anwendung gefunden hat, darauf hingewiesen, daß ein solcher Wagen unweigerlich umschlägt, sobald einmal der Kreisel versagt. Es müssen also dagegen besondere Maßnahmen getroffen werden.

Der Schlicksche Schiffskreisel dagegen ist auf manchem Dampfer in Betrieb und hat schon viele Fahrgäste vor den Schrecken der Seekrankheit bewahrt. Er ist ein Kreisel, der mit vertikaler Achse  $O$  in das Schiff eingebaut

(Abb. 2) und außerdem so aufgestellt ist, daß der Rahmen  $PP$ , in dem er läuft, sich um eine horizontale Achse, die quer zum Schiffe liegt, drehen kann; diese Drehung ist durch Bremsen erschwert. Neigt sich das Schiff durch eine große anstürmende Welle  $W$  seitlich, sodaß die Spitze der Kreiselachse scheinbar nach  $A$  gelangt, so wird sie diesem Stoß nach  $B$  ausweichen, tatsächlich also nach  $C$  kommen; dem entspricht

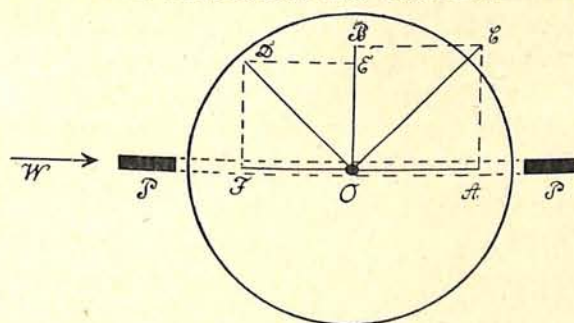


Abb. 2  
Schema des Wirkungsweise des Schlickschen Schiffskreisels

dann die tatsächliche senkrechte Gegenkraft  $OD$ , die man in zwei Einzelkräfte  $OE$  und  $OF$  zerlegt denken kann; die eine ( $OE$ ) wird durch die Bremsen vernichtet, die andere ( $OF$ ) richtet das Schiff auf, bevor es sich merklich auf die Seite gelegt hat. Von Wichtigkeit ist also, daß tatsächlich noch ganz geringe Bewegungen des



Schiffes notwendig sind, um die Kreiselwirkung zu ermöglichen. Der Kreisel kann also niemals ein Schlingern des Schiffes vollständig verhindern, kann es vielmehr nur auf einen praktisch bedeutungslosen Betrag — im Höchsthalle wenige Grade — herabdrücken. In einem bestimmten Fall gelang es, einen Dampfer von 60 Tonnen durch einen Kreisel von 1 m Durchmesser und 500 kg Gewicht bei 1600 Umläufen in der Minute, einen also praktisch verwertbaren Fall, so zu beruhigen, daß er statt der üblichen Neigungen von  $15^\circ$  nur noch solche von  $\frac{1}{2}$  bis  $1^\circ$  machte; diese sind für die Passagiere kaum noch merklich.

Auch bei den Bewegungen eines Geschosses, das aus einem gezogenen Geschütz oder Gewehr abgefeuert wird, treten Kreiselwirkungen auf. Durch die Züge des Geschützes, den Drall, wird dem Geschöß eine Drehbewegung um seine Längsachse erzeugt, die zunächst zur Folge hat, daß die Geschößachse beim Flug des Geschosses sich selbst immer parallel zu bleiben sucht, bei der bogenförmigen Flugbahn also bald einen unerwünschten Winkel mit ihr bildet. Sobald das eintritt, wirkt aber der Widerstand der Luft nicht mehr symmetrisch auf die Geschößspitze, sondern auch auf seinen Mantel. Das hat bei den gebräuchlichen Geschößformen zur Folge, daß er es mit seiner Längsachse nahezu in die Flugbahn zurückdrängt, sodaß es also fast vollständig mit der Spitze nach vorne fliegt. Die Folge der einwirkenden Kräfte ist dann die seitliche Abweichung des Geschosses aus der Zielrichtung, die durch geeignete Visiereinrichtung berücksichtigt werden kann. Tatsächlich liegen indessen die Verhältnisse viel komplizierter als hier geschildert, es mag aber dieser Hinweis genügen, da noch längst nicht alles hierzu gehörende genau genug bekannt ist.

Zum Schluß wollen wir noch auf eine der interessantesten Anwendungen der Kreiselgesetze eingehen, auf den Kreiselkompaß. Auf den modernen eisernen Schiffen ist der Kompaß als Magnetkompaß ein Schmerzenskind infolge der Verwendung elektrischen Starkstromes an allen Ecken und Enden, sowie wegen des Magnetismus aller Eisenmassen, und besonders auf Kriegsfahrzeugen wegen der ausnahmsweise großen Eisenmassen, z. B. der Panzertürme, und was noch viel schlimmer ist, ihrer veränderlichen Lage zum Kompaß und der Veränderung ihres stets vorhandenen Magnetismus durch Erschütterungen, wie Abfeuern und Auftreffen von Geschossen. Hier wird erforderlich, bei jeder sich bietenden Gelegenheit die Kompaßangaben astronomisch nachzuprüfen. Da tritt der Kreisel helfend ein; seine Wirkung läßt sich kurz so angeben: Ein Kreisel, dessen Drehachse horizontal so liegt, daß sie sich in wagerechter Ebene frei drehen kann, stellt sich stets so ein, daß seine Achse nach Norden zeigt, und zwar nicht nach dem magnetischen, sondern nach dem astronomischen Norden selbst, der bekanntlich von dem astronomischen größtenteils sehr merklich verschieden ist. Nur eine Ausnahme gibt es: Eine Magnetnadel stellt sich auch auf den Erdpolen in bestimmter Stellung ein, aber wie sie an den magnetischen Erdpolen versagt, so versagt auch ein Kreiselkompaß an den Erdpolen und in ihrer Nähe.

Wir wollen versuchen uns klar zu machen, wie diese Wirkung zustande kommt. In der Abb. 3 sei  $AOB$  die Äquatorebene der Erde,  $N$  der Nordpol und  $PQ$  ein Stück eines Breitenkreises. Bei  $P$  sei nun ein solcher Kreiselkompaß mit horizontaler Achse, die bereits in der Nordsüdrichtung stehe, also in der Richtung  $PN'$ . Jetzt dreht sich die Erde weiter, bis der Kreisel an den Punkt  $Q$  gelangt. Der Kreisel hat nun das Bestreben, sich so einzustellen, daß seine Achse sich selbst ständig parallel bleibt. Man wird dann ohne Mühe einsehen, daß







stellt. Ein Anschütz'scher Kreisel hat eine Schwingungsdauer von etwa 70 Minuten gegenüber etwa einer halben Minute beim Magnetkompaß. Um die Einstellung zu beschleunigen wurde eine Dämpfungseinrichtung für die Schwingungen erdacht, die die vom Kreiselrad mitgerissene Luft zum Bremsen der Schwingungen

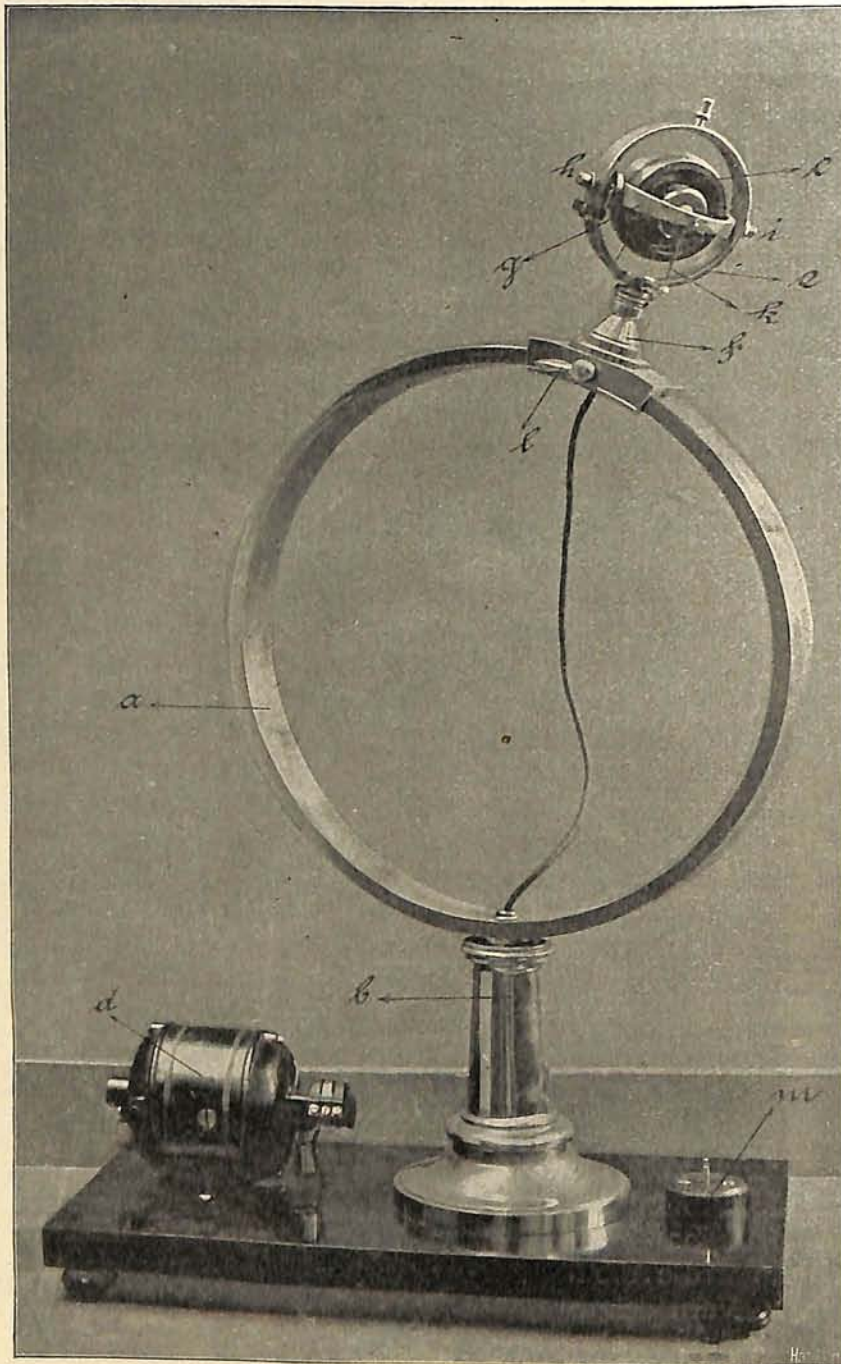


Abb. 5 Modell zur Erläuterung der Wirkung eines Kreiselkompasses

ausnützt; sie bewirkt, daß der Kreisel praktisch in der immerhin noch langen Zeit von über zwei Stunden zur Ruhe kommt, sie bewirkt aber auch aus Gründen, auf die einzugehen zu weit führen würde, daß er, je nach der geographischen



Breite, auf der er sich befindet, falsch zeigt. Dieser Breitenfehler ist am Äquator 0, auf 60° Breite etwa 2° und auf 75° etwa 5°; er kann leicht berücksichtigt werden, da man die angenäherte Breite ja stets kennt.

Dazu kommen aber noch andere Fehler! Fährt z. B. das Schiff genau nach Norden, so wird der Kreisel nicht nur durch die Erddrehung, sondern auch durch die Schiffsbewegung beeinflusst; fährt es auf 60° Breite z. B. etwa mit 20 Seemeilen Geschwindigkeit von Süden nach Norden, so kommt dem gleich, als ob die Erde sich nicht genau von Westen nach Osten, sondern um  $2\frac{1}{2}$  Grad nach Norden drehe; senkrecht zu dieser Richtung stellt sich der Kreisel ein, er zeigt also um so viel falsch. Auch dieser Fehler, der Fahrtfehler, kann rechnerisch berücksichtigt werden. Fährt das Schiff genau nach Osten oder Westen, ist er natürlich Null.

Endlich der sogenannte ballistische Fehler. Das Schiff fahre nach Norden und halte plötzlich an! Durch die Trägheit seiner Masse wird sich der Kreisel noch etwas weiter bewegen, das Nordende seiner Drehachse wird nach oben gedrückt, das Südende gesenkt werden, und der Kreisel wird einen Ausschlag nach Osten machen, der erst wieder zurückgeht, wenn das Schiff gleichmäßig weiter fährt oder stehen bleibt. Auch Änderungen in der Kursrichtung machen sich ähnlich bemerkbar. Diese Fehler aber haben den Nachteil, daß sie nicht ohne weiteres berücksichtigt werden können.

Aus dem obigen wird man ersehen, daß der Kreiselkompaß nicht vollständig einem Magnetkompaß gleichwertig ist; jeder von ihnen hat seine Vorzüge, der Magnetkompaß z. B. die schnelle Einstellung, der Kreisel seine Unabhängigkeit von magnetischen Einflüssen. Daß der Magnetkompaß trotz seiner vielen Nachteile bei zweckmäßiger Benutzung gut verwendet werden kann, zeigen z. B. die genau eingehaltenen Kurse unserer großen transatlantischen Dampfer. Indessen sind die Anforderungen an den Kompaß auf Kriegsschiffen, besonders mit Rücksicht darauf, daß der magnetische Zustand jener gewaltigen Eisenmassen, z. B. bei einem Gefecht, ganz unkontrollierbaren plötzlichen Änderungen unterworfen ist, ganz andere. Die beste Lösung wird wohl sein, einen Kreisel ständig zur Kontrolle des Magnetkompasses zu verwenden.

So sieht man, wie die beiden einfachen Kreiselgesetze, das der Erhaltung der Drehachse und des seitlichen Ausweichens auf eine Krafteinwirkung, bei den verschiedenartigsten Fragen und technischen Anwendungen auftauchen, ohne daß von vornherein ein Zusammenhang ohne weiteres wahrscheinlich ist. Ebenso wie man aus jenen Gesetzen folgern kann, daß ein geeignet unterstützter Kreisel sich stets mit seiner Achse in die Nordsüdrichtung einstellt, kann man auch den Schluß ziehen, daß auf Grund dieser Erfahrungstatsache die Erde um ihre Achse rotiert, eine Erkenntnis, die bereits der bekannte Physiker Foucault besaß, der uns durch seine Pendelversuche die Erdrotation unmittelbar sehen ließ. Die Hilfsmittel, auch mittels des Kreisels die Erdrotation zu beweisen, bot erst die fortgeschrittene Entwicklung der Elektrotechnik, die mit ihren starken elektrischen Strömen den Magnetkompaß in seiner Gebrauchsfähigkeit herabsetzte, aber auch gleichzeitig eine wertvolle Ergänzungsmöglichkeit lieferte.

---



## Stonehenge

Von Vermessungsinspektor Albrecht, Berlin-Schöneberg

(Fortsetzung)

### III

Mit der Errichtung eines so großen und komplizierten Baues wie Stonehenge waren, um den Grundriß örtlich festzulegen, schwierige geodätische Absteckungsarbeiten verbunden. Der Beschauer wird sich dieser Arbeiten ohne weiteres nicht bewußt, denn das Auge haftet am Material, und man wird sich zunächst mit der Baukunst als solcher beschäftigen. Wenn nun zur Absteckung noch eine astronomische Orientierung des Ganzen hinzukommt, so sind wie im Falle von Stonehenge die grundlegenden mathematischen Arbeiten nicht minder hoch zu bewerten als die eigentliche Baukunst. Unter Absteckung ist insbesondere die Auswahl des Baugeländes, die Festlegung der Achse und die Bestimmung eines jeden Standortes für die einzelnen Bauteile, Pfeiler, Wall, Graben usw. zu verstehen. Der Absteckung von Stonehenge lag ein wohl durchdachter Bauplan zu Grunde, und zwar ist wegen der bewußten Anwendung gleicher Entfernungen innerhalb des Baues ein bestimmtes Grundmaß, wie bei uns das Meter, benutzt worden. Wie lang war dieses Grundmaß? Wir wollen, um diese Frage zu beantworten, vom Durchmesser des äußeren Steinkreises ausgehen. Dieser beträgt, wie wir bereits sahen, 31,4 m (von Blockmitte zu Blockmitte). Diese Entfernung finden wir in der vom äußeren Steinkreis bis zum Schlachtstein (Wallkrone) und in der vom Schlachtstein bis zum astronomischen Stein wieder. Der äußere Steinkreis ist nun eingeteilt in 30 Teile (Pfeiler und Auflagesteine). Jeder Auflagestein hat, da der Umfang 98,6 m beträgt, eine mittlere Länge von 3,3 m. Diese Länge ist gleich  $12 \times \text{rd. } 28 \text{ cm}$ , d. h.  $12 \times$  der natürlichen Fußlänge (mittlerer Wert; die Länge des nackten Fußes schwankt zwischen 27 und 29 cm). Aus der Zahl 30 (Pfeiler und Auflagesteine) läßt sich vielleicht schließen, daß den Erbauern die Sechsteilung des Kreises durch den Radius bekannt war. Die Absteckung des äußeren Steinkreises konnte demnach so erfolgen, daß mit einer Leine von ungefähr 16 m Länge ein Kreis konstruiert und dann mit derselben Länge in 6 gleiche Teile geteilt wurde. Jeder Kreisteil von rd. 16,5 m Bogenlänge wurde dann in 5 Teile (Anzahl der Trilithen) zerlegt, von denen jeder dann gleich der Länge der Auflagesteine wurde. Denkt man wegen der Fünffzahl der Trilithen an ein Dezimalsystem, so ergibt sich als Grundmaß statt 28 cm etwa 31 cm, ein Fußmaß, das mit unseren meisten älteren Fußmaßen gut übereinstimmen würde. Das Dezimalsystem käme auch in der dreimal wiederkehrenden Hauptdimension des Baues zum Ausdruck, denn dieses ist  $100 \times$  dem Grundmaß von 31 cm.

Die Schärfe, mit der die Absteckungsarbeiten in Stonehenge erfolgten, ist bewundernswert. Die Innenflächen der Pfeiler des äußeren Steinkreises sind so scharf in die genaue Kreislinie herangerückt, daß die größten Abweichungen nur 0,3 bis 0,4 m nach dem Innern zu und 0,2 bis 0,3 m nach Außen zu betragen. Professor Hammer macht in einem Aufsatz<sup>1)</sup> über die Genauigkeit einiger antiker Absteckungen auf die erstaunlichen Leistungen auf geodätischem Gebiete in Stonehenge aufmerksam und meint, daß diese Absteckungsarbeiten aus geschichtslosen, Jahrtausende zurückliegenden Zeiten des Nordens den Vergleich

<sup>1)</sup> E. Hammer: Über die Genauigkeit einiger antiker Absteckungen. Zeitschrift für Vermessungswesen, 1911, Heft 21, S. 585



mit den etwa gleichzeitigigen ähnlichen geodätischen Arbeiten (Hochbauabsteckungen) im Niltal und in Mesopotamien nicht zu scheuen brauchen. Die Auflagesteine auf die Pfeiler hinaufzulegen war, nach Hammers Ansicht, eine vergleichsweise

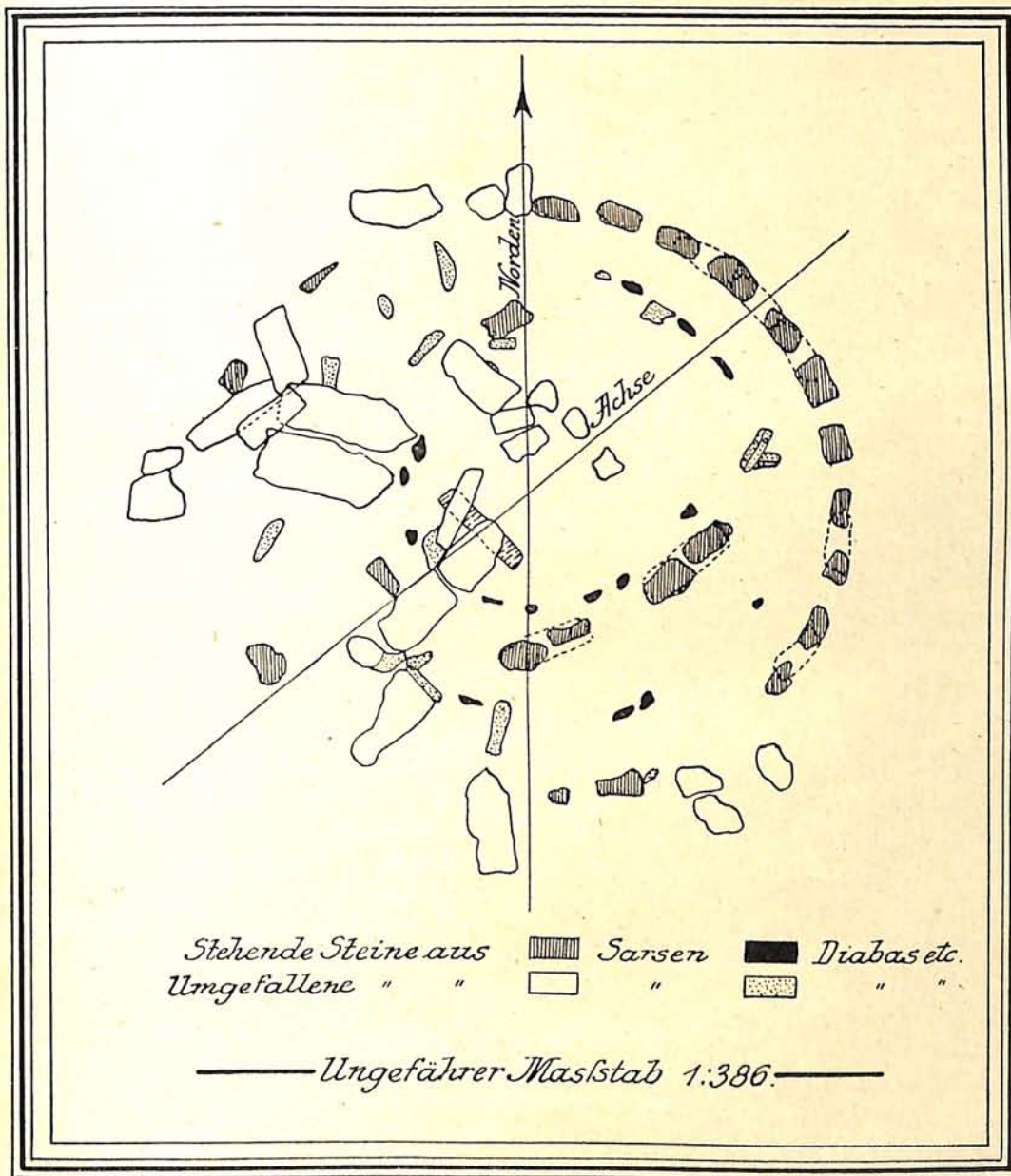


Abb. 24  
Plan von Stonehenge aus dem Jahre 1902

einfachere Arbeit, als die großen Sandsteinpfeiler „genau“ an dem gewollten Ort senkrecht zu stellen. Der Standort der einzelnen Steine ist auf Abb. 24 zu erkennen.

Außer mit der Absteckung in Kurvenform haben wir uns bei Stonehenge noch mit dem Ausrichten langer gerader Linien zu beschäftigen. Daß frühere Völker diese Arbeiten mit hervorragender Genauigkeit auszuführen vermochten, hat Prof. Hammer am Limes, dem von den Römern in Süddeutschland gegen



die Germanen errichteten Grenzwall, nachgewiesen. Er stellte fest, daß auf der 34 km langen Limesstrecke, einem Teile des 80 km gerade verlaufenden Zuges, die mittlere Abweichung aus der Geraden nur den erstaunlich geringen Wert von  $\pm 2$  m erreicht. Hammer folgert aus seinen Untersuchungen, daß sich die Römer beim Ausfluchten der geraden Linie zunächst einiger hochgelegener Hauptpunkte bedient haben, deren Lage kaum anders als bei Nacht durch Feuersignale bestimmt wurde. Ähnliches Arbeiten mit Feuersignalen nimmt Sir Norman Lockyer bei Stonehenge an<sup>1)</sup>. Der General-Direktor der Ordnance Survey in Southampton, Colonel Johnston, wies nämlich Lockyer auf folgende geodätische

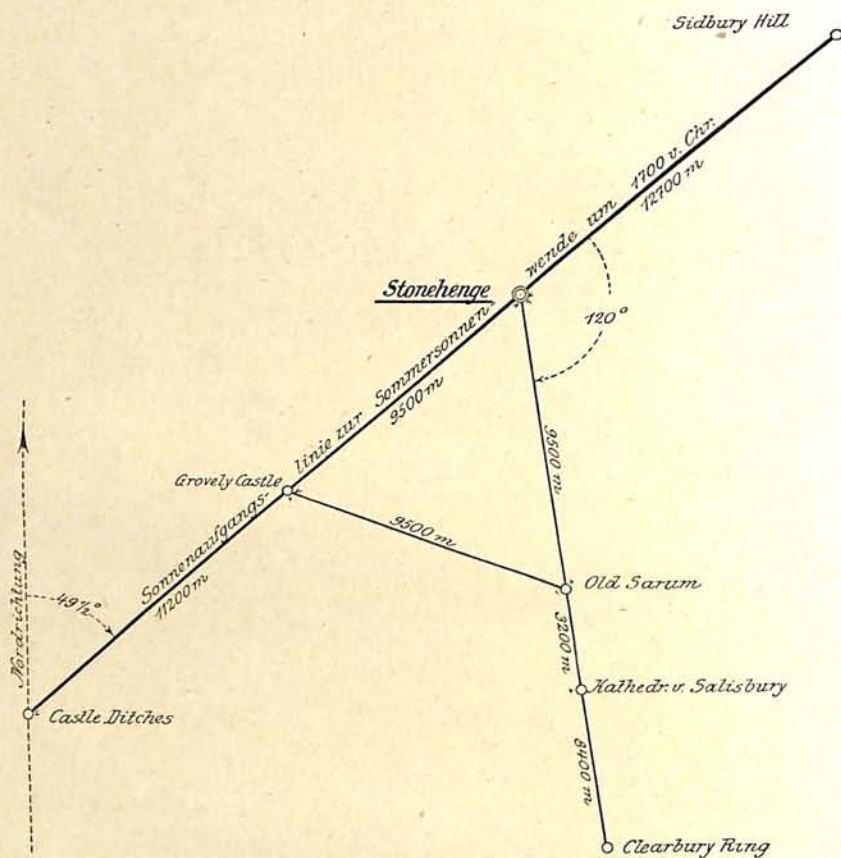


Abb. 25  
Lagebeziehung zwischen Stonehenge und den benachbarten Bauwerken  
Ungefäherer Maßstab 1 : 250000

Beziehungen hin (s. Abb. 25): Stonehenge, Old Sarum und das Erdwerk Grovely Castle bilden ein gleichseitiges Dreieck von rd. 9500 m Seitenlänge. Verlängert man die Seite Stonehenge—Old Sarum nach Süden, so trifft diese Linie bei 3200 m von Old Sarum aus auf die Turmspitze der Kathedrale von Salisbury und nach 8400 m (von Old Sarum aus) auf das Erdwerk Clearbury Ring. Verlängert man die andere Dreiecksseite Stonehenge—Grovely Castle nach Südwesten, so führt sie nach 11200 m Entfernung von Grovely Castle aus auf die frühere Bergfeste Castle Ditches. Die Verlängerung derselben Dreiecksseite in entgegengesetzter Richtung, also nach Nordosten, geht nach 12700 m über die mit einem

<sup>1)</sup> Sir Norman Lockyer: Stonehenge and other british stone monuments, astronomically considered. London 1909 (Macmillan), 2. Auflage S 412 fg.



Erdwerk gekrönte Anhöhe Sidbury Hill. Soweit es möglich ist, auf den Ordnance-Karten 1 : 63360 diese Beziehungen zu prüfen, ist die Genauigkeit sowohl der Regelmäßigkeit des großen gleichseitigen Dreiecks als auch der Verlängerungen eine auffallend große. Nur Clearbury Ring liegt ungefähr 250 m aus der Geraden nach Osten zu. Das Erstaunliche bei diesen Lagebeziehungen ist nun, daß die längste über 33 km lange Linie Sidbury—Stonehenge—Grovely Castle—Castle Ditches dieselbe Richtung hat, wie die Achse des eigentlichen Stonehenge und der Avenue, d. h. sie besitzt ein Azimut von  $49\frac{1}{2}^{\circ}$  (von Nord nach Ost), und zwar ist dieses Azimut mit der Sonnenaufgangslinie am längsten Tage (Sommer-sonnenwende) identisch. Wir stehen also vor der merkwürdigen Tatsache, daß nicht allein die Anlage von Stonehenge nach dem Sonnenaufgang zur Sommer-sonnenwende orientiert ist, daß sich vielmehr diese Orientierung auf eine durch vier Erdwerke festgelegte, 33,4 km lange Linie erstreckt. Dies ist so auffallend, daß man geneigt ist anzunehmen, es walte hier ein Zufall ob. Wenn man nämlich bedenkt, daß die Endpunkte der Linie Sidbury und Castles Ditches natürliche, über die umliegende Gegend nicht unbeträchtlich hervorragende Hügel, sind; während dies bei Stonehenge und Grovely Castle nicht der Fall ist, so konnte eine Konstruktion dieser Orientierung und Ausrichtung der Geraden nur so geschehen, daß zunächst zwei natürliche Höhenpunkte, in unserem Falle Sidbury und Castle Ditches, gesucht wurden, die zufällig die gewünschte Azimutrichtung von  $49\frac{1}{2}^{\circ}$  besaßen. Wenn nun auch diese beiden Höhen noch eben gegenseitig sichtbar sind, so ist es doch bei einer Entfernung von über 33 km sehr schwierig festzustellen, daß beide Punkte gerade in der erforderlichen Sonnenaufgangslinie liegen. Sehen wir aber auch von dieser Schwierigkeit ab, so ist es fast unverständlich, wie es den Erbauern von Stonehenge möglich war, in diese lange Linie die beiden Örter für Stonehenge und Grovely Castle scharf einzurichten. Stonehenge ist weder von Sidbury noch von Castle Ditches sichtbar. Es hätten also eine größere Anzahl von Punkten auf den Höhen zwischen den Endpunkten der Linie eingeschaltet werden müssen, und zwischen diesen dann die Örter für Stonehenge und Grovely Castle. Leider gibt Lockyer nur die tatsächlichen auf der Karte erkennbaren Lagebeziehungen an, ohne sich mit den technischen Schwierigkeiten und der Möglichkeit oder Unmöglichkeit der Absteckung auseinanderzusetzen.

Die oben angegebenen Lagebeziehungen geben uns aber noch mehr Rätsel auf. Wir sahen, daß Stonehenge und Grovely Castle mit Old Sarum ein gleich-seitiges Dreieck bilden, und daß die Seite Stonehenge—Old Sarum nach Süden verlängert fast genau auf Clearbury Ring führt. Diese geometrischen Beziehungen sind, abgesehen von den technischen Absteckungsschwierigkeiten, vielleicht so zu erklären, daß man nach der Bestimmung der Lage von Stonehenge zwischen diesem und dem durch eine natürliche Anhöhe gebildeten Clearbury Ring die künstliche Erhebung Old Sarum so einschaltete, daß das genannte gleichseitige Dreieck entstand. Auch diese geodätischen Arbeiten sind so schwieriger Natur, daß man eher an einen Zufall als an Absicht denken möchte. War nämlich Grovely Castle zugleich mit Stonehenge bestimmt, so enthält die Dreiecks-Aufgabe eine Überbestimmung, die darin besteht, daß der Standort von Clearbury Ring durch die Natur gegeben ist und ebenso die Entfernung Stonehenge—Grovely Castle. Die hierin liegende Schwierigkeit wird auch dadurch nicht behoben, wenn man annimmt, daß das strategisch ungemein günstig liegende Old Sarum zeitlich vor Grovely Castle bestimmt ist. In diesem Falle wäre der



zweite Punkt der Zwangsbedingung für Grovely Castle in der gegebenen Entfernung Stonehenge—Old Sarum zu suchen.

Faßt man die Lösung der Orientierungsaufgabe für alle in Betracht kommenden Punkte als eine einheitliche auf, so wäre sie etwa wie folgt zu denken: Gegeben sind als feste Punkte (natürliche Anhöhen) die drei Außenpunkte Sidbury, Castle Ditches und Clearbury Ring. Die Aufgabe besteht darin, zwischen diesen die drei Neupunkte Stonehenge, Old Sarum und Grovely Castle so einzuschalten, daß diese ein gleichseitiges Dreieck von beliebiger Seitenlänge bilden. Unter der Annahme, daß die eine Dreiecksseite in die Verbindungslinie Sidbury—Castle Ditches fallen soll, da diese Richtung als Sonnenaufgangslinie zur Sommersonnenwende besondere Bedeutung hat, ist die Lösung dieser Aufgabe eindeutig. Die praktische Durchführung kann sich unter diesen Bedingungen nur so gestaltet haben: In die Linie Sidbury—Castle Ditches wurden zunächst verschiedene Zwischenpunkte „aus der Mitte“ eingerichtet. Sodann legte man die Richtung nach Clearbury Ring durch Probieren so fest, daß ein Winkel von  $120^\circ$  entstand, dessen einer Schenkel in der Linie Castle Ditches—Sidbury auf Sidbury, und dessen anderer Schenkel auf Clearbury Ring wies. Dadurch wurde die Lage von Stonehenge festgelegt. Jetzt konnte man den Ort von Old Sarum auf der Linie Stonehenge—Clearbury Ring so festlegen, daß ein besonders günstiger Punkt im Gelände, wie ihn Old Sarum als Befestigungswerk zweifellos darstellt, ausgesucht werden. Man wählte ihn an der jetzigen Stelle und konnte nun die Entfernung Stonehenge—Old Sarum auf der Strecke Stonehenge—Castle Ditches abtragen, wodurch man den Ort für Grovely Castle erhielt. Die Entfernung Grovely Castle—Old Sarum mußte nun wegen der Größe des Winkels Sidbury—Stonehenge—Old Sarum =  $120^\circ$  gleich den Seiten Stonehenge—Grovely Castle und Stonehenge—Old Sarum sein. Ging man tatsächlich bei der Auswahl der Punkte so vor, so muß diese geodätische Leistung als eine vermessungstechnische Großtat angesehen und gewürdigt werden, die in vorgeschichtlicher Zeit kaum ihres Gleichen finden dürfte.

Fraglich bleibt dabei allerdings immer, mit welchen Hilfsmitteln es den Erbauern von Stonehenge und der übrigen Bauwerke gelang, solche Absteckungsarbeiten: Einrichten in eine gegebene Grade von über 33 km Länge, Antragen eines bestimmten Winkels an eine Linie, wobei die Schenkel 10 bis 20 km lang sind, und Absetzen einer bestimmten Entfernung von über 9 km Länge (Stonehenge—Grovely Castle) auszuführen. Konnten die ersten beiden Schwierigkeiten mit Hilfe von Feuersignalen vielleicht bewältigt werden, so ist das Messen und Abtragen so langer Strecken von 9 bis 10 km Länge, wobei Berg und Tal zu überwinden waren, eine für diese frühen Völker fast unverständliche technische Leistung. Die Seiten des Dreiecks sind in der Luftlinie gemessen tatsächlich bis auf den verschwindenden Wert von etwa 100 m einander gleich. Daß derartige Absteckungsarbeiten für vorgeschichtliche Völker außerhalb der Möglichkeit liegen, soll nicht behauptet werden, die einzige wirklich nachweisbare Zufälligkeit in der ganzen Anlage besteht darin, daß die Erbauer zwei hochgelegene Hügel (Castle Ditches und Sidbury) fanden, die in der Sonnenaufgangslinie zur Sommersonnenwende liegen.

Lockyer macht noch darauf aufmerksam, daß der Kreuzungspunkt der beiden ältesten Straßen in der Gegend um Stonehenge sich im Mittelpunkt des oben beschriebenen gleichseitigen Dreiecks befindet. Das trifft, soweit es sich auf der Karte 1:63360 ermitteln läßt, bis auf etwa 200 m zu, doch ist diese Tatsache u. E. wohl auf Zufall zurückzuführen.

(Fortsetzung folgt)



## Helligkeit, Atmosphäre und Temperatur des Mondes<sup>1)</sup>

Von Prof. Dr. H. Ludendorff

Bei der stets wechselnden Helligkeit des Mondes in seinen Phasen ist es selbstverständlich, daß man bei der Vergleichung der Helligkeit des Mondes mit der von andern Objekten eine ganz bestimmte Phase zugrunde legen muß, und hierfür bietet sich am ungezwungensten der Vollmond dar. Mit Hilfe der Angaben über die Helligkeit der Sonne und das Helligkeitsverhältnis von Sonne und einzelnen Sternen kann man auch leicht das Helligkeitsverhältnis von Vollmond und denselben Sternen berechnen. Alle diese Zahlen sind aber wegen der enormen Helligkeitsdifferenzen, die hier in Betracht kommen, nur ziemlich ungenau. W. H. Pickering, der die Helligkeit der Sonne in Größenklassen gleich  $-26,8$  setzt, nimmt die des Vollmondes zu  $-12,5$  an.

Was nun die Helligkeit der Mondphasen anbetrifft, so existieren darüber verschiedene Messungsreihen, die aber ziemlich stark voneinander abweichen. In der folgenden Tabelle ist die Helligkeit des Vollmondes gleich 100 gesetzt und dann angegeben, wie hell die Mondphasen so viel Tage und Stunden vor und nach Vollmond sind, wie die erste Kolonne angibt. Die Zahlen beruhen auf Messungen von W. H. Pickering.

Tage und Stunden vor oder nach Vollmond		Helligkeit des Mondes	Tage und Stunden vor oder nach Vollmond		Helligkeit des Mondes
0 Tage	0 Stunden	100	4 Tage	22 Stunden	24
1 -	15 -	69	6 -	13 -	12
3 -	7 -	43	8 -	5 -	6

Diese Zahlen stimmen mit den theoretisch abgeleiteten Formeln für die Helligkeit der verschiedenen Phasen sehr schlecht überein; diese Abweichungen rühren daher, daß bei den theoretischen Betrachtungen eine in allen Punkten das Licht gleichmäßig reflektierende Oberfläche vorausgesetzt wird, die eben der Mond durchaus nicht besitzt.

Der Mond strahlt nun keineswegs das ganze Licht, welches er von der Sonne empfängt, wieder zurück, wie dies ja überhaupt kein beleuchteter Körper tut. Lambert hat für das Verhältnis der reflektierten Lichtmenge zu der eingestrahnten die Bezeichnung „Albedo“ eingeführt und diese definiert als das Verhältnis der von einem Flächenelement nach allen Seiten reflektierten Lichtmenge zu derjenigen, die dasselbe aus einer bestimmten Richtung empfangen hat. Danach würde sich die Albedo mit der Richtung des einfallenden Lichtes ändern, und daher hat Seeliger vorgeschlagen, den Mittelwert sämtlicher für einen Körper nach Lamberts Definition möglichen Albedowerte einzuführen und diesen mit dem Namen „Albedo“ zu belegen, wie im folgenden immer geschehen wird. Der Wert der Albedo ist für verschiedene Stellen der Mondoberfläche

<sup>1)</sup> Wir entnehmen dieses kleine Kapitel dem hübschen Werkchen: *Astrophysik. Die Beschaffenheit der Himmelskörper* von Prof. W. F. Wislicenus. 3. Auflage. Neu bearbeitet von Dr. H. Ludendorff, Observator am Kgl. Astrophysikalischen Observatorium in Potsdam. Mit 15 Abbildungen (Sammlung Göschen Nr. 91). G. J. Göschensche Verlagshandlung in Leipzig. Preis 90 Pfennige. Entsprechend den großen Fortschritten, die die Astrophysik der Fixsterne in letzter Zeit gemacht hat, sind diese Himmelskörper in der neuen Auflage weit ausführlicher behandelt worden als früher. Das Werkchen entspricht selbstverständlich durchaus dem gegenwärtigen Standpunkt der Wissenschaft. Der Text ist überall möglichst allgemeinverständlich gehalten, und die wichtigsten physikalischen Grundbegriffe, auf die Bezug genommen werden mußte, sind in der Einleitung ganz kurz dargelegt. D. Red.



sehr verschieden; als mittlerer Wert wird 0,17 angenommen. Die hellsten Stellen des Vollmondes leuchten etwa 160mal so hell wie die dunkelsten. Im allgemeinen sind die in tiefem Niveau liegenden Teile der Mondoberfläche, namentlich die Meere, weit dunkler als die höher gelegenen. Manche Berge zeichnen sich durch außerordentlich große Helligkeit aus. Zweifellos werden diese Verschiedenheiten der Helligkeit durch die verschiedene Bodenbeschaffenheit bedingt. Hier sei erwähnt, daß das sogenannte „aschfarbene Licht“, das sich auf dem nicht von der Sonne beleuchteten Teile der Mondscheibe gelegentlich zeigt und am besten bei ganz schmaler Mondsichel zu sehen ist, nichts weiter ist als eine sehr schwache Erleuchtung der nicht im Sonnenlicht liegenden Mondpartien durch die von der Sonne beschienene Erde. Desgleichen ist das bei totalen Mondfinsternissen auf der Mondscheibe zuweilen sichtbare schwache rötliche Licht dieser nicht eigentümlich, sondern dadurch hervorgerufen, daß die an der Erde vorbeistreichenden Sonnenstrahlen in der Atmosphäre derselben so gebrochen werden, daß sie auf den im Erdschatten befindlichen Mond fallen.

Das Licht, welches wir vom Monde empfangen, ist reflektiertes Sonnenlicht, und das Spektrum des Mondes muß daher im wesentlichen mit dem Sonnenspektrum übereinstimmen. Wenn aber der Mond eine merkliche Atmosphäre besäße, so müßten in seinem Spektrum neue Absorptionslinien zu den im mittleren Sonnenspektrum vorhandenen hinzutreten oder wenigstens einige von diesen verstärkt erscheinen. Das ist aber nicht der Fall, das Mondspektrum stimmt vielmehr ganz genau mit dem Sonnenspektrum überein. Der Mond besitzt also gar keine oder eine nur außerordentlich dünne Atmosphäre. Zugunsten dieser Ansicht kann man noch anführen, daß man nie zweifellose Spuren von Wolkenbildung auf dem Monde wahrnimmt, daß bei Sonnenfinsternissen der Mondrand scharf erscheint, daß die Schatten auf dem Monde stets tief schwarz und nicht grau sind, daß das Licht der Sterne, die der Mond in seinem Laufe bedeckt, keinerlei Abnahme zeigt, wenn sie sich dem Mondrande nähern usw. Man kann mit einiger Sicherheit behaupten, daß eine etwa vorhandene Mondatmosphäre nur etwa  $\frac{1}{2000}$  der Dichte der Erdatmosphäre besitzen kann, also ohne jede Bedeutung ist. Dagegen ist es recht wohl möglich, daß der Mond früher eine dichtere Atmosphäre besessen hat. Wie Stoney auf Grund der kinetischen Gastheorie nachgewiesen hat, muß diese Atmosphäre unter der Voraussetzung, daß sie aus denselben Gasen wie die irdische bestanden hat, allmählich immer dünner geworden sein. Unter den auf dem Monde herrschenden Schwere- und Temperaturverhältnissen müssen nämlich die Geschwindigkeiten, die die Gasmoleküle nach der kinetischen Gastheorie haben, so groß sein, daß diese Moleküle vom Monde fort in den Weltraum fliegen. Die aus den Beobachtungen gefolgerte Tatsache, daß der Mond keine merkliche Atmosphäre besitzt, steht mit dieser Theorie im besten Einklang.

Die Temperatur des Mondes zu bestimmen, ist eine ziemlich schwierige Aufgabe. Man hat von vornherein zu erwarten, daß die Temperaturschwankungen auf dem Monde sehr groß sein werden, denn ein bestimmter Teil der Mondoberfläche hat vierzehn irdische Tage hintereinander Nacht und vierzehn Tage hintereinander wird er von der Sonne bestrahlt. Während der langen Nacht wird die Temperatur des Bodens nahezu auf den absoluten Nullpunkt ( $-273^{\circ}$ ) sinken, während des langen Tages aber wird sich die Bodentemperatur ganz wesentlich erhöhen. In der Tat konnte Lord Rosse eine Temperaturdifferenz von  $300^{\circ}$  zwischen Tag und Nacht auf dem Monde durch seine Messungen fest-



stellen. Very glaubt aus seinen eigenen Untersuchungen folgern zu können, daß die Bodentemperatur am Mondäquator + 100° beträgt, wenn die Sonne am höchsten steht.

### Kleine Mitteilungen

**Ballistische Vergleiche zwischen Schwarzpulver und rauchlosem Pulver von der Zeit Friedrichs des Großen bis jetzt.** Vor kurzem ist in der rühmlichst bekannten Sammlung Göschen ein Bändchen in zweiter Auflage erschienen, das in jetziger Zeit außerordentlich interessieren dürfte. Dr. H. Brunswig, Explosivstoffe. Einführung in die Chemie der explosiven Vorgänge (Mit 9 Abb. u. 12 Tab.). Dieses Buch, das den Explosionsvorgang in den Vordergrund stellt, und damit die gesetzmäßigen Beziehungen zwischen Explosionsverlauf und den Charakter der wichtigsten Explosivstoffe klarlegt, läßt ein tieferes Verständnis für die verschiedenen Anwendungsformen der Explosivstoffe gewinnen.

In diesem hübschen knappen Werkchen finden wir nun höchst interessante ballistische Vergleiche zwischen Schwarzpulver und rauchlosem Pulver seit 1740 bis 1905, die die gewaltigen Fortschritte unserer Waffentechnik wie auch der Chemie der Explosivstoffe erkennen lassen. Den besten Aufschluß gibt folgende dem Werkchen entnommene Tabelle.

	Schwarzpulver				Rauchloses Pulver	
	Jahr 1740	1841	1870	1884	1888	1905
Luftdurchmesser des Gewehres mm	20,1	15,4	15,4	11,0	7,9	7,9
Geschoßgewicht . . . . . g	30	31	21,5	25	14,7	10,0
Pulverladung . . . . . g	14,5	4,8	4,8	5,0	2,6	3,2
Geschoßgeschwindigkeit . . . m	100 bis 200	280	340	430	620	860
Kinetische Energie des Geschosses an der Mündung . mkg	30 bis 50	140	140	250	310	400
Bestrichener Raum für 1,7 m Zielhöhe . . . . . m	100	200	250	350	550	700
Gezielte Schüsse in der Minute Anzahl	4	5	8	12	20 bis 25	20 bis 25
Größte Visier-Schußweite . . m	300	560	1200	1600	2000	2000
Gesamtschußweite . . . . . m	1000 bis 1500	2000	2500	3000	4000	4000

„In Berücksichtigung der Tatsache, daß Fortschritte auf dem Gebiete der Pulverfrage jederzeit Fortschritte in der Ausbildung der Feuerwaffen nach sich gezogen haben, dürfte eine Übersicht über die Entwicklung der deutschen Gewehre (Tabelle) auch hier am Platze sein. Bis zur Gewehrkonstruktion des Jahres 1888 bestand die Pulverladung aus Schwarzpulver, von da ab aus rauchlosem Pulver, und dieser Wechsel kam vor allem zur Geltung in der außerordentlich gesteigerten Feuerschnelligkeit von 20 bis 25 gezielten Schüssen in der Minute. In die Augen fallend ist ferner das mit der Aenderung des Treibmittels verwirklichte Ziel, die Flugbahn der Geschosse gestreckt zu gestalten durch sehr vermehrte Anfangsgeschwindigkeit des Projektils bei gleichzeitiger Erleichterung desselben. Ungeachtet des letztgenannten Umstandes hat die kinetische Energie des Geschosses an der Gewehrmündung keine Einbuße erlitten, sondern ist im Gegenteil seit den Tagen Friedrichs des Großen bis auf unsere Zeit in überraschendem Grade angewachsen. Im Jahre 1884 erhielt man von 5 kg Schwarzpulver eine Mündungsenergie von 50 mkg. Mit Einführung des rauchlosen Pulvers erreichte die Arbeitsleistung von 1 g Pulver 112 mkg und im Jahre 1905 gar 123 mkg.“

**Telegraphisches Übertragen kinematographischer Aufnahmen.** Die Übertragung von Bildern mit Hilfe der Telegraphie kann nur dann einen Zweck haben, wenn sie sich auf große Entfernungen schnell und nicht zu teuer bewerkstelligen läßt. Sie muß die Übersendung eines direkten Bildes durch die Post an Schnelligkeit wesentlich übertreffen, sonst wird man sich ihrer nicht bedienen. Nun stehen dieser Übertragung auf weite Entfernungen, wobei also die Methode überhaupt nur Anwendung finden kann, infolge der Trägheit der benutzten Apparate und namentlich der großen elektrischen Kapazität der Leitungen große Schwierigkeiten entgegen; die Schnelligkeit der Übertragung ist deshalb sehr beschränkt. Ein Bild von der Größe 13×18 cm läßt sich bei einigermaßen guter Ausführung erst in etwa einer Viertelstunde übertragen; kommt es aber auf die Feinheit des Bildes nicht an, so genügt eine etwas kürzere Zeit. Neuerdings hat Prof. A. Korn im Verein mit Bruno Glatzel den Versuch gemacht, kinematographische Aufnahmen telegraphisch zu übertragen. Sie brachten zu dem Zweck vier auf einanderfolgende Phasen einer kinematographischen Aufnahme auf ein Klischée und es gelang ihnen, dieses in 12 Minuten zu



übertragen, so daß sie in einer Stunde zwanzig Bilder zu übermitteln vermochten. An der Empfangsstation wurden die Bilder wieder richtig aneinander gereiht und zu einem Film vereinigt. So ergibt sich also die Möglichkeit, Nachmittagsaufnahmen in Paris am nächsten Morgen in Berlin kinematographisch vorzuführen, wenn man einige Leitungen zur Verfügung hat, mehrere Stunden zu der Übertragung verwenden kann und die Aufnahmen genügendes Interesse beanspruchen. „Diese Versuche“, sagt Prof. Korn, „werfen im übrigen auch ein Licht auf die Frage, ob in absehbarer Zeit das Problem des Fernsehens praktische Lösungen zulassen wird. Die Handlung einer Serie von 20 Kinobildern spielt sich etwa im Laufe einer Sekunde ab; zu ihrer Übertragung ist wenigstens eine Stunde erforderlich. Um die Übertragung auch in einer Sekunde zu bewerkstelligen, wäre eine 1200 mal größere Übertragungszeit notwendig. Ich kann also immer nur wieder meiner Meinung Ausdruck geben, daß ein elektrisches Fernsehen nur mit Hilfe einer großen Zahl von Fernleitungen und unter Aufwendung ganz ungeheurer Anlage- und Betriebskosten möglich sein wird. Prinzipielle Hindernisse stehen, bei Aufwendung genügend großer Mittel, der Realisation des elektrischen Fernsehens nicht entgegen.“

L

## Bücherschau

**Lang, Prof. Dr. Robert, Experimentalphysik.** Sammlung Göschen Nr. 111 und 112. I. Mechanik der festen, flüssigen und gasigen Körper, 148 S. II. Wellenlehre und Akustik, 96 Seiten

Da der Verfasser aus seinen Werkchen einige Spezialkapitel, die in besonderen Bändchen abgehandelt sind, herauslassen konnte, gewinnt er trotz der Beschränkung Raum, der in der weisesten Art durch strenge Auswahl des Wichtigsten aus den Riesengebieten ausgenutzt wird. Die Mechanik behandelt manche Dinge in origineller und neuer Weise; bei der Besprechung der harmonischen Schwingung ist auf das höchst anschauliche Hölflersche Modell zurückgegriffen, das seinerzeit in der „Zeitschrift für den physik. u. chem. Unterricht“ ausführlich beschrieben und erörtert wurde. Auch das zweite Bändchen, das die Wellenlehre und die Akustik betrifft, bringt auf knappestem Raum eine anschauliche Darstellung.

L

„**Geographen-Kalender**“ herausgegeben von Dr. Gebhard Schönith. Zwölfter Jahrgang 1914. Gotha, Justus Perthes Verlag. 1914

Der Geographen-Kalender erscheint in der alten Form und ist auch in bezug auf Vollständigkeit seinen Vorgängern würdig. Es ist mit Freuden zu begrüßen, daß diesmal die Wahl auf einen deutschen Gelehrten gefallen ist: Georg Schweinfurt, dessen Photographie als die des letzten noch lebenden großen Afrikareisenden von allen Benutzern des Kalenders gewiß gern gesehen wird.

Prof. Paul Lehmann beginnt mit seinem Kalendarium die wertvollen Beiträge des Buches. Hier finden wir die Orte für Sonne und Mond für jeden Tag angegeben und den Sonnenhalbmesser von fünf zu fünf Tagen. Für den Mond ist der Halbmesser wie die Horizontalparallaxe für jeden Tag genannt. Ein astronomisches Ortsverzeichnis beschließt diesen Teil.

Die Toten des Jahres 1913 füllen leider mehrere Seiten. Unter ihnen erwähnen wir den Professor für Geographie in Erlangen Dr. Pechuël-Löschke, den Geheimrat Dr. Hippolyt Haas, ord. Hon.-Prof. für Geologie und Paläontologie an der Universität Kiel, der als Verfasser von „Sturm- und Drangperiode der Erde“ (1893), „Die vulkanischen Gewalten der Erde“ (1909) und „Unterirdische Gluten“ (1910) bekannt geworden ist. Ferner Prof. Dr. H. Ebert, Geophysiker an der Technischen Hochschule in München, Geheimrat Credner, Direktor der Geologischen Landesanstalt und der Erdbebenwarte der Universität zu Leipzig, Verfasser der „Elemente der Geologie“, Geheimrat Boernstein, Professor für Meteorologie und Physik an der Landeshochschule in Berlin und viele andere.

Als größter Teil folgt das 373 Seiten umfassende geographische Adreßbuch, welches die Lehrstühle der Wissenschaft, Anstalten und Gesellschaften der Erdkunde und verwandter Wissenschaften aufführt.

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., 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. Das Verfahren von W. R. Heß zur Herstellung direkt wirkender Stereoskopbilder. Von Max Iklé . . . . . 65 | 3. Der gestirnte Himmel im Monat Januar 1915 (Eine neue Messung der Wärmestrahlen der Sterne). Von Dr. F. S. Archenhold . . . . . 77 |
| 2. Stonehenge. Von Vermessungsinspektor Albrecht, Berlin-Schöneberg (Fortsetzung). . . . . 70               | 4. Kleine Mitteilungen: „Stottern und Kinematograph“. 80   |

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

## Das Verfahren von W. R. Heß zur Herstellung direkt wirkender Stereoskopbilder

Von Max Iklé

In der „Zeitschrift für wissenschaftliche Photographie“ (14, 33, 1914) hat Herr W. R. Heß jüngst ein Verfahren zur Herstellung direkt wirkender Stereoskopbilder angegeben. Wenn auch die Prinzipien, auf denen das Verfahren des Herrn Heß beruht, vielleicht nicht durchweg neu sind, so scheint mir dieses Verfahren doch aus dem Grunde allgemeinstes Interesse zu verdienen, weil hier wohl zum ersten Male ein praktisch gangbarer Weg beschritten worden ist, der es gestattet, photographische Bilder herzustellen, die ohne Zuhilfenahme besonderer Betrachtungsapparate körperlich wirken. Für das Verständnis des Heßschen Verfahrens dürfte es sich empfehlen; etwas weiter auszuholen. Der Wert des neuen Verfahrens wird um so deutlicher zutage treten, wenn wir auch auf frühere Versuche zur Erzielung körperlich wirkender Bilder eingehen.

Daß wir die Gegenstände, die uns umgeben, körperlich und nicht flächenhaft sehen, verdanken wir im Verein mit der seit frühester Kindheit durch den Tastsinn erworbenen Erfahrung dem Umstande, daß wir zwei in einiger Entfernung voneinander angeordnete Augen besitzen. Die Folge dieses Umstandes ist, daß wir mit dem rechten Auge von einem in nicht allzu großer Entfernung befindlichen Gegenstande ein etwas anderes Bild erhalten als mit dem linken Auge. Wir sehen den Gegenstand mit dem rechten Auge vor einer anderen Stelle des Hintergrundes als mit dem linken Auge. Durch das Zusammenwirken der beiden Augen sind wir somit in der Lage, den Gegenstand mit unseren Blicken gleichsam zu umtasten. Für einen in sehr großer Entfernung befindlichen Gegenstand trifft diese Möglichkeit nicht mehr zu; die von ihm nach unsern beiden Augen gehenden Strahlen sind praktisch parallel, so daß jeder Punkt des Gegenstandes für beide Augen einen und denselben Punkt des Hintergrundes verdeckt, sich also nicht mehr von diesem Hintergrunde abzuheben vermag.

Dieses körperliche Sehen fällt naturgemäß bei jeder flächenhaften Darstellung der Wirklichkeit fort. Wenn wir trotzdem von Zeichnungen und Gemälden einen körperlichen Eindruck gewinnen, so verdanken wir diesen einmal unserer Erfahrung, zweitens aber der Kunst des Zeichners oder Malers, der uns durch Andeutung von Schatten usw. die Körperlichkeit seiner Gebilde vorzutäuschen verstanden hat.

Auch in der Photographie hat man frühzeitig versucht, durch allerlei Verfahren eine körperliche Wiedergabe zu erreichen. Es ist nach dem Gesagten klar, daß zwei Aufnahmen eines und desselben Objektes, die von zwei um den gegenseitigen Abstand der Augen (etwa 6 bis 8 cm) voneinander entfernten Standpunkten aus aufgenommen sind, den beiden „Halbbildern“ entsprechen



werden, die unsere Augen einzeln von diesem Objekte gewinnen würden. — Daß die bei der Aufnahme eintretende Verkleinerung des Bildes eine Veränderung des Abstandes zwischen den beiden Aufnahmestandpunkten gegenüber dem Augenabstande bedingt, kommt für unsere Erwägungen nicht in Betracht. — Wenn es nunmehr gelingt, dem rechten Auge nur das rechte (von Rechts aus aufgenommene) Halbbild zuzuführen, dem linken Auge nur das linke, so werden wir aus den beiden Halbbildern ein körperlich wirkendes Ganzbild erhalten müssen.

Wir wollen nun kurz die bisherigen Verfahren betrachten, mit deren Hilfe man diese Zuordnung der beiden Halbbilder zu den einzelnen Augen erreicht hat. Sie lassen sich in zwei Hauptgruppen teilen, nämlich in solche Verfahren, bei denen die beiden Halbbilder getrennt nebeneinander liegen, und in solche, bei denen die beiden Halbbilder aufeinander, oder richtiger ineinander liegen, d. h. bei denen die Elemente des einen Halbbildes zwischen jenen des andern liegen.

Zwei nebeneinander liegende Halbbilder können wir mit Hilfe irgendeines Stereoskops zu einem körperlichen Bilde vereinen. Ob wir nun hierbei die Zuordnung der einzelnen Halbbilder zu dem betreffenden Auge mit Hilfe einer Spiegelanordnung (Wheatstone), einer Linsenanordnung (Brewster) oder einer Prismenanordnung (Walter) bewerkstelligen, ist für unsere Zwecke im Prinzip gleichgültig. Allen diesen Verfahren haftet der einer größeren Verbreitung der Stereo-Photographie entgegenstehende Nachteil an, daß wir zur Betrachtung der beiden Halbbilder wiederum eines optischen Apparates bedürfen. Von diesem Mangel sind auch die beiden ersten Verfahren nicht frei, die die beiden Halbbilder ineinander verlegen. Drückt man das eine Halbbild, z. B. das rechte, in einer bestimmten Farbe, etwa Rot, das andere, in unserem Falle das linke, in der Komplementärfarbe, also im vorliegenden Falle Grün, und schaltet vor das rechte Auge ein rotes, vor das linke Auge ein grünes Farbfilter, so sieht jedes Auge nur die ihm zukommenden Elemente des aus der Ineinanderlagerung der beiden Halbbilder entstandenen Bildes. Derartige zuerst von D'Almeida hergestellte Bilder nennt man nach dem Vorgange von Ducos de Hauron „Anaglyphen“. Das Verfahren ist in den Händen Szecepaniks zu großer Vollkommenheit gelangt. Diesem Verfahren im Prinzip eng verwandt ist ein anderes, das die beiden Halbbilder in senkrecht zueinander polarisiertem Lichte aufnimmt und vor die beiden Augen bei der Betrachtung ebenfalls zueinander senkrecht stehende Nicols benutzt, ein Verfahren, das wohl nur in sehr geringem Maße zu praktischer Verwendung gelangt sein dürfte.

Das erste Verfahren, das die Verwendung eines besonderen Betrachtungsapparates entbehrlich machte, ist wohl die „Parallax-Photographie“ von Ives. Bei diesem Verfahren wird in geringer Entfernng vor der Fläche des Positivs ein senkrechtes Raster angeordnet, d. h. ein zur Ebene des Diapositivs paralleles Gitter mit in der Bildrichtung von oben nach unten verlaufenden Linien. Durch dieses Raster hindurch werden die beiden Halbbilder auf eine und dieselbe Platte photographiert. Infolgedessen fallen die Elemente des einen Halbbildes auf jene Teile der Positivplatte, die für die von dem anderen Halbbilde ausgehenden Strahlen im Schatten des Rastergitters liegen, und umgekehrt. Wird jetzt das entwickelte positive Bild wiederum durch das Gitter betrachtet,



so läßt dieses in das rechte Auge nur die von den Elementen des rechten Halbbildes kommenden Strahlen gelangen, in das linke Auge nur die von den Elementen des linken Halbbildes ausgehenden. Man kann nun die Rasterplatte unter Zwischenschaltung eines dünnen Rähmchens fest auf der Positivplatte befestigen und diese damit zu jederzeitiger Betrachtung bereit halten. Allerdings ist man bei der Betrachtung dieser Ives'schen Parallaxstereogramme mehr oder minder an die genaue Einhaltung eines bestimmten Abstandes der Augen vom Raster gebunden, da andernfalls die für das linke Auge bestimmten Bildelemente das rechte treffen und umgekehrt; es entsteht dann ebenfalls ein körperliches Bild, das aber der Wirklichkeit nicht entspricht, ein sogenanntes „Pseudostereoskopisches Bild“.

Ehe wir nun zu dem Verfahren von Heß übergehen, sei noch des bereits im Jahre 1908 von G. Lippmann angegebenen, aber, abgesehen von Laboratoriumsversuchen, anscheinend niemals zu praktischer Anwendung gelangten Verfahrens gedacht. Die Angaben Lippmanns finden sich unter dem Titel „Epreuves réversibles. Photographies intégrales“ in den „Comptes rendus“ (146, 446, 1908) und im „Journal de physique“ ((4) 7, 821, 1908). Einen kurzen Bericht über die letztgenannte Veröffentlichung hat Herr A. Byk in der „Physikalischen Zeitschrift“ (10, 326, 1909) erstattet. Herr Lippmann führt in der ersten seiner eben genannten Veröffentlichungen etwa Folgendes aus: Kann man von der Photographie verlangen, uns die ganze Mannigfaltigkeit wiederzugeben, die uns die direkte Betrachtung der Außenwelt bietet, die uns gestattet, die Dinge körperlich zu sehen und, etwa beim Ausblick aus einem Fenster unter Bewegung des Kopfes oder der Augen, nacheinander verschiedene Teile der Außenwelt in den Rahmen des Gesichtsfeldes zu bringen? Diese Frage glaubt Herr Lippmann bejahen zu sollen. Er spricht der Photographie die Fähigkeit zu, in dieser Hinsicht weit mehr zu leisten als die menschliche Hand, etwa durch eine Zeichnung. Herr Lippmann denkt sich eine lichtempfindliche Emulsion auf einen Zelluloidfilm aufgetragen, der zuvor unter einer Presse so bearbeitet worden ist, daß auf seinen Flächen eine große Anzahl kleiner kugeliger Erhebungen entstanden ist. Jede dieser kleinen Erhebungen auf der Vorderseite des Films, d. h. auf der nicht von der Emulsion bedeckten Seite, dient als kleine Sammellinse. Jede der Erhebungen auf der Rückseite ist von der Emulsion bedeckt, die das durch die Linse auf der Vorderseite erzeugte Bild aufnimmt. Soll dieses Bild scharf sein, so müssen beide Erhebungen, die vordere und die hintere, einen gemeinsamen Krümmungsmittelpunkt haben, und das Verhältnis zwischen dem vorderen und dem hinteren Krümmungshalbmesser muß  $(n-1) : 1$  sein, wenn  $n$  der Brechungsindex des Filmmaterials für die photographisch am stärksten wirksamen Strahlen ist. Jede dieser kleinen Doppellinsen mit der daranhaftenden Emulsion bildet eine kleine Camera obscura oder ein kleines Auge, dessen Hornhaut durch die Linse, dessen Netzhaut durch die Emulsion gebildet wird. Einen Kristallkörper hat dieses Auge nicht, weil es dank dem kleinen Durchmesser auf jede Entfernung eingestellt ist. Die so bereitete photographische Platte gleicht also dem Faszettenauge der Insekten. Jedes System nimmt ein Teilbildchen der Wirklichkeit auf und gibt es bei der Betrachtung der entwickelten Platte wieder. Diese einzelnen Bildchen setzen sich im Auge zu einem Gesamtbilde zusammen, das je nach der Blickrichtung eine andere Ansicht der aufgenommenen Wirklichkeit zeigen wird. Um eine gegenseitige Überdeckung der einzelnen Elemente



dieses Bildmosaiks zu vermeiden, muß man jede Linse zweckmäßig von ihrer Nachbarlinse durch eine schwarze Pigmentschicht trennen.

Der praktischen Ausführung des Lippmannschen Gedankens stellten sich erhebliche Schwierigkeiten in den Weg. Kollodium und Zelluloid, an die Herr Lippmann zuerst als Material für die kleinen Linsen gedacht hatte, erwiesen sich als völlig ungeeignet. Hingegen wurden die Stanhope-Lupen brauchbar befunden, kleine etwa 6 mm lange Stäbchen mit je einem kugelig gekrümmten und je einem ebenen Ende. Eine Anzahl solcher Lupen wurde zu einem Bündel vereinigt und auf der ebenen Seite mit der Emulsion bedeckt.

So vielversprechend dieses Verfahren auch sein mag; einstweilen dürfte es bei weitem zu kostspielig und technisch zu schwierig sein, um eine allgemeine Verbreitung finden zu können.

Hier setzt nun das Verfahren des Herrn Heß ein, das man gewissermaßen als eine Verquickung des Iveschen und des Lippmannschen Prinzips ansehen könnte, wenngleich Herr Heß offenbar von ganz anderen Überlegungen aus zu seiner Methode gelangt ist. Ich möchte die Ausführungen des Herrn Heß hier — mit einigen Kürzungen — im Wortlaut wiedergeben. Herr Heß schreibt:

„Ich ging aus von der Wirkung einer Linse, welche Lichtstrahlen, die von einem Punkte ausgehen, parallel richtet, vorausgesetzt, daß der leuchtende Punkt in Brennweite von der Linse entfernt ist (Abbildung 1). Entspricht seine Lage gerade der Lage des Brennpunktes, so ist die Richtung der durch die Linse hindurchgetretenen Strahlen parallel der Linsenachse. Ist die Lage des Punktes dagegen etwas seitlich vom Brennpunkt, also exentrisch zur Linsen-



Abb. 1

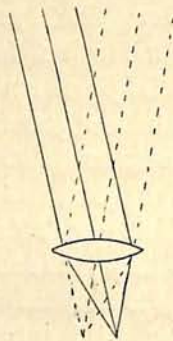


Abb. 2

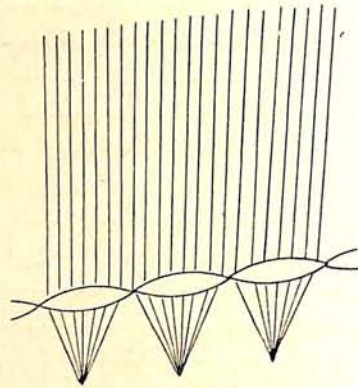


Abb. 3

achse, so nehmen die parallel gerichteten Strahlen einen zu dieser letzteren schief gerichteten Verlauf. Liegt der Punkt rechts vom Brennpunkt, so laufen die Strahlen nach dem Durchtritt durch die Linse nach links, von einem leuchtenden Punkte links von der Achse dagegen nach rechts (Abb. 2).

„Genau der umgekehrte Vorgang findet statt, wenn paralleles Licht auf die Linse einfällt. Die Strahlen werden zu einem Lichtpunkt gesammelt. Dieser liegt im Brennpunkt, wenn die einfallenden Strahlen der Linsenachse parallel verlaufen; er liegt links oder rechts davon, wenn die einfallenden Strahlen schräg von rechts oder schräg von links auf die Linse treffen.

„Wir bilden nun ein System aneinanderhängender mikroskopisch feiner Linsen, die sich, ähnlich wie die Oberfläche eines Insektenauges, zu einer kon-



tinuierlichen Fläche zusammenfügen. Lassen wir auf diese zusammengesetzte Linsenfläche parallel gerichtetes Licht treffen, so entfaltet jedes Einzellinschen die...strahlenrichtende Wirkung, die parallelen Lichtstrahlen werden in einzelne Bündel zerlegt und zu Lichtpunkten gesammelt (Abb. 3). Die Lage dieser Lichtpunkte ist einerseits bestimmt durch die Brennweite der Einzellinschen, andererseits durch die Richtung der einfallenden Lichtstrahlen. Jeder Einfallrichtung entspricht ein ganz bestimmter Sammelpunkt. Wir bringen jetzt hinter die Linsenfläche eine lichtempfindliche Schicht, und zwar gerade in einer Entfernung, welche der Brennweite gleich ist, wo also von dem Linschen die Lichtpunkte entworfen werden.

„Betrachten wir nach Fertigstellung eine solche Kopie mitsamt den vorgehaltenen Linschen, so bemerken wir folgende Erscheinung: Die auf der lichtempfindlichen Schicht gezeichneten Punkte sind durch die Linse hindurch zwar sichtbar, aber nicht nach allen Richtungen, sondern nur nach einer bestimmten; nämlich nach der, aus welcher das kopierende Licht eingefallen war; denn die strahlenrichtende Wirkung der Linsen entfaltet sich beim Betrachten in ganz derselben Weise wie beim Kopieren, nur in umgekehrtem Sinne.“

Herr Heß kopiert nun auf eine und dieselbe derartig hergerichtete Platte das rechte Halbbild einer Stereoskopaufnahme mit von rechts, das linke Halbbild mit von links auffallendem Lichte. Diese Doppelkopie wird in gerader Haltung von der Linsenseite aus betrachtet.

„Das rechte Auge blickt wegen seiner Lage rechts von der Medianlinie von rechts auf die Bildfläche und sieht deshalb das rechte stereoskopische Teilbild. Gleichzeitig nimmt aber das linke Auge, mehr von links schauend, das linke stereoskopische Teilbild, und zwar nur dieses, wahr. Weil aber jedes Auge sein Bild an derselben Stelle sieht, verschmilzt es dem Beschauer infolge des Fusionszwanges zu einer Einheit. Diese weist entsprechend ihrer Synthese aus zwei stereoskopischen Einzelbildern die optischen Merkmale auf, welche das abgebildete Objekt nach zwei verschiedenen Seiten hin darbietet. Es muß deshalb den Charakter der Räumlichkeit zum Ausdruck bringen.

„Dies beim Betrachten von der Frontseite her. Was man auf der Rückseite wahrnimmt, ist eine Summe von Punkten. Je ein Paar gehört zu einem Einzellinschen, wobei der eine Punkt links vom Schnittpunkt der Linsenachsen mit der Bildebene liegt, der andere rechts (Abb. 4).

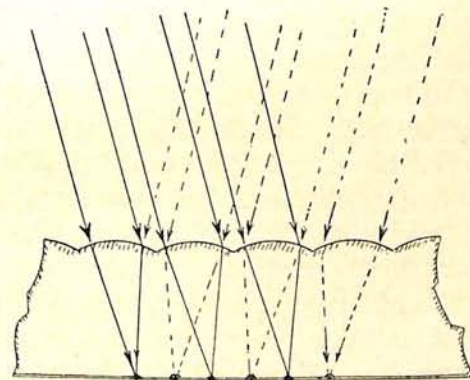


Abb. 4

Durch die Summe aller Punkte kommt ein unscharfes, zum Teil doppelt konturiertes Bild zustande, weil die beiden Einzelbilder ohne die strahlenrichtende Wirkung der Linsen gleichzeitig beiden Augen zugänglich sind.“

Über die praktische Verwirklichung dieses Gedankens wäre Folgendes zu sagen: „Ein Film, dessen eine Fläche durch Prägung eine Summe aneinandergereihter Einzellinschen aufgepreßt erhielt, dessen Rückfläche die lichtempfindliche Schicht trägt, und dessen Dicke gleich der Brennweite der Einzellinschen ist, erfüllt alle geforderten optischen Bedingungen.“ Aus technischen



Gründen wurden statt der sphärischen Linsen Zylinderlinsen gewählt. Das ist belanglos, so lange man nur dafür Sorge trägt, daß die Zylinderachsen immer vertikal in der Bildrichtung verlaufen. Dies beruht darauf, daß die Symmetrieebene der Augen gleichfalls vertikal ist.

Die „Stereo-Photographie A.-G.“ in Zürich stellt von gelieferten Stereonegativen Positive nach dem Verfahren des Herrn Heß zu wohlfeilen Preisen her. Ein solches Positiv hat mir Herr Heß in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt. Es zeigt bei Betrachtung aus geeigneter Entfernung (etwa normale Sehweite) eine überraschend gute Körperwirkung. Wir haben also offenbar in dem Heßschen Verfahren nunmehr ein Mittel in der Hand, direkt, d. h. ohne Betrachtungsapparat, wirkende stereoskopische Photographien mit verhältnismäßig einfachen Mitteln und ohne übermäßige Kosten herzustellen.

---

## Stonehenge

Von Vermessungsinspektor Albrecht, Berlin-Schöneberg

(Fortsetzung)

Wir kommen nun zur Orientierung von Stonehenge selbst. Der erste, der eine solche vermutet und festgestellt hat, war Stukeley, der 1723 erklärte, die Avenue von Stonehenge sei auf den Sonnenaufgang am längsten Tage zu gerichtet. Diese Feststellung veranlaßte seine Nachfolger, die Astronomie als Deutungsschlüssel der ganzen Anlage zu benutzen. So erklärte D. John Smith i. J. 1771, außer den 5 Trilithen hätten noch 2 kleinere bestanden, die zusammen die 7 Planeten darstellen sollten. Die Erklärung ging auf diesem Wege noch weiter. Die ovale Anordnung dieser 7 Trilithen hätte das Ei, das Schlangenei oder „ovum mundi“ vorgestellt, aus dem nach der Anschauung der Druiden die ganze Welt hervorgegangen ist. „Der äußere Kreis des Tempels“, so schreibt Smith, „besteht aus 30 Pfeilern, diese multipliziert mit den 12 Zeichen des Tierkreises, ergeben 360, das sind die Tage des alten Sonnenjahres“. „Der innere Kreis ist der Mondmonat. Zwischen ihm und der großen Ellipse (von den Trilithen gebildet) soll die Form des Mondes, wenn er 6 Tage alt ist, zu erkennen sein, und am oberen Ende dieses Kreises sollen 6 Steine, weil sie nahe bei einander stehen, den Herbst- und den Jagdmonat bezeichnen, denn in diesen geht der Mond 6 Nächte nacheinander mit geringer Zeitverschiebung auf“ (Schuchhardt, a. a. O. S. 294).

Das Verdienst, die astronomischen Fragen eingehend und vom fachmännischen Standpunkt aus untersucht und klärend behandelt zu haben, gebührt Sir Norman Lockyer. In seinem bereits genannten umfassenden Werke über Stonehenge und andere britische vorgeschichtliche Denkmäler hat er seine Untersuchungen und Ergebnisse niedergelegt. Im Gegensatz zu Gowland, der, wie wir sahen, den ganzen Stonehenge-Bau einer Bauperiode zuschreibt, nimmt Lockyer zwei Bauzeiten und damit zwei in ihrem Aussehen verschiedene Bauten an. Lockyer gründet sich dabei hauptsächlich auf die eigenartige Grundrißgestaltung. Danach betrifft die eine Bauperiode einen Bau, der in der Hauptsache nur aus den Blausteinen und den unbehauenen Sarsenblöcken (Schlacht- und astronomischer Stein, sowie die beiden Sarsensteine am Wallrund) bestand, während die andere Bauperiode Stonehenge in seiner jetzigen Gestalt schuf.



Lockyer geht dabei von folgendem aus: Die beiden Sarsensteine am Wallrund weisen nicht den gleichen Abstand von diesem auf. Der nordwestliche Stein liegt rd. 6,70 m von der Wallkrone entfernt, der südöstliche, der jetzt umgefallen ist, dagegen nur 4,30, wenn er in seine frühere aufrechte Stellung versetzt wird (Abb. 16 der Doppelbeilage in Heft 3/4 zeigt den letzteren Stein im Vordergrund). Die Mitte der Verbindungslinie zwischen beiden Steinen liegt sonach um 1,2 m

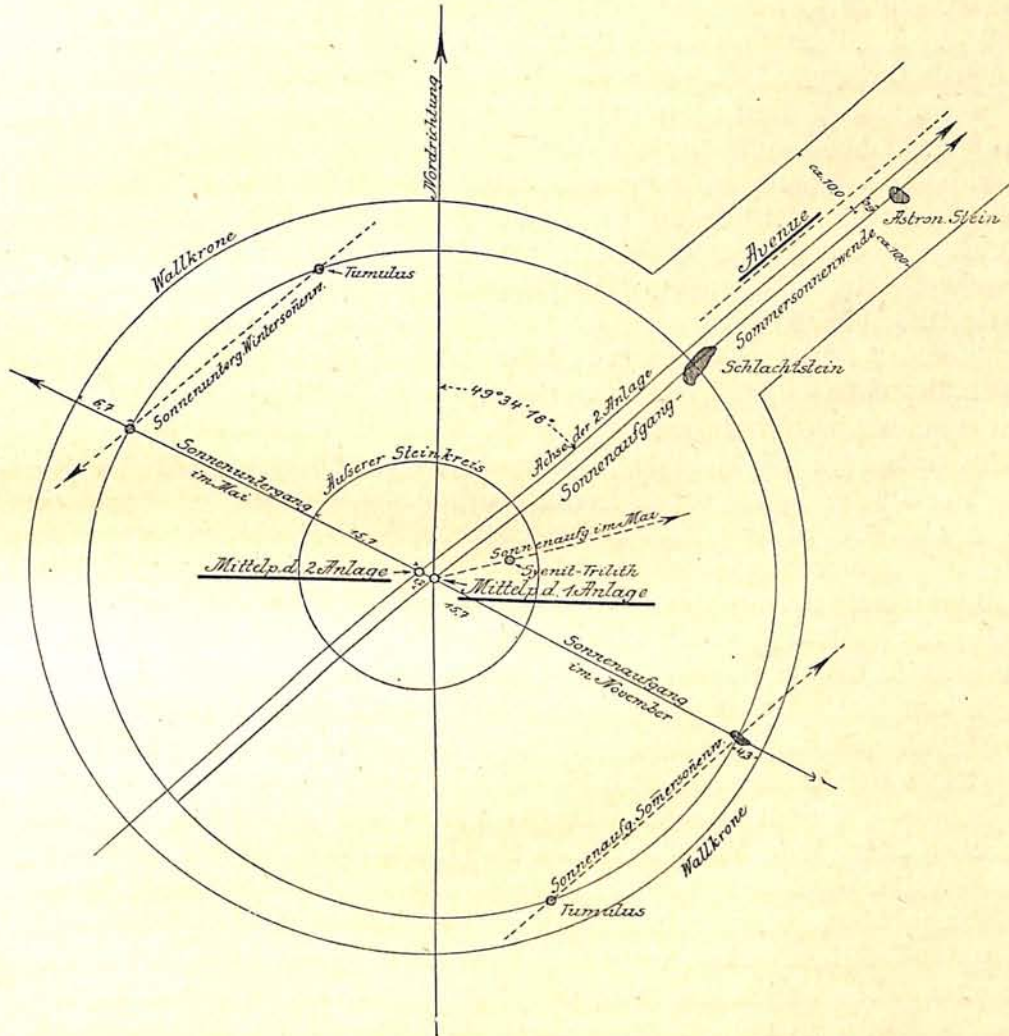


Abb. 26

Schematische Darstellung des Grundrisses von Stonehenge unter Berücksichtigung der von Lockyer angenommenen „ersten“ Anlage  
Ungefährer Maßstab 1:1000

südöstlich von der Achslinie der jetzigen Anlage. Diese Verbindungslinie hat nun ein Azimut von  $26^{\circ}$  (von Ost nach Süd rechtsläufig gezählt), eine Richtung, die vom Mittelpunkt aus über den nordwestlichen Stein den Sonnenuntergang in der erten Maiwoche und in umgekehrter Richtung über den südöstlichen Stein den Sonnenaufgang im November bezeichnen würde. Wir werden damit an das alte Mai-Novemberjahr erinnert. Außerdem wurde nach Lockyer vom Mittelpunkt der genannten Verbindungslinie aus über dem Schlacht- und astronomi-



schen Stein der Sonnenaufgang zur Sommersonnenwende beobachtet. Es soll auch ein Stein in der Linie, die durch den astronomischen Stein und den Mittelpunkt der ersten Anlage gebildet wird, im Südwesten am Wallrund gestanden haben, doch haben sich Reste dieses Steins nicht auffinden lassen. Aus Abb. 26 sind die Maß- und Lagebeziehungen erkennbar. Lockyer vermutet, daß außer der Verbindung der Sarsensteine mit dem Maijahr schon deshalb auf eine frühere Anlage zu schließen sei, weil sowohl die Blausteine wie Sarsenblöcke im Gegensatz zu den Steinen des äußeren großen Steinkreises und der Trilithen unbehauen sind. Die Blausteine sollen sich ursprünglich um einen Zentralstein oder ein Cove, etwa in Form eines gewaltigen Altars, ähnlich dem im nördlichen Kleinkreis von Avebury, in zwei konzentrischen Kreisen gruppiert haben, eine Anlage, auf die die Worte des Virgil zutreffen würden: „Aedibus in mediis, nudoque sub aetheris axe, ingens ara fuit“.

Weshalb wurde nun aber die erste Anlage durch eine zweite ersetzt? Lockyer vermutet, daß um das Jahr 2000 das Maijahr keine Geltung mehr hatte, daß vielleicht auch wegen der durch die Präzession der Tag- und Nachtgleichen (Änderung des Winkelwerts der Ekliptikschiefe) die nach den verschiedenen Sonnenaufgängen gerichteten Sichtlinien nicht mehr genau paßten, und daß man deshalb schon einen Neubau vornahm. U. E. ist die astronomische Begründung nicht unbedingt zwingend. Der Wert der Präzessionsänderung ist so verschwindend klein, daß viele Jahrtausende vorübergehen müssen, bis die Änderung zu praktischen Unzuträglichkeiten führen würde. Für die erste Anlage würde sich also ein sehr hohes Alter ergeben, dem Lockyers Annahme entgegen steht, daß der astronomische Stein errichtet wäre, um den Sonnenaufgang zur Sommersonnenwende zu beobachten. Damit hätten wir es mit dem astronomischen, nicht aber mit dem älteren Maijahr zu tun. War bei der älteren Anlage nur das Maijahr in Geltung, so konnte der astronomische Stein etwa aus der Übergangszeit von Mai zum astronomischen Jahr stammen, nicht aber Bestandteil einer sehr frühen Anlage sein, deren Gründung mindestens in die Zeit 4000 bis 5000 v. Chr. fallen müßte. Würde aber in der ersten Anlage nur die Mai-Novemberjahrlinie zu finden sein, so wäre es u. E. immerhin nicht unwahrscheinlich, daß zwei verschiedene Bauperioden in Frage kämen.

Außer den unbehauenen Sarsensteinen soll nach Lockyer sich noch ein weiterer Zeuge der früheren Anlage in Gestalt der Überreste eines kleinen Syenith-Trilithen erhalten haben. Die Lage der Reste ist auf Abb. 26 zu erkennen. Sie liegen so, daß vom Mittelpunkt der ersten Anlage durch diesen Trilithen hindurch der Maisonenaufgang hätte beobachtet werden können. Auffallend dabei ist nur, daß nur ein einziger Trilith im alten Bau gestanden haben soll. Lockyer meint, diesen Trilith hätte man ebenso wie die übrigen unbehauenen Sarsensteine beim Neubau an ihren Standorten als Andenken aus vergangener Zeit belassen.

Der Neubau soll nun so vorgenommen worden sein, daß man die Achsrichtung des Bauwerks beibehielt, aber um etwa 1 m nach Nordwesten zu parallel verschob. (S. Abb. 26.) Lockyer hat die genaue Lage der neuen Achse auf Grund der jetzigen Baureste ermittelt und ihr Azimut sorgfältig bestimmt: Es standen ihm dabei folgende Positionswerte des Zentrums der Anlage und der Turmspitze der Kathedrale in Salisbury als Ausgangspunkte zur Verfügung:

Stonehenge, Zentrum Breite =  $51^{\circ} 10' 42''$ , westl. Länge =  $1^{\circ} 49' 29''$ , Kathedrale von Salisbury, Turmspitze Breite =  $51^{\circ} 3' 52''$ , westl. Länge =  $1^{\circ} 47' 45''$ .



Mit Hilfe geodätischer Operationen ergab sich als  
Azimut (von Nörd nach Ost) der Avenuenmittellinie am Schlachstein . .  $49^{\circ} 38' 48''$   
Azimut (von Nord nach Ost) der Avenuenmittellinie im entfernteren Teil  $49^{\circ} 32' 54''$   
Das Mittel aus beiden Werten  $49^{\circ} 35' 51''$

nahm er als Azimut des eigentlichen Bauwerks an und fand, daß diese mittlere Linie bis auf einige Zentimeter die Mitte zwischen den beiden in Betracht kommenden Sarsensteinen des äußeren Steinkreises innehielt. Damit war die Identität der Bauwerks- und der Avenueachse festgestellt. Lockyer bestimmte weiter das Azimut der Linie Stonehenge-Sidbury Hill (Verlängerung der Dreiecksseite Grovely Castle-Stonehenge) zu  $49^{\circ} 34' 18''$ . Dieses Azimut führt er als wahrscheinlichsten Wert der Azimutrichtung von Stonehenge in die weiteren Berechnungen ein. Weshalb der obige Mittelwert  $49^{\circ} 35' 51''$ , den er von Stonehenge selbst ermittelte, nicht beibehalten wird, gibt Lockyer nicht an.

Außerdem bestimmte er vom Zentrum von Stonehenge aus das Azimut des Sonnenaufgangs zur Sommersonnenwende im Jahre 1901 derart, daß er zunächst das Azimut nach der Spitze des astronomischen Steins zu  $50^{\circ} 39' 5''$  ermittelte und feststellte, daß der Sonnenaufgang  $8' 40''$  nördlich von diesem Stein stattfand. Hieraus ergab sich als Azimut des Sonnenaufgangs selbst  $50^{\circ} 30' 25''$  und unter Berücksichtigung einer Erhebung des Sonnenrandes um  $2'$  über den Horizont  $50^{\circ} 30' 54''$ . Hiermit waren die Hauptdaten für die Lösung einer Aufgabe gegeben, deren Ergebnis berechtigtes Aufsehen erregt hat. Lockyer schloß nämlich so: Wenn die Sonne bei der Erbauung von Stonehenge am längsten Tage mit einem Azimut von  $49^{\circ} 34' 18''$  (Azimut der Stonehenge-Achse) aufging, so muß dieser Winkel jetzt (im Jahre 1901) wegen der Präzession der Tag- und Nachtgleichen ein anderer sein. Nun kennen wir sowohl das Azimut des jetzigen Sonnenaufgangs ( $50^{\circ} 30' 54''$ ) wie die Winkelveränderung, die die Präzession im Laufe der Jahrtausende verursacht, können daher die Zeit errechnen, wann die Sonne mit dem Azimut von  $49^{\circ} 34' 18''$  aufging. Diese Berechnung ergab unter Berücksichtigung der Erhebung des Horizonts, der Refraktion usw. einen Zeitraum von 3581 Jahren, d. h. die Erbauung von Stonehenge wird danach etwa im Jahre 1680 v. Chr. erfolgt sein. Wegen der unvermeidlichen Ungenauigkeit der Bestimmungsdaten nimmt Lockyer dabei einen mittleren Fehler von  $\pm 200$  Jahren an, so daß hiernach die Erbauung in die Zeit 1900 bis 1500 v. Chr. fällt. Die Sonne ging nach dem Vorstehenden, worauf besonders hingewiesen wird, nicht über dem astronomischen Stein, sondern beträchtlich nordwärts von diesem auf und schwebte erst nach ihrem Aufgang als volle Scheibe über dem Stein. Lockyer gibt selbst ausdrücklich an, daß von 1901 noch etwa 500 Jahre vergehen werden, bis die Sonne direkt über dem Stein aufgehen wird<sup>1)</sup>.

Soweit der im Auszug wiedergegebene Bericht Lockyers über seine Altersbestimmung von Stonehenge. Obwohl er klar und deutlich besonders die Tatsache hervorhebt, daß 1680 v. Chr. die Sonne nicht über dem astronomischen Stein aufgegangen sein kann, finden wir in fast allen späteren Beschreibungen von Stonehenge die Ansicht vertreten, der astronomische Stein hätte genau den Punkt des Sonnenaufgangs angegeben. Es mag außer dem Mißverstehen der Lockyerschen Feststellungen vielleicht der Grund hierfür darin zu suchen sein, daß zufälligerweise die Stelle des Altarsteins, die von den Trümmern des auf ihnen liegenden größten Trilithen frei ist und von jedem Stonehenge-

<sup>1)</sup> Lockyer, a. a. O. S. 68.



besucher betreten wird, nicht in der Achse des Bauwerkes liegt, sondern etwas nördlich davon. Das hat zur Folge, daß von dieser freien Stelle des Altarsteins aus der astronomische Stein, der südlich aus der Achse liegt, so erscheint, als stände er in der Achse selbst, denn er nimmt von diesem Standpunkte aus die Mitte zwischen den beiden in Betracht kommenden Pfeilern des äußeren Steinkreises ein. Abb. 21 der Doppelbeilage in Heft 3/4 gibt dies wieder. Außerdem berührt die Spitze des astronomischen Steins vom Altarstein aus gesehen die Horizontlinie, als markiere sie damit genau einen bestimmten Punkt am Horizont selbst.

Wir brauchen nur die neuesten Untersuchungen über Stonehenge einzusehen, um zu erkennen, wie irrtümlich die Lockyerschen Feststellungen aufgefaßt werden. So schreibt Schuchhardt (a. a. O. S. 295): „Stellt man sich auf die Mitte des Altars und blickt durch den Ausgang des Steinkreises die Avenue entlang, so geht über der Spitze von Friars Heel (astronomischer Stein) am 21. Juni die Sonne auf; das heißt, sie geht heut ein wenig rechts davon auf, es läßt sich aber nach der Verschiebung der Ekliptik berechnen, daß sie ums Jahr 1680 v. Chr. genau über jenem Steine aufgegangen sein muß. Folglich ist Stonehenge ein Sonnentempel und um 1680 v. Chr. gebaut.“ Willy Pastor meint (a. a. O. S. 30): „Der Blick leitet auf einen drei Meter hohen Stein außerhalb des engeren Heiligtums. Dieser Stein war so orientiert, daß man am längsten Tage des Jahres vom Altar her die Sonne genau über ihm emporsteigen sah.“ Montelius<sup>1)</sup> kommt der Wahrheit etwas näher, denn er sagt: „In der Zeit, als der Tempel erbaut wurde, konnte man, wenn man den Sonnenaufgang am 21. Juni, am längsten Tage des Jahres, am Altar stand, einen Augenblick die Sonne links von dem am Wege aufgerichteten Stein sehen. — Nur sieht man die Sonne nicht mehr links vom Stein am Wege; infolge der veränderten Lage der Erde geht sie vielmehr jetzt weiter östlich auf. Einige von Englands größten Astronomen sind nach genauen Beobachtungen zu dem Resultat gekommen, daß mehr als 3500 Jahre vergangen sind, seit jemand, der mitten vor dem Altar in Stonehenge stand, die Sonne an der ersterwähnten Stelle aufgehen sehen konnte.“ Montelius gibt hierzu eine Abbildung, auf der zwei Visierstrahlen dargestellt sind, der eine links, der andere rechts vom Schlacht- und astronomischen Stein, diese links und rechts berührend. Der linke Strahl soll die Richtung des Sonnenaufgangs um 1680 v. Chr., der rechte die zur Jetztzeit angeben. Beide Strahlen sind falsch eingezeichnet. Sowohl 1680 v. Chr. gehen beide Strahlen beträchtlich links vom astronomischen Stein vorbei und erst nach etwa 500 Jahren geht ein Strahl über den Stein selbst. Die irrtümliche Auffassung und Darstellung schleppt sich wie eine Krankheit fort. So schreibt Dr. J. Bing<sup>2)</sup> unter Verwendung des Monteliusschen Bildes: „Nach der schwarzen (linken) Linie sah man am Mitsommernmorgen 1680 v. Chr. die Sonne aufgehen, nach der gestrichelten (rechten) sieht man sie jetzt aufgehen“. Einigermmaßen zutreffend ist die Darstellung P. Kahle<sup>3)</sup>: „Dieser Rundtempel (Stonehenge) zeigt uns eine merkwürdige astronomische Beziehung: Steht man zur Sommer-

1) O. Montelius: Die Datierung des Stonehenge. Archiv für Anthropologie Bd. XXX Heft 2 1904 S. 139 bis 141

2) Dr. J. Bing: Germanische Religion der älteren Bronzezeit. „Mannus“ Bd. VI Heft 1/2 Würzburg 1914 S. 156/157

3) Über Absteckung und geometrische Beziehungen einiger Bauten aus alter Zeit. Allgemeine Vermess.-Nachrichten 25. Jahrg. 1913 S. 228



sonnenwende am frühen Morgen vor dem großen umgestürzten Stein im Ringzentrum, dem sogen. Altarstein, so sieht man durch den Haupteingang der Säulenhalle, nahezu in der Richtung der beiden letztgenannten Steine des Laufgrabens, die Sonne aufgehen, oder umgekehrt: Der Schatten des äußersten Steines fällt nach dem in der Wallücke, und dessen Schatten nach dem Altarstein.“ Es hat den Anschein, als hat sich Kahle diese Orientierungsbeziehungen nicht an Ort und Stelle klar gemacht, sonst wäre seine Beschreibung sicher klarer ausgefallen. Daß Kahle im Irrtum betreffend den Ort des Sonnenaufgangs ist, zeigt der Grundriß von Stonehenge, den er seinem Aufsatz beigibt. Nach diesem fand oder findet der Sonnenaufgang am 21. Juni genau über dem astronomischen Stein statt.

Man sieht aus alledem, daß der astronomische Stein eigentlich seinen Namen etwas zu Unrecht erhalten hat. Er steht nur in der Nähe eines am Horizont nicht markierten astronomisch bemerkenswerten Punktes. Spätere Generationen werden diesem Stein nach mehreren Jahrhunderten erst den ehrenvollen Namen, den er jetzt trägt, mit vollem Recht geben können. Nur die Achse von Stonehenge, die um etwa 1 m an diesem Stein vorbeigeht, kann den Anspruch machen, astronomisch orientiert zu sein.

Das Ergebnis betreffend die Orientierung von Stonehenge wird sich also dahin zusammenfassen lassen, daß zunächst vier verschiedene Achsrichtungen in Frage kommen: die Achse des eigentlichen Stonehenge, der Avenue zwischen Schlacht- und astronomischen Stein, der Avenue im weiteren Verlauf, der Linie Stonehenge-Sidbury und der Linie Stonehenge-Grovely Castle. Alle vier stimmen nicht genau miteinander überein. Lockyer nimmt als Grundwert für die weiteren Berechnungen zur Altersbestimmung die Linie Stonehenge-Sidbury mit dem Azimut  $49^{\circ} 34' 18''$  an und berechnet als Erbauungsjahr für Stonehenge das Jahr 1680 v. Chr. mit einem mittleren Fehler von  $\pm 200$  Jahren. Auf den mittleren Fehler kommt hierbei eigentlich alles an. Er wird größer, wenn wir bedenken, daß außer dem schwankenden Wert der Achsrichtung noch die Ungenauigkeit der Absteckung des Bauwerks und der Avenue mit ihrer im Laufe der Jahrtausende eingetretenen Zerstörung hinzukommt. Die hieraus entstehenden Fehler im Resultat sind zahlenmäßig überhaupt nicht zu schätzen. Wie beträchtlich selbst das rein rechnerische Ergebnis schwanken kann, zeigt die von Prof. Biereye<sup>1)</sup> ausgeführte Darstellung des von Lockyer angewandten Berechnungsganges. Biereye gelangt unter Verwendung der von Lockyer ermittelten Grundwerte auf das Erbauungsjahr 1750 v. Chr., während Lockyer 1680 v. Chr. findet. Auf den mittleren Fehler geht Biereye nicht ein, dagegen ganz ausführlich auf die rechnerische Behandlung der Aufgabe.

Wir sahen, daß die über 33 km lange Linie Castle Ditches-Sidbury durch die Natur gegeben ist, da beides große natürliche Hügel sind. Der Zufall wäre ein ganz außerordentlicher, wenn diese Linie genau der Sonnenaufgangslinie im Jahre 1680 v. Chr. entsprechen würde. Viel eher ist anzunehmen, daß diese durch die Natur gegebene Linie ungefähr der Sonnenlinie um 1700 v. Chr. entspricht. Der Betrag der Abweichung ist aber nicht abzuschätzen. U. E. kann vielmehr darin ein Zufall zu finden sein, wenn das von Lockyer errechnete Erbauungsdatum mit dem auf archäologischem Wege er-

<sup>1)</sup> Prof. Biereye: „Wie fand Lockyer das Jahr der Erbauung von Stonehenge auf astronomischem Wege?“ Die „Saalburg“, Mitteilungen der Vereinigung der Saalburgfreunde 1914 5. Juli Nr. 32/33 S. 508 bis 512



mittelten annähernd übereinstimmt. Anders läge noch der Fall, wenn Stonehenge mit den natürlichen Hügeln Sidbury und Castle Ditches nicht in einer Graden läge. Alsdann käme nur die eigentliche Achse des Bauwerks in Frage. Lockyer macht aber gerade auf die eigenartige Lage der Erd- und Bauwerke aufmerksam und nimmt zur Altersbestimmung nicht etwa die Achse von Stonehenge selbst, sondern die Linie von Stonehenge an dem natürlichen Hügel Sidbury.

Wenn wir nun schließlich noch bedenken, daß allein Stonehenge unter den vielen von Lockyer untersuchten und nach seiner Meinung mit der Sonne in Verbindung stehenden vorgeschichtlichen britischen Bauwerken von ihm eine Altersbestimmung erfahren hat, da er auf S. 482 seines Werkes über Stonehenge von 31 derartigen Bauwerken nur bei Stonehenge die Spalte der errechneten Erbauungszeit ausfüllt, so müssen doch berechnete Zweifel sowohl gegen die Möglichkeit einer einigermaßen genauen Altersbestimmung eines nach der Sonne orientierten Bauwerkes überhaupt wie gegen die Richtigkeit eines so geringen mittleren Fehlers von  $\pm 200$  Jahren, den er bei Stonehenge angibt, auftauchen. Wir werden vielmehr sagen müssen, daß die Orientierungswissenschaft mit ihren Berechnungen der Erbauungszeiten noch auf recht schwankem Grunde steht, und daß wir bei Stonehenge wohl oder übel mit einem erheblich größeren mittleren Fehler, als ihn Lockyer mit  $\pm 200$  Jahren angibt, zu rechnen gezwungen sind. Ob das dann zu erwartende Resultat ein derartiges ist, daß W. Pastors Ausspruch<sup>1)</sup> von dem „archimedischen Punkt“, der „endlich, endlich“ durch die Datierung von Stonehenge auf das Jahr 1680 v. Chr. für die Chronologie der nordischen Vorgeschichte gegeben sei, rechtfertigt, mag füglich bezweifelt werden. Es hat auch den Anschein, als wäre von allen denen, die Lockyers Datumzahl übernommen und verwertet haben, die von ihm ausdrücklich vermerkte Angabe des mittleren Fehlers von  $\pm 200$  Jahren nicht beachtet worden. Lockyers Berechnungen haben tatsächlich nur ergeben, daß die Erbauung in die Zeit von 1900 bis 1500 v. Chr. fallen könnte.

Nun aber noch eins: Schuchhardt glaubt, daß der jetzt am Boden liegende Schlachtstein ursprünglich aufrecht stand. War dem so, so konnte in der von Lockyer angenommenen ersten Anlage der Sonnenaufgang am längsten Tage vom Mittelpunkt aus über dem astronomischen Stein nicht beobachtet werden, da dieser vom Schlachtstein verdeckt wurde. Sodann wäre in der 2. Anlage, wie wir sie jetzt vor uns haben, der überraschende Blick zum astronomischen Stein (s. Abb. 26) weder beabsichtigt noch tatsächlich vorhanden gewesen, denn auch hier hätte der Schlachtstein wieder die Aussicht versperrt. Am wahrscheinlichsten wird daher wohl aus den angeführten Gründen sein, daß der astronomische Stein mit einem vielleicht verschwundenen, von ihm etwa 2 m nach Nordwesten stehenden, gleichsam einen Rahmen bildete, um den Sonnenaufgangspunkt am freien Horizont anzuzeigen, und daß auch der Schlachtstein, wie wir oben näher ausgeführt haben, ebenfalls mit einem andern Stein dieselbe Aufgabe hatte. Dadurch entsteht das Bild einer aus Steinen gebildeten Gasse (doppelte Steinreihe), von der bereits im ersten Teil dieses Aufsatzes gesprochen wurde.

Daß Stonehenge somit tatsächlich nach dem Sonnenaufgang am längsten Tage orientiert wurde, kann wohl keinem Zweifel unterliegen. Die uns jetzt zur Verfügung stehenden Orientierungsdaten genügen aber nicht, für die Erbauung ein genaues Datum zu errechnen.

(Fortsetzung folgt.)

<sup>1)</sup> Willy Pastor: Neues von Stonehenge, Unterhaltungsbeilage der „Tägl. Rundschau“, 1906, S. 267.



## Der gestirnte Himmel im Monat Januar 1915

Von Dr. F. S. Archenhold

### Eine neue Messung der Wärmestrahlen der Sterne

Da die Sonne uns verhältnismäßig nahe steht, 250000 mal näher als der nächste Fixstern, so ist es nicht besonders schwer gewesen, die Licht- und Wärmemengen, die sie uns zusendet, der Messung zugänglich zu machen<sup>1)</sup>. Es ist sogar der Astronomie in neuerer Zeit noch möglich geworden, das Licht der Sterne nach verschiedenen Methoden bis auf  $\frac{1}{100}$  Größenklasse zu bestimmen. Die Wärmestrahlen jedoch, welche die Sterne aus den Tiefen des Weltalls zu uns senden, sind so geringfügig, daß bisher nur einige Versuche vorliegen, sie zu messen. Nichols war der erste, welcher an einigen der hellsten Sterne eine Wärmebestimmung mit dem zweifüßigen Reflektor der Yerkes-Sternwarte vor 14 Jahren ermöglichte. So wies er nach, daß Arktur, welcher für das Auge fast dieselbe Helligkeit wie die Wega besitzt, eine doppelt so große Wärmemenge als diese uns zusendet. Jetzt ist es Coblentz gelungen, ein neues Thermoelement anzuwenden, das eine hundertmal so große Empfindlichkeit besitzt als das bisher verwendete Radiometer. Er hat zu seinen Messungen den 36 zölligen Crossley-Reflektor der Lick-Sternwarte benutzt; das Thermoelement selbst bestand aus Wismut- und Platinfäden, die natürlich an ihrer Spitze geschwärzt wurden, um die geringen Wärmestrahlen der Sterne möglichst vollständig zu verschlucken. Um das Thermoelement gegen äußere Störungen und Temperaturänderungen zu schützen, ist es in einem möglichst luftleeren Glasraume eingeschlossen und mit einem Fluoritdeckel versehen worden, der für die langwelligen Strahlen möglichst durchlässig ist. Coblentz hat auf diese Weise ganz allgemein festgestellt, daß ein gelber Stern bei gleicher Helligkeit uns mehr Wärmestrahlen als ein weißer und weniger als ein roter zusendet. Im Durchschnitt zeigte es sich, daß ein gelber Stern von ähnlichem Spektrum wie unsere Sonne im Verhältnis zu seinem Licht zweimal soviel Wärme aussendet als ein weißer Stern, während ein roter Stern wie Antares uns dreimal soviel Wärme znsendet als ein weißer Stern von der gleichen Helligkeit. Um einen schädlichen Einfluß unserer Lufthülle auf die Messungen möglichst auszuschließen, wurden Sterne gleicher Helligkeit gewählt, die möglichst nahe bei einander in gleicher Höhe standen. Es konnte noch bei Sternen bis zu 7. Größe, deren Licht für unser unbewaffnetes Auge nicht mehr sichtbar ist, eine Wärmewirkung nachgewiesen werden. Bei der großen Wichtigkeit der Frage, wie die Wärme, welche unsere Sonne und die Sterne in den Weltenraum hinaussenden, ersetzt wird, wird die weitere Ausbildung dieser neuen Methode für unseren Einblick in das Entstehen und Vergehen der Sternwelten von größter Bedeutung werden.

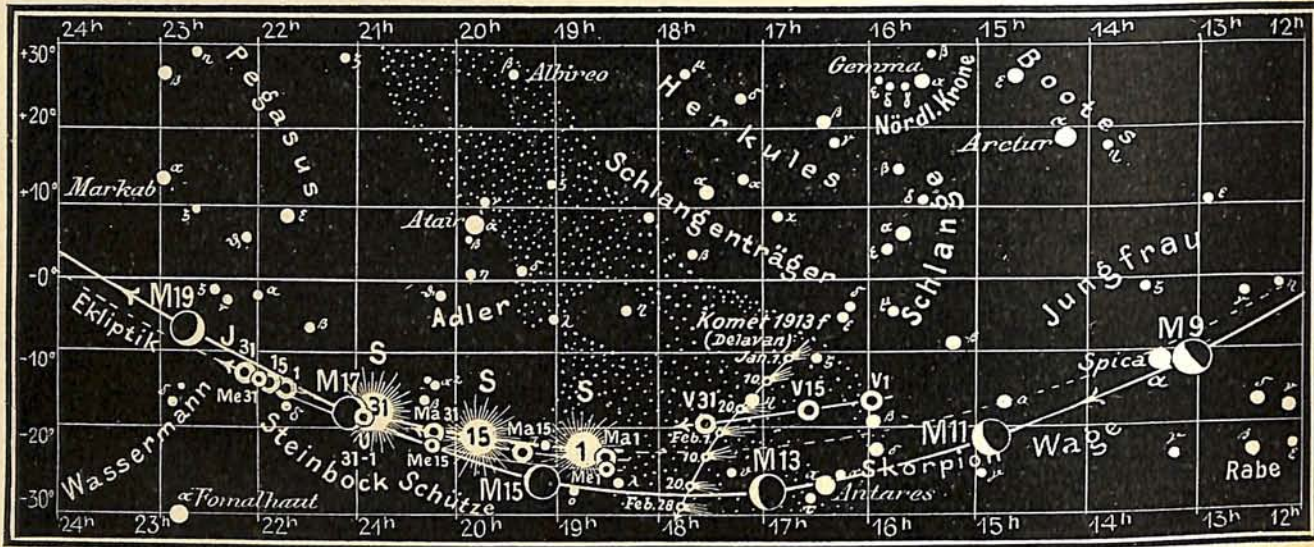
### Die Sterne

Bei größter Dunkelheit hebt sich in den langen Januarnächten der Sternenhimmel besonders deutlich vom dämmerungslosen Untergrunde ab. Diese große Dunkelheit läßt insbesondere auch das zarte Licht der Milchstraße und des Zodiakallichtes zur Geltung kommen; letzteres sehen wir sehr günstig am Westhimmel im Zuge der Ekliptik. Abends 10 Uhr durchschneidet der Meridian den Herkules, den Drachen, den kleinen Bären im Norden, erreicht im Zenit das Sternbild des Fuhrmanns und läuft durch den Stier zwischen Orion und Eridanus zum Südpunkt des Horizontes. Um diese Zeit sind die beiden mit dem bloßen Auge schon erkennbaren Nebelmassen in der Andromeda und im Orion sichtbar, in der Mitte zwischen diesen beiden steht der schönste Sternhaufen des Himmels, die Plejaden, von denen mit bloßem Auge nur sieben Sterne, mittels Fernrohr aber je nach der Größe viele Hunderte zu sehen sind. Zwischen Perseus und der Kassiopeja liegen auch zwei Sterngruppen  $\chi$  und  $h$ . Noch ein vierter interessanter Sternhaufen, die Präsete oder Krippe genannt, die etwa in der Mitte zwischen Pollux und Regulus im Sternbilde des Krebses liegt und dem unbewaffneten Auge wie ein

<sup>1)</sup> Über neuere Temperaturbestimmungen von Sternen haben wir im Weltall, Jahrg. 12, S. 10 bereits berichtet.



Fig. 1b



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

Nebelfleck erscheint, läßt in ganz kleinen Fernrohren schon gegen 40 Sterne erkennen. Dieser Sternhaufen kann in unsere Planetenkarte bei Rekt. =  $8^h 33^m$  und Dekl. =  $20^\circ 23'$  eingezeichnet werden. Hertzsprung und Schwarzschild haben festgestellt, daß die Eigenbewegung von 10 Sternen der Präsepe mit der der Hyadensterngruppe gleich gerichtet sind (Vergl. „Das Weltall“ Jahrg. 13 Seite 353). Letztere gruppieren sich in der Nähe des hellen Sternes Aldebaran im Stier bei Rekt. =  $4^h 13^m$  und Dekl. =  $+15^\circ 20'$  zu einem weit zerstreuten Sternhaufen zusammen.

### Der Lauf von Sonne und Mond

Die Sonne (Feld  $18^h \frac{3}{4}$  bis  $21^h$ ) tritt am 21. Januar aus dem Zeichen des Steinbocks in das des Wassermanns; ihre Mittagshöhe nimmt in diesem Monat schon um  $6^\circ$  zu. Die Fleckentätigkeit ist ebenfalls im Zunehmen begriffen.

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
Januar 1	$-23^\circ 9'$	$8^h 19^m$	$3^h 59^m$	$14\frac{1}{4}^\circ$
- 15	$-21^\circ 17'$	$8^h 13^m$	$4^h 16^m$	$16\frac{1}{4}^\circ$
- 31	$-17^\circ 37'$	$8^h 53^m$	$4^h 46^m$	$20^\circ$

Der Mond ist mit seinen Phasengestalten in unsere Karten 1a und 1b für den 1. bis 31. Januar von zwei zu zwei Tagen eingetragen. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Tage:

Vollmond:	Januar 1	$1^h$ mittags	Neumond:	Januar 15	$3\frac{1}{2}^h$ nachm.
Letztes Viertel:	-	$8 10^h$ abends	Erstes Viertel:	-	$23 6\frac{1}{2}^h$ morgens
			Vollmond:	Januar 31.	$5\frac{1}{2}^h$ morgens

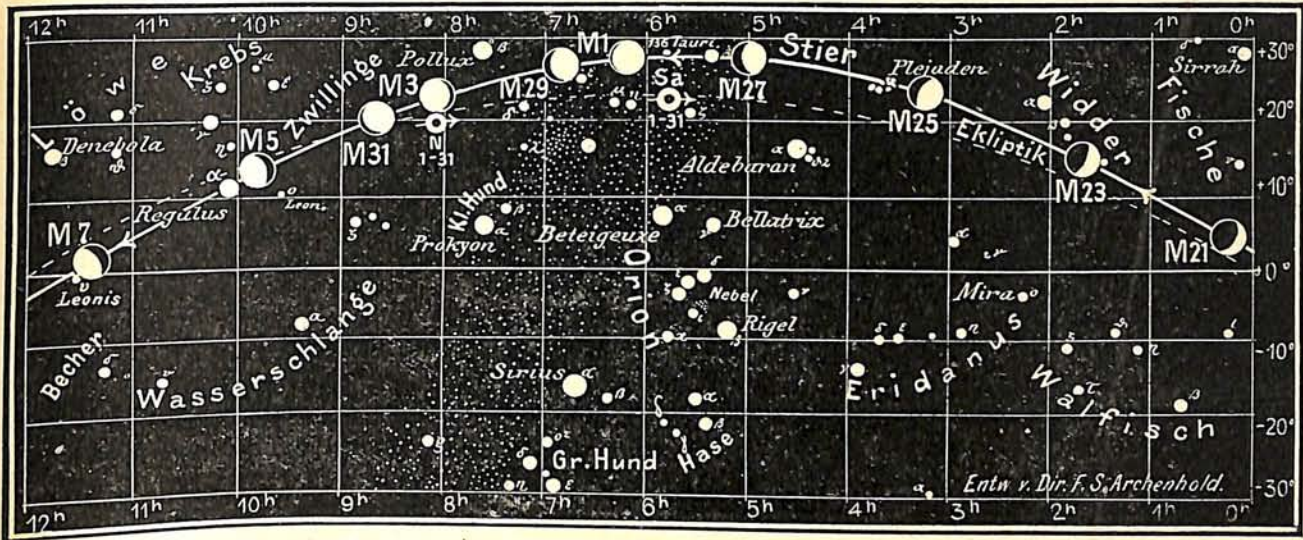
Im Monat Januar finden zwei in Berlin zu verfolgende Sternbedeckungen statt:

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Winkel	Austritt M. E. Z.	Winkel	Bemerkung
Jan. 7	$\nu$ Leonis	4,4	$11^h 33^m$	$-0^\circ 21'$	$3^h 58^m, 2$ morgens	$136^\circ$	$5^h 10^m, 2$ morgens	$299^\circ$	Mond i. Meridian $4^h 36^m$ morgens
- 27.	136 Tauri	4,7	$5^h 48^m$	$+27^\circ 36'$	$8^h 6^m, 1$ abends	$79^\circ$	$9^h 26^m, 3$ abends	$281^\circ$	Mond i. Meridian $9^h 31^m$ abends



Fig. 1a

Nachdruck verboten



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

### Die Planeten

*Merkur* (Feld  $18\frac{1}{2}^h$  bis  $22^h$ ) ist nur am Ende des Monats einige Minuten als Abendstern sichtbar. Sein Durchmesser nimmt von  $4'',6$  auf  $6'',0$  zu, und seine Entfernung von 215 auf 166 Millionen km ab.

*Venus* (Feld  $16^h$  bis  $17\frac{1}{2}^h$ ) ist zu Anfang des Monats  $2\frac{1}{2}$  Stunden und am Ende schon fast 3 Stunden lang als Morgenstern sichtbar. Am 26. Januar finden wir in ihrer Nähe den Kometen Delavan 1913f, dessen Stellung vom 1. Januar bis zum 28. Februar in unsere Karte 1b eingezeichnet ist. In ihrem größten Glanze, am 1. Januar, hat die Venus einen Durchmesser von  $41'',5$ , und ihre Entfernung von der Erde beträgt 60 Millionen km; am 31. Januar beträgt ihre Entfernung schon 93 Millionen km und entsprechend ist die Größe ihres Durchmessers auf  $26'',9$  gesunken.

*Mars* (Feld  $18\frac{1}{2}^h$  bis  $20\frac{1}{4}^h$ ) ist während des ganzen Monats infolge seines nahen Standes zur Sonne unsichtbar. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt  $4''$ , seine Entfernung von der Erde Ende Januar 355 Millionen km.

*Jupiter* (Feld  $21\frac{3}{4}^h$  bis  $22^h$ ) ist zu Anfang des Monats noch  $2\frac{1}{2}$  Stunden, zuletzt nur noch  $\frac{1}{2}$  Stunde lang am Abendhimmel sichtbar; er geht für Berlin alsdann um 6 Uhr 20 Minuten unter. Seine Entfernung nimmt von 851 auf 886 Millionen km zu, sein Durchmesser von  $32''$  auf  $30'',7$  ab. Die Stellungen der Monde haben wir wegen seiner Sonnennähe für diesen Monat nicht mehr angegeben.

*Saturn* (Feld  $5\frac{3}{4}^h$ ) ist im Monat Januar während der ganzen Nacht am Himmel sichtbar, nur in der letzten Hälfte des Monats geht er schon eine Stunde vor Beginn der Morgendämmerung unter. Sein in Wirklichkeit kreisrundes Ringsystem, dessen scheinbar elliptische Gestalt von dem Winkel abhängt, unter dem wir es von der Erde aus jeweilig sehen, ist jetzt am weitesten geöffnet. Es war 1907 zu einer schmalen Linie zusammengeschrumpft und wird 1921 wieder zu einer schmalen Linie werden. Das Öffnen und Schließen des Ringes wiederholt sich alsdann wieder bis zum Jahre 1936, sodaß für den Ring erst im Jahre 1928 wieder ähnlich günstige Sichtbarkeitsverhältnisse wie jetzt eintreten werden. Der Durchmesser von Saturn beträgt am 31. Januar  $18'',6$ , seine Entfernung 1238 Millionen km.



*Uranus* (Feld 21<sup>h</sup>) ist nur noch zu Anfang des Monats eine kurze Zeit tief unten am südwestlichen Abendhimmel in einer Entfernung von 3100 Millionen km zu sehen.

*Neptun* (Feld 8<sup>h</sup>) steht der Sonne gegenüber und ist daher während der ganzen Nacht günstig zu beobachten. Am 3. Januar tritt er in Konjunktion mit dem Monde, seine Entfernung beträgt am 31. Januar 4340 Millionen km.

Bemerkenswerte Konstellationen:

Januar	1	3 <sup>h</sup>	nachm.	Venus im größten Glanze.
-	1	8 <sup>h</sup>	abends	Merkur in Konjunktion mit dem Mars. Merkur 48' südlich vom Mars.
-	12	5 <sup>h</sup>	nachm.	Venus in Konjunktion mit dem Monde.
-	15	2 <sup>h</sup>	morgens	Mars in Konjunktion mit dem Monde.
-	16	4 <sup>h</sup>	morgens	Merkur in Konjunktion mit Monde.
-	17		mitternacht	Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
-	20	6 <sup>h</sup>	morgens	Neptun in Opposition mit der Sonne.
-	27	7 <sup>h</sup>	abends	Saturn in Konjunktion mit dem Monde.

### Kleine Mitteilungen

„Stottern und Kinematograph“, zwischen diesen beiden Begriffen scheint zunächst nicht die entfernteste Beziehung zu bestehen. Indessen hat Herr Marage, wie er in den Comptes rendus (158, 730, 1914) mitteilt, neuerdings die Kinematographie auch in den Dienst der Heilung des Stotterns gestellt. Das Stottern ist bekanntlich eine Folge fehlerhafter Atmung. Herr Marage geht nun von der richtigen Voraussetzung aus, daß ein Fehler am ehesten dann zu vermeiden oder abzustellen ist, wenn man ihn klar und richtig erkannt hat. Zu diesem Zwecke nimmt Herr Marage einen Stotterer und einen normal Artikulierenden gleichzeitig auf einem und demselben Film beim Sprechen kinematographisch auf. Ferner werden auf zwei weiteren Filmen der Stotterer und sein Vorbild getrennt aufgenommen. An der Hand dieser Bilder kann dann der Patient in Muße verfolgen, wo er fehlerhaft atmet, und worin seine Fehler bestehen. Er kann sich dann bemühen, es nach und nach seinem Lehrmeister, d. h. dem Bilde des richtig Sprechenden, gleich zu tun. Herr Marage geht aber noch einen Schritt weiter: Er stellt phonokinematographische Bilder der richtigen und der gestotterten Sprache her, etwa durch kinematographische Fixierung von Phonogrammen. Als Vergleichswörter dienen die beiden Wörter „Bonjour papa“. Bei Betrachtung der Lautbilder ergeben sich interessante Beobachtungen. Normalerweise haben diese beiden Wörter eine Gesamtdauer von  $\frac{30}{7}$  Sekunden mit einer Pause von  $\frac{8}{7}$  Sekunde zwischen den beiden Wörtern und einer solchen von  $\frac{1}{7}$  Sekunde zwischen den einzelnen Silben eines Wortes. Die Ansätze der B und P treten wenig hervor, wie diese Konsonanten ja auch beim gewöhnlichen Sprechen keinen sonderlich explosiblen Charakter haben. Anders beim Stotterer! Hier beträgt die Gesamtdauer der beiden Wörter nur  $\frac{12}{7}$  Sekunden, also nur ein Drittel der normalen Dauer; die Pause zwischen beiden Wörtern ist nur halb so lang wie bei normalem Sprechen, nämlich  $\frac{1}{7}$  Sekunde, und die Pausen zwischen den einzelnen Silben eines und desselben Wortes fehlen ganz. Die Konsonanten B und P setzen ganz plötzlich, explosionsartig, ein. Der Stotterer spricht viel zu schnell und ist immer mit seinem Atem zu früh zu Ende. Er muß also zunächst richtig atmen lernen, ein Prinzip, auf dem alle Heilmethoden für Stotterer beruhen. Das Verdienst des Herrn Marage besteht darin, dem Stotterer seine Fehler sichtbar vor Augen zu führen und ihm gleichzeitig ein Vorbild zu geben, nach dem er sich richten kann.

Wie Herr Marage angibt, ist sein Verfahren seit einigen Jahren bereits in der Taubstummenanstalt zu Nantes von den Herren Coissard und Rangé mit gutem Erfolg angewandt worden. Es ist wohl anzunehmen, daß auch für den Sprechunterricht der Taubstummen das gleiche Verfahren, vielleicht mit gewissen Abänderungen, erfolgreich angewandt werden kann.

Mi

*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





Abb. 1. Marsamulett



Abb. 2. Marsamulett



Abb. 4. Görgenamulett



Abb. 3. Venusamulett

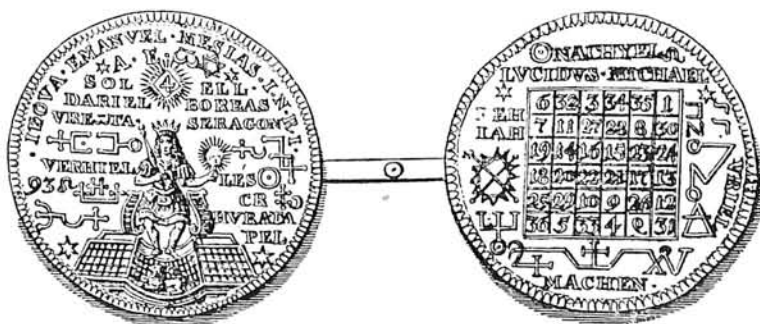


Abb. 5. Sonnenamulett

## Kriegsamulette







## INHALT

1. Kriegsamulette. Von Dr. W. Ahrens (Rostock). (Mit einer Beilage) . . . . .	81	vor einem andern. — Die Schwächung der Sonnenstrahlung durch die Eruption des Mt. Katneai. — Über die Genauigkeit der Zeitangabe einer Uhr. — Ein praktischer Apparat zur Herstellung von Kopien, Zeichnungen, Blaupausen, Dokumenten usw. auf photographischem Wege. — Demonstration von Spektralphplatten in ihren richtigen Farben . . . . .	102
2. Physikalische Rundschau. Von Dr. Walter Block. . . . .	88		
3. Stonehenge. Von Vermessungsinspektor Albrecht, Berlin-Schöneberg (Fortsetzung). . . . .	93		
4. Der gestirnte Himmel im Monat Februar 1915 (Die Entfernung der Spiralnebel). Von Dr. F. S. Archenhold . . . . .	99	6. Personalien . . . . .	104
5. Kleine Mitteilungen: Vorübergang eines Fixsternes			

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

## Kriegsamulette

Von Dr. W. Ahrens (Rostock)

(Mit einer Beilage)

„Je sais certainement que tu reviendras“, so las kürzlich ein bayerischer Fliegeroffizier, der eine Wagenfahrt über ein Schlachtfeld machte, auf einem goldenen Amulett, das er bei einem toten Franzosen sah. Die sorgende Mutter, die liebende Braut mochte dem Toten, dem Sohn eines vornehmen Hauses, unter Tränen und Segenswünschen das Kleinod mit auf den Weg gegeben haben. Bei gefallenem Turkos werden jetzt oft, wie man hört, talismanische Briefe in arabischen Zeichen gefunden, und die Ironie des unbarmherzigen Schicksals fügte es wohl gar, daß das tötliche Blei gerade die Stelle des vermeintlichen Schutzbriefes traf und durch ihn hindurch die Brust seines Schützlings durchbohrte. Da die Diplomaten und Strategen der Entente-Mächte Frankreichs alten Kulturboden dazu ausersehen haben, dort eine förmliche Völkerschau zu veranstalten, so würde ein Sammler und Forscher dieses Gebietes auf den gegenwärtigen Schlachtfeldern gewiß eine mannigfaltige, nicht uninteressante Ausbeute machen können. Von jeher hat in Kriegszeiten der Weizen des Aberglaubens in hoher Blüte gestanden. So auch heute wieder. Nicht nur drüben, nein auch hüten! Soll doch z. B. in einigen Gegenden Sachsens ein recht emsiger Handel mit „Himmelsbriefen“ bei Stückpreisen von 20 bis 25 Mark im Gange sein, und schon in den ersten Tagen des Krieges hatte die Presse Veranlassung, die Anpreisung von Schutzamuletten als gewissenlose Ausbeutung des Aberglaubens und der Unwissenheit gebührend zu brandmarken. Viele Jahre und Jahrzehnte mögen alle diese Werkzeuge des Okkultismus und der Magie ein Leben im Verborgenen, in verschwiegenen Truhen und Laden, geführt haben: Sobald die Kriegsfanfare ertönt, eilen auch sie zu den Fahnen, zu den Fahnen aller beteiligten Heere. In allen Kriegen des vorigen Jahrhunderts ist's so gewesen, weder die Freiheitskriege noch 1870/71 ausgenommen. Im Krimkrieg trug jeder französische Soldat vom einfachsten Pioupiou bis zum General Canrobert sein Schutzamulett bei sich. Bei manchen gefallenem Franzosen fanden die Ärzte damals ganze Kollektionen der verschiedensten Amulette in trauestem Verein: neben einem christlichen ein türkisches und obendrein womöglich noch ein hebräisches. Zwei französische Generäle trugen Splitter vom heiligen Kreuz bei sich und Prinz Napoleon, der bekannte „Plon-Plon“, der ja an dem ersten Teil des Feldzuges teilnahm, soll gleichfalls ein Amulett getragen haben, das ihn hieb-, schuß- und stichfest machen sollte.

Ja, dieses „Hieb-, Schuß- und Stichfestmachen“ ist die beständige Formel, in der uns dieser Aberglaube in allen okkulten Schriften entgegentritt. Ein



Scharfrichter in Passau, Kaspar Neithart mit Namen, soll vor 300 Jahren diese Kunst erfunden haben und „Passauer Kunst“ hat man sie hiernach getauft, jene geheime Kunst, deren Adepten „weder von Rapier noch Degen wund gemacht werden: und die Musqueten-kugeln in die Ermel emphahen, und mit den Händen auf-fangen könnten“, wie Bartholomäus Anhorn in seiner „Magiologia“, einem Werke von 1674, sich ausdrückt. Freilich, die Priorität Meister Neitharts ist recht anfechtbar, wie u. a. Gustav Freytag in den „Bildern aus der deutschen Vergangenheit“ mit Recht bemerkt hat. Ist doch dieser Kriegsaberglaube weit älter, hat er doch schon im alten Ägypten bestanden, und weiß doch aus der deutschen Vergangenheit schon Tacitus von Eberbildern zu erzählen, die die Ästyer als Kriegsamulette getragen hätten. In neuerer Zeit mußte vornehmlich das 17. Jahrhundert mit seinen langen Kriegen diesen Aberglauben zu höchster Blüte bringen. Scharfrichter und Mönche waren es vorzugsweise, die das Gewerbe betrieben und die berühmten „Passauer Zettel“ verkauften, die der abergläubische Krieger dann entweder bei sich am Leibe trug oder aber auch zu höherer Sicherheit durch Mund und Schlund seinem inneren Menschen einverleibte. Meist werden die Händler willfährige und dankbare Abnehmer gefunden haben, und jener Herzog, der als vorsichtiger Mann zunächst die Wirksamkeit des angepriesenen Amuletts an dem Verkäufer erprobte und diesen mittelst des Degens auf seine eigene Stichfestigkeit höchst gründlich untersuchte, war wohl nahezu der einzige Skeptiker seiner Zeit. Im Gegensatz zu ihm soll Karl XII. sich selber für „fest“ gehalten haben, und der alte Dessauer, wie auch Friedrich der Große waren in den Augen ihrer Soldaten von der Gloriole der „Festigkeit“ umstrahlt. Für einen Stallmeister Bernhards von Weimar, der gleichfalls in dem Rufe stand, schuß- und stichfest zu sein, mußten die Kroaten erst eine besondere Todesart erfinden: da er weder erschossen noch erstochen werden konnte, so gruben sie ihn in die Erde, daß nur der Kopf herausah, und kegelten ihn dann tot. Übrigens blieb man nicht bei dem Menschen stehen, sondern wandte die magischen Künste begreiflicher Weise auch auf dasjenige Tier an, das vornehmlich das Tier des Krieges ist, und so ist denn auch von „festen“ Pferden, gelegentlich auch von festen Hunden die Rede, und ein Chronist weiß sogar von einem Hering zu berichten, der „fest“ war und infolgedessen nicht angeschnitten werden, also seinen Daseinszweck nicht erfüllen konnte.

Auch besondere „Waffensalben“ gebrauchten die Soldaten zum Festmachen, und gleichem Zweck dienten und dienen die „Nothemden“ des Orients. Im bürgerlichen Zeughaus in Wien wird unter Glas ein solches Nothemd aufbewahrt; kein geringerer als der Großvezier Kara Mustafa, der Belagerer Wiens von 1683, hat es getragen, und ein anderer türkischer Würdenträger, ein bei Warna 1828 gefangen genommener Beg, war der unerschütterlichen Meinung, daß er das seltene Glück, in diesen Kämpfen unverwundet geblieben zu sein, nur jenem Nothemd verdanke, das er getragen und das heute im Stifte Neukloster zu Wiener-Neustadt aufbewahrt wird. Josef von Hammer-Purgstall, der berühmte Orientalist, hat diese beiden Hemden eingehend beschrieben, eine Aufgabe, die insbesondere bei dem zweiten nichts weniger als einfach ist. Ist es doch über und über mit den kräftigsten und längsten Beschwörungsformeln, Gebeten, talismanischen Zahlen und Zeichen bestickt und benäht, sodaß es ein ganzes Gebetbuch, eine förmliche Enzyklopädie talismanischer Koransprüche und Segensformeln, darstellt und die bloße Wiedergabe bereits eine ansehnliche Broschüre erfordert. Diese Hemden werden in Arabien und zwar zumeist in



Bagdad angefertigt und für die Anfertigung müssen, wofern der Talisman wirklich einen sicheren Schutz gewähren soll, ganz bestimmte Vorschriften peinlichst beobachtet werden: In einer bestimmten Nacht des Jahres, die nur von den Magiern und Astrologen ermittelt werden kann, muß das Hemd, vom Spinnen und Weben der Baumwolle an bis zum Besticken mit all den zahllosen Gebetformeln usw., hergestellt werden, sodaß es bei Aufgang der Sonne fix und fertig ist; 40 reine Jungfrauen müssen diese ganze, nicht geringe Arbeit leisten, und, wenn sich hinterher zeigen sollte, daß das Nothemd seinem Träger nicht den erwarteten Schutz gewährt, so wäre damit nichts weiter erwiesen als daß eine der unerläßlichen Vorschriften und Vorbedingungen für die Herstellung nicht befolgt oder nicht erfüllt war.

Auch Münzen sind viel als Kriegsamulette verwandt; im dreißigjährigen Kriege waren insbesondere die Mansfelder Taler mit dem Drachentöter St. Georg, und zwar die von 1609 bis 1611, höchst begehrt und wurden von den Kriegsmännern gern mit 20 und 30 kurrenten Talern bezahlt. Wußte doch die untrügliche Fama zu berichten, daß ein Offizier in einem Treffen nur deshalb mit dem Leben davongekommen sei, weil er einen „Görgentaler“ dieser besonderen Art getragen habe. Auch Medaillen mit der Figur des grimmen, kampfesgewaltigen Mars, oft mit kabbalistischen Namen und Zeichen überladen, dienten den Kriegern als Schutz- und Trutz-Amulette, und, da diese besondere Kategorie von Kriegsamuletten ihrer astrologischen und oft auch arithmetischen Beziehungen wegen ein erhöhtes Interesse, zumal an dieser Stelle, verdient, so stellten wir uns die Aufgabe, einige derartige Stücke hier abzubilden und zu erläutern. Abb. 1 und 2 unserer Bildertafel stellen ein Paar solcher Marsamulette dar. Die Originale befinden sich in den Kunsthistorischen Sammlungen des A. H. Kaiserhauses in Wien, Abteilung Münzen- und Medaillensammlung, deren großer Besitz an Amuletten wohl die reichste Sammlung, die es auf diesem Gebiete überhaupt gibt, darstellt.

Wenden wir uns nun zu einer Beschreibung der beiden Amulette, so springt uns auf jedem der beiden Stücke zunächst ein geharnischter Kriegsmann mit Schwert, Helm und Schild in die Augen. Ein Zweifel über die Person des Kriegers ist ausgeschlossen; führt er doch auf beiden Stücken sozusagen seine Namenskarte bei sich: Auf Abb. 1, links unterhalb des Schwertes, erkennen wir das wohlbekanntete Zeichen ♂ des Planeten und zugleich des Planetengottes Mars, und auf Abb. 2 finden wir dasselbe Zeichen zu Häupten des Kriegers, innerhalb des Sterns, der den zugehörigen Planeten, Mars also, darstellen soll und zwischen dessen Strahlen wir übrigens auch ausdrücklich den Namen MARS lesen. Das hebräische Wort, das der Kriegsgott auf Abb. 1 neben sich, zu beiden Seiten seines Hauptes, führt, heißt „Camael“ und bezeichnet nach den wunderlichen Lehren der Kabbala den Engel des Mars, ebenso wie z. B. „Gabriel“ der Engel des Mondes war. Die Tiere, die wir auf beiden Amuletten zu Füßen des Mars erblicken, sind Widder und Skorpion: Gemeint sind die beiden Sternbilder des Zodiacus, die deshalb auf unseren Marsamuletten einen Platz erhalten haben, weil Widder und Skorpion der Astrologie als die „Häuser“ des Mars galten, ebenso wie z. B. der Löwe das „Haus“ der Sonne, Stier und Wage die „Häuser“ der Venus waren. Ähnlich verhält es sich mit dem Tier, das wir auf Abb. 1 zu Häupten des Mars sehen: Es ist ein Steinbock, der deshalb hier Aufnahme gefunden hat, weil nach einer seltsamen Doktrin der Astrologie der Mars in diesem Sternbilde seine „Erhöhung“, sein sogenanntes



*ἰψωμα*, hat. Auch von den wunderlichen Namen und Zeichen, die unsere Abb. 1 sonst noch aufweist, haben die meisten irgend welche besondere Beziehungen zum Mars. Da liest man z. B., um wenigstens noch eins herauszugreifen, auf der Umschrift der Bildseite das Wort ANNABIL, und dasselbe Wort findet sich auch auf der Rückseite; vermutlich ist es korrumpiert aus Amabiel, und diesen Namen führte in den Schriften der Kabbala einer der Engel des Marstages, d. h. des Dienstags (mardi = Martis dies).

In einer besonderen Beziehung zum Mars stehen auch die Zahlenquadrate, die unsere beiden Amulette (Abb. 1 und 2) auf ihren Rückseiten aufweisen. Jedes dieser Quadrate enthält alle Zahlen von 1 bis 25 und zwar in einer besonderen, kunstvollen Anordnung. Um das Bildungsgesetz solcher Zahlenquadrate und ihre merkwürdigen arithmetischen Eigenschaften zu erkennen, wollen wir das Quadrat der Abb. 1 einer näheren Betrachtung unterwerfen und müssen zu dem Zwecke etwas weiter ausgreifen: Es wird vielen Lesern längst bekannt sein, daß sich die Zahlen 1 bis 9 so in die 9 Felder eines Quadrates einordnen lassen, daß jede der drei wagerechten Reihen („Zeilen“) und jede der drei lotrechten Reihen („Spalten“), ebenso auch jede der beiden Diagonalen

6	1	8
7	5	3
2	9	4

Fig. 1

bei Addition der Zahlen dasselbe Resultat, nämlich 15, ergibt. Eine solche Anordnung ist Fig. 1. Man pflegt eine derartige quadratische Zahlenanordnung, in der jede Zeile, jede Spalte und jede der beiden Diagonalen dieselbe Summe ergibt, ein „magisches Quadrat“ zu nennen. Vergrößert man nun jede dieser Zahlen der

14	9	16
15	13	11
10	17	12

Fig. 2

Fig. 1 um 8, d. h. geht man zu dem Quadrat Fig. 2 über, so sind natürlich auch hier wieder die vorher bezeichneten 8 Reihen unter sich gleichsummig, nur ist diese Summe jetzt nicht 15, sondern um  $3 \times 8 = 24$  größer, also = 39. Unser jetziges magisches Quadrat enthält alle Zahlen von 9 bis 17; ihm fehlen also die Zahlen von 1 bis 8 vollständig. Legt man um dieses Quadrat der Fig. 2 nun ringsherum einen Rand von der Breite eines Feldes, so gelangt man offenbar zu einem Quadrat von  $5 \times 5 = 25$  Feldern, und zwar wird der Rand 16 Felder enthalten ( $9 + 16 = 25$ ). Diese 16 neuen Felder wollen wir zur Hälfte besetzen mit Zahlen, die größer sind als die Zahlen des Quadrats der Fig. 2, und zur Hälfte mit solchen, die kleiner sind als jene. Als diese kleineren Zahlen kommen nur in Betracht die Zahlen 1 bis 8, die der Fig. 2 fehlen, und man erkennt jetzt auch den Grund, der uns bestimmte, das Quadrat der 9 Felder (Fig. 1) so umzuformen, daß seine Zahlen, statt bei 1, erst bei 9 beginnen (Fig. 2). Wählen wir nun auch die größeren Zahlen des Randes so, daß sie sich unmittelbar an die des inneren Quadrats anschließen, so müssen dies die Zahlen 18 bis 25 sein, und unser neues Quadrat würde alsdann alle Zahlen von 1 bis 25 enthalten.

1	18	21	22	3
20	14	9	16	6
19	15	13	11	7
2	10	17	12	24
23	8	5	4	25

Fig. 3

Die Verteilung der Zahlen 1 bis 8, 18 bis 25 auf die 16 Randfelder soll nun so geschehen, wie Fig. 3 angibt. Betrachten wir auf diesem Rande zunächst ein Paar diametral gegenüberliegender Eckzahlen, also 1 und 25 einerseits, 3 und 23 andererseits, so sehen wir, daß jedes Paar die Summe 26 ergibt. Wir fassen sodann ein Paar Randzahlen, die in derselben Zeile (wagerechten Reihe) liegen, ins Auge, also: 1) 20, 6; 2) 19, 7; 3) 2, 24; auch hier hat jedes Paar dieselbe Summe 26. Dasselbe gilt schließlich auch von den Paaren von Randzahlen, die auf derselben Spalte



(lotrechten Reihe) liegen, nämlich: 1) 18, 8; 2) 21, 5; 3) 22, 4. Man sieht also, daß beim Übergang von Fig. 2 zu Fig. 3 jede der Zeilen und Spalten, wie auch jede der beiden Diagonalen, denselben Zuwachs von 26 erfährt, sodaß mithin die neuen Reihen die Summe  $39 + 26 = 65$  haben. Da nun auch jede der vier Ränder von Fig. 3, wie man sich leicht überzeugt, diese Summe 65 ergibt, so ist das Quadrat der Fig. 3 gleichfalls ein „magisches“, und zwar gehört es zu jener Unterart magischer Quadrate, bei denen in das ganze magische Quadrat wieder ein anderes, kleineres magisches Quadrat — in unserem Falle das der Fig. 2 — eingeschachtelt ist. Nach ihrem Erfinder Michael Stifel (1544), einem Freunde Melanchthons, nennt man diese Quadrate „Stifelsche Quadrate“; nach ihrer charakteristischen Eigenschaft werden sie bisweilen auch als „doppeltmagische Quadrate“ (französisch auch „mago-magique“) bezeichnet.

Dieses Stifelsche Quadrat unserer Fig. 3 ist nun gerade das Zahlenquadrat, das unser Amulett Abb. 1 aufweist. — Das Zahlenquadrat des zweiten Marsamuletts (Abb. 2) ist dagegen kein „Stifelsches“, also kein „doppeltmagisches“ Quadrat, wohl aber ein einfach magisches: Es weist gleichfalls alle Zahlen von 1 bis 25 auf und zwar in solcher Anordnung, daß

jede „Zeile“, jede „Spalte“ und jede der beiden Diagonalen die konstante Summe 65 ergibt. Außerdem besitzt es noch eine weitere Merkwürdigkeit, die durch Fig. 4 hervorgehoben wird und die dem Quadrat der Fig. 3 fehlte: Die sämtlichen ungeraden Zahlen bilden innerhalb des Ganzen ein Quadrat, das in unserer Figur durch gestrichelte Linien dargestellt ist. — Wenn nun auch unter sich verschieden, so stimmen doch die beiden Zahlenquadrate der Abbildungen 1 und 2 darin überein, daß sie beide magische Quadrate von je 25 Feldern, ausgefüllt mit den Zahlen 1 bis 25, sind, und diese Eigenschaften genügen, um

14	10	1	22	18
20	11	7	3	24
21	17	13	9	5
2	23	19	15	6
8	4	25	16	12

Fig. 4

besondere astrologische Beziehungen zum Mars herzustellen. Weihten doch die Kabbalisten und Astrologen jedem der 7 „Planeten“ ein bestimmtes magisches Quadrat, ein bestimmtes „Planetensiegel“, wie man wohl sagte: Dem Saturn als dem entferntesten der damals bekannten Planeten das kleinstmögliche magische Quadrat, eins von 9 Feldern, ausgefüllt mit den Zahlen 1 bis 9 (s. unsere Fig. 1), dem Jupiter eins von 16 Feldern und dem Mars nun eben eins von 25 Feldern, während weiter der Sonne ein Quadrat von 36, der Venus eins von 49, dem Merkur eins von 64, schließlich dem Mond eins von 81 Feldern zugeordnet wurde.

So weist also auf unseren beiden Amuletten (Abb. 1 und 2) alles auf den Kriegsgott hin: es sind ausgeprägte Mars- und Kriegsamulette. Das erste Stück wird, wie die Öse zeigt, um den Hals getragen sein, und der Besitzer, irgend ein Kriegermann, wird es getragen haben in dem Vertrauen, das vom Mars influenzierte Kleinod werde ihm die Kraft verleihen, die Feinde niederzumetzeln und selbst unter allen feindlichen Kugeln, Hieben und Stichen unverwundet zu bleiben.

Durch die aus dem Altertum überlieferten nahen Beziehungen zwischen Venus und Mars ist auch die Liebesgöttin dazu gekommen, den Kriegerleuten schutzgewährende Amulette zu liefern. Die meisten Venusamulette werden freilich nicht als Kriegs-, sondern als Liebesamulette gedacht sein. Immerhin



sei es gestattet, hier auch ein Beispiel eines Venusamuletts, aus der gerade hieran sehr reichen Medaillensammlung der Bibliothèque Nationale in Paris, zu geben (Abb. 3).

22	47	16	41	10	35	4
5	23	48	17	42	11	29
30	6	24	49	18	36	12
13	31	7	25	43	19	37
38	14	32	1	26	44	20
21	39	8	33	2	27	45
46	15	40	9	34	3	28

Fig. 5

Darstellung: mit langwallenden Haaren, nur mit einer Art Schleier bekleidet, in der Rechten einen langen Pfeil, in der Linken ein flammendes Herz. Zu ihren Füßen finden wir die „Wage“, — das eine der beiden Venus-„Häuser“, wie bereits oben beiläufig bemerkt wurde. Das Zahlenquadrat der Rückseite ist, wie oft auf solchen Amuletten, in hebräischen Zeichen gegeben; es ist natürlich das der Venus gebührende „Planetensiegel“, d. h. ein magisches Quadrat von 49 Zellen. Fig. 5 gibt es in unseren Zahlzeichen wieder: jede „Zeile“, jede „Spalte“ und jede der beiden Diagonalen ergibt übereinstimmend die Summe 175.

Wien und Paris, Freund und Feind, lieferten uns die bisher besprochenen und abgebildeten Amulette, und so werde denn zum Schluß auch noch aus neutralem Lande ein Kriegsamulett herangezogen, das höchst merkwürdig und gewiß in seiner Art ein Unicum ist: Die Königliche Münzen- und Medaillensammlung in Kopenhagen besitzt ein in Abb. 4 reproduziertes Amulett aus vergoldetem Silber; seine Merkwürdigkeit liegt darin, daß Bild und Rückseite von durchaus heterogenem Charakter und völlig verschiedenen Ursprungs sind. Auf der Bildseite sehen wir den Ritter Georg, hoch zu Roß, und vor ihm „zum Knäuel geballt, des Feindes scheußliche Gestalt“. Das Bild zeigt die Kampfes- scene in dem Augenblick, wo der Ritter seine Lanze in den Rachen des Lindwurms stößt, als dieser „den Rachen gähnend teilet und von sich haucht den gift'gen Wind“. Die Verwendung besonderer Arten von Mansfelder „Görgentalern“ als Kriegsamulette wurde bereits oben erwähnt und, wenn auch unsere spezielle Darstellung des Ritters sich auf keiner der Mansfelder oder Kremnitzer Münzen findet, so läßt doch dieser Ritter Georg zusammen mit der astrologisch-kabbalistischen Rückseite des Stücks von vornherein keinen Zweifel darüber, daß wir es mit einem ausgeprägten Amulett und zwar einem Kriegsamulett zu tun haben. Der Verfertiger des Amuletts wollte offenbar die Wirkung des Wunderkleinods sublimieren und so vereinigte er denn das Görgenmotiv mit einer Rückseite, die einem bestimmten astrologischen Amulett, wie wir sogleich sehen werden, entlehnt ist. Wie mir Herr Oberst von Kretschmar in Dresden, der Besitzer der reichhaltigsten Sammlung von Georgs-Münzen und -Medaillen, gütigst mitteilte, entstammt nun die vorliegende Darstellung des Ritters Georg, also die Bildseite unseres Amuletts, einem Goldschmiedmodell in Blei, wie sie im 16. und 17. Jahrhundert häufig waren, und zwar befand sich das hier in Frage kommende Modell noch in den siebziger Jahren im Alten Museum in Berlin, ohne daß ich jedoch über den weiteren Verbleib des Stückes etwas anzugeben vermag (in der Plaketten-Sammlung des Kaiser Friedrich-Museums findet es sich nicht). So weit die Bildseite unseres Görgenamuletts! — Seine Rückseite ist dagegen einem astrologisch-kabbalistischen Amulett entnommen, das wir zum Vergleich in Abb. 5 wiedergeben. Um dessen Natur zu erkennen, hat man vor allem die Bildseite zu beachten: ein gekrönter König, auf einem Thron sitzend, mit dem Zepter in der Rechten, hält in der Linken ein Sonnenbild. Dieses, wie



auch das Sonnenzeichen ☉ rechts daneben und der Name SOL (oben links) zeigen, daß durch den König in beliebiger Manier der Sonnengott dargestellt werden soll. Auch von den sonstigen Namen und Zeichen deuten viele auf die Sonne hin, doch gehen wir hierauf nicht näher ein, zumal dieses ganze Amulett der Abb. 5 uns im Rahmen unseres Themas nur mittelbar, wegen seines Zusammenhanges mit dem der Abb. 4, interessiert. Nur noch ein Hinweis sei hier im Anschluß an eine frühere Bemerkung gestattet: Wir erwähnten bereits beiläufig, daß der „Löwe“ von der Astrologie als „Haus“ der Sonne erwählt war, eine Wahl übrigens, die einmal ausnahmsweise — im Gegensatz zu sonstigen Festsetzungen der Astrologie — eine gewisse astronomisch-meteorologische Berechtigung hat, da die Sonne in der Zeit, in der wir sie am intensivsten zu verspüren pflegen, in den Hundstagen, bekanntlich gerade im Sternbilde des „Löwen“ steht. So bildet denn natürlich auch der Löwe ein wesentliches Ingrediens unseres Stückes: Zu Füßen des Sonnengottes sehen wir einen Löwen; das bekannte Zeichen ♌ des Sternbildes ist auf beiden Seiten des Amuletts zu finden; der Name VERHIEL (Bildseite) bezeichnet den Engel, der über den Löwen herrscht. Das Stück der Abb. 5 ist nach alledem ein typisches Sonnenamulett. Da Gold bekanntlich den Alchemisten und Astrologen als das Metall der Sonne galt, so würde nach strengen Regeln der Magie unser Sonnenamulett nur in Gold herzustellen sein, und in der Tat findet sich das keineswegs seltene Amulett in Gold beispielsweise im Königlich Sächsischen Münzkabinett in Dresden (2 Exemplare), im Germanischen Nationalmuseum in Nürnberg, wie auch in den bereits genannten Wiener Sammlungen (2 Exemplare). Das Zahlenquadrat der Rückseite ist natürlich, dem Charakter des Ganzen entsprechend, die typische „Tabula Solis“, das 36 zellige magische Quadrat, das in allen Zeilen, Spalten und Diagonalen die Summe 111 ergibt. Diese Rückseite nun, oder eventuell die eines anderen, nahe verwandten Sonnenamuletts hat, so wenig auch ein Sonnenamulett zunächst für Kriegszwecke in Betracht kommen konnte, dem Kopenhagener Kriegsamulett (Abb. 4) als Vorbild für seine Rückseite gedient: der einzige Unterschied zwischen den beiden Rückseiten ist der, daß in dem Zahlenquadrat die beiden mittleren Spalten mit einander vertauscht sind, eine Änderung, die die „magischen“ Eigenschaften des Quadrats, d. h. die Gleichsummigkeit der verschiedenen Reihen, unberührt läßt.

Es sind krause und absonderliche Doktrinen, in die wir hier einen kurzen Blick hineinwerfen: Wissenschaft und Aberglaube, zu einem seltsam hybriden System mit einander verbunden, Arithmetik und Astronomie im Bunde mit Magie und Astrologie. Wahrlich kein erfreuliches Bild aus der Kulturgeschichte — diese Dienste, die die Wissenschaft und ihre Vertreter dem Aberglauben vergangener Jahrhunderte leisten mußten, und doch auch wieder nur zu verständlich im Rahmen einer Zeit, in der die Gelehrten im Kampfe mit den materiellen Nöten des Lebens oft auf solche Abwege geradezu gedrängt wurden. Mußte doch selbst ein Kepler noch über die unwürdige Abhängigkeit der Astronomie von ihrer entarteten Tochter, der Astrologie, klagen: „Es ist wohl diese Astrologia ein närrisches Töchterlin; aber du lieber Gott, wo wolt jhr Mutter die hochvernünftige Astronomia bleiben, wenn sie diese jhre närrische Tochter nit hette, ist doch die Welt noch viel närrischer und so närrisch, daß deroselben zu jhrem Frommen diese alte verständige Mutter durch der Tochter Narrentaydung eyngeschwatzet und eingelogen werden muß. Und seind der Mathematicorum salaria so gering, daß die Mutter gewißlich Hunger leyden müßte, wenn die Tochter



nichts erwürbe.“ — Solche astrologische Amulette, wie wir sie hier besprachen, werden sich bei den Kriegsmännern von heute vielleicht kaum noch oder doch nur vereinzelt finden. Dafür aber Kriegsamulette aller möglichen anderen Formen! Die Heerführer haben zu allen Zeiten, auch wenn sie selbst völlig frei von Aberglauben waren, sich solche Torheiten recht gern gefallen lassen; denn je fester der Kriegsmann seinen geheimen Mitteln vertraute, mit um so größerer Bravour stürzte er sich in das Kampfgetümmel. In einem mit dem fortgeschrittensten Waffen der Kriegstechnik geführten Kriege lassen sich freilich mit Soldaten, deren Mut in Aberglauben und bestialischer Wildheit wurzelt, große und nachhaltige Erfolge nicht mehr erzielen. Bei dem modernen, insbesondere dem deutschen Soldaten beruhen Tüchtigkeit und Tapferkeit auf strengem Pflichtgefühl, ernster Manneszucht und vor allem auf einer guten militärischen und sonstigen Bildung, und gerade diese muß ihn vom Aberglauben frei machen. So dürfen wir überzeugt sein, daß solche Überbleibsel des Aberglaubens in unserer Armee, wenn auch heute noch nicht völlig verschwunden, immerhin eine ungleich geringere Rolle spielen als bei unseren östlichen Feinden mit ihren zumeist ungebildeten Soldaten oder bei den westlichen mit ihren vielen wilden oder halbwildem Trabanten.

---

## Physikalische Rundschau

Von Dr. Walter Block

### Elektrische Normalelemente

Als grundlegende Normalmaße für elektrische Messungen dienen, wie früher (Weltall 14. Jahrg. S. 275 und 350) auseinandergesetzt, Stromstärke und Widerstand, wofür die Einheiten, das Ampère und das Ohm, im Anschluß an absolute Messungen gesetzlich festgelegt sind. Wie dort aber bereits gesagt ist, ist die Verwendung der Stromstärkeneinheit zu unpraktisch, so wertvoll sie auch für gewisse Messungen ist, daß man sich nach anderen Hilfseinheiten, die für die Ansprüche der Praxis besser geeignet sind, umgesehen hat. Als solche fand man die Spannung galvanischer Elemente. Der Vorgang ist demnach so, daß bei einem solchen Element die Spannung zwischen seinen Polen unter Verwendung der gesetzlich festgelegten Ampère- und Ohm-Einheiten in Volt gemessen wurde. Man hatte dadurch zwei neue Maßeinheiten, das Ohm und das Volt, jenes gesetzlich festgelegt, dieses durch einen bestimmten Bruchteil bzw. ein bestimmtes Vielfache der Spannung eines Elements dargestellt. Will man Widerstände oder Spannungen messen, so geschieht das durch Vergleichung mit Normalwiderständen bzw. mit Spannungen von Normalelementen, will man Stromstärken messen, so schickt man den zu messenden Strom durch einen Widerstand bekannter Größe und mißt den Spannungsunterschied zwischen seinen Enden. Dann kann man mittels des Ohmschen Gesetzes durch eine einfache Division die Stromstärke berechnen.

Von Wichtigkeit ist also die Herstellung geeigneter Normalelemente. Als solche haben sich im Laufe der Jahre allmählich zwei Typen herausgebildet, das Clarc-Element, das eine Spannung von etwa 1,4, und das Weston- oder Kadmium-Element, das etwa 1,02 Volt gibt. Jenes verschwindet langsam als Normal, da es den großen Nachteil hat, daß seine Angaben von seiner Temperatur recht stark abhängen und also bei jeder Messung ihre sorgfältige



Beobachtung erforderlich machen. Die Spannung des Kadmium-Elements kann auch für Messungen recht hoher Genauigkeit als von der Temperatur unabhängig angesehen werden, was alle Messungen erheblich erleichtert.

Das Element ist folgendermaßen gebaut: In die beiden Schenkel eines  $\Pi$ -förmigen Gehäuses sind zwei Platindrähte eingeschmolzen, die als Elektroden dienen. In dem einen Schenkel befindet sich flüssiges Quecksilber, und auf diesem eine weiche Paste, die aus Merkursulfat (Quecksilbersulfat) und Kadmiumsulfat, beides kristallinische Salze, mit etwas Wasser und Quecksilber zusammengerieben ist. Im andern Schenkel befindet sich eine Legierung aus Kadmiummetall und Quecksilber, die bei Zimmertemperatur fest ist, mit anderen Worten Kadmiumamalgam. Der übrige Raum des Glasgefäßes ist mit einer wäßrigen Lösung von Kadmiumsulfat ausgefüllt, die konzentriert ist; und um die Konzentration ständig zu erhalten, sind eine Anzahl Kadmiumsulfatkristalle miteingeschlossen. Der positive Pol dieses Elements befindet sich am Quecksilber, der negative am Kadmiumamalgam.

Die Untersuchung, die erforderlich war, um ein solches Element als Normalelement gelten zu lassen, mußte sich notwendigerweise auf folgendes beziehen: Wie setzt man die Paste am geeignetsten zusammen? Welches ist das geeignetste Mischungsverhältnis zwischen Quecksilber und Kadmium in dem Amalgam? Ist es geeignet die Kadmiumsulfatlösung konzentriert zu verwenden oder verdünnt? Welchen Einfluß hat die Reinheit der verwendeten Chemikalien auf die Spannung des Elements? usw. Man sieht, daß eine lange Reihe nicht ohne weiteres zu beantwortender Fragen zu lösen waren, und es hat vieler Arbeit bedurft, bis alles vollkommen geklärt war. Insbesondere hat die chemische Herstellung des Merкуро- und Kadmiumsulfats nicht unbedeutende Schwierigkeiten verursacht.

Jetzt steht die Sache etwa so, daß die Normale solcher Elemente, welche die großen staatlichen Institute aufbewahren, wohl als ebenso unveränderlich anzusehen sind, wie die Widerstandsnormale. Selbstverständlich wird im gewissen Zwischenraume auf Grund der gesetzlichen Vorschrift über das Ampère und Ohm ihre Spannung nachkontrolliert, aber es haben sich systematische Veränderungen niemals nachweisen lassen. Ja, es ist sogar noch etwas anderes möglich. Es sind sorgfältige Vorschriften ausgearbeitet, wie derartige Elemente vorschriftsmäßig zusammengesetzt werden müssen, und wenn man diese beachtet, was keine allzu große Mühe, insbesondere keine großen Laboratoriumseinrichtungen erfordert, so ist es garnicht einmal mehr notwendig, die derart hergestellten Elemente einer der staatlichen Anstalten zur Prüfung zu übergeben, vielmehr haben sie dann ohne weiteres, auch bei sehr weitgehenden Ansprüchen an Genauigkeit, die durch allgemeine Versuche festgestellte Spannung.

Bei sehr sorgfältig ausgeführten Messungen gelang es auch zu finden, daß diese Spannung tatsächlich nicht ganz unabhängig von der zufälligen Temperatur des Elements ist, und bei den genauesten Versuchen muß man diese Abhängigkeit auch berücksichtigen. Sie ist indessen so gering (etwa 0,00004 Volt für einen Grad), — glücklicherweise, im Gegensatz zu den Erscheinungen in fast allen Zweigen der physikalischen Meßtechnik, — daß diese Berücksichtigung zu keinen Schwierigkeiten führt. Nur eine nachteilige Eigenschaft haben diese Elemente, wo sie als Normale benutzt werden. Man darf aus ihnen keine stärkeren elektrischen Ströme entnehmen, wobei allerdings als stärkerer Strom schon ein solcher von  $\frac{1}{20000}$  Ampère zu verstehen ist. Man muß deswegen besondere



Meßmethoden anwenden, die Kompensationsmethoden, die derart angeordnet sind, daß man sich durch Abzweigwiderstände, eine veränderliche Hilfsspannung herstellt, die man gegen die Elementenspannung schaltet, also + Pol gegen + Pol usw. die Hilfsspannung wird dann so einreguliert, daß ein zwischengeschaltetes Galvanometer keinen Ausschlag gibt, also Stromlosigkeit anzeigt. Dann ersetzt man das Normalelement durch die zu messende Spannung und reguliert die Hilfsspannung wiederum auf Stromlosigkeit ein. Dann kann man aus der so veränderten Regulierung diese Spannung berechnen. Zur Messung dienen die sehr genauen und äußerst bequemen Kompensationsapparate, die überdies jede Berechnung durch ihre Anordnung überflüssig machen, und das Ergebnis unmittelbar abzulesen gestatten. Man erreicht mit der ganzen Anordnung auch sofort eine Meßmethode, die man als Nullmethode bezeichnet, — Stromlosigkeit im Meßgalvanometer, — eine Art der Messung, die insofern höchst vorteilhaft ist, als sie an Empfindlichkeit nur in der Leistungsfähigkeit der Meßapparate eine Grenze findet.

Das Ergebnis aller Untersuchungen ist jedenfalls das, daß ein Normalelement alle Spannungsmessungen höchst einfach und schnell, und überdies sehr genau anzustellen gestattet, so daß man viel bessere Ergebnisse erhält, als mit der früher, und aus theoretischen Gründen auch jetzt noch unentbehrlichen Methode mittels Silbervoltameters.

#### Elektrische Leitfähigkeit von Metallen bei den tiefsten Temperaturen

Der absolute Nullpunkt der Temperatur, der im allgemeinen so definiert ist, daß die Gase an ihm keinen Raum mehr beanspruchen, wenn sie sich in der gleichen Weise bei Abkühlung zusammenziehen würden, wie sie es bei den üblichen Temperaturen tun, ist in verschiedener Hinsicht ein interessanter Punkt. Wir können diese Temperatur, die nach unsern heutigen Ansichten, — sie liegt bei etwa  $-273^{\circ}\text{C.}$ , — die tiefste, überhaupt mögliche ist, noch nicht erreichen, sondern kommen bis auf etwa  $1\frac{1}{2}^{\circ}$  in ihre Nähe. Die von diesem Punkt gezählten Temperaturgrade bezeichnet man als absolute Temperaturen und wir werden sie in folgendem gebrauchen.

Zur Erreichung dieser allerniedrigsten Temperaturen verhilft uns die Verflüssigung der Gase, wie sie zuletzt bei dem widerstandsfähigsten Gas, bei Helium durch Kamerlingh Onnes gelungen ist. Es siedet, wenn es verflüssigt ist bei  $4,25^{\circ}$  (d. h. etwa  $269^{\circ}$  Kälte). Vermindert man aber den Druck über ihm, bringt man es also z. B. in ein geschlossenes Gefäß, aus dem man die Luft und die beim Sieden entstehenden Heliumgase dauernd absaugt, so gelangt man auch zu noch niedrigeren Temperaturen, wobei K. O. bis zu  $1,6^{\circ}$  gekommen ist.

Das nachfolgende soll sich auf die von ihm gemachten Entdeckungen über das elektrische Verhalten der Metalle bei jenen Temperaturen beziehen. Es ist ja bekannt, daß die elektrische Leitfähigkeit aller Metalle sich mit der Temperatur ändert, und zwar in dem Sinne, daß sie um so größer wird, je niedriger ihre Temperatur ist; d. h. bei tieferen Temperaturen leitet ein Metalldraht besser als bei höheren. Diese Erscheinung geht nun auch bis zu den tiefsten bisher bekannten Temperaturen gleichmäßig fort; und K. O. untersuchte es besonders beim Quecksilber, das sich in vorzüglicher Reinheit darstellen läßt. Da zeigte sich aber nun die merkwürdige Erscheinung, daß der Widerstand eines Quecksilberfadens bei  $4,19^{\circ}$  vollständig verschwand, daß der Faden also dem Stromdurchgang kein Hindernis mehr bereitet, es ist widerstandsfrei! Und noch



eine andere Erscheinung kam hinzu. Wenn wir nämlich den Widerstand eines Drahtes mittels eines Stromes von z. B. 1 Ampère messen und dann mittels eines von 2 Ampère (vorausgesetzt, daß der Draht das aushält) so erhalten wir den gleichen Widerstand, d. h. der Widerstand eines Metalls ist von der Stromstärke bei der er gemessen wird, unabhängig. Das ist gewissermaßen die Grundbedingung für alle Widerstandsmessungen, was ja auch in der Formulierung jeder Widerstandsgröße dadurch zum Ausdruck kommt, daß man sie als nur vom Stoff und der Form des Stoffes abhängig bezeichnet. Man macht dabei nur die selbstverständliche Voraussetzung, daß der Strom, der durch den zu messenden Widerstand hindurchfließt, ihm nicht unzulässig erwärmt oder sogar verändert. Anders ist es aber bei dem Quecksilberwiderstand bei den tiefsten Temperaturen. Da ist die Unabhängigkeit vom Strom bei dem Widerstand nicht mehr ohne weiteres vorhanden. Man kann das so ausdrücken, daß in solchen Fällen das grundlegende Gesetz der Elektrizitätslehre, das Ohmsche Gesetz seine Giltigkeit verliert. Sobald man eine gewisse Grenzstromstärke, die man als Schwellenwert bezeichnen kann, überschreitet, ergibt sich bei größeren Stromstärken der Widerstand größer.

Eine genauere Verfolgung der Widerstände an Quecksilberfäden bei den tiefsten erreichbaren Temperaturen zeigte, daß der Widerstand dieser rapide abnahm. Bei  $3,65^{\circ}$  z. B. betrug sein Widerstand nur noch den  $10^{-9}$ , also den tausendmillionsten Teil von dem Wert bei  $0^{\circ}$  C., dem Schmelzpunkt von Eis, und bei einer Temperaturerniedrigung um  $1,2^{\circ}$ , also bei  $2,45^{\circ}$  sinkt der Widerstand noch auf den 5. Teil davon herab. Diese plötzlich schnelle Widerstandsabnahme geht offenbar in einem Temperaturintervall von nur  $0,02^{\circ}$  vor sich. Eine solche Erscheinung hat eigenartige Folgen. Die üblichen Metalldrähte, durch die man den elektrischen Strom fortleitet, müssen je nach der hindurchgehenden Stromstärke bestimmte Querschnitte haben, damit sie nicht unzulässig erhitzt werden. So soll man durch einen Kupferdraht von 1 Quadratmillimeter Querschnitt nicht mehr wie 11 Ampère äußerstenfalls hindurchsenden. Dann bleibt die Erwärmung unter unzulässiger Grenze. Dagegen kann man bei jenen  $2,45^{\circ}$  durch einen Quecksilberfaden diesem Querschnitts einen Strom von 1000 Ampère senden, ohne daß er sich auch nur im geringsten erwärmt (der Schwellenwert liegt bei etwa 1100 Amp.).

Ähnliche Versuche wurden auch mit anderen Metallen, die gewöhnlich fest sind, ausgeführt. Bei Gold und Platin z. B. konnte ein Verschwinden des Widerstandes nicht beobachtet werden, vielmehr gelangte man zu einem bestimmten, von der Temperatur unabhängigen, allerdings sehr kleinen Grenzwert des Widerstandes. Bei reinem Zinn tritt ein Verschwinden des Widerstandes genau wie beim Quecksilber bei  $3,785^{\circ}$  ein. Blei hat diese Eigenschaft schon bei der Temperatur siedenden flüssigen Heliums. Da sein Widerstand bei normalen Temperaturen recht hoch ist, so ergibt sich die bemerkenswerte Tatsache, daß er bei  $1,8^{\circ}$  z. B. auf das  $2 \cdot 10^{-11}$  (eine zwei, dividiert durch eine Zahl, die durch eine 1 mit 11 Nullen dargestellt wird) des Wertes bei  $0^{\circ}$  C. sinkt.

Aus den Versuchen folgt wohl als eine nahezu sichere Regel, daß der Widerstand aller Metalle, wenn sie nur vollständig rein dargestellt sind, bei den tiefsten Temperaturen verschwindet. Vermutlich tritt dieser Vorgang ganz plötzlich ein. Wenn auch diese Versuche zunächst nur ein rein experimentelles Interesse haben, so gewinnen doch neuerdings derartige Beobachtungen ein besonderes Interesse dadurch, daß man auf theoretischem Wege aus dem Ver-



halten der Körper bei niedrigen Temperaturen Schlüsse ziehen zu können glaubt, die uns einen genaueren Einblick in den Aufbau aller Stoffe zu geben gestatten, über seine Zusammensetzung aus Atomen und Elektronen, den Beziehungen zwischen diesen beiden Bausteinen der Materie, usw. in ähnlicher Weise, wie es die Radioaktivität andersartig gestattet.

### Die Brownsche Bewegung

Bringt man in eine Flüssigkeit oder in ein Gas kleine, sehr leichte Körperchen, die etwa an der Grenze der Sichtbarkeit für das unbewaffnete Auge liegen, so kann man unter dem Mikroskop feststellen, daß sie eigenartige, zitternde unregelmäßige Bewegungen ausführen, die man nach ihrem Entdecker als Brownsche Bewegung (1828) bezeichnet. Über diese Erscheinung ist bereits früher einmal (Jahrgang 9, Seite 210) berichtet worden. Man stellt sich vor, daß diese unregelmäßige Bewegung dadurch zustande kommt, daß die dauernd schwingenden Moleküle der Flüssigkeit und des Gases auf die leichten Körperchen stoßen und sie so regellos, je nach den zufälligen Stößen in Bewegung setzen. Daß diese Annahme nicht unbegründet ist, zeigt die oben erwähnte Abhandlung, in der über den daraus folgenden Nachweis berichtet ist, daß die Größe dieser Bewegungen von der Temperatur abhängig ist.

Auch in vielfacher anderer Weise kann diese Erscheinung zur Verbindung verschiedener Gebiete der physikalischen Forschung dienen. Wegen der ungeheuer großen Anzahl und der Unregelmäßigkeit der Molekülstöße auf solche Körperchen, kann man auf ihre Bewegungen die Gesetze der Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung anwenden, und „mittlere Bewegungen“ berechnen. Nun ist z. B. Einstein so vorgegangen, daß er folgenden Fall untersuchte, zunächst rein mathematisch: In einer Flüssigkeit oder einem Gas seien solche Körperchen anfänglich gleichmäßig verteilt; dann werden sie allmählich unter dem Einfluß der Schwerkraft zu Boden sinken; dem wird aber ihre Brownsche Bewegung zum Teil entgegenwirken, sodaß nach einiger Zeit eine bestimmte Schichtung eintreten wird, derart, daß sich am Boden des Gefäßes die größte Anzahl Teilchen befindet, die nach oben zu allmählich abnimmt. Die Formel, die diese Verteilung ergibt, bezeichnet man als die Einsteinsche Formel. Sie ist aufgestellt auf Grund der herrschenden Anschauungen über die Molekularbewegung in Gasen, die man als kinetische Gastheorie bezeichnet. Eine experimentelle Bestätigung dieser Formel liefert zugleich eine Bestätigung ihrer Richtigkeit und jener Voraussetzungen. Das ist mehrfach durchgeführt, so z. B. besonders umfangreich von Perrin (vgl. auch des Referat des Verf. über eine Schrift von Perrin, die auch dieses genauer behandelt, Weltall 14. Jahrgang Seite 223).

Das experimentelle Vorgehen ist etwa folgendes: Es werden zunächst nach geeigneten Methoden brauchbare kleinste Teilchen, z. B. aus Gummigutt oder Mastix hergestellt, wobei besonders darauf zu achten ist, daß sie gute Kugelform haben und alle möglichst gleich groß sind. Ihre Durchmesser waren stets einige Zehntausendstel Millimeter, also bereits unterhalb der Leistungsfähigkeit des unbewaffneten Auges und nahe an der Sichtbarkeitsgrenze für Mikroskope. Sodann wurde mittels dieser Teilchen eine Emulsion hergestellt und sie sich selbst überlassen; ursprünglich gut durchgemischt, also mit gleichmäßiger Verteilung der Kügelchen in ihr, senkten diese sich langsam zu Boden, und es wurde dann mittels Zählmethoden, auf photographischem Wege, oder sonstwie fest-



gestellt, wieviel Teilchen durchschnittlich z. B. in jedem Kubikmillimeter Flüssigkeit in verschiedenen Höhen des Gefäßes sich befinden. Eine besondere Hilfsuntersuchung, die bemerkenswerte Schwierigkeiten bot, lieferte dann noch die Messung der durchschnittlichen Größe der Teilchen. Aus den so erhaltenen Daten konnte man dann die Einsteinsche Formel nachprüfen, und es ergab sich ihre vollständige Bestätigung. Dabei kann man aber noch einen Schritt weitergehen. Jene Formel mußte ja bestimmte Voraussetzungen über den gasförmigen Zustand machen, allerdings nur die jetzt üblichen, und benutzt deswegen auch die sogenannte Avogadro'sche Konstante oder Loschmidt'sche Zahl. Die Anzahl der Moleküle in einem Kubikzentimeter eines Gases sind ja für alle Gase gleiche Größen. Man konnte nun auch rückwärts aus den Perrin'schen Messungen und jener Formel diese Konstante selbst berechnen, und da ergab sich wiederum eine bemerkenswerte Übereinstimmung mit anderen bisher bekannten Werten, wie man sie z. B. mit Hilfe der Verflüssigung der Gase und der Erscheinungen der Radioaktivität finden kann, nämlich  $3,1 \cdot 10^{19}$  (vgl. Weltall 13. Jahrgang Seite 345 und 14. Jahrgang Seite 147), an diesen Stellen ist der jetzt übliche, bessere Wert von  $2,7 \cdot 10^{19}$  angegeben. Indessen kann die Übereinstimmung mit Rücksicht auf die Art der Versuche als ausreichend betrachtet werden. Perrin findet, je nach der durchschnittlichen Größe der Teilchen, recht verschiedene Werte); wiederum einer der vielfachen Beweise für die Zuverlässigkeit der einzelnen Theorien, wie sie in den verschiedensten Teilgebieten der Physik und Chemie aufgestellt wurden und sich als zweckmäßig erwiesen haben, wenn man so durch eine zusammenfassende Behandlung scheinbar fern auseinanderliegender Probleme eine Übereinstimmung mit bereits bekannten feststellen kann.

---

## Stonehenge

Von Vermessungsinspektor Albrecht, Berlin-Schöneberg

(Fortsetzung)

### IV

Wenn wir uns nun der Frage zuwenden: welches Volk erbaute Stonehenge, und welches war der Zweck der Erbauung, so finden wir in der reichen Literatur über Stonehenge die mannigfachsten Beantwortungen. Das ist leicht erklärlich, fehlen doch aus der Entstehungszeit des Baues direkte schriftliche Überlieferungen vollständig. Diese beginnen erst zu einer Zeit, als Stonehenge schon ein geheimnisvolles Bauwerk von unbekanntem Zweck und dunkler Herkunft war. Nur eine einzige Nachricht aus geschichtlicher Zeit versetzt uns vielleicht in die Frühzeit von Stonehenge, ohne jedoch Klarheit bringen zu können. Das ist die Kunde von einem hochgebildeten Volke im Nordwesten Europas, die uns Diodorus Siculus als Mitteilungen des im vierten vorchristlichen Jahrhundert lebenden Hekataüs von Abdera überliefert hat. Dieses Volk waren die Hyperboreer. Hekataüs schreibt: „Gegenüber von Gallien, dem Lande der Kelten, liegt im Ozean eine Insel, nicht kleiner als Sizilien. Sie liegt gegen Norden, und hier wohnen die Hyperboreer, so genannt, weil sie sich jenseits des Nordwindes befinden. Es ist ein schönes, alles lieferndes, glückliches Land, das im Jahre zweimal Frucht trägt. Leto soll auf dieser Insel geboren sein, und deshalb verehren die Bewohner den Apollo mehr als irgend eine andere Gottheit. Sie sind gleichsam lauter Priester des Apollon, da sie ihn den ganzen Tag mit



Oden besingen und mannigfach ehren. Es gibt auch einen heiligen Bezirk des Apollon auf der Insel und einen prächtigen Kugeltempel, geschmückt mit reichen Gaben. Und eine heilige Stadt des Apollon ist da, deren meiste Bewohner Lautenspieler sind und den ganzen Tag Gottesdienst treiben. Die Hyperboreer haben eine eigene Sprache und sind den Griechen sehr freundlich gesinnt, hauptsächlich den Athenern und Deliern; aus ganz alten Zeiten schreibt sich diese Freundschaft her. Es sollen auch gelegentlich sich Griechen zu den Hyperboreern begeben und dort reiche Weihgeschenke mit griechischen Inschriften hinterlassen haben, ebenso wie von den Hyperboreern von jeher Leute nach Griechenland gekommen sind, um mit den Deliern die alte Freundschaft und Verwandtschaft zu pflegen<sup>1)</sup>. Das Wichtigste an dieser Erzählung ist für uns die Erwähnung eines prächtigen Tempels in einem Lande, das zweifellos England ist. Man hat immer angenommen, daß mit diesem Tempel Stonehenge gemeint sei, indem man das Wort *σφαιροειδής*, das Hekataüs dem Wort Tempel beifügt, mit „kreisrund“ übersetzte. Schuchhardt weist jedoch darauf hin, daß die richtige Übersetzung „kugelrund“ wäre, daß wir es also in der Beschreibung mit einer für ein Bauwerk unmöglichen Gestalt zu tun hätten. Schuchhardt nennt daher auch aus anderen Gründen die Erzählung des Hekataüs einen Roman mit nur einigen unleugbaren Wirklichkeitszügen. Diese bestehen darin, daß wir es hier zweifellos mit dem milden England zu tun haben, von dem aus seit altersher Beziehungen mit Griechenland bestanden haben. Viel ist also hieraus für die Deutung von Stonehenge nicht zu gewinnen.

Jahrhunderte ruht dann die Kunde über Stonehenge völlig. Caesar, Plinius und andere römische Schriftsteller erwähnen merkwürdigerweise Stonehenge und die andern gewaltigen Megalithbauten in England und Frankreich mit keinem Wort. Erst 1130 erfahren wir von Geoffroy of Monmouth einiges über Stonehenge. Er hält es für ein Grabmal für die von Hengist im Jahre 472 n. Chr. bei Amesbury meuchlerisch erschlagenen 460 britischen Häuptlinge, errichtet durch Aurelius Ambrosius; und zwar soll der Bau zuerst in Irland errichtet gewesen sein, von wo aus ihn der Zauberer Merlin auf wunderbare Weise auf die Salisbury Ebene gebracht haben soll<sup>2)</sup>. Das Material zum Bau hätten Riesen von weither, aus Afrika, geholt. Diese phantastische Deutung hat ihren Ausdruck in folgenden Versen Daniels gefunden (freie Übersetzung):

Denn da noch nicht gelöst der Wahrheit enge Bande,  
Verschleiert Phantasie des Ursprungs wahres Bild:  
Einst war in dunkler Nacht vom fernen heißen Strande  
Gebracht des Felsens Stein in Zauberkleid gehüllt  
Nach Irlands rauher Flur, doch bald durch Teufels Spuk und List  
Im Britenreich das Felsendenkmal aufgerichtet ist.

Jetzt steht's zu Ambry dort an hehrer Stätte  
Ein stummer Zeuge allzu grauser Tat;  
Viel edle Briten starben hier im öden Bette,  
Gefällt durch Hengists und der Sachsen Hochverrat.  
So geht die Mär. — Was nützt uns ein Erkennen, was die Wahrheit,  
Verschönt die goldne Phantasie des dunklen Ursprungs Klarheit.

Diese Überlieferung erklärt auch den Namen, den der astronomische Stein im Volksmund hat: „Friars Heel“ = Mönchsferse. Als nämlich Merlin in Ver-

1) Schuchhardts Übersetzung, a. a. O. S. 337/338

2) Siehe auch die Inschrift auf Abb. 27



bindung mit dem Teufel den Aufbau von Stonehenge bei Amesbury vornahm, ließ er keinen gewöhnlichen Sterblichen zuschauen. Als er aber doch einen Mönch erblickte, der sich versteckt hatte, warf er nach ihm mit einem großen Steine gegen die Ferse, die sich nun in dem Stein abdrückte.

Es würde dem Rahmen dieses kleinen Aufsatzes nicht entsprechen, wollten wir auf die verschiedenartigen Deutungsversuche aus früher Zeit eingehen. Wir verweisen daher auf die ausführliche Stonehengebeschreibung von William Long im „Wiltshire Magazine“, die wohl alles Wesentliche hierüber enthält<sup>1)</sup>. Auch auf den hübschen kleinen Führer von Amesbury und Stonehenge, den die geist-



Abb. 27  
Ansicht von Stonehenge aus dem Jahre 1575  
(Aus „Wiltshire Magazine“ 1876)

volle Gattin des Besitzers von Stonehenge, Lady Antrobus, verfaßt hat, sei in diesem Zusammenhang aufmerksam gemacht<sup>2)</sup>. Wir wollen hier nur das Wesentlichste berühren.

Die erste Abbildung von Stonehenge gibt Camden (1575) in seiner „Britannia“. Sie ist insofern wichtig, als wir rechts unten auf dem Bilde sehen, wie Leute außerhalb der Umwallung graben und menschliche Knochen zu Tage fördern (s. Abb. 27). Camden hält demgemäß Stonehenge für ein Grabdenkmal und meint, daß wesentlich außerhalb des Kreises bestattet worden sei.

Die Ansicht, daß Stonehenge als Tempel für Kultzwecke erbaut sei, taucht zuerst bei Inigo Jones (1620) auf. Auch der eifrige John Aubrey (1665), dessen

1) Wm. Long: Stonehenge and its barrows, „Wiltshire Magazine“ Juni 1876, 244 Seiten

2) Lady Antrobus: A sentimental & practical guide to Amesbury and Stonehenge 1900



Plan von Stonehenge wir als Abb. 8 kennen lernten, sieht in dem Bauwerk einen Tempel und zwar einen Druidentempel.

Der erste, dem die astronomische Orientierung der Bauwerksachse auffiel, war W. Stukeley (1723). Durch ihn kam das astronomische Moment in die Deutung hinein, das, wie wir sahen, bei John Smith (1771) zu phantastischen Erklärungsversuchen Veranlassung gab, das aber bis jetzt Geltung behielt, ja gerade in letzter Zeit durch Sir N. Lockyer nicht bloß für Stonehenge, sondern auch für die übrigen Megalithenbauten als Grundlage der Deutung ausgebildet wurde. Zugleich aber entstand dieser Art der Frage nach dem Ursprung und dem Zweck von Stonehenge in Schuchhardt ein scharfer Gegner. Nach der Meinung dieses bekannten Forschers wurden die Fundamente des Turmes dieser auf die astronomischen Untersuchungen fußenden Deutungen nicht genügend auf ihre Tragfähigkeit geprüft. „Für eine richtige und gewichtige Beurteilung von Stonehenge fehlte kurz gesagt noch die archäologische Grundlage.“ Seine eigenen Ansichten werden uns im folgenden mehrfach begegnen.

Treten wir unbefangen an eine Deutung von Stonehenge heran, so müssen wir zunächst feststellen, daß bei diesem Bau geometrische und astronomische Absichten in der Grundrißgestaltung und der Orientierung unverkennbar sind. Wir finden bei ihm Steinsetzungen in gerader Linie, in Kreis- und in Hufeisenform. Die damit verbundenen Arbeiten sind mit einer Genauigkeit ausgeführt, die den Erbauern zweifellos ein beträchtliches mathematisches Wissen zuweist. Die Verwertung der Hufeisenform als Grundrißfigur mag auf eine verhältnismäßig späte Zeit der Errichtung schließen lassen, die gerade Linie, die sich aus naheliegenden Naturbeobachtungen dem menschlichen Geiste geradezu aufdrängen mußte, finden wir in den Steinreihen (bei Stonehenge in der Avenue), die Kreisform, die der Anblick der Sonnenscheibe und des Vollmonds und der Anblick der Iris und der Pupille des menschlichen Auges bot, in den Steinkreisen wieder. Die beiden letzteren Formen allein zeigt Avebury, ein zweifellos älteres Werk als Stonehenge. Je höhere mathematische und bautechnische Kenntnisse ein Volk gehabt hat, um so genauer werden sich die Grundrisse der Megalithbauten den geometrischen Formen der geraden Linie, des Kreises usw. anschmiegen, um so kunstvoller werden die Bauten selbst sein. Alles das weist neben der Verwendung der Hufeisenform bei Stonehenge auf ein verhältnismäßig junges Alter hin. Dazu kommt die astronomische Orientierung nach dem Sonnenaufgang zur Sommersonnenwende. Diese Orientierung hat naturgemäß einen Zweck gehabt. Man kann vielleicht annehmen, daß die Erbauer für sich und ihre Nachkommen den bestimmten Sonnenaufgangspunkt dauernd festlegen wollten, um jedesmal zur Sommersonnenwende den Sonnenaufgang in Stonehenge zu beobachten, wobei etwa religiöse Riten zur Ausführung kamen. Einer alten Sitte gemäß gehen noch heute die Einwohner von Salisbury und der Umgegend nach Stonehenge, um dort am längsten Tage den Sonnenaufgang zu beobachten. Die Orientierung konnte aber auch den Zweck verfolgen, einen landwirtschaftlichen Kalender darzustellen. Lockyer und Devoir haben diese Möglichkeit an der Orientierung vieler Steinreihen und Steinkreise nachzuweisen gesucht. So hängen die riesigen Steinreihen von Le Menec bei Carnac in der Bretagne in ihrer Orientierung mit dem Sonnenauf- und Untergang zur Sommer- und Wintersonnenwende zusammen, weiter finden sich Orientierungen für das erste Viertel der Monate November (Aussaat), Februar (Keimen unter dem Schnee), Mai (Blütezeit) und August (Kornreife). Hierin



kommt die Bedeutung des Maijahrs zum Ausdruck. Um solche Zeitmarken zu würdigen, muß man sich vergegenwärtigen, daß jene weit zurückliegenden Zeiten noch keine Zeitbestimmungen unserer Art besaßen. „Wir wissen heutzutage aus dem Datum, das uns überall von den Wänden und Zeitungen entgegenblickt, genau den Zeitpunkt des Heute im Jahresring. Für den Steinzeitmann gab es hierfür nur einige periodische Erscheinungen der Natur, die aber kein Merkmal zurückließen. Während der langen eintönigen Zeit der Schneebedeckung versagten auch die Erscheinungen am Boden. Man setzte also für den nördlichsten und südlichsten Sonnenaufgang, wie man ihn im Lauf von Generationen von einem einer Gottheit, vielleicht gerade der Sonne, geweihten Säulenstein beobachtet hatte, Richtungsmarken, dann auch für andere, landwirtschaftlich wichtige Zeitpunkte und wußte dann, sobald sich der Sonnenauf- oder Untergang jenen Marken näherte, oder aus der Lage des Sonnenaufgangs zwischen zwei solchen Marken, daß der Zeitpunkt für bestimmte periodische Verrichtungen oder Vorkommnisse im Feld- und Hauswesen bevorstehe“<sup>1)</sup>. Lockyer hat bei vielen britischen Steinkreisen auf verschiedene Richtungslinien, die mit ein und demselben Steinkreis in Verbindung stehen, aufmerksam gemacht und hieraus einen Unterschied zwischen solchen vorgeschichtlichen Kultstätten (?) in Britannien und ägyptischen Tempeln hergeleitet. Die letzteren sind ebenfalls astronomisch orientiert, weisen aber nur eine Orientierungslinie (nach der Sonne oder einem Stern) auf im Gegensatz zu den britischen Steinkreisen. Für Stonehenge trifft allerdings dieser Unterschied nicht zu, denn Stonehenge ist nur in der einen Richtung, nach dem Sonnenaufgang zur Sommersonnenwende, orientiert. Insofern wird wohl auf Stonehenge der Vergleich mit einem landwirtschaftlichen Kalender kaum zutreffen können. Es wäre auch nicht einzusehen, weshalb man nur zu dem Zweck, einzelne Hauptpunkte des Jahres durch Richtungslinien nach Steinen usw. festzulegen, solch einen gewaltigen Bau wie Stonehenge errichtete. Ein Kalenderbau ließ sich mit viel geringeren Aufwendungen ausführen. Ja, das Prunkstück von Stonehenge, der Trilithenbau, hat mit astronomischen Beobachtungen nichts zu tun. Wir werden daher annehmen können, daß die Orientierung nicht Haupt-, sondern Nebenzweck bei der Erbauung war. Nebenzweck in dem Sinne, daß es vermutlich aus religiösen Gründen üblich war, einen derartigen Bau nach dem Sonnenaufgang am kürzesten Tage zu orientieren. Die in Frage kommende Religion kann nur ein Sonnenkult gewesen sein, für dessen Vorhandensein bei nordischen Völkern wir auch sonst Zeugnisse haben (Sonnenwagen von Trüdholm, von Burg usw.). Nach Dr. Bing<sup>2)</sup> war der bedeutungsvollste Augenblick in diesem Kultus der Sonnenaufgang. Und wenn man Bing darin zustimmen kann, daß die Dreiheit der Gottheit im Sonnenkultus in der Sonne, im Mond und in der Morgenröte zu sehen ist (beim Trüdholmer Sonnenwagen: Vorderseite der Sonnenscheibe = Sonne, Rückseite = Mond, Pferd ohne Verbindung mit dem Wagen = Pferdegott, Gott des Windes, des Feuers, der Morgenröte), so kann man sich wohl keine wundervollere Versinnbildlichung dieser Dreiheit denken, als sie Stonehenge gibt. Denn als man vom Mittelpunkt der Anlage aus die Sonne neben dem astronomischen Stein aufgehen sah, verblüht der Mond, wurde der Sonne untergeordnet, fast gleichzeitig entzündete sich das Feuer am Himmel, die Morgenröte, und der Morgenwind erhob sich.

<sup>1)</sup> Kahle, a. a. O. S. 228/229

<sup>2)</sup> Bing, a. a. O. S. 156



Es könnte solcher Deutung entgegen gehalten werden, daß nach Caesars und Tacitus' Mitteilungen die Kelten und Germanen ihre Zeit nach Sonnenuntergang gerechnet haben und demnach „gar keine Veranlassung hatten, den Sonnenaufgang überhaupt zu beobachten, weder an gewöhnlichen Tagen, noch an besonderen Festen oder zu den jahreszeitlichen Landwirtschaftsarbeiten“. (Schuchhardt, a. a. O. S. 331). Wenn dies der Fall gewesen ist und wenn auch „die seit J. Grimm von zahlreichen Forschern vertretene Anschauung als aufgegeben bezeichnet werden darf, als ob die vier sogen. Jahrespunkte, vor allem die winterliche und sommerliche Sonnenwende als älteste Festeszeiten bei den Nordgermanen zu betrachten seien“, so müssen wir uns doch dabei an die Möglichkeit erinnern, daß Stonehenge nicht unbedingt keltisch-germanischen Ursprungs zu sein braucht. In der Einleitung sahen wir vielmehr, daß vielleicht ein nichtindogermanisches Volk (Iberer) ursprünglich, d. h. vor dem Vordringen der Kelten aus dem Herzen Europas nach Westen, Britannien besetzt hielt. Das Übersetzen der Kelten nach Britannien soll um das Jahr 1000 v. Chr. erfolgt sein.<sup>1)</sup> Aus archäologischen Gründen ist nun Stonehenges Erbauung in die Zeit um 2000—1800 v. Chr. zu verlegen. Nach Lockyer hat um 1300 v. Chr. das Errichten von Steinkreisen usw. in Britannien aufgehört. Hieraus ergibt sich, daß Stonehenge nicht keltischen Ursprungs ist, daß vielmehr die Einwanderung der Kelten wahrscheinlich der Grund gewesen ist, daß man den Megalithenbau einstellte. Nun wird aber durch Caesar (Gallischer Krieg, lib. VI, Cap. XIII) berichtet, daß gerade die Kelten eine besonders auffallend mathematische Bildung in ihrer Priesterkaste der Druiden besaßen, die das Volk lehrten in der mathematischen und astronomischen Wissenschaft, „im Lauf und in der Bewegung der Gestirne, in der Größe der Erde und des Weltalls, in der Natur aller Dinge und in der Macht der unsterblichen Götter“. <sup>2)</sup> Wie ist es nun zu erklären, daß diese Druiden trotz ihrer so gerühmten mathematischen Befähigung zu Caesars Zeiten keine Steinkreise usw. errichteten, waren sie doch hiernach ganz besonders im stande, so kunstvolle geometrische Absteckungen und astronomische Orientierungen vorzunehmen, wie wir solche in Stonehenge vor uns haben? Es liegen eben zwischen diesen Druiden Caesars und der Errichtung von Stonehenge 1500 bis 2000 Jahre. Und während dieser langen Zeiträume sind grundlegende Veränderungen in der Tätigkeit der Druiden eingetreten. U. E. sind diese Veränderungen nach dem Vorstehenden so zu erklären, daß die Druiden nicht keltischen, sondern vorkeltischen Ursprungs sind, daß sie als Nachkommen einer hochgebildeten Priesterkaste angesehen werden können, der die Erbauung von Stonehenge zuzuschreiben ist. Als die Kelten nach Britannien übersetzten, fanden sie ein geistig höher stehendes Volk dort vor, als sie selbst eins waren. Sie zwangen den Besiegten andere Kultformen auf, konnten aber nicht verhindern, daß sich die hochgebildeten Priester des Sonnenkult behaupteten, ja daß diese kraft ihrer überragenden Bildung mit der Zeit die geistigen Führer der Unterjocher wurden. Zwar hörte die Betätigung der Priester im Bau solcher Megalithbauten wie Stonehenge wegen anderer Kultformen der Kelten auf<sup>3)</sup>, un-

<sup>1)</sup> Lockyer, a. a. O. S. 324

<sup>2)</sup> Nähere Ausführungen über die Druiden finden sich bei Colonel Sir James, Generaldirektor der Ordnance Survey in „Plans and photographs of Stonehenge“, Southampton 1867

<sup>3)</sup> Lockyer meint, das Aufhören des Bauens von Steinkreisen, d. h. astronomischen Beobachtungsstätten, hätte darin seinen Grund gehabt, daß das Leben der Völker sich früher mehr auf den Hügeln abspielte, wo diese Steinkreise usw. zu finden sind, später aber, nach Urbarmachung



geschwächt aber wirkte ihre geistige Kraft Jahrhunderte lang fort. Die keltischen Druiden Caesars wären danach die letzten Nachkommen der Sonnenpriester des vorkeltischen Megalithenvolkes in Britannien. (Schluß folgt)

## Der gestirnte Himmel im Monat Februar 1915

Von Dr. F. S. Archenhold

### Die Entfernung der Spiralnebel

Die neueren Anschauungen vom äußeren Bau des Weltalls haben zu der Erkenntnis geführt, daß unsere Sonne nahezu im Mittelpunkt eines großen Spiralnebels steht, der am Sternenhimmel sich unserm Auge als große Milchstraße verrät. Da nun die Häufigkeit der helleren Sterne nach der Milchstraße zu nicht in demselben Maße wächst wie die der schwächeren, so muß man annehmen, daß unsere Sonne mit diesen helleren Sternen einen nahezu kugelförmigen Sternhaufen bildet, der auch wieder in der Mitte der Milchstraße sehr weit entfernt von den Grenzen des Systems liegt. Die schwächsten Sterne der Milchstraße haben von uns etwa eine Entfernung von 25 000 Lichtjahren, sodaß der Durchmesser unseres Milchstraßensystems etwa 50 000 Lichtjahre, das sind über 30 000 Millionen Sonnenentfernungen, beträgt. Solche Systeme von Fixsternwelten gibt es nun hunderttausende im Weltall. Sie erscheinen uns als Spiralnebel am Himmel. Prof. Wolf hat neuerdings den Versuch unternommen, die Entfernungen dieser fernen Milchstraßensysteme zu bestimmen. Unter der Annahme, daß die Höhlenbildungen in unserer Milchstraße und in den fernen Spiralnebeln ähnliche Dimensionen besitzen, fand Wolf aus einer Anzahl Messungen seiner Reflektoraufnahmen für einige nahe Spiralnebel folgende Mittelwerte:

Nebel	Abstand in Lichtjahren	scheinbarer Durchm.	Durchmesser in Lichtjahren
M 31 Andromedae . . . . .	33 000	120'	11 000
M 33 Trianguli <sup>1)</sup> . . . . .	94 000	54	15 000
M 81 Ursae maj. . . . .	172 000	18	9 000
M 101 Ursae maj. . . . .	289 000	18	15 000
M 51 Canum ven. <sup>1)</sup> . . . . .	370 000	10	11 000
H <sub>5</sub> 24 Comae . . . . .	500 000	15	22 000
H <sub>4</sub> 79 Cephei . . . . .	522 000	7	11 000
H <sub>1</sub> 56 Leonis . . . . .	578 000	8	13 000

Die Durchmesser der Spiralnebel fallen hiernach sehr klein aus, nur ein einziger Spiralnebel H<sub>5</sub> 24 Comae erreicht die halbe Größe des Durchmessers unseres Milchstraßensystems, alle andern sind bedeutend kleiner als unsere Milchstraße. Wenngleich solchen Entfernungsschätzungen von Spiralnebeln noch eine große Unsicherheit anhaftet, so dürfte es doch erwünscht sein, ähnliche Messungen mit noch größeren instrumentellen Hilfsmitteln zu wiederholen.

### Der Lauf von Sonne und Mond

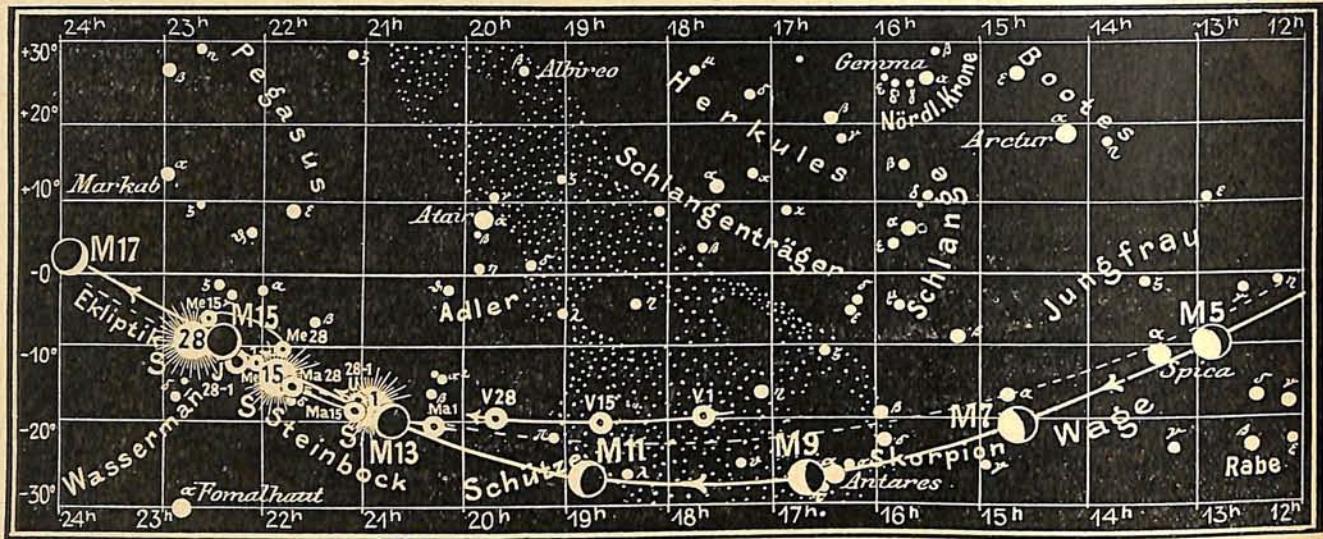
Die Sonne (Feld 21<sup>h</sup> bis 22<sup>3/4</sup><sup>h</sup>) tritt am 21. Februar aus dem Zeichen des Wassermanns in das der Fische. Ihre Mittagshöhe nimmt in diesem Monat schon um 9° zu. Kleine Flecken sind jetzt fast täglich auf der Sonne zu sehen.

der Täler, wäre die Bevölkerung in diese hinabgezogen, die Lebensbedingungen wären dadurch andere geworden, die Tätigkeit der Priester ebenfalls, denn diese hätten sich nun mehr Verwaltungs- und politischen Geschäften zugewandt.

<sup>1)</sup> Die beiden Nebel M 33 Trianguli und M 51 Canum ven. finden unsere Leser im „Weltall“ Jg. 12 S. 49 zu dem Artikel: „Die spirale Struktur der Nebel“ abgebildet



Fig. 1b



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

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
Februar 1	- 17° 20'	7h 52m	4h 48m	20 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> °
- 15	- 12° 58'	7h 27m	5h 15m	24 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> °
- 28	- 8° 17'	6h 59m	5h 39m	29 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> °

Der Mond ist mit seinen Phasengestalten in unsere Karten 1a und 1b für den 1. bis 28. Februar von zwei zu zwei Tagen eingetragen. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Tage:

Letztes Viertel: Februar 7. 6h morgens Erstes Viertel: Februar 22. 4h morgens  
Neumond: Februar 14. 5<sup>1</sup>/<sub>2</sub>h morgens.

Im Monat Februar finden zwei Sternbedeckungen statt:

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Win- kel	Austritt M. E. Z.	Win- kel	Bemerkung
Febr. 2	75 Leonis	5,5	11 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup>	+ 2° 29'	11 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup> , 5 abends,	108°	12 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> , 7 nachts, z. 3. Febr.	321°	Mond i. Meridian am 3. Februar 2 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> nachts
- 25	A Geminorum	5,5	7 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup>	+ 25° 13'	8 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup> , 8 abends	94°	9 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup> , 0 abends	298°	Mond i. Meridian 9 <sup>h</sup> abends

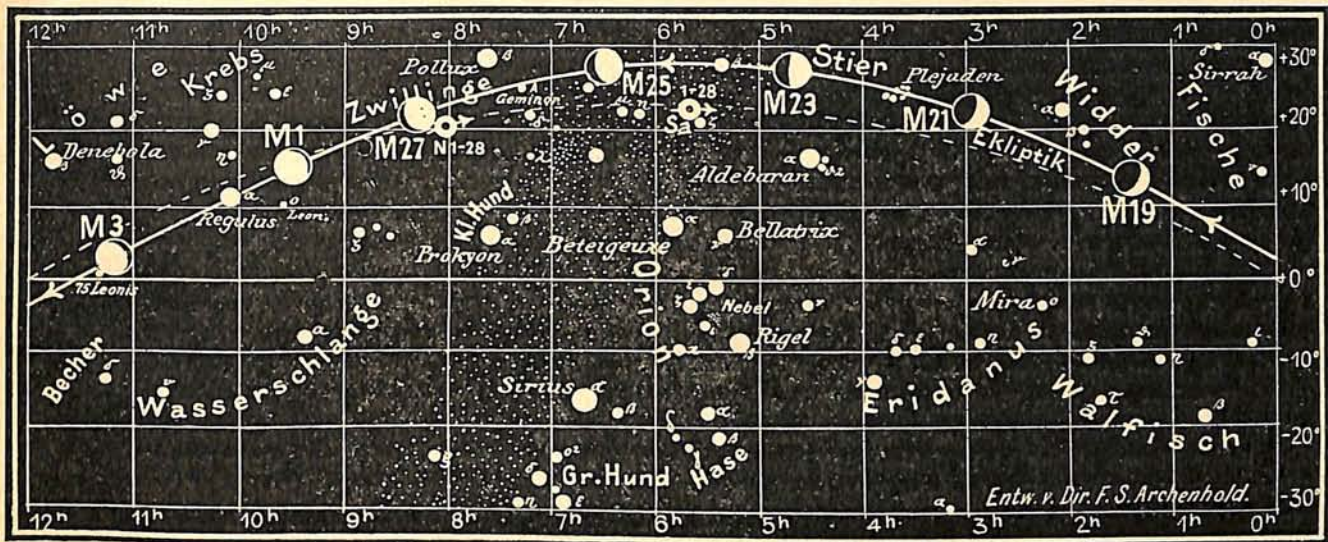
### Die Planeten

*Merkur* (Feld 22<sup>h</sup> bis 22<sup>1</sup>/<sub>2</sub><sup>h</sup> bis 21<sup>3</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup>) ist noch im ersten Drittel des Monats <sup>1</sup>/<sub>2</sub> Stunde lang am Abendhimmel zu sehen. Von Mitte des Monats an nähert er sich in seinem scheinbaren Lauf wieder der Sonne und wird unsichtbar. Seine Entfernung nimmt von 162 auf 97 Millionen km ab, sein Durchmesser von 6",2 auf 10",2 zu.

*Venus* (Feld 17<sup>1</sup>/<sub>2</sub><sup>h</sup> bis 19<sup>3</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup>) ist zu Anfang des Monats 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> und am Ende etwa 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Stunden lang als Morgenstern sichtbar. Ihre Entfernung nimmt von 94 auf 125 Millionen km zu und ihr Durchmesser fällt entsprechend von 26",6 auf 19",9.

*Mars* (Feld 20<sup>1</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup> bis 21<sup>3</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup>) ist während des ganzen Monats unsichtbar. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt nur 4", seine Entfernung Ende Januar 346 Millionen km.





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

*Jupiter* (Feld 22<sup>h</sup> bis 22<sup>1/2</sup><sup>h</sup>) ist in den ersten Tagen des Monats nur  $\frac{1}{4}$  Stunde lang am westlichen Abendhimmel sichtbar; er kommt am 24. Februar in Konjunktion mit der Sonne. Seine Entfernung von der Erde beträgt Ende Februar 895 Millionen km und sein Durchmesser 36",4.

*Saturn* (Feld 5<sup>3/4</sup><sup>h</sup>) ist zuerst 11 und zuletzt nur noch 9 Stunden lang sichtbar. Seine Entfernung nimmt von 1240 auf 1298 Millionen km zu und sein Durchmesser von 18",5 auf 17",7 ab.

*Uranus* (Feld 21<sup>h</sup>) ist am Ende des Monats am Morgenhimmel in einer Entfernung von 3107 Millionen km tief unten am Horizont zu sehen.

*Neptun* (Feld 8<sup>h</sup>) steht im Sternbilde der Zwillinge und ist während der ganzen Nacht günstig zu beobachten. Am 27. Februar tritt er in Konjunktion mit dem Monde. Seine Entfernung von der Erde beträgt dann 4370 Millionen km.

**Bemerkenswerte Konstellationen:**

Februar	1	3 <sup>h</sup>	nachmittags	Uranus in Konjunktion mit der Sonne
-	2	8 <sup>h</sup>	vormittags	Merkur in Konjunktion mit Jupiter Merkur 33' nördlich von Jupiter
-	6	8 <sup>h</sup>	vormittags	Merkur in größter östlicher Abweichung von der Sonne
-	6	6 <sup>h</sup>	nachmittags	Venus in größter westlicher Abweichung von der Sonne
-	10	1 <sup>h</sup>	nachmittags	Venus in Konjunktion mit dem Monde
-	13	5 <sup>h</sup>	morgens	Mars in Konjunktion mit dem Monde
-	14	9 <sup>h</sup>	abends	Jupiter in Konjunktion mit dem Monde
-	15	4 <sup>h</sup>	morgens	Merkur in Konjunktion mit dem Monde
-	24	2 <sup>h</sup>	morgens	Saturn in Konjunktion mit dem Monde
-	24	4 <sup>h</sup>	nachmittags	Jupiter in Konjunktion mit der Sonne



## Kleine Mitteilungen

**Vorübergang eines Fixsternes vor einem andern.** Auf den höchst interessanten und merkwürdigen Fall des Vorüberganges eines Fixsternes vor einem andern macht Herr Prof. Max Wolf in Heidelberg in den „Astronomischen Nachrichten“ Nr. 4775 in einer kleinen Mitteilung „Ein Stern mit größerer Eigenbewegung“ aufmerksam. Gelegentlich einer Planetensuche stieß Prof. Wolf auf einen schwachen Stern mit starker Eigenbewegung, einen Stern 13. Größe  $\alpha = 2^h 6^m 54^s,0$ ,  $\delta = +15^\circ 24',4$  (1875,0). Der Stern findet sich auf mehreren Heidelberger Aufnahmen sowohl des Bruce-Fernrohres wie auch des alten Sechszöllers vor; ihm folgt in 16 Sekunden Abstand ein Stern 11. Größe nach. Die Feststellung der Eigenbewegung des Sternes gegen andere schwache Sterne seiner Umgebung ergab sich zu  $+1''.1$  im Jahre. Südöstlich neben dem Sterne stand in den früheren Jahren ein Sternchen 15. Größe, und dieses ist von dem Sterne 11. Größe zentral bedeckt worden. 1914 sieht er gerade aus der Scheibe des Sternes im SSW hervor. Die jährliche Verschiebung dieses Sternes ergibt ebenfalls  $+1''.1$  in Rektaszension. Hier hat also in den letzten Jahren die Bedeckung eines Fixsternes durch einen andern infolge ihrer Eigenbewegungen stattgefunden. Das ist das erste Mal, in dem es gelungen ist, eine solche Bedeckung in Fixsternräumen festzustellen. Es ist nur bedauerlich, daß es nicht möglich war, den ganzen Vorgang mit dem Fernrohr zu verfolgen; so ist nur die letzte Phase von den Astronomen noch erwischt worden. Tatsächlich ist ja auch diese längst vorüber, wenn wir bedenken, daß das Licht dieser Sterne sicher viele Jahrzehnte braucht, um uns zu erreichen. Hier liegt einer jener Fälle vor, in denen uns die absolute Zeit im Stich läßt, weil wir die Entfernungsverhältnisse nicht kennen. L

**Die Schwächung der Sonnenstrahlung durch die Eruption des Mt. Katneai.** Auf der fünften Konferenz der Internationalen Vereinigung für Sonnenforschung in Bonn Anfang August 1913 wurde in dem Komitee für Messung der Sonnenstrahlung die Mitteilung gemacht, daß infolge der Eruption des Mt. Katneai in Alaska im Juli 1912 Messungen der Solarkonstante in den letzten Jahren kaum möglich waren. Die Sonnenstrahlung im nördlichen Amerika hatte zeitweise um 20% abgenommen.

**Über die Genauigkeit der Zeitangabe einer Uhr.** Zu genauen Zeitmessungen bedient man sich gern einer Präzisions-Pendeluhr. Eine solche besteht im Wesentlichen aus zwei Hauptteilen, nämlich aus der Unruhe, deren Schwingungen Zeiträume von gleicher Länge bestimmen, und einem Räderwerke, das die Anzahl der von der Unruhe ausgeführten Schwingungen zählt. Meistens verwendet man Uhren mit einem Sekundenpendel, also solche Uhren, bei denen die Dauer einer ganzen Schwingung der Unruhe oder des mit dieser verbundenen Pendels zwei Sekunden beträgt. Es sei hier darauf hingewiesen, daß für die Dauer einer Halbschwingung, also eines einfachen Hin- oder Herganges des Pendels, zweckmäßig die Bezeichnung „Schlagzeit“ gewählt wird, zur Unterscheidung von der „Schwingungszeit“ oder „Schwingungsdauer“ als der Dauer eines vollständigen Hin- und Herganges. Man mißt nun die Zeiten entweder durch Beobachtung der Hemmungen des Räderwerkes, d. h. des beim Auslösen oder Anhalten der Räder durch das Eingreifen der Unruhe zwischen die einzelnen Zähne entstehenden Geräusches, oder aber mittels irgendwelcher elektrischer Vorrichtung, die durch einen bei jedem Durchgang des Pendels durch seine Ruhelage geschlossenen Strom betätigt wird. Man sollte nun zunächst meinen, daß die Genauigkeit der Bestimmung bei beiden Verfahren etwa dieselbe wäre. Dies ist aber keineswegs der Fall. Durch Unregelmäßigkeiten im Schnitt der einzelnen Zähne des durch die Unruhe regulierten Rades werden nämlich die einzelnen Zeiträume zwischen zwei aufeinanderfolgenden Hemmungen oder Auslösungen ungleich. G. Beauvais hat kürzlich hierüber an der großen Riefler'schen Pendeluhr im Keller der Pariser Sternwarte Untersuchungen angestellt und deren Ergebnisse, die allgemeineres Interesse beanspruchen dürfen, in den Comptes rendus (159, 18/20, 1914) veröffentlicht. Herr Beauvais bediente sich zu seinen Messungen eines Abrahamschen photographischen Chronographen. Dieser besteht im Wesentlichen aus einem empfindlichen Galvanometer mit einem leichten Spiegelsystem. Der durch die Uhr (sei es nun durch das Räderwerk oder durch das Pendel) geschlossene Strom wird durch dieses Galvanometer geleitet, und der Spiegel reflektiert das von irgendeiner Lichtquelle kommende Strahlenbündel auf einen Streifen lichtempfindlichen Papiers. Beim Durchgange des Stromes durch das Galvanometer und dem dadurch hervorgerufenen Ausschlage des Spiegels bewegt sich somit der Lichtzeiger auf dem Papier. Dieses wird durch eine geeignete Antriebsvorrichtung senkrecht zur Richtung der Zeigerbewegung beständig mit gleichbleibender Geschwindigkeit vorüberbewegt. Eine Stimmgabel bekannter Tonhöhe und mithin bekannter Schwingungsdauer trägt gleichfalls einen Spiegel und wirft durch dessen Vermittlung einen zweiten Lichtzeiger auf das photographische Papier. Die Spur dieses



zweiten Lichtzeigers dient dann nach der Entwicklung des Bildes als Vergleichsmarke für die Zeit. Mit Hilfe dieser Vorrichtung hat Beauvais festgestellt, daß die einzelnen Doppelsekunden, die das von der Unruhe regulierte Zahnrad anzeigt, um 0,008 Sekunden zu kurz oder zu lang sein können, ja daß sogar Abweichungen um 0,02 Sekunden von der Durchschnittsdauer vorkommen. Hauptsächlich sind an diesen Abweichungen, wie schon erwähnt, die Ungleichmäßigkeiten im Schnitt der einzelnen Zähne Schuld. Wären diese allein hierfür verantwortlich, so müßten sich die Abweichungen, da die Umlaufdauer dieses Rades eine Minute beträgt, von Minute zu Minute in der gleichen Reihenfolge und der gleichen Größe wiederholen. Dies ist indessen nicht der Fall, denn die Kurven, die die Größe der Abweichungen vom Mittel als Funktion der einzelnen Sekunden jeder Minute darstellen, zeigen zwar immer denselben Gang, fallen jedoch nicht miteinander zusammen, ein Zeichen dafür, daß bei den beobachteten Abweichungen auch noch zufällige Ursachen eine Rolle spielen müssen. Diese Zufälligkeiten können Abweichungen von mehr als 0,005 Sekunden hervorrufen, also ebenso große wie die Fehler im Schnitt der Zähne. Interessant ist, daß Kurven, die in Zwischenräumen von mehreren Monaten aufgenommen wurden, keine größeren Verschiedenheiten aufwiesen als solche, die in zwei unmittelbar aufeinanderfolgenden Minuten erhalten wurden. Es liegt auf der Hand, daß für die genaue Messung sehr kurzer Zeiträume, etwa zur Festlegung der Zeit eines momentanen Vorganges, oder auch bei der Vergleichung von Pendelschwingungen nach der Methode der Koinzidenzen, diese Abweichungen im Gange der Uhr sich schon recht störend bemerkbar machen müssen. Man bedient sich daher zur Zeitbestimmung besser des Pendels der Uhr und läßt durch eine an seinem unteren Ende angebrachte Spitze einen elektrischen Stromschluß herstellen. Bei diesem Verfahren fand Beauvais Abweichungen vom Mittel, die kleiner als 0,001 Sekunden waren. Noch größere Genauigkeit erreicht man, wenn man den Durchgang des Pendels durch die Ruhelage, also den Moment, in dem die Winkelgeschwindigkeit des Pendels am größten ist, gleichzeitig mit den Schwingungen einer Stimmgabel photographisch aufzeichnet. Dieses Verfahren gestattet eine Meßgenauigkeit von 0,0001 Sek., und Beauvais fand, daß bei diesem Beobachtungsverfahren die einzelnen Schlagzeiten des Pendels innerhalb der Versuchsfehlergrenzen miteinander übereinstimmten, d. h. um weniger als 0,0001 Sek. voneinander verschieden waren. Es scheint also, daß wir in der photographischen Aufnahme des Pendeldurchganges durch die tiefste Lage das empfindlichste uns gegenwärtig zu Gebote stehende Verfahren zur genauen Ablesung der Uhr haben. Mi

**Ein praktischer Apparat zur Herstellung von Kopien, Zeichnungen, Blaupausen, Dokumenten usw. auf photographischem Wege.** Die Photographie findet seit Jahren im gewerblichen und geschäftlichen Leben umfassende Verwendung, sie war jedoch bis heute umständlich, teuer und für den täglichen Gebrauch nicht geeignet. Nach langjährigen Versuchen ist es nun gelungen, einen Apparat herzustellen, der es gestattet, bei denkbar einfachster Handhabung Vervielfältigungen photographisch vorzunehmen. Er besteht aus einer photographischen Kammer, die mit einem Entwickler und einem Fixierbade verbunden ist und genaue Teilungen zum selbsttätigen Einstellen des zu photographierenden Gegenstandes hat. Es sind somit keine Kenntnisse in der Photographie notwendig, und eine einigermaßen anstellige Persönlichkeit kann jede Wiedergabe herstellen. Einen nicht zu unterschätzenden Vorteil bietet dieser Apparat durch die Möglichkeit, innerhalb seines Umfanges z. B. Blaupausen, Skizzen, Briefe usw. in der Größe des Originals oder auch verkleinert oder vergrößert wiederzugeben. Die Aufnahme geschieht auf lichtempfindlichem Papier, von dem eine Rolle von etwa 100 m Länge in dem Magazine liegt. Das Papier wird nach der Belichtung innerhalb des Apparates abgeschnitten. Die Aufnahme und ihre ganze Durchführung nimmt einen Zeitraum von etwa 1 bis 2 Minuten in Anspruch und gibt eine richtige Photographie auf bestem Bromsilberpapier. Durch einen fast dreißigjährigen Gebrauch dieses Papiere ist erwiesen, daß die darauf hergestellten Abdrücke bei sachgemäßer Behandlung dauernd haltbar sind. — Als weiteren Vorteil bietet der Apparat die Möglichkeit, fertige Vorlagen zu vervielfältigen, so daß ein Original, das Stempel, Blau- und Rotstiftnotizen trägt, ohne weiteres photographiert werden kann. Allerdings ist die Wiedergabe nicht farbig, sondern schwarz und weiß. — Der Apparat kann bei Tageslicht arbeiten; man erzielt jedoch die beste Wiedergabe bei Belichtung mit Quecksilberdampflampen. Die größten Bilder haben (35×30) qcm, wobei das Original eine Größe von (64×45) qcm haben kann.

Die Verwendung des Apparates ist sehr mannigfach, und bei dem Gebrauch werden fortlaufend neue Verwendungsmöglichkeiten gefunden, um die Unkosten zu ermäßigen. Als Beispiel diene die Tatsache, daß große Geschäftshäuser heute bereits dazu übergehen, die Kontokorrentauszüge für ihre Kunden aus dem Hauptbuch mit diesem Apparat zu photographieren. Der Kunde bekommt einen Auszug, der der Buchung genau gleich ist. Fehler durch Abschreiben sowie zeitraubendes Kollationieren fallen fort, und zwei Seiten des Hauptbuches sind in einer Minute be-



arbeitet, so daß selbst in einem sehr großen Unternehmen in einem Tage sämtliche Kontokorrentauszüge fertiggestellt werden können.

Als Anwendungsmöglichkeiten seien hier nur erwähnt: Anfertigung von Faksimiles von Schreiben, Kopieren von Bestellungen, Bilanzen, Tabellen, Kopieren von Prüfungsprotokollen von Apparaten und Maschinen, Photographie von Spitzen, Gardinen usw. zur Vermeidung der Mitführung von Mustern; Kopieren von Skizzen und Zeichnungen; Kopieren von Patentschriften; Herstellung von Auszügen aus Akten und Registern; Kopieren von Schecks, Wechseln und Wertpapieren, von Versicherungspolice und Anträgen, Abschriften als Vorlagen für Druckerarbeiten usw. Die getreue ohne Umstände und Zeitverlust anzufertigende Wiedergabe und Vervielfältigung von vorliegendem Material ist für Ingenieure, Architekten, Rechtsanwälte ebenso wichtig wie für die Verwaltungsbehörden, Militär und Polizei. Auch in der wissenschaftlichen Welt, in Museen, für Archäologen und Historiker leistet der Apparat gute Dienste.

**Demonstration von Spektralplatten in ihren richtigen Farben.** Will man mit einem der heutzutage gebräuchlichen Projektionsapparate einem größeren Hörerkreise die Spektren verschiedener Strahlungsquellen vorführen, so sieht man sich in der Hauptsache auf die Verwendung gewöhnlicher nicht farbiger Spektrophotogramme in Form von Diapositiven angewiesen. Die als Beleuchtungsquellen unserer Projektionsapparate dienenden Bogenlampen, bei denen der hell leuchtende Krater die Strahlungsquelle ist, können selbst nur ein kontinuierliches Spektrum liefern, und auch bei Verwendung getränkter Kohlen (im Effektlichtbogen) können wir immer nur das Spektrum des betreffenden Effektlichtbogens erhalten. Eine Demonstration der Funkenspektren beispielsweise ist mit der üblichen Apparatur nicht in natürlichen Farben möglich.

Hier schafft nun ein Projektionsverfahren Abhilfe, das Herr Manne Siegbahn vor Kurzem in der „Physikalischen Zeitschrift“ (14, 412, 1913) angegeben hat, und das wegen seiner prinzipiellen Einfachheit geeignet sein dürfte, sich schnell überall Eingang zu verschaffen. Herr Siegbahn verwendet für die Projektion gewöhnliche Diapositive von Spektrophotogrammen und beleuchtet diese mit dem durch spektrale Zerlegung des Bogenlichtes der Projektionslampe erhaltenen kontinuierlichen Spektrum. Wenn nun nur die eine Bedingung erfüllt ist, daß die Dispersion der zu projizierenden Spektralaufnahme dieselbe ist wie die des kontinuierlichen Beleuchtungsspektrums, so wird jede Linie der Aufnahme genau von dem zugehörigen Lichte des Beleuchtungsspektrums getroffen, und man erhält somit eine Demonstration des betreffenden Spektrums in den richtigen Farben. Die Erfüllung dieser Bedingung wird nun sehr einfach dadurch erreicht, daß man die zu projizierenden Spektrophotogramme mit demselben Spektralapparate aufnimmt, mit dem man hernach das Licht der Projektionslampe zerlegt.

Die von Herrn Siegbahn angegebene Anordnung für die Projektion gestaltet sich folgendermaßen: Das aus einem vor dem Kondensator angeordneten Spalt austretende Licht der Bogenlampe wird zunächst durch eine Sammellinse parallel gemacht und fällt alsdann auf ein geradsichtiges Prisma. Das durch dieses Prisma erzeugte kontinuierliche Spektrum wird mittels einer zweiten Linse auf die zu projizierende Spektralplatte geworfen. Ist nun diese Platte mit eben derselben aus Spalt, erster Linse, geradsichtigem Prisma und zweiter Linse bestehenden Spektralapparate aufgenommen worden, mit dem sie jetzt beleuchtet wird, dann, aber auch nur dann, läßt sie sich leicht so einstellen, daß jede ihrer Linien mit genau der richtigen Farbe beleuchtet wird, denn dann stimmt ihre Dispersion genau mit jener des kontinuierlichen Beleuchtungsspektrums überein. Von der farbig beleuchteten Platte wird schließlich durch eine Projektionslinse ein vergrößertes Bild auf einen Schirm entworfen, den man zweckmäßig mit einer nach Angström-Einheiten oder nach  $\mu\mu$  geteilten Wellenlängenskala versieht. Es empfiehlt sich, die Spaltbreite sowohl bei der Aufnahme wie auch bei der Projektion ziemlich groß zu wählen, um nicht zu geringe Helligkeit des Bildes zu erhalten.

Mi

## Personalien

Dr. E. Haynes von der Lick-Sternwarte, der früher Assistent am Lays-Observatorium der Universität Missouri war, ist zum Professor der Astronomie am Beloit College (Wisconsin) und zum Direktor des Smith-Observatoriums ernannt worden. Dieses wurde 1883 von Prof. F. A. Smith gegründet.

---

*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. Das Optophon und seine Vervollkommnungen. Von Max Iklé . . . . . 105<br>2. Stonehenge. Von Vermessungsinspektor Albrecht, Berlin-Schöneberg (Schluß) . . . . . 112<br>3. Trocknet die Erde aus? Von H. Habenicht-Gotha . . . 117 | 4. Kleine Mitteilungen: Eine Sonnenflecken-Gruppe von zwei Jahren Dauer. — Ueber die Rollschwingungen der Schiffe und ihre Beziehungen zur Stabilität. — Geschloßkinematographie . . . . . 119 |
|---|--|

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

## Das Optophon und seine Vervollkommnungen

Von Max Iklé

Zu den edelsten Aufgaben der Menschheit gehört die, solchen Mitmenschen, die eines der Sinne entbehren, ihr schweres Los zu erleichtern. Einen bemerkenswerten Fortschritt zur Erfüllung dieser Aufgabe hat jüngst E. E. Fournier d'Albe erzielt. Diesem Physiker ist es dank jahrelanger Bemühungen gelungen, einen Apparat zu konstruieren, der Erblindeten Unterschiede in der Helligkeit mit Hilfe des Gehörssinnes zur Wahrnehmung bringt. Herr Fournier d'Albe hat sich aber mit dem Erfolg, den dieser „Optophon“ genannte Apparat bedeutet, nicht zufrieden gegeben, und seine unausgesetzten weiteren Bemühungen haben ihn denn auch alsbald zu einer vollkommeneren Form des Optophons, dem „Lese-Optophon“, geführt. In allerletzter Zeit berichtet Fournier d'Albe nun gar über eine noch wesentlich empfindlichere Form seiner Erfindung, das „Typenlese-Optophon“, das Erblindeten die Möglichkeit bietet, gewöhnlichen Druck bis hinab zur Nonpareille-Schrift, also bis zu einer Schrifthöhe von 6 Punkten oder 1,5 mm, zu „lesen“, d. h. mittels des Gehöres deutlich zu erkennen. (Dieser Satz steht in Nonpareille.) Die Wichtigkeit dieser Erfindungen rechtfertigt hier einen etwas ausführlicheren Bericht über ihre verschiedenen Formen. Diese Mitteilungen stützen sich auf die Veröffentlichungen des Erfinders in der „Physikalischen Zeitschrift“ (13, 942, 1912) und in den „Proceedings of the Royal Society of London“ (A, 89, 79, 1913, und 90, 373, 1914), sowie auf briefliche Auskünfte, die mir Herr Fournier d'Albe freundlichst erteilt hat.

Herr Fournier d'Albe macht bei seinem Apparat die auch sonst vielfach (z. B. in der Fernphotographie) verwendete Lichtempfindlichkeit des Selen nutzbar. Bekanntlich ändert sich der Widerstand, den das Selen dem Durchgange eines elektrischen Stromes entgegensetzt, mit der Stärke der Belichtung, die es erfährt. Schickt man einen elektrischen Strom durch einen Selenwiderstand (eine „Selenzelle“ oder „Selenbrücke“ wie man zu sagen pflegt) und ein Galvanometer oder sonst einen zur Messung der Stromstärke geeigneten Apparat, so wird dieser Meßapparat je nach der Belichtung des Selen verschiedene Stromstärken anzeigen. Schaltet man nun in diesen Stromkreis noch einen Unterbrecher ein, der den Strom in bestimmten Zwischenräumen unterbricht, und ersetzt das Galvanometer durch ein Telephon, so hört man in diesem einen Ton, dessen Höhe durch die Zahl der in der Zeiteinheit erfolgenden Unterbrechungen des Stromes, und dessen Stärke durch die Stärke der Belichtung der Selenzelle bestimmt wird. Hiermit liegt das Grundprinzip des Optophons klar. Es bedurfte indessen noch vieler Arbeit, bis ein Instrument entstanden war, dessen Empfindlichkeit zur Wahrnehmung geringer Helligkeitsunterschiede hinreichte.



Das erste praktisch brauchbare Optophon ist im ersten Bilde schematisch dargestellt. Statt der erwähnten einen Selenbrücke sind deren zwei *Se Se* vorhanden. Diese bilden mit den beiden Graphitwiderständen *CC*, dem Widerstande *M* aus Manganindraht, der Batterie *B*, dem Unterbrecher *R* und dem Telephon *Te* eine vollständige Wheatstonesche Brückenschaltung. *K* ist ein Schleifkontakt, der auf dem Manganindraht *M* verschiebbar ist und somit gestattet, das Verhältnis zwischen dessen zu den beiden Graphitwiderständen *CC* zugeschalteten Teilen nach Belieben zu verändern. Von den beiden Selenbrücken *Se Se* wird die eine beständig im Dunkeln gehalten. Sie hätte natürlich auch durch einen gewöhnlichen Widerstand ersetzt werden können, aber die hier gewählte Differentialschaltung, d. h. die Schaltung, die die Differenz zwischen dem durch den belichteten und dem durch den unbelichteten Selenwiderstand fließenden Strom zu benutzen gestattet, hat den Vorteil, daß das Instrument auch dann ohne Neueinstellung des Rheostaten *M* für Lichtunterschiede empfindlich bleibt, wenn die Gesamtbelichtungsstärke verändert wird.

Der Unterbrecher *R* ist ein durch ein Uhrwerk getriebenes Zahnrad und unterbricht den Strom etwa zehnmal in der Sekunde. Jede der beiden Selenbrücken

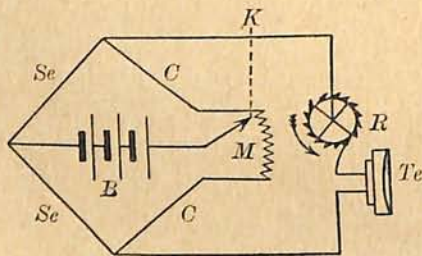


Abb. 1

Die Schaltung des ersten Optophons

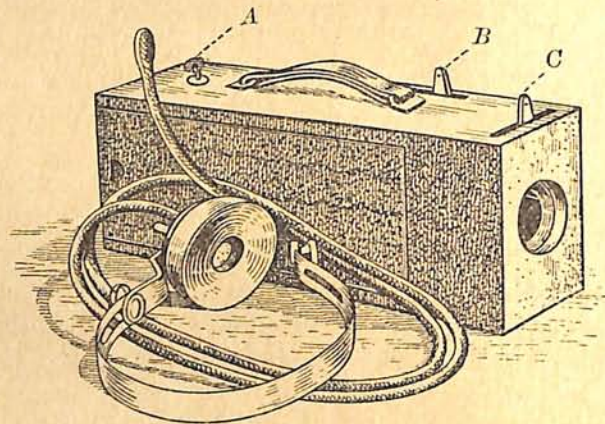


Abb. 2

Das erste Optophon von E. E. Fournier d'Albe

hat einen Widerstand von 1000 bis 2000 Ohm. Als Telephon dient ein Apparat von der in der drahtlosen Telegraphie üblichen Form mit federndem Kopfreifen (Abb. 2). Da von der Batterie *B* (Abb. 1) keine große elektromotorische Kraft verlangt wird, genügt eine kleine Batterie von 4 Volt, wie solche für die jetzt allgemein verbreiteten Taschenlampen benutzt werden und daher leicht und ohne erhebliche Kosten überall zu beschaffen sind.

Die äußere Gestalt des Optophons erinnert, wie aus Abb. 2 ersichtlich ist, an eine photographische Kamera. Der etwa 25 cm lange rechteckige Kasten enthält die ganze Brückenschaltung einschließlich Batterie, Uhrwerk und Unterbrecher, mit einziger Ausnahme des Telephons. Aus dem Kasten sehen wir folgende drei Teile herausragen: den Schlüssel *A*, mit dem das Uhrwerk des Unterbrechers aufgezogen wird, den Hebel *B*, mit dessen Hilfe der Kontakt auf dem Manganinwiderstande verschoben wird, und schließlich den Hebel *C*, der die vor der einen Selenbrücke angeordnete Irisblende mehr oder minder weit zu öffnen gestattet.

Das Optophon in dieser Form wird von dem Optiker der Augenklinik in Birmingham, R. Bailey, 14 and 15, Bennet's Hill, gefertigt, der für die Hand-



habung in einem Prospekte folgende Anweisung gibt: Das Telephon wird mit Hilfe des Kopfreifens vor einem Ohre befestigt. Dabei ist darauf zu achten, daß es unbedingt fest sitzt, damit beide Hände frei verfügbar bleiben. Nun wird mittels des Schlüssels A das Uhrwerk aufgezogen und dann der Hebel B so lange in seinem Schlitz verschoben, bis im Telephon ein summendes Geräusch wahrzunehmen ist. Wenn dies erreicht ist, wird die Öffnung der Irisblende so klein wie möglich gemacht und das Optophon mit der Blende nach Art einer photographischen Kamera gegen den freien Himmel, aber nicht gegen die Sonne gerichtet. Nunmehr wird der Hebel B aufs neue verschoben, und zwar jetzt so lange, bis das Telephongeräusch möglichst schwach geworden ist. Läßt sich dies durch Verschieben des Hebels nicht erreichen, so muß man den Kasten öffnen und den in Abb. 1 mit K bezeichneten Kontakt mit der Hand verschieben. Der Apparat hat jetzt seine höchste Empfindlichkeit.

Wird nun irgendein undurchsichtiger Gegenstand, etwa die Hand, vor der Blendenöffnung des gegen das Licht des Himmels gerichteten Optophons vorübergeführt, so gibt sich diese Beschattung durch ein Summen im Telephon zu erkennen. Die größte Schallstärke kündigt dabei den Vorübergang der Kanten und Ränder an; an diesen Stellen sind nämlich die Helligkeitsunterschiede und mithin auch die Änderungen der Stromstärke am größten. Soll das Optophon seine volle Wirksamkeit entfalten, so braucht es einige Sekunden. Daher sind denn auch langsam vorüberziehende Schatten deutlicher „hörbar“ als rasch vorbeihuschende, doch ist in hellem Lichte jeder noch so rasch vorbeiziehende Schatten wahrnehmbar. In schwachem Lichte tut man gut, die Irisblende so weit wie tunlich zu öffnen. „Lang anhaltende Exposition gegen helles Licht ‚blendet‘ das Optophon gerade so wie das menschliche Auge, und das Optophon braucht daher nach einer solchen einige Ruhe, um seine Empfindlichkeit für schwaches Licht wiederzugewinnen.“ Um nach beendetem Gebrauch den Strom zur Schonung der Batterie auszuschalten, schiebt man den Hebel B ganz zurück und klemmt ihn in dieser Lage fest. Wenn man nach jedesmaliger Benutzung des Apparates diese Vorsichtsmaßregel beachtet, dürfte bei täglich mehrstündiger Anwendung des Optophons eine gewöhnliche Taschenlampenbatterie etwa einen Monat lang ausreichen. Selbstverständlich läßt sich das Optophon auch im Dunkeln verwenden. Dann stellt man zweckmäßig den Apparat so ein, daß das Telephon bei unbelichtetem Selen schweigt. Jedes auf die Selenzelle fallende Licht gibt sich alsdann durch ein mehr oder minder lautes Ansprechen des Telephones kund.

Einige Angaben über die Empfindlichkeit des Optophons in dieser ersten der Öffentlichkeit übergebenen Gestalt dürften von Interesse sein. Der Erfinder berichtet darüber: „Der Telephonstrom im durchschnittlichen (englischen) Tageslicht ist etwa 0,1 Milliampère, und da das Telephon empfindlich genug ist, um einen Strom von 0,1 Mikroampère hörbar zu machen, so genügt die Empfindlichkeit des Optophones vollständig, um die helleren Lichtkontraste der Gegenstände bei Tagesbeleuchtung dem Ohr vernehmbar zu machen, während bei Nacht Kerzen-, Öl- und Gasflammen auch auf 20 m Entfernung mit Sicherheit von Blinden lokalisiert werden können.“ — Praktische Versuche, die in verschiedenen Blindenanstalten Englands angestellt worden sind, bewiesen die volle Brauchbarkeit des Optophons. Mit seiner Hilfe vermochten völlig erblindete Personen ohne Vorübung mit Leichtigkeit die Lage der Fenster im Zimmer anzugeben und die Fensterkreuze zu bezeichnen; auch konnten sie mit Sicherheit angeben, wann Personen zwischen Fenster und Optophon oder vor dem Fenster vorübergingen.



Einigen der Blinden gelang es sogar, verschiedene Personen an ihren weißen Vorhemden oder ihren weißen Schürzen zu erkennen.

Der Wert des Apparates für völlig Blinde steht nach dem Gesagten wohl außer Zweifel. Indessen warnt Fournier d'Albe selbst ausdrücklich davor, seine Bedeutung für nur teilweise Erblindete zu hoch einzuschätzen. In dieser seiner einfachsten Gestalt vermag das Optophon nur Helligkeitsunterschiede zu Gehör zu bringen, aber solche kann ein nicht völlig Erblindeter auch ohne besondere Hilfsmittel feststellen. — Wir werden sogleich sehen, wie es Fournier d'Albe gelungen ist, seine Erfindung so zu vervollkommen, daß ihre Bedeutung auch für nur teilweise Erblindete nicht zu unterschätzen ist.

Ein derartig wertvoller Apparat ist das „Leseoptophon“. Die Abb. 3 zeigt, daß es sich von seinem Vorgänger nicht unerheblich unterscheidet und an Einfachheit eingebüßt hat. Dafür ist aber auch seine Leistungsfähigkeit ungleich höher, wenn es auch das Lesen mit dem Ohre zunächst nur unter Benutzung be-

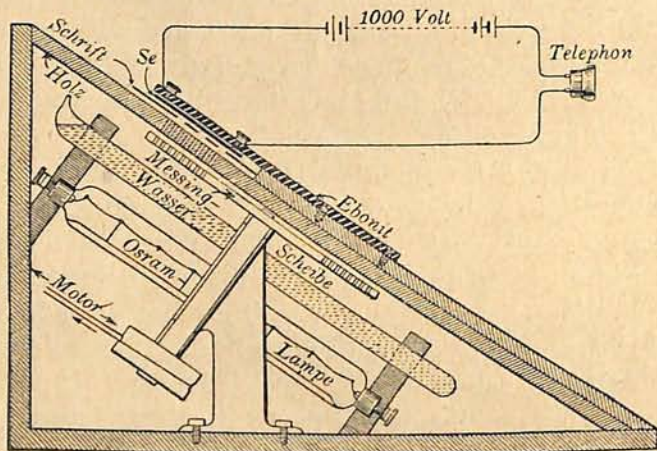


Abb. 3  
Fournier d'Albes Leseoptophon

sonderer Schriftarten gestattet. Dieses Leseoptophon wurde am 11. September 1913 den Teilnehmern an der Jahresversammlung der British Association for the Advancement of Science in Birmingham zum ersten Male vorgeführt. Auch bei diesem Apparate wird wiederum eine Selenbrücke Se intermittierend belichtet. Im gleichen Takte ändert sich dabei ihr elektrischer Widerstand und folglich die Stärke des durch sie und durch ein Telephonfließenden Stromes. Diese Schwankungen der Stromstärke werden im Telephon dann als Ton wahrgenommen. Vielfache frühere Erfahrungen haben den Beweis erbracht, daß das Selen imstande ist, den Lichtschwankungen außerordentlich schnell zu folgen. Weiter hat eine eingehende Untersuchung Fournier d'Albes mit Sicherheit ergeben, daß die augenblickliche Leitfähigkeitsänderung des Selens unter dem Einflusse des Lichtes der Änderung der Lichtstärke nahezu proportional ist. Infolgedessen ist denn auch bei einer und derselben Lichtstärke die Größe der Änderung, also auch die Schwingungsweite der Telephonmembran, der Schwingungszahl nahezu umgekehrt proportional. Diese Proportionalität würde zur Folge haben, daß bei der Umwandlung von Lichtschwankungen in Telephontöne die höheren Töne matter werden als die tieferen. Glücklicherweise greifen hier die Resonanzverhältnisse des menschlichen Ohres und der Telephonmembran dadurch ausgleichend ein, daß sie ihrerseits die höheren Töne verstärken. In der Praxis hat sich denn auch herausgestellt, daß die größte Hörbarkeit ungefähr bei 1000 Schwingungen in der Sekunde liegt, also etwa beim Tone c".

Betrachten wir nun an der Hand unseres dritten Bildes das Leseoptophon etwas näher, so sehen wir zunächst den gleichsam das Lesepult bildenden hölzernen Kasten, der nahezu alle Teile des Apparates mit Ausnahme der Selenzelle und des Telephones aufnimmt. Als Lichtquelle wirkt in ihm eine 100-kerzige



Osram-Röhrenlampe. Eine zylindrische Wasserlinse konzentriert das von dieser Lampe ausgehende Licht auf eine Messingscheibe, die nach Art der Scheibe einer Seebeck'schen Lochsirene acht konzentrische Kreise mit Löchern enthält. Auf jedem dieser Kreise sind die Löcher gleichmäßig verteilt, und die Zahl der Löcher in den aufeinanderfolgenden Kreisen entspricht den Zahlenverhältnissen der Schwingungszahlen der Töne der diatonischen Tonleiter, nämlich der Zahlenreihe: 24, 27, 30, 32, 36, 40, 45, 48. Durch den in der unteren linken Ecke im Bilde angedeuteten Motor wird die Scheibe in rasche Umdrehung versetzt; sie führt etwa 20 bis 30 Umläufe in der Sekunde aus. Die Pultfläche des Holzgehäuses ist an acht in einer Geraden liegenden Stellen durchbohrt, und zwar so, daß diese Lochreihe genau über einer der radialen Lochreihen der Sirenenscheibe steht. In diese Löcher der Holzwand sind an den Enden flach abgeschnittene Glasstäbe so eingefügt, daß sie außen mit der Holzfläche bündig abschließen. Ihnen gegenüber ist die Selenbrücke *Se* befestigt. Wenn die Löcher der Sirenenscheibe den Strahlengang freigeben, fällt infolge dieser Anordnung das von der Osramlampe ausgehende Licht nicht als „ausgezogene“ sondern als „gestrichelte“ Linie auf die Selenbrücke. Zwischen die äußeren Enden der Glasstäbe und die Selenbrücke wird nun die Schrift gebracht. Als solche dienen undurchsichtige Schriftzeichen auf einem durchsichtigen Gelatinestreifen. Zieht man einen mit solchen Schriftzeichen bedeckten Gelatinestreifen senkrecht zur Reihe der Glasstabenden über diese hinweg, so werden die Lichtstrahlen durch die einzelnen Schriftzeichen abwechselnd freigegeben und unterbrochen.

Wenn wir jetzt einmal von der Schrift absehen und den Motor in Gang setzen, wird der Lichtstrahl am äußersten Ende unserer gestrichelten Linie doppelt so oft unterbrochen wie der der Achse zunächst gelegene. Der fünfte Lichtstrahl von der Achse aus wird anderthalb mal so oft unterbrochen wie die innerste, usw. Die einzelnen Punkte der Lichtlinie übertragen ihre Unterbrechungen auf die Selenbrücke. Das Leitvermögen dieser Brücke erfährt dadurch periodische Änderungen, deren Anzahl den Lochzahlen der einzelnen Lochkreise entspricht, und die Folge hiervon wird naturgemäß sein, daß das Telephon für jeden dieser Punkte einen bestimmten musikalischen Ton erklingen läßt. Das ist auch dann der Fall, wenn die einzelnen Lichtbündel auf einen und demselben Teile der Selenbrücke übereinandergreifen. In diesem Falle vernimmt man im Telephon Schläge ähnlich wie bei gleichzeitigem Anschlagen nebeneinanderliegender Tasten auf dem Klavier. Bei diesem schnellen plötzlichen Wechsel zwischen Hell und Dunkel, der hier mehrere hundertmal in jeder Sekunde erfolgt, fällt die Trägheit des Selens ganz fort, die sich bei so vielen anderen Anwendungen der Lichtempfindlichkeit des Selens (so bei der elektrischen Bildübertragung) in überaus störender Weise fühlbar macht. Durch das Fehlen dieser Trägheit wird auch die beim Optophon in seiner Urgestalt erforderlich gewesene Verwendung einer zweiten Selenbrücke in Differentialschaltung hier überflüssig. Wir sehen daher in unserm Bilde auch nur eine Selenbrücke *Se*.

Nach alledem brauche ich über die Wirkungsweise des Leseoptophons nur noch wenig zu sagen. Die einzelnen „Noten“, d. h. die durch die einzelnen Strahlenbündel erzeugten Töne werden durch die undurchsichtigen Schriftzeichen auf dem Gelatinestreifen in charakteristischer Weise unterbrochen. Infolgedessen ertönen im Telephon entsprechende charakteristische Tonreihen. Wir wollen ein bestimmtes Beispiel wählen und annehmen, daß die Sirenenscheibe  $21\frac{1}{3}$  Umläufe in der Sekunde ausführe. Dann ergeben die einzelnen Lochkreise



der Scheibe die Töne der C-Dur-Tonleiter in der zweigestrichenen Oktave. Wir hören dann beim Vorbeigange eines von innen nach außen gezogenen schrägen Striches auf dem Gelatinestreifen vor der Reihe der Glasstäbe die aufsteigende Tonleiter, beim Vorbeigange eines von außen nach innen gezogenen die absteigende. So wird jeder Linienform eine bestimmte Tonfigur entsprechen, und es bedarf nicht allzu großer Mühe, diese Tonfiguren nach einiger Übung den richtigen Zeichen zuzuordnen. Eine Verwechslung ist nach Fournier d'Albes praktischen Versuchen mit Blinden nach kurzer Handhabung des Apparates nicht vorgekommen. Den senkrechten Strichen des H, des M, des N usw. entspricht beispielsweise ein Chaos von Tönen, dem schrägen Strich im N eine absteigende Tonleiter, den drei wagerechten Strichen des E ein Dreiklang, dem O und S entsprechen ganz charakteristische „Läufe“. Nach den Erfahrungen des Verfassers brauchten Blinde zur Erlernung des großen Alphabetes ungefähr eine Stunde. Nach dieser Zeit konnten sie etwa eben so schnell „lesen“ wie Sehende.

Die kleinste mit diesem Apparate gut lesbare Schrift war etwa  $2\frac{1}{2}$  cm hoch. Die photographische Übertragung gewöhnlicher Druckschrift in transparente „Weiß- auf Schwarz-Optophonschrift“ bietet kaum Schwierigkeiten, und es wäre sonach nur eine Frage der photographischen Technik, „Optophondrucke“ herzustellen.

Die besten Erfolge wurden mit einer Spannung von 1000 Volt erzielt. Dabei betrug der Widerstand der Selenbrücke mehrere Millionen Ohm und jener der Telephone — man benutzt zweckmäßig an jedem Ohre einen Hörer — je 4000 Ohm.

Den Vorteil dieses Leseoptophons gegenüber der Brailleschrift erblickt Fournier d'Albe darin, daß es eine für jedermann lesbare Schrift verwendet, während der Kreis jener Sehenden, die die Brailleschrift zu lesen in-stande sind, recht beschränkt ist. Der Erfinder hält es indessen für fraglich, ob es gelingen wird, den Herstellungspreis des immerhin recht kostspieligen Apparates soweit herabzusetzen, daß er eine größere Verbreitung zu erlangen vermag. Es dürften aber wohl bei der Erörterung dieser Frage zwei Punkte berücksichtigt werden müssen, die zugunsten des Leseoptophones sprechen, und die der Erfinder anscheinend nicht in Betracht gezogen hat. Einmal besteht ein großer Vorteil des Leseoptophones darin, daß mehrere Blinde gleichzeitig ein und dasselbe „Buch“ lesen können. Zweitens kann sich der Blinde, da ihm ja bei automatischer Vorwärtsbewegung des Gelatinestreifens beide Hände frei zur Verfügung stehen, während des Lesens mit irgendeiner Handarbeit beschäftigen, was bei Benutzung der Brailleschrift ja ausgeschlossen ist.

Es lag nahe, nicht nur Buchstaben in „Optophonschrift“ zu übertragen, sondern auch Noten. Diese Optophonschrift muß natürlich sowohl der Musik, wie auch dem Apparat angepaßt sein, um Musikstücke richtig wiedergeben zu können. Da infolge der Art der Erregung die „Optophontöne“ frei von Ober-tönen sind, so zeichnen sich die auf diesem Instrument gespielten Musikstücke durch besondere Klangreinheit aus. Fournier d'Albe hat auch ein „musikalisches Optophon“ gebaut, bei dem der Spieler die Belichtung der einzelnen „Töne“ durch eine Tastatur freigibt oder unterbricht. Da es bei einem solchen Instrumente möglich ist, die einzelnen Töne beliebig lange andauern und nach Belieben an- und abschwellen zu lassen, so eröffnet sich hier ein weites Feld zur Erzielung eigenartiger Klangwirkungen. Vielleicht macht sich einer unserer modernen Komponisten diese Möglichkeit zu Nutze.



Die Notwendigkeit, die Dienste der Photographie zur Übertragung gewöhnlichen Druckes in Optophondruck in Anspruch zu nehmen, erschien dem Erfinder als ein wesentlicher Mangel seines Apparates. Einmal werden dadurch die „Druckkosten“ nicht unerheblich gesteigert, und zweitens wird dadurch ein unliebsamer Zeitverlust bedingt. Möchte doch der Blinde, wenn er schon ein Leseoptophon zur Verfügung hat, gerade so gut seine Tageszeitung zum Morgenkaffee lesen wie sein sehender Mitbürger. Fournier d'Albe war deshalb darauf bedacht, seine Erfindung soweit zu vervollkommen, daß sie das Lesen gewöhnlicher Druckschrift gestattete. Um dieses Ziel zu erreichen, mußte er drei Aufgaben erfüllen. Erstens mußte die Länge der gestrichelten Lichtlinie auf die Größe gewöhnlichen Zeitungsdruckes, also auf etwa 1,5 mm, herabgedrückt werden. Zweitens muß das Licht so stark sein, daß es nach diffuser Reflektion an der bedruckten Papierfläche die Leitfähigkeit des Selens noch genügend zu beeinflussen vermag. Drittens muß auch die Empfindlichkeit der Telephonanordnung entsprechend gesteigert werden. Wir wollen nun sehen, wie Herr Fournier d'Albe diese Aufgaben gelöst hat. Hierzu dient uns die Abbildung 4, die das „Typenlese-Optophon“ schematisch wiedergibt. In dieser Figur ist der leicht verständliche Strahlengang nicht angedeutet, um die Figur nicht unnötig zu komplizieren.

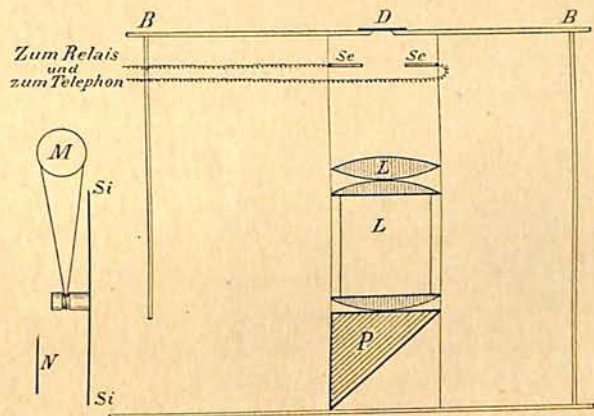


Abb. 4  
Das Typenlese-Optophon

Das von dem geraden Nernstleuchtkörper N ausgehende Licht durchläuft die Lochreihen der von einem bei M angedeuteten Motor angetriebenen Sirenscheibe Si. Es fällt dann auf das rechtwinklige Prisma P und wird von dessen Hypothenusenfläche aufwärts reflektiert. Die Linsenkombination L mit kurzer Brennweite vereinigt die Strahlen, so daß ein Bild der Lochreihe durch den Spalt in der oberen Deckplatte BB auf die von dieser getragene Drucksache D entworfen wird. Das bedruckte Papier wird so auf die Platte BB gelegt, daß der Druck der Linse L zugekehrt ist. Die Selen- oder Antimonit-Brücke Se, Se, ist möglichst dicht unterhalb der Platte BB angeordnet und ist durchlocht, um den auf die Schrift auffallenden Strahlen den Durchgang zu gestatten. Die Brücke wird dann von dem von D aus diffus reflektierten Lichte getroffen; dieses Licht wird unterbrochen, so oft der auffallende Strahl in D auf Druckerschwärze trifft. Die Selenbrücke ist mit einem Relais und weiter mit den Telephonhörern verbunden.

Wird nun das bedruckte Papier mit der abwärtsgekehrten Schrift über den Spalt in BB hinweggezogen, so ist der Ton im Telephon am stärksten, wenn weiße unbedruckte Flächen über den Spalt dahingleiten, am schwächsten, wenn schwarze Schrift über ihn hinweggeht. Natürlich erfolgt die Bewegung des Papiers mit möglichst gleichmäßiger Geschwindigkeit in der Richtung der Druckzeilen und senkrecht zur Reihe der Lichtpunkte. Beim Lesen mit diesem Apparate muß man demnach, im Gegensatz zur Benutzung des zuvor beschriebenen Leseoptophons, auf das Aussetzen der einzelnen Töne achten, nicht auf



deren Auftreten. Man muß die Druckschrift so anordnen, daß die größte Buchstabenhöhe gerade mit der Länge der Lichtpunktreihe übereinstimmt. Eine Einstellvorrichtung an der Linse gestattet, diese so zu verschieben, daß das Bild der Lochreihe in der Ebene der Schrift gerade die größte Buchstabenlänge einnimmt. Es empfiehlt sich, mindestens 8 Lochkreise in der Sirenscheibe zu verwenden, und zwar 6 für Buchstaben wie a, c, e, m usw. und je eine für die nach oben bzw. unten hervorragenden Buchstaben wie b, d, bzw. g, p.

Da, wie bereits erwähnt, hier das Aussetzen der einzelnen Töne beobachtet wird, muß man die Tonreihe so wählen, daß dieses Aussetzen auch leicht erkennbar wird. Gute Erfolge wurden mit einer Tonreihe erzielt, die sowohl Konsonanzen wie auch Dissonanzen ergibt, etwa mit der Reihe g, c', d', e', g', b', c'', e''. Natürlich werden sich auch andere, ebenso gut brauchbare Tonreihen auffinden lassen. Vielleicht sind auch für verschiedene Ohren verschiedene Tonreihen besonders gut geeignet.

Ebenso wichtig wie eine genaue Einstellung des Linsensystems ist natürlich ein genaues Anliegen der Schrift an der Platte BB. Hierfür sorgt eine einfache auf der Platte angebrachte Führungsvorrichtung, die in der Abbildung fortgelassen worden ist.

Überblicken wir die hier kurz geschilderte Entwicklungslinie, so ist überraschend, in wie kurzer Zeit aus einem Instrument, das den Blinden nur die Wahrnehmung von Helligkeitsunterschieden gestattete, ein Apparat entstanden ist, der ihnen ermöglicht, fast jede Druckschrift zu lesen. Es erscheint daher keineswegs ausgeschlossen, daß die den verschiedenen Optophonen zugrunde liegenden Prinzipien zu nützlichen Anwendungen auf ganz anderen Gebieten führen könnten. Eine derartige Möglichkeit haben wir bereits oben im „musikalischen Optophon“ kennen gelernt. Es würde sich dann der Fall wiederholen, der bei der Schreibmaschine eingetreten ist, die ursprünglich für die Bedürfnisse der Blinden ersonnen und heute zum allgemeinen Gebrauchsgegenstande der Sehenden geworden ist.

---

## Stonehenge

Von Vermessungsinspektor Albrecht, Berlin-Schöneberg

(Schluß)

Bei der Frage nach dem eigentlichen Zweck des Baues von Stonehenge müssen wir vor allem die Pfeilerstellung der Trilithen zu erklären suchen. „Jeder Deutungsversuch“, sagt W. Pastor<sup>1)</sup>, „muß unzureichend bleiben, der mit diesen Trilithen nichts anzufangen weiß.“ W. Pastors Ansicht sei im folgenden kurz mitgeteilt: „Ich hoffe, es wird nicht als allzu unwissenschaftlich empfunden, wenn ich einfach erzähle, wie ich zu der Deutung kam, die, wie ich glaube, dieses ganze Trilithenrätsel löst. Als ich an jenem 15. September in den Umfassungsring von Stonehenge trat und zum Innenraum hinübersah, löste dieser Eindruck eine merkwürdige Erinnerung in mir aus. Ich mußte an eine Kirche zurückdenken, die ich als Schulknabe regelmäßig besucht hatte. Es stand da hinter dem Altar eine Christusgestalt, an Größe alles andere über-

---

<sup>1)</sup> W. Pastor: Stonehenge. „Ztschr. für Ethnologie“, 43. Jahrg. 1911 S. 163 ff. Siehe auch den gleichnamigen Aufsatz desselben Verfassers im Unterhaltungsblatt der „Täglichen Rundschau“ vom 30. September 1910



ragend, und rechts und links von ihr, den Altar hufeisenförmig umschließend, je zwei Apostel. Die ganze Anlage der Christenkirche schien mir mit der in diesem Heidentempel so seltsam verwandt, daß es mir kein Zweifel mehr war: dieser Tempel war fünf Gottheiten geweiht, unter denen eine durch den gewaltigsten Trilithen, den unmittelbar hinter dem Altar, als Hauptgottheit klar ausgezeichnet war. Die Gottheiten selbst konnten natürlich in Trilithen nicht nachgebildet sein, wohl aber war es im höchsten Grade wahrscheinlich, daß in diesen Trilithen Leerthronen geschaffen waren, auf denen man sich die Gottheiten bei den heiligen Handlungen gegenwärtig dachte.

„Was Leerthronen sind, hat Herr Schuchhardt, der als erster nach Reichel diese Frage ernstlich behandelte, mehrfach hier auseinandergesetzt. Man wird zugeben müssen, daß die Vorstellung einer gewissen Größe nicht entbehrt, sich auf solch einem Trilith eine unsichtbare Gottheit in jener wuchtig stilisierten Art zu denken, wie sie der nordischen Kunst noch tief ins zweite nachchristliche Jahrtausend hinein bei monumentalen Werken eigentümlich war. Diese Vorstellung steht an Kraft und Monumentalität in nichts den altägyptischen granitenen Königsstatuen nach.

Die erste Bestätigung dafür, daß die fünf Stonehenge-trilithen in der Tat als Götterleerthronen zu deuten seien, wurde mir, wie gesagt, von Herrn Schuchhardt selbst. Er machte mich auf zwei Stellen eines Werkes über Stonehenge von Edgar Barclay aufmerksam. An der einen ist nach alten Autoren berichtet, daß die Kelten fünf Gottheiten verehrten. An der andern ist ein vierkant zugehauener Menhir aus der Bretagne mit Bildern der Gottheiten selbst wiedergegeben (die eine der Seiten trägt, um die Fünffzahl voll zu machen, zwei Götterbilder). Beim Suchen in der Literatur fand ich eine weitere Bestätigung in Krauses „Tuiskoland“. Krause berichtet, daß in alten Schriften Trilithen mehrfach unter der Bezeichnung „Fanum Mercoris“ und unter Namen wie Markore, Markole erwähnt werden. Dieser Markor, latinisiert Mercurius, war nach Tacitus (Germania IX) die oberste Gottheit der Germanen. Von ihm scheint also die Sitte des Trilithen als eines Leerthrones dann auch auf kleinere Gottheiten übergegangen zu sein.“

Dieser Deutungsversuch Pastors leitet die Tempelnatur von Stonehenge hauptsächlich aus den Trilithen her; ob mit Recht oder Unrecht, steht noch dahin. Pastor fand nämlich gleich nach Veröffentlichung dieser seiner Ansicht heftigen Widerspruch. Sowohl Schuchhardt wie Kiekebusch<sup>1)</sup> hielten den Vergleich der drei höchsten Trilithen mit den drei Figuren in einer christlichen Kirche für nicht angängig. U. E. erscheint es auch bedenklich, gerade die fünf Gottheiten der Kelten für eine Erklärung der Fünffzahl der Trilithen in Anspruch zu nehmen, da die Kelten erst um 1000 v. Chr. nach Britannien gekommen sein sollen<sup>2)</sup>. Aber auch angenommen, sie wären bereits um 2000 v. Chr., also zur Erbauungszeit von Stonehenge, dort gewesen, so müßte man annehmen können, daß sie in ihren Stammsitzen, die im wesentlichen im heutigen Deutschland zu suchen sind, ähnliche Steinsetzungen, wenn auch kleineren Umfangs, hinterlassen hätten. Von solchen ist aber nichts bekannt. Wie sollten sie nun in Britannien das kunstvollste Steindenkmal, zu dem lange und ruhige Erbauungs-

1) „Ztschr. für Ethnologie“, 43. Jahrg. 1911 S. 170 und 172

2) Nach R. Hippisley Cox (Guide of Avebury, London 1909 S. 12) soll die erste Einwanderung der Kelten in Britannien zwischen 1000 und 2000 v. Chr. erfolgt sein



zeiten und eine weite megalithische Vorkultur erforderlich waren, zustande gebracht haben!

Auch Hubert Schmidt („Ztschr. für Ethnologie“ 1911, S. 173) wendet sich gegen Pastors Trilithendeutung und meint, die Trilithen von Stonehenge „sind nichts anderes, als der äußere Kreis von Steinpfeilern, die durch Architrave verbunden sind, stellen also den durchbrochenen Pfeilerkreis im Innern dar und mögen ihre Erklärung in den architektonischen Verhältnissen der Anlage finden“. Diese Deutung erklärt allerdings nicht die auffallende Hufeisenform. Das Hufeisen erinnert naturgemäß an das Pferd, es wäre daher vielleicht nicht unwahrscheinlich, wenn wir in dieser Form eine Beziehung zu dem von Bing angenommenen Pferdegott sehen, der mit dem Sonnenkult in Verbindung stand (Pferd vor dem Sonnenwagen). Der charakteristische Abdruck eines Pferdehufs hätte danach zur Grundrißbildung der Trilithenstellung geführt. Nahm man so wirklich das Hufeisen zum Muster und suchte den verstärkten mittleren Teil eines solchen auch baulich zum Ausdruck zu bringen, so lag wegen der ungefähr gleichmäßigen Dicke der Sarsenplatten nichts näher, als dem mittelsten Bauteil die größte Höhe zu geben und die Flügel in den Höhen abzustufen. Damit war es natürlich unmöglich geworden, durch einen horizontal liegenden, zusammenhängenden Auflagekranz die einzelnen Pfeiler miteinander zu verbinden. Es entstanden zusammengesetzte Gebilde einfachster Form, nämlich Dreisteine, bei denen, um architektonisch besonders wirkungsvoll zu erscheinen, die einzelnen Pfeiler so dicht wie möglich aneinandergesetzt wurden.

So wäre auch durch die Hufeisenform eine Hindeutung auf den Sonnenkult gegeben, der nach Montelius<sup>1)</sup> in England wie in anderen Ländern in und außerhalb Europas Jahrtausende lang in Geltung war. Es fragt sich aber, ob diese Hindeutung genügt, um Stonehenge als Sonnentempel zu deuten. Schuchhardt hat sich in seinem mehrfach genannten Aufsatz gegen die Tempelnatur ausgesprochen und nachgewiesen, daß so frühe Völker keine Tempel, von Menschenhänden gemacht, kannten, daß sie vielmehr in heiligen Hainen usw. ihre Gottheiten verehrten. Es muß in der Tat auffallen, daß, wenn der sogen. Altarstein wirklich ein Altar war, dieser nicht in die Mitte der ganzen Anlage gestellt wurde. Man hat den Eindruck, daß sich gerade in der freien Mitte das Wesentlichste befand, das durch die Trilithen gleichsam wie mit zwei Armen schirmend eingeschlossen wurde. Weist man mit Schuchhardt dem Altarstein eine aufrechte Stellung zu, so bleibt wohl nur die eine Lösung dieser offenen Frage, daß in der Mitte ein Grab vorhanden war, daß neben dem Grab der Altarstein als Grabstele aufgestellt, und daß dieses Grabes wegen der imposante Bau errichtet wurde. Der Götterkult Pastors wäre damit durch einen Ahnenkult ersetzt. Gowland meint zwar<sup>2)</sup>, daß kein positiver Beweis für eine Bestattung innerhalb der Anlage erbracht sei. Hat man aber tatsächlich keine Grabreste gefunden?

Nach Schuchhardt liegen zwei Ausgrabungsberichte vor: Stukeley hat 1723 auf Lord Pembrokes Veranlassung an der Innenseite des Altarsteines gegraben, ungefähr in der Mitte 4' (1,2 m) am Rande des Steins entlang und 6' (1,8 m) einwärts nach der Mitte des Hufeisens zu. „Schon 1' (30 cm) tief kamen wir auf den festen mit Feuersteinen vermischten Kalk, der nie berührt war.

<sup>1)</sup> Montelius a. a. O. S. 139

<sup>2)</sup> Gowland a. a. O. S. 52



Der Altar war genau eine Elle dick, aber sein eines Ende war traurig verstümmelt“. Den zweiten Bericht gibt R. Colt Hoare (1812), indem er sagt, Mr. Cunnington habe nahe dem Altar gegraben und bis zu einer Tiefe von 6' (1,8 m) losen Boden angetroffen. In dieser Tiefe fand er einige Blöcke von Sarsensteinen, drei Bruchstücke roher halbgebrannter Tonware und etwas Holzkohle. Schuchhardt schließt aus diesen Berichten, daß in der Mitte von Stonehenge der gewachsene Boden vom losen leicht und sicher zu unterscheiden ist. „Stukeley hat auf seiner Strecke nur festes Erdreich angetroffen, Cunnington dagegen offenbar gleich daneben eine Vertiefung von 6' (1,8 m) und darin Funde, die an sich unbedeutend und nichtssagend erscheinen, aber durch die vielfachen Analogien aus ihrer Nachbarschaft ihre Sprache erhalten“. Diese Analogien geben die in ungemein großer Anzahl von Stonehenge befindlichen Grabhügel. Wir sahen schon, daß diese Absplisse des Steinmaterials von Stonehenge erhalten und deshalb aus ungefährr derselben Zeit stammen wie das Steindenkmal selbst. Was hier aber interessiert, ist, daß wir zwischen dem Grundriß mancher dieser Gräber und Stonehenge eine gewisse Ähnlichkeit finden, d. h. wir finden bei den sogen. Diskusgräbern einen kreisrunden Erdwall mit Graben und in der Mitte des dadurch eingeschlossenen Gebietes eine kleine Erdanschüttung, unter der regelmäßig ein Schachtgrab gefunden wurde<sup>1)</sup>. Die kleine Erdanschüttung wäre mit dem eigentlichen Stonehenge-Bau zu vergleichen. Schuchhardt nennt beide Arten „bürgerlich“ und „fürstlich“ und glaubt, daß die in 1,8 m Tiefe vor dem Altarstein gefundenen Sachen: Stücke von Sarsengestein, Topfscherben und Holzkohle von einem dem Schachtgrabe der Diskusgräber ähnlichen Grabe stammen. Außerdem hat Schuchhardt an einer Reihe anderer monumentalen englischen Megalithbauten nachgewiesen, daß wir es bei diesen stets mit Begräbnisstätten zu tun haben. Es ergab sich, daß die Bestattungen unmittelbar vor oder neben den Pfeilern vorgenommen worden waren. In Criechie zeigte sich nicht nur in der Mitte, sondern auch unmittelbar vor jedem der sechs im Kreise stehenden Steine eine Bestattung. Schuchhardt wirft daher die Frage auf, ob nicht auch bei Stonehenge die Blausteinpfeiler errichtet waren, um allmählich vor jedem eine Bestattung vorzunehmen. Analogien mit Griechenland (Gräberrund von Mykenä) und die Entwicklung der Bedeutung von Grabstelen führen schließlich Schuchhardt dazu, anzunehmen, daß der Altarstein eine aufrecht stehende Grabstele darstellt, vor der sich ein Schachtgrab befand, daß der astronomische, wie der Schlachtstein und die Tumuli am Grabenrund Grabstelen bzw. Gräber selbst sind, daß die ganze Anlage überhaupt als eine monumentale Grabanlage zu deuten ist. Abgesehen davon, daß diese Deutung zweifellos zu der Behandlung der Umgebung von Stonehenge durch die Erbauer

---

<sup>1)</sup> Es mag hier die Schilderung einer Bestattungsart von Helden der Jetztzeit Platz finden. Der Kriegsberichterstatler W. Scheuermann äußert sich in einer Beschreibung der Kämpfe vor Verdun unter dem 4. September 1914 in der „Deutschen Tageszeitung“ u. A. wie folgt: „Die Kameraden haben auf dem Hügel eine hohe Platte aus gelbem Kalkstein aufgerichtet. Wie ein Bautastein, den Wickinger dem gefallenen Waffenbruder an fernem Gestade setzten, so ragt das Denkmal über die Hügel am Argonner Walde. Auf den Stein haben die Kameraden Namen, Dienstgrad, Regiment und Todestag einstweilen mit Rotstift aufgezeichnet, ehe der Steinmetz die Inschrift nachziehen kann. Ein Steinkreis aus kleinen Blöcken umgibt den engen Bezirk, der den Toten gehört.“ Auch hier Grabstele und Steinkreis, obwohl die treusorgenden Kameraden sicher keine Archäologen waren, die in Erinnerung an Bestattungsarten frühester Völker ihren Lieben eine einfache, aber doch würdige Ruhestätte bereiten wollten.



als weit ausgedehnter Friedhof vortrefflich paßt, findet sie durch die von uns erst kurz erwähnte Anlage des sogen. Cursus,  $\frac{1}{4}$  Stunde nördlich von Stonehenge, eine Stütze. Felszeichnungen klären uns darüber auf, daß Rennwagen bereits von vorgeschichtlichen nordischen Völkern benutzt wurden. Anordnung und Ausgestaltung dieser sehr langen (rd. 2700 m) und schmalen (rd. 100 m) Umwallung weisen auf diesen Zweck hin. Sie ist fast vollständig von Grabhügeln frei. Die beiden Enden der Bahn liegen höher als die Mitte, so daß die Zuschauer bei den Rennen die ganze Strecke gut übersehen konnten. In homerischer Zeit wurden u. a. am Grabe des Patroklos Rennen abgehalten, so daß auch hierin die Analogie mit späteren griechischen Gebräuchen auffallend ist. Die Annahme: Stonehenge als fürstliche Grabanlage inmitten eines riesigen Friedhofes für gewöhnliche Sterbliche mit Wagenrennen als Leichenspielen hat daher viel Wahrscheinlichkeit für sich<sup>1)</sup>. Die Avenue soll nach Schuchhardt mit einem Zweige zur Rennbahn, mit dem anderen, der wahrscheinlich in östlicher Richtung verlief, zur alten Ansiedlung Amesbury am Avon geführt haben (s. Abb. 1).

Schuchhardts Untersuchungen haben jedenfalls ergeben, daß bei Stonehenge ursprünglich die Grabnatur die Hauptrolle gespielt haben mag. Englands größte Forscher auf diesem Gebiete, Lord Avebury und Arthur John Evans, sind gleicher Meinung und glauben, daß diese zunächst dem Ahnenkult geweihte Stätte später vielleicht dem Götterkult gedient habe. Nehmen wir hierzu die von Lockyer klar nachgewiesene astronomische Orientierung — eine Frage, in der besonders in Bezug auf die geometrische Verbindung Stonehenges mit den benachbarten vorgeschichtlichen Bauten sicher noch nicht das letzte Wort gesprochen ist —, so schließt sich wohl dadurch erst der Ring der Deutung: Stonehenge eine Grab- und Kultstätte, erbaut unter der Herrschaft des nordischen Sonnenkult.

## V

Die volle Saat der Stonehenge-Forschung ist noch nicht aufgegangen. Manch Korn der Untersuchung fiel auf noch nicht genügend vorbereiteten Boden. Der Zukunft bleibt es vorbehalten, den Boden der Erforschung unserer nordischen Vorgeschichte weiter durchzuarbeiten, um die Frucht der Deutung megalithischer Monumentalbauten zu ernten. Wenn wir es dennoch unternehmen, im folgenden das mitzuteilen, was bei der Frage nach dem Wesen und Zweck von Stonehenge u. E. als das Wahrscheinlichste in Frage kommen könnte, so sei hinzugesetzt, daß es sich hierbei im Wesentlichen leider noch um Vermutungen handelt:

1. Stonehenge ist als monumentale, architektonisch besonders kunstvoll ausgebildete Grabanlage im Ausgang der Steinzeit oder in der frühen Bronzezeit, etwa um 2000 v. Chr., erbaut worden.
2. Das Grab (Flachgrab) befand sich vermutlich im Mittelpunkt der Anlage. Der „Altarstein“ stand ehemals als Grabstele zwischen dem Grab und dem größten Trilithen. Stonehenge lag inmitten eines weit ausgedehnten

<sup>1)</sup> Lockyer hält den Cursus für eine astronomisch orientierte Prozessionsstraße. Wegen des Azimutes von ungefähr  $84^{\circ}$  (Nord nach Ost) soll der Plejadenaufgang zur Orientierung gedient haben (a. a. O. S. 155). Wenige hundert Meter nordwestlich von dem Cursus liegt eine zweite Anlage von ähnlicher Form, aber viel kleiner; nur ihr westlicher Teil ist erhalten. Der Rest ist ungefähr 360 m lang und rd. 700 m breit.



Gräberfeldes. Der „Cursus“ war eine bei Leichenfeierlichkeiten benutzte Rennbahn.

3. Zur Zeit der Erbauung herrschte der Sonnenkult. Die Grabanlage wurde daher nach dem Sonnenaufgang zur Sommersonnenwende orientiert. Die Stelle des Sonnenaufgangs rahmte man vermutlich mit zwei Steinen ein, von denen der „astronomische Stein“ erhalten geblieben ist. Der früher aufrecht stehende „Schlachtstein“ gehörte ebenfalls zu den die Sonnenaufgangsrichtung bezeichnenden Steinen. Die Orientierung erstreckte sich auch auf die beiden Hügelgräber (?) und Sarsensteine am Rande des Rundwalles.
4. Die astronomische Orientierung und die Durchführung der geometrischen Absteckungen, die sich auch auf die benachbarten vorgeschichtlichen Erdwerke Sidbury Hill, Grovely Castle, Castle Ditches, Old Sarum und Clearbury Ring erstreckten, sind mit großer Schärfe ausgeführt worden. Dies weist im Verein mit der im Bau selbst zu Tage tretenden voll ausgebildeten Megalithen-Baukunst auf einen hohen Bildungsgrad der Erbauer auf mathematischem (astronomisch-geodätischem) und bautechnischem Gebiete hin.
5. Wegen der Verbindung der Grabanlage mit dem Sonnenkult war der Bau bereits ursprünglich oder wurde mit der Zeit in erhöhtem Maße zugleich eine dem Sonnenkult geweihte Stätte.
6. Stonehenge ist wegen der vermutlich erst nach dem Eindringen der indogermanischen Kelten in Britannien erfolgten Erbauung das Werk eines vorkeltischen (nichtindogermanischen ?) Urvolkes Westeuropas (Iberer?).
7. Die mathematische Bildung der Erbauer gehörte einer besonderen Kaste an (Priesterkaste des Sonnenkult). Diese Kaste übernahm nach der Eroberung des Landes durch die Kelten wegen ihrer wissenschaftlichen Bildung auch die geistige Führung der Eroberer. Infolge anders gearteter Kultformen der Kelten hörte die praktische Betätigung der Priester auf mathematisch-bautechnischem Gebiete (Errichtung von Steinkreisen usw.) auf. Zu den letzten Vertretern dieser Priesterkaste gehören die Druiden Caesars.

---

## Trocknet die Erde aus?

Von H. Habenicht-Gotha

Über dieses Thema hat Professor J. W. Gregory in der Sitzung der Kgl. Geographischen Gesellschaft zu London vom 8. Dezember 1913 einen ausführlichen Vortrag gehalten, der im Februar- und Märzheft 1914 des Organs der Gesellschaft (Journal of the Royal Geographical Society) veröffentlicht wurde. Daran knüpfte sich eine interessante Debatte, deren Ergebnis hier kurz angeführt werden soll. Der Gegenstand ist deshalb von allgemeinem Interesse, weil von der Beantwortung der Frage „Is the earth drying up?“ die zukünftigen klimatischen Verhältnisse der Erde abhängen. Das heißt, ob wir einem wärmeren und trockneren Klima, oder einem feuchteren, kälteren, ob wir einer interglazialen Steppen- und Wüstenperiode oder einer neuen Eiszeit entgegengehen. Denn die Bildung großer Gletscherkalotten ist in erster Linie von Verhinderung der Boden-



erwärmung durch die Sonnenbestrahlung, also durch bedeckten Himmel und massenhafte Niederschläge (in den Gebirgen jahraus jahrein in Form von Schnee) abhängig, während heller Himmel und Trockenheit in allen Zonen der Erde die größten Feinde der Gletscherbildung sind. Große Kälte ist der Gletscherbildung ebenso feindlich wie Hitze; in Nordostsibirien tragen hohe Gebirge keine Gletscher.

Nun kommt Prof. Gregory nach Aufzählung eines großen Tatsachenmaterials zu dem Resultat, daß sich kaum irgendwo auf der Erde in historischer Zeit eine Veränderung des Klimas im Sinne der Austrocknung nachweisen lasse, ja daß in manchen Gegenden der Erde, u. a. auch in den Mittelmeerländern, eher das Gegenteil wahrscheinlich sei. Diesen Behauptungen wurde in der Debatte teils zugestimmt, teils auch sehr energisch widersprochen, widersprochen besonders von Sir Thomas Holdich. Dieser hob hervor, daß in der Libyschen und Syrischen Wüste z. B. große Städteruinen mit Terrassenkulturanlagen und Wasserleitungen existieren, wo jetzt auf hunderte Kilometer im Umkreis kein Tropfen Wasser zu haben ist. Gregory und seine Anhänger stützen sich hauptsächlich auf die periodische Zunahme von abflußlosen Steppen- und Wüstenseen, z. B. des Aralsees, Balkasch, Tschad-See usw. Hierbei wird von ihnen ein Hauptfaktor übersehen, den ich im folgenden skizzieren will.

Die Seen mit Abfluß sind durch die ununterbrochene Ausfüllung ihres Bodens mittels zugeschwemmten Erdreichs unter allen klimatischen Verhältnissen dem Tode geweiht. Man hat wissenschaftlich genau berechnet, daß die Alpenseen in 20 000 Jahren (ein kleiner Zeitraum im geologischen Sinne) bis auf einige armselige Reste verschwunden sein werden. Das Schwinden von Seen und Sümpfen kann jedermann in seiner engeren Heimat während eines Menschenalters beobachten. Ferner sinkt, abgesehen von künstlicher Entwaldung und Drainage, der Grundwasserstand überall auf den Festländern beständig durch fortschreitende Erosion der unterirdischen Wasserläufe. Das Grundwasser von London befindet sich seit der Römerzeit nachgewiesenermaßen in beständigem Sinken. Es wird dem Meer fortwährend sowohl Oberflächen- wie Grundwasser zugeführt, was dem Festland auf die Dauer entzogen bleibt. Das sind Tatsachen, die eo ipso die Verdunstung auf dem Festland verringern, also notwendig den Feuchtigkeitsgehalt der Luft daselbst herabsetzen.

Ganz anders verhält es sich bei den meist abflußlosen Steppen- und Wüstenseen, Hier bewirken die von den Ufern und Zuflüssen eingeschwemmten erdigen Bestandteile eine Erhöhung des Wasserspiegels. Während das durch die Erhöhung des Seebodens gehobene Wasser bei Abflußseen abfließt, bei zunehmender Erosion des Ausflusses sogar in zunehmendem Maße, tritt (gleichbleibenden Zufluß angenommen) bei den meist seichten abflußlosen Seen das Wasser naturgemäß über die Ufer, der Seespiegel erhöht sich. Dazu kommt noch bei Steppen- und Wüstenseen die beträchtliche ununterbrochene Zufuhr von Staub durch den ewigen Passatwind. Es ist daher ein mindestens teilweiser, vielleicht völliger Trugschluß, aus dem Wachsen abflußloser Seen auf ein solches der Niederschläge zu schließen. Ihr Wachsen kann vielmehr einen Stillstand, ein Gleichbleiben der Niederschläge bedeuten. Die jedenfalls weitaus überwiegende Abnahme abflußloser Seen aber bedeutet unter allen Umständen ein kräftiges Überwiegen der Niederschlagabnahme über die Wirkung der Alluvionen.

Diese Tatsachen sind von eminenter Wichtigkeit. Auf das Weltmeer und die Erdkruste bezogen bedeuten sie ein allgemeines Überwiegen der Erdkrustenhebung. Die ungeheuren Mengen von Flußaluvium, die stündlich dem Ozean



zugeführt werden, müßten sich z. B. in 1000 Jahren durch eine allgemeine Hebung des Meeresspiegels bemerklich machen, zumal wenn die Erde auch noch durch Schrumpfung infolge Abkühlung, wie die modernen Naturforscher annehmen, ihr Volumen ständig verringerte. Aber das Gegenteil ist der Fall. Beobachtete Tatsachen und Spuren aus der rezenten Vergangenheit sprechen für weitaus überwiegende Hebungen der Erdkruste, besonders in den kalten Zonen der unter guter Kontrolle stehenden nördlichen Halbkugel. Der Meeresspiegel erhöht sich trotz der immensen Alluvionen nicht, er erniedrigt sich sogar. Seit der mesozoischen Periode haben z. B. in den arktischen Regionen keine merkbaren Faltungen der Kruste stattgefunden, die stärksten Gebirgsfaltungen fanden bekanntlich in der warmen Tertiärperiode und auch da wieder in warmen Erdstrichen statt.

Die Erdkruste ist also gegenwärtig sicher (? D. Red.) nicht in Faltung durch Schrumpfung des Erdkerns, sondern in Hebung und Ausdehnung, vermutlich durch Ansammlung von Ozeanen glühender Gase zwischen Kern und Kruste, begriffen, und wir schreiten keiner eiszeitlichen, sondern einer sonnigeren Zukunft entgegen.

Wohl finden Schwankungen des Klimas statt. Lokal und in kurzen Perioden nehmen die Niederschläge zu; in manchen Gegenden sind sie offenbar längere Perioden hindurch unverändert geblieben, aber im ganzen überwiegt die Abnahme der Niederschläge — die Erde trocknet aus.

Das Klima der Gegenwart ist aus der enorm niederschlagsreichen letzten Eiszeit durch Austrocknung und Erwärmung der unteren Luftschichten hervorgegangen und wird in derselben Richtung weiter fortschreiten. Während des Zurückweichens der eiszeitlichen Gletscher und unmittelbar danach war z. B. Deutschland unbewohnbar. Was nicht von Seen und Urströmen bedeckt war, nahmen Sümpfe ein, das Klima war kulturfeindlich. Die warme sonnige Trockenperiode, auf die man aus gleichaltrigen Tier- und Pflanzenfunden der Megalithenbau- und Bronzeperiode schließen muß, war nicht groß-, sondern interglazial. Diese Kulturreste sind offenbar weder orientalischen noch germanischen, sondern aller Wahrscheinlichkeit nach atlantischen Ursprungs!

---

## Kleine Mitteilungen

**Eine Sonnenfleckengruppe von zwei Jahren Dauer.** A. L. Corti bespricht in den „Monthly Notices“ 74, 670 die vom 8. Januar 1909 bis zum 27. Dezember 1910 auf der Sonnenoberfläche verfolgbare Flecken- und Fackelgruppe, die das Maximum ihrer abwechselnd in zwei aneinanderstoßenden Gebieten: 1) Länge  $53^{\circ}$  bis  $64^{\circ}$ , Breite  $-10^{\circ}$  bis  $-18^{\circ}$  und 2) Länge  $43^{\circ}$  bis  $53^{\circ}$ , Breite  $-13^{\circ}$  bis  $-18^{\circ}$  zum Ausdruck kommenden Tätigkeit im Oktober 1910 erreichte und zu dieser Zeit dem freien Auge sichtbar war. Die Zeit der stärkeren Entwicklung der Gruppe reichte vom 20. März bis 27. Dezember 1910; für sie hat Corti auch die erdmagnetischen Störungen zusammengestellt. Der Einfluß der Fleckengruppe auf die erdmagnetischen Erscheinungen ist in der dem Vorübergang der Gruppe im Oktober 1910 entsprechenden Rotationsperiode sehr stark, obwohl der heliographische Breitenunterschied zwischen Fleckengruppe und Erde nicht weniger als 20 Bogengrade ausmachte.

**Über die Rollschwingungen der Schiffe und ihre Beziehungen zur Stabilität** hielt Herr Zivilingenieur Ludwig Benjamin auf der 16. Hauptversammlung der Schiffsbau-technischen Gesellschaft am 19. November 1914 einen wertvollen Vortrag, in dem er etwa folgendes ausführte:

Zu den wichtigsten Seeigenschaften der Schiffe gehört neben einer hinreichenden Stabilität die Forderung, daß kein übermäßiges Rollen im Seegange stattfindet. Wenn es auch Mittel gibt,



um einem übermäßigen Rollen entgegenzuwirken, wie z. B. die Anbringung von Schlingerkielen oder die Anwendung von Frahm'schen Schlingertanks, so können die zuletzt genannten doch nur für eine kleinere Zahl von Schiffen in Betracht kommen, während die Wirksamkeit der Schlingerkielen unter Umständen nur sehr beschränkt ist. Es muß deshalb die Aufgabe der Schiffbauer bleiben, die Schiffe so zu gestalten, daß sie bei den verschiedenen Ladungen, für die sie bestimmt sind, nicht nur genügend stabil, sondern auch möglichst frei von starken Schlingerbewegungen sind. Diese Aufgabe kann nur gelöst werden, wenn man eine genaue Kenntnis der Schwingungsvorgänge besitzt, die das Schlingern verursachen. An der Hand von Versuchen und von theoretischen Entwicklungen zeigte der Vortragende, daß eine solche Kenntnis bis jetzt fehlt, und daß die Bougersche Formel, die heute allgemein benutzt wird, und die seit 150 Jahren besteht, unrichtig sein muß. Im besonderen scheine die Ansicht allgemein verbreitet zu sein, daß ein großes Maß von Stabilität immer ein starkes Rollen des Schiffes bedingt, und daß man das starke Rollen am besten dadurch bekämpfen könne, daß man die Stabilität nicht zu groß werden lasse. Man nimmt also mit anderen Worten geradenwegs an, daß die Stabilität und die Neigung zum Rollen in unmittelbarer Abhängigkeit voneinander stehen. Die Untersuchungen des Vortragenden lassen aber erkennen, daß diese Ansicht in dieser Allgemeinheit nicht richtig sein kann, und daß es deshalb unter Umständen gefährlich sein muß, Schlußfolgerungen daraus zu ziehen.

Bei der großen Wichtigkeit der Frage hielt es der Vortragende für notwendig, sie zur allgemeinen Erörterung zu stellen und zunächst die Irrtümer, die der jetzigen Behandlung zugrunde liegen, richtigzustellen. Darüber hinaus ist aber noch nicht möglich, Positives an die Stelle des für unrichtig Erklärten zu setzen, da dies erst geschehen kann, nachdem umfangreiche Versuche nach einer ganz andern Richtung hin unternommen sein werden.

**Geschöfkinematographie.** Ernst Mach hat schon vor 26 Jahren Augenblicksaufnahmen von fliegenden Geschossen gemacht, die insbesondere deshalb sehr fesselnd sind, weil sie auch die Luftwirbel und -wellen sehr schön wiedergeben. Auf seinen Arbeiten baut sich die ballistische Kinematographie auf.

Der im Laboratorium von Cranz verwendete neuere Apparat für Geschöfkinematographie von Schatte hat gegen früher die Bilderzahl außerordentlich gesteigert. Die Beleuchtungsanordnung besteht aus einem Stromkreis, in den die Funkenstrecke, ein größerer Kondensator und ein Regulierwiderstand eingefügt sind. Parallel zur Funkenstrecke ist ein kleiner Kondensator geschaltet. Der große Kondensator wird durch eine Influenzmaschine aufgeladen. Wenn der Schalter eingelegt wird, wird aus dem großen Kondensator der kleine von selbst aufgeladen und durch die Funkenstrecke entladen, dann wieder aufgeladen, wieder entladen und das mit sehr großer Geschwindigkeit fortgesetzt. Die Frequenz läßt sich durch das Ohr ziemlich genau aus dem Tönen der Entladung feststellen.

Die Aufnahmen von Schüssen sind für das Studium der Schießwaffen außerordentlich wichtig und werden in großem Umfang in den militärischen Versuchsanstalten durchgeführt. Auch das Deutsche Museum enthält einige interessante Proben dieser Art, die mit Frequenzen von 9000 bis 10000 in der Sekunde gewonnen wurden. Mit der beschriebenen Einrichtung soll man sogar auf 100000 Bilder in einer Sekunde kommen können, eine Geschwindigkeit, für die uns die Vorstellung fehlt. In Wirklichkeit dauern die Aufnahmen selbst insgesamt nur kleine Bruchteile von Sekunden. Explosionen z. B. können sich in dem 5000sten Teil einer Sekunde vollziehen. Einen Begriff von der Frequenz 100000 kann man sich machen, wenn man sich 100000 Bildchen der gewöhnlichen Kinofilmgröße aneinandergereiht denkt: sie sind nahezu 2 km lang! Wenn es tatsächlich möglich wäre, eine ganze Sekunde lang Aufnahmen zu machen und sie hernach im normalen Kino vorzuführen, so würde die Vorführung dieser Sekundenbewegung beinahe zwei volle Stunden beanspruchen.

Für Aufnahmen von Geschöfzwirkungen, bei denen man aus begrifflichen Gründen — weit vom Schuß — bleiben muß, dient eine ebenfalls von Schatte angegebene Hohlspiegelanordnung, mit der man noch aus mehreren hundert Metern Entfernung, allerdings nur bei Nacht, Aufnahmen machen kann. Bei den beschriebenen Geschöfaufnahmen spielt die langsame Wiedergabe in einem Projektionsapparat eine ganz untergeordnete Rolle. Wichtiger ist hier die Analyse der Teilbilder.

---

*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. Vom irdischen Wasser unter und über uns. Von Phil. Fauth . . . . . 121</p> <p>2. Der gestirnte Himmel im Monat März 1915. (Neues aus der Welt der Doppelsterne) Von Dr. F. S. Archenhold . . . . . 128</p> <p>3. Kleine Mitteilungen: Baukunst und Erdbeben. — Leonardo da Vinci als Erfinder von Kriegswerkzeugen.</p> | <p>— Reform der Kreisteilung. — Einige neue Verfahren, die Genauigkeit der Ablesung mit Fernrohr, Spiegel und Skala zu steigern . . . . . 180</p> <p>4. Bücherschau: Graff, K., Grundriß der geographischen Ortsbestimmung aus astronomischen Beobachtungen. — Witte, H., Raum und Zeit im Lichte der neueren Physik. — Bei der Redaktion eingegangene Bücher . . . . . 136</p> |
|---|---|

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

## Vom irdischen Wasser unter und über uns<sup>1)</sup>

Von Phil. Fauth

Wir haben uns seit langer Zeit daran gewöhnt, den Wassergehalt des Erdkörpers als gleichbleibend zu betrachten und haben nur die Frage behandelt, in welcher Weise die Verdunstung und der Niederschlag sich zeitlich und örtlich ändern oder in geregelter Wiederkehr verhalten, so daß von einem richtigen Wasserhaushalte des Planeten Erde geredet werden könne. Gleichwohl gab und gibt es Stimmen, denen ein so glatt laufendes Perpetuum mobile nicht unbedingt einleuchten wollte und die als besondere „Pessimisten“ angesprochen zu werden pflegen, denen sogar der Gedanke an eine stetige Verminderung des Wasserbestandes der Ozeane der Erörterung wert erscheint. Ob man nun mehr auf die Seite derer treten soll, die dem unverminderten „Kreisläufe“ des irdischen Wassers das Wort reden, oder ob die Verteidiger der Wasserverarmung unseres Planeten grundsätzlich recht behalten mögen, soll in den folgenden Betrachtungen in groben Umrissen untersucht werden. Das darf um so unbedenklicher geschehen, als wir von „völliger Beherrschung“ der Frage nach dem Wasserhaushalt der Erde „noch weit entfernt sind“. Es sei dabei vorausgeschickt, daß diesmal die meteorologischen Betrachtungen über den Umfang der Verdunstung und der Niederschläge und ihre gegenseitigen Beziehungen ganz unberührt bleiben können, also den empirisch gewonnenen Werten über die irdische Hydrologie im Folgenden keinerlei Rolle zuerteilt ist.

Es ist bezeichnend für das Problem, daß man höchstens dem Gedanken an den langsamen Verlust des Flüssigen Raum gab, kaum jemals dem an einen Überfluß. Natürlich müssen es Erfahrungen gewesen sein, die am verlustlosen Kreisläufe Wasser—Dampf—Niederschlag Anstoß nahmen, und es wird einzig die Aufgabe sein, zu untersuchen, ob die Bedenken wohl begründet sind und warum dann trotzdem nicht eine Abnahme der Ozeane festzustellen war. Wollte man nur daran festhalten, daß seit historischem Gedenken kein Schwinden des Meeres aufgefallen sei, und wollte man nun unter Ausschaltung einer solchen Möglichkeit lediglich den „Kreisläufe“ des Flüssigen nach Art, Maß und Wechsel untersuchen, so wäre damit die Aufgabe wohl ungemein vorteilhaft

<sup>1)</sup> Obwohl wir mit der Auffassung des Herrn Verfassers nicht in allem übereinstimmen, geben wir dem Aufsätze doch gerne Raum, um den ganzen neuen Gedankengang klar hervortreten zu lassen und weil er zweifellos manche beachtenswerte Anregung enthält. Man vergleiche auch den Artikel „Der Kreisläufe des Wassers“ von Prof. Dr. J. Schubert („Weltall“ 9. Jg. 21. u. 22. Heft S. 368) und „Trocknet die Erde aus?“ von H. Habenicht (Heft 9 S. 117 d. Jgs.).



vereinfacht, aber man würde eine Art Vogel-Strauß-Politik treiben, indem man bewußt einen noch nicht klar umrissenen Faktor aus der Rechnung ausschliesse. Also werden wohl diejenigen in irgendeinem Umfange zu Worte kommen müssen, die einen Verlust anerkennen; man wird finden müssen, wie groß und wie geartet derselbe ist, um ihn in seiner Wirkung beurteilen zu können.

Tatsachen eines augenscheinlichen fortgesetzten Wasserverlustes sind einfach zu erkennen. Versickerung in die Oberflächenschichten führt ja nur zum Teil wieder das Wasser aus Quellen und in Dampfform zur Oberfläche zurück; die „Bergfeuchtigkeit“ des Gesteins auch in den größten Tiefen beweist unwiderlegbar, daß das Wasser immer tiefer absinken will und die Kruste der Erde je länger desto völliger durchtränkt. Da nun gerade am Meeresboden ein alle Begriffe und alle Grade des Experiments übersteigender hydrostatischer Druck von hunderten, ja wohl bis zu tausend Atmosphären herrscht, so ist auch dem Laien einleuchtend, daß die Wasserdurchdringung tiefer Erdschichten ebenso unaufhaltsam wie mächtig voranschreitet. Gerade die Unwiderstehlichkeit des gravitativ lebendig erhaltenen Vorganges aber ist ein Beweis dafür, daß einmal abgesunkenes Ozeanwasser kaum wieder emporkommen wird. Es ist ein Wert, der dem Ozeane als Verlust gebucht werden muß. Ob an sich gering zu veranschlagende Mengen nun wirksam werden, das ist allein eine Frage der Zeit; und da geologische Rückblicke mit den Jahrtausenden nicht allzu sparsam umgehen können, so ist auch diese Zeit wirklich vorhanden, die viele Wenig zu einem Viel summiert: Wir werden also tatsächliche Verluste zugeben müssen und es als wahrscheinlich betrachten, daß die Erdoberfläche in der Verarmung an Oberflächengewässern — wenn auch nicht historisch fühlbar — langsam voranschreitet. Das hat schon vor etwa 15 Jahren D l a b a č zugestanden, als er es merkwürdig fand, daß der Ozean nicht schon längst verschwunden sei. Der Gedanke ist umsoweniger abzuweisen, als die Versickerung an sich gar keine rätselhafte, vielmehr in jeder Hinsicht einwurfsfrei festzustellende Erscheinung darstellt. Ja er wird sich um so fester einprägen, als das Tiefersinken gar nicht allein am Ozeane zehrt, sondern zugleich damit chemisch-physikalische Vorgänge nur wegnehmen und nicht wieder zurückgeben. Man braucht nur daran zu denken, daß auch die Krystallisationsvorgänge Wassermengen binden und daß gewisse Gesteinsarten Wasser chemisch festhalten. Immerhin bliebe ein solcher Verlust an der Oberfläche Bereicherung der Tiefe. Aber es gibt auch einen Fall von wirklicher Vernichtung, wenigstens in dem Sinne, daß gewisse Mengen des Flüssigen überhaupt für die Erdrinde verloren gehen. Das ist z. B. der Fall, wenn das tellurische Wasser an besonderen Stellen, sei es in Vulkangegenden, sei es durch Erdspalten hindurch, mit dem Magma in Berührung kommt und in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff zersetzt wird. Daß Vulkanschlünde Wasserstoffmengen ausstoßen, dürfte erwiesen sein. Das Wassermolekül ( $H_2O$ ) besteht aus zwei Atomen Wasserstoff vom Atomgewicht Eins und einem Atom Sauerstoff vom Atomgewicht 16; also könnten bei jedem Kilogramm ausgeblasenem H neun Kilogramm Wasser zersetzt worden sein, wenn nichts vom entwickelten H in den Gesteinsschichten gebunden bliebe, was aber kaum notwendig stattfinden dürfte. Darum können es auch vielleicht 15 oder 20 kg Wasser gewesen sein, die zersetzt werden mußten, um 1 kg H in die Atmosphäre entweichen zu lassen. Da nun H in der 14 mal schwereren Erdenluft explosiv in die Höhe schießen muß und sich höchstens in rund 100 km Höhe über deren schwereren Bestandteilen lagern wird, so ist jenes Ursprungsquantum



Wasser als solches für den Wasserhaushalt der Erdrinde und der mit ihr in Wechselwirkung stehenden Atmosphärenschicht überhaupt verloren.

Damit erschöpfen sich aber wohl noch nicht alle Wege, die der Ozeanmenge einen mit der Länge der Zeit recht fühlbaren Abzug bereiten, und man könnte an die „Meermühlen“ erinnern, die den Ozean an manchen Küsten anzapfen, und an mögliches Versinken des Wassers in Erdspalten, wozu ja die Vulkangegenden mit ihren Erdbeben reichlichen Anlaß geben. Da man jedoch den Einwurf machen kann, daß unter gewissem Drucke einströmendes Wasser irgendwo ein ähnlich gewaltsames — vielleicht submarines — Emporquellen im Gefolge haben könne, so seien diese Gesichtspunkte gar nicht in Rechnung gestellt. Versickerung oder Absenken unter hydrostatischem Druck, chemische Bindung und thermochemische Zersetzung des Wassers innerhalb der Erdkruste sind allein so wirkungsvolle Helfer bei der Verminderung der Meere, daß es genügt, sie allein zu berücksichtigen.

Es wäre also nach den vorstehenden Überlegungen wohl gerechtfertigt, sich über den angeblich verlustlosen „Kreislauf“ des Wassers auf Erden seine ketzerischen Gedanken zu machen. Damit aber nicht die Logik allein den noch wenig beliebten Schluß ziehe, möge auch eine bestimmte Anschauung von den einschlägigen Verhältnissen gewonnen werden, denn in Maßangelegenheiten lehrt oft ein Blick mehr als die geistige Überlegung. Welches Raumverhältnis haben Erde und Ozean? Nach D l a b a č verhalten sich ihre Raumgrößen wie 846 : 1. Um dieses lehrreiche Verhältnis anschaulich zu machen, denken wir uns den Ozean auf einer völlig ebenen Erde gleichmäßig verteilt. Seine Tiefe betrüge dann überall  $2\frac{1}{2}$  km und das ist rund ein Fünftausendstel des Erddurchmessers; maßstäblich richtig wäre die Tiefe des Ozeans auf einem Globus von 51 cm Durchmesser genau ein Zehntel des Millimeters. Wenn also ein Hauch unseres Mundes den im kalten Zimmer stehenden 51 cm-Globus trifft, so „beschlägt“ dieser sich derart, daß der matte Anflug darauf wirklich und buchstäblich dem Ozeane entspricht. Man muß sich das recht eindringlich vorstellen, um zwanglos einzusehen, daß diejenigen Ansichten nicht so sehr fehl gehen können, die da glauben, daß ein solcher, gegenüber dem Erdvolumen geradezu verschwindender Ozean längst in der Erdrinde versunken sein müßte, wenn nicht besondere Vorkehrungen getroffen wären, die anscheinend auf geheimnisvolle Art den äußerlichen Bestand der „Weltmeere“ aufrecht erhalten.

Also liefere jetzt die Überlegung darauf hinaus, die offenbar tätigen Gegenwirkungen zu ergründen, denen das Ozeanquantum und das Ozeanniveau seinen bleibenden Bestand zu verdanken hat. Der einfachen Logik zufolge kann ein Verlust auf der einen Seite nur ersetzt werden durch gleichartige Zufuhr auf der anderen Seite; dabei kann die Form dieser Zufuhr ganz beliebig sein. Wir erfahren Verluste, sehen aber keine allgemeine Zustandsänderung und vermuten darum Ergänzung des Fehlenden auf einem bisher noch nicht allgemein anerkannten Wege, jedenfalls auf dem Wege, den auch das Wasser nehmen muß, wenn es dem Zuge der Schwere folgt: Von oben nach unten — oder von außen her.

Damit unsere Überlegung nicht in falsche Bahnen einlenkt, wollen wir sogleich den Gedanken an den befruchtenden Regen hier ausschalten, denn die terrestrische Meteorologie weiß aus bestimmten, wohlbegründeten physikalischen Erfahrungen heraus zu beurteilen, daß unser sogenannter Regen dasjenige ist, was etwa als positives Moment des irdischen „Kreislaufes“ zu bezeichnen wäre, wenn man das Verdunsten als negative Seite des Geschehens ansehen will. Aber



es gibt ja wohl eine Steigerung des wohlbekanntem Zustroms aus der Luft, die man nicht mehr gut „Regen“ nennen kann und auch wirklich lieber mit kräftigeren Ausdrücken kennzeichnet; es sei nur an den Ausdruck „Wolkenbruch“ erinnert. Die Frage ist nur, ob derartige „Sintfluten“ auch irgendwo zeitlich oder örtlich so große Ausdehnung gewinnen, daß man den aus einem irdischen Kreislaufe des Flüssigen ganz gut ableitbaren harmlosen Regen, sozusagen eine maßvolle, weil aus ruhig sich entwickelnden Zuständen erwachsene terrestrische Erscheinung, durch die Vorstellung eines gewaltsamen Wassereinbruchs von außen, also einer gewaltigen katastrophösen und kosmischen Erscheinung ersetzen muß. Ob eine solche Abweichung vom Herkömmlichen und bequem Gewordenen überrascht oder den in der heutigen meteorologischen Wissenschaft Wohlunterrichteten gar ein wenig abstößt, hat gar kein Gewicht angesichts der brennenden Frage, wie der oben geschilderte Zwiespalt zwischen unseren Erfahrungen und dem derzeitigen Stande der Lehre zu lösen sei. Besser ist es wohl, sich nach Zeugnissen der Natur umzuschauen; und deren gibt es mehrere.

Durch die tägliche Umdrehung der Erde um ihre Achse wird jeweils eine Zone der Erde unter senkrechte Bestrahlung durch die Sonne gebracht; wie der Sonnenstand wechselt, so wandert auch diese senkrecht bestrichene Zone mit dem Sonnenhochstande bis zum 21. Juni nach Norden und bis zum 21. Dezember nach Süden, wobei am 21. März aufsteigend, am 23. September absteigend der Äquator überschritten wird. Zugleich mit dieser Sonnenhochstandszone wandert nun der Kreis allerstärkster Niederschläge jährlich einmal nord- und wieder südwärts. Das geschieht aber nicht bloß mit einer unfehlbaren Ausnahmslosigkeit dieses zeitlichen Parallelismus, es geschieht auch in absoluter Abhängigkeit vom jeweiligen Sonnenzustande, so daß eine Periode gleich der Sonnenfleckenperiode unverkennbar ist<sup>1)</sup>. All das wäre aber nur der unmittelbare Beweis einer Beeinflussung des meteorologischen Geschehens von der Sonne her etwa in dem Sinne, wie sie auch aus der Bestrahlung folgt. Daß eine solche Auffassung durchaus nicht genügt und keine Erklärung der Nebenumstände des Vorganges gibt, ist leicht nachzuweisen. Schon die ge-

<sup>1)</sup> Hierzu nur einige Zitate aus Fritz (Die wichtigsten period. Ersch. der Meteorol. und Kosmogonie): „Zu beiden Seiten des Calmngürtels, im N bis zum 18.<sup>o</sup>/20.<sup>o</sup>, im S bis zum 15.<sup>o</sup>/18.<sup>o</sup> liegen Regionen mit zweifacher Regenzeit, bedingt durch den je doppelten höchsten Sonnenstand.“ — „Meldrum schloß 1872 aus der größeren Häufigkeit der Zyklonen zur Zeit der Fleckenmaxima auf größere Niederschlagsmengen in den entsprechenden Zeitabschnitten. . . . „er erhielt aus den Beobachtungen von Adelaide, Port Louis (Mauritius) und Brisbane seiner Vermutung entsprechende Resultate.“ (Lockyer am Cap und Symons in England bestätigten aus ihrem Material; Fritz verarbeitete Angaben zwischen 1690 und 1880 mit gleichem Resultat, usw.) — „Für die Flüsse Seine, Rhein, Elbe, Oder, Weser, Weichsel und Donau ergaben die Pegelstände zwischen 1828 und 1875: zur Zeit der Fleckenmaxima eine etwas größere, zur Zeit der -Minima eine etwas geringere Höhe.“ — „Weit entschiedener zeigt sich die Veränderlichkeit der Pegelstände des Nil. . . . es ergibt sich durchweg Gleichzeitigkeit, namentlich der Minima“. . . . „haben wir eine Zahlenreihe mit Maxima um 1860 und 1870 vor uns, bei welcher man versucht werden könnte, eine Formel zur Berechnung derselben aus den Sonnenflecken-Relativzahlen aufzutsellen“. — — „Livingstone, der von den Sonnenfleckenperioden damals noch nichts wußte, sagt 1857: In den Jahren, in denen Regen in ungewöhnlicher Menge fällt, sind im nördlichen Teile der Kalahariwüste unabsehbare Strecken Landes mit Kaffergurken (Wassermelonen) bedeckt. Früher war dies alle Jahre der Fall. Jetzt kommt die Ergiebigkeit kaum einmal alle 10 bis 11 Jahre vor“. . . . „Im N von Amerika (Mississippi) zeigt sich somit gleichfalls eine Zunahme der Niederschlagsmengen zur Zeit der Fleckenmaxima, wenn auch weniger scharf hervortretend, als Dawson 1874 hinsichtlich der großen Seen behauptete“ (Vgl. auch Zahlentabellen und Diagramme bei Fritz). —



radezu ungeheure Menge der angezogenen Niederschläge, die in wenigen Tagesstunden niedergehen, eine Menge, die durch tagtägliche Wiederholung ins Unbegreifliche wächst, reimt sich schlecht zu dem Glauben an die Stetigkeit der Verdunstungs- und Kondensationsvorgänge, die vor allem Zeit brauchen. Die tropischen katastrophalen Niedergänge aber, bei denen es nach fachmännischem Urteile „wie mit Eimern“, „wie in Kaskaden“ gießt, lassen der Verdunstung gar keine Zeit zur Hebung so gewaltiger Wassermassen in die höchsten Luftschichten. Zudem geht der Strom nie versiegend weiter und unwandert, als wäre die Sonne ein Schleusentor, in ewigem Laufe den Erdball. Für diese Sintfluten gibt es keine Erklärung aus dem Kreislaufe des Wassers heraus. Das Tagesereignis überfällt fast wie der Finsternisschatten bei einer Sonnenfinsternis die Gegenden zu ihrer Mittagszeit, tobt sich in wütenden Paroxysmen aus und ist sehr häufig gefolgt von klarer, sternglitzernder Nacht. Wo ist da die Spur einer Kondensation verdunsteten Ozeanwassers? Die Plötzlichkeit, Menge und regionale Begrenzung des streng periodischen Vorganges verrät vielmehr deutlich seine kosmische Quelle und er muß angesprochen werden als kosmischer Wasserzufluß zur Erde.

In verwandter, wenn auch ganz anderer Form verrät sich das gleiche Geheimnis aus anderen bekannten Beispielen. Aus einem Berichte des Generals P é d o y a der Algierdivision erfährt man als Merkwürdigkeit, daß im Januar 1899 in Tadent (+ 23 °) besonders heftige Niederschläge, örtlich begrenzt, stattgefunden hätten. Mehr noch besagt ein anderer Bericht über den stärksten Regen in der Sahara, den man kennt. Er ging am 12. April 1899 in Wadi Urirlu nieder, wo er am Abende in wenigen Sekunden eine Fläche von 800m Durchmesser manns-hoch unter Wasser setzte. Es muß damals weiter oberhalb ein furchtbarer, örtlich beschränkter „Wolkenbruch“ niedergegangen sein. — Nach einem Berichte des Wiener Meteorologen v. H a n n ging in Oklahama am 30./31. Juli eine so gewaltige Wassermenge nieder, daß in drei verschiedenen Fünfminuten-Abschnitten 32 mm, 66,6 mm, ja sogar 106,4 mm Niederschlagshöhe registriert wurden. Selbst München auf der regenreichen bayerischen Hochebene hatte im ganzen Monat Juli nur eine Gesamtregenmenge von 123 mm zu verzeichnen. — Zu diesen Beispielen kann man jene hinzufügen, die den Bewohnern von Wien, Köln und Berlin noch in junger peinlicher Erinnerung geblieben sind und als katastrophale Hagel-einbrüche in den Annalen der Meteorologie verzeichnet bleiben werden. Da man bei allen derartigen Ereignissen den Gedanken an eine besondere Äußerung des stetigen von der Sonnenbestrahlung abhängigen Wasserkreislaufes abweisen muß, zu dem die wütenden elektrischen Entladungen schon gar nicht passen wollen, so bleibt nichts übrig, als die Quelle auch dieser Wassermengen außerhalb der Erde zu suchen.

Es ist wertvoll für diese Erkenntnis, daß man unmittelbar dafür sprechende Zeugnisse am meteorologischen Himmel ablesen kann. Gelingt es uns vielleicht, die am blauen Himmel strahlende Sonne durch die Mündung eines hohen Kamins zu verdecken, so finden wir im weiten Umkreise um den Sonnenort, vornehmlich zum Horizont herabhängend, einen milchigen Schleier, den Widerschein dieses Zustromes von Feineis aus der Sonnenrichtung her, dessen Natur und kosmische Quelle an dieser Stelle unerörtert bleiben möge. Das ist derselbe Strom, der aus der strahligen Sonnenkorona entspringt und der bei horizontnahen partiellen Mondfinsternissen hinter der Erde gelegentlich einen Teil des Querschnittes durch den Erdschattenkegel sichtbar werden läßt. Daß das alles kein rein op-



tisches Phänomen ist, wie etwa der Regenbogen, das geht aus Zeugnissen der Beobachter auf dem Säntis, der Zugspitze und dem Sonnblick hervor, nach denen es gerade dort oben in den dünnen und reinen Luftschichten sehr klar zu sehen ist. — Kommt dieses weißliche Etwas zur Erde heran, so wird es sich zunächst in den höchsten Atmosphäreschichten verfangen und dort sieht man es wiederum unmittelbar als Cirrusgewölk (Fäden, Wirrwarr von Strähnen, Bändern, Fischgräten), das ohne Mühe die gewaltsame Einschubbewegung an seinen bizarren Formen ablesen läßt<sup>1)</sup>. Von diesen Wolkenformen lehrt die Meteorologie, daß sie durchschnittlich zwischen 6000 und 14000 m Höhe schweben. In Irkutsk maß R. R o s e n t h a l Cirrostratus zwischen 4000 und 8700 m, Cirrocumulus zwischen 8200 und 9350 m, Cirrus zwischen 6600 und 14000 m Höhe, wobei die mittlere Höhe 11 km betrug. Das ist aber noch gar nichts gegenüber anderen Feststellungen. Seitdem man weiß, daß die nach 1885 zuerst beobachteten „Leuchtenden Mitternachtswolken“ am N-Horizonte im Hochsommer reine Cirren sind, stieg ihre Höhe auf 82 km im Mittel. Inzwischen wurde die Höhe einer ähnlichen Wolke über der Nordsee am 19. Dezember 1892 von M o h n zu 132 km bestimmt und Prof. H i l d e b r a n d s s o n fand bei einer über Upsala am 24. November 1894 gemessenen Wolke sogar 138 km Höhe. Hier befinden sich Gasschichten, deren Druck nach v. H a n n höchstens den tausendsten Teil des Millimeters Quecksilber betragen kann, die also weder für notorisches Eisnadelgewölk tragfähig sind, noch aber von „aufsteigenden Luftströmen“ erreicht werden können. Niemals sind auch andere als herabsenkende Bewegungen an Cirren beobachtet worden. Somit kann es nicht schwer fallen, sie als kosmische Anreicherung der Erde mit Eis (Wasser) zu betrachten, das um so sicherer, als ihr periodisches Auftreten gleichen Schritt hält mit der Sonnentätigkeit, als unmittelbar auf die Passage eines Sonnenflecks oder einer Fackelregion ausnahmslos nach 15 bis 20 Stunden Cirren am blauen Himmel erscheinen, damit zugleich ihre Herkunft verratend<sup>1)</sup>. Unsere höheren Breiten und ebenso höhere Südbreiten der Erde bekommen von dem oben angedeuteten täglichen tropischen Zufluß nur Ausläufer, die Polargegenden gar nur tangential Vorüberschüsse, woraus sich eine einleuchtende Erklärung gewisser zuckender Nordlichtstrahlen von selber darbietet. Aber in unserem Falle handelt es sich zunächst um die Beleuchtung der Wirklichkeit einer kosmischen Wasserzufuhr zur Erde, die nach den Überlegungen zu Anfang dieser Zeilen sehr notwendig ist, um das Gleichgewicht gegenüber dem Verbräuche wieder herzustellen.

Stellt die Gattung der Cirruswolken einen — für unsere Breiten wenigstens — ruhigeren Zustrom dar, so kann man jene überraschenden Einbrüche von Grobeis, die für Wien, Köln und Berlin eine so nachdrückliche historische Berühmtheit erlangt haben, als katastrophale Ereignisse bezeichnen, die man zwar nicht vorhersehen kann, wie den Cirruszustrom, deren Eintritt aber nicht minder an gewisse Zeiten im Jahre vornehmlich gebunden ist, so daß hier ebenso von Periodizität geredet werden muß, nur daß die Erreichung einer gewissen Region der Erdbahn (Datum!) die Vorbedingung bleibt — genau wie bei dem Erscheinen von Sternschnuppen. Es bleibt dem grübelnden Denken überlassen, diese beiden Phänomene auf eine und dieselbe Stufe zu stellen; an dieser Stelle können wir uns nicht mit dieser Frage befassen. Es genügt vollkommen, zu fühlen, daß kos-

<sup>1)</sup> Vgl. H. O s t h o f f, Über den Einfluß der Sonne auf die Erde („Weltall“ 11. Jg. S. 1 und 19, besonders S. 5, 19, 20)



mische Hageleinbrüche in die Atmosphäre etwas prinzipiell anderes sind als etwa terrestrisch-meteorologische Graupelfälle, jene Hagelkatastrophen nämlich, die unter Entfaltung unfassbarer Energiemengen dynamischer und elektrischer Art unangemeldet hereinbrechen, wie aus der Kanone geschossen auf schmalen Raume dahinrasen und ebenso geheimnisvoll endigen, gewöhnlich den Sonnenschein vom blauen Himmel über einen Streifen Verwüstung breitend (vgl. H. Hörbiger, Wirbelstürme, Wetterstürze, Hagelkatastrophen usw. Hermann Kaysers Verlag, Kaiserslautern 1913). Das ist kein aus dem immer stetigen Temperatúrausgleich erwachsener meteorologischer (also terrestrischer) Vorgang, das ist einfach der Einschuss einer kosmischen Bombe, eines Eisboliden in unseren Atmosphärenring, der als Luftpuffer die Gewalt des Einschusses bricht, verteilt und in Sturm umsetzt, der vor der naturgemäß zersplitternden, als Hagelwolke daherstürmenden Geschoßgarbe wütet. Den Beweis des wirklichen Vorkommens von solchen Eisvagabunden im Raume, von denen die massenreiche Erde einen Teil zu sich zieht, braucht man kaum zu erbringen, denn das herniederkommende Material hat gelegentlich so ungeheuer niedrige Temperatur, daß sie nur als Temperaturrest aus dem Weltraum betrachtet werden kann. In mittleren und höheren Breiten erkennen wir im groben Hagel die Splitter des zertrümmerten Eiskörpers; in den Tropen und besonders über den feuchtigkeitshungrigen Wüstengegenden wird das Eis nicht allein in Stücke zerbersten, sondern das durch Reibungswärme und höhere Lufttemperatur entstandene Schmelzwasser wird auch fast regelmäßig aufgesogen werden, so daß nur der trockene Wirbelsturm (Samum etc.) am Grunde des Luftozeans wahrgenommen wird. Schon der Wirbel im Sturme deutet auf den schrägen Einschusskanal des Boliden. Taifun, Samum, Hurrikan und alle ihre Verwandten sind nur der geographischen Breite und Orographie der Erde angequeme Formen des gleichen Ereignisses. Wer dennoch eine besondere Form der Ausgestaltung des Wasserkreislaufes auf Erden darin erkennen wollte, dem empfiehlt sich die Betrachtung Reyes<sup>1)</sup> über den am 5. bis 7. Oktober 1844 über Cuba hingegangenen Orkan. Danach ist allein zur Bewegung der einströmenden Luft mindestens „eine Arbeit von 473 500 000 Pferdekraften drei volle Tage lang aufgewendet worden“. Genau dasselbe konnte aber ein Eisbolide leisten, wenn er bei 104,5 m Durchmesser (66 m, 50 m Durchm.) mit einer Geschwindigkeit von 20 km (40 km, 60 km) in der Sekunde eingeschossen wäre. Was in jenem Beispiele einfach unfassbar bleibt, wird in diesem von lapidarer Einfachheit.

Blickt man nun über die soeben in rohen Umrissen gegebenen Gedankengänge zurück, so hat man die Wahl zwischen der landläufig gewordenen Lehre vom verlustlosen Kreislaufe des irdischen Wassers und vom alleinigen Regimente der Thermodynamik im meteorologischen Geschehen — auch wenn es sich um die äußersten katastrophalen Paroxysmen handelt —, und der neuen Anschauung, welche (nach Hörbigers Glacialkosmogonie) Eiszufuhr in feiner und grober Form zur Erde lehrt und nach allen Seiten hin begründet. Ohne einen solchen Ausweg ist schwer verständlich, wie die geradezu verschwindend geringe Ozeanmenge sich auf der wasserdurchlässigen Erdkruste durch die Äonen der Erdgeschichte sollte erhalten haben. Es ist durchaus wohlbegründet, von einem Wasserhaushalt der Erde zu sprechen; aber damit darf nicht der Kreislauf

<sup>1)</sup> Vgl. Friedr. Umlauf, Das Luftmeer S. 236



des Flüssigen allein gemeint sein, der wohl keine allzu lange Dauer haben könnte, sondern ein sehr wesentlicher Zuzug im wahren Wortsinne „juvenilen“ Wassers in Form von kosmischem Eise muß als beständiger Ersatz verloren gegangenen Materials in Rechnung gestellt werden. Wie im mittleren Lebensalter des Menschen seine Nahrungsaufnahme den Zustand des Körpers und seine Lebenstätigkeit auf der mittleren Linie erhält, ohne weiteres Wachstum in Länge oder Breite zu erzielen, so füllt der kosmische Wasserzufluß die Tiefen aus, die der naturgemäße Verbrauch im Erdkörper erzeugen würde. Diesen doppelten Vorgang erfährt die Erde aber schon von jeher; darum ist unser Gegenwartszustand in dieser Hinsicht eben ein Gleichgewichtszustand zwischen Zu- und Abfluß, dessen geringe säkulare Schwankung gerade für seine großzügige Grundlage spricht.

## Der gestirnte Himmel im Monat März 1915

Von Dr. F. S. Archenhold

### Neues aus der Welt der Doppelsterne

Nachdem Prof. Burnham 1892 die Licksternwarte verlassen hatte, wurde das wichtige Gebiet der Doppelsternbeobachtungen bis auf einige gelegentliche Beobachtungen von Aitken, Barnard und Schaeberle fast vollständig vernachlässigt. Erst im Jahre 1899 begann R. A. Aitken eine systematische Durchmusterung des Himmels nach engen Doppelsternpaaren. Er benutzte für gewöhnlich eine 520 fache Vergrößerung am 36-Zöller, wenn die zu messende Distanz des Doppelsternes 1" überstieg; bei kleinerer Distanz wurde sogar eine 1000 oder 1500 fache Vergrößerung angewendet, nur bei ganz engen Doppelsternpaaren von 0",1 bis 0",5 auch ausnahmsweise eine 3000fache Vergrößerung. Im 12. Bande der Veröffentlichungen der Licksternwarte hat Aitken jetzt alle seine Doppelsternmessungen bis zum Jahre 1912 vereinigt, auch die, welche er von 1895 bis 1899 mit dem 12-Zöller der Licksternwarte ausgeführt hat. Er teilt hier 26 neue Bahnbestimmungen mit, von denen 2 zu einer Umlaufszeit geführt haben, die kürzer ist als die von Jupiter um die Sonne, 8 zu einer kürzeren als die des Saturn, 12 zu einer kürzeren als die des Uranus und 4 zu einer kürzeren als die Neptuns. In folgender Tabelle geben wir den Namen, die Rektaszension, Deklination, die Umlaufszeit der einzelnen Komponenten, Distanz, Exzentrizität und die Nummer wieder, die der Stern in dem bekannten Generalkatalog der Doppelsterne von Burnham trägt, sofern er da erwähnt ist.

Name des Doppelsternes	Rektaszen- sion			Dekli- nation	Umlauf- zeit in Jahren	Größe		Halbe große Achse	Exzen- trizität	Nr. bei Burn- ham
	Haupt- stern	Be- gleiter								
δ Equulei . . . . .	21 <sup>h</sup>	9 <sup>m</sup>	37 <sup>s</sup>	+ 9° 36'	5,70	5,3	5,4	0",27	0,39	10829
13 Ceti . . . . .	0	30	6	— 4 9	6,88	5,6	6,4	0,24	0,73	314
A 88 . . . . .	18	33	9	— 3 17	12,12	7,2	7,2	0,18	0,27	8679
ε Hydrae . . . . .	8	41	29	+ 6 47	15,30	3,7	5,2	0,23	0,65	4771
β 883 . . . . .	4	45	40	+10 54	16,61	7,9	7,9	0,19	0,45	2381
ζ Sagittarii . . . . .	18	56	15	—30 1	21,17	3,4	3,6	0,57	0,19	8965
β 612 . . . . .	13	34	39	+11 15	23,05	6,3	6,3	0,23	0,52	6578
9 Argus . . . . .	7	47	9	—13 38	23,34	5,8	6,4	0,69	0,75	4310
Ceti 82 . . . . .	0	32	13	—25 19	25,0	6,4	6,5	0,66	0,17	335
β Delphini . . . . .	20	32	52	+14 15	26,79	4,0	5,0	0,48	0,35	10363
β 1270 . . . . .	13	58	46	+ 8 58	32,5	8,6	8,7	0,22	0,42	6711
20 Persei . . . . .	2	47	24	+37 56	33,33	5,6	6,7	0,16	0,60	1471
β 1266 . . . . .	23	25	29	+30 17	36,0	8,3	8,4	0,24	0,24	12404
β 794 . . . . .	11	48	19	+74 19	42,0	7,0	8,3	0,35	0,50	5951



Name des Doppelsternes	Rektaszen-sion	Dekli-nation	Umlaufs-zeit in Jahren	Größe Hauptstern	Be-gleiter	Halbe große Achse	Exzen-trizität	Nr. bei Burn-ham
$\mu$ Herculis BC . . . . .	17 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> 33 <sup>s</sup>	+ 27° 47'	43,23	10,0	10,5	1",30	0,20	8162
$\xi$ Scorpii . . . . .	15 58 52	— 11 6	44,70	4,8	5,1	0,72	0,75	7487
$\Sigma$ 2173 . . . . .	17 25 15	— 0 59	46,0	5,9	6,2	1,06	0,18	8038
$\beta$ 581 . . . . .	7 58 50	+ 12 35	46,5	8,7	8,7	0,53	0,40	4414
$\tau$ Cygni . . . . .	21 10 48	+ 37 37	47,0	3,8	8,0	0,91	0,22	10846
Secchi 2 . . . . .	19 7 45	+ 38 37	58,0	8,7	8,7	0,40	0,50	9114
99 Herculis . . . . .	18 3 14	+ 30 33	63,0	5,2	10,5	1,00	0,76	8372
O $\Sigma$ 235 . . . . .	11 26 41	+ 61 38	71,9	5,8	7,1	0,78	0,40	5811
O $\Sigma$ 79 . . . . .	4 14 11	+ 16 17	88,9	7,5	9,3	0,57	0,63	2134
$\pi^2$ Ursae minoris . . . . .	15 45 6	+ 80 17	115,0	7,0	8,0	0,42	0,80	7416
4 Aquarii . . . . .	20 46 8	— 6 0	135,6	6,3	7,6	0,64	0,35	10559
$\Sigma$ 2026 . . . . .	16 11 4	+ 7 37	163,3	9,0	9,5	1,56	0,66	7561

### Der Lauf von Sonne und Mond

Die Sonne (Feld 22<sup>3/4</sup><sup>h</sup> bis 1<sup>1/2</sup><sup>h</sup>) tritt am 21. März, dem Tage des Frühlingsanfangs, aus dem Zeichen der Fische in das des Widders. Ihre Mittagshöhe nimmt im Monat März um 11<sup>3/4</sup><sup>o</sup> zu. Es sind im Monat Februar wieder größere Sonnenfleckengruppen zu sehen gewesen, kleinere Flecken sind jetzt täglich zu beobachten.

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
März 1	— 7° 54'	6 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup>	5 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup>	29 <sup>1/2</sup> <sup>o</sup>
- 15	— 2° 28'	6 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 7 <sup>m</sup>	35 <sup>o</sup>
- 31	+ 3° 50'	5 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup>	41 <sup>1/4</sup> <sup>o</sup>

Der Mond ist mit seinen Phasengestalten in unsere Karten 1a und 1b für den 1. bis 31. März von zwei zu zwei Tagen eingetragen. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Tage:

Vollmond:	März 1	7 <sup>1/2</sup> <sup>h</sup> abends	Neumond:	März 15	8 <sup>1/2</sup> <sup>h</sup> abends
Letztes Viertel:	- 8	1 <sup>1/2</sup> <sup>h</sup> nachm.	Erstes Viertel:	- 23	11 <sup>3/4</sup> <sup>h</sup> abends
Vollmond: März 31 6 <sup>1/2</sup> <sup>h</sup> morgens.					

Im Monat März finden zwei Sternbedeckungen statt:

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Win- kel	Austritt M. E. Z.	Win- kel	Bemerkung
März 2	d Leonis	4,8	10 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup>	+ 4° 4'	1 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> , nachts,	182°	2 <sup>h</sup> 3 <sup>m</sup> 0, nachts,	251°	Mond i. Meridian 12 <sup>h</sup> 26 <sup>m</sup> nachts
- 26	$\mu^2$ Cancri	5,5	8 <sup>h</sup> 3 <sup>m</sup>	+ 21° 50'	2 <sup>h</sup> 54 <sup>m</sup> , nachts	157°	3 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup> ,0 nachts	243°	Monduntergang 4 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup>

### Die Planeten

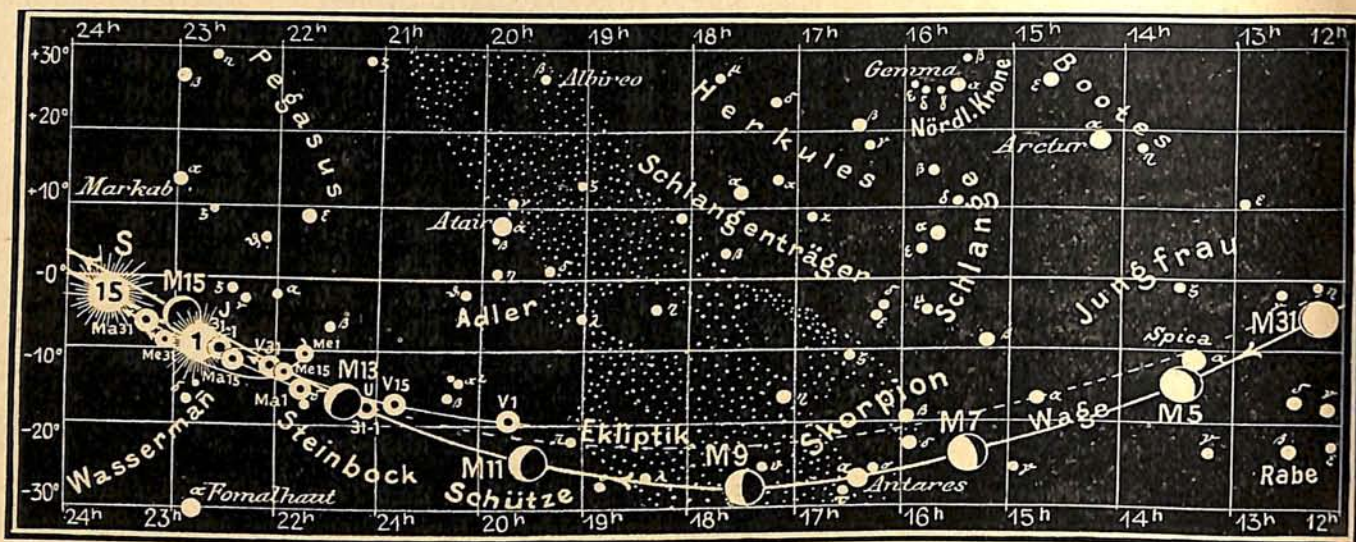
*Merkur* (Feld 21<sup>3/4</sup><sup>h</sup> bis 23<sup>h</sup>) ist infolge seiner großen Sonnennähe während des ganzen Monats unsichtbar. Sein Durchmesser nimmt von 10" auf 6",2 ab und seine Entfernung von 98 auf 160 Millionen km zu.

*Venus* (Feld 19<sup>3/4</sup><sup>h</sup> bis 22<sup>h</sup>) ist zu Anfang des Monats 1<sup>1/2</sup> zuletzt aber nur noch 1/2 Stunde lang am Morgenhimmel sichtbar. Ihre Entfernung nimmt von 126 auf 159 Millionen km zu und ihr Durchmesser von 19",7 auf 15",6 ab.

*Mars* (Feld 21<sup>3/4</sup><sup>h</sup> bis 23<sup>1/4</sup><sup>h</sup>) bleibt während des ganzen Monats unsichtbar. Seine Entfernung nimmt von 346 auf 336 Millionen km ab.



Fig. 1b



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

*Jupiter* (Feld 22<sup>1</sup>/<sub>2</sub><sup>h</sup> bis 23<sup>h</sup>) wird erst am Ende des Monats auf kurze Zeit am Morgenhimmel sichtbar. Seine Entfernung nimmt von 895 auf 877 Millionen km ab.

*Saturn* (Feld 5<sup>3</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup>) ist zuerst 9 Stunden, zuletzt nur noch 6 Stunden lang sichtbar. Er steht Mitte des Monats schon bei Sonnenuntergang hoch im Meridian. Sein Polardurchmesser nimmt von 17",6 auf 16",7 ab und seine Entfernung von 1300 auf 1374 Millionen km zu.

*Uranus* (Feld 21<sup>h</sup>) ist wieder am Morgenhimmel tief unten am Horizont in einer Entfernung von 3100 Millionen km sichtbar.

*Neptun* (Feld 8<sup>h</sup>) ist während des ganzen Monats günstig zu beobachten. Seine Entfernung beträgt Mitte des Monats 4400 Millionen km.

**Bemerkenswerte Konstellationen:**

März 12	2 <sup>h</sup>	morgens	Venus in Konjunktion mit dem Monde
-	13	3 <sup>h</sup> nachmittags	Merkur in Konjunktion mit dem Monde
-	14	7 <sup>h</sup> morgens	Mars in Konjunktion mit dem Monde
-	14	6 <sup>h</sup> abends	Jupiter in Konjunktion mit dem Monde
-	20	3 <sup>h</sup> nachmittags	Merkur in größter westlicher Abweichung von der Sonne
-	23	11 <sup>h</sup> vormittags	Saturn in Konjunktion mit dem Monde
-	24	2 <sup>h</sup> nachts	Mars in Konjunktion mit Jupiter. Mars 0° 12' südlich von Jupiter
-	30	2 <sup>h</sup> nachts	Merkur in Konjunktion mit Jupiter. Merkur 1° 18' südlich von Jupiter

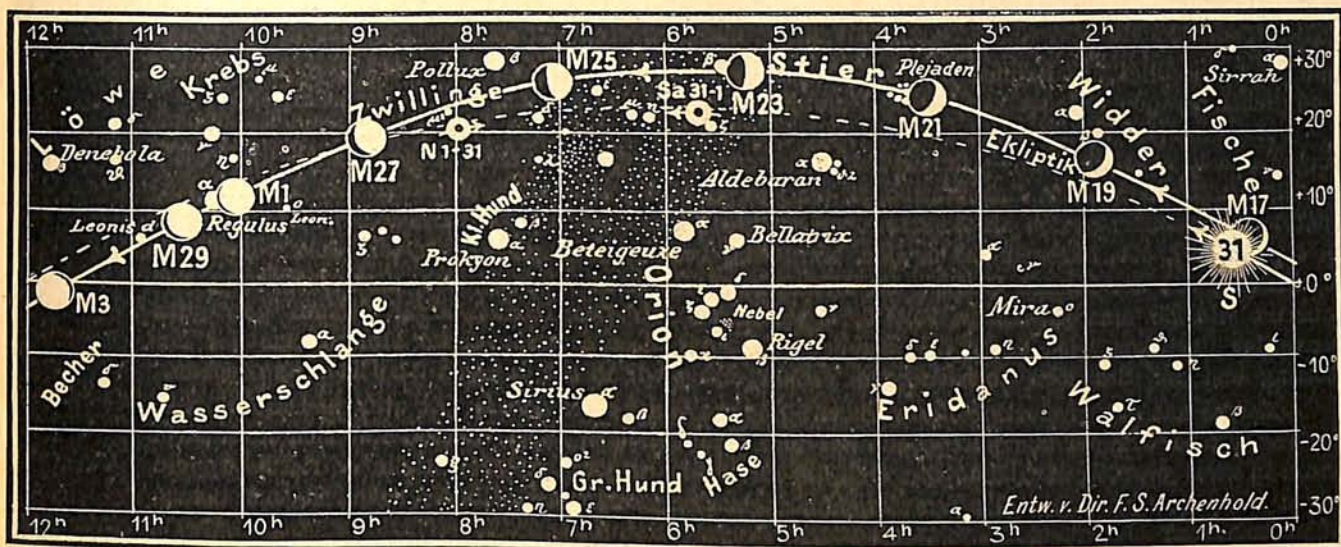
**Kleine Mitteilungen**

**Baukunst und Erdbeben.** Wenn man von den stets wiederkehrenden Erdbebenkatastrophen in den Gebieten des klassischen Altertums hört, wenn man sieht, wie die Menschen immer wieder in die gefährdetsten Gegenden zurückkehren, neue Hütten und Häuser bauen und neue Werte und neue Arbeit in den unsicheren Boden stecken, dann kommt einem der Gedanke, daß es doch eigentlich ein unverantwortlicher Leichtsin ist, sich dort wieder anzusiedeln. In einer Zeit, da der Gemein-



Fig. 1a

Nachdruck verboten



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

schaftsgedanke immer mächtiger zu werden beginnt, möchte man für ein Besiedelungsverbot in jenen Gegenden eintreten, um die Opfer zu ersparen, die die Tätigkeit der Erde immer wieder fordert. Es klingt gar nicht so fremd, wenn man durch solches Verbot den bösen Folgen einer Katastrophe vorzubeugen vermag wie des Bebens in Messina, das ja nicht weniger als 200 000 Menschenleben gekostet hat. Und dieses Verbot ließe sich vielleicht auch auf die vulkanisch gefährdeten Gegenden ausdehnen.

Wer die Verhältnisse kennt, wird solches Verbot praktisch für unausführbar halten. Sind doch gerade diese gefährdeten Gegenden, in denen sich die Natur noch so ungebändigt benimmt, die schönsten auf dem ganzen Erdenrund. Das ist auch nicht wunderlich. Denn dort, wo alle Gewalten noch recht ursprünglich und kräftig an der Arbeit sind, herrschen auch die blühendsten Naturverhältnisse, die entzückende Szenerien schaffen. Die Gegend am Vesuv, die messinische Gegend, überhaupt alle tätigen Vulkangebiete, sind Erdstellen sprichwörtlicher Naturherrlichkeit und zugleich größter Fruchtbarkeit. Führen doch die Vulkane neue jungfräuliche Stoffe zur Erde herauf, die noch nicht verbraucht sind, da sich schon wieder die Tiefe öffnet und neue Fruchtbarkeit spendet. Von hier die Eingesessenen zu vertreiben, ist nicht bloß eine Unmöglichkeit, es wäre auch eine Grausamkeit. Und so werden wir uns immer wieder abfinden müssen mit den Katastrophen, die von dort ab und zu die Welt in Schrecken versetzen.

Versagt also die radikale Abhilfe, so ist doch noch nicht alle Mühe umsonst, den Schäden möglichst vorzubeugen. Lassen sich z. B. in Erdbebengebieten die Häuser wenigstens so bauen, daß sie gegen die Einstürze einigermaßen gesichert sind? Wir haben doch gehört, daß je nach dem Untergrunde und der Bauweise die Häuser in San Franzisko sehr verschieden gelitten haben. Die festen Wolkenkratzer, die wegen ihrer Größe und Schwere stets auf festem felsigem Grunde gebaut wurden, sind vom Beben so gut wie unberührt geblieben, während die leichten Gebäude und die Hütten, namentlich solche, die auf Sandboden und aufgefülltem Grunde errichtet wurden, wie Kartenhäuser zusammengefallen sind. Da haben wir also schon eine Hilfe. Und da eben in so gefährlichen Gebieten beim Bauen mehr Vorsicht walten muß als anderwärts, könnte sich ein großer Teil des Unglücks vermeiden lassen, wenn sich eine energische Regierung dahintersetzte und strenge Befolgung gesetzlicher Vorschriften verlangte.

Nicht bloß allein durch die Wahl des Baugrundes läßt sich den Bodenkatastrophen entgegenarbeiten, auch die Bauart ist von Einfluß. Diese Erkenntnis ist nicht so neu, wie es scheinen möchte. Hat doch Prof. Frech in Breslau neuerdings mit Sicherheit nachgewiesen, daß bei dem Bau der Kuppeln byzantinischer Kirchen sowie der Aquaedukte Konstantinopels Erdbeben-



schädigungen berücksichtigt worden sind. In F. Abderhaldens Jahrbuch: „Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung“ (Verlag Urban & Schwarzenberg, Berlin. Bd. ö, 1913 — der reich illustrierte Sonderabdruck: Frech, „Baukunst und Erdbeben“, kostet 1,50 M) finden sich die Ergebnisse der speziellen Studien Prof. Frechs, die sich auf das gewaltigste Baudenkmal aus der Zeit des späteren Altertums beziehen. Auf wiederholten Reisen in Griechenland und Anatolien, in Ragusa und bei Forschungen an den Kirchen Mexikos hat er die hierauf bezüglichen Fragen untersucht und die Untersuchungen in der genannten Arbeit niedergelegt.

„Das sechste Jahrhundert unserer Zeitrechnung ist — nach den vorangegangenen Erschütterungen des 5. Jahrhunderts — durch weite Verbreitung mächtiger Beben ausgezeichnet, welche die damalige Reichshauptstadt Konstantinopel, die ägäischen Küstenländer, Kilikien und Syrien verwüsteten. Besonders reich an Zerstörungen ist die Erdbebenchronik von Antiochia: 184 v. Chr.; 37, 40, 115, 457, 458, 527 und 528 n. Chr. wurde die reiche Stadt ganz oder teilweise verwüstet. Gleichzeitig mit der letzten Gruppe der Erdbebenkatastrophen vollzog sich eine Änderung des Baustils, wie sie einschneidender selten vorgekommen ist: Die flache, durch Balken getragene Decke der Basiliken wird durch den Kuppelbau ersetzt, dessen großartigste alle Stürme der Eröberung und der Erdbeben überdauernde Verkörperung wir in der Hagia Sophia bewundern.“

Moltke hat das großartige Bauwerk mit Begeisterung beschrieben. Er war namentlich von der Freiheit der Kuppel überwältigt, die auf vier Hauptpfeilern ruht. Diese setzt sich nach zwei Seiten in zwei gewaltigen Halbkugeln fort, die ihrerseits wieder je drei kleinere Nebenkuppeln haben. Der ganze Bau ist also aus Kuppeln zusammengesetzt, und Moltke schildert das Ganze folgendermaßen:

„Wenn man durch den Narthex oder Portikus, unter welchem die Büßenden zurückblieben, unter die weite Hauptkuppel tritt und einen Raum von 115 Fuß im Durchmesser ganz frei, ohne Säulen und Stützen vor sich sieht, über dem 180 Fuß hoch eine steinerne Wölbung in der Luft zu schweben scheint, dann staunt man über die Kühnheit des Gedankens, über die Größe der Ausführung eines solchen Baues. Die Sophia ist dreimal so hoch, wie der Tempel Salomonis war, und ihre ganze Länge und Breite beträgt (die Halbdome mitgerechnet) 250 Fuß; die drei Seiten nämlich, links, rechts und vor dem Eintretenden sind in drei niedrige, aber immer noch über 100 Fuß hohe Halbkuppeln von 50 Fuß im Halbmesser erweitert, welche unten wieder in kleinere Halbkreise ausschweifen. Das Überraschende ist die große Freiheit des Raumes, 8000 Quadratfuß von einer einzigen Wölbung überspannt. Unsere christlichen Kathedralen gleichen einem Wald mit schlanken Stämmen und breiten Blätterkronen, diese Dome sind dem Firmament selbst nachgeahmt.

Die breiten Halbkuppeln an den Seiten enthalten zwei geräumige Tribünen, getragen durch die acht Riesensäulen, die Konstantin aus Ephesus, Athen und Rom zusammenbrachte. Die Tempel Europas, Asiens, Afrikas wurden geplündert, um diese christliche Kirche zu schmücken, und Du findest auf der zweiten Tribüne einen Wald von Säulen aus Porphy, Giallo antico, Granit, Jaspis und Marmor. Die an der westlichen Seite weichen auf eine sehr bedenkliche Weise von der Senkrechten ab und zeigen, daß hier die Hauptmauern sich bedeutend gesenkt haben müssen.“

Die Hagia Sophia steht auf lockerem vielfach von tonigen Lagen durchsetztem jungtertiärem Kalk, auf dem auch die von zahlreichen starken Rissen durchzogene Stadtmauer steht, von der manche Teile gelegentlich der Beben in den Graben gerutscht sind. Der gewaltige Kuppelbau aber ist von den zahlreichen Beben unberührt geblieben. Schon deshalb liegt es nahe, anzunehmen, daß hier der Baumeister Absicht hat walten lassen, so sehr allerdings nicht zu verkennen ist, daß auch andere Gründe, wie Schutz gegen die Unbilden der Witterung und die Verlegung des christlichen Kults in Innenräume als Gegengewicht gegen die heidnischen Kulte unter freiem Himmel maßgebend gewesen sein können.

Betrachtet man dagegen den Zustand der alten griechischen Tempel und ihre Widerstandsfähigkeit gegen Erdbeben, so gewinnen wir den Eindruck, daß diese massigen Bauwerke dem Seismos außerordentlich wenig standgehalten haben. Man kann an den Tempelruinen sehr gut studieren, wie wenig widerstandsfähig große Innenräume mit flachen Balkendecken gegen Erörschütterungen sind. Dazu tritt noch die ungeeignete Verwendung großer Säulenreihen, die ganz leicht fallen und überall den Sturz des umgebenden Mauerwerkes nach sich ziehen, wenn es nicht schon durch die stürzenden Säulen selbst niedergebrochen wird. Deshalb sind selbst da, wo nur wenige Beben stattgefunden haben, diese Bauwerke, die auf den ersten Anblick Jahrtausenden zu trotzen scheinen, zerfallen.

„In Athen ist der gewaltige Zeustempel bis auf vereinzelte Säulen verschwunden, während das Erechtheion, das Parthenon, die Propyläen und das sogenannte Theseion erhalten blieben oder



nur durch zufällige Ursachen, wie durch Explosion des türkischen Pulvermagazins im Parthenon im Jahre 1687 zerstört wurden.“

Das Stürzen der Säulen wurde auch dadurch nicht verhindert, daß die aus einzelnen gewaltigen zylindrischen Stücken bestehenden Säulen innerlich durch Metalldübel verfestigt sind. Von diesen haben die wenigsten gehalten; jedesmal sind die wenigst festen abgeschert worden und die Einzelteile sind infolgedessen gestürzt. Es ist daher kein Wunder, daß gerade die massigsten Säulen die größten Zerstörungen nach sich zogen.

Aus den allerdings sehr lückenhaften historischen Angaben läßt sich schließen, daß hauptsächlich die Beben des fünften und sechsten Jahrhunderts an vielen altgriechischen Bauten das Vernichtungswerk vollbracht haben. „Bei der Frage der vollkommenen Zerstörung oder der teilweisen Erhaltung kommt weniger die Pflege der Bauwerke als vielmehr die Nähe einer Bruchzone der Erdrinde und die Beschaffenheit des Untergrundes in Frage. Die zerstörten Tempel von Olympia und Ephesos lagen auf Schwemmland, d. h. auf dem ungünstigsten Baugrund, den es gibt. Selinus im Westen von Sizilien, dessen gewaltige Tempelsäulen in der Hauptsache von Süden nach Norden umgestürzt wurden, lag auf einem nur 30 m hohen Hügel in unmittelbarer Nähe der durch einen gewaltigen tektonischen Abbruch gebildeten Meeresküste.“

Wer also lernen wollte, hatte Gelegenheit; und die Neubildner der fraglichen Zeit hatten gelernt! Sie erkannten, daß für die Erdbebengebiete die alte Bauweise den Keim der Zerstörung in sich selbst trug, und daß wirksame Abhilfe nur durch eine durchgreifende Neuerung zu schaffen war. Sie griffen daher zum Kuppelbau. Nun sind Kuppeln schon in der früheren Kaiserzeit gebaut worden, „aber widerstandsfähige Kuppeln, und zwar von vollkommen geschlossener Form, waren vor allem am Bosphorus, in Kleinasien und in Nordsyrien im Gebrauch. Es ist jedenfalls kein Zufall, daß die von Justinian zum Bau der Hagia Sophia berufenen Baumeister Anthemios von Tralles und Isidorus von Rhodos aus dem Süden und Westen Kleinasiens stammen, also aus Gebieten, die von Erdbeben stark gefährdet waren, in denen der Kuppelbau zum Teil schon früher heimisch war“. Bei den Aquaedukten Stambuls hat schon früher der Grazer Kunstgelehrte Strzygowski auf einen Zusammenhang der Bauweise mit den Erdbeben hingewiesen, während sich sonst keinerlei Hinweise dieser Art finden. Frech hat es als erster erkannt, daß die sich gegenseitig stützenden und verjüngenden Halbkugeln der Hagia Sophia der Grund gewesen sind, daß dieser Bau sich auf einem gegen Bebenstöße sehr empfindlichen Boden gehalten hat, während andere massige Bauwerke darauf zerstört sind. Es liegt nahe, daß die nach dem gewaltigen Erfolge des Hagia Sophia-Baues plötzlich einsetzende Änderung in der Bauweise aus Rücksicht auf die Erdbebenprobleme erfolgt ist, daß hier also konstruktive Forderungen eine neue Bauweise durchgesetzt haben, ähnlich wie es jetzt wieder einmal der Fall war, als das neue Material Eisenbeton ganz neue Möglichkeiten in die Ausgestaltung und Beanspruchung der Konstruktionsglieder hineinbrachte.

Frechs Studien sind, wie man erkennt, von allergrößtem Interesse; sie sind nicht allein von dem schmalen Gesichtspunkte des Kunsthistorikers aus unternommen. Ihre Ergebnisse tragen daher auch viel weitergehende Früchte, sie sind bautechnisch und sozial wichtig, ohne die Interessen des Seismologen zu vernachlässigen. Von allgemeinsten Wichtigkeit aber ist, daß wir durch sie die Möglichkeit sehen, gewissen katastrophalen Folgen von Beben vorzubeugen. Wir können daher die Hoffnung hegen, daß es dem Scharfsinn der modernen Architekten gelingen möchte, durch neue Bauweisen das Elend zu mildern, das fast jede seismische Katastrophe immer wieder über die Einwohner bringt. Vielleicht ist gerade der Eisenbeton der berufene Baustoff dafür.

F. Linke

**Leonardo da Vinci als Erfinder von Kriegswerkzeugen.** Der geniale Universalmensch Leonardo da Vinci, der früher nur als Künstler bekannt war, seit einiger Zeit aber auch als Erfinder und Techniker in höchstem Ansehen steht, ist auch ein großer Erfinder von Kriegsinstrumenten aller Art gewesen. Über diese naturwissenschaftliche und technische Seite des merkwürdigen Mannes gibt ein Buch Auskunft, das sich bereits seit einem Jahre auf dem Markt befindet, aber durch die sich überstürzenden Ereignisse der letzten Zeit noch viel zu wenig Beachtung gefunden hat: Franz Feldhaus, Leonardo der Techniker und Erfinder (Jena, Eugen Diederichs 1913. Pr. 7,50 M). Es ist fast unglaublich, mit wie vielen Dingen sich der große Geist beschäftigt hat. Er konstruierte ein mechanisches Geigenklavier, wie solche auch jetzt ab und zu wieder auftauchen, Baggermaschinen, Erdbohrer, Bohrmaschinen für Baumstämme, Münzvorrichtungen, Nadelmaschinen, Hörrohre, Schwimmgürtel und Taucherwesten, Räderschiffe, Wasser- und Luftschrauben, Windmühlen mit drehbarem Dach und feststehendem Haus, eine Bandbremse, Gelenkketten, Riemenspannapparate, Drahtseile, Feuerluftmaschinen, Flugmaschinen usw. Er stellte



großartige Kanalprojekte auf und beschäftigte sich mit zahlreichen naturwissenschaftlichen und technischen Problemen.

Alles das hat sich in dem zahlreichen und weitverstreuten handschriftlichen Nachlaß vorgefunden, aus dem Feldhaus ein höchst geschmackvoll gedrucktes und reich ausgestattetes Buch mit vielen Skizzen, Zeichnungen und Bildern zusammengestellt hat. Darin finden sich auch die Vincis Konstruktionen von Kriegswerkzeugen, von denen manche geradezu modern anmuten. Leonardo genügte es offenbar nicht, einzelne Gewehre zur Verfügung zu haben. Er versuchte, durch Vervielfältigung der Läufe und gemeinsame Betätigung der Abschießvorrichtung gleich ganze Serien Schüsse aus einem Instrument zur selben Zeit abzugeben. Seine Konstruktionen hießen Totenorgeln und sind durchaus als Maschinengewehre anzusprechen, nur mit dem Unterschiede, daß unsere modernen Maschinengewehre bloß einen Lauf haben, der sehr schnell folgende Schüsse nacheinander abgibt, während Leonardos Konstruktion zahlreiche Läufe hat und bei gleichzeitigem Abschießen eine Streuwirkung ausübt. Die größte dieser Totenorgeln sollte 72 Büchsen in 8 Lagen zu je 9 Rohren haben, von denen immer eine Lage zugleich abgeschossen werden sollte. Unsere Maschinengewehre erreichen die Streuwirkung durch entsprechendes Drehen und Bewegen des Laufes, so daß man damit eine viel ausgiebigere Bestreichung des Geländes erzielt. Leonardo gibt ferner Zeichnungen und Skizzen eines ganzen Arsenalhofes, genaue Geschützkonstruktionen, die Formerei der Geschützrohre, Lafettenkonstruktionen, Hinterladegeschütze nebst Verschlüssen, Gewehre, Radschloßgewehre usw.

Besonderes Interesse erwecken Leonardos komplizierte Geschosse. In den ersten beiden Jahrhunderten der Feuerwaffen waren die Geschosse recht vielartig. Man fand Eisenkugeln, Steinkugeln, Bleikugeln für Handfeuerwaffen, Hohlgeschosse mit Sprengsatz, Glühgeschosse, Handgranaten und Hagelschüsse. Man lud die Geschosse einzeln oder zu mehreren in ein Geschützrohr. Ein Blatt Leonardos zeigt zwei Mörser kurz nach dem Abfeuern. Aus dem vordersten fliegt das mit Leder umnähte Geschöß gerade heraus. Bei dem hinteren Mörser ist die Umhüllung schon aufgerissen und der Inhalt streut in weitem Bogen aus. Jede einzelne Kugel besitzt viele Bohrungen, und diese Bohrungen sind mit Pulver geladen. Vermutlich brennt dieses Pulver langsam, so daß die einzelnen in den Kugeln steckenden Schüsse erst dann entzündet werden, wenn die Geschosse am Ziel auftreffen. Um den Raum zwischen den verhältnismäßig großen Kugeln auszunutzen, füllt Leonardo die Zwischenräume zwischen vier Kugeln durch einen entsprechend geformten Körper, der gleichfalls wieder mit Schüssen geladen ist. Wir haben also hier sogenannte Rebhühnermörser vor uns, aus deren Einzelgeschossen wiederum Schüsse herauskommen.

Viele von diesen Konstruktionen sind erst viel später verwirklicht worden, als auch andere Zweige der Technik so weit waren, daß sie die Anforderungen des vorausseilenden Genies technisch erfüllen konnten.

L

**Reform der Kreisteilung.** Wir teilten hier (14. Jg. S. 359) kurz den bemerkenswerten Vorschlag mit, den Johannes C. Barolin in seinem höchst beachtenswerten Werkchen „Der Hundertstundentag (Wien, Wilhelm Braumüller 1914 Pr. 1,50 M) über die Reform der Tageseinteilung machte. Nach dem Kriege, da überall ein Neuaufbau stattfinden muß und da Reformen umso mehr die Wege geöffnet sein werden, wird man die Vorschläge Barolins vielleicht in Erwägung ziehen können. Es sei daher auch nach dem genannten Werkchen der Reformvorschlag über die Kreiseinteilung wiedergegeben, der zugleich auf eine merkwürdige Inkonsequenz der älteren Vorschläge hinweist, die die dezimale Kreisteilung ins Auge faßten. Barolin schreibt: „Die Einteilung der Zeit steht in inniger Beziehung zur Einteilung des Kreises, und die Reform der Zeiteinteilung würde daher auch die der Kreiseinteilung bedingen. Wie bekannt, wird der Kreis in 360 Grade, jeder Grad in 60 Minuten, die Minute in 60 Sekunden und die Sekunde in 60 Linien geteilt. Der Einheitlichkeit halber müßte nun auch hier das herrschende sexagesimale System durch das dezimale ersetzt werden (in Frankreich, Deutschland und England steht diese Neueinteilung — auch nautisch — teilweise schon im Gebrauch). So erfreulich an und für sich die Anwendung des dekadischen Teilungssystems zur Vereinfachung der Rechnungen, wenn auch in einem Teilgebiet, ist, muß doch hervorgehoben werden, daß diese neue Bogeneinheit ein Viertelhundertstel des Kreisumfanges ist, da der rechte Winkel anstatt in 90 in 100 Grade geteilt wird. Es ist also auch hier wie beim Metermaß das dekadische Prinzip nicht ganz konsequent durchgeführt, aber das Bessere ist der Feind des Guten. Wir denken uns etwa den Kreis in 100 Grade geteilt, und diese Zeit- und Bogenteilung sollte sich einbürgern, so bestände eine klare, für jedermann ohne Rechenkunst durchsichtige Beziehung zwischen den beiden so häufig gebrauchten Maßen. Wie der geographischen Entfernung eines Längengrades jetzt 4 Minuten entsprechen — eine Beziehung die ohnehin einen großen Fortschritt in der Klarheit bedeutet — wo würde dann der einheitliche Maßstab: 1 Zeit-Toki korrespondiert mit



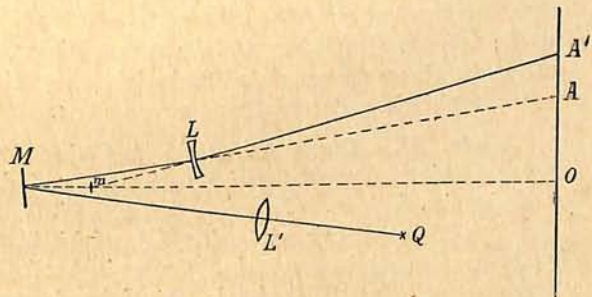
1 Bogen-Toki, 1 Zeit-Sadis mit 1 Bogen-Sadis, 1 Zeit-Asir mit 1 Bogen-Asir, gelten und um vieles klarer und auf alle Maße übertragbar sein. So wie man bei der Zeit die dezimalen Benennungen der Zeiteile des Tages mit den arabischen Namen der Ordnungszahlen bezeichnen könnte, so könnten auch die gleichen Bezeichnungen für die Einteilung des Kreises mit der Voransetzung Bogen, wie im vorstehenden gezeigt, angewendet werden. In der Praxis fände man aber mit der Abkürzung von Bogen-Toki auf B-Toki, von Bogen-Asir auf B-Asir vielleicht sein Auskommen, wodurch eine bedeutende Vereinfachung in der Bezeichnung der Distanzen am Äquator oder bei Berechnungen, bei denen Winkelstellungen in Betracht kommen, möglich wäre. Parallel mit diesen Namen könnten aber auch, um jedwede Verwechslung zu vermeiden, andere besondere in Verwendung kommen. Zu diesem Zwecke haben wir für die Benennung der Bogenmaße aus den Sanskritnamen des 60 jährigen Zyklus zehn für den internationalen Gebrauch geeignet erscheinende herausgegriffen.“

**Einige neue Verfahren, die Genauigkeit der Ablesung mit Fernrohr, Spiegel und Skala zu steigern.** In der „Physikalischen Zeitschrift“ (14, 557, 1913) gibt Herr J. Ludwig ein recht einfaches Verfahren an, durch das sich die Empfindlichkeit der bekannten Poggendorfschen Ablesung mit Fernrohr, Spiegel und Skala erheblich steigern läßt. Dieses Verfahren läßt sich treffend als eine Anwendung des Nonius auf die Spiegelablesung bezeichnen. In nächster Nähe des beweglichen Spiegels, aber ein wenig gegen diesen versetzt, ist ein zweiter fester Spiegel angeordnet. Dieser erzeugt ein Bild eines zur Skala passenden Nonius in derselben Entfernung vom Auge des Beobachters, in der auch das vom beweglichen Spiegel erzeugte Bild der Hauptskala erscheint. Die Ablesung kann alsdann mit der dem Nonius entsprechenden Genauigkeit erfolgen. Die Vorteile dieses Verfahrens liegen auf der Hand. Sie sind, wie Herr Ludwig betont: 1. Verfeinerung der Ablesung unter Beibehaltung des Fernrohres; 2. Vereinfachung der Anordnung, da man bei gleicher Genauigkeit wie beim bisherigen Verfahren durch eine entsprechende Verminderung des Skalenabstandes wie der Skala, dafür aber unter Benutzung des Nonius die Ablesung ebenso fein ausführen kann, wie es früher mit großem Skalenabstand und längerer Skala, aber ohne den Nonius, möglich war. Der ganze Aufbau wird also handlicher und beansprucht weniger Raum.

Zwei dem gleichen Zwecke dienende Verfahren sind neuerdings von Herrn F. Michaud im Journal de physique (5) 4 402 1914, angegeben worden. Das erste, und wegen seiner allgemeineren Anwendbarkeit vielleicht wichtigere Verfahren wird durch die Figur schematisch angedeutet. In dieser Figur ist  $M$  der bewegliche Spiegel,  $Q$  die Lichtquelle und  $O$  der Punkt auf der Skala, auf den das Bild von  $Q$  fällt, wenn der Spiegel in seiner Ruhelage ist. Bei einer gegebenen Drehung des Spiegels möge das Bild der Lichtquelle nach  $A$  fallen. Herr Michaud schaltet nun in den Gang des von  $M$  reflektierten Strahles eine Zerstreulinse  $L$  ein. Die Folge davon ist, daß der reflektierte Strahl gebrochen wird und hinter dieser Linse etwa die Richtung  $mA'$  annimmt. Um das Bild in  $A'$  scharf erscheinen zu lassen, muß dann allerdings in den Gang des auf den Spiegel  $M$  auftreffenden Strahles eine Sammellinse  $L'$  eingefügt werden. Wie groß die durch diese Vorrichtung zu erreichende Empfindlichkeitssteigerung ist, ergibt sich aus einer einfachen Rechnung. Wer nicht geneigt ist, sie zu verfolgen, mag sich mit dem Endergebnis der Rechnung zufrieden geben. Bezeichnen wir mit  $D$  den Abstand  $OM$  der Skala vom Spiegel, mit  $p$  die Entfernung der Zerstreulinse  $L$  von  $M$ , und mit  $f$  die Brennweite der Linse  $L$ , so erhalten wir für das Verhältnis  $R$  des vergrößerten Ausschlages zum unvergrößerten, also der Strecke  $OA'$  zur Strecke  $OA$ , den einfachen Ausdruck:

$$R = 1 + \frac{p(D-p)}{fD},$$

also einen Wert, der immer  $>1$  ist. Verändert man bei gegebener Linse  $L$  und gegebenem Skalenabstand, also bei konstantem  $f$  und konstantem  $D$ , den Abstand  $p$  der Linse vom Spiegel, so wird  $R$  ein Maximum, wenn  $p = D/2$  wird, also wenn die Linse mitten zwischen Spiegel und Skala angeordnet wird. In diesem Falle wird:  $R = 1 + D/4f$ . Man kann also beispielsweise bei einem Skalenabstande von 2 Metern, wie er leicht einzuhalten ist, und einer 1 Meter vor der Skala angeordneten Zerstreulinse mit einer (negativen) Brennweite von 25 cm eine Steigerung der Ablesegenauigkeit auf das Dreifache erzielen.





Die andere von Herrn Michaud angegebene Vorrichtung gestattet, auf einer und derselben oder auf zwei übereinander angeordneten Skalen gleichzeitig zwei Lichtzeiger von verschiedener Empfindlichkeit zu erhalten. Herr Michaud befestigt zu diesem Zwecke an dem beweglichen System statt des üblichen Plan- oder Konkavspiegels zwei Konkavspiegel mit verschiedenem Krümmungshalbmesser. Von diesen beiden Spiegeln liefert der flachere das Bild, wie bei der gewöhnlichen Anordnung, unmittelbar auf der Skala. Der stärker gekrümmte Spiegel würde das Bild zwischen Spiegel und Skala entwerfen; eine in den Gang des von ihm reflektierten Strahles eingeschaltete Zerstreuungslinse sorgt indessen dafür, daß auch dieses Bild auf die Skala fällt. Selbstverständlich muß diese Linse so angebracht werden, daß sie den Gang der von dem flacheren Spiegel kommenden Strahlen nicht zu stören vermag. Das Anwendungsgebiet dieses zweiten Michaudschen Verfahrens dürfte aus dem Grunde nur ein beschränktes bleiben, weil in sehr vielen Fällen das bewegliche System die Anbringung eines zweiten Spiegels nicht zulassen wird, ohne an seiner Beweglichkeit Einbuße zu erleiden.

Mi

## Bücherschau

**Graff, K., Grundriß der geographischen Ortsbestimmung aus astronomischen Beobachtungen.** Mit 64 Figuren. Berlin und Leipzig, G. J. Goeschensche Verlagshandlung, G. m. b. H. 1914. Pr. 8 M., geb. 8,80 M.

Das neue Buch wird besonders derjenige begrüßen, der nicht über weitgehende mathematische Vorkenntnisse verfügt, wie dies bei den meisten Geographen und Forschungsreisenden der Fall ist. Das mathematische Gerüst ist daher auf ein Mindestmaß beschränkt. Das fand insofern auch Unterstützung, da nur kleine Instrumente, die günstigenfalls etwa Winkel von 0,1 Bogenminuten abzulesen gestatten, für die Praxis in Betracht kommen. Um das Buch vollständig zu machen und für die Bedürfnisse des Benutzers abzurunden, sind die in der Ortsbestimmung gebräuchlichen trigonometrischen Sätze übersichtlich zusammengestellt, vorausgeschickt und elementar abgeleitet. Der Inhalt des hübschen Werkes ist: Grundlagen für die Ausführung von Ortsbestimmungsaufgaben. Die Instrumente zu Orts- und Zeitbestimmungen. Ermittlung genäherter Werte von Polhöhe, Zeit, Länge und Azimut. Strengere Methoden zur Bestimmung der Uhrkorrektion und der Polhöhe. Methoden zur Bestimmung von geographischen Längen und Azimuten. Besondere Methoden der nautischen Ortsbestimmung. — Das Werkchen ist klar und schön gedruckt; auffallend sind die schönen deutlichen Zeichnungen; die meist häßlichen und undeutlichen Rasterbilder fehlen ganz. — In einem Anhang sind Beispiele zur Zeit-, Breiten- und Längenbestimmung sowie Tafeln zur geographischen Ortsbestimmung gegeben.

L

**Witte, H., Raum und Zeit im Lichte der neueren Physik.** Sammlung Vieweg, Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik. Heft 17. 8°. IV und 84. Pr. 2,80 M. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn 1914.

Das kleine Werk gibt eine Übersicht über die grundstürzende Neuerung der theoretischen Physik, das Relativitätsprinzip. Da es in breite Kreise eindringen will, vermeidet die Darstellung alle mathematischen Hilfsmittel. Das ist naturgemäß ein schwieriges Unterfangen. Aber es ist sehr wichtig, denn einmal sollte es möglich gemacht werden, die neue Theorie in ihren Grundbedingungen jedem Gebildeten erklären zu können, sodann aber dürfte auf diesem Wege manche Klärung erzielt werden, die im Interesse der lebendigen Wirklichkeit nur erwünscht ist. Ob die neue Lehre als wirklichkeitsloses Gespenst nur die Geister verstiegener Theoretiker beherrscht, oder ob sie „in die Welt paßt“, ist ja noch immer nicht entschieden. Und gerade die große Vorsicht eines bedeutenden und von der in Rede stehenden Neuerung so begeisterten Gelehrten, wie es Henri Poincaré war, sollte auch uns doppelt zur Vorsicht und zur regen Diskussion der neuen Gedanken mahnen. In diesem Sinne sei das vorliegende Schriftchen begrüßt.

L

### Bei der Redaktion eingegangene Bücher

**Habenicht, H., Die eiszeitliche Vergletscherung des Thüringer Waldes.** Mit einer Karte. Gotha im Selbstverlage des Verfassers. 1913. Pr. 1,20 M.

*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. Die neuen Anschauungen über die Natur der obersten Luftschichten. Von Felix Linke . . . . . 137<br>2. Die Sprengstoffe und ihre Natur. Von A. Kirselli . 142<br>3. Physikalische Rundschau. Von Dr. Walter Block . 145 | 4. Kleine Mitteilungen: Wissenschaft und Technik bei den Hellenen . . . . . 149<br>5. Bücherschau: Hann, Dr. Julius, Lehrbuch der Meteorologie . . . . . 152 |
|---|--|

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

## Die neuen Anschauungen über die Natur der obersten Luftschichten

Von Felix Linke

Das neue Jahrhundert hat unsre Kenntnisse über den die Erde umschließenden Luftmantel erheblich erweitert. Der berühmte englische Chemiker William Ramsay lehrte uns, daß die altbekannte Zusammensetzung der atmosphärischen Luft noch lückenhaft sei, daß noch Spuren anderer Gase vorhanden sind, die bis dahin dem Scharfsinn des Analytikers entgangen waren. Sind es auch nur Spuren, die so vorkommen, so weisen sie doch darauf hin, daß sie an dem Aufbau der irdischen Atmosphäre wesentlich beteiligt sind. Denn in anderen Höhen kann die Zusammensetzung der Luft ganz anders aussehen als auf dem Grunde des Luftmeeres, von dem wir bisher immer unsere Proben zur Untersuchung entnommen haben.

Schon gleich nach dem Bekanntwerden der neuen Edelgase machte sich Hann an die Aufgabe, die Zusammensetzung der Luft in verschiedenen Höhen bis zu 100 km hinauf zu berechnen. Er kam zu der Überzeugung, daß sich die Luft in großen Höhen ganz anders zusammensetzt, daß dort die leichteren Gase überwiegen müssen.

Es war Hann nicht möglich nachzuprüfen, wie weit diese Rechnung mit der Wirklichkeit übereinstimmt. Auch Humphreys, der die Rechnung sechs Jahre später (1909) mit verbesserten Grundlagen wiederholte, vermochte das noch nicht.

Inzwischen waren aber neue Tatsachen bekannt geworden, die als Grundlage neuer Anschauungen dienen konnten. Man war in der Meteorologie dazu übergegangen, neue Hilfsmittel zur Erlangung von Beobachtungsdaten zu benutzen. Man benutzte außer Fesselballons und Drachen, die zu verhältnismäßig hoher technischer Durchbildung gelangt waren, nach dem Vorgange von Aßmann Gummiballons. Es ist bekannt, daß die untersten Luftschichten durch den Druck der überlastenden die größte Pressung erleiden, daß sie dichter sind als die höheren. Im Meeresniveau ist der Druck so groß, daß er einer Quecksilbersäule von 760 mm Höhe entspricht. Bei größerer Höhe nimmt er ab, die Luft ist dort dünner. Läßt man einen Ballon, der am Erdboden mit einem leichteren Gas als Luft gefüllt und geschlossen wurde, dessen Druck also gleich dem atmosphärischen am Boden ist, in die Höhe steigen, so kommt der abgeschlossene Gasinhalt unter niedrigeren Druck und dehnt sich aus. Eine unelastische Hülle bietet den Widerstand, wird jedoch der Druckunterschied zwischen außen und innen zu klein, so reißt die Hülle und das Gas entweicht. Eine Gummihülle vermag sich nun auszudehnen und dem inneren Gasdrucke lange zu widerstehen; ein solcher Ballon kann also große Höhen erreichen. Die größte Höhe, die ein solcher Ballon mit registrierenden Instrumenten erreicht hat, ist 20 km.



Im Laufe des letzten Jahrzehnts haben nun außer den genannten Hilfsmitteln viele Gummiballons zahlreiche Beobachtungen aus der Atmosphäre herabgeholt und die Ergebnisse dieser Beobachtungen sind des höchsten Interesses wert. Haben sie uns doch ganz neue Aufschlüsse über die Natur und die Schichtung der Luft gegeben. Das erste, was sie lehrten war, daß in der Luft zahlreiche ziemlich scharf von einander getrennte Luftschichten bestehen, die oft eigene Bewegungen besitzen, die von einander ganz unabhängig sind. So ergeben sich besonders die unteren Wolkenbegrenzungen immer als Schichtgrenzen. Das ist auch der Grund dafür, warum sie immer ziemlich ebene Flächen darstellen, während die Zerklüftung nach oben hin recht erheblich ist.

Diese Auffassung der Wolken als Schichtgrenzen ist in der Folge überaus fruchtbar geworden. Nicht immer sind diese Schichtgrenzen sichtbar, sie können oft nur durch die vergleichenden Registrierungen der Apparate festgestellt werden. Soviel ist aber sicher, daß nämlich die Schichtungen, die uns als Wolken erscheinen, immer nur vorübergehenden Bestand haben, sich mit der Zeit verwischen und schließlich ganz verschwinden.

Außer diesen unbeständigen und tagtäglich aus den Drachen- und Ballonbeobachtungen feststellbaren Schichtungen gibt es in der Atmosphäre Schichtgrenzen, die eine außerordentliche Beständigkeit haben. Die erste dieser Schichtgrenzen wurde durch die Gummiballonaufstiege entdeckt. Bei 11 km Höhe hat man eine Schichtgrenze mit außerordentlich konstanter Temperatur gefunden, die bei  $-55^{\circ}$  liegt. Die darüber liegenden Luftschichten scheinen alle dieselbe Temperatur zu besitzen, während vom Erdboden bis zu jener Schichtgrenze die Temperatur regelmäßig abnimmt. In jener Höhe scheint ein Gleichgewicht der Strahlung vorhanden zu sein, das nur durch eine Änderung der Sonnenstrahlung gestört werden kann. Entsprechend der geringeren Strahlung von der Erdoberfläche beginnt diese kurz als „Inversion“ bezeichnete Schichtgrenze in den Polargegenden bereits bei 8 bis 9 km Höhe, während sie in den Tropen erst bei 16 bis 17 km Höhe nachgewiesen worden ist.

Diese Schichtgrenze ist auch für die Zirkulation in der Atmosphäre von größter Bedeutung. Sie zu durchbrechen dazu gehören nicht geringe Kräfte; sie bildet also die praktische Grenze der senkrechten Luftbewegungen. Unsere Hoch- oder Tiefdruckwirbel, selbst die größten, würden hier ein unübersteigbares Ende finden. Was das bedeutet, ist damit ohne weiteres klar: Alles, was Wetter heißt, muß sich unterhalb der „Inversion“ abspielen. Die ganzen Hunderte Kilometer Luft, die noch darüber liegen, sind für das Wetter belanglos. Das ist für uns insofern vorteilhaft, als es uns auch nicht möglich ist, Beobachtungen wesentlich über die Inversionsgrenze hinauszuschieben. Kämen die obersten Luftschichten für die Wettergestaltung in Betracht, so wäre also unsere Wetterprognose noch viel unsicherer, als sie jetzt schon ist und wir dürften nicht hoffen, das so bald zu überwinden und zu einer wissenschaftlichen Wettervorhersage zu gelangen.

Wenn die Inversion diejenige Grenze ist, in der sich die Wettererscheinungen abspielen, so ist damit zugleich gesagt, daß nur bis zu dieser Höhe Wolkengebilde irgend welcher Art vorkommen können. Die höchsten Zirren greifen nie über die Inversionsschicht hinaus. Und wenn sich unterhalb dieser Grenze Wolken finden, dann kennzeichnet deren Abgrenzung das Vorhandensein weiterer Schichtgrenzen in der Troposphäre. So heißt nämlich dieser untere wichtigste Teil des Luftmantels der Erde.



Wie setzt sich nun diese wichtigste atmosphärische Schicht der Erde zusammen? Nach den modernsten Forschungen so:

	in 1 Kubikmeter
Stickstoff . . . . .	780.3 l = 975.80 g
Sauerstoff . . . . .	209.9 - = 299.84 -
Argon . . . . .	9.4 - = 16.76 -
Kohlensäure . . . . .	0.3 - = 0.59 -
Wasserstoff und andere Bestandteile . . . . .	0.1 - = 0.01 -
	1000 l = 1293 g

Wie man sieht sind es im Wesentlichen Stickstoff und Sauerstoff, wobei der Stickstoff über  $\frac{3}{4}$  ausmacht, der Sauerstoff über  $\frac{1}{5}$ . Was also für die andern Bestandteile übrigbleibt, sind nur Spuren. Damit erscheint diese Frage völlig erledigt. Denn die entnommenen Proben der Luft haben diese Zusammensetzung ergeben. Bei einem Gasgemisch darf man aber nie so schließen, wenn es sich in so verhältnismäßiger Freiheit befindet wie die atmosphärische Luft. Man denke sich nur einmal den Fall, daß ein großes Quantum Luft frei im Weltraum schwebt. Sehen wir davon ab, daß es sich verdichtet und flüssige oder feste Form annimmt, so ist klar, daß sich die einzelnen unverbunden nebeneinander bestehenden Gase nach ihrer Schwere übereinander lagern werden: in der Mitte die schwersten und herum in gleichmäßig geschichteten Lagen. Ein Wesen, daß sich in der Mitte befindet und an diese gebunden ist, würde die Untersuchungsproben immer nur von dort entnehmen und von der Existenz der anderen Gase keine Ahnung haben, wenn ihm nicht andere Untersuchungsmittel zu Gebote stehen.

In derselben Lage befinden wir uns. Wir leben am Grunde des Luftozeans und die Luftproben für unsere chemischen Untersuchungen sind von hier entnommen. Wir wissen also garnicht, ob in größeren Höhen nicht vielleicht ganz andere Gase die wesentlichen Bestandteile der Atmosphäre bilden. Erfahren wir nun gar, daß ganz beachtenswerte Schichtgrenzen in der Luft bestehen, so wird uns die Annahme geradezu aufgedrängt, daß in größerer Höhe die Natur des Luftmantels ganz anders ist als am Erdboden.

Die erste große Schichtgrenze kennen wir, es ist die Inversion. Wo sind nun weitere vorhanden und welche Anzeichen haben wir für sie?

Diesen ganzen großen Komplex von Fragen hat seit fast einem Jahrzehnt Dr. Alfred Wegener in Marburg unter Bearbeitung genommen und eine ganze Reihe schöne und wertvolle Arbeiten geliefert.<sup>1)</sup>

Es soll hier meine Aufgabe sein, das Allerwichtigste davon herauszugreifen und kurz darüber zu berichten. In den genannten Arbeiten Wegeners finden

<sup>1)</sup> Untersuchungen über die Natur der obersten Atmosphärenschichten. Sitzungsberichte der Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg. 1911 Nr. 1. — Untersuchungen über die Natur der obersten Atmosphärenschichten. Physikalische Zeitschrift XII (1911), S. 170 bis 178 u. 214 bis 222. — Neuere Forschungen auf dem Gebiete der atmosphärischen Physik. In „Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung“, herausgegeben von Emil Abderhalden-Halle. Bd. III. 1911. Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien. Sonderabdruck Pr. 4.50 M. — Schließlich das Buch: Dr. Alfred Wegener, Thermodynamik der Atmosphäre. Leipzig 1914. Joh. Ambr. Barth, Leipzig. Pr. 11 M., geb. 12 M. — Das letztgenannte Buch gibt das gesamte neue System der Wissenschaft von der Physik der Erdatmosphäre und ist eins der verdienstvollsten Werke. Die zusammenfassende Arbeit aus den „Fortschritten der Naturwissenschaftlichen Forschung“ gibt eine vorzügliche Zusammenstellung der neuen Forschungen, die außerordentlich übersichtlich und zur Orientierung geeignet ist.



sich weitere Literaturnachweise und viele höchst lehrreiche Illustrationen als Belege. Auf sie muß hier ganz verzichtet werden und wer sie kennen zu lernen wünscht, muß auf die Arbeiten selbst zurückgreifen.

Erwägungen ähnlicher Art wie unsere von vorhin und andere führten Wegener zu der Ansicht, daß es oberhalb der Inversion noch ähnliche markante Schichtgrenzen gibt. Er stellte auch zugleich die Vermutung auf, daß eine solche Grenze etwa bei 70 bis 80 km Höhe vorhanden ist, „weil nämlich hier die Krakatauwolken ihr Aufsteigen beendet haben und weil zugleich diese Höhe ungefähr dieselbe ist, bis zu der noch diffuse Reflexion bemerkt wird.“ Der Anschauung lag ferner eine Neuberechnung der schon erwähnten Hannschen Zahlen zu Grunde; Wegener und Humphreys hatten sie gleichzeitig und unabhängig von einander ausgeführt. Zugleich kam von dem Borne auf ganz anderem Wege zur Annahme einer Schichtgrenze in der genannten Höhe, so daß nunmehr Wegener umfassende Belege sammelte.

Den ersten fand er in den Dämmerungserscheinungen. Wäre die Atmosphäre ein ganz gleichmäßiges und nur mit der Dichteabnahme nach oben zu sich änderndes Gasmisch, so müßten die Dämmerungen ganz gleichmäßigen Verlauf zeigen; nirgends dürften Sprünge oder Unstetigkeiten auftreten. Das ist aber nicht der Fall. Schon die Inversion macht sich durch einen Sprung bemerkbar. Dieser entsteht durch Reflexion des Sonnenlichtes an der Inversionsgrenze von der unter dem Horizont stehenden Sonne. Wenn der „erste Dämmerungsbogen“ verschwindet, steht die Sonne etwa  $8^{\circ}$  unter dem Horizont. Die Höhe der reflektierenden Grenze liegt dann rechnerisch bei 11 km. Das ist genau die Zahl, die sich aus den Ballonbeobachtungen für die Höhe der Schichtgrenze der Inversion ergibt. Wenn aber der Hauptdämmerungsbogen verschwindet oder (am Morgen) auftaucht, dann steht die Sonne  $17^{\circ},4$  unter dem Horizont. Die Höhe der hierbei in Betracht kommenden reflektierenden Schichtgrenze beträgt 74 km. So weisen also die Dämmerungserscheinungen auf das Vorhandensein einer weiteren fundamentalen Grenze hin, die zwischen 70 und 80 km Höhe liegen muß.

Damit sind aber die Dämmerlichterscheinungen noch nicht erloschen, es ist vielmehr nach dem Untersinken des Hauptdämmerungsbogens noch ein feiner bläulicher Nachdämmerungsbogen vorhanden, der nach Sees Beobachtung in der Höhe von 214 km rechnergemäß verschwindet. Man könnte also auf den Gedanken kommen, daß auch hier wieder eine Schichtgrenze liegt, über deren Zustandekommen wir nun so gut wie gar nichts wissen. Es war daher äußerst verlockend, nach weiteren Erscheinungen zu suchen, die in den Rahmen dieser Betrachtungen passen. Wie sich die daran geknüpften Hoffnungen erfüllt haben, werden wir noch sehen.

Die Realität einer Schichtgrenze in der Höhe von 70 bis 80 km wurde sehr bald durch andere Erscheinungen erhärtet. Dahin gehören die leuchtenden Nachtwolken. In den Jahren 1885/6 wurden ziemlich plötzlich am Nachthimmel helle Wolken beobachtet, die man sich zuerst gar nicht erklären konnte. Die Sonne war allemal so tief unter dem Horizonte, daß diese Wolkengebilde nicht in denjenigen Höhen schweben konnten, in denen sonst Wolken vorkommen. Selbst die höchsten Zirren reichen ja über die Inversion nicht hinaus. Jene

---

Weinek, Über die Dauer der Dämmerung und des Auf- bzw. Unterganges der Sonnen- oder Mondscheibe. Weltall. Jg. 13 H. 5 S. 65, H. 6 S. 88.



Wolken aber mußten viel höher schweben. Man hat sie photogrammetrisch festgelegt und daraus Höhen abgeleitet, die zwischen 70 und 83 km liegen. Diese Wolken sind jahrelang beobachtet worden, erst vor wenigen Jahren konnten sie als verschwunden gelten. Es hat sich herausgestellt, daß diese Wolken einem gewaltigen vulkanischen Ausbruche ihre Entstehung verdanken. Der 1883 erfolgte Ausbruch des Krakatau in der Sundastraße hat sie verursacht. Damals wurde bekanntlich der größte Teil des Inselvulkans in die Luft geschleudert. Die gewaltigen Massen des glühenden Magmas kamen durch den Ausbruch mit dem Meereswasser in Berührung, das momentan zersetzt wurde. Die Dissoziationsprodukte explodierten und zerspritzten das Magma in Teilchen fabelhafter Feinheit. Diese wurden von den ausgestoßenen Gasen mit in die Höhe gerissen und in gewaltige Höhen geführt.

Es wurde vorhin gesagt, daß die Durchbrechung der Inversionsschicht für aufsteigende Luftmassen geradezu zu den Unmöglichkeiten gehört. Beweis dafür ist die pinienartige Ausbreitung der Eruptionswolken der Vulkane. Das klassische Beispiel ist die Pinie des Vesuv: Die Ausbreitung erfolgt in 11 bis 13 km Höhe, dort, wo die aufwärtsgestoßenen Gas- und Rauchmassen gegen die Inversionsschicht stoßen. Diese ist in der Tat die Grenze, die von allen Vulkanwolken eingehalten wird und nur in sehr wenigen Fällen durchbrochen worden ist. Der Grund des Durchbruchs der Vulkanwolke des Krakatau war nicht allein die ausnahmsweise große Heftigkeit der Explosion, sondern auch die Tatsache, daß jene Wolken ungewöhnlich große Massen Wasserstoff führten, die sich bei der vorhin geschilderten Zersetzung bildeten. Diese vermochten vermöge ihrer Leichtigkeit die Inversionsschicht zu durchstoßen und sehr viel von dem feinen Staube mit sich zu reißen, der dann zu den feinen Reflexionen des Lichts der tief unter dem Horizont stehenden Sonne Veranlassung gab. In ihrer kolossalen Menge verursachten die schwebenden Staubpartikelchen die feinen silbernen Nachtdämmerwolken, die zwei Jahrzehnte lang eine so große Rolle gespielt haben. Die Gewalt der Eruption des Krakatau war so groß gewesen, daß die feinen Staubpartikelchen bis an die zweite große Schichtgrenze hinaufgelangten. Diese zu durchstoßen vermochten sie nicht mehr, hier wurde ihnen Halt geboten. So feine Schichten können sich sehr lange schwebend erhalten; sie sinken so langsam zu Boden, daß sie jahrelang noch schweben<sup>1)</sup>. So haben die feinen Wolkenerscheinungen jahrzehntelang bestanden und zu allen den merkwürdigen Dämmerungserscheinungen Veranlassung gegeben, deren Ursache erst sich viel später aufklären sollte. In diesem Zusammenhange ist aber jedenfalls das Wichtigste die unabhängige Bestätigung der Schichtgrenze in der Höhe von 70 bis 80 km<sup>2)</sup>. In der Folge hat der Teil der Atmosphäre oberhalb der Inversion den Namen Stratosphäre erhalten. Die Luft in ihr ist außerordentlich dünn; schon in einigen 40 km Höhe sinkt der Luftdruck auf wenige Millimeter, beträgt in 60 km Höhe nur noch  $\frac{1}{10}$  mm, bei 80 km  $\frac{2}{100}$  mm. —

<sup>1)</sup> s. Linke, Die Elemente des Niederschlages. Weltall 13. Jg. S. 293 fg. (Heft 20).

<sup>2)</sup> s. dazu folgende Abhandlungen im Weltall: Busch, Das Verhalten der neutralen Punkte von Argo und Babinet während der letzten atmosphärisch-optischen Störung Jg. 6 H. 3 S. 37 — Stentzel, Der Lavastaub des Vesuv und seine Wirkungen in der Atmosphäre Jg. 6 H. 16 S. 259 — Archenhold, Auffällige Dämmerungserscheinungen Jg. 12 H. 8 S. 115. — das., Über die Natur der höchsten Atmosphärenschichten Jg. 2 H. 23 S. 339 fg.



Berechnet man nach den Gasgesetzen die Zusammensetzung der Luft, so ergibt sich dafür die folgende Tabelle.

Höhe km	Luftdruck mm	Geo- koronium	Wasserstoff	Helium	Stickstoff	Sauerstoff	Argon
0	760	0,00058	0,0033	0,0005	78,1	20,9	0,937
20	41,7	0	0	0	85	15	0
40	1,92	0	1	0	88	10	—
60	0,106	5	12	1	77	6	
80	0,0192	19	55	4	21	1	
100	0,0128	29	67	4	1	0	
120	0,0106	32	65	3	0	—	
140	0,00900	36	62	2	—		
200	0,00581	50	50	1			
300	0,00329	71	29	—			
400	0,00220	85	15				
500	0,00162	93	7				

## Die Sprengstoffe und ihre Natur

Von A. Kirselli

Das vornehmste technische Hilfsmittel der Kriege ist in den letzten Jahrhunderten der Sprengstoff gewesen. Er trat bereits auf den Plan, als an die Verwendung anderer technischer Hilfsmittel noch gar nicht zu denken war. Und da an seiner Verbesserung ständig gearbeitet wird, ist er in jedem Stadium des höchsten Interesses wert.

Was ist nun aber eigentlich ein Sprengstoff? — Sprengmittel sind Stoffe, die einer Explosion fähig sind. Eine Explosion ist ein chemischer Vorgang, der durch vier wesentliche Merkmale gekennzeichnet ist. Sie verläuft stets bei hoher Temperatur, immer sehr schnell, sie muß leicht ausgelöst werden können und endlich durch Verwandlung der explodierten Stoffe Gase entwickeln, die sehr großen Raum beanspruchen. Keine dieser vier Eigenschaften darf fehlen. Sie bedingen in ihrer Gesamtheit einen gewaltsamen Ausgleich des explodierenden Stoffes mit der Umgebung, und zwar von solcher Heftigkeit, wie ihn nur die Heranziehung der zwischen den einzelnen chemisch kleinsten Teilchen des Stoffes, der Moleküle, bestehenden Kräfte möglich macht. Diese Kräfte sind die stärksten, die wir überhaupt kennen.

Zur wissenschaftlichen und praktischen Kennzeichnung des Wertes der Sprengstoffe sind Maß und Zahl notwendig. Die Sprengwirkung mißt man in Meterkilogrammen (mkg), ebenso wie man jede Arbeitsfähigkeit ausdrücken kann. 1 mkg ist diejenige Arbeit, die bei der Hebung von 1 kg auf 1 m Höhe erforderlich ist. Bei modernsten Gewehrsgeschossen beträgt diese Arbeitsfähigkeit des aus der Mündung tretenden Geschosses etwa 400 mkg, bei den allergrößten Geschützen geht sie in die Millionen.



Wie man von einem praktisch brauchbaren Sprengstoff verlangt, daß er nicht zu schwer explodiert, wird umgekehrt gefordert, daß er aus Gründen der Sicherheit bei der Herstellung und des Transportes nicht zu leicht explodiert. Das ist z. B. der Fall beim Jodstickstoff, der in trockenem Zustande bereits bei leisester Berührung explodiert, sodaß man ihn nur feucht transportieren kann. Die schwer explosiblen Gemische werden durch sogenannte Initialzündungen zur Explosion gebracht. Zu diesem Zwecke benutzt man Knallquecksilber in Form von Zündhütchen oder Zündschnuren. Dieses wird durch eine Flamme oder durch einen Schlag zur Explosion gebracht und bringt nun wieder durch die dabei entstehende starke Erschütterung die Explosion der eigentlichen Ladung zuwege.

Auch diese Dinge sind der Beobachtung und der Angabe in Maß und Zahl zugänglich. Der Schlag z. B. läßt sich physikalisch definieren durch die Fallhöhe und das Gewicht des Hammers, sodaß sich dadurch die Charakterisierung des Sprengstoffes bezüglich seiner Empfindlichkeit ergibt, die in der Sprengmitteltechnik als die Fallhammerprobe bezeichnet wird. Sie genügt aber allein nicht, sondern man muß auch die Wirksamkeit des Sprengstoffes zahlenmäßig feststellen. Das geschieht in der Weise, daß ein angebohrter Bleiblock mit dem Sprengstoff gefüllt und fest verstopft wird. Die Ladung wird zur Explosion gebracht und treibt das in seiner ursprünglichen Größe bekannte Loch zu einer größeren Ausbuchtung auf, die in Kubikzentimetern angebar ist und als Maß der Wirksamkeit des Sprengstoffes dient. Man mißt so die Brisanz des Sprengmittels.

Der einfachste Impuls der Explosion ist die Flamme, die auch als elektrischer Funke mit Vorteil da verwendet wird, wo hohe Temperaturen zur Zündung erforderlich sind. In vielen Fällen genügt, wie gesagt, leise Berührung oder Schlag verschiedener Heftigkeit. In andern Fällen ist die Benutzung der Vorexpllosion eines leichter explosiblen Stoffes erforderlich, um die gewünschte Explosion zur Auslösung zu bringen. Die Explosion des Sprengmittels selbst entwickelt sodann erst die Kräfte, die man benutzen will, sei es zu Sprengungen oder zur Schleuderung von Geschossen.

Die bei der Explosion freiwerdenden Kräfte sind je nach der chemischen Zusammensetzung des Sprengstoffes sehr verschieden. Schwarzpulver hat einen ganz anderen Energieinhalt als Dynamit; mit diesem kann man Wirkungen erzielen, die das Schwarzpulver nicht zu leisten vermag, weil der Energieinhalt des Dynamits sehr viel größer ist als der des Schwarzpulvers.

Man denkt nun gemeinhin, daß der Energieinhalt der Sprengmittel besonders groß ist. Geht man jedoch an die Messung, so ergibt sich, daß die Sprengstoffe keineswegs die Körper größten Energieinhaltes sind. So entwickelt z. B. 1 kg Dynamit bei seiner Verbrennung nur 553 800 mkg. 1 kg Petroleum dagegen liefert bei seiner Verbrennung zu Kohlensäure und Wasser etwa 5 112 000 mkg, Steinkohle bis zu 3 400 000 mkg, trockenes Holz 1 500 000 bis 1 700 000 mkg, sodaß Dynamit an Energieinhalt nur den zehnten Teil desjenigen von Petroleum besitzt. Ein weiterer Umstand ist für den Sprengstoff von Wichtigkeit, nämlich der, daß man die in ihm vorhandene Energie eben auch in möglichst kurzer Zeit zur Auslösung zu bringen vermag. Darin ist sogar der technische Wert der Sprengstoffe begründet, während sie als Energiequellen betrachtet außerordentlich kostspielige Treibmittel sind.



Aus der folgenden kleinen Tabelle ergibt sich die Wertigkeit der verschiedenen im Gebrauche befindlichen Explosivstoffe:

	Arbeit in mkg	Wert- verhältnis
Sprenggelatine (7 % Kollodiumwolle) . . .	700 000	100
Nitroglyzerin . . . . .	670 000	96
Nitromannit . . . . .	645 000	92
Dynamit (75 % Nitroglyzerin) . . . . .	550 000	79
Nitroglyzerin (40 % Nitroglyzerin) . . . . .	550 000	79
Schießwolle (13 % Stickstoff) . . . . .	465 000	66
Schießwollpulver . . . . .	380 000	54
Kollodiumwolle (12 % Stickstoff) . . . . .	310 000	44
Ammonsalpetersprengstoff (Ammonsalpeter mit 10 % Nitronaphtalin) . . . . .	385 000	58
Pikrinsäure . . . . .	345 000	49
Trinitrotoluol . . . . .	312 000	44
Schwarzpulver . . . . .	290 000	41
Ammonsalpeter . . . . .	265 000	38
Knallquecksilber . . . . .	175 000	25

Die energiereichsten und technisch brauchbarsten Sprengstoffe sind das Nitroglyzerin und der Nitromannit. Sprenggelatine mit 7 % Kollodiumwolle hat einen Energieinhalt von 700 000 mkg pro Kilogramm. Schwarzpulver entwickelt nur 290 000 mkg, also 41 % der Energie unsers höchstwertigen Sprengmittels, und Knallquecksilber gar nur den vierten Teil, 175 000 mkg. Nun ist allerdings Knallquecksilber nie in Gewehren oder Geschützen benutzt worden, wohl aber Schwarzpulver, und aus den angegebenen Zahlen ergibt sich schon, welche Bedeutung dem Übergang von dem rauchenden Schwarzpulver zu den modernen Sprengstoffen zuzumessen ist. Und welche Bedeutung das für die Schießtechnik im Gefolge gehabt hat, haben uns bereits unsere Erörterungen auf S. 63 gezeigt.

## Physikalische Rundschau

Von Dr. Walter Block

### Röntgenspektroskopie

Vor einiger Zeit ist ausführlicher über eine neue Entdeckung an Röntgenstrahlen berichtet worden (Weltall 1914 Jahrg. 14 S. 153), nämlich über die Beugung und Reflexion der Strahlen an Kristallen, wodurch man zu weitergehender Erkenntnis über die atomistische Struktur des Kristallbaues gelangte. Man konnte so, mit Hilfe der Photographie der Beugungsbilder, wie sie durch einen in den Weg eines Röntgenstrahles gestellten Kristall entstehen, Aufschlüsse über den Bau dieses Kristalls gewinnen. Gleichzeitig war es aber auch möglich — und dies soll der Gegenstand des nachfolgenden Berichtes sein — mancherlei neues über die Art des Strahles selbst zu erhalten. Es war ja schon durch die ersten derartigen Versuche der Nachweis geführt, daß die Röntgenstrahlen ein Wellenvorgang sind, ähnlich wie die Lichtwellen. Photographiert man das Beugungs- bzw. Reflexionsbild eines ganz bestimmten Röntgenstrahles von bestimmter Wellenlänge, so wird man eine Photographie erhalten, die für diesen Strahl und diesen Kristall charakteristisch ist; macht man



eine zweite Aufnahme mittels des gleichen Kristalls aber bei einem andern Strahl, so wird man ein anderes Bild bekommen, und man kann aus der Verschiedenartigkeit der Bilder auf die Unterschiede der Strahlen schließen. Die Unterschiede der verschiedenen Röntgenstrahlungen kommen naturgemäß von den Unterschieden in ihrer Entstehung her. Wir können uns den Vorgang so vorstellen, daß in der Röntgenröhre von dem negativen Pol, der Kathode, Elektronen ausgeschleudert werden, die auf die materiellen Atome der Antikathode treffen. Ihr Auftreffen setzt die Atome in bestimmte Schwingungen, die sich dem umgebenden Lichtäther mitteilen, und diese Schwingungen merken wir als Röntgenstrahlen. Mit anderen Worten, die von einer Antikathode ausgehenden Röntgenstrahlen sind, abgesehen von anderen Nebenumständen, in ihrer Art, oder besser gesagt, in ihren Schwingungszuständen von dem Material der Antikathode abhängig; und weiter, legen wir in der oben angedeuteten Weise die Beugungsbilder von Strahlen verschiedenen Antikathodenmaterials fest, so können wir aus diesen Bildern Rückschlüsse auf die Atomschwingungen und den Atombau dieser Materialien tun. In dieser Richtung bewegen sich jetzt zum großen Teil die Röntgenstrahlungsforschungen.

Dabei handelt es sich also zunächst um die Konstruktion eines geeigneten Röntgenspektroskops. Das ist mehrfach ausgeführt. Grundsätzlich und am einfachsten ist das Problem folgendermaßen gelöst: durch einen Spalt in einer dicken Bleiplatte wird von dem Röntgenstrahlenbündel der Röhre ein feiner Strahl ausgeschnitten, der auf den Kristall fällt, ein Gipsplättchen oder eine Glimmerplatte meistens; von ihm werden die Strahlen dann reflektiert und treffen auf eine geeignet aufgestellte photographische Platte, die das „Röntgenspektrum“ festhält. Dieser Reflexionsvorgang unterscheidet sich aber wesentlich von dem bei Licht, wie wir ihn sonst kennen. Es ist sehr merkwürdig, daß wir über diesen scheinbar so einfachen Vorgang im Grunde genommen sehr wenig wissen, so z. B. nicht, weshalb der Einfallswinkel gleich dem Reflexionswinkel ist, dagegen sind wir über den scheinbar viel schwierigeren Vorgang der Reflexion der Röntgenstrahlung recht gut unterrichtet. Wir müssen dabei berücksichtigen, daß die Reflexion bei Licht an der Oberfläche des reflektierenden Körpers erfolgt, bei den Röntgenstrahlen dagegen an einem räumlichen Gebilde, dem Gittergebilde des Kristalls. Es ist dabei zu bedenken, daß die Lichtwellen unvergleichlich viel länger als die Röntgenstrahlenwellen sind, gemessen an den Größen der Atome und ihren gegenseitigen Abständen. Deswegen gelten hier nicht so übersichtliche Reflexionsgesetze, und die einfachen, daß der Einfallswinkel gleich dem Reflexionswinkel ist, und daß die besondere Art des Lichtes keine Rolle spielt, gelten durchaus nicht mehr. Zunächst ist die Reflexion von der Wellenlänge der Strahlung abhängig, sodann von dem Einfallswinkel, und endlich von den Abmessungen des Atomgitters des reflektierenden Stoffes. Damit überhaupt eine Reflexion stattfindet, muß zwischen diesen drei Größen eine bestimmte sehr einfache mathematische Beziehung bestehen, und nur wenn diese erfüllt ist, findet überhaupt eine Reflexion statt.

Also, fällt ein Röntgenstrahl einer einheitlichen Wellenlänge auf eine Kristallfläche, so wird er im allgemeinen nicht reflektiert werden, und wir müssen durch Änderung des Einfallswinkels, am einfachsten also durch Drehen des Kristalls, erst jene oben angedeutete Beziehung herstellen. Dann wird ein Reflexionsbild des Spaltes ähnlich wie durch einen Spiegel auf die photographische Platte geworfen.



Um also mittels der oben geschilderten Anordnung wirklich „Röntgenspektren“ zu erhalten, muß noch eine Vorrichtung eingebaut sein, die den benutzten Kristall langsam gleichmäßig um eine Achse, die senkrecht zur Strahlrichtung liegt, dreht. So findet allmählich jede etwa vorhandene Strahlenart, die also durch ihre bestimmte Wellenlänge charakterisiert ist, den notwendigen Einfallswinkel, um dann nach der Reflexion auf der photographischen Platte einen Eindruck, also ein Bild des Spaltes, d. h. eine Linie, wie in den optischen Spektren, zu hinterlassen.

Jedes so entstandene Röntgenspektrum zeigt dann also, wie unzählige Aufnahmen lehren, je nach dem Material der Antikathode eine bestimmte Anzahl Linien in charakteristischer Anordnung. Die Spektren unterscheiden sich im Aussehen in nichts von den bisher bekannten optischen. Es gibt linienarme und linienreiche, Einzellinien, Banden und Serien. Jeder bestimmte Antikathodenstoff erzeugt ganz bestimmte Linien, die für ihn ebenso charakteristisch sind, wie die Spektrallinien für die bekannten Körper, und man gelangt so zu einer der optischen Spektroskopie gleichartigen Spektroskopie mittels Röntgenstrahlen.

Man hat hierbei nur den Übelstand mit in Kauf zu nehmen, daß man jeden zu untersuchenden Körper als Antikathode in eine Röntgenröhre einschließen muß, was natürlich mit großen Schwierigkeiten verknüpft ist. Indessen ist es unter Umständen auch möglich, das zu umgehen, indem man den zu untersuchenden Körper einfach mit Röntgenstrahlen bestrahlt und dann die von ihm ausgehenden sekundären Röntgenstrahlen dem Spektroskop zuführt.

Vorstehende Darlegungen sollen nur einen allgemeinen Überblick über das zur Zeit besonderes Interesse bietende Gebiet bringen. Die genauere Ausführung einzelner Teile wird bei späterer Gelegenheit gegeben werden, wenn erst weitere abgeschlossene Ergebnisse vorliegen.

### Die Molekularluftpumpe

Zur Herstellung sehr weitgehender Luftverdünnung besitzt man in physikalischen und technischen Laboratorien eine ganz bedeutende Anzahl von Hilfsmitteln, die aber zum Teil recht unbequem sind. Die von W. Gaede konstruierte „Molekularluftpumpe“, die in gewisser Weise auf Grund rein theoretischer Überlegungen im Anschluß an unsere Vorstellung von dem gasförmigen Zustand entstanden ist, zeichnet sich durch bemerkenswerte Einfachheit und durch die Möglichkeit einer ganz besonders weit zu treibenden Evakuierung aus.

Wir stellen uns vor, daß in einem Gase die einzelnen Moleküle ganz ungeordnet herumfliegen, miteinander zusammenstoßen, an die Wände des Gefäßes anprallen, kurz, ganz ungeordnete zickzackförmige Bewegungen ausführen. Das Aufprallen an die Gefäßwände bezeichnen wir als den Druck des Gases. Auf Grund experimenteller Untersuchungen und theoretischer Überlegungen können wir berechnen, mit welcher durchschnittlichen Geschwindigkeit sich die Gasmoleküle bewegen, wobei wir Werte erhalten, die bei den uns am meisten interessierenden Gasen, Sauerstoff und Stickstoff, noch unter der Geschwindigkeit der Geschosse moderner Feuerwaffen liegen, und die Schallgeschwindigkeit nur wenig übertreffen; wir können weiter berechnen, wie lang durchschnittlich der Weg sein wird, den ein Molekül zurücklegen muß, bis es auf ein zweites aufprallt, wie lange Zeit zwischen zwei solchen Zusammenstößen im Durchschnitt liegen wird, kurz wir können diesen scheinbar so komplizierten Vorgang statistisch gut verfolgen. Uns interessiert hier besonders der Vorgang der dauernden Zusammenstöße der Moleküle untereinander, den man als innere



Reibung der Gase bezeichnet. Für diese innere Reibung hat man das Gesetz gefunden, daß sie unabhängig von dem Druck ist, unter dem das Gas steht.

Die Pumpe ist nun etwa folgendermaßen gebaut: Ein Metallzylinder dreht sich mit großer Geschwindigkeit um seine Achse; er ist mit einem ihn möglichst eng umschließenden Gehäuse umgeben, das ebenfalls aus Metall besteht. In die Innenwand dieses Gehäuses ist nun eine schmale Nute eingeschnitten, die in der Drehebene des Zylinders liegt, und um einen Teil der Innenwand herumreicht. Sie hat also Kreisbogenform. An Anfang und Ende der Nute sind Bohröffnungen durch das Gehäuse nach außen geführt. Rotiert nun der Zylinder in dem Gehäuse, so wird die Luft in der Nute infolge ihrer inneren Reibung mitgeführt werden, d. h. es wird durch die eine Bohröffnung Luft angesaugt, durch die andere ausgestoßen werden. Verbinden wir beide Öffnungen durch Schläuche mit einem Manometer, so wird dieses den Druckunterschied zwischen ihnen anzeigen. Dieser Druckunterschied mag 10 mm betragen, es wird also z. B., wenn an der Ausblaseöffnung der Atmosphärendruck von 760 mm herrscht, an der Saugöffnung ein solcher von 750 mm sein. Verbinden wir nun jene Öffnung mit einer einfachen Hilfspumpe, wir können sie als Vorpumpe bezeichnen, und setzen den Druck an ihr durch Pumpen herab, so wird dieser Druckunterschied gemäß obigem Gesetz immer bestehen bleiben; würde also der Druck an der Ausblaseöffnung auf 10 mm gesunken sein, was durch eine sehr einfache Vorpumpe ohne jede Mühe zu erzielen ist, so müßte an der Saugöffnung ein absolutes Vakuum herrschen. Leider aber gilt jenes Gesetz nicht mehr bei den niedrigen Drucken; da ist der Druckunterschied nicht mehr von dem Druck unabhängig, sondern von dem Druckverhältnis. Man sieht aber trotzdem ohne Weiteres, daß man bei Anwendung einer Vorpumpe zu äußerst niedrigen Drucken herunterkommt.

Stellen wir uns den Mechanismus des Vorgangs noch deutlicher vor. In der Nute bewegen sich die Gasmoleküle unregelmäßig durcheinander und prallen an die Wände des Zylinders und des Gehäuses an. Wenn sich nun aber der Zylinder so schnell dreht, daß seine Umfangsgeschwindigkeit in einiger Annäherung der der Gasmoleküle entspricht, so werden die vom Zylinder zurückgeworfenen Moleküle nicht mehr ganz unregelmäßig reflektiert werden, sondern sie werden noch eine Eigenbewegung erhalten, die sie in Richtung nach der Ausblaseöffnung zu treibt, also von der Saugöffnung weg. Dann entsteht dort ein Verarmungsbereich an Molekülen, und es kommt eine besonders starke Saugwirkung zustande. Über die technische Ausführungsform der Pumpe ist nur zu erwähnen, daß man sich nicht auf eine einzelne Nute beschränkt, sondern eine Anzahl anbringt, die man hintereinander schaltet, so daß sich ihre Wirkungen summieren. Da die Pumpe die Moleküle unmittelbar beeinflußt, so hat sie vor den sonst gebräuchlichen Pumpen den Vorzug, daß sie nicht nur die Gase, sondern auch die Dämpfe absaugt, wie Wasserdampf, Quecksilberdämpfe bei den sonst üblichen Quecksilberluftpumpen, die man bisher auf anderem Wege entfernen mußte. Als Beispiel für die Leistung der Pumpe, die äußerst schnell arbeitet, sei nur angegeben, daß bei 12000 Umdrehungen des Zylinders in der Minute und einem Anfangsdruck von 0,05 mm im Gehäuse ein Vakuum von 0,0000002 mm erreicht wurde. Wählt man einen Anfangsdruck von 20 mm, den jede durch einen geschickten Glasbläser hergestellte Wasserstrahlpumpe gibt, so erhält man ein Vakuum von 0,0003 mm, das weit unter dem liegt, das man z. B. für die Herstellung von Röntgenröhren braucht. Bisher war es ausgeschlossen, solche Vacua zu erreichen.



### Elektronenabgabe bei chemischen Vorgängen

Es gibt eine recht große Anzahl von Vorgängen, bei denen man das Freiwerden von Elektronen beobachten kann. Dahin gehört die Elektronenabgabe bei Belichtung einzelner Stoffe, Zinkamalgam, Kalium usw., bei hohen Temperaturen, wie neuerdings besonders bei glühenden Wolframdrähten untersucht wird, in Flammen und selbstverständlich bei den Entladungen in verdünnten Gasen. Ganz besonders wichtig ist ja dieser Vorgang bei den radioaktiven Stoffen, wo wir das explosionsartige Zerfallen von Atomen in Elektronen und neue Atome kennen. Hier haben wir den Fall der Elektronenabgabe bei einer chemischen, allerdings durch uns nicht veranlaßten und nicht beeinflussbaren Reaktion vor uns, die sich hierdurch und ganz besonders noch durch die verhältnismäßig etwa eine Million Mal größere Energieumsetzung von allen andern durch uns veranlaßten Reaktionen unterscheidet. Es lag deswegen der Gedanke nahe, bei andern durch uns einleitbaren Umsetzungen etwaige Elektronenabgaben nachzuweisen. Derartige Versuche sind von Haber und Just ausgeführt worden. Um dabei zu einem Ziel zu kommen, mußte man sich darüber klar werden, daß die eben abgegebenen Elektronen mit Rücksicht auf die bei den Umsetzungen frei werdenden Energiemengen nur sehr geringe Geschwindigkeiten besitzen können und deswegen in Gasen gewöhnlichen Drucks sehr bald verschwinden werden, indem sie sich an Gasmoleküle anlagern. Führt man demgemäß die Versuche mit zwei hochverdünnten Gasen aus, so ist die Gefahr naheliegend, daß man dabei durch die frei werdende Energie die Gase derart erhitzt, daß sich die gleichen Verhältnisse wie bei Flammen einstellen, die nichts Neues bieten können. Ein hochverdünntes Gas und ein fester Körper ist ebenfalls unzweckmäßig, da sich auf diesen leicht eine Reaktionsschicht bildet, die ein Austreten von Elektronen verhindern kann. Ein Gas und eine Flüssigkeit, bei dem man überdies die reagierende Oberfläche dauernd erneuern kann, bieten die meiste Aussicht auf Erfolg. Und da wird es dann das Günstigste sein, wenn man eine solche Flüssigkeit, von der man bereits weiß, daß ihre Reaktionen mit hohen Energiebeträgen verlaufen, in feinen Tropfen durch das hochverdünnte Gas fließen läßt. Der Vorgang muß, um alle möglichen lichtelektrischen Beeinflussungen auszuschließen, im Dunkeln verlaufen. Als geeignete Flüssigkeiten erwiesen sich Legierungen von Kalium und Natrium, und außerdem Cäsium, das etwas über Zimmertemperatur flüssig ist. Diese Flüssigkeiten tropften in feinen Tröpfchen aus einer Kapillare in ein Vakuum, in das sehr geringe, immer erneuerte Mengen geeigneter reaktionsfähiger Gase eingeleitet und deren Reste alsbald automatisch kondensiert wurden. Um das Freiwerden von Elektronen beobachten zu können wurde eine niedrige elektrische Spannung mit dem einen Pol an die Flüssigkeit in der Kapillare gelegt und mit dem andern Pol an eine Hilfselektrode, die sich in einigen Millimetern Entfernung von der Ausflußöffnung befand und zum Auffangen der Elektronen diente. Es zeigte sich bei dieser Anordnung sofort, daß beim Austropfen ein elektrischer Strom entstand, wenn der negative Pol an der Kapillare lag; beim Umkehren der Spannung, bleibt jede Wirkung aus. Es werden also nur negative Teilchen in den Gasraum hereingetrieben. Auch wenn man keine Hilfsspannung anwendet, kann man das Entstehen eines Stromes zwischen Kapillare und Hilfselektrode nachweisen, der eine Aufladung bis zu 1 Volt veranlaßt. Ist diese Aufladung eingetreten, so ist sie ausreichend, durch ihre Gegenkraft das Austreten weiterer Elektronen zu verhindern.



Es fehlt nun noch der Nachweis, daß es sich dabei wirklich um Elektronen, und nicht etwa um materielle Teilchen handelt, die aus irgendwelchen Gründen elektrisch geladen sind. Das weist man dadurch nach, daß man diese Teilchen auf ihrem Wege vom Tropfen zur Auffangelektrode durch magnetischen Einfluß seitlich ablenkt; aus der Größe dieser Ablenkung kann man bei bekannter magnetischer Feldstärke das Verhältnis ihrer elektrischen Ladung zu ihrer materiellen Masse (im allgemeinen als  $\frac{e}{m}$  bezeichnet) berechnen, und gelangt dabei zu dem für Elektronen charakteristischen Wert.

Damit ist der gesuchte Nachweis, daß auch bei chemischen Reaktionen Elektronenaussendungen auftreten können, erbracht. Der Nachweis, daß bei allen solchen Erscheinungen Elektronen frei werden, wird sich experimentell nicht immer führen lassen, da in den meisten Fällen die Geschwindigkeit der ausgeschleuderten Elektronen zu klein sein wird, um sie über brauchbare Strecken hinweg zu bewegen, ehe sie sich an andere Atome anlagern.

Die Versuche dürften besonders aus dem Grunde von Wichtigkeit sein, weil sie die Brücke schlagen zwischen den chemischen Reaktionen, die uns bei der Radioaktivität bekannt sind, und bei denen ganz bedeutende Elektronenemissionen vorliegen, und den sonst bekannten, bei denen eine solche bisher noch nicht bekannt war. Man kann hierbei mit einer gewissen Berechtigung von einer künstlichen Radioaktivität reden. Besser dürfte man vielleicht sagen, daß die radioaktiven Vorgänge demnach in dieser Hinsicht nichts Außergewöhnliches darstellen, abgesehen davon, daß bei ihnen wegen der großen Energiemengen die einzelnen Erscheinungen unvergleichlich viel leichter nachweisbar sind.

#### Literatur:

- Zur Röntgenspektroskopie: M. v. Laue, Die Interferenzerscheinungen an Röntgenstrahlen, hervorgerufen durch das Raumgitter der Kristalle, Jahrbuch für Radioaktivität und Elektronik Bd. 11 S. 308 (1914). — W. L. Bragg, Die Reflexion der Röntgenstrahlen, a. a. O. S. 346. — Seemann, Röntgenspektrum des Platins, Physikalische Zeitschrift Bd. 15 S. 794 (1914) — H. Rohmann, Ein Röntgenspektroskop a. a. O. S. 510. — J. Herweg, Über das Spektrum der Röntgenstrahlen, Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft Bd. 16 S. 73 (1914).
- Zur Molekularluftpumpe: W. Gaede, Die Molekularluftpumpe, Annalen der Physik Bd. 41 S. 337 (1913) u. „Die Naturwissenschaften“ 1913 S. 11
- Zur Elektronenabgabe bei chemischen Vorgängen: Haber und Just, Elektronenabgabe bei chemischen Reaktionen, Annalen der Physik Bd. 36 S. 308 (1911) und „Naturwissenschaftliche Rundschau“ Bd. 26 S. 545 (1911)

### Kleine Mitteilungen

**Wissenschaft und Technik bei den Hellenen.** Über dieses Thema hat Prof. Dr. Hermann Diels, Sekretär der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, auf dem Marburger Philologentag am 20. September 1913 den Eröffnungsvortrag gehalten (Neue Jahrbücher f. d. klassische Altertum usw. I. Abteilung 23 (1914) Heft 1). Er hebt aus dem umfangreichen Gebiet einzelne Erscheinungen hervor, die seinen eigenen Studien besonders nahe liegen und als lehrreiche Beispiele dienen können, und sagt etwa folgendes.

Wenn auch die meisten technischen Erfindungen des Altertums längst gemacht waren, ehe der Hellene in die Geschichte eintrat, so zeigt sich doch schon mit dem ersten Auftreten wissenschaftlichen Geistes die Richtung auf das Technische eng verknüpft. Thales ist der ersten Historie auch als Techniker bekannt. Darauf weist die Legende hin, er sei von Kroisos vor der



Schlacht am Halys zur Ableitung des Stromes herangezogen worden; wenn dies auch nicht vor der historischen Kritik bestehen kann, so muß doch das 5. Jahrhundert dem berühmten Astronomen solche Künste zugetraut haben. Von einem anderen Astronomen, Harpalos, ist sicher festgestellt, daß er die Schiffsbrücken für den Übergang des Xerxes über den Hellespont hergestellt hat, die haltbarer waren, als die von ägyptischen und phönikischen Ingenieuren erbauten. Ein ähnliches Werk war die Schiffsbrücke, die Dareios im Feldzug gegen die Skythen hatte über den Bosporus schlagen lassen, ihr Erbauer war der Architekt Mandrokles aus Samos, der als Weihgabe für den Heratempel zu Samos ein Bild der Überbrückung stiftete, dessen Inschrift die Zeile enthält: „Für sich selber gewann er den Kranz, für die Samier Weltruhm“. Auch von seinem Zeitgenossen Pythagoras, der in Samos aufwuchs, wird vermutet, daß er nicht bloß ein eminenter Mathematiker, sondern auch ein auf vielen Gebieten beschlagener Praktiker war. Auf Samos befand sich ferner die berühmte Wasserleitung des Eupalinos, die durch den Berg Kastro vermittelt eines kilometerlangen Tunnels geführt war; die Anlegung dieses Tunnels war nur durch eine Reihe mathematischer Hilfsmittel möglich, über die uns Heron berichtet. Der Ausgangspunkt aber der hohen wissenschaftlichen Kultur, die sich hierin bekundet, ist in Milet zu suchen. Ohne die geniale Institution Anaximanders von Milet ist weder Pythagoras noch Heraklit zu denken. Anaximander aber war ebenfalls kein bloßer Stubengelehrter, sondern ein Mann der Praxis; er gab seinen Landsleuten die erste Weltkarte, sowie auch eine Himmelskarte zur Orientierung der Schiffer bei Nacht an die Hand. Die Ehrenstatue, die ihm die Milesier errichteten, ist bei den deutschen Ausgrabungen gefunden und jetzt im Berliner Museum aufgestellt worden. Anaximander ist auch der Vater des Gedankens der Sphärenharmonie, den man gewöhnlich dem Pythagoras zuschreibt; er dachte sich die Erde als eine flache Walze, deren Höhe zur Breite das Verhältnis 1 : 3 hat; sie ist von drei Gestirnsphären, dem Sternen-, Mond- und Sonnenkreis, umkreist, deren Abstände, wie es scheint, zu 9, 18 und 27 Erddurchmessern angenommen wurden. Heraklit erweist sich als Schüler des Anaximander, wenn er im menschlichen wie im kosmischen Leben mathematische Gesetze zu erkennen glaubt: durch die Schule des Pythagoras verbreitet sich in weiten Kreisen die Meinung, das ganze physische und geistige Leben des Menschen lasse sich wie ein Rechenexempel durch Zahlen begreifen.

Dieser „Paroxismus des Rationalismus“ ergreift vor allem auch die Technik; Beispiele dafür sind Hippodamos von Milet und Polykleitos von Argos. Der erste entwarf den rechtwinklig orientierten neuen Plan des Piräeus im Auftrage des Perikles, dessen Schema noch bis in die spätgriechische und römische Zeit nachwirkte; er konstruierte auch Staatsverfassungen nach der Dreizahl, die freilich auf dem Papier blieben. Allbekannt ist auch der für die plastische Darstellung der menschlichen Gestalt entworfene Kanon des Polyklet, in dem die heilige Dreizahl und daneben die Dekas bevorzugt war. Dieser Kanon, der für die menschliche Figur so wenig paßte, hat sich dauernd in einer anderen Technik, in dem Bau der antiken Geschütze, bewährt, wie aus einer Schrift des Alexandriner Philon, des ältesten uns erhaltenen Artillerieschriftstellers, hervorgeht. Die Größe des Kalibers, d. h. des Durchmesser des Loches, in dem die elastischen

Spannstränge liefen, war bestimmt durch die Formel  $\delta = 1,1 \sqrt[3]{100 \mu}$ , worin  $\mu$  das Gewicht der Steinkugel in attischen Minen bedeutet und  $\delta$  in Daktylen gemessen war. Das mathematische Prinzip der Konstruktion auch der antiken Mitrailleuse, des Mehrladers des Dionysios von Alexandria, geht wohl ohne Zweifel auf die Meister der Artillerie zurück, die um das Jahr 400 dem älteren Dionys von Syrakus die erste kriegstüchtige Artillerie bauten, in der besonders weittragende Strandgeschütze eine große Rolle spielten. Auch diese älteren Mechaniker mit ihren tüchtigen mathematischen Kenntnissen müssen mit der pythagoreischen Schule zusammenhängen; vor allem ist an dem berühmten Archytas aus Tarent zu denken, einen Zeitgenossen des Dionys, der siebenmal als Stratege an der Spitze seiner Vaterstadt stand. „Er war der erste Mathematiker, der speziell die Mechanik wissenschaftlich ausbaute und sich mit mechanischen Problemen beschäftigte.“ Er soll u. a. eine automatisch flatternde Taube erfunden haben; über seine technische Tätigkeit im Dienst der Strategie ist uns nur eine allgemein gehaltene Nachricht bei Vitruv überliefert. Ebenfalls zu den Pythagoreern gehörte so gut wie sicher ein anderer Tarentiner, Zopyros, der Erfinder des Bauchgewehres (Gastraphetes). Dies bestand in einer Art Armbrust, die durch die Kraft des ganzen Körpers gespannt wurde und ein ruhiges Zielen und Abschießen gestattete (Ein von Generalmajor Schramm rekonstruiertes Modell befindet sich auf der Saalburg).

Die Harmonielehre des Pythagoras spielt übrigens auch direkt in die Technik der Geschütze hinein. Nach Vitruv hat man von dem Artillerieoffizier, der die Bespannung der Kata-



pulte mit den „Spann-Nerven“ zu überwachen hatte, musikalische Bildung verlangt, damit er durch den Ton, den die gespannten Stränge rechts und links beim Anschlagen von sich geben, die Gleichmäßigkeit der Spannung feststellen und abstimmen könne.

Die Harmonielehre zeigt sich auch bei dem ältesten Arzt, von dem es Bücher gab, dem Alkmaion von Kroton, der schon durch seine Heimat mit der ältesten Schule des Pythagoras zusammenhängt und sein Buch drei Schülern des Meisters gewidmet hat. Er lehrte, daß Gesundheit die Symmetrie der Qualitäten Warm, Kalt, Trocken, Feucht, Süß, Bitter usw. sei, und daß die Krankheit mithin die Störung dieser Harmonie bedeute. Nicht minder erscheint die medizinische Technik mit den Fortschritten der Wissenschaft und Philosophie eng verschwistert. Besonders zu erwähnen ist der Peripatetiker Straton, „der durch seine modern anmutende Experimentalphysik in gleicher Weise die Ärzte und die Mechaniker seinerzeit angeregt hat“ (Diels, Berl. Sitz. Ber. 1893, S. 101 ff.).

Andrerseits erzog auch das Bedürfnis der praktischen Medizin die Mechanik zu außerordentlichen Leistungen, wie die zahlreich erhaltenen, wundervoll gearbeiteten ärztlichen Bestecke erweisen. Gleiches gilt von der Astronomie. An den wissenschaftlichen Entdeckungen der Astronomie hat die Konstruktion des Astrolabiums zur Beobachtung der Sterne großen Anteil. Auch die Zeitmessung wurde durch die hohe Stufe der damaligen Technik wesentlich verfeinert und verbessert. Schon im 5. Jahrhundert bediente man sich der Wassermessung mit der Klepsydra. Den Höhepunkt der wissenschaftlich organisierten Technik der Hellenen zeigen die von den Alten mehrfach beschriebenen Uhrwerke, die sogar die Verschiebung der Stundenlänge nach den Jahreszeiten anzeigten. In Rom stellte P. Corn. Scipio Nasica Corculum als Zensor im Jahre 159 eine Wasseruhr auf öffentlichem Platze auf, und etwa ein Jahrhundert später errichtete Andronikus aus Kyrrhos in Athen den Turm der Winde, in dem eine Sonnenuhr zusammen mit einer Wasseruhr angebracht war.

Merkwürdig gering war außerhalb der Fachwissenschaft das Interesse des Altertums an den technischen Erfindungen und an der Persönlichkeit der Erfinder. Namen von großen Erfindern sind spurlos verschwunden, wie der des erwähnten Erbauers der Brücke des Xerxes, den ein zufällig erhaltener Papyrusfetzen uns erst kürzlich enthüllt hat (Abh. d. Berl. Akad. 1904). So ist auch hieraus erst bekannt geworden, daß Diades der leitende Ingenieur der denkwürdigen Belagerung von Tyros ist, dessen Namen die Historiker, trotz der wunderbaren Kriegsmaschine, die er erfunden hat, aufzubewahren nicht der Mühe für wert gehalten haben. Eine Ausnahme macht Archimedes. Die Syrakusaner selbst freilich haben sich um ihren berühmten Landsmann so wenig gekümmert, daß erst Cicero ihnen über hundert Jahr später sein vergessenes Grabmal zeigen mußte. Erst das Interesse der Römer hat die späteren Griechen veranlaßt, des genialen Mannes zu gedenken und seine Schriften zu erhalten. Archimedes stellt die Vereinigung theoretischer und praktischer Begabung in idealster Weise dar. Seiner ersten Periode gehört u. a. die vor 7 Jahren von Heiberg wiedergefundene, dem Eratosthenes gewidmete Schrift „Methodenlehre der mechanischen Lehrsätze“ an, worin er auf den Spuren des Archytas weiterschreitend die Mathematik mechanisch behandelt und den Begriff des Unendlichen in ganz moderner Weise handhabt. In seine letzte Lebenszeit dagegen fällt die Konstruktion von Wurfgeschützen, die Erfindungen, feindliche Schiffe durch wuchtige Balken in den Grund zu bohren oder durch hakenförmige Krane in die Höhe zu heben und an den Klippen zu zerschellen u. dgl. m. Die Erzählung von den Brennsiegeln dagegen wird durch die maßgebenden Quellen nicht bestätigt. Der Vortragende schätzt ebenso wie Heiberg die Bedeutung des Archimedes so hoch, daß er ihm unter den Neuern nur etwa Gauß an die Seite zu stellen weiß.

Über die Beziehung von Wissenschaft und Technik urteilt der Vortragende schließlich, daß keine die andere entbehren kann und führt das Wort des Vitruv an: „Die Baumeister, die ohne Wissenschaft nur nach mechanischer Fertigkeit strebten, haben sich durch ihre Arbeiten niemals maßgebenden Einfluß erwerben können; umgekehrt scheinen die Architekten, die sich lediglich auf das Rechnen und die Wissenschaft verlassen haben, dem Schatten, nicht der Wirklichkeit nachgejagt zu haben. Nur die, welche Theorie und Praxis sich gründlich aneignen, haben die volle Rüstung, um das Ziel unter allgemeiner Anerkennung zu erreichen.“ So wird auch der hohe Stand unserer heutigen Kultur nur durch die innige Durchdringung von Wissenschaft und Technik gewährleistet. „Für die Schulen, die niederen sowohl wie die höheren, ergibt sich daraus die Aufgabe, in der Jugend weltoffene Anschauung und praktische Fertigkeit, verbunden mit Wissen und wissenschaftlicher Einsicht, zu erwecken.“ Auch für die Technik des Unterrichts endlich lehrt der historische Überblick der antiken Verhältnisse, daß Empirie und Theorie Hand in Hand gehen müssen. Für den Lehrer ist der beständige Zusammenhang mit der Wissenschaft unerlässlich,



wenn die Jugend für die Aufgaben unserer Zeit richtig vorbereitet werden soll. Ein warnendes Beispiel bietet die griechische Sophistik, die auf das Streben nach Wahrheit verzichtete und sich begnügte, den Schülern fertige Schablonen in den Kopf zu hämmern. Diese banausische Erziehungskunst der sophistischen Virtuosen wurde siegreich bekämpft von Plato, der ein Urbild dafür bleibt, wie Praxis und Theorie, Kunst und Wissenschaft, Denken und Handeln in Einklang zu erhalten und in den Dienst der Wahrheit zu stellen sind.

## Bücherschau

**Hann, Dr. Julius, Lehrbuch der Meteorologie.** Dritte unter Mitwirkung von Prof. Dr. R. Süring-Potsdam umgearbeitete Auflage. Mit 28 Tafeln und 4 Tabellen sowie 108 Abbildungen im Texte. Gr. 8°. XVI u. 853. Verlag von Chr. Herm. Tauchnitz, Leipzig 1915. Pr. 36 M.

Hanns Lehrbuch der Meteorologie, das Standard-Werk dieser Wissenschaft, erschien zum ersten Male im Jahre 1901. Schon nach fünf Jahren folgte die zweite und jetzt [bereits die dritte Auflage. Das ist angesichts des nicht unerheblichen Preises doch wohl schon ein Beweis für die Notwendigkeit eines solchen und ich will auch sagen dieses Werkes. Und mit gewisser Genugtuung sei zugleich festgestellt, daß Hanns Buch das einzige seiner Art ist, das es überhaupt gibt; keine anderssprachliche Literatur weist solch Werk auf; auf diesem Gebiete herrscht wie auf so vielen andern das Deutschtum. Das ist angesichts der Wichtigkeit der Luftschifferei in den jetzigen Zeitaläufen umso erfreulicher.

Hanns Lehrbuch war von Anfang an darauf zugeschnitten, eine völlige Zusammenfassung der Beobachtungsergebnisse und der darauf zu gründenden wissenschaftlichen Lehren zu geben, es war mehr Handbuch als Lehrbuch für den Anfänger. Und gerade als solches hat die erste Auflage ihren großen Erfolg errungen. Die zweite sollte den Bezieherkreis wohl durch allgemeinere Fassung und Reduktion des Umfangs vergrößern, doch bot sie trotz aller Güte nicht das, was der Wissenschaftler braucht. Sie ließ viele Literaturangaben und Anmerkungen weg und kürzte den Text erheblich, aber das war unzuweckmäßig, schon deshalb, weil die rasch fortschreitende Wissenschaft das Gebiet stark weitete und daher mehr und mehr Raum beanspruchte. Hann entschloß sich daher wieder zu der ausführlicheren Ausgabe und das war recht so, wollte das Buch seinen vollen Wert behalten. Das letzte Jahrzehnt hat ja der atmosphärischen Physik ganz neue Bahnen erschlossen und in dieser Wissenschaft herrscht eine Gährung, die beweist, daß uns weitere erfreuliche Fortschritte bevorstehen, umso mehr, als die sich gewaltig ausdehnende Luftschiffahrt sich, wenn auch langsam, so doch (im eigenen Interesse) steigend in ihren Dienst stellt. Die Physik selbst aber ist seit einigen Jahrzehnten in so gewaltiger Umwälzung, Neuorientierung und in so riesigem Fortschreiten begriffen, daß die davon abhängigen Wissenschaften samt und sonders in diesen Strudel gerissen werden. Die Stoffmasse der Hilfswissenschaften wächst unaufhörlich und bedingt für den Fachmann weit umfassendere Kenntnisse darin. So ist es naturgemäß auch der Meteorologie, die im umfassenden Sinne die Physik der Atmosphäre zu nennen wäre, ergangen; sie ist allmählich ein so gewaltiges Wissensgebiet geworden, daß es dem Einzelnen schwer fallen dürfte, es allein ganz zu beherrschen. Das hat selbst einen Hann dazu bestimmt, für gewisse Gebiete einen speziellen Mitarbeiter heranzuziehen. Als solcher ist Prof. Süring-Potsdam eingetreten, und gerade einen Teil aus seinem Kapitel über die Wolken haben wir ja ausgewählt und unsern Lesern mit einem schönen Bilde vorgeführt (14. Jg. 16. H. S. 241 fg). Prof. Süring bearbeitete die Kapitel über die Temperaturverhältnisse der hohen Luftschichten, die Lehre von den Wolken und von der Lufterlektrizität.

Es würde dem Referenten nicht wohl anstehen, über Hanns bewährte Arbeit ein Urteil zu fällen. Hier handelt es sich nur noch darum, das Erscheinen des hochbedeutenden Werkes zu registrieren und durch ausführlichere Hinweise nachdrücklichst zu unterstreichen. — Die Ausstattung des Werkes ist den gesteigerten Ansprüchen und den Fähigkeiten der modernen Drucktechnik entsprechend sehr gut.

Felix Linke

---

*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. Beobachtung des Meridiandurchganges der Sonne.<br>Von Prof. P. Kiesling, Bromberg. (Mit 4 Abbildungen) 153<br>2. Die italienische Erdbebenkatastrophe vom 13. Januar<br>1915, ihre Vorausbestimmung und der von ihr eröffnete<br>Ausblick in die Zukunft. Von Wilhelm Krebs . . . 160<br>3. Die vier Entwicklungsstadien des Vulkanismus und<br>die Frage seiner internationalen Erforschung. Von<br>Prof. W. Branca . . . . . 164 | 4. Kleine Mitteilungen: Ein neues Verfahren zur ver-<br>größerten Übertragung von Phonogrammen — Leit-<br>sätze über den Schutz der Gebäude gegen den<br>Blitz . . . . . 167<br>5. Bücherschau: Weinschenk, Ernst: Die gesteins-<br>bildenden Mineralien . . . . . 168 |
|---|--|

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

## Beobachtung des Meridiandurchganges der Sonne

Von Prof. P. Kiesling, Bromberg

Mit 4 Abbildungen

Die Beobachtung der Sonnenkulmination gehört zu den wichtigsten Aufgaben der messenden Astronomie, weil durch sie mehrere interessante Fragen gelöst werden können, von denen hier nur die Bestimmung des Meridians oder der Himmelsrichtungen, die Feststellung der Zeit und die Ermittlung der geographischen Breite des Beobachtungsortes erwähnt seien. Für alle Sonnenbeobachtungen sei ausdrücklich davor gewarnt, die Sonne mit bloßem Auge zu betrachten, weil dadurch starke Schädigungen der Sehkraft eintreten können. Hat man kein Fernrohr mit Sonnenblendglas, so benutze man eine durch Ruß geschwärzte Glasscheibe, oder, was noch besser ist, 2 bis 4 übereinander geschichtete farbige Gläser von roter und grüner Farbe.

Handelt es sich bei der Beobachtung nicht gerade um eine Zeitbestimmung, so ist es von Wert, über eine Uhr zu verfügen, die genaue mitteleuropäische Zeit zeigt. Es ist dazu durchaus nicht notwendig, eine besonders teure und kostbare Uhr zu besitzen, vielmehr genügt es, eine gewöhnliche Taschenuhr richtig zu stellen. Dies kann dadurch geschehen, daß man sich mit einem Uhrmacher in Verbindung setzt, welcher die richtige Zeit von einer Sternwarte übermittelt erhält. Man stellt dann seine Uhr etwa um 11 oder 11 $\frac{1}{2}$  Uhr vorm. nach der im Laden oder im Schaufenster befindlichen Normaluhr. Ist eine solche am Platze nicht vorhanden, so kann man die richtige Zeit auch vom Post- oder Eisenbahnamt erhalten, dem sie meist um 8 Uhr früh durch ein besonderes Signal von Berlin mitgeteilt wird.

Zum Verständnis der folgenden Betrachtungen ist die Kenntnis der verschiedenen Arten der Zeit erforderlich, insbesondere handelt es sich um die Begriffe: Wahre Zeit, mittlere Zeit, mitteleuropäische Zeit (M. E. Z.), Greenwicher Zeit und Zeitgleichung. Jede dieser verschiedenen Zeitmessungen geht aus der anderen durch einfache Addition oder Subtraktion hervor, hauptsächlich beachte man den Grundsatz:

Wahre Zeit + Zeitgleichung = mittlere Zeit. Auch die Begriffe: „geographische Breite“ und „Deklination“ müssen bekannt sein. Sie sind insofern miteinander verwandt, als die geographische Breite, z. B. von Berlin, den senkrechten Abstand Berlins vom Erdäquator, die Deklination der Sonne den senkrechten Abstand der Sonne vom Himmelsäquator bedeutet. Die Deklination der Sonne ist veränderlich, sie ist am größten am 21. Juni und erreicht ihren kleinsten (negativen) Wert am 21. Dezember, während sie am 21. März und am 23. September den Wert Null hat, da die Sonne an diesen Tagen im Äquator steht.

Wir wollen nun zuerst eine Beobachtung beschreiben, die ohne besondere Apparate ausführbar ist. Schöner und eindrucksvoller kann sie allerdings ge-



staltet werden, wenn man über ein einfaches Fernrohr verfügt, das drehbar auf einem Stativ befestigt ist und ein Fadensystem besitzt. Letzteres besteht im wesentlichen aus einem im Innern des Fernrohrs befindlichen Glase, in welches zwei oder drei wagerechte und ebenso viel senkrechte Linien eingeritzt sind (s. Abb. 1). Wir stellen uns nun an einem klaren Tage gegen  $\frac{1}{2}$  12 Uhr vorm. mit dem Gesicht nach Süden an einem Orte auf, von dem aus wir eine einigermaßen freie Aussicht haben. Der Standort kann auch am Fenster im Innern eines Zimmers gewählt werden. Bedingung ist dabei nur, daß das Fenster nach Süden liegt und die Aussicht nicht durch eine hohe Häusermauer versperrt ist.

Wir sehen dann, daß die Sonne sich nach rechts bewegt und gleichzeitig immer höher am Himmel steigt. Gegen 12h (aber nicht genau) scheint sie eine Zeitlang dieselbe Höhe über dem Horizont beizubehalten und sich nur in horizontaler Richtung nach rechts hin weiterzubewegen. Bald aber erkennen wir, daß sie allmählich wieder tiefer sinkt und sich dem Horizont nähert. Während der Zeit nun, wo sie ihre Höhe unverändert beizubehalten scheint, visieren wir mit einem bereitgestellten Stabe nach dem Mittelpunkt der Sonne. Senken wir dann den Stab, ohne ihn nach rechts oder links zu bewegen, bis er horizontale Richtung hat, so zeigt sein vorderes Ende nach Süden, sein hinteres Ende nach Norden. Drehen wir dann den Stab um  $90^\circ$  nach links, so zeigt sein vorderes Ende nach Osten, das andere nach Westen. So kann man also — freilich in recht roher Weise — die 4 Himmelsrichtungen bestimmen. Die Methode ist ungenau, weil es unmöglich ist, die Sonne genau in ihrem höchsten Stand zu fassen, da sie, wie schon gesagt, diesen höchsten Stand eine geraume Zeit beizubehalten scheint. — Ist ein Fernrohr zur Stelle, so wird man dieses statt des Stabes zum Visieren benutzen, und zwar so, daß man den unteren Sonnenrand mit dem horizontalen Mittelfaden des Fadensystems zur Berührung bringt. Man wird dann der Sonne mit dem Fernrohr folgen, indem man letzteres nach rechts dreht und gleichzeitig immer höher einstellt. Es wird dann der Zeitpunkt eintreten, in dem man das Fernrohr ohne weitere Höherstellung nur nach rechts zu drehen braucht, da die Sonne jetzt eine Zeitlang von selbst mit ihrem unteren Rande auf dem horizontalen Faden bleibt. Während dieser Zeit stellt man das Instrument wagerecht, wodurch dann wieder die Süd-Nordrichtung gefunden ist. Auch dieses Verfahren ist aus dem oben angegebenen Grunde noch recht ungenau. Der beschriebene Versuch dient dazu, die 4 Himmelsrichtungen zu bestimmen. Dreht man das Fernrohr, wenn es auf den höchsten Stand der Sonne weist, so weit als möglich nach oben und unten, so beschreibt die verlängert gedachte Fernrohrachse am Himmel einen Kreis, welchen man den Meridian (Mittagskreis) des Beobachtungsortes nennt. Unser Versuch war also im wesentlichen eine Meridianbestimmung.

Wir schreiten nun zu einer zweiten Beobachtung, welche ein etwas genaueres Ergebnis liefert. Dazu bedürfen wir eines einfachen Instrumentes, welches Gnomon genannt wird. Es besteht aus einer viereckigen Holz- oder Glasplatte, die auf der oberen Seite mit einem Blatt weißen Papiere beklebt ist. In der Mitte O dieser Platte ist ein kurzer Stab senkrecht angebracht (Stricknadel), außerdem sind um O eine Reihe konzentrischer Kreise gezeichnet (je mehr, desto besser). Der ganze Apparat kann durch Stellschrauben in den Ecken der Platte so gestellt werden, daß die Platte horizontal, der Stab also vertikal gerichtet ist (Abb. 2). Diesen Apparat stellen wir um 11h auf das Fensterbrett des geöffneten Fensters und sorgen mittels einer Libelle und durch Drehen der Stellschrauben dafür, daß die Platte horizontal steht. Dann wirft der Stab seinen



Schatten auf die Platte des Gnomons. Da die Sonne zur angegebenen Zeit links vom Meridian steht, so wird der Schatten zur rechten Seite (westlich) des Meridians liegen. Das Ende des Schattens wird auf dem Umfang eines der konzentrischen Kreise zu finden sein. Diesen Punkt A markieren wir mit einem spitzen Blei. Beobachten wir unseren Apparat nach etwa 10 Minuten, so sehen wir, daß der Schatten kürzer geworden und nach links gewandert ist, sich also der Meridianebene genähert hat. Wir markieren das Ende des Schattens durch den Punkt B, der sich auf dem Umfang eines anderen Kreises befinden wird als der Punkt A. Nun wiederholen wir dieses Verfahren von 10 zu 10 Minuten und erhalten dadurch eine Reihe von Punkten A, B, C . . . . In dem Augenblick, wo die Sonne durch den Meridian geht, also ihren höchsten Stand erreicht, wird der Schatten am kürzesten sein und ebenfalls im Meridian liegen. Zieht man diesen kürzesten Schatten über die ganze Tafel hin mit Blei aus, so hat man die Nord-Südrichtung. Die auf dieser in O senkrechte Gerade gibt die Richtung Ost-West an.

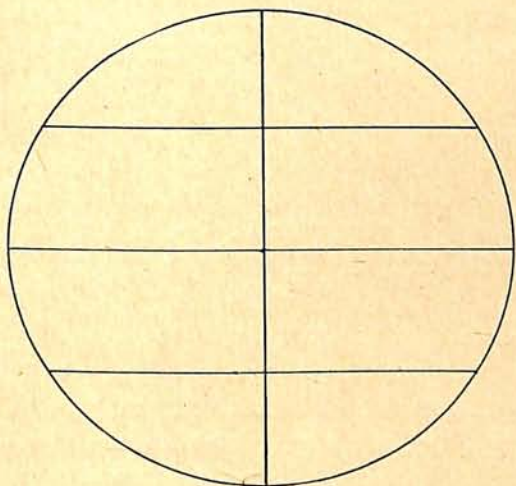


Abb. 1

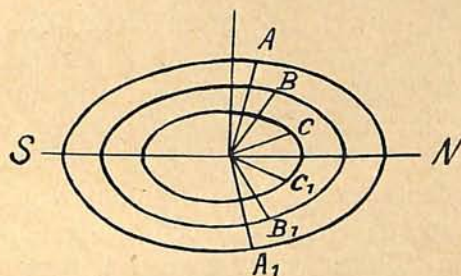


Abb. 2

Führt man diesen Versuch sorgfältig aus, so wird man erkennen, daß es sehr schwer, ja unmöglich ist zu sehen, welcher Schatten der kürzeste ist; vielmehr wird das Schattenende um Mittag herum einige Minuten auf dem gleichen Kreise nach links wandern, so daß für die Nord-Südrichtung nicht eine, sondern eine ganze Reihe von Linien in Betracht kommt, wodurch die Bestimmung ungenau wird. Hat man eine genau zeigende Uhr und ist man in der Lage (durch Anwendung der Zeitgleichung und der geographischen Länge des Beobachtungs-ortes) die genaue mitteleuropäische Zeit des Meridiandurchganges (des wahren Mittags) zu bestimmen, so kann die oben erwähnte Ungenauigkeit vermieden werden. Wissen wir z. B., daß der wahre Mittag um 11 h 54 m 45 sec M. E. Z. eintritt, so brauchen wir nur diesen Augenblick mit der Uhr in der Hand abzuwarten und den in demselben Augenblick von dem Stabe des Gnomons geworfenen Schatten zu markieren, um die Nord-Südrichtung zu erhalten. — Aber auch wenn man die genaue Zeit des Meridiandurchganges nicht kennt, kann man die Lage der Nord-Südlinie doch mit einiger Genauigkeit auf folgende Art erhalten. Wir beobachten das Gnomon nicht nur vor dem Eintritt des Mittags (von 11 h bis 12 h) sondern auch ebenso lange nach dem Eintritt des Mittags (von 12 h bis 1 h). Wir sehen dann, daß die Schattenlängen am Nachmittag wieder größer werden, und



so werden wir auf jedem Kreise zwei einander zugeordnete Punkte, wie A und A' finden, von denen A das Schattenende am Vormittag, A' das Schattenende am Nachmittag angibt. Da die Schattenlängen OA und OA' einander gleich sind, so muß sich die Sonne in den Augenblicken A und A' in gleicher Höhe über dem Horizont befunden haben. Ihre größte Höhe wird sie daher gerade in der Mitte dieser beiden Zeitpunkte erreicht haben. Um die Nord-Südrichtung zu erhalten, werden wir demgemäß den Winkel AOA' halbieren. — Man erkennt leicht, daß man nach dieser Methode auch die Zeit des Meridiandurchganges bestimmen kann. Gesetzt, die Uhr zeigte 11 h 16 m, als das Schattenende den Punkt A erreichte; zeigte sie dann etwa 12 h 24 m, als der Punkt A' erreicht wurde, so ging die Sonne in der Mitte dieser Zeiten, nämlich um 11 h 50 m unserer Uhr, durch den Meridian.

Eine dritte Beobachtung der Sonnenkulmination ist von mir unter Beteiligung einiger Primaner des hiesigen Königl. Gymnasiums gemacht worden. Sie kann schon den Anspruch auf beinahe wissenschaftliche Strenge und Genauigkeit erheben. Allerdings sind dazu einige Apparate erforderlich, die nicht jedem Laien zur Verfügung stehen. Ehe wir dazu übergehen können, die Beobachtung zu schildern, müssen wir ein paar Worte über die Vorbereitungen und die zur Anwendung kommenden Instrumente vorausschicken.

Der wichtigste der von uns benutzten Apparate ist ein sogenannter Theodolit. Auf einem durch 3 Schrauben verstellbaren, niedrigen Dreifuß ruht ein Fernrohr, welches um eine horizontale und um eine vertikale Achse gedreht werden kann. Für beide Drehungen ist ein in Grade geteilter Skalenkreis vorhanden, so daß die Größe der Drehung bis auf Hundertel Grade genau abgelesen werden kann. Um das Instrument vermittels der soeben erwähnten Stellschrauben genau horizontal stellen zu können, trägt es 2 Libellen. Das Fernrohr ist nur kurz (etwa 20 bis 25 cm), seine optische Kraft gering (Vergrößerung vielleicht 20 fach), der ganze Apparat niedrig (15 bis 20 cm), so daß er handlich und bequem auf dem Fensterbrett des physikalischen Zimmers aufgestellt werden kann. Zu diesem Zwecke sind in das Fensterbrett 3 Schrauben so eingelassen, daß sie die Ecken eines gleichseitigen Dreiecks bilden. Die Köpfe dieser Schrauben sind mit Nuten versehen, in welche die Spindeln der Stellschrauben des Theodoliten zu stehen kommen. Dadurch wird erreicht, daß der Apparat, der aus begreiflichen Gründen nach der Benutzung wieder vom Fenster entfernt werden muß, bei jeder Aufstellung ziemlich genau dieselbe Lage hat. Nebenbei sei noch gesagt, daß unser Theodolit, der, wenn ich nicht irre, aus einer sächsischen Firma stammt, mit vorbildlicher Präzision arbeitet. Er kann auch auf ein höheres Stativ geschraubt und so zu astronomischen und geodätischen Uebungen im Freien benutzt werden. Außer dem Theodoliten ist eine Stoppuhr erforderlich. Sie ist so eingerichtet, daß sich die Zeit bis auf Fünftelsekunden ermitteln läßt. Durch den Druck auf einen Knopf wird die Uhr in Gang gesetzt, ein zweiter Druck hält die Zeiger an, ein dritter führt diese in die Anfangsstellung zurück.

Endlich gehörten zu dem Versuch noch astronomische Tabellen, aus denen man die Deklination der Sonne, die Zeitgleichung usw. mit hinreichender Genauigkeit entnehmen kann. Diesem Zweck dient in vorzüglicher Weise das Nautische Jahrbuch (1,50 M. pro Jahrgang).<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Die Einführung der beschriebenen Apparate und der astronomischen Uebungen verdankt unsere Anstalt meinem ehemaligen Amtsgenossen, Herrn Gymnasialdirektor Prof. Dr. B. Hoffmann-Rawitsch.



Da die zu schildernde Beobachtung zu einer Zeitbestimmung dienen sollte, so mußte die Lage des Meridians bekannt sein. Letztere war durch frühere Beobachtungen ein für allemal genau bestimmt. Damit man den Meridian auch später, jedesmal wenn man ihn braucht, schnell wiederfindet, ist eine sogenannte Meridianmarke erforderlich. Als solche wählt man am besten einen möglichst weit entfernten Blitzableiter oder eine Fahnenstange auf dem Dache eines Gebäudes. Wir müssen uns, da unsere Fernsicht beschränkt ist, leider mit einer Zaunkante begnügen, die sich in ziemlicher Nähe unseres Beobachtungsfensters befindet. Hat man nun den Meridian durch einen besonderen Versuch, der hier übergangen werden soll, genau bestimmt und hat das Fernrohr demgemäß die Richtung N-S (Nord-Süd) (Fig. 3), so dreht man es aus dieser Richtung nach links, bis der vertikale Mittelfaden des Fadensystems die Zaunkante (K) deckt. Den Winkel, um den man das Fernrohr gedreht hat, kann man an der Horizontal-skala des Theodoliten ablesen. Er ergibt sich zu  $2,856^\circ$ . Soll nun das Fernrohr später wieder in den Meridian gestellt werden, ohne daß eine erneute Meridian-

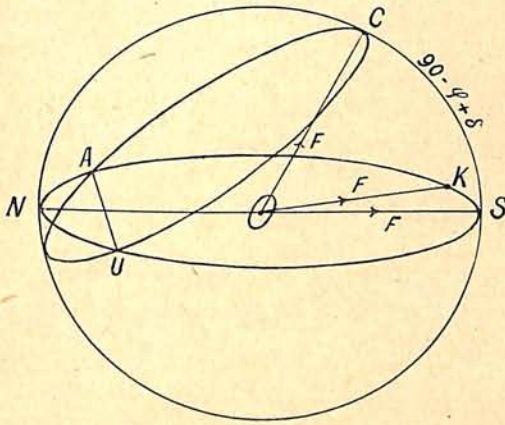


Abb. 3

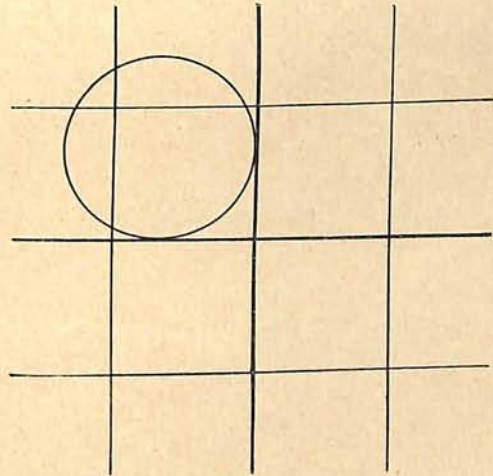


Abb. 4

bestimmung nötig ist, so stellt man das Fernrohr zuerst auf die Zaunkante K ein, und dreht es dann um den Winkel  $2,856^\circ$  nach rechts, wodurch es bei horizontaler Lage wieder die geforderte Richtung N-S erhält.

Wir gehen nunmehr zur Schilderung unseres Versuches über. Die Beobachtung wurde am Sonntag, den 14. Juni 1914 ausgeführt. Die Teilnehmer fanden sich an dem genannten Tage um  $11\frac{1}{4}$  Uhr im physikalischen Lehrzimmer ein. Zunächst mußten einige Berechnungen vorgenommen werden, welche zur richtigen Einstellung des Theodoliten erforderlich waren.

Zuerst wurde die Zeit des Meridiandurchganges der Sonne berechnet. Die Sonne kulminiert an jedem Ort der Erde um 12h mittags wahrer Ortszeit. Da aber gegenwärtig alle unsere Uhren mitteleuropäische Zeit (M. E. Z.) angeben, so war es unsere Aufgabe, die wahre Bromberger Zeit in M. E. Z. umzurechnen. Aus der wahren Zeit ergab sich die mittlere Zeit nach dem Gesetz: Wahre Zeit + Zeitgleichung = mittl. Zeit. Die Zeitgleichung entnehmen wir dem Nautischen Jahrbuch 1914, S. 72. Sie betrug am 14. 6. 14:  $g = -0,86$  m. Also mußte die Sonne den Bromberger Meridian um 11 h 59 m 51,4 sec mittlerer Bromberger Zeit passieren. Da die Zeitdifferenz Bromberg - Görlitz (Mitteleuropa)



— 12 m 2,88 sec beträgt, so geht die mitteleuropäische Uhr gegen Bromberger Zeit um ebenso viel nach, also war der Meridiandurchgang um 11 h 47 m 48,52 sec M. E. Z. zu erwarten. Diese Zeit mußten also unsere Uhren, wenn sie richtig gingen, im Augenblick der Sonnenkulmination zeigen. Es war nun ferner zu bestimmen, welchen Höhenwinkel wir dem Fernrohr zu geben hatten, damit die Sonne zur vorgeschriebenen Zeit im Gesichtskreis erschien.

Die Sonne beschrieb am 14. Juni einen Kreis ACU am Himmel (Abb. 3). A ist der Punkt des Horizonts, wo sie aufging; dann stieg sie im Laufe des Vormittags an, bis sie ihren höchsten Stand C im Meridian erreichte, und sank dann wieder im Laufe des Nachmittags, um in U unterzugehen. Wir beabsichtigten, sie gerade in C abzufassen. Daher war das Fernrohr OF so zu stellen, daß seine verlängerte Achse den Punkt C des Himmels traf. Dazu mußte es zunächst in den Meridian, also in die Richtung N-S (bei wagerechter Lage) gebracht und dann um den Winkel SO C gehoben werden. Diesen Winkel nennt man die Kulminationshöhe  $h_0$  der Sonne. Er ergibt sich aus der Formel:

$$h_0 = 90^\circ - \varphi + \delta,$$

wo  $\varphi$  die geographische Breite des Beobachtungsortes (für Bromberg  $\varphi = 53,13^\circ$ ) und  $\delta$  die Deklination der Sonne am 14. Juni 1914 ist. Letztere entnehmen wir dem Naut. Jahrb. S. 72 und erhalten nach Anbringung einer Korrektion, die wir hier übergehen:

$$\delta = 23,^\circ 14,23' = 23,241^\circ.$$

Da  $90^\circ - \varphi = 36,871^\circ$  ist, so ergibt sich

$$h_0 = 60,112^\circ.$$

Dabei ist aber zu bedenken, daß die Angaben der astronomischen Tafeln sich auf den Mittelpunkt der Sonnenscheibe beziehen.

Die Angabe  $\delta = 23,241^\circ$  besagt also, daß der Mittelpunkt der Sonne sich um  $23,241^\circ$  über den Aequator des Himmels erhebt. Nun läßt sich aber das Fernrohr nicht auf den Mittelpunkt der Sonnenscheibe einstellen, da dieser sich ja in dem gleichmäßig leuchtenden Gestirn durch nichts abhebt. Deshalb müssen wir das Instrument auf den Sonnenrand (wir wählen dazu den unteren) einstellen. Die Höhe dieses Randes ist um einen gewissen kleinen Winkel kleiner als diejenige des Sonnenmittelpunktes, und zwar ist dieser Winkel gleich dem scheinbaren Sonnenradius. Letzterer ist ebenfalls aus den Tabellen des Naut. Jahrbuches S. 72 zu entnehmen, und zwar betrug er:

$$\epsilon = 15' 46'' = 0,263^\circ.$$

Folglich war die Höhe des unteren Sonnenrandes im Augenblick der Kulmination

$$= 60,112^\circ - 0,263^\circ = 59,849^\circ.$$

Endlich mußte noch eine zweite Korrektion an der Kulminationshöhe angebracht werden, die durch die Strahlenbrechung bedingt ist. Die Sonnenstrahlen gelangen aus dem (leeren) Weltenraum in die Atmosphäre der Erde, wobei sie eine solche Ablenkung erleiden, daß sie steiler in das Auge gelangen, so daß das Gestirn uns gehoben erscheint, und zwar um so mehr, je höher das Gestirn sich über dem Horizont befindet. Deshalb muß das Fernrohr etwas höher eingestellt werden, als unsere bisherige Berechnung ergab. Wir fanden den Betrag der Strahlenbrechung für die gefundene Höhe des Sonnenrandes zu  $b = 0,009^\circ$ . Auf diese Weise fanden wir schließlich die scheinbare Höhe des unteren Sonnenrandes:

$$h' = 59,849^\circ + 0,009^\circ = 59,858^\circ.$$



Es wurde nun auch noch die sogenannte Parallaxe der Sonne für die errechnete Höhe zu  $0,001^\circ$  gefunden, welche von dem Werte  $59,858^\circ$  abzuziehen ist, so daß sich endlich  $h' = 59,857^\circ$  ergab.

Derselbe Grund, der uns veranlaßte, statt des Sonnenmittelpunktes den unteren Rand der Sonne einzustellen, zwingt uns nun auch, das Fernrohr aus dem Meridian ein wenig nach links herauszudrehen, weil die verlängerte Fernrohrachse nicht durch den Mittelpunkt, sondern durch den linken Sonnenrand hindurchgehen soll, so daß der vertikale Mittelfaden den linken Sonnenrand berührt. Der Winkel, um den wir diese Linksdrehung bewirken müssen, ist offenbar wieder gleich dem scheinbaren Sonnenradius  $\zeta = 0,263^\circ$ . Ist also die Zaunkante eingestellt, so drehen wir das Fernrohr nicht um den Winkel  $2,856^\circ$  nach rechts, welcher den Abstand des Meridians von der Zaunkante angibt, sondern nur um den Winkel  $2,856 - 0,263 = 2,593^\circ$ .

Nunmehr waren alle vorbereitenden Rechnungen und Erklärungen erledigt, und wir schritten zur praktischen Ausführung des Versuches. Der Theodolit wurde, wie oben angedeutet, an seinen Platz auf das Fensterbrett gebracht, darauf wurde er mit Hilfe der Libellen und durch Betätigung der Stellschrauben genau wagerecht gestellt. Die horizontale Stellung muß von Zeit zu Zeit kontrolliert und korrigiert werden, weil sich die Metallteile des Apparates infolge der Sonnenstrahlung erwärmen und dehnen und dadurch kleine Störungen hervorrufen.

Nun wurde die Zaunkante K (Abb. 3) genau eingestellt und die Angabe der Horizontalteilung abgelesen. Wir fanden die Zahl  $16,80^\circ$ . Nach dem Obigen mußte das Fernrohr um den Winkel  $2,593^\circ$  nach rechts gedreht werden, also soweit, daß die Horizontalteilung den Winkel  $19,393^\circ = 19,39^\circ$  angab. Jetzt gaben wir dem Fernrohr die richtige Höhenstellung, d. h. wir richteten es so, daß an der Vertikalteilung der Winkel  $h' = 59,857 = 59,86^\circ$  abzulesen war. Nachdem diese Arbeiten getan waren, blieb der Apparat ruhig stehen, und wir harrten der Dinge, die da kommen sollten. Wenn alles richtig war, mußte die Sonne um 11 h 47 m 48,5 sec im Fernrohr sein, und zwar mußte sie von selbst in den Gesichtskreis treten, d. h. ohne daß wir an dem Apparat noch irgend etwas zu drehen hatten, abgesehen etwa von der oben erwähnten Berichtigung der Horizontalstellung durch die Stellschrauben. Zur angegebenen Zeit mußte sich dem durch das Fernrohr blickenden Auge das Bild zeigen, wie es Abb. 4 darstellt. Der horizontale Mittelfaden des Fadenkreuzes mußte also den unteren, der vertikale den rechten Sonnenrand berühren. Wir hatten zwar unser Fernrohr auf den linken Sonnenrand eingestellt, das Fernrohr ist aber ein astronomisches und liefert daher umgekehrte Bilder. Das benutzte, mit Sonnenblendglas versehene Okular war ein sogenanntes gebrochenes Prismenokular, durch welches die Umkehrung des Bildes zum Teil wieder aufgehoben wird, indem im Bilde zwar Rechts und Links vertauscht ist, nicht aber Oben und Unten. So erklärt es sich, daß gemäß der Einstellung der untere Sonnenrand von seinem Faden berührt wird, daß aber nicht der linke, sondern der rechte Sonnenrand mit dem vertikalen Mittelfaden zur Berührung kommt. Wegen der Umkehrung der Bilder im Fernrohr erscheint die Sonne auch zuerst am rechten Rande des Gesichtsfeldes, zieht dann allmählich durch das ganze Gesichtsfeld, um am linken Rande des Fernrohrs zu verschwinden.

In dem Augenblick, wo die Sonne rechts in den Gesichtskreis eintrat, beobachteten wir meine Taschenuhr und warteten, bis der große Zeiger genau



einen Minutenstrich des Zifferblattes deckte, wobei die Uhr 11 h 46 m angab. In dem Augenblick, wo dies der Fall war, wurde die Stoppuhr in Gang gesetzt. Nun wurde das Bild der Sonne beständig beobachtet, welches mit seinem unteren Rande auf dem horizontalen Mittelfaden dahingleitend langsam von rechts nach links durch das Fadensystem zog, bis es die Stellung einnahm, welche in Abb. 4 wiedergegeben ist. In diesem Augenblick wurde die Uhr gestoppt und die Beobachtung war vollendet.

Es blieb nur noch die Korrektur der Uhr übrig. Die Taschenuhr gab, als die Stoppuhr in Gang gesetzt wurde, 11 h 46 m an. Wie ein Blick auf die Stoppuhr zeigte, war letztere 3 m 7,6 sec gegangen. Folglich zeigte die Taschenuhr im Moment des Meridiandurchganges der Sonne:  $11\text{ h }46\text{ m} + 3\text{ m }7,6\text{ sec} = 11\text{ h }49\text{ m }7,6\text{ sec}$ . Sie sollte nach unserer Berechnung zeigen:  $11\text{ h }47\text{ m }48,52\text{ sec}$ . Also ging sie gegen richtige Zeit um 1 m 19,08 sec vor und mußte daher um 1 m 19 sec zurückgestellt werden.

Besser als durch theoretische Erklärungen wird der Gang unseres Versuches durch die Teilnahme an der Beobachtung verständlich. Es ist vorgekommen, daß die Schüler schon bei der ersten Wiederholung des Versuches völlig orientiert waren, einzelne konnten bei der zweiten oder dritten Wiederholung die Beobachtung schon selbständig anstellen. Wie interessant eine solche Beobachtung ist, ist mir mehrfach von Laien — auch von erwachsenen — versichert worden, denen nach eigener Aussage der Anblick der Sonne im Fernrohr, ihr pünktliches Erscheinen und die Genauigkeit der Messungen einen hohen Genuß bereitete.

## **Die italienische Erdbebenkatastrophe vom 13. Januar 1915, ihre Vorausbestimmung und der von ihr eröffnete Ausblick in die Zukunft**

Von Wilhelm Krebs, Holsteinische Wetter- und Sonnen-Warte Schnelsen

Das italische Erdbeben des 13. Januar 1915 scheint sein eigentliches Zerstörungsgebiet in dem trockengelegten Fuciner See und seiner näheren Umgebung zu besitzen. Die Ortsnamen Avezzano, Scurcola, Celano, Pescina, Gioja dei Marsi, die diese Umgebung bezeichnen, gehören zu den meistgenannten Stätten des großen Unglücks. Der deutsche Berichterstatter Hugo Webinger, der von Rom aus in das Erdbebengebiet eilte, bezeichnete das Tal jenes einstigen Sees als „einen einzigen Friedhof, und es wird mir immer klarer, daß die Wirkung dieses Erdbebens heftiger war als jenes von Messina“.

In dieser Hinsicht erhebt sich die Frage, ob jene Trockenlegung vielleicht in einer ursächlichen Beziehung zu der neuen Bodenkatastrophe gestanden hat. Nach Vorarbeiten, die bis in die Zeiten der römischen Kaiser Hadrian und Claudius zurückführen, war die Entwässerung dem schweizerischen Ingenieur des unternehmenden Fürsten Torlonia, M. de Montrichier, seit 1862, zunächst teilweise gelungen. Die nächstfolgende Periode klimatischer Trockenheit zu Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts hat anscheinend dem See vorläufig den Rest gegeben.

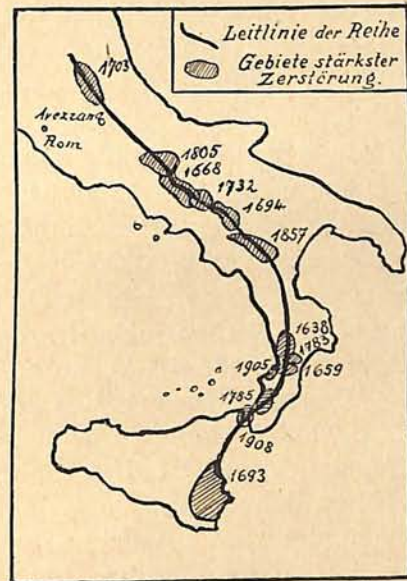
Wasser führt nur noch ein Teil seiner von Nord nach Süd gezogenen Entwässerungskanäle, die das Oberflächenwasser nach einem zum Lirisflusse herabgetriebenen Stollen sammeln. Noch weitgreifende Einflüsse pflegt solche Entwässerung auf Quell- und überhaupt auf Grundwasserverhältnisse zu üben. Der Grundwasserspiegel wird gesenkt. Untersuchungen an deutschen Vorgängen



ähnlicher Art, über die ich vor fast einem Vierteljahrhundert berichtete, hatten das Ergebnis, daß solches Zurückweichen des Grundwassers die Festigkeit des Baugrundes beeinträchtigte. Dieser Schluß fand, in der Zeitschrift für praktische Geologie, die Gegnerschaft einiger Fachleute<sup>1)</sup>. Er wurde aber seit dem trockenen Sommer 1911 durch die Schicksale monumentaler Bauten in England, besonders in London, bestätigt, in einer, nun auch von den maßgebenden Fachkreisen anerkannten Weise. Am Fucinersee kann dieses Verhalten aber nur in zweiter Linie, als örtlich begünstigender Umstand, in Betracht kommen. Denn das Erdbeben vom 13. Januar 1915 wurde auf allzugroße Entfernungen gespürt, bis Ancona im Norden und Neapel im Süden. Eine solche, rein örtliche Ursache vermag nicht auf so weite Entfernungen zu wirken.

So ist vielleicht dem Fucinersee eine ähnliche Rolle bei dem mittelitalischen Erdbeben 1915 beizumessen, wie bei dem mitteleuropäischen Erdbeben 1911 dem Bodensee. Wegen der Zerstörungen, die sich besonders im Ufergelände seiner westlichen Anhängsel am 16. November 1911 eingestellt hatten, war er auch als Herd des damaligen Erdbebens angesprochen worden, obgleich die richtige Herdbestimmung, auf Grund einiger, sogleich bekanntgewordenen Stoßrichtungen, auf ein Gebiet der Rauhen Alp, von mir schon am 19. November 1911 getroffen werden konnte<sup>2)</sup>. Der Hauptvertreter jener Herdbestimmung auf den Bodensee, der Heidelberger Geologe Professor Salomon, hielt noch bis in den Februar 1912 an ihr fest. Als endgültig beseitigt konnte sie eigentlich erst nach der umfassenden Untersuchung des Erdbebens durch Sieberg und Lais gelten. Ein fesselndes Nebenergebnis dieser Untersuchung schien überdies einiges Licht auf den inneren Zusammenhang zu werfen. Stärkere Zerstörungsfolgen wurden nicht allein im Bodenseegebiet, sondern auch im Rheintal

und überhaupt entlang den tektonischen Hauptspalten gefunden. In einer Arbeit über die süddeutschen Erdbeben 1911 und 1913 habe ich schon auf den möglichen Zusammenhang mit den bei Hebungsbeben, wie diesem, wirksamen Rotationsverhältnissen hingewiesen, der sich direkt in zyklonaler Anordnung der Stoßrichtungen offenbarte<sup>3)</sup>. Hier möchte ich noch besonders auf ein anderes, aber in gleichem Sinne wirksames Verhalten hinweisen. Entlang den tektonischen Hauptspalten liegen auch die hauptsächlichsten Flußtäler. Sie, und in noch höherem Grade das Oberrheintal und die Umgebung des Bodensees, litten nach dem überaus trockenen Sommer 1911 an einer ähnlichen Absenkung des Grundwasserstandes wie in noch weit höherem Grade das trockengelegte Bett des Fucinersees und seine Umgebung. Wie dieses und diese gehörten sie demnach zu den Gegenden verminderten Widerstandes im damaligen Erdbebengebiet.



Die Kette der schwersten Erdbebenkatastrophen in Süd- und Mittel-Italien nach Omori  
Das Gebiet stärkster Zerstörung vom 13. Januar 1915 liegt östlich der eingetragenen Stadt Avezzano.

<sup>1)</sup> Vgl. Zeitschrift für praktische Geologie. Berlin 1894 S. 19 bis 25 und 399 bis 400

<sup>2)</sup> Vgl. Deutsche Rundschau für Geographie XXXIV S. 384

<sup>3)</sup> Vgl. Die Erde. Dresden 1914 S. 145 bis 147



Das Herdgebiet des mittelitalischen Erdbebens braucht also mit dem Gebiete stärkster Zerstörung am Fucinersee nicht notwendig zusammenzufallen. Doch dürfte es nicht weit davon gelegen sein, etwa in seiner gebirgigen Nachbarschaft im Osten. Denn diese Örtlichkeit war für eine neue große italische Katastrophe gewissermaßen im voraus beansprucht. Seit fünf Jahren lag in der erdbebenkundlichen Literatur eine Vorausbestimmung derjenigen süd- und mittelitalischen Gebiete vor, die ein neues schweres Erdbeben erwarten ließen. Zu ihnen gehörte die Gebirgsumgebung des Fucinersees.

Sie war also doppelt belastet. Denn diese Vorausbestimmung ging von der hydrotechnisch nicht geänderten natürlichen Lage aus. Der Generalsekretär des japanischen Komitees für Erdbebenforschung Omori, hatte bei Untersuchung der 13 größten italienischen Katastrophen seit 1600 gefunden, daß diese sich entlang einer Linie gruppierten die von Noto, nahe der Südecke Siziliens, bis nördlich Aquila nach Umbrien reicht und streng erst entlang der Ostküste Siziliens und dann entlang den Appeninen verläuft<sup>1)</sup>. Diese sichtliche Verkettung fand in der Weise statt, daß die Zerstörungen sich jedesmal auf eine bis dahin verschonte Stelle konzentrierten, sodaß diese Lücken in jener unheilvollen Kette als in Zukunft meistbedroht erschienen. Zu diesen Lücken aber gehörte das Abruzzengebiet östlich Avezzano. Sie ist seit dem 13. Januar 1915 durch die vierzehnte Katastrophe Italiens ausgefüllt, die nach dem erwähnten Augenzeugnisse Webinger's die dreizehnte, das mörderische Erdbeben von Messina am 28. Dezember 1908, an Schwere noch übertroffen haben soll.

Der also bestätigte Gedanke des japanischen Erdbebenforschers kam in der Sache überein mit einem Gesetz der Erdbebenneigung, das von mir in Hamburger und Berliner Zeitungen des Jahres 1906, also 3 bis 4 Jahre vorher, veröffentlicht und vor allem auch physikalisch verständlich gemacht war. Begründet war es, ganz wie später der Gedanke Omori's, auf eine rein erfahrungsmäßige Aneinanderreihung früherer Erdkatastrophen. Aus der Morgen-Ausgabe des „Berliner Tageblattes“ vom 22. August 1906 lasse ich den Wortlaut folgen: „Wenn in einer zusammenhängenden Reihe von Gebäuden das eine zum Einsturz gelangt ist, so ist die Standfestigkeit jedesmal des nächsten Nachbargebäudes bedroht und so fort in der ganzen Reihe. Der aus dieser Vorstellung folgende Vergleich einer Verkettung von Erdkatastrophen wurde noch besonders bestärkt durch zwei Ereignisse des Jahres 1906. Am 16. Februar 1906 wurde in Westindien besonders Santa Lucia durch Erdbeben und vulkanische Tätigkeit betroffen. Am 2. März 1906 ereignete sich ein neues kleineres Erdbeben im westlichen Himalaya. In beiden Fällen wurden Gebiete betroffen, die gerade zwischen den Hauptherden der nächstvorhergehenden Katastrophen lagen, der westindischen von 1902 und 1903 und der ostindischen im Himalaya von 1906. Diese neuen kleineren Ereignisse erinnern an den endgültigen Einsturz eines Gebäudes, dessen Flügelanbauten vorher gründlich zerstört waren.“

Von dieser Anschauung aus hatte ich selbst Versuche zur Vorausbestimmung von Katastrophenherden gemacht, deren Tätigkeit demnächst zu erwarten wäre. Aus der Aneinanderreihung bereits eingetretener Katastrophen wurden Linien besonderer Gefährdung gefunden. Die Gegenden der Erde, nach denen hin diese Linien zusammenliefen, stellten natürlich eine vermehrte Gefährdung in Aussicht. So wurde im Jahre 1906 von mir Westindien, im Jahre 1910 die

<sup>1)</sup> Bulletin Imperial Earthquake Investigation Comitee. Tokio vol. III. Nr. 2.



Gegend um das Ionische Meer als besonders geneigt zu Katastrophen ermittelt<sup>1)</sup>. Jedem dieser beiden Versuche folgte die Bestätigung im nächsten Jahre: 1907 das Erdbeben von Jamaika, 1911 das Anheben einer Epoche großer Ausbrüche des Ätna.

Zu den durch solche Reihenbildung gefundenen 3 Gefahrlinien im Mittelmeergebiete gehörte eine von Westsüdwest nach Ostnordost gerichtete, die sich in den nächstfolgenden vier Jahren als besonders wichtig erwies. Denn mit ihren Verlängerungen bildete sie gewissermaßen den geometrischen Ort nahezu restlos für eine Lokalisierung aller größeren seismischen oder im engeren Sinne vulkanischen Katastrophen. Nicht weniger als 18 nordhemisphärische und 4 südhemisphärische Erdkatastrophen waren in der Art entlang dieser Linie angeordnet, das jedesmal eine ostnordöstliche einer westsüdwestlichen in 180 bis 270 Äquatorgraden Entfernung voranging. Von dieser Regel wich aber der erste Ätnausbruch der neuen Epoche im Jahre 1911 ab. Dasselbe gilt von dem Erdbeben in Mittelitalien am 13. Januar 1915. Doch scheint dieses Beben einen Hinweis auf den inneren Zusammenhang zu bieten. Seine Zugehörigkeit zu der Reihe der großen italischen Erdbebenkatastrophen deutet auf die Richtung nach Nordwesten. Dieser Richtung folgte eine zweite der drei Gefahrlinien im Mittelmeergebiete, die im Jahre 1910 auf das Ionische Meer hingewiesen hatten.

Durch ihre Verlängerung nach Nordwesten, die allerdings auch nahe an bekannten Katastrophenherden Mittel- und Westeuropas vorbeizieht, besitzt diese, soweit durch die annähernd gleichzeitige Untersuchung Omori's bestätigte Linie Bedeutung für ganz Europa. Am nächsten liegt es natürlich, sie für Mittel- und Süd-Italien in Betracht zu ziehen. Tatsächlich ist schon innerhalb des Januar 1915 in diesem Gebiete eine neue große Erdkatastrophe eingetreten, von der die zahlreichen Nachbeben dieses Monats im Gebiete des mittelitalischen Bebens gewissermaßen abgelöst wurden. Vom 26. bis 28. Januar wiesen diese eine erste, sehr auffallende Abnahme auf.

#### Nachbeben des mittelitalischen Erdbebens im Januar 1915

Januar 1915 . . . . .	13/14	14/15	15/16	16/17	17/18	18/19	19/20	20/21	21/22	
In Rom verzeichnete Stöße	<small>sehr zahlreich</small> 50	20	12	20	10	12	8	12		
Januar 1915 . . . . .	22/23	23/24	24/25	25/26	26/27	27/28	28/29	29/30	30/31	
In Rom verzeichnete Stöße	12	10	10	3	3	3	4	5	7	
Februar 1915 . . . . .	31/1	1/2	2/3	3/4	4/5	5/6	6/7	7/8	8/9	9/10
In Rom verzeichnete Stöße	7	3	3	6	6	11	2	6	16	7
Februar 1915 . . . . .	10/11	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16	16/17	17/18	18/19	
In Rom verzeichnete Stöße	9	6	6	4	4	4	3	5	3	
Februar 1915 . . . . .	19/20	20/21	21/22	22/23	23/24	24/25	25/26	26/27	27/28	
In Rom verzeichnete Stöße	1	1	5	2	2	1	1	3	8	

(Nach den Bollettini meteorici)

<sup>1)</sup> Vgl. des Verfassers Beiträge über das Erdbeben von Jamaika am 14. Januar 1907 im „Weltall“ vom 1. Oktober 1907 S. 10 bis 16, und vom 1. und 15. Januar 1909 S. 103 bis 107, 113 bis 122, sowie des Verfassers Referate seiner Vorträge in den Verhandlungen Deutscher Naturforscher und Ärzte. Abt. Geophysik 1906, Abt. Geophysik 1907, Abt. Geologie 1910, Abt. Geophysik 1911, Abt. Geophysik 1912. Vgl. auch „Weltall“ vom 15. Oktober 1905 S. 24 bis 29. Hier ist vom Verfasser bereits eine solche Reihenbildung der mittelatlantischen Seebeben festgestellt und kartiert, die nach Westindien wies. In Zugrichtung und Zuggeschwindigkeit konnte sie neuestens mit ähnlichen Vorgängen des Erdmagnetismus in Beziehung gesetzt werden (W. Krebs: Geographischer Nachweis eines erdmagnetischen und vulkanischen Erscheinungen gemeinsamen Gesetzes. Deutsche Rundschau für Geographie XXXVII, 6, S. 260 bis 261 und Karte).



In der Frühe des 27. Januar 1915, gegen 2 $\frac{1}{4}$  Uhr mitteleuropäischer Zeit, entfiel eine Aufzeichnung der Erdbebenmesser in Laibach und an allen italienischen Hauptstationen über ein Beben, dessen Herdabstand von Laibach auf 1200 Kilometer berechnet wurde. In einem Beitrag über vulkanische Meeresereignisse, den ich in Nr. 6 der nautischen Wochenschrift „Hansa“ veröffentlichte, gab ich meiner Vermutung, einer Katastrophe im Grunde des Ionischen Meeres, Raum. Diese Annahme ist durch die inzwischen eingetroffenen Bollettini meteorici der römischen Zentrale bestätigt. Das Bollettino vom 27. Januar 1915 selbst bezieht jene Registrierungen auf einen „Erdstoß der leicht im äußersten Apulien und im östlichen Sizilien gespürt wurde und wahrscheinlich seinen Ursprung im Mittelmeerbecken hatte“. Später trat noch die in höchst dankenswerter Weise von dem Direktor der Laibacher Erdbebenwarte Herrn Professor A. Belar vermittelte Nachricht dazu, daß das Erdbeben am anderen Ufer des Ionischen Meeres, besonders in Albanien und auf der Ionischen Insel Santa Maura oder Leukas Zerstörungen angerichtet hätte. Die mitbetroffenen Landgebiete deuten auf das tiefste der Mittelmeerbecken, das Ionische Meer.

Damit hat die neue Katastrophenreihe ihren Anschluß an die alte vollzogen, in nächster Nachbarschaft Italiens. Sie entfällt in eine nicht minder weitreichende Richtung. Stimmt sie doch mit der überein, nach welcher Abbé Moreux die Zersprengung Europas erwartet. Unter diesen Umständen entbehrt es nicht eines gewissen Interesses, diejenigen italienischen Gebiete entlang jener Linie namhaft zu machen, die noch nicht von Herden schwerer Katastrophen besetzt und deshalb besonders gefährdet erscheinen.

Wenn vom Ätnagebiete abgesehen wird, das hinreichend durch schwere und schwerste Ausbrucherscheinungen entlastet ist, sind es folgende Gebiete, sämtlich in Unter- und Mittelitalien:

1. Die Umgebung des Capo di Monaco und Monte Crocco,
2. die Umgebung der Monti Pollino, Raparo und del Papa,
3. die Umgebung der Monti San Croca, Marzano und Alburno,
4. an den nördlichsten Herd anschließend, der gebirgige Teil der Marken, Umbriens, Toscana's etc.

## Die vier Entwicklungsstadien des Vulkanismus und die Frage seiner internationalen Erforschung<sup>1)</sup>

Von Prof. W. Branca

Ganz ebenso wie sich Leben doch sehr wahrscheinlich nicht allein auf dem Planeten Erde unserer Sonne findet, sondern auch noch auf vielen dafür geeigneten Planeten anderer Sonnen<sup>2)</sup>, so auch ist Vulkanismus sicher nicht auf diese Erde beschränkt. Aber viel weitergehend als Leben tritt Vulkanismus nicht nur auf einzelnen Gestirnen auf.

Wie riesengroß auch die Zahl der Gestirne sei, die mit für unsere Begriffe ungeheuerlichen Geschwindigkeiten durch das Weltall fahren — 15, 30, selbst 100 und mehr mal schneller als eine Gewehrkuugel<sup>3)</sup> — ob es nur jene drei-, vier-,

<sup>1)</sup> Öffentlicher Vortrag am Friedrichstage in der Berliner Akademie der Wissenschaften.

<sup>2)</sup> Sofern diese Planeten nur in gehöriger, nicht zu geringer, nicht zu großer Entfernung von ihrem Fixstern sich befinden, so daß es auf ihnen weder zu warm noch zu kalt für das Bestehen von Leben ist.

<sup>3)</sup> Durchschnittsgeschwindigkeit einer Gewehrkuugel etwa 1000 m pro Sekunde.



fünfhundert Millionen Gestirne gibt, von denen uns, nach ganz ungefährender Schätzung, die photographischen Platten des Sternenhimmels Kunde geben, oder ob ihre Anzahl wirklich unendlich sei — das können wir doch als zweifellos sicher für alle annehmen: in der Entwicklung eines jeden dieser unzählbaren Gestirne kommt eine Zeit, in der auf ihm Beben und vulkanische Ausbrüche auftreten. Mit den Augen der Objektivität betrachtet, also im Verhältnis zu der Größe der Gestirne, sind Beben und Vulkanausbrüche ein Nichts: nur ein winziges wenig erzittert die Gestirnsrinde bei dem Beben; nur ein winziges Tröpfchen Schmelzfluß quillt bei dem Vulkanausbruch aus der Gestirnsrinde heraus. Aber mit Menschaugen betrachtet, sind sie ein Ungeheures an Großartigkeit und Unglück.

Leben und Vulkanismus haben also das gemeinsam, daß beide nicht allein von dieser Erde sind. Aber dem Leben ist eine Schranke gezogen, es kann sich nur auf gewissen Gestirnen einstellen; dagegen Beben und Vulkanismus stellen sich notwendig auf allen Gestirnen ein, sind also eine allgemeine Erscheinung im Weltall.

Ganz ebenso ferner wie das Leben erst dann erscheint, wenn auf dem Gestirne sich die Bedingungen eingestellt haben, unter denen Leben überhaupt bestehen kann, und wie es dann erstirbt, wenn diese Bedingungen verschwunden sind, so auch der Vulkanismus. Aber wiederum viel weitergehend als das Leben, das erst dann möglich wird, wenn sich eine Kruste gebildet und die Temperatur auf ihr sich bis unter  $100^{\circ}$  C. abgekühlt hat, erscheint der Vulkanismus schon auf dem Gestirne, sobald der kühle Nebelball in das Glühen gekommen ist.

Und abermals, ganz ebenso wie es ein niederes, primitives Leben gibt, das kaum erst vegetiert, so möchte ich auch einen primitiven Vulkanismus einem hochentwickelten gegenüberstellen. Ganz also wie das Leben auf der Erde — und offenbar doch ebenso auf anderen Gestirnen — im Laufe der Zeiten seine äußere Erscheinungsweise verändert, sich entwickelt, so auch der Vulkanismus, von dem ich vier Entwicklungsstadien unterscheiden möchte. Hochentwickelt, stark differenziert zeigt er sich auf Gestirnen wie die heutige Erde. Hier betätigt er sich nicht nur auf der Oberfläche des Gestirns, auf der er, mannigfach gestaltet, in allen Farben schillert. Auch im Innern der Gestirnsrinde ist er wirksam, indem er hier die große Reihe von Umwandlungen der Gesteine der festen Erdrinde erzeugt. Und noch auf einem dritten Felde zeigt sich seine Arbeit, indem durch ihn die vulkanischen und kryptovulkanischen Beben hervorgerufen werden.

So hoch entwickelter Vulkanismus bedarf natürlich eines schon stark abgekühlten Gestirns, auf dem bereits alle drei Aggregatzustände vorhanden sind. Es wäre aber Irrtum, wenn man den viel weniger hoch differenzierten Vulkanismus eines Gestirns, das erst zwei Aggregatzustände, also noch keinen festen, besitzt, nicht auch als Vulkanismus bezeichnen wollte. Wenn dem so ist, dann sind wir aber logisch gezwungen, auch auf Gestirnen mit erst einem einzigen Aggregatzustande, dem glühend gasförmigen, gewisse Erscheinungen als Vulkanismus anzuerkennen; gleichviel, ob sie auch ganz anders als die auf der Erde erscheinen und gleichviel, durch welche Ursache sie hervorgerufen werden. Selbst also, wenn auf einem glühend gasförmigen Gestirne lediglich durch Wirbelstürme glühende Gase in die Höhe gerissen werden<sup>1)</sup>, so bezeichne ich auch das noch als Vulkanismus. Das gleiche gilt auch, wenn auf solchem glühenden Nebel-

<sup>1)</sup> Auf der Sonne wird vielleicht ein Teil der Protuberanzen durch Wirbelstürme erzeugt.



balle infolge von Gezeitenwirkung eine Flutwelle glühenden Gases periodisch das Gestirn umkreist. Vulkanismus bei nur einem Aggregatzustande des Gestirns ist eben notwendig noch völlig primitiv, ganz anders als der heutige der Erde, aber trotzdem ist er bereits ein Vulkanismus.

Und schließlich: ganz ähnlich wie bei einem Lebewesen der Zustand der Gesundheit das Normale ist, der Zustand einer Krankheit, des Erbrechens oder eines Krampfanfalles nur Ausnahme, so ist auch bei Gestirnen die Ruhe das Normale, Dauernde; und nur Ausnahmezustand ist es, der mehr oder weniger schnell vorübergeht, wenn das Gestirn, als liege es in Krampfanfällen, seinen glühenden Inhalt gen Himmel speit oder in wildes Erbeben fällt. Das gilt besonders von dem höchstentwickelten Vulkanismus, wie ihn die heutige Erde zeigt. Vom primitiven dagegen wird das Gestirn viel häufiger befallen, auch kann das periodisch erfolgen. Ein Gestirn gesundet also im Laufe seiner Entwicklung mehr und mehr von seinen Anfällen der Vulkanausbrüche, bis schließlich diese ganz verschwinden, wenn es ins Greisenalter getreten ist.

So lassen sich also gewisse Analogien zwischen Leben und Vulkanismus finden. Aber wenn ich sie hervorhebe, so liegt mir doch fern, Gedankengängen zu folgen, wie Preyer und andere sie gingen, die in dem feurigen Schmelzflusse eine Form des Lebens sehen wollen: eine älteste, primitivste Lebensform, bei der das Silizium der Träger dieses Lebens sei, die nur in höchster Glut bestehen könne und abstürbe, sobald der Schmelzfluß erstarrt; gegenüber der jüngeren, heute auf Erden herrschenden höheren Form des Lebens, bei welcher der Kohlenstoff Träger des Lebens ist, der nur bei niedrigen Temperaturen bestehen kann.

Eine solche Ausdehnung des Lebensbegriffes liegt mir fern. Liegt doch der Grund dieser Analogien zwischen Leben und Vulkanismus lediglich darin, daß beide eines Gestirns bedürfen, auf dem sie sich betätigen.

Freilich könnte man den Einwurf machen, ich messe mit zweierlei Maß: ich verneine die Erweiterung des Lebensbegriffes auf jenes (angebliche) feuerflüssige Kieselstoffleben, bejahe aber die Erweiterung des Begriffes des Vulkanismus aus einem dreiaggregatzuständigen auf einen zwei- und selbst einen einaggregatzuständigen. So gut die letztere Form des Vulkanismus eine völlig andere sei, als die erstere, heutige, ebensogut müsse man auch eine völlig andere, feuerflüssige Kieselstoffform des Lebens gelten lassen gegenüber der heutigen Kohlenstoffform.

Mir scheint, nur mit Unrecht könnte ein solcher Einwurf gemacht werden. Leben spottet, trotz aller Versuche dazu, jeder völlig genügenden Definition, selbst schon gegenüber dem Kohlenstoffleben; geschweige denn, wenn man noch ein glühendes Kieselstoffleben in die Definition hineinziehen wollte. Die Begriffserklärung für den Vulkanismus aber wird umgekehrt immer einfacher, je mehr man seine primitiven Erscheinungsweisen mit hinzunimmt. Vulkanismus ist dann jede auf natürlichem Wege mit unwiderstehlicher Gewalt sich vollziehende Äußerung glühender Massen eines Gestirns. Auch ist die Entwicklung des Lebens aktiv, sie liegt im Leben selbst, Leben entwickelt sich; die des Vulkanismus aber ist rein passiv, sie liegt nur in dem Gestirne, dessen Entwicklung er lediglich widerspiegelt, der Vulkanismus wird entwickelt.



Solange das Gestirn ein Nebelball von niedriger Temperatur ist, gibt es auf ihm noch nichts, das man als Vulkanismus bezeichnen könnte.

Erst wenn die Gase ins Glühen gekommen sind, stellen sich von Zeit zu Zeit Vorgänge ein, die man als primitivsten Vulkanismus bezeichnen muß; denn zum Vulkanismus gehören Glühen und Gewaltigkeit, und die sind hier vorhanden. Unsere Sonne, mit etwa 5000° Durchschnittstemperatur, gehört zu diesen nur aus glühenden Gasen gebildeten Gestirnen.<sup>1)</sup> In diesem ersten Stadium des Vulkanismus können es natürlich nur heißglühende Gase sein, die aber bei ihrem geringen Gewichte bis zu Riesenhöhen ausgespien werden.<sup>2)</sup> (Fortsetzung folgt)

### Kleine Mitteilungen

**Ein neues Verfahren zur vergrößerten Übertragung von Phonogrammen.** In der Sprechmaschinen-technik liegt zuweilen das Bedürfnis vor, die Schallstärke eines aufgenommenen Phonogramms bei der Wiedergabe zu vergrößern. Durch Anwendung besonderer Schall Dosen und Schalltrichter läßt sich dieses Ziel bis zu einem gewissen Grade erreichen. Ein anderer Weg besteht darin, das Phonogramm selbst zu vergrößern, um so der Nadel und damit der Membran der Schalldose größere Amplituden aufzuzwingen. Die Verfahren, die man hierbei bislang angewandt hat, sind sämtlich mechanischer Natur und beruhen alle auf dem Prinzip des Scheinerschen Pantographen oder Storchschnabels. Es liegt auf der Hand, daß ein derartiges mechanisches Verfahren mit mancherlei Unzuträglichkeiten verbunden ist. Durch die Reibung in den Hebellagern gehen viele Feinheiten verloren, und außerdem besteht die Gefahr, daß durch die über die Spur des Originals hinweggleitende Spitze feinere charakteristische Unebenheiten eben dieser Spur vernichtet werden. Dem neuen, als physikalisch-chemisches bezeichneten Verfahren, das Georges A. Le Roy in den C. R. (158, 175, 1914) beschreibt, rühmt sein Erfinder nach, daß es von diesen Mängeln völlig frei sei. Dieses Verfahren, das übrigens — gerade wie das pantographische Verfahren — ebensogut eine Verkleinerung wie eine Vergrößerung gestattet, beruht auf der Quellfähigkeit gewisser Stoffe.

Nachdem von der auf einer Wachsplatte hergestellten Originalaufnahme ein Abdruck (Matrize) in Kupfer auf galvanoplastischem Wege gemacht worden ist, verfährt Herr Le Roy folgendermaßen: Um eine vergrößerte Wiedergabe zu erhalten, nimmt er von der Kupfermatrize einen Abdruck mit einer möglichst konzentrierten wässrigen Gelatinelösung, die etwa 30 bis 50% trockene Gelatine enthält. Dieser Abdruck wird dann in kaltes oder mäßig lauwarmes Wasser eingetaucht; man kann für dieses Bad entweder reines Wasser wählen, oder ihm 2 bis 5% Salze, etwa Alaun, zusetzen und es nach Bedarf mit Essigsäure ansäuern. Nach beendeter Quellung wird dann dieser Abdruck durch Eintauchen in eine geeignete Flüssigkeit gehärtet bzw. unlöslich gemacht. Man läßt ihn nun abtropfen und trocknen, und kann dann von ihm nach Belieben weitere Abdrücke in einer der gewöhnlichen Vielfältigungsmassen (Gips- oder Wachsmassen) herstellen. Selbstverständlich steht einer wiederholten Anwendung dieses Verfahrens nichts im Wege, doch kann man schon mit einmaliger Anwendung eine dreifache lineare Vergrößerung erzielen.

Will man eine Verkleinerung erhalten, so muß man der Gelatine, statt sie quellen zu lassen, nach Möglichkeit Wasser entziehen. Man verwendet deshalb für den Matrizenabdruck eine möglichst verdünnte Gelatinelösung (etwa 10 bis 25% Gelatine) und entwässert die Matrize entweder durch Eintauchen in alkoholische Lösung von Gelatine ausfällenden Salzen (etwa Natriumsulfat, Seignettesalz, zitronensaure Salze) oder aber durch Trocknung im Luftstrom in luftverdünnten

<sup>1)</sup> Nach neuerer Anschauung der Physiker, welche das Kontinuierliche des Sonnenspektrums, das für feurig-flüssigen (bzw. festen, der ja aber nicht in Frage kommt) Aggregatzustand spricht, als eine Folge der starken Kompression der Gase erklären.

<sup>2)</sup> Auf unserer Sonne werden die Protuberanzen bis zu 30- bis 40000 km und selbst bisweilen bis zu 400000 km Höhe emporgestoßen. Zum Teil mögen bei der Sonne die Protuberanzen ja meteorologische Ereignisse sein, hervorgerufen durch aufsteigende heiße Gasströme, die im Gefolge der Rotation Zykone werden. Zum anderen Teil aber — und zwar die explosiven Protuberanzen gegenüber jenen ruhigen wolkenartigen — scheinen sie doch vulkanischer Natur zu sein. Jedenfalls wird man ganz allgemein bei glühend gasförmigen Gestirnen auch explosive, also eruptive Vorgänge, aus verschiedenen Ursachen hervorgehend, erwarten können.



Räumen. Das weitere Vervielfältigungsverfahren ist natürlich das gleiche wie bei der Herstellung von Vergrößerungen. Man kann auf diese Weise eine Verkleinerung im Verhältnis 1:0,6 erreichen. Daß man auch hier wieder durch stufenweise Anwendung des Verfahrens noch weiter gelangen kann, bedarf keiner Erwähnung.

Berichte von anderer Seite über Erfolge, die nach dem Verfahren des Herrn Le Roy erreicht worden sind, liegen leider bislang noch nicht vor. Immerhin verdienen die Anregungen, die hier gegeben worden sind, auf alle Fälle Beachtung, selbst wenn die hier genannten speziellen Vorschriften sich im Einzelnen weniger gut bewähren sollten. Aufgabe der Chemiker wird es nunmehr sein, dieses Verfahren weiter zu vervollkommen. Bei der allgemeinen Verbreitung, welche die Sprechmaschine heute, nicht nur zu Unterhaltungszwecken, gefunden hat, wäre diese Aufgabe keineswegs undankbar. Da die Schallstärke proportional dem Quadrate der Amplitude wächst, würde man nach den Angaben des Herrn Le Roy bei einmaliger Vergrößerung nach dem oben geschilderten Quellverfahren bereits eine Erhöhung der Schallstärke auf das Neunfache erreichen können, eine für die Nachbarn von Schankwirtschaften nicht allzu erfreuliche Aussicht! Mi.

**Leitsätze über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz** sind vom Elektrotechnischen Verein und vom Verbands Deutscher Elektrotechniker in Berlin aufgestellt und nebst Erläuterungen und Ausführungsbestimmungen herausgegeben worden. Der Zweck ist, durch Vereinfachung der Einrichtungen und Verringerung der Kosten die Anwendung von Blitzableitern in immer weiterem Umfange zu fördern.

In den Leitsätzen wird darauf hingewiesen, daß die aus der Erfahrung bekannten Einschlagstellen, wie Turm- und Giebelspitzen, Firstkanten, hochgelegene Schornsteinköpfe und andere emporragende Gebäudeteile am besten selbst als Auffangvorrichtungen auszubilden sind. Die Gebäudeleitungen sollen eine zusammenhängende metallische Verbindung der Auffangvorrichtungen mit der Erdleitung bilden, das Gebäude, insbesondere das Dach, möglichst allseitig umspannen und auf den kürzesten Wegen zur Erde führen, wobei schärfere Ecken möglichst zu vermeiden sind. Metallene Gebäudeteile und größere Metallmassen im und am Gebäude, namentlich solche, die mit der Erde in großer Fläche in Berührung stehen, wie Rohrleitungen usw., sind tunlichst unter sich und mit dem Blitzableiter elektrisch leitend zu verbinden. Solche metallischen Gebäudeteile machen unter Umständen besondere Auffangvorrichtungen, Haus- und Erdleitungen entbehrlich. Schon beim Entwurf und bei der Ausführung neuer Gebäude kann auf die Ausnutzung von Rohrleitungen usw. zum Zwecke des Blitzschutzes Rücksicht genommen werden. Die Erdleitungen sollen sich unter Bevorzugung feuchter Stellen weit ausbreiten und in den Erdboden eindringen. Verzweigte Leitungen aus Eisen sollen nicht weniger als 50, unverzweigte nicht weniger als 100 qmm Querschnitt haben. Für Kupfer ist die Hälfte ausreichend; Zink ist vom einundeinhalbfachen, Blei vom dreifachen Querschnitt des Eisens zu wählen. Leitungsverbindungen sind dauerhaft, dicht, fest und möglichst großflächig herzustellen. Nicht geschweißte oder gelötete Verbindungsstellen sollen metallische Berührungsflächen und mindestens 100 qmm erhalten. Die Frage des Blitzschutzes wird in den Erläuterungen und Ausführungsbestimmungen eingehend behandelt.

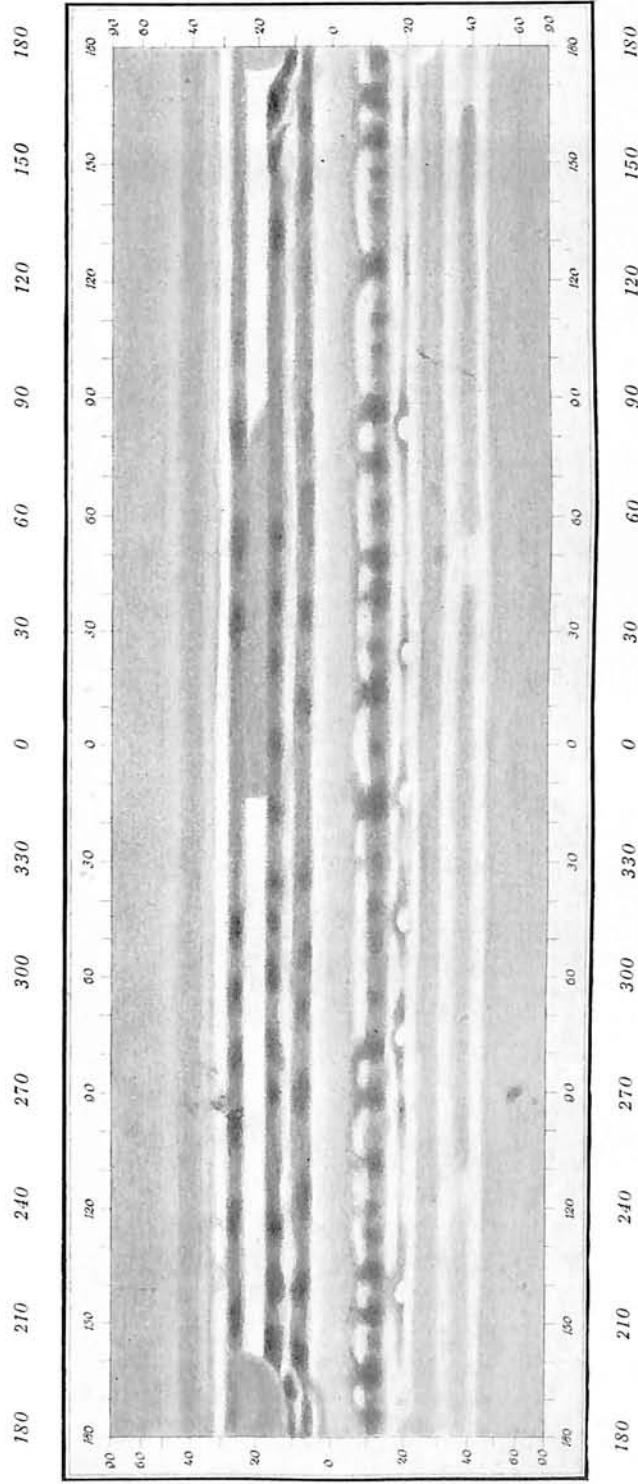
## Bücherschau

**Weinschenk, Ernst: Die gesteinsbildenden Mineralien.** Dritte, umgearbeitete Auflage. Mit 309 Textfiguren, 5 Tafeln und 22 Tabellen. gr. 8°. (XII u. 262 S.) Freiburg, Herdersche Verlagshandlung 1915. Geb. in Leinwand M. 10,80.

Das Manuskript dieser neuen Auflage wurde am 1. August 1914 abgeschlossen, gerade, als in den Straßen Münchens die Trommelwirbel den Ausbruch des Weltkrieges verkündeten. Es ist ein gutes Zeichen, daß das Buch, trotz einer Vermehrung des Illustrationsmaterials um mehr als die Hälfte der Bilder der zweiten Auflage, schon seit einigen Monaten fertig vorliegt.

Das Buch gliedert sich in einen allgemeinen Teil, welcher die Herstellung des Beobachtungsmaterials, die Trennungs- und Untersuchungsmethoden, die Ausbildung der Gesteinsbestandteile enthält und in einen besonderen, der aus 4 Teilen besteht: 1. Opake Mineralien, 2. Optisch isotrope Mineralien, 3. Optisch einachsige Mineralien, 4. Optisch zweiachsige Mineralien. Die Übersichtlichkeit des ganzen Buches hat durch die überall durchgeführte schärfere Abtrennung der einzelnen Teile viel gewonnen. Die Ergebnisse der neueren Forschungen über die gesteinsbildenden Mineralien sind in allen Teilen ihrer Bedeutung entsprechend gewürdigt worden. Das Buch dürfte allen denen, die sich mit petrographischen Arbeiten beschäftigen, sehr erwünscht sein. F. S. A.





Vollkarte des Planeten Jupiter  
aus dem Beginne der Erscheinung des Jahres 1915

bearbeitet aus 12 Aufnahmen vom 22., 24., 25. u. 26. Mai 1915 von Ph. Fauth am 16zöll. Medial seiner Privatsternwarte zu Landstuhl.







## INHALT

- |   |   |
|---|---|
| 1. Eine seltene Jupiterkarte. Von Ph. Fauth (Mit einer Beilage) . . . . . 169<br>2. Emil Rathenau . . . . . Von Dr. H. Wirthwein . . . . . 172<br>3. Die vier Entwicklungsstadien des Vulkanismus und die Frage seiner internationalen Erforschung. Von Prof. W. Branca (Fortsetzung) . . . . . 177 | 4. Kleine Mitteilungen: Neuere Versuche über die Messung von Radiumpräparaten . . . . . 183 |
|---|---|

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

## Eine seltene Jupiterkarte

Von Ph. Fauth

Die Tätigkeit des Jupiterbeobachters pflegt darin zu bestehen, daß er so genau als möglich den Anblick der Planetenoberfläche zeichnerisch darzustellen versucht oder mittels Uhrzeit oder Mikrometer die Lage gut begrenzter Flecken auf der Scheibe in bezug auf die Mitte und damit auf ein bestimmtes Gradnetz festlegt. Auch gute Zeichnungen eignen sich erfahrungsgemäß zur nachträglichen Vermessung und bieten dann den sehr schätzbaren Vorteil, daß viel mehr Gegenstände ihrer gegenseitigen Lage nach bestimmbar sind, als unter dem Fadenkreuz des Okulars. Was die Genauigkeit im einzelnen zu wünschen übrig läßt, muß dann die Vielzahl der zu ermöglichenden Aufnahmen und die Ausmitteilung der Werte ersetzen.

Wenn man nun die rechnerisch erhaltenen „Längen“ in Jupitergraden noch so übersichtlich zusammenstellt, erreicht man doch niemals einen anschaulichen Überblick über den jeweils erlebten Zustand auf dem Planeten, weil Zahlengrößen in langen Reihen keine deutliche Vorstellung vermitteln. Darum hat man gelegentlich für eine bestimmte Epoche Vollkarten Jupiters entworfen, zu denen man zweierlei Wege zur Verfügung hatte. In England erregte es vor etwa zwanzig Jahren — und wohl auch später noch — kein Bedenken, die Zeichnungen oder Meßwerte mehrerer Wochen, ja sogar mehrerer Monate in ein einziges Bild zusammenzuziehen. Das konnte nur so erreicht werden, daß man gut ausgezeichnete Flecken auf späteren Darstellungen wiederzuerkennen suchte und sie samt ihrer Umgebung unter Einrechnung einer erfahrungswise hergeleiteten Eigenbewegung in einer vielleicht gar nicht unmittelbar beobachteten, sondern nur eben errechneten Stellung festlegte. Man darf nach dem heutigen Stande unserer Kenntnis der Jupiternatur diesen Weg der Übersichtlichmachung des Planetenzustandes als unzulässig bezeichnen, weil es nicht selten vorkommt, daß Gebilde verschwinden und andere auftauchen, überhaupt Gestalt und Bewegungsform ändern können und somit einen anderen Anblick geben werden, als ein früheres Mal.

Im allgemeinen dreht sich Jupiter in einem Erdentage so schnell herum, daß ein gewisser Punkt auf der Scheibe in 24 Stunden  $870^{\circ},_{27}$  zurücklegt. Diese 2 mal  $360^{\circ} + 150^{\circ},_{27}$  bringen also zur gleichen Stunde des folgenden Tages einen Punkt in die Mitte (Mittelmeridian), der gut  $150^{\circ}$  größere „Länge“ (jovigraphisch) hat, als tags zuvor. In zwölf Tagen wird also ungefähr genau dieselbe Seite des Planeten wieder gesichtet werden, denn  $12 \times 150^{\circ} = 1800^{\circ} = (1800 : 360 =) 5$  volle scheinbare Umdrehungen — oder  $12 \times 870^{\circ} = 10440^{\circ} : 360 = 29$  volle wahre Umdrehungen. Man sollte nun denken, es müßte darum in zwölf Tagen genau der gleiche Anblick Jupiters wiederkehren, den man gerade genießt. Im allgemeinen ist das auch so und um so sicherer scheint es so zu sein, je geringere optische Mittel man zur Kontrolle besitzt oder je geringere Vergrößerung man ver-



wendet oder je unruhigere Luft zu herrschen pflegt — vielleicht auch je unvollkommener das beobachtende Auge ist. Darum braucht man vielleicht an einem Dreizöller nur einige wenige Zeichnungen zu nehmen, die sich rings um die Kugel des Planeten verteilen, und hat wochenlang kaum Veranlassung, neue Aufnahmen zu machen, weil eben außer Bekanntem nichts Neues festzuhalten ist. Dergleichen kommt am Himmel auch tatsächlich vor, aber nicht in Hinsicht auf den wechselvollen Anblick Jupiters, sondern beim fast immer gleich aussehenden Saturn. Sobald indes stärkere Fernrohre zur Verfügung stehen, findet das aufmerksam prüfende Auge immer Neues auf Jupiter und man wird bestrebt sein, dieses samt seiner Umgebung zu zeichnen. Dieser Umstand verbietet es, Zustände des Planeten aus zu weit voneinander liegenden Zeiten einfach rechnerisch auf eine mittlere Epoche zurückzuführen und für diese eine Zeichnung zu entwerfen, die gewöhnlich anders ausfällt, als der Planet wirklich ausgesehen hat.

Der andere gangbare Weg, streng genommen der einzig zulässige, besteht darin, daß man zu Zeiten, wenn Jupiter nördlich vom Äquator steht und einen großen Bogen über dem Horizonte beschreibt, in einer einzigen Nacht während etwa sechs bis sieben Stunden eine Reihe von Abbildungen gewinnt, die sich als gleichzeitige Dokumente zum Aufbau einer Jupiterkarte nach Merkators Projektion benützen lassen. Das einzige Bedenken dagegen, welches hier in Betracht kommen kann, betrifft den recht wesentlichen Umstand, daß im Laufe einer langen Nacht die Zustände der Luft so bedeutend wechseln können und auch wechseln werden, daß von einer Gleichmäßigkeit der zu erarbeitenden Gesamtkarte kaum die Rede sein könnte. Die lange Dauer der Arbeit wäre leicht dadurch erträglich zu machen, daß man vielleicht jede volle Stunde nur eine Zeichnung ausführt. Natürlich wächst die Genauigkeit der Anschlüsse mit der Zahl guter Aufnahmen. Dabei ist freilich nicht zu übersehen, daß in Sommernächten, wenn zudem Jupiter südlich vom Äquator kulminiert, derartige Fristen in einer einzigen Nacht unmöglich ausgenutzt werden können und man sich unter allen Umständen mit Teilansichten begnügen muß.

Soweit also die theoretische Forderung in Betracht kommt, wäre es schwer, eine homogene Vollkarte des Planeten Jupiter zu gewinnen. Im praktischen Falle aber liegen die Dinge zum Glück doch günstiger. Vor allem ist zu bedenken, daß vorkommende Eigenbewegungen nicht so groß und im anderen Falle nicht so unsicher sein werden, daß man nicht ohne Schaden für die Genauigkeit des Bildes zwei, ja drei und in besonderen Fällen auch etwas mehr Tage zusammenfassen könnte. In einem solchen seltenen Falle befand sich der Verfasser, als er am 22., 24., 25. und 26. **Mai** dieses Jahres insgesamt 12 befriedigende Zeichnungen Jupiters erhalten hatte; und darin liegt zugleich das Besondere, das zur Herstellung einer Vollkarte des Planeten anregte, die im gegenwärtigen Hefte abgedruckt ist. Zur Begründung vorstehender Charakteristik sei daran erinnert, daß der Planet Jupiter im zweiten Drittel des Mai immer noch  $3^{\circ},5$  südlich vom Äquator stand und der Sonne, die um  $15^h$  MEZ schon helle Dämmerung erzeugte, nur um  $4,5^h$  vorausging. Dabei stand die Sonne aber schon  $20^{\circ},5$  nördlich vom Äquator, kam bald nach der zuerst möglichen Beobachtung ( $16^h$ ) über den Horizont und zwang schon um  $16^h 45^m$  die Beobachtung einzustellen. Unter gewöhnlichen Verhältnissen zeigt nun der obere und untere Rand des Planeten bei so geringer Höhe am Himmel farbige Säume, welche von der Strahlenbrechung in der Atmosphäre herrühren und kurz als schmales Luftspektrum bezeichnet werden. Die Dehnung in die Breite der Regenbogenfarben betrifft aber nicht



nur beide Scheibenränder, sondern jedes Objekt auf derselben in gleichem Grade, so daß die Einzelheiten verwischt und schwache Details ganz ausgelöscht werden. Es ist darum anzunehmen, daß dem Planeten in seiner heurigen Erscheinung von keiner Stelle schon im Mai Aufmerksamkeit zugewendet worden ist, auch kaum von südlicheren Sternwarten. Verfasser allein befindet sich in einer Ausnahmslage obigen Umständen gegenüber, weil ihm das hiesige Schupmann-Medial gestattet, sich jederzeit und in jedem Umfange von dem lästigen Luftspektrum, das die Planetenscheiben verdirbt, gänzlich freizumachen. Dabei erscheint der Planet völlig rein in seinen Eigenfarben, wie er für die gewöhnlichen Fraunhofer-Refraktore kaum darstellbar ist, wenn er selbst in sehr großer Höhe kulminiert. Somit war es in Landstuhl schon früher als irgendwo möglich, ergiebige Ernte zu halten und sogar eine Rundschau über die ganze Jupiterkugel zu gewinnen; und das macht die Karte in Merkatorprojektion zu einem Unikum, wie es bisher nicht erwartet werden konnte.

Über das neue Aussehen des größten aller Wandelgestirne sei folgendes mitgeteilt, was zum Teil aus der Karte nicht herausgelesen werden kann, zum Teil nur die Zeichnung kurz erläutern soll. Zunächst weist die Streifung ungefähr die gleiche Ordnung nach Lage und Größe auf wie um die letzte Jahreswende. Der nördliche Äquatorgürtel beherrscht aber nur durch tiefere Tönung den Eindruck, während der südliche, doppelte, viel breiter ist. Man kann auch sagen, die nördliche Hälfte des ersteren sei stark in Farbe und Tontiefe verblaßt. Für Augen mit hoher Gelbempfindlichkeit mag jedoch gerade der südliche Gürtel dominieren, denn die scheinbar recht schmale südtropische Zone läßt den gleich gefärbten südlich gemäßigten Streifen als naturgemäß mit dem breiteren Nachbarn zusammengehörig erscheinen, wie man wohl auf älteren, nur das Streifen-system aufweisenden Zeichnungen Jupiters einen in anscheinend zu hohen Breiten und in zu breiter Ausdehnung angegebenen Hauptgürtel sehen kann. Bessere Optik und aus Erfahrung richtig auszuführende Kennzeichnung der Gürtel erlaubt aber den genaueren Einblick in den sehr dauerhaften allgemeinen Streifenbau. Was außerdem an parallelen Zügen vorhanden ist, verschwindet in Fernrohren von weniger als etwa 8 cm Öffnung wohl vollständig. Dazu gehört im Norden außer der zwar hochinteressanten, jetzt verblaßten Komponente des Nordbandes, ein nördlich gemäßigtes Band, das allem Anscheine nach bereits als Doppelstreif auftritt, dann ein arktisches Band und die vorläufig in der Breite eines früher oft gesehenen arktischen Bandes schon beginnende Polkappe. Auf der Südseite trat auch heuer schon blickweise neben dem gewöhnlich sichtbaren gemäßigten Streifen noch ein strichförmiges Streifchen innerhalb der südlich gemäßigten Zone auf. In der Breite des südarktischen Bandes, das im Mai noch nicht zu sehen war, aber sicher nur wegen der Horizontdünste nicht unterschieden wurde, begann die Südpolkappe. Nun kann man innerhalb der Äquatorzone nicht allein ein etwas nördlich verschobenes Äquatorbändchen sehen, das meistens die Scheitel der bogenförmigen Girlanden verbindet, sondern nahe dem Südgürtel sieht man oft ein ähnliches, blasserer Gebilde. Rechnet man den der ganzen Länge nach gespaltenen Südgürtel doppelt, so wurden demnach schon um den 25. Mai herum 14 dunkle Bänder und 13 dazwischen liegende helle Zonen erkannt.

Innerhalb der Hauptgürtel liegen wie immer dunkle Knoten von bestimmter Eigenbewegung, deren Größe wechselt und im Laufe der nächsten Monate zu ermitteln ist. Die feine Komponente des Nordgürtels weist auch wieder die 1914 entdeckten „Eier“ auf, deren standhafte Natur jetzt zum zweiten Male untersucht



werden kann<sup>1)</sup>. Das graue Oval der Südhälfte Jupiters<sup>2)</sup>, der ehemals rote „Große Fleck“, ist von lauter interessanten Bildungen umgeben und soll, wie auch der „Schleier“<sup>3)</sup> in gleicher Zone, Gegenstand besonderer Aufmerksamkeit werden. Hochinteressant ist auch die auffallend gelbrote, rostrote, rostgelbe und gelbbraune Färbung der mittleren Bänder, die so stark und rein auftritt, daß sie auch dem Laienauge sofort auffällt. Leider ist gerade das Beste nicht immer darstellbar; aber dennoch wird die diesmal vorgeführte Karte wegen ihrer frühen Entstehungszeit und Reichhaltigkeit ein gutes Zeugnis abgeben für die Eignung des Schupmann-Medials zur Planetenforschung.

## Emil Rathenau †

Von Dr. H. Wirthwein

Mitten in der schwersten Zeit, die unser deutsches Vaterland jemals durchgemacht hat, durchheilte am 20. Juni die Welt die Kunde vom Tode Emil Rathenaus. Fast 77-jährig, hat er nach einem Leben, reich an Arbeit und Erfolgen, die Augen für immer geschlossen, ist er mitten aus dem Schaffen herausgerissen worden. Wie so manch anderem der Titanen der Arbeit ist es ihm vergönnt gewesen, in den Sielen zu sterben, konnte er, trotzdem ein langjähriges Leiden ihn quälte, bis in die letzten Tage vor seinem Tode sich der gewohnten und unentbehrlichen Arbeit widmen. Als vor einigen Jahren die vorgeschrittene Krankheit sein Leben bedrohte, als nur durch eine schwierige Operation ihm Hilfe werden konnte, da ließ ihn sein unbeugsamer Lebenswille, die eiserne Energie, die ihn von jeher beseelte, auch diese schwere Zeit überwinden, und bald nach der glücklichen Durchführung des chirurgischen Eingriffs stand er in alter Frische wieder an der Spitze seiner Gesellschaft, leitete er nach wie vor mit der gewohnten Tatkraft und Regsamkeit des Geistes all seine umfangreichen Geschäfte. Bis jetzt eine geringfügige Erkältung seinem Leben unerwartet ein Ziel setzte.

Was Rathenau für die Entwicklung der deutschen Industrie und besonders der Elektrotechnik war, geht aus dem Umfang und der weltumspannenden Bedeutung seiner Hauptschöpfung, der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft, hervor, die sowohl, was die Zahl der Angestellten wie auch das in ihr arbeitende Kapital betrifft, zu den umfassendsten und überragendsten Unternehmungen Deutschlands und der Welt gehört. Die AEG und ihre zahlreichen Tochtergesellschaften sind ein Faktor in unserem gesamten wirtschaftlichen Leben geworden, der nicht zu vernachlässigen ist. Gibt doch die AEG allein etwa 65—70 000 Menschen das tägliche Brot und repräsentiert mit den von ihr mehr oder weniger abhängigen Gesellschaften einen Kapitalwert von etwa 3—4 Milliarden. Die erstaunlich schnelle Entwicklung der deutschen Elektrizitätsindustrie ist Rathenaus Werk. In der kurzen Spanne von nur etwa 30 Jahren hat sein Genie einer in der Zeit der Gründung der AEG noch in den ersten An-

<sup>1)</sup> Sie haben sich bis Juli inzwischen völlig umgebildet und sind von weitgeschwungenen Girlanden umfaßte helle Stellen geworden.

<sup>2)</sup> Das Oval hat während der verfloßenen zwei Monate eine gleichmäßige Beschleunigung (Eigenbewegung) von 0<sup>o</sup>,16 im Tag gezeigt.

<sup>3)</sup> Der „Schleierkopf“ bewegte sich in der nämlichen Zeit täglich 0<sup>o</sup>,25 und das „Schleierende“ ebenso 0<sup>o</sup>,40 jovizentrisch der Rotation voraus.



fängen steckenden Technik einen Aufschwung gegeben, der beispiellos dasteht. Und nicht allein die ihm unterstehenden Werke und Gesellschaften wuchsen und blühten durch seine Arbeit, nein, seine Ideen wirkten auch auf zahlreichen andern Gebieten unseres Wirtschaftslebens in vieler Hinsicht befruchtend und fördernd.



**Emil Rathenau †**

Was Rathenau auf den hervorragenden Platz stellte, was ihn zu solch bedeutungsvoller Arbeit befähigte, war neben einer unermüdlischen Arbeitskraft die glückliche Vereinigung kaufmännischen Genies mit technischem Können und ein fast unfehlbarer Blick für Entwicklungsmöglichkeiten. In arbeitsreicher Lehr- und Studienzeit gründlich vorgebildet, mußte er, dank seinen großen, geistigen Fähigkeiten, durchdringen und die bedeutungsvolle Stellung schaffen, die er bis zu seinen letzten Lebenstagen so kraftvoll und machtvoll ausfüllte. Hat es ihm



im Laufe der Zeit auch an mancherlei Ehrungen, an Anerkennung und materiellem Erfolg nicht gefehlt, so blieb er doch stets in Wesen und Gewohnheiten einfach und fast bescheiden, fühlte er sich immer als Glied seiner industriellen Schöpfungen, denen er bis zum letzten Augenblick seine ganze Kraft notwendig widmen mußte, und deren stete Weiterentwicklung und Ausdehnung ihm der schönste Lohn war.

Als erster führte Rathenau den Grundsatz durch, die Absatzmöglichkeiten für die Erzeugnisse seiner Fabriken selbst und mit eigenen Mitteln zu schaffen, wo der Konsum von selbst nicht schnell genug wachsen wollte. Aus diesem Gedanken heraus, der von vielen, wenn auch teilweise nur mit geringem Erfolg, nachgeahmt wurde, brachte er durch Gründung von zahlreichen Unternehmungen seinen Werkstätten stets neue und immer wachsende Absatzgebiete, ohne sich jedoch dabei ins Uferlose zu verlieren. Mit scharfem Blick wußte er an der rechten Stelle und im rechten Augenblick zuzufassen, und der Erfolg blieb ihm nie versagt. Dabei verstand er jederzeit, für die immer größer werdende Ausdehnung seiner Arbeitsgebiete die rechten Männer an sich und seine Unternehmungen zu fesseln, versuchte im richtigen Erfassen der Notwendigkeiten nie dort die Arbeit allein zu bewältigen, wo die Kraft des Einzelnen nicht mehr ausreichte. Auf diese Weise zielbewußter Arbeitsteilung schuf er sich einen Stamm von tatkräftigen und bedeutenden Mitarbeitern, von denen jeder, an den seiner Wesensart entsprechenden Platz gestellt, nicht geringen Anteil an dem Wachsen und dem Erfolg seines Lebenswerkes hat. Nur so war es möglich, daß die A E G in ihrer vorbildlichen Organisation bis in die entferntesten Weltteile vordringen konnte, daß der Name dieser Gesellschaft auch im entlegensten Winkel der Welt bekannt wurde, daß ihre Produkte in sämtlichen Kontinenten Zeugnis ablegen von deutschem Fleiß und deutscher Tüchtigkeit.

Erst verhältnismäßig spät, im Alter von fast 45 Jahren, fand Emil Rathenau in der Elektrotechnik, die bis dahin trotz der bedeutungsvollen Tätigkeit Werner von Siemens kaum mehr bedeutete als einen Versuch, die Forschungen und Entdeckungen der Physik ins praktische Leben einzuführen, das Gebiet, auf dem ihm so Großartiges zu leisten beschieden sein sollte. Über die Vorgeschichte der Gründung der „Deutschen Edison-Gesellschaft“, der nachmaligen A E G, hat Rathenau bei der Feier seines 70. Geburtstages (11. Dezember 1908) selbst aus dem Schatze seiner Erinnerungen einiges erzählt, das auszugsweise hier folgen möge:

„Als in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts ich die erste Phase geschäftlicher Tätigkeit abgeschlossen hatte, erwog ich, ein Dreißiger damals, ob ich den mit Leib und Seele zugetanen Beruf wieder aufnehmen oder einer neuen Technik mich zuwenden sollte. An Anerbietungen fehlte es nicht, aber der Großmaschinenbau schien seine Bedeutung in Berlin eingebüßt zu haben, und die Geburtsstadt mochte ich ungern verlassen. — — —

Unter den herrschenden Verhältnissen war eine Wiederbelebung des einst hochgefeierten Berliner Maschinenbaus frühestens mit dem Ersatz der physischen Arbeit durch selbsttätig wirkende Maschinen oder bei vollkommener Ausnutzung der der Berliner Arbeiterschaft eigenen Geschicklichkeit und Intelligenz zu erwarten. Unter ähnlichen Bedingungen waren vollendete Arbeitsmethoden in den Vereinigten Staaten von Nordamerika entstanden, allerdings unter Befolgung des Prinzips, das Zahl und Wahl der Produkte durch Teilung der Arbeit beschränkte.



Leider steht in den heimischen Werken auch jetzt noch die Spezialisierung der Erzeugnisse hinter der amerikanischen zurück, trotzdem die Fabrikation aus ihr große Vorteile ziehen würde.

Dieses amerikanische System war in Berlin nicht unbekannt. Intelligente Fabrikanten hatten mehr oder weniger automatisch arbeitende Maschinen von Amerika eingeführt, konnten ihnen jedoch in ihren Betrieben genügende Geltung nicht verschaffen, weil entweder die Präzision der Leistung damals noch nicht hoch genug eingeschätzt, oder die Rückkehr zu altmodischen Werkzeugen durch die Gewohnheit allzusehr begünstigt wurde.

Im Gegensatz zu diesen Erfahrungen erblickte ich in den neuen Maschinen Werkzeuge der Zukunft; ich war überzeugt, daß ihre vortrefflichen Eigenschaften die Abneigung der Arbeiter allmählich überwinden und eine ihrer Bedeutung entsprechende Verwendung sichern würden.

Das Studium der amerikanischen Methoden hatte meine Kenntnisse der modernen Arbeitsverfahren vertieft und diente als Wegweiser für die von mir einzuschlagende Richtung.

Der arme Reuleaux ist über seine gutgemeinte, aber übel vermerkte Kritik der deutschen Aussteller in Philadelphia heftig angegriffen worden, und ich möchte demselben Fehler durch Vergleich der heimischen Produkte jener Zeit mit denen Amerikas nicht verfallen; aber die Schätze der Maschinenhalle bleiben mir unvergeßlich. Was ich im Geiste erschaute, gestaltete sich zur Wirklichkeit, und mit reicher Ausbeute kehrte zurück, wer der Heimat neue Arbeitsprozesse oder Industrien zu beschenken gedachte. Die Tatsachen haben erwiesen, daß auch der klingende Beigeschmack den Neuerungen nicht fehlte.“

Nachdem Rathenau nun kurz auf den Mißerfolg, den er mit der Anregung der Errichtung einer Telephonzentrale in Berlin bei dem Generalpostmeister Stephan hatte, eingegangen war, fuhr er fort:

„Auf der Rückreise aus dem Engadin traf ich in Bad Alvenue den verstorbenen Geheimrat von Siemens. Nach dem Mittagessen unterhielten wir uns über die Rückständigkeit Berlins in der elektrischen Beleuchtung im Vergleich zu Paris, das die Avenue de l'Opéra mit Jablochhoff-Kerzen jeden Abend glänzend erleuchtete. Ich bemerkte, daß die Leipziger Straße mit Hefner-Altenecks Differential-Lampen die französische Hauptstadt in den Schatten stellen würde. Die Anregung gefiel, und Dr. Siemens lud mich ein, in Berlin weiter darüber zu sprechen.

Bei meinem Besuche begleitete er mich zur Tür des mir wohlbekanntem Chefkonstruktors; ich hatte für die erste transportable Beleuchtungsanlage die Dampfmaschine konstruiert und hierdurch Veranlassung, den Versuchen auf dem Tegeler Schießplatze mit den damals noch primitiven Dynamos und Scheinwerfern beizuwohnen.

In der ihm eigenen Art fragte mich Hefner, ob mir der Alte gesagt hätte, wie er die Aufgabe zu lösen denke, oder ob ich es wisse, ihm sei das Problem schleierhaft.

Wie ein Blitz durchzuckte mich diese Erklärung, und kurz entschlossen begab ich mich nach Paris, wo Edison sein neues Beleuchtungssystem auf der Elektrizitäts-Ausstellung 1881 vorzuführen sich anschickte. Wie die Ausstellung und die Fernsprecher in Philadelphia, packten mich die Erfindungen des berühmten Einsiedlers von Menlo-Park, dessen unermessliche Verdienste um die elektrische Beleuchtung ebensowenig wie seine vorzüglichen Neuerungen im Gebiete



der Telegraphie, des Fernsprechwesens und der gesamten Elektroindustrie gerechte Würdigung gefunden haben. Die nach damaligen Begriffen riesige Stromerzeugungsmaschine — Jumbo genannt — stand hinter den heutigen Kolossen in Konstruktion und Leistung weit zurück, aber zum ersten Male waren Maschinen geschaffen, die durch ihren Aufbau diesen Namen beanspruchen durften. Im Mittelpunkt des neuen Systems stand das Meisterstück, die Kohlefadenlampe. Milliarden derselben sind seitdem hergestellt worden, ohne daß dem großen Meister für seine Erfindung der Tribut zuteil geworden ist.

Edisons Beleuchtungssystem war in den Einzelheiten so genial erdacht und sachkundig durchgearbeitet, daß man meinte, es sei in unzähligen Städten jahrzehntelang erprobt gewesen. Weder Fassungen, Umschalter, Schmelzsicherungen, Lampenträger, noch andere zur Installation gehörige Gegenstände fehlten, und die Stromerzeugung, die Regulierung, die Leitungen mit ihren Abzweigen, Hausanschlüssen, Elektrizitätsmessern usw. waren mit staunenswertem Verständnis und unvergleichlichem Genie durchgebildet.“

Rathenau, durchdrungen von der Bedeutung des neuen Systems, erwarb nun Edisons Patente und gründete eine Studiengesellschaft, die zunächst an einigen Musteranlagen den Wert der neuen Beleuchtungsart erweisen sollte.

„Musteranlagen errichtete die Studiengesellschaft im Unionklub und der benachbarten Ressource. Während des Banketts, das letztere in Anerkennung der gelungenen Beleuchtung veranstaltete, verdüsterte sich allmählig das Licht. In der gehobenen Feststimmung bemerkte niemand das Verschwinden des Ehrengastes, der im Gesellschaftsanzuge die persönliche Führung der Anlage bis zum Morgen übernahm. Ein Verlöschen des Lichtes an dieser prominenten Stelle wäre ein harter Schlag für das Schicksal der elektrischen Beleuchtung geworden.

Weitere Anlagen entstanden in Berlin, und zwar in der Büxenstein'schen Druckerei und im Böhmischem Brauhause; die elektrische Beleuchtung der Wilhelmstraße von den Linden bis zur Leipziger Straße übte eine schöne Wirkung, zumal bei dem Schneefall am Eröffnungstage, aus.“

Nachdem auch in München die Beleuchtung des gesamten Krystallpalasts und darnach des Kgl. Residenztheaters erfolgreich durchgeführt war, erfolgte die Gründung der „Deutschen Edison-Gesellschaft“, die nach wenigen Jahren in die AEG umgewandelt wurde. Aus den bescheidenen Anfängen heraus hat sich die Gesellschaft unter Rathenaus genialer Führung zu dem machtvollen Unternehmen entwickelt, als das wir sie heute vor uns sehen. Und neben ihr bestehen zahlreiche andre Schöpfungen, die alle den Stempel seiner Persönlichkeit tragen, die ebenfalls sämtlich in ihrem Entstehen und Werden mit seiner Arbeit unlösbar verknüpft sind. Haben sie auch nicht die Größe und die Bedeutung der AEG erlangt, so sind doch auch sie berufen, deutschem Geiste die Wege zu ebnen zu friedlicher und nicht aufzuhaltender Durchdringung des Erdballs.

Es ist Rathenau nicht mehr vergönnt, die weitere Entwicklung und Entfaltung seiner Schöpfungen nach der Beendigung des gewaltigen Völkerkriegens zu erleben, aber in seinem Geiste und in seinem Sinne wird auch in Zukunft sein Werk geleitet und fortgeführt werden. Auf dem Grundstein, den er gelegt, wird weitergebaut und stets wird seiner Person ein ehrendes Ge-



dächtnis bewahrt bleiben. Der Verlust, den die deutsche Industrie erleidet, ist groß, doch hat Rathenau uns selbst den Weg gezeigt, auf dem auch ohne seine persönliche Führung der Erfolg erreicht wird. Und immer wird man seiner mit Dankbarkeit gedenken und seiner Lebensarbeit, die so Großes für den Aufschwung Deutschlands vollbracht hat.

## Die vier Entwicklungsstadien des Vulkanismus und die Frage seiner internationalen Erforschung

Von Prof. W. Branca

(Fortsetzung)

Später, wenn das Gestirn schon stärker abgekühlt, an seiner Oberfläche feuerflüssig geworden ist, während es im Innern unter dem hohen Drucke noch gasförmig bleibt, werden neben den glühenden Gasen seines Innern auch noch geschmolzene Massen seiner feuerflüssigen Hülle emporgeschleudert; letztere natürlich entsprechend ihrem so viel höheren Gewichte, viel weniger hoch. Das ist das zweite, auch noch recht primitive Entwicklungsstadium des Vulkanismus.

Solange der Vulkanismus sich auf einem dieser beiden sehr heißen Entwicklungszustände der Gestirne, dem gasigen oder dem feuerflüssigen, vollzieht, verschwindet nach dem Ausbruch notwendig fast augenblicklich wieder jede Spur der Ausbruchsstelle; denn in der gasigen oder feuerflüssigen Masse fließt jede Krateröffnung wieder zu, und jeder aufgeworfene Berg fließt wieder auseinander. Von diesen beiden ersten Jugendstadien des Vulkanismus verrät uns also später das Antlitz des gereiften Gestirns nichts mehr. Ganz Entsprechendes gilt auch von den Beben; denn Beben können sich in diesen beiden ersten Stadien, wenigstens wirkungsvoll, noch nicht einstellen. Zwar pflanzt sich natürlich auch in dem gasigen und in dem feuerflüssigen Gestirne jede Erregung durch Explosionen fort; und das ist gleichfalls schon ein primitives Beben. Aber irgendwelche Spuren kann es nicht hinterlassen, erst bei dem Vorhandensein einer Gestirnsrinde ist das der Fall; auch werden erst dann natürlich die tektonischen Beben möglich, die unabhängig von dem Vulkanismus sind.

Erst dann, wenn sich in dem nun folgenden, schon stärker abgekühlten Entwicklungszustande des Gestirnes eine Rinde gebildet hat, wie heute bei der Erde und dem Monde, erst dann bleiben die Ausbruchsstellen, die Krater, längere Zeit erhalten, und erst dann können eigentliche Beben auftreten. Je nach der Dicke der Rinde ergeben sich jedoch auch hier noch mehrfache Unterschiede in dem Entwicklungsgrade des Vulkanismus und der Krater in ihrer Gestalt, ihrer Anzahl und Verbreitung.

Solange nämlich die Rinde nur sehr dünn ist, heben die vom Schmelzfluß in ungeheuren Mengen absorbierten und nun in seinen oberen Lagen sich ausdehnenden, frei werdenden Gase die dünne Rinde in Form von großen und kleinen Blasen in die Höhe. Diese käseglockenartigen Erhöhungen der Gestirnsrinde können bestehen bleiben; meist aber sinkt die Blase in der Mitte wieder ein, so daß nun ihr ringsum stehenbleibender Rand einen Ringwall bildet, der sich nach außen über die Gestirns Oberfläche erhebt und nach innen eine vertiefte Innenebene umgibt. Bei diesem Vorgang werden die Gase aber auch einerseits explodieren können, so daß die blasenförmige Erhebung der Gestirnsrinde in ihrer Mitte zerschmettert und in die Luft geblasen wird; andererseits werden sie durch



ihre hohe Temperatur die Gestirnsrinde hier wieder an- oder ganz einschmelzen können.

In diesem dritten Entwicklungsstadium des Vulkanismus entstehen also überaus zahlreiche, mehr oder weniger dicht gedrängte und über die ganze Gestirns-Oberfläche verbreitete große und kleine Ringwälle, wie sie der Mond besitzt, die seiner Oberfläche das pockennarbige Aussehen verleihen. Hier besteht das Kennzeichnende des Vulkans also der Regel nach nicht, wie meist bei der heutigen Erde, in einem großen Berge, der an der Spitze einen kleinen Krater hat, sondern umgekehrt aus einem berglosen Gebilde, nur einem oft sehr großen Krater, der von einem Ringwalle umgeben ist.

Wird dann die Kruste immer dicker, so ist das vierte, höchstentwickelte Stadium des Vulkanismus erreicht. Die Rinde wird von dem Schmelzflusse nur noch in langen Röhren und auch das nur noch an ihren dünnsten und schwächsten Stellen durchbrochen. In diesen Röhren muß der schwere Schmelzfluß nun gewaltig hoch aufsteigen, um bis zur Tagesfläche zu gelangen. Dort speit dann das Gestirn seinen feuerflüssigen Inhalt hoch gen Himmel und türmt ihn über jenen Röhren zu hohen Bergen auf, an deren Spitze typisch nun die Röhrenmündung, der kleine Krater, liegt. In diesem Stadium befindet sich jetzt der Vulkanismus unserer Erde.

Schon in dem dritten, aber ganz besonders erst in diesem vierten Entwicklungsstadium tritt ein ganz neues noch hinzu:

Der Vulkanismus differenziert sich nun im höchsten Maße, betätigt sich nun in dreifacher Weise. Einmal an der Oberfläche des Gestirns, wo er sich aber auch schon in verschiedenartigster Weise differenziert. Zweitens im Innern der Erdrinde, indem der Schmelzfluß Einspritzungen in die Rinde macht und von diesen Stellen aus sie anschmilzt, einschmilzt, umwandelt, metamorphosiert. Drittens endlich, indem er die vulkanischen und kryptovulkanischen Beben bewirkt.

Wenn schließlich das Greisenalter des Gestirns herangekommen, das Gestirn noch mehr erkaltet und entgast und seine Rinde zu dick geworden ist, dann erstirbt der Vulkanismus schließlich ganz.

Diese vier verschiedenen Entwicklungszustände des Vulkanismus muß notwendig ein jedes Gestirn in seiner Entwicklung nacheinander erleben.

Unsere Erde also in ihrer ersten, glühend gasförmigen Jugend hatte ganz ebenso nur gasigen Vulkanismus, wie heute noch die Sonne. In reiferer Jugend, mit ganz dünner Kruste, erhielt sie dann ein von zahlreichen ringwallförmigen Kratern pockennarbiges Antlitz, ähnlich so wie der Mond es heute zeigt. Wie gänzlich anders aber unserer Erde Antlitz damals war, als heute, das lehrt die folgende Betrachtung: Die heutige Erde hat nur etwa 415 tätige<sup>1)</sup> Vulkane und vielleicht einige tausend erloschene Krater. Der Mond dagegen hat allein auf der uns zugewandten Seite gegen 33 000, auf beiden Seiten also wohl an 66 000 Krater. Doch das sagt lange noch nicht alles; denn da die Mondesoberfläche etwa 13 mal geringer ist als die der Erde, so würde ein Mond von gleicher Größe wie die Erde nicht weniger als 860 000 Krater haben!

Oder umgekehrt, das Antlitz unserer Erde mag damals von einer solchen ungeheuerlichen Zahl von Kratern bedeckt gewesen sein. Doch immerhin mit dem Unterschiede, daß ihre Zahl

<sup>1)</sup> Seit 1800 tätig gewesen, nach Mercalli.



und besonders ihre Durchmesser nicht ganz so groß waren; denn auf der Erde ist ja das Gewicht der Gesteine, also auch des Schmelzflusses, 6 mal größer als auf dem Monde, die Gase mußten also auf der Erde 6 mal größere Arbeit leisten, als auf dem Monde. Aus solcher Vergleichung mit dem Monde erkennt man, wie ungeheuer einst, in seinem dritten Entwicklungsstadium, der Vulkanismus auf der Erde gewütet und ihr seine Narben aufgedrückt hatte, und in wie hohem Maße jetzt die Erde schon von ihren vulkanischen Krampfanfällen gesundet ist.

Befremden mag, daß diese alte Blasentheorie der Entstehung der Mondkrater hier wieder geltend gemacht wird. Sie schien begraben, gleicherweise wie auch die Versuche, die Entstehung der Mondkrater durch auf den Mond gestürzte Meteoritenschwärme oder durch gewaltige Explosionen zu erklären. E. Süss' Aufschmelzungslehre schien uns des Rätsels Lösung zu bringen, nach der alle größeren Mondkrater bzw. Ringwälle und die Maria lediglich Einschmelzungsbecken seien, ausgefressen aus der Mondrinde durch die aus der Tiefe an zahlreichen Stellen aufgestiegenen heißen Gase. Demgegenüber hielten aber Löwy und P u i s e u x die alte Blasentheorie doch wieder in Ehren; und Bergeron übertrug sie auch auf die Erde für deren erste Jugendzeit.

Mir scheint das Folgende dafür zu sprechen:

Es wäre eine falsche Vorstellung, daß die Beschaffenheit des feurigen Schmelzflusses, den ein jugendliches Gestirn bei seinen vulkanischen Ausbrüchen ausspeit, dieselbe sei wie die eines älteren Gestirns. Der Schmelzfluß muß vielmehr bei einem jungen Gestirne unvergleichlich viel gasreicher sein, und aus den Tiefen des jungen Gestirns müssen außerdem noch unablässig ungeheure Mengen von Gasen in diesen Schmelzfluß und durch ihn hindurch aufsteigen. Wenn es doch zweifellos richtig ist, daß die Erde — und ebenso natürlich doch alle Gestirne — in einem Entgasungsprozeß seit vielen, vielen Jahrillionen begriffen sind, dann folgt, daß alle diese ungeheuren, in dem langen Zeitraume entwichenen Gasmassen vor diesen Jahrillionen noch in dem Gestirne bzw. in dessen Schmelzfluß vorhanden gewesen sein müssen.

Den Eruptionen eines jugendlichen Gestirns mit erst dünner Rinde stehen mithin unvergleichlich viel größere Gasmassen zur Verfügung, als denen eines alten Gestirns, so daß die Blasenbildung hier begreiflich ist, die auf der heutigen Erde und bei deren verhältnismäßiger Gasarmut des Schmelzflusses ganz unbegreiflich scheinen müssen.

Doch wird diese Entstehung der Krater infolge von Blasenbildung um so leichter, vollkommener und zahlreicher vor sich gehen, je kleiner die Schwere auf einem Gestirne ist, und umgekehrt. Aus diesem Grunde bin ich nicht der Ansicht Bergerons<sup>1)</sup>, daß sich die Erde in bezug auf Reichtum und Größe der Krater einst verhältnismäßig ganz ebenso wie ihr Mond verhalten haben wird. Aber ich stimme ihm im Prinzip durchaus bei, daß die Oberfläche der Erde einst ähnlich aussah wie die ihres Mondes noch jetzt, daß also ganz vorwiegend die Expansivkraft der Gase und nur nebenbei ihre einschmelzende Kraft bei der Bildung der Erstlingskrater eine Rolle gespielt haben wird.

<sup>1)</sup> Vgl. P u i s e u x, La Terre et la Lune. Paris, Gautier Villars 1908. Ferner Bergeron, Société géologique de France, Compt. rend. 1913, S. 100, und Bulletin 1913, 4. Ser., XIII, S. 323.



Der Mond steckt voller Widersprüche. Nach Laplace'scher Auffassung ist er das Kind der Erde, ist Stein von ihrem Stein — und dennoch ist der Mond bereits ein Greis, sein Vulkanismus ganz oder fast ganz schon erloschen; wogegen seine Mutter, Erde, doch noch in ihren besten Jahren ist. Das Kind gealtert vor der Mutter; das kommt daher:

Gestirne altern bekanntlich nicht wie Menschen, nach der Anzahl ihrer Jahre, sie altern nach ihrer Masse, jedoch im umgekehrten Verhältnis zu dieser; je größer die Masse des Gestirns, desto länger hält es sich — gleiche Anfangstemperatur vorausgesetzt — heiß, d. h. hier jung; je kleiner seine Masse, desto schneller kühlt es sich ab, wird somit alt. Da nun des Mondes Masse 81 mal geringer ist als die der Erde, so mußte er darum so schnell zum Greise werden.

Doch nun der zweite Widerspruch: der Greis trägt immer noch sein Jugend-angesicht, wogegen die Erde, die noch in ihren besten Jahren ist, ihr Jugend-angesicht<sup>1)</sup> schon längst verloren hat. Das kommt daher:

Da unser Mond kein Wasser, keine Luft besitzt, die hier zerstörend und abtragend auf die Oberfläche wirken konnten, so blieben die Krater seiner Jugendzeit bis auf den heutigen Tag noch gut erhalten; wogegen auf der Erde die zahlreichen ringwallförmigen Jugendkrater längst durch Luft und Wasser wieder ganz zerstört und abgewaschen und durch andere jüngere Vulkanbildungen, Vulkanberge, ersetzt sind.

Wenn dem so ist — und das ist nun der dritte Widerspruch — dann muß man freilich fragen, warum sich denn nicht auch auf dem Monde, bevor er abstarb, dieses reifere Vulkanstadium der Vulkanberge überall gebildet hat. Die Zeit dazu stand ihm ja zur Verfügung.<sup>2)</sup>

Warum das nicht geschah, ist schwer zu sagen, doch sind zwei Gründe denkbar: einmal darum, weil die Kleinheit der Masse des Mondes eine so schnelle Erstarrung bedingte, daß sich dieses jüngere Vulkanstadium der Vulkanberge nur untergeordnet bilden konnte. Zweitens auch noch darum, weil das Fehlen einer Hülle von Wasser und Luft, also von Wasserdampf in letzterer, eine noch viel schnellere Abkühlung ermöglichte.

So zeigen also heute Sonne, Mond und Erde drei verschiedene Entwicklungsstadien des Vulkanismus; die beiden ersteren zeigen das erste und das dritte Stadium, das zweite ist hier nicht vertreten; und unsere Erde hat bereits die ersten drei durchlaufen und ist im vierten.

In allen Stadien aber und auf allen Gestirnen ist, wie schon gesagt, ein Beben oder ein Vulkanausbruch der Ausnahmezustand, vergleichbar einer vorübergehenden Erkrankung des Gestirns, die wie ein Krampfanfall hereinbricht und vorüberzieht, hier plötzlich, dort ablassend und allmählich. Das Krankheitsbild aber, besonders das des hochentwickelten Vulkanismus, ist der Gipfel dessen, was man großartig und gewaltig nennen muß; und da, wo Lebewesen das Gestirn bewohnen, da werden der Vulkanausbruch und das Beben auch zugleich der Gipfelpunkt des Schrecklichen. Ein Seufzen und ein Stöhnen geht durch alle Lebewelt, wenn Mutter Erde von ihnen befallen wird; denn dann wird sie zur Massenmörderin der Erdenkinder. In Hekatomben, und mit einer Meisterschaft, der nichts auf Erden gleicht, vernichtet sie die Lebewesen durch die verschieden-

<sup>1)</sup> Bergeron, a. a. O., glaubt noch einige dieser Jugendbildungen auf der Erde erkennen zu können.

<sup>2)</sup> Gänzlich fehlen solche Vulkanberge auf dem Monde ja nicht.



sten Todesarten, zerstört das, was die Menschen auf der Erde schufen, verwüstet aber auch zugleich das eigene Erdenangesicht.

In kurzen Bildern soll zunächst das Beben an uns vorüberziehen, um so den Unterschied zu zeigen, der die Erscheinungsweise beider voneinander trennt.

Caracas 1812 in Südamerika: in voller Ruhe liegt die Erde. Plötzlich wird sie befallen von dem Beben: ein Stoß, und alle Glocken der türmereichen Stadt beginnen anzuschlagen, das Grabgeläute, das Allmutter Erde ihren Kindern gibt. Nun gleich darauf ein zweiter heftiger, dann ein dritter Stoß — und damit liegt in einer halben Minute die ganze Stadt in Trümmern; 10 000 Menschen atmen plötzlich nun nicht mehr, die eben noch voll Lebensglück geatmet hatten, oder quälen lebendig begraben unter Bergen von Schutt und Balken, die keines Menschen Kraft so schnell beseitigen kann, verzweifelnd langsam sich dem Tode entgegen.

Nun Lissabon im Jahre 1755: 2. November, Allerseelentag, des Morgens um  $\frac{1}{2}$ 10 Uhr, die Kirchen voll von Menschen, die ihrer heimgegangenen Lieben denken. Ein strahlend blauer Himmel. Plötzlich brüllt die Erde in der Tiefe auf, und gleich darauf folgt ein Zucken ihrer Rinde, so stark, daß viele Bauten gleich zusammenbrechen. Aus 300 000 Menschenmündern schallt zum Himmel auf ein wilder Schrei des Grauens und der Frage: Ist das der Anfang nur zu Schlimmerem, oder ist es schon beendet? Die Erde aber liegt inzwischen wiederum so schön, so harmlos und so ruhig da, als sei gar nichts geschehen. Da plötzlich, nach zwei Minuten, abermals ein heftiger Stoß. Nun wieder drei Minuten voll Ruhe. Jetzt ein dritter Stoß — und damit liegen binnen fünf Minuten von der Stadt, die damals 300 000 Seelen zählte, zwei Drittel im Staub, sind 30 000, nach anderen Berichten 60 000, Menschenleben ausgelöscht.

Im Jahre 1783 in Calabrien, da waren es sicher 60 000; und 1703 in Japan wohl an 100 000 Tote.

So hohe Zahl der Opfer erklärt sich, weil das Beben die Erde stets so plötzlich heimsucht, daß ein Entfliehen hier unmöglich ist; wogegen ein Vulkanausbruch sich langsam zu entwickeln pflegt, so daß die meisten Menschen fliehen können, und darum sterben hierbei meist nur einige Hundert, höchstens einige Tausend. Nur ganz vereinzelt stehen große Zahlen: so bei dem Ausbruch des Mont Pelé an 29 000 und des Rakáta an 30 000 Tote, weil es hier ausnahmsweise kein Entfliehen gab.

Das Beben also steht, was Massenmord an Lebewesen anbetrifft, sehr viel gewaltiger da als ein Vulkanausbruch. Doch was Großartigkeit und Schönheit der Naturerscheinung anbetrifft, so ist das Beben darin völlig minderwertig, reizlos, nüchtern. Nur kurze Stöße, meistens nur sekundenlang, kurzes unterirdisches Gebrüll — damit ist auch der Anfall schon beendet, die Erde wieder ruhig, wie vorher, und nur der Staub der eingestürzten Städte schwebt noch eine kurze Weile über dieser Unheilstätte.

Wie völlig anders, wenn die Erde, vom Vulkanausbruch befallen, mit Donnern, Krachen, Zischen ihre glühenden Eingeweide hoch zum Himmel ausspeit und tage-, wochenlang so anhält. Dann wird sie überirdisch, unbeschreiblich schön und groß und grausam; denn unserer heutigen Erde Vulkanismus ist ja, wie früher schon gesagt, in allen Farben schillernd, hochentwickelt. Und jede dieser Farben bringt den Erdenkindern wieder andere Todesart. In kurzen Bildern soll auch das vorüberziehen:



Der 24. August des Jahres 79 nach Christus, des Mittags um 2 Uhr. Die heiße Sonne brennt auf Herculanium und Pompeji nieder. Da öffnet oben sich der scheinbar längst erloschene Vesuv, von dem kein Mensch mehr ahnt, daß er jemals ein Feuerberg gewesen und daß noch heute Leben in ihm sei. Hoch ist die Lava aufgestiegen in dem Schlunde, doch kommt es kaum zu ihrem Ausfluß, denn in ungeheuerlichen Mengen und unaufhörlich entfahren Gase aus dem Leib der Erde; sie wirbeln stürmisch aufwärts durch den Schmelzfluß, der die Ausbruchsröhre wild aufbrodelnd füllt, um, oben angelangt, zu explodieren und alles zu zerschmettern.

Der Feuerberg zerbläst sich selbst, zerschmettert in unablässigen Explosionen Tag und Nacht sein eigenes Gestein, zerschmettert die feuerflüssige Lava, die in ihm brodelnd kocht, zu Staub und Asche und bläst das alles auf zum Himmel, aus dem es langsam wieder niedersinkt. Bald starrt die ganze Luft von dunkler Asche, so daß der helle Tag in dunkle Nacht sich wandelt. Und ohne Aufhören sinkt dies rabenschwarze Aschentreiben langsam nieder und häuft sich an. Es deckt die Menschen, die die rechte Zeit nicht finden, noch in die dunkle Schreckensnacht hinauszufließen und erstickt sie langsam; es deckt die Städte, deckt weit und breit die Lande, bis alles, das hier war, verschwunden ist — und erst nach 1800 jährigem Schläfe aus dem Staube wieder aufersteht.

Ganz anders derselbe Berg Vesuv im Jahre 1631, kurz vor Weihnacht, 16. Dezember. Gewaltiger Ausbruch, dessen ausgeblasene Asche im Winde bis hin nach Konstantinopel treibt. Doch diesmal ist der Aschenauswurf Nebensache, denn aus dem Berge stürzt in mächtigen Strömen geschmolzener Gesteinsbrei, der an des Berges Flanken niederrast; und was er auch berührt, die Wälder, Früchte, Häuser, Menschen (einige Tausend) verbrennen in den Feuerströmen. Doch schnell erstarrt der Schmelzfluß über seinen Opfern zu kaltem Stein, aus dem nur hier und da mit halbem Leibe noch ein Toter schaut; wie Bäume aus der Erde wachsen und wie diese der Axt verfallen, so werden Tote hier mit Axt und Meißel abgehauen.

Nun wiederum völlig anders 1877 in den Anden am 26. Juni. Dort ragt der König der Vulkane, der fast 6000 m hohe Kotopaxi, weißhäuptig in den ewigen Schnee hinauf. Mit unerhörter Wut beginnt der Berg zu brüllen und zu speien, so daß man seine Stimme bis in alle Winkel der Republik Ecuador vernimmt. Die warme Asche, die er ausstößt, senkt sich auf den weißen Schnee; und stürmisch schmilzt der unter dieser Decke, verwandelt sich plötzlich in ungeheure Wassermassen. Von allen Flanken des Vulkans rasen sie hernieder und fegen, reißen alle Erde, Asche und Lapilli und Blöcke mit sich. In kurzem sind das mächtige Ströme dicken, kalten Breies; und alles, was am Fuße des Vulkans in wilder Flucht vor ihnen flieht, die wilden Tiere, Menschen, Herden, Wagen, wird eingeholt, verschwindet in dem dicken Brei von Erde, der über Äckern, Wäldern und Gehöften sich hoch auftürmt und eine neue Landesoberfläche schafft — ein unabsehbar großes Grab verschwundenen Lebens, Glückes und Besitzes.<sup>1)</sup>

Zum vierten Male wieder gänzlich anders im Jahre 1883 in der Sundastraße. Schon seit dem Mai ist dort auf einer Insel der Vulkan Rakáta tätig. Da plötzlich, am 26. August des Morgens, explodiert der Berg, sein Gipfel fliegt in die Luft. Im nächsten Augenblick aber stürzt der ganze Berg in sich zusammen und ver-

<sup>1)</sup> Ein einziger dieser Schlammtuffströme hat nach dem Berichte des Pater Wolff einen Schaden von 20 Millionen Mark angerichtet.



schwindet in die Tiefe; und mit ihm stürzt die halbe Insel. Nicht weniger als 23 Quadratkilometer Landes stürzen in das Meer und offenbar hinab in einen Riesenschlund, der ungeahnt dort auf dem Boden sich gebildet hat. Da, wo vorher die Insel im Rakáta bis über 800 m hoch aufragte, da ist das Meer jetzt an 300 m tief.

Das, was von Lebewesen auf der Insel war, sinkt mit hinab. Doch das ist nichts: indem die Insel in die Tiefe sinkt, stürzt auch das Meer ihr nach von allen Seiten in den Riesenschlund. Dann staut es sich und brandet hoch an dieser Stelle auf; und wütend aufgepeitscht stürmt es in mächtigen sich konzentrisch ausbreitenden Wogen immer weiter über das Meer. Und wo die Riesenwoge nun auf Inseln stößt mit flachem Strande, da bricht sie unerwartet, plötzlich über sie herein, jagt weit landeinwärts, und im Rückzug reißt sie an 30 000 Menschen in das Meer hinaus. So ruft der Vulkanismus selbst das Wasser noch zu Hilfe.

Zum fünften Male abermals ein Anderes im Jahre 1902 am 8. Mai auf Martinique, der Pont Pelé. Normal schießt anfangs helle graue, mäßig warme Asche senkrecht in die Luft und senkt sich leise nieder auf die Erde. Die vielen schwarzen Negerköpfe der in die Stadt St. Pierre sich flüchtenden Landbevölkerung erscheinen bald wie weiß gepudert; und bald erstirbt auch in der weichen Asche, die den Boden deckt, das Geräusch der menschlichen Fußstritte, das Klappen der Pferdehufe.

(Fortsetzung folgt)

## Kleine Mitteilungen

**Neuere Versuche über die Messung von Radiumpräparaten.** Wie an früherer Stelle (Weltall 13. Jahrg. S. 340) gezeigt ist, wird der Gehalt von radioaktiven Präparaten an Radium oder Mesothorium dadurch gemessen, daß man seinen Gehalt mit dem Gehalt eines bekannten Präparates vergleicht. Im allgemeinen verwendet man dazu die stark durchdringende  $\gamma$ -Strahlung der Radiostoffe derart, daß man die Eigenschaft dieser Strahlen, die Luft elektrisch leitend zu machen, benutzt (vergl. Weltall 14 S. 145). Ein Elektrometer wird elektrisch geladen, und man beobachtet die Geschwindigkeit, mit der es diese Ladung verliert, das gleiche führt man an demselben Elektrometer mit einem Präparat bekannten Radiumgehaltes aus, und durch Vergleichung dieser beiden Entladegeschwindigkeiten kann man den Gehalt des zu untersuchenden Präparates messen. Man muß dabei den rein praktischen Fall berücksichtigen, daß der Gehalt an Radiostoffen den Preis solcher Präparate bedingt, der in keinem Fall ganz niedrig ist, und daß der Besitz eines Normalpräparates erforderlich ist, dessen Kosten ebenfalls nicht unbedeutend sein werden. Es ist also dringend erwünscht, daß man die Messung möglichst genau ausführt, und nach Möglichkeit ohne ein Normalpräparat auskommt. Dies kann z. B. so geschehen, daß das benutzte Elektrometer, falls es seine Konstruktion gestattet, einmal mittels eines Normalpräparates geeicht wird und dann ohne weiteres auf Grund der Ergebnisse der Eichung dauernd weiter benutzt werden kann.

Nach Mitteilungen von V. F. Heß benutzt man zu solchen Messungen am besten ein Elektrometer Wulf'scher Konstruktion. Bei ihm sind zwei feine Quarzfäden durch einen metallischen Überzug elektrisch leitend gemacht und dicht nebeneinander ausgespannt, so daß sie in ungeladenem Zustand ganz nahe aneinander liegen. Zur Messung werden sie elektrisch geladen, und dann werden die beiden Quarzfäden versuchen, sich infolge der elektrischen Abstoßung von einander zu entfernen. Da sie an den Enden zusammenhängen, kann dieses nur in ihrer Mitte geschehen, wo sie sich auseinanderspreizen werden. Die Größe dieses Auseinandergehens in der Mitte hängt, abgesehen von der ihnen zugeführten elektrischen Spannung, noch von der mechanischen Spannung ab, der sie unterworfen werden, und die geeignet reguliert werden kann. Die Spreizung der Fäden, bzw. ihr langsames Wiederezusammenfallen beim Einwirken eines Radiostoffes wird mittels Mikroskops und Okularmikrometer gemessen. Das Ganze ist in ein massives Metallgehäuse eingeschlossen, was zur Folge hat, daß wirklich nur die durchdringenden  $\gamma$ -Strahlen auf die Fäden einwirken können, während alle andern absorbiert werden.



Bei diesem Instrument, das von der Firma Günther und Tegetmeier in Braunschweig konstruiert wird, und das von Heß, der die verbesserte Konstruktion angegeben hat, genau untersucht wurde, ist es nun möglich, die Genauigkeit solcher Messungen des Gehaltes an radioaktiver Substanz sicher durchzuführen. Es stellt sich dabei heraus, daß Messungen der Art, daß zwei Präparate unmittelbar zur Vergleichung kommen, mit einer Genauigkeit von etwa 0,2 % ausgeführt werden konnten. Der Apparat ist also auch ausreichend, um sekundäre Präparate an die Standard-Normale anzuschließen. Weiter kann man aber auch diesen Apparat einmal mit einem solchen Präparat eichen und dabei feststellen, wie die Ausschläge bei verschiedenen Entfernungen des Normalpräparates vom Elektrometer im Laufe der Zeit zurückgehen. Ist dieses einmal geschehen, so bedarf man keines Standard-Präparates mehr, und der Apparat kann ohne weiteres zu Untersuchungen anderer Präparate benutzt werden, wobei diese auf etwa 0,5 % bestimmbar sind. Endlich kann man noch weiter gehen. Man kann die gesamten elektrischen Eigenschaften des Apparates nach anderen einfachen Methoden bestimmen bzw. berechnen und hat damit die Möglichkeit, auch ohne jede Eichung ein solches Elektrometer anzuwenden. Man muß sich dann allerdings auf Fehler der Angaben bis zu 2 % gefaßt machen; wengleich dieser Fehler recht groß erscheinen könnte, so ist er doch für viele radioaktiven Messungen noch erträglich. Man hat demnach in dem Wulf'schen Elektrometer der Heß'schen Konstruktion ein sehr brauchbares Instrument, das alle Messungen sehr genau durchführen läßt und einfach zu handhaben ist.

Im Zusammenhang mit seinen Untersuchungen hat Heß noch einige sehr bemerkenswerte Ergebnisse gefunden. Er stellte zufällig das Elektrometer nahe an einer Zimmerwand auf und verschob das Präparat senkrecht zu dieser Wand, um zu prüfen, ob das quadratische Entfernungsgesetz für die Wirkung des Präparates auf das Elektrometer auch tatsächlich in aller Genauigkeit besteht. Dabei stellte sich nun heraus, daß das anscheinend nicht der Fall war, und als Ursache ergab sich, daß die Strahlung des Präparates, die auf die Zimmerwände fiel, dort eine Sekundärstrahlung veranlaßte, die zu den Fehlern Veranlassung gab. Ganz besonders merklich waren die Unterschiede, wenn sich das Präparat einmal nahe an der Zimmerwand befand, und wenn dann die gleichen Versuche auf einem ebenen Dache ausgeführt wurden. Verschiebt man Präparat und Elektrometer in konstanter Entfernung voneinander von der Mitte des Zimmers nach einer Wand zu, so scheint das Präparat infolge Zunahme der Sekundärstrahlung immer stärker zu werden. In einem großen Zimmer (8,5 × 5,8 m) und einer Entfernung des Präparates von dem Elektrometer von 1 m war, bei nur 2 cm Abstand des Präparates von der kürzeren Wand, es scheinbar um 17 % stärker als in der Mitte des Zimmers. Wurde Präparat und Elektrometer in 1 m Abstand parallel zur Wand aufgestellt und dann ihr gemeinsam genähert, so war es bei 25 cm Entfernung von der Wand gegenüber der Messung in der Zimmermitte scheinbar um 9,6 % stärker.

Eine solche Verfälschung der Messungen durch die Zimmerwände erfolgt auch durch die Materialien in der nächsten Umgebung, so z. B. wenn man Präparat und Elektrometer auf zwei kleine Holztischchen der üblichen Art aufstellt und dazwischen, parallel zu den Tischoberflächen, Glas- oder Metallplatten brachte, alles vermochte die Messung um mehrere Prozent zu verfälschen. So z. B., wenn man beide auf einem gemeinsamen Tisch von 2 × 1 m Fläche aufstellte, war das Präparat scheinbar um 7 % stärker, als wenn man beide auf einzelnen kleinen Holztischchen aufstellte in der üblichen Höhe über dem Fußboden.

Es sind das Umstände, die bei der Eichung des Apparates genau beachtet werden müssen; da sonst die von der Umgebung herrührenden Bedingungen bei Eichung und Benutzung zu Prüfungen nicht die gleichen sind, können merkliche Fehler entstehen, ohne daß sie sich sofort aufklären lassen. Das ist insbesondere auch deswegen wichtig, weil bei Eichung des Elektrometers in der Mitte des Zimmers dann stets Überschätzungen des Präparates vorkommen.

Die weitere Untersuchung führte dann zu dem Ergebnis, daß die Einflüsse des Materials der Wände praktisch gleich sind, daß also z. B. in einem Ziegelbau die Verhältnisse nicht anders liegen als in einem Eisenbetonbau; vorausgesetzt ist dabei allerdings, daß Präparat und Elektrometer stets in mindestens 2 m Entfernung von den Wänden stehen. Wird diese praktisch erprobte Regel bei Eichung und Anwendung sorgfältig befolgt und werden Präparat und Elektrometer auf einzelnen Tischchen aufgestellt, so können bei der Anwendung solche von der Umgebung herrührende Fehler keinen praktisch merklichen Einfluß mehr haben. Block

Wir bringen nachträglich zur Kenntnis unserer Leser, daß der Artikel „Wissenschaft und Technik bei den Hellenen“ in Heft 11/12 des „Weltall“ von uns aus der „Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht“ 1915 Heft 1 übernommen worden ist.

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. Wie kann das Interesse für Astronomie in Schule und Volk gefördert werden? Von Prof. P. Kiesling, Bromberg . . . . . 185 2. Die vier Entwicklungsstadien des Vulkanismus und die Frage seiner internationalen Erforschung. Von Prof. W. Branca (Schluß) . . . . . 192 3. Kleine Mitteilungen: Vulkanasche und Klimaschwankungen — Die Wirkung absteigender Luftströme auf die Wetterlage — Zusammenhang der Ernteerträge mit den Witterungsverhältnissen. — Die Wirkung des Klimas in tropischen und polaren Gegenden — Der Unterschied in der Reichweite einer Funkenstation bei Tag und bei Nacht. — Das Wesen des Donners und Blitzes . . . . . 197	ströme auf die Wetterlage — Zusammenhang der Ernteerträge mit den Witterungsverhältnissen. — Die Wirkung des Klimas in tropischen und polaren Gegenden — Der Unterschied in der Reichweite einer Funkenstation bei Tag und bei Nacht. — Das Wesen des Donners und Blitzes . . . . . 197
---	---

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

## Wie kann das Interesse für Astronomie in Schule und Volk gefördert werden?

Von Prof. P. Kiesling, Bromberg.

Der Idealismus der Denker und Dichter ist gegenwärtig zum Teil einer Gedankenrichtung gewichen, die den realen Forderungen des Lebens mehr Rechnung trägt als früher. Wir sehen dies an der Hilfe, welche die Naturwissenschaften den Bedürfnissen der Industrie sowie dem Verkehr und Komfort des modernen Lebens leistet, und wir sehen es auch an den Reformen der höheren Schulen, deren Leistungen sich immer mehr den praktischen Forderungen des künftigen Berufes ihrer Zöglinge anbequemen müssen. Immer mehr wird z. B. neuerdings bei der Aufstellung der Lehrziele des mathematischen Unterrichtes betont, daß die Mathematik nicht nur um ihrer selbst willen und wegen ihres formalen Bildungswertes, sondern wegen ihrer Anwendbarkeit auf naturwissenschaftliche, praktische und technische Probleme gelehrt werden müsse. Was nun die Anwendung der Mathematik auf die Naturwissenschaften anbelangt, so sind die einzigen Gebiete, welche hierbei für die Schule in Betracht kommen, die Physik und Chemie. Durch die Einführung der physikalischen Schülerübungen ist es erst möglich geworden, messende Versuche auszuführen, und diese können, wenn man von den einfachsten absieht, als eine Anwendung der Mathematik betrachtet werden.

Nun gibt es aber noch ein geradezu hervorragendes Gebiet der Wissenschaft, auf welchem sich die Lehren der Mathematik in die Praxis umsetzen lassen, das ist die Astronomie. In sehr vielen Fällen wird nun aber diese Anwendung leider eine rein theoretische bleiben, es wird also gewissermaßen eine Theorie auf die andere gepfropft: bei der Bestimmung der geographischen Breite und Länge und anderen elementaren Aufgaben der mathematischen Geographie kann der Lehrer nur immer sagen: „So wird es gemacht“, aber anschaulich, gleichsam durch die Tat, beweisen, daß es so gemacht wird, kann er bei dem gänzlichen Mangel an Zeit und an Hilfsmitteln nicht. Es ist daher kein Wunder, daß bei den Gebildeten unseres Volkes eine weit verbreitete und darum sehr bedauerliche Unwissenheit in der erhabensten und erhebensten aller Wissenschaften herrscht. Man hört häufig sagen, daß in unserem Volke — im Gegensatz zu anderen Nationen — kein Interesse für astronomische Dinge vorhanden sei. Geht man aber den Gründen für diese Interesslosigkeit nach, so findet man, daß sie gar nicht existiert.

Obgleich mein Wirkungskreis nur ein sehr beschränkter ist, so habe ich doch bei Schülern sowohl wie bei erwachsenen Laien, bei männlichen wie bei weiblichen, ein äußerst reges Interesse für die Vorgänge am Himmel gefunden.

Gewöhnlich und hauptsächlich bezieht sich dies Interesse auf die kosmischen Probleme der Astronomie; so hört man am häufigsten Fragen nach der Bewohnbarkeit des Mondes und der Planeten, nach der Entfernung der Weltkörper und



ähnliches. Doch ist es mir gelungen, in manchen Fällen auch das Interesse für die Bewegungen der Gestirne wachzurufen. Nur gehört dazu eine öfter stattfindende und eingehende Belehrung und Beobachtung. Und gerade auf dem Gebiete der messenden Astronomie (mathematischen Geographie) ist die Unwissenheit der Gebildeten sehr groß. Sie ist so groß, daß die aufgeklärte Gegenwart von dem finsternen Mittelalter in Schatten gestellt wird. Besonders gilt dies von den Städten. Ein einfacher Hütejunge auf dem Lande lernt durch die Erfahrung sehr schnell, die Zeit aus dem Stande der Sonne oder der Schattenlänge eines Baumes annähernd anzugeben, diese Fähigkeit würden wir bei manchem Vertreter der Intelligenz vergeblich suchen. Nur muß man sich hüten, diese Unwissenheit auf Mangel an Interesse zurückführen zu wollen.

Aus dem Gesagten ergibt sich sofort, auf welche Grundlagen man die Versuche stellen muß, das vorhandene, aber schlummernde Interesse des Publikums zu wecken.

Wie schon erwähnt, lassen sich die Leute am liebsten über die kosmischen Erscheinungen des Himmels belehren. Dies erklärt sich daraus, daß es leicht möglich ist, sich über diese Dinge durch populär-astronomische Werke zu informieren, und besonders, weil dies ohne jede Mühe gelingt: man braucht ja nur zu glauben, was der Verfasser erzählt, um das Warum und Woher kümmert man sich weiter nicht. Daher gibt es keine dankbarere Aufgabe, als populär-astronomische Vorträge — womöglich mit Lichtbildern — zu halten, diese werden ebenso wie die populären Abhandlungen und Werke stets ein dankbares und aufmerksames Publikum finden. Aber das Idealste in dieser Beziehung ist doch ein gutes Fernrohr, welches die interessantesten Erscheinungen in natura zu zeigen gestattet. Es bereitet schon Freude, die wißbegierigen, um nicht zu sagen neugierigen, Blicke zu sehen, mit denen die Teilnehmer an einer astronomischen Beobachtung das Fernrohr, seine Aufstellung und Einrichtung betrachten. Wer dies erlebt hat, wird ohne weiteres zu der Überzeugung gelangen, daß Vorträge und Lichtbilder allein — so nützlich und wertvoll sie auch sein mögen — nicht ausreichen, und daß die Sache eine ganz andere Bedeutung erlangt, wenn ein einigermaßen brauchbares Fernrohr zur Verfügung steht. — Von großem Interesse ist es, bei Fernrohrbeobachtungen die Verschiedenartigkeit der Menschen zu beobachten. Der eine ist bei jedem Blick durch das Instrument entzückt, er findet das Gesehene „prachtvoll“ und „großartig“, der andere kann seine Enttäuschung nicht verbergen, er habe sich viel mehr versprochen und eigentlich gar nichts Rechtes gesehen usw. Die Gründe für diese verschiedenen Wirkungen sind in der Verschiedenartigkeit der Temperamente und Gemütsanlage zu suchen. Den schwärmerisch und sanguinisch Veranlagten entzückt schon der Anblick des gestirnten Himmels bei der Betrachtung mit unbewaffnetem Auge, um so größer ist sein Enthusiasmus, wenn er die unzähligen Sterne sieht, die sich dem Auge bei der Durchmusterung der Milchstraße mit dem Fernrohr darbieten. Der nüchterne Kritiker dagegen tritt mit übertriebenen Erwartungen an das Fernrohr und ist dann natürlich enttäuscht, zumal wenn er, wie es häufig der Fall ist, an das Sehen durch das Fernrohr noch nicht gewöhnt ist und daher das meiste nicht sieht, was wirklich zu sehen ist.

Es ist daher sehr zu empfehlen, vor der Beobachtung in einem kurzen Vortrag auf das hinzuweisen, was die Beobachtung bieten wird. Man wird also vor der Betrachtung des Mondes die Zuhörer darauf aufmerksam zu machen haben, daß die Krater Zentralberge mit einer oder mehreren Spitzen haben, daß in den



Mare-Ebenen, Gebirgszüge sowie einzeln stehende Berge zu finden sind, daß die Schatten der Kraterwände und der Berge alle nach derselben Seite fallen, daß sie scharf und schwarz sind und dergl. mehr. Doch muß ein Vortrag, an den sich eine Beobachtung anschließen soll, kurz sein, mehr informatorischen als belehrenden Inhalt haben, weil sonst das für die Beobachtung Wichtige sich zu schnell wieder verflüchtigt. Vor allem unterlasse man es, zu viel mit Namen und Zahlen zu operieren; vielmehr vertröste man die Wißbegierigen auf einen ausführlichen Vortrag oder verweise sie auf leicht zugängliche populäre Werke. Den Vortrag mit der Beobachtung zu verbinden, ist nicht ratsam, da die Aufmerksamkeit der Zuhörer unter freiem Himmel stets eine geteilte ist. Man hat auch genug zu tun, immer wieder, und womöglich jeden Einzelnen, der gerade „daran“ ist, auf das Bild im Fernrohr hinzuweisen und durch kurze Fragen und Bemerkungen zu bewirken, daß er das Sehenswerte auch wirklich sieht. — Manche Teilnehmer treten von dem Instrument zurück, ohne überhaupt etwas deutlich wahrgenommen zu haben, aus dem einfachen Grunde, weil das Okular für ihr Auge nicht passend eingestellt war. Es ist daher zu empfehlen, in dem vorbereitenden Vortrag auch kurz auf die Einrichtung und Handhabung des Fernrohres hinzuweisen.

Ein Übelstand ist in der meist großen Zahl der Teilnehmer begründet. Es kann ja immer nur einer am Fernrohr sein, und die Folge ist, daß unter den übrigen bald eine lebhaftete Unterhaltung im Gange ist, durch die die Aufmerksamkeit und Andacht des Beobachters gestört wird. Dies wird besonders für kleinere Ortschaften gelten, wo die Teilnehmer sich kennen oder doch sich schnell kennen lernen.

Recht störend wirkt auch der Umstand, daß die Teilnehmer von verschiedener Körpergröße sind und sich durch die Beschaffenheit des Auges unterscheiden, weil hierdurch ein fortwährendes Hoch- und Niedrigstellen des Instrumentes und ein Verschieben der Okularlinse notwendig wird. Es empfiehlt sich daher, die Teilnehmer in Normalsichtige, Kurz- und Weitsichtige zu gruppieren und die Verschiedenheit der Gestalt nicht durch Verstellen des Fernrohres, sondern durch Unterstellen einer Fußbank oder derartiges auszugleichen. Die Leute lernen übrigens sehr bald, das Fernrohr für ihr Auge einzustellen, ebenso es dem Laufe des Gestirnes nachzuführen. Letzteres wird in den meisten Fällen nötig sein, denn ein parallaktisch montiertes und mit Uhrwerk versehenes Instrument wird in den seltensten Fällen zur Verfügung stehen. Daß das Fernrohr dem zu beobachtenden Gestirn nachgeführt werden muß, ist andererseits auch von Wichtigkeit, weil dem Beobachter dadurch am besten zum Bewußtsein kommt, daß am Himmel alles in steter Bewegung ist. Besonders anschaulich wird die tägliche scheinbare Drehung des Himmels, wenn das Fernrohr ein Fadenkreuz enthält, weil das Hinweggleiten des Objektes über die Fäden schon in kürzester Zeit deutlich sichtbar ist. Auch wird durch das Fadensystem die Auffindung eines bestimmten Gegenstandes, z. B. eines Mondberges, eines Kraters, einer der vier sichtbaren Jupitermonde usw. erleichtert.

Wenn es sich nicht etwa darum handelt, eine kleine astronomische Gemeinde zusammenzubringen, so hüte man sich auch, die Fernrohrbeobachtungen zu oft zu machen, weil, wenn sich viele Beobachter einfinden, das Interesse rasch erlahmt, da die einzelnen, wie schon oben bemerkt, während des größten Teiles der Zeit unbeschäftigt bleiben. Auch setze man die Beobachtungsstunden nur



bei völlig klarem Himmel und ganz sicherem Wetter an, weil nichts ermattender und abschreckender wirkt, als ein durch Bewölkung fortwährend gestörtes Beobachten. Daß man die Geladenen auch nicht stundenlang im Schnee oder in starkem Frost stehen lassen darf, ist ebenfalls zu beachten. Nur bei wenigen Menschen ist das Interesse für die Sache so stark, daß sie den Genuß mit einer Erkältung zu bezahlen bereit sind.

Was nun die für die Beobachtung geeigneten Objekte anbetrifft, so möchte ich hier der Kürze wegen nur auf die allerwichtigsten hinweisen. Es gibt eine Anzahl guter und billiger Schriften, in denen eine Übersicht solcher Objekte enthalten ist. Ich nenne außer dieser Zeitschrift, die für jeden Monat die Stellungen der Sonne, des Mondes und der Planeten angibt, nur drei:

Sternbüchlein von Robert Henseling (Francksche Verlagshandlung, Stuttgart, 1 M.),

Der Amateurastronom von Gideon Riegler (Hartlebens Verlag, Wien und Leipzig, 2 M.),

Winke für die Beobachtung des Himmels mit einfachen Instrumenten von Franz Rusch (Verlag von B. G. Teubner, 1,50 M.).

Besonders die zuletzt genannte Schrift ist für den vorliegenden Zweck zu empfehlen. Bei der Auswahl der Objekte ist man auch von der Leistungsfähigkeit des Fernrohres abhängig. Am dankbarsten sind die Beobachtungen des Mondes, der Planeten (Venusphasen, Jupitermonde, Saturnringe), der Doppelsterne, der Sternhaufen, der Nebelflecke, vielleicht auch der veränderlichen Sterne. Man versäume aber auch nicht, die Teilnehmer mit den wichtigsten Sternbildern bekannt zu machen. Das Interesse an diesen wird reger und das gedächtnismäßige Behalten erleichtert, wenn man die hellsten Sterne jedes Sternbildes im Fernrohr betrachten läßt, obwohl ja an sich dabei nicht viel zu sehen ist.

Wenn es geht, wird man zu diesem Zwecke einen Doppelstern benutzen (im großen Wagen, in den Zwillingen usw.).

Daß der Himmel sich scheinbar um die Erde dreht, und zwar von Ost nach West, lehrt die Betrachtung jedes Gestirnes, es ist aber auch leicht zu zeigen, daß die Geschwindigkeit der Drehung um so kleiner ist, je mehr man vom Äquator aus nach Norden geht. Man hat nur nötig, zuerst einen in der Nähe des Äquators befindlichen Stern (etwa Rigel im Orion) und unmittelbar darauf den Polarstern einzustellen, um den Unterschied der Geschwindigkeit anschaulich zu machen. Der Polarstern steht im Fernrohr fast unbeweglich. Interesse erregt meist auch der Hinweis, daß, wenn der Polarstern eingestellt ist, das Fernrohr ungefähr die Richtung der Erdachse hat. Die meisten Menschen haben von dieser Richtung nicht die geringste Ahnung.

Überhaupt ist es von großer Wichtigkeit, die Kenntnisse der mathematischen Astronomie unter dem gebildeten Laienpublikum möglichst zu verbreiten und zu vertiefen, wobei man allerdings mit Rücksicht auf die mangelnde Vorbereitung sich auf das Einfachste beschränken muß. Mit der kosmischen Astronomie ist man ja — soweit kleinere Fernrohre in Betracht kommen — ohnehin bald fertig. Selbstverständlich wird man aber dabei nicht versäumen, an jedem Beobachtungsabend, wenn die Gelegenheit günstig ist, das Fernrohr immer wieder auf die dankbarsten Objekte der kosmischen Forschung zu richten. Man wird also den Teilnehmern den Mond möglichst in allen sichtbaren Phasen zeigen, ebenso die Jupitermonde in ihren verschiedenen Stellungen und dergl.



Daneben aber wird man stets auf die Bewegungen der Gestirne hinweisen müssen, weil gerade hierin große Unkenntnis herrscht.

Zu einer etwas tiefer eindringenden Belehrung in der mathematischen Astronomie wird man allerdings ein geeignetes Meßinstrument, also einen Theodoliten oder ein Fernrohr mit Ablesevorrichtung und Feinbewegung in Gebrauch nehmen müssen. Daß die scheinbare Bewegung des Himmels durch die wahre Drehung der Erde von West nach Ost bedingt ist, dürfte allgemein bekannt sein, größere Unklarheit herrscht schon über die scheinbare jährliche Bewegung der Sonne in der Ekliptik. Der Grund hierfür ist in der Schwierigkeit zu suchen, sich eine zweifache Bewegung vorzustellen. Als Anschauungsmittel kann hier ein Himmels- oder Erdglobus dienen: Man denke sich eine Fliege sehr langsam längs der Ekliptik kriechend, während der Globus verhältnismäßig schnell um seine Achse gedreht wird.

Großes Interesse erweckt die Beobachtung einer Sonnenkulmination, wie sie im Heft 13/14, 1915, dieser Zeitschrift beschrieben ist, ebenso die ungefähre Bestimmung der geographischen Breite durch die Höhe des Polarsternes und die Bestimmung der geographischen Länge durch die Verfinsterungen der Jupitermonde.

Zur Veranschaulichung der doppelten Bewegung von Sonne, Mond und Planeten kann auch der Mond dienen, weil seine Drehung um die Erde besonders schnell vor sich geht. Man zeigt den Mond an zwei oder mehreren aufeinander folgenden Abenden zu derselben Stunde durch den Theodoliten und macht darauf aufmerksam, daß er z. B. heute um 9<sup>h</sup> abends etwa 13° östlicher steht als gestern zu derselben Zeit. Der Beobachter sieht dann ohne weiteres ein, daß der Mond sich täglich weiter von der Sonne nach Osten hin entfernt, daß er zur Zeit des I. Viertels um 90°, zur Zeit des Vollmondes um 180° von der Sonne absteht usw.

Auch die Sonne ließe sich für diesen Zweck benutzen; da aber ihre Bewegung im Tierkreis täglich nur etwa 1° (gegen 12° bis 13° des Mondes) beträgt, so gibt ihre Betrachtung kein so überzeugendes Bild wie der Mond. Was die Beobachtung der Sonne überhaupt anbetrifft, so sei noch gesagt, daß sie am besten in objektiver Weise zur Wahrnehmung gebracht wird. Besonders wird sich dies empfehlen, wenn das Fernrohr kein gutes Blendglas und kein Fadensystem besitzt. Bei geeigneter Okulareinstellung kann das Bild der Sonne auf einem vor das Okular gehaltenen Schirm aufgefangen werden. Auf dem Schirm zieht man ein paar wagerechte und vertikale gerade Linien, die das Fadensystem ersetzen. Es können dann mehrere Beobachter (6 bis 10) gleichzeitig die Wanderung der Sonne bei ihrer täglichen Drehung beobachten. Auch die Sonnenflecke lassen sich auf objektive Weise gut zeigen.

Endlich sei noch bemerkt, daß man auch die Photographie in den Dienst der guten Sache stellen kann. Da ich aber auf diesem Gebiete noch keine Erfahrung habe, so muß ich auf die oben genannten oder andere populäre Schriften verweisen.

Macht man die Beobachtungen mit Schülern, so kann man natürlich viel weiter gehen, besonders können dann die messenden Versuche mit größerer Genauigkeit gemacht werden. Wie dies geschieht, wie z. B. die geographische Breite und Länge oder die Zeit bestimmt werden können, habe ich in einigen Aufsätzen zu zeigen versucht, welche in dieser sowie in anderen einschlägigen Zeitschriften erschienen sind.



Es ist schon oben gesagt worden, daß man das astronomische Interesse außer durch Fernrohr-Beobachtungen auch durch ausführliche belehrende Vorträge wecken und beleben muß. Bei solchen Vorträgen versäume man nicht, jedesmal an die augenblicklichen Verhältnisse des Himmels anzuknüpfen. Man wird also am Anfang oder am Ende jedes Vortrages die Stellung der Sonne, des Mondes und der gerade sichtbaren Planeten erörtern. Dahin gehört auch die augenblickliche Lage der Ekliptik am Himmel, die stets leicht erkennbar ist, wenn drei in der Nähe dieser Ebene befindliche Gestirne (Sonne, Mond, Planeten) sichtbar sind. Auch die Lage und der Verlauf des Äquators ist von Interesse. Endlich bespreche man möglichst oft die wichtigsten gerade sichtbaren Sternbilder und zeige ihre Auffindung mit Hilfe des Himmelsglobus und der drehbaren Sternkarte. Auch ist es lohnend, auf den Punkt des Himmels hinzuweisen, dem die Erde auf ihrer Bahn gerade zustrebt, usw.

Es bleibt nun noch die Frage zu beleuchten, wie die im Vorhergehenden gemachten Vorschläge praktisch ausführbar seien. Hierbei ergeben sich sofort zwei Schwierigkeiten, die sich erstens auf die zur Leitung der Beobachtungen geeigneten Persönlichkeiten und zweitens auf die unvermeidlichen Kosten beziehen.

Wenn die Versuche, die Astronomie breiteren Schichten der Bevölkerung nahezubringen, durchgreifenden Erfolg haben sollen, so müssen sie tunlichst an jedem Orte von einiger Bedeutung gemacht werden, also auch in kleinen Städten. Wo eine höhere Schule am Orte ist, wird man wegen der Personenfrage kaum in Verlegenheit kommen, da sich immer wenigstens ein Oberlehrer finden wird, der bereit und fähig ist, die astronomischen Beobachtungen und Übungen zu leiten. Aber auch, wenn die höhere Anstalt fehlt, wird irgend ein Gebildeter aufzutreiben sein, der die interessante und lohnende Aufgabe übernimmt. Wir brauchen in dieser Beziehung nur an unseren strebsamen Volksschullehrerstand zu denken, um über die Sorge, eine geeignete Persönlichkeit zu finden, beruhigt zu sein. Es ist ja auch nicht nötig, überall alle die im Vorhergehenden erwähnten Beobachtungen zu machen; es ist schon viel erreicht, wenn man sich — je nach den örtlichen Verhältnissen — auf die einfachsten Dinge beschränkt. Es wäre überhaupt ein Fehler, mit unseren Bestrebungen revolutionär vorgehen zu wollen. Dies verbietet sich schon wegen der noch zu besprechenden finanziellen Frage und wegen der durch den Weltkrieg bedingten Aufregung der Gemüter, die auch nach dem Friedensschlusse noch eine Weile anhalten wird. Unsere Wissenschaft hat ja gar keine oder nur sehr geringe Beziehungen zum Kriege, schon weil sie mehr wie jede andere internationalen Charakter hat. Ein maßvolles und vorsichtiges Vorgehen wird also für uns eine weise Pflicht sein müssen.

Was nun die Kosten anbetrifft, so wird man ohne Fernrohr auf die Dauer nichts ausrichten können, und es wäre wünschenswert, daß die Gemeindeverwaltungen neben dem Staate bei der Anschaffung eines brauchbaren Instrumentes einspringen. Betrachtet man die luxuriösen Bauten, die viele Kommunen sich leisten, so werden wohl auch die Mittel für ein einfaches Fernrohr aufzutreiben sein, da man — wenigstens im Anfang — mit 300 bis 400 M. auskommen kann. Ist die Sache erst einmal im Gange, so werden sich auch Interessenten finden, die durch kleinere regelmäßige Beiträge bereit sein werden, ein kleines Kapital zu gründen, aus dem die nötigen Verbesserungen und Ergänzungen beschafft werden können. Mehr als 1000 M. würde in keinem Falle nötig sein, um Instrumente anzuschaffen, die auch größeren Ansprüchen genügen. Eine Treptower



Sternwarte wird sich freilich nicht jede Gemeinde leisten können, aber zu einem astronomischen Fernrohr, einem Theodoliten und einem einfachen photographischen Apparat würde die oben genannte Summe ausreichen.

An größeren Orten leidet nun die Einführung astronomischer Beobachtungen an einem Übelstand, der mich geradezu verhindert hat, die im Obigen gemachten Vorschläge voll zur Ausführung zu bringen. Selbst wenn sich die Kunde von einer bevorstehenden Beobachtung nur von Mund zu Mund verbreitet (ohne öffentliche Bekanntmachung), finden sich sovieler Teilnehmer ein, daß die Beobachtung zu einer bloßen Schaustellung herabsinkt. Diesem Übelstand ist nur dadurch abzuhelpfen, daß man mehrere Fernrohre anschafft und an verschiedenen Stellen beobachten läßt, zumal da manche Objekte nur an einem bestimmten Tage gezeigt werden können, wie z. B. das erste Viertel des Mondes. Hierin liegt eine große Schwierigkeit, da die Kosten sich vervielfachen. Ich war aus diesem Grunde gezwungen, die Beobachtungen auf meine Schüler und Kollegen zu beschränken. Sie dauerten auch dann noch länger als eine Stunde.

Solche Schwierigkeiten sind aber kein Grund, die Versuche ganz einzustellen. Erweckt man das Interesse für die Sache auch zunächst nur bei den Schülern, so dient man damit dem guten Zwecke und streut einen Samen aus, der in Zukunft gute Früchte verspricht. So beschrieb mir neulich ein ehemaliger Schüler eine einsame Nachtwache auf dem östlichen Kriegsschauplatze: er sehe die Sterne flimmern und erinnere sich dabei der schönen Stunden der Schulzeit, wo er die Gestirne durch das Fernrohr betrachtet habe. Gerade die Astronomie eignet sich in hervorragender Weise zur Liebhaberbeschäftigung und ist imstande, manchen Jüngling zu einer besseren Ausnützung der Abend- und Nachtstunden anzuregen, als es im verqualmten Kneipzimmer geschehen kann. — Wie oft hört man auch Beamte und Offiziere, die an einen kleinen Ort gebannt sind, klagen, daß sie mit den langen Winterabenden nichts anzufangen wüßten. Eine öfter stattfindende Betrachtung und Beobachtung des gestirnten Himmels würde ihnen gewiß eine erwünschte Abwechslung bieten. —

Schließlich darf die Frage nicht unerörtert bleiben, ob die Leiter der astronomischen Beobachtungen für ihre Mühe entschädigt werden sollen oder nicht. Sicherlich werden sich überall Männer finden, die diese Mühe unentgeltlich übernehmen, die Frage ist nur, ob der Sache gedient ist, wenn man ihnen ein so großes Opfer zumutet. Es kommt dabei naturgemäß auf die besonderen Verhältnisse in jedem Einzelfalle an. Finden die Beobachtungen und Vorträge nur selten statt, so wird eine Entschädigung fortfallen können, ebenso wenn die Belehrungen nur einem kleinen Kreise des Publikums zugänglich sind. Sollen sie aber regelmäßig stattfinden, also zu einer stehenden Einrichtung werden, so wird man den leitenden Persönlichkeiten einen Entgelt nicht versagen dürfen, weniger als Entschädigung für die zu leistende Arbeit als für die zu opfernde Zeit. Das Äquivalent brauchte durchaus nicht in Geldwert zu bestehen, vielmehr könnten beamteten Personen gewisse Erleichterungen in ihren amtlichen Obliegenheiten gewährt werden, die z. B. bei Lehrern in einer Ermäßigung ihrer Pflichtstundenzahl bestehen könnten.

Wenn nun auch die in diesem Aufsatz ausgesprochenen Hoffnungen und Wünsche vorläufig noch wenig Aussicht auf Erfüllung haben, so ist die Sache doch wert, ernsthaft erwogen zu werden. Besonders in den Schulen müßte weit mehr als bisher geschehen. Daß unsere höheren Schulen schon sehr stark be-



lastet sind, unterliegt keinem Zweifel, es brauchte aber die Astronomie auch gar nicht als pflichtmäßiger Unterrichtsgegenstand in den Lehrplan aufgenommen zu werden; es würde vielmehr schon genügen, daß an allen Anstalten die notwendigsten Apparate angeschafft würden, damit den Schülern Gelegenheit gegeben wird, frei und ungezwungen in einer Wissenschaft unterwiesen zu werden, deren erziehlischen und bildenden Wert wohl niemand bestreiten wird.

## Die vier Entwicklungsstadien des Vulkanismus und die Frage seiner internationalen Erforschung

Von Prof. W. Branca

(Schluß)

Da plötzlich ändert sich des Morgens um  $\frac{1}{2}$  8 Uhr das Bild. Ein wissenschaftlich bisher nie Geschautes, Ungeheuerliches ereignet sich: ein riesiger Strom von Asche, doch in höchster Glut helleuchtend, schießt aus dem Krater und nicht mehr senkrecht aufwärts, sondern schräg nach abwärts. Mit rasender Geschwindigkeit — 1 km pro Minute, wie der Schnellzug — saust diese glühende Wolke dicht an die Erde, am Gehänge des Pelé hernieder, gleich einer ungeheuer breiten, hohen glühenden Lawine, in gerader Richtung auf die Stadt St. Pierre. In wenigen Minuten hat sie diese erreicht, fährt über sie dahin; im selben Augenblick ist die Stadt ein wildes Flammenmeer, und 29 000 Menschen stehen plötzlich inmitten dieser dichten, glühenden Wolke; und wie sie atmen wollen, ziehen sie hellglühende Asche in die Lunge. Ein Atemzug — im selben Augenblicke <sup>1)</sup> ist das Leben von 29 000 Menschen ausgelöscht.

Doch weiter fährt die Wolke auf das Meer hinaus; ein dichter Hagel glühender Aschen zischt ins Meer, und alle Schiffe, die im Hafen liegen, lodern auf. Nur eins, das unter Dampf liegt, wird gerettet. Zwar ist auch hier auf Deck sofort die eine Hälfte der Besatzung tot, die andere schwer verbrannt; und doch gelingt es dem Kapitän, das Schiff aus diesem Hagel glühender Geschosse und glühender Asche herauszubringen.

Wer denkt nicht angesichts dieser Feuerwolke des Pelé, die sturmestrennend vom Berge niederfährt, an jenes Bibelwort, als Sodom und Gomorrha einst zugrunde gingen: „Und Feuer fiel vom Himmel.“ Ob das vielleicht solch eine glühende Wolke eines Vulkans gewesen ist?

Wir sehen, ebenso eintönig wie der primitive Vulkanismus der jugendlichen, gasförmigen und feuerflüssigen Gestirne ist, so vielfarbig ist der hochentwickelte, der auf den reiferen Gestirnen sich vollzieht, die auch den festen Aggregatzustand erlangt haben. Nichts kann sich dem zur Seite stellen in der Welt an Großartigkeit und Schrecken.

<sup>1)</sup> Daß die Menschen blitzschnell gestorben sein müssen, geht aus einer Anzahl von Tatsachen hervor. Z. B. wurde ein Toter gefunden, die Hand noch erhoben, um seinen Schnurrbart zu drehen; ein anderer damit beschäftigt, sein Pferd zu striegeln. Die betreffenden Stellungen würden nicht beibehalten sein, wenn der Tod nicht blitzschnell eingetreten wäre. Das gilt auch von dem Folgenden: vor dem Hause des Arztes lag — natürlich bis auf die Eisenteile verbrannt — der Wagen; vorn in der Schere lag das Pferd, an der Haustür der Kutscher, der abgestiegen war und dort auf seinen Herrn wartete. Mindestens das Pferd wäre sicher vor Schreck davongelaufen, wenn es Zeit dazu gehabt hätte. Es muß sofort vor dem Wagen tot gewesen sein. Die Leichen natürlich sämtlich verkohlt.



Woher das alles? Warum beginnt das glühende Innere der Gestirne aus tiefer Ruhe plötzlich aufzufahren und aus den Wunden in der Rinde, den Vulkanen, herauszuquellen und zu speien?

Sobald wir diese eine Frage stellen, stürzt ein Wirbelsturm von Fragen auf uns ein. Aus welcher Tiefe unserer Erde stammt die Lava, die bei dem Anfall an die Oberfläche tritt? Kommt sie herauf aus großen Tiefen, in denen alles noch geschmolzen ist? Liegt umgekehrt der Schmelzfluß — denn unsere Erde ist ja nicht mehr jung — nur noch inmitten ihrer festen Rinde in Form von kleinen Einzelherden, die flach nur unter der Erdoberfläche schlummern? Und wenn dem so: auf welche Weise kommen solche feuerflüssigen Herde hinein in die doch längst erstarrte Rinde? Sind sie hier oben nur die eingeschlossenen letzten Überreste aus jener Zeit, in der die Erde ganz geschmolzen war? Oder entstanden sie erst später — entstehen sie vielleicht gar heute noch, indem durch irgendwelche Vorgänge hier, da und dort aufs neue die feste Rinde wieder eingeschmolzen wird?

Und welche Kraft bewirkte dann das Schmelzen? Liegt sie in der hohen Temperatur der glühenden Gase, die aus der Erde Tiefen aufsteigen, sich durch die feste Rinde Röhren bahnen durch Aufschmelzen und Aufexplodieren und dann an irgendwelchen Stellen in der festen Rinde Schmelzherde erzeugen, auf solche Weise die hohe Temperatur der Tiefe in die schon abgekühlte Höhe tragend? Oder sind es chemische Prozesse, die sich oben in der Rinde vollziehen und dabei so hohe Temperatur erzeugen, daß sie einschmelzend wirken? Oder wirkt gar der Zerfall radioaktiver Körper mit, die in der Rinde ja vorhanden sind und — wenn in großer Menge — beim Zerfall genügend Wärme geben können, um große Massen einzuschmelzen? Ist es doch theoretisch denkbar (Arrhenius), daß alle diese hundert Millionen glühender Gestirne, die ursprünglich nur kühle Gasmassen waren und ihre hohe Glut zum Teil freilich durch ihre Verdichtung, zum anderen Teile aber durch Zerfall radioaktiver Körper erlangt haben können; und daß dann umgekehrt, nachdem die Glut aufs höchste stieg, die Zerfallprodukte durch diese Glut sich wieder zu radioaktiven Körpern zusammenfinden können.

Wir sehen, aus dem Schoße der einen großen Frage, nach der Herkunft der Schmelzherde der Vulkane, entspringt sofort ein Heer von anderen Fragen.

Und nun das zweite große Fragezeichen: durch welche Kraft wird denn der Schmelzfluß, der im Herde ruhig schlummert, erweckt, gezwungen, entgegen dem Gesetze der Schwere, aufzusteigen? Sind es in ihm die Gase, die ihn aufwärts reißen; die Gase aus der Urzeit unserer Erde, als sie ein Gasball war und feuerflüssig ward und die sich damals in dem Schmelzfluß lösten — ganz ebenso wie Kohlensäure sich im Schaumwein löst und dann, wenn wir den Stöpsel lösen, vom Druck befreit, ihn aufwärts reißt? Oder aber ist es der Druck der mächtigen Schollen, in welche die Rinde der Erde längst zerfallen ist, und die, wie Schiffe auf dem Schmelzflusse schwimmend und langsam in ihn einsinkend, ihn seitwärts drängen und ihn aufwärts pressen? Oder endlich, liegt in dem tiefgelegenen Schmelzfluß selbst die Kraft, wenn er erstarrt, sich derart auszudehnen, daß er den Schmelzfluß in den oberen Tiefen in die Höhe drängt, der sich dort beim Erstarren zusammenzieht?

Was aber treibt den Schmelzfluß an, sich chemisch zu zerspalten, so daß nach dem Erkalten die bunte Vielheit von Gesteinen uns entgegentritt? Nicht nur verschieden bei verschiedenen Vulkanen, nein, selbst aus einem und demselben Schlunde, also Herde, kommen nacheinander verschiedene Gesteine; so auf der



Erde, sicher auch auf anderen Gestirnen; denn wenn es auf dem Monde scheint, daß die Gesteine nur aus Glas bestehen, so kann auch Glas doch chemisch sehr verschieden sein.

Wie eine Sintflut stürmen immer weitere Fragen auf uns ein, und keine gibt uns sichere, zweifellose Antwort; denn ebenso großartig wie der Vulkanismus ist auch der Mangel eines sicheren Wissens über ihn. Zwar Meinungen soviel wie Sand am Meer, doch jede wieder anders lautend als die andere; ein Zustand, der für die Wissenschaft doch unerträglich ist.

Warum dies unsichere Tasten, woher die Schwierigkeit?

Das liegt an den Verhältnissen: dort in der Tiefe herrschen gewaltig hoher Druck, gewaltig hohe Temperatur; und niemand weiß, bis wie weit die Gesetze, die wir hier oben kennen, noch Gültigkeit dort in der Tiefe haben mögen. Dazu bedarf es ganz besonders ausgerüsteter Institute, um das zu erkennen, und daran fehlt es uns und anderen Völkern leider. Wohl haben wir in Deutschland an jeder Hochschule mehrere chemische Laboratorien; indessen kaum eins ist unter diesen 50 bis 100 Laboratorien, in dem die Chemie derjenigen Stoffe, die besonders am Aufbau der Gesteine beteiligt sind, ganz wesentlich gefördert würde, und das sich mit Vulkanismus intensiv beschäftigte. Wohl hat Deutschland zwei geophysikalische Institute, obgleich der Kreis der Fragen, der dort der Lösung harret, doch unvergleichlich kleiner ist als der, vor dem ein geochemisches, d. h. vulkanologisches Institut stehen würde. Den anderen Völkern aber geht es ebenso.

Nur Nordamerika besitzt, dank Carnegie, ein Institut, das er freilich der Industrie gewidmet hatte, das aber, dank dem Eigenwillen seiner Leiter, sich gegenwärtig mehr mit mineralsynthetischer, etwas auch vulkanologischer Forschung beschäftigt; doch auf wie lange, das ist natürlich gänzlich fraglich, da es ein privates Institut ist.

Nun konnte man in Deutschland früher vielleicht fragen: was geht uns Vulkanismus an? Wir haben nur Vulkane, die längst erloschen sind! Das ist nun anders; jetzt hat unsere Regierung, Dank sei ihr dafür, uns mit Vulkanen überschüttet; denn in dem Kolonialbesitz hat sie als Mitgift dem deutschen Volke nicht weniger als ungefähr ein Vierteltausend vulkanische Stätten in den Schoß geworfen. Leider freilich der Mehrzahl nach bereits erloschen, jedoch ein volles Viertelhundert tätiger Vulkane ist darunter.

Freilich Togo und Tsingtau, die haben beide darin keinen Wert für den Vulkanologen, sie haben heute nicht eine einzige Stätte, an der Allmutter Erde gen Himmel Feuer speien könnte; und auch nicht in vergangenen Zeiten war ihr das dort möglich. Auch Deutsch-Südwest hat nur erloschene Stätten. Die anderen Kolonien aber sind darin alle bedeutungsvoll: Kamerun hat einen tätigen Vulkan: Deutsch-Ost, das uns bereits mit den fossilen Riesensauriern überschüttet hat, so daß das Berliner Museum nicht die Schätze bergen kann, aus dessen Boden auch ganz neuerdings Massen von Säugetieren ausgegraben wurden, die nun den Platz den Sauriern noch strittig machen — Deutsch-Ost gibt nun zu diesen Schätzen ersten Ranges noch einen weiteren, noch 5 lebende Vulkane. Dazu Samoa 1, Mikronesien 5 und Makronesien etwa 15 tätige Vulkane.

Ein volles Viertelhundert tätiger Vulkane! Doch auch die etwa 200 erloschenen der Kolonien bieten überreiche Fülle der Fragen, wollen untersucht sein. Ja untersucht; denn unser Wissen von allen diesen Kolonialvulkanen,



lebendigen wie toten, geht bisher nicht über Oberflächliches hinaus. Nicht einmal ihre Zahl ist uns genau bekannt!

Besitz verpflichtet. Expeditionen rüsten wir zum Nordpol und zum Südpol, obgleich die beiden zum Glück uns nicht gehören. Doch unsere Kolonialvulkane erforschen wir bisher noch nicht; und gar der theoretischen Erforschung des Vulkanismus, der großartigsten Naturerscheinung, die das Weltall kennt, weihen wir bisher noch nicht ein einziges Institut. Und doch, ein solches vulkanologisches Forschungsinstitut, das würde, weil es sich mit dem Wesen geschmolzener Massen beschäftigt, zugleich auch für unsere Industrie von großem Vorteil sein. Nicht weniger als drei verschiedene Industrien: Metallurgie, Keramik und Glasindustrie würden durch ein solches Institut ganz sicher mannigfache Anregung und sichere Unterlagen gewinnen. Für die Metallurgie ist freilich in dieser Hinsicht manches schon geschehen. Aber ein vulkanologisches Forschungsinstitut, welches das Verhältnis der Stoffe bei sehr hohen Temperaturen und Drucken festzustellen hätte, würde vieles erforschen, das in gleichem Maße für die Deutung der vulkanischen Erscheinungen wie für die Industrie von Wichtigkeit wäre. Ein solches Institut würde also nicht nur von idealem, sondern auch von praktischem Werte sein.

Woran liegt das bisherige Versagen auf diesem Gebiete, das ganz ebenso bei anderen Völkern stattfindet? Zweifellos nur an dem allzu bescheidenen Zurückhalten der betreffenden Männer der Wissenschaft und an der ja nur kleinen Schar der vulkanologischen Forscher, die sich bisher vergeblich bemüht haben, Unmögliches möglich zu machen.

Durchdrungen von der Tatsache, daß auf dem bisherigen Wege die Vulkanologie ein wüstes Schlachtfeld von Hypothesen bleibt, hat die Berliner Akademie der Wissenschaften bei der Assoziation der Akademien Schritte getan, die zu dem einstimmigen Beschluß der Vertreter der Assoziation geführt haben, alle Vulkanologen zu internationaler Zusammenarbeit zu vereinen. Nahezu 70 Forscher, zur Hälfte Reichsdeutsche, zur anderen aus aller Herren Ländern, haben fast einstimmig und freudig den von mir gemachten Vorschlägen beigestimmt: zu gemeinsamer Arbeit sich zusammentun zu wollen; jeder in seinem Vaterlande dafür wirken zu wollen, daß alle erloschenen und tätigen Vulkane, namentlich die unbekannteren der Kolonien, genau erforscht werden; daß vulkanologische Forschungsinstitute gegründet werden, in denen einerseits die Ergebnisse dieser praktischen Felduntersuchungen verarbeitet, andererseits experimentell über Vulkanismus geforscht wird; daß von den Kolonialregierungen Männer aus dem Offizier-, Beamten-, Kaufmanns- usw. Stande beauftragt werden, Berichte einzusenden, sobald einer der tätigen Vulkane einen Ausbruch erleidet, und daß die Kapitäne der Kriegs-, aber auch der Handelsschiffe veranlaßt werden, Berichte einzusenden, sobald sie Zeuge eines untermeerischen Ausbruches werden.

Für das alles und noch Weiteres ist durch die Berliner Akademie der Anstoß jetzt in alle Kulturvölker hineingetragen. Aber nun gilt es, daß auch Deutschland und in Deutschland Preußen vorangehe, um durch sein Beispiel die anderen Regierungen mitzureißen. Kommen wird und muß diese Entwicklung der vulkanologischen Forschung, denn es gibt wissenschaftliche Notwendigkeiten, die sich erfüllen müssen. Die Ausgaben für ein preußisches oder deutsches vulkanologisches Forschungsinstitut, für eine Untersuchung unserer zahlreichen kolonialen Vulkane müssen wir also schließlich einmal machen, früher oder



später, das ist unvermeidlich, wir kommen davon nicht los. Greift Preußen, dessen Akademie das Verdienst hat, den Anstoß gegeben zu haben zu einer endlichen umfassenden, internationalen Erforschung dieser großartigsten Naturerscheinung und damit des Innern der Erde — greifen Preußen und Deutschland schnell zu, so sind wir anderen ein Beispiel, so stellen wir uns an die Spitze. Zögern wir, so müssen wir schließlich doch einmal die Kosten aufbringen; aber den Ruhm, die von uns angeregte Forschung ins Leben gerufen zu haben, werden wir an andere abtreten müssen. Ein anderes Volk trägt dann den Lorbeer heim, der uns gebührt.

Vor etwa einem Jahre, im Juni 1914, als scheinbar noch tiefer Friede auf unserer Erde lag, hatte ich diese Darlegungen und namentlich auch diesen Schlußsatz niedergeschrieben. Seiner Majestät darüber Vortrag halten zu dürfen, sollte ich die hohe Ehre haben bei der beabsichtigten Einweihung unseres neuen Akademiegebäudes. Doch bald darauf ward die Furie eines Krieges gegen uns entfesselt, wie ihn die Weltgeschichte niemals sah: und alle Pläne, alle kaum geknüpften Bande internationaler Vulkanforschung lagen zerrissen auf dem blutgetränkten Boden, auf dem unsäglich vieler Menschen Lebensglück zertreten liegt und aus dem eine Saat des Hasses in die Höhe schießt, die wahrlich nicht bei uns, wohl aber bei unseren Gegnern die zarte Pflanze der Kultur völlig zu überwuchern droht.

Da drängt sich die Frage unabweisbar heran, bis zu welchem Grade denn damit auch die Wissenschaft die Fülle des Segens verlieren muß, die aus dem internationalen Zusammenarbeiten erwächst.

Zwei ganz verschiedene Arten wissenschaftlichen internationalen Zusammenarbeitens bestehen, eine unpersönliche und eine persönliche.

Die unpersönliche liegt in der Benutzung der wissenschaftlichen Arbeiten möglichst aller Sprachen, die mit demselben Thema sich beschäftigt haben, über das ein Forscher gerade arbeitet. Der Forscher, der sich jetzt aus Haß gegen die Kriegsgegner über diese unpersönliche Form des internationalen Zusammenarbeitens hinwegsetzen, die Arbeiten kriegsgegnerischer Forscher vernachlässigen wollte, verlöre jedes Anrecht auf den Ehrentitel eines Mannes der Wissenschaft. In Deutschland wäre jedenfalls ein solcher Forscher nicht zu finden.

Die zweite, persönliche Art wissenschaftlichen Zusammenarbeitens ist dagegen entschieden durch den aufgesproßten Haß schwer bedroht. Hier handelt es sich um den persönlichen, internationalen Verkehr und Meinungsaustrausch der Forscher auf Kongressen, um Versammlungen von Vertretern der Akademien, um Vereinbarungen zum Zwecke gemeinsamer Arbeiten usw.

Wie wird sich das nach dem Kriege nun zwischen uns und den uns feindlich gegenüberstehenden Völkern gestalten?

Die Frage gestattet keine sichere Antwort, weil für ein solches persönliches Zusammenarbeiten nicht nur des einen, sondern auch des anderen, gegnerischen Teiles Ansicht maßgebend ist. Das jetzige Geschlecht der Forscher mag wohl hinabsinken, bevor es der Wissenschaft gelingen kann, alle die Brücken wieder aufzubauen, die hinüber und herüber führten und die nun in Trümmern liegen.



## Kleine Mitteilungen

**Vulkanasche und Klimaschwankungen.** Ein sichtbarer Ausdruck derselben sind die Eiszeiten. Unaufgeklärt sind aber noch ihre Möglichkeiten und Ursachen, worüber zahlreiche Theorien aufgestellt wurden.

a) In dem veränderlichen Abstand der Erde von der Sonne glaubte Croll die Möglichkeit größerer Temperaturschwankungen auf der Erde zu erblicken. Aber die Periode dieser Schwankungen bleibt mit 21000 Jahren weit hinter den geologischen Schätzungen zurück und dann müßten Nord- und Südhemisphäre nacheinander ihre Schwankungen haben. Die Geologie hat aber die Gleichzeitigkeit der Vergletscherung der beiden Hemisphären fast zu einem Gesetz erhoben.

b) Die Schwankungen der Erdtemperatur suchte dann Arrhenius in den Veränderungen des Kohlensäuregehaltes der Atmosphäre. Die Kohlensäure absorbiert teilweise die Erdstrahlung; sie hält die langwelligen Strahlen des Bodens zurück. Aber infolge der begrenzten Absorptionsfähigkeit einer Kohlensäureatmosphäre erfolgt auch bei größerem Gehalt dieses Gases keine stärkere Absorption der hindurchtretenden Wärmestrahlen. Der Kohlensäuregehalt der Erdatmosphäre ist aber augenblicklich derartig, daß auch eine bedeutende Zu- oder Abnahme desselben keinen Einfluß auf die Erdtemperatur ausübt.

c) Eine einfache Erklärung gäbe die Theorie, daß die Sonnenstrahlung nicht konstant ist und die großen Klimaschwankungen die Abbilder der Veränderlichkeit der Solarkonstanten auf der Erde sind. Dadurch würde aus dem meteorologischen ein astrophysikalisches Problem.

d) In Veränderungen der Erdatmosphäre sucht schließlich W. T. Humphreys (Bull. of the Mount Weather Observat. Vol. 6. Part. I 1913) die Erklärung der zu den Eiszeiten notwendigen Temperaturänderungen. Bedarf es doch zu Gletschervorstößen keiner besonders großen Temperaturänderungen; eine Abnahme um einige Grade der Mitteltemperatur reichen schon dazu aus. Eine Veränderung der Atmosphäre kann eintreten durch Trübung derselben mit Vulkanasche. Diese feinsten Auswurfsprodukte der Vulkane verursachen eine Schwächung des Sonnenlichtes und damit eine Verminderung der Temperatur der Erdoberfläche. Aus meteorologischen Aufzeichnungen ließ sich bis zum Jahre 1750 feststellen, daß mit größeren Vulkanausbrüchen ein Temperaturrückgang, eine Abkühlung der Erdoberfläche verbunden ist. Oft macht sich der Temperaturrückgang erst im Jahre nach Ausbruch des Vulkans bemerkbar; denn die vulkanischen Auswurfsprodukte schweben infolge ihrer Kleinheit lange in der Atmosphäre und können die feinsten Trübungen von gewissen atmosphärisch-optischen Erscheinungen hervorrufen.

Vergleicht man quantitativ mit diesen Änderungen der Sonnenstrahlung auf die Erdoberfläche die Schwankungen der Sonnenstrahlung, welche mit den Flecken auf der Sonnenoberfläche einhergehen, so verlieren nach Humphreys die Änderungen der Temperatur der Sonne an Bedeutung gegenüber denjenigen der Durchlässigkeit der Atmosphäre. Nach genauen Untersuchungen entsprechen der heißeren Sonnenoberfläche (Sonnenfleckmaxima) etwas niedrigere Erdtemperaturen. Diesen Widerspruch erklärt Humphreys durch die Bildung von Ozon in den höheren Schichten der Atmosphäre. Die Sonnenatmosphäre ist nämlich durchlässiger für ultraviolette Strahlen zur Zeit ihrer niedrigeren Temperatur (Sonnenfleckminima) und es treten dann noch mehr kurzwellige Strahlen in die Erdatmosphäre ein und werden in ihren höheren Schichten unter Bildung von Ozon absorbiert. Dieses absorbiert aber die Erdstrahlung stärker als der Sauerstoff und so wird die Erde etwas wärmer, obwohl die Sonne etwas kälter geworden ist.

Es sind aber die Temperaturänderungen dieser (11jährigen) Sonnenfleckperiode viel kleiner als diejenigen durch gelegentliche Trübungen der Atmosphäre infolge vulkanischer Auswurfsprodukte.

Humphreys schließt daraus, daß Eruptionen nicht selten waren, sobald die Erde erst ein- oder mehrere Male in einem derartigen Zustand war; sie erfolgten vielmehr regelmäßig durch geologische Zeitabschnitte hindurch und die entsprechenden Temperaturänderungen waren keine vorübergehenden. Es fragt sich nur, ob die Annahme der Gleichzeitigkeit gesteigerter Vulkantätigkeit und der Eiszeiten vom geologischen Standpunkt aus denkbar ist. Bl. .

**Die Wirkung absteigender Luftströme auf die Wetterlage.** Aus Untersuchungen von O. Johanson (Acta Soc. Fennicae T 44, 1913) hat sich ergeben, daß auch in den ebenen und wasserreichen Gegenden Finnlands Föhnerscheinungen auftreten, deren Verschiedenheit von dem typischen Gebirgsföhn nur graduell ist. Am Erdboden sind dann Temperaturerhöhungen oder -abnahmen zu beobachten, je nach Überwiegen der Kompressionswärme oder der größeren nächtlichen Ausstrahlung durch die staubfreie Luft.

In Helsingfors treten die höchsten winterlichen Temperaturen bei NW., die niedrigsten bei S.-Winden auf (teilweise auf Kompressionswärme zurückzuführen). Im nördlichen Rand-



gebiete oder einem Ausläufer hohen Druckes gelegen, handelt es sich dann nicht um die langsam absinkende Bewegung im Kern der Antizyklone, sondern um richtige Föhnströmungen, um fallwind-ähnliche Erscheinungen. Die höchsten Sommertemperaturen sind dagegen in den nördlichen Randgebieten der Antizyklone und nicht im Zentrum zu beobachten; es herrscht dann keine Windstille, sondern eine lebhaft horizontale Strömung.

Sobald aber der Luftstrom nicht ganz bis zum Boden sinkt und an diesem eine wenig hundert Meter hohe kalte Inversionsschicht liegt, tritt ungewöhnliche Kälte ein, infolge nächtlicher Ausstrahlung. Mit zyklonaler Wetterlage oder mit sekundärem Maxima zwischen Depressionen erfolgten einige sehr heftige Kälteperioden mit Nachtfrösten in Nordeuropa.

Zuweilen sind auch starke Temperaturunterschiede auf kleine horizontale Entfernungen auf absteigende Luftströme zurückzuführen.

Verf. faßt alle oben angegebenen Erscheinungen als „normalen“ Föhn auf und den Gebirgsföhn nur als eine Unterart, welcher hauptsächlich durch die Stauung eines schief nach unten gerichteten Luftstromes am Gebirge entsteht, also ein durch Stauung verstärkter Höhenföhn ist.

**Zusammenhang der Ernteerträge mit den Witterungsverhältnissen.** In dieser Hinsicht bedarf es mannigfaltiger Kombinationen der einzelnen meteorologischen Elemente, da sich Wachstum und Reifen der Feldfrüchte auf einen längeren Zeitraum erstrecken. Eine vollständige Dürre oder verregnete Vegetationsperiode gibt am deutlichsten den Zusammenhang mit den Niederschlägen. Die Beziehung zwischen Niederschlagsverteilung und Kornertrag untersuchte *Arctowski* (*Amer. Geogr. Soc.* Vol. 44, S. 745—60; Vol. 45, S. 117—31). Die Karten ergeben dort gute oder schlechte Ernteerträge, wo reichliche oder unbedeutende Niederschläge fielen. Es ist ein Weiterwandern der fetten und mageren Jahre (im allgemeinen von West nach Ost) zu beobachten; ergab ein Gebiet in einem Jahr schlechte Ernteerträge, so folgten gute in einem der folgenden Jahre.

Mit der Verlagerung der Niederschlagszonen schreitet das Weiterwandern guter und schlechter Erntejahre einher; es ist eine Wanderung der Depression, welche schwer zu erklären ist.

Für New-York und andere Orte der Vereinigten Staaten ließ sich (neben anderen Schwankungen) eine Periode von 25 Monaten in den Temperaturverhältnissen feststellen. Es stimmen nur die Perioden überein, während die Maxima und Minima nicht gleichzeitig eintreten.

Daraus ergibt sich ein Fortwandern eines Zustandes auf der Erdoberfläche für die synoptische Darstellung. Bl.

**Die Wirkung des Klimas in tropischen und polaren Gegenden.** Die meisten Menschen, welche an ein mittleres Klima gewöhnt sind, zeigen in tropischen und polaren Gegenden ein Gefühl der Gleichgültigkeit gegen die Arbeit und dieses äußert sich in einem Sichgehenlassen.

K. Wegener (*Meteorolog. Zeitschr.* 1914, S. 97) führt dieses Gefühl nicht auf das Klima selbst, sondern auf die Einsamkeit zurück, welcher der Mensch in den tropischen und polaren Gebieten ausgesetzt ist. Es erfolgt wohl zunächst ein Wachsen des Selbstgefühls, dann eine „Verschlumpung“, welche psychologischen und nichtpsychologischen Ursprungs ist. Man verwechselt meist die Wirkung des Klimas mit derjenigen der Verpflegung, welche in diesem Klima für den Europäer ratsam und rationell ist. Aus Furcht vor Skorbut steigert man in polaren Gegenden den täglichen Proviant auf 3—4 kg, während er in mittleren Breiten nur etwa 1,5 kg beträgt. Es büßen die gefroren aufbewahrten Speisen kaum etwas von ihrem Wohlgeschmack ein.

Die Konserven dagegen in den Tropen behagen nicht auf die Dauer und in schlechter Stimmung schiebt man diesen Mißstand auf das Klima.

Die eigentliche Wirkung des Klimas ist im Polargebiet während der Winternacht bei allen Menschen eine starke Entfettung, während des Wintertages (acht Monate auf Spitzbergen) ein starker Fettansatz. Dies hat seinen physiologischen Grund im Versagen der Gallentätigkeit in der Winternacht und der dadurch unterbrochenen Fettverdauung.

Anders ist es in den Tropen. Die Einwirkung der Lufttemperatur ist von geringer Bedeutung auf die Haut. Es nimmt zwar die Schweißaussonderung derselben bei Überhitzung des Körpers zu, die verdunstete Wassermenge wächst aber nicht in gleichem Grade; denn die Luft nimmt ja weniger Wasserdampf auf, wenn man gleichen Sättigungsgrad annimmt wie in kühleren Breiten. Von großer Wichtigkeit für die Schwankungen des Energieumsatzes in den verschiedenen Klimaten ist dagegen die Lungentätigkeit. In den Tropen stellt sich Kurzatmigkeit ein; in den Polargegenden ein freies und tiefes Atmen.

In den Tropen wie polaren Gegenden zeigt sich als stets wiederkehrende Erscheinung die Ermüdung. Verursacht wird sie in den Tropen dadurch, daß man schwitzt und der Atem knapp wird — im hohen Norden beim Versagen der Kontraktionsfähigkeit der Muskeln; dann macht sich eben das Gefühl der Ermüdung bemerkbar. Bl.



**Der Unterschied in der Reichweite einer Funkenstation bei Tag und bei Nacht.** Von großem Interesse ist der Einfluß der meteorologischen Faktoren auf die Ausbreitung der elektrischen Wellen in der drahtlosen Telegraphie. Es handelt sich u. a. „über den Einfluß des Sonnenauf- und -unterganges, des Tageslichtes und der Dunkelheit sowie meteorologischer Vorgänge auf die Ausbreitung elektrischer Wellen über große Entfernungen und den Ursprung und die Gesetze natürlicher elektrischer Wellen“.

Bei drahtlosem Verkehr über große Entfernungen beobachtet man, daß die ankommende Empfangsenergie am Tage und in der Nacht nicht dieselbe ist; sie ist durchschnittlich in der Nacht größer als am Tage, zeigt in der Nacht plötzlich starke Schwankungen, welche am Tage nicht auftreten. Daher sind Versuche am Tage geeignet zur Prüfung theoretischer Beziehungen.

Die Versuche wurden über das Meer hinweg ausgeführt und fordern, daß die die Wellen leitende Erdoberfläche große Leitfähigkeit besitzt.

Starke Absorptionserscheinungen lassen sich bei Versuchen über Land nachweisen und es können 15 % der Empfangsstärken durch Absorption verloren gehen.

P. Ludwig (Die Naturwiss. 1914, S. 148—54) berichtet dann über Versuche in der Reichweite bei Tag und Nacht. Aus der Kurve für die Wellenlänge von 7000 m und 5000 m ergibt sich die Konstanz der Lautstärke am Tage (für die längere Welle ist sie durchschnittlich größer). In der Nacht sind aber beide Wellen wegen ihrer Veränderlichkeit nicht zu zeichnen. Besonders interessant ist die Zeit, die zwischen dem Sonnenaufgang (resp. Sonnenuntergang) in Clifden und Glace-Bay, den Beobachtungsstationen, liegt. Bemerkenswert ist ferner das Minimum in der Zeit des Sonnenauf- und -unterganges auf der Sendestation.

Versuche von Stationen des Telefunken-systems ergaben gleichfalls des Nachts eine beträchtliche Intensitätssteigerung.

Man beobachtete auch den Einfluß der Sonnenfinsternis vom 17. April 1912 und konnte eine Zunahme des Einflusses der Sonnenfinsternis mit zunehmender Entfernung zwischen Gebe- und Empfangsstation annehmen.

Erklärungen für die Reichweiteänderung liegen von verschiedenen Forschern vor. Nach Eccles ist in großer Höhe in unserer Atmosphäre eine dauernd ionisierte Schicht, welche Tag und Nacht gleich vorhanden ist. Nicht dauernd ionisiert sind aber die darunter liegenden Schichten der Atmosphäre; sie werden es erst in höheren Teilen bei Sonnenstrahlung. Mit zunehmender Entfernung von der Erde wächst die Konzentration der von der Sonnenstrahlung herrührenden Ionen. Die elektrischen Wellen würden demnach längs der Erdoberfläche entlang laufen. Die großen Unterschiede zwischen den Tag- und Nachtbeobachtungen erklärt er dann durch Annahme einer reflektierenden Oberflächenwirkung der dauernd ionisierten Heaviside-Schicht bei Nacht. Am Tage aber wird diese Wirkung unmöglich gemacht durch die von der Sonnenstrahlung erzeugte Zwischenschicht, durch welche die Wellen nicht bis zur Heaviside-Schicht gelangen können.

Die außergewöhnlichen Reichweiten bei Nacht sind möglich infolge der reflektierenden Wirkung dieser Heaviside-Schicht bei geeigneter Entfernung und Wellenlänge. Mit dieser Hypothese erklärt er fast alle Beobachtungsergebnisse.

Nach Kiebitz wieder nimmt „die Dichte und damit der Brechungsexponent für elektrische Wellen mit der Höhe über dem Erdboden ab“. Ferner ist die Atmosphäre nicht homogen genug geschichtet und infolge von Sonnenstrahlung usw. findet ungleichmäßige Erwärmung statt; es treten Brechungsercheinungen auf, welche analog wirken wie die Schlieren bei den optischen Wellen. Derartige Schlierenbildungen im Strahlengange (Böen, Niederschläge) setzen aber die Reichweiten herab, da sie bei Sonnenlicht und über Land am stärksten auftreten und so werden am Tage geringere Entfernungen überbrückt als bei Nacht und über Land geringere als über Wasser.

Es möge noch erwähnt werden, daß Taylor immer dann große Reichweiten erzielte, wenn sich eine ausgedehnte Wolkendecke über dem überbrückten Gebiet befand. Bl.

**Das Wesen des Donners und Blitzes.** Die wertvollen Dienste zur Aufklärung der Blitzerscheinung leistete die Photographie, die durch stereoskopische, räumliche Aufnahmen auch die scheinbaren Ecken der Blitzbahn als Perspektivwirkung erklärte. Es bestätigten sich die mehr stetigen und von scharfen Knicken freien Funkenbahnen auch bei Blitzen und die unbegründete Ansicht von deren Zickzackform wird verdrängt. Vielmehr erfolgt die Entladung in einer Richtung und nicht oscillatorisch. Der erste der Vorentladung zugehörige Funke verästelt sich wohl ein kleines Stück, indem er in den zu durchschlagenden Raum vordringt, der zweite Funke folgt ihm in kleinem Zeitabstand ( $1/100$  sec etwa später) und dringt schon weiter vor usw., bis schließlich der ganze Raum für die ganz durchgehenden, ebenfalls intermittierenden Schlußentladungen vorbereitet ist.



Zur Erklärung des Donners diene uns die sehr kurze Dauer der Erscheinung und die außerordentlich große Energieanhäufung auf engem Raum.

Diese erzeugt eine starke Abstoßung der gleichnamig elektrischen Luftteilchen; also eine plötzliche Druckerhöhung in der Funkenbahn. Von der Druckerhöhung geht nach allen Seiten aus eine sogen. „Explosionswelle“; denn die Druckschwankungen sind nicht mehr klein gegenüber dem Normaldruck, wie bei der gewöhnlichen „Schallwelle“. Solche Explosionswellen gehen sehr rasch und kräftig vor sich, wie bei gewissen chemischen Umlagerungen; sie pflanzen sich mit viel größeren Geschwindigkeiten fort als die Schallwellen, in welche sie mit der Zeit übergehen, da ihre Intensität rasch abnimmt. Durch sich ablösende zurückbleibende Wellen wächst ihre „Breite“, also die Dauer des Vorüberwanderns der Erscheinung. Solche Vorgänge liefern für den Funken die Beobachtungen mit Schlieren und Interferenzmethoden und deutlich sieht man dabei den plötzlichen Anfangsstoß, eine Verdichtung und darauffolgend eine dauernde Verdünnungswelle und schließlich gelegentlich kleinere aufgesetzte Wellen.

Diese Vorgänge sind nicht ohne weiteres mit gesteigerter Intensität auf den Donner zu übertragen, wie W. Schmidt (die Naturwiss. 1914, S. 1021) ausführt; denn bei dem Donner ist nur selten ein wirklicher Knall, das Erkennungszeichen der Explosionswelle, zu hören.

Durch zwei Apparate stellte man vielmehr Untersuchungen an über die Auflösung der eigentlichen Schallerscheinungen und der längerdauernden Druckschwankungen. Bei einem Gewitter begannen sofort die Aufzeichnungen durch die Apparate, indem der eine die Luftstöße in Schwankungen der Schwärzung eines schnell vorbeiziehenden Papierstreifens durch eine rußende Flamme umsetzte, der andere unter Vergrößerung und mit Zeitskala aufzeichnete diejenigen Verschiebungen eines sehr leicht beweglichen Stempels, welcher ein größeres Luftvolumen (410 Liter) gegen die Außenluft abschloß.

Es zeigten sich nie wirklich regelmäßige Folgen von Wellen gleicher Länge, keine eigentlichen „Töne“, sondern ein Geräusch ähnlich klirrender Fensterscheiben. Die stärkste Unregelmäßigkeit wiesen die kräftigsten Teile des Donners, die Schläge, auf, die geringste der Schluß. Die Schwankungen waren um so häufiger, je größer die Dauer war (der Zeitabstand von einer Verdichtung zur nächsten).

Die überwiegenden, länger dauernden Schwankungen erstreckten sich über ein Gebiet, dessen langsame Wellen unser Ohr nicht mehr wahrnimmt.

Die Dichteschwankungen in diesen Wellen waren viel größer als die beim Schall; es waren in der Regel Druckschwankungen von über  $\frac{1}{100}$  mm Quecksilber.

Der größte Teil der Gesamtenergie des Donners liegt also in solchen langsamen Schwingungen, und wir hören deshalb nur den kleinsten Teil des Donners, sofern sich uns der andere Teil nicht durch das Zittern von Gegenständen, das Klirren von Fensterscheiben u. a. kenntlich macht. Diese Druckschwankungen sind ganz gewaltig in nächster Nähe der Blitzbahn und bewirken größtenteils rein mechanische Zerstörungen.

Solche heftige Wellen treten aber nicht oft auf; zuweilen bilden 3 bis 4 eine nicht regelmäßige Folge in verschiedenen Teilen des Donners. Gleich am Beginn steht die Hauptschwankung als Einzelwelle bei den stärksten Donnern, welche im allgemeinen erst einen kürzeren Weg zurücklegen und deshalb weniger gestört sind. Hier herrscht vollkommene Übereinstimmung mit den „Explosionswellen“.

Von der Blitzbahn weg pflanzt sich also eine Stoßwelle nach allen Richtungen hin fort, von dieser entstehen sich ablösend, vielleicht zum Teil schon bei der Auslösung (die intermittierenden Entladungen erzeugen auch getrennte Wellen in kurzem Abstand), kürzere, auch hörbare Schwingungen. Ihre Breite, Dauer nimmt auf Kosten der Intensität jener stärksten Schwankungen mit der Zeit zu. Ihre Dauer nimmt zu durch Reflexion an Wolken oder Regenwänden; besonders aber an der Grenze verschieden temperierter Luftschichten, durch Windströmungen. Der ursprünglich scharfe Knall wird zu einem Rollen, oder spaltet sich in zwei oder mehrere Schläge. Die kurzen unregelmäßigen Wellen, welche das klirrende Geräusch naher Blitze hervorrufen, verlieren sich allmählich gegenüber den regelmäßigen.

Zur Erzeugung aller dieser Erscheinungen reicht die Energie der elektrischen Entladung allein aus; denn es beträgt die im stärksten Donner angelegte Energie 22 000 Meterkilogramm-gewicht; die eines nicht gerade extremen Blitzes etwa  $10^{10}$  Meterkilogramm-gewicht. Nur ein kleiner Teil der Energie des Blitzes setzt sich in Druckschwankungen und Schall um, das meiste davon aber wird jedenfalls übergeführt in andere Energieformen, wie z. B. Wärme und Licht. Bl.



## INHALT

- |  |   |
|--|---|
| 1. Neue Forschungen über Koppernikus. Von H. Man-<br>kowski . . . . . 201<br>2. Optische Instrumente einst und jetzt. Von Fritz<br>Hansen, Berlin (Mit drei Abbildungen) . . . . . 203<br>3. Physikalische Rundschau. Von Dr. Walter Block . 208 | 4. Kleine Mitteilungen: Der Bau d. Atmosphäre u. dessen<br>Erklärung durch R. Emden — Ein sehr helles Meteor<br>— Tafeln für numerisches Rechnen mit Maschinen . 214<br>5. Bücherschau: Zehnder, Prof. Dr. Ludwig: Der ewige<br>Kreislauf des Weltalls. . . . . 216 |
|--|---|

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

## Neue Forschungen über Koppernikus

Für die wissenschaftliche Tätigkeit des großen Himmelforschers Nikolaus Koppernikus kommt aus naheliegenden Gründen in erster Reihe die alte am Frischen Haffe gelegene Bischofsstadt Frauenburg in Betracht, wo er als Domherr, Arzt und Gelehrter von 1512 bis zu seinem Tode am 24. Mai 1543 lebte und wirkte. Doch auch die Residenzstadt der Fürstbischöfe von Ermland, Heilsberg, und die jüngste preußische Regierungshauptstadt Allenstein müssen hierbei genannt werden.

Die Frage, wo und wann Koppernikus seine astronomischen Studien begonnen habe, wird wohl nie einwandfrei beantwortet werden. Sind doch die Nachrichten über seine Jugend in tiefes Dunkel gehüllt. Man weiß nicht einmal, ob der am 19. Februar 1473 zu Thorn geborene Koppernikus die dortige in gutem Rufe stehende Stadtschule und alsdann die höhere Zwischenschule, das Partikular in Culm, besucht habe. Genaueres erfahren wir erst über ihn, als er im Winter 1491/92 auf drei Jahre hindurch die Jajiellonische Universität zu Krakau bezog, wo seine Schwester Katharina an den Kaufmann Gertner verheiratet war. Hier hatte auch sein Onkel mütterlicherseits, der ermländische Bischof Lukas Watzelrode (1489—1512), seine höheren Studien begonnen.

Man geht kaum fehl, wenn man annimmt, daß Koppernikus mit dem Beginn der akademischen Studien auch mathematische und astronomische Untersuchungen angestellt habe; denn sonst wäre es nicht verständlich, daß sich der 23jährige Jüngling nach seiner Übersiedelung nach Bologna im Herbst 1496 sehr eingehend mit der Astronomie beschäftigte, über welche der berühmte Magister Novara Vorlesungen hielt. „Koppernikus wurde von der Astronomie völlig eingenommen“, heißt es in Berichten aus jener Zeit. In Bologna hatte Koppernikus Kirchenrecht und sicher auch Theologie studiert, und erst 24 Jahre alt, erhielt er von seinem bischöflichen Onkel in Frauenburg eine Domherrnstelle. Doch das einsame Haffstädtchen vermochte den Riesengeist nicht lange zu fesseln. Im Jahre 1500 finden wir ihn in der ewigen Roma, wo er Vorträge über astronomische Fragen hält. Da sich dazu zahlreiche Gelehrte von Ruf und Studenten eingefunden hatten, so müssen diese Ausführungen doch wichtig gewesen sein. Aus Rom ging Koppernikus nach Padua und Ferrara, wo er im 32. Lebensjahre seine Lehr- und Wanderjahre abschloß, nachdem er am 31. Mai 1503 zum Doktor des kanonischen Rechtes promoviert worden war.

Bei seiner Rückkehr aus Italien hätte nun Koppernikus sein Kanonikat in Frauenburg antreten müssen; allein auf Wunsch seines Onkels, des schon genannten Fürstbischofs von Ermland, ging er nach Heilsberg, wo er bis zum Tode desselben als Arzt und Berater blieb. Das Städtchen Heilsberg nimmt nun das Recht in Anspruch, daß Koppernikus in seinen Mauern von 1506 bis



1512 das Hauptwerk seines Lebens „Von der Umwälzung der Himmelskörper“ schriftlich abgefaßt habe. Um dem großen Genius wenigstens eine kleine äußere Anerkennung angedeihen zu lassen, brachte die Stadt auf der neuen Koppernikusbrücke eine Bronzeplakette mit dem Brustbilde des Gefeierten nach dem Wittenberger Holzschnitt von 1543 an; die Inschrift lautet:

Nikolaus Koppernikus

\* 19. Februar 1473 † 24. Mai 1543  
zu Thorn zu Frauenburg

lebte von 1506 bis 1512 auf dem hiesigen Schlosse und schuf in diesen Jahren sein Werk „Über die Umwälzung der Himmelskörper“.

Über das Wörtchen „schuf“ entstand zwischen den Geschichtsforschern eine lebhafte Auseinandersetzung. Heilsberg stützte sich dabei auf das Zeugnis des Koppernikus und seiner Freunde. Koppernikus hatte sein 1543 kurz vor seinem Tode erschienenenes Hauptwerk dem Papste Paul III. gewidmet und geschrieben:

Tidemanus Gisius, Episcopus Culmensis . . . saepe, numero me adhortatus est et convitiis interdum efflagit, ut librum hunc ederem et in lucem tandem prodire sinerem, qui apud me pressus non in nonum annum solum, sed iam in quartum novemium latitasset. (Tiedemann Giese, der Bischof von Culm, hat mich oft gemahnt und bisweilen selbst mit Ungestüm aufgefordert, diese Schrift herauszugeben und endlich an das Tageslicht treten zu lassen, da ich sie nicht neun, sondern viermal neun Jahre lang bei mir zurückgehalten und der Öffentlichkeit entzogen hätte.)

Wird diese eigenhändige Niederschrift wörtlich aufgefaßt, so wäre sie tatsächlich im Jahre 1507 erfolgt, als Koppernikus in Heilsberg weilte. Diese Annahme wird noch als zutreffend durch die Bemerkungen von Gassendi, eines Biographen des Koppernikus, unterstützt. Gassendi behauptet nämlich, daß Koppernikus um 1507 mit seinem System bereits „im reinen“ war. Auch ein anderer Biograph, Beckmann, bemerkt, daß die Mahnungen des Bischofs Giese in die Zeit von 1536 bis 1543 fallen, und in Bd. II, S. 234 der Erml. historischen Zeitschrift steht zu lesen: „Koppernikus fing an, die Grundgedanken seines Werkes zu Lebzeiten seines Oheims, des Bischofs Lukas Watzelrode († 1542) niederzuschreiben.“

In Frauenburg mag dann Koppernikus Änderungen, Zusätze und Verbesserungen vorgenommen haben. Das Werk selbst aber ist wohl tatsächlich in Heilsberg entstanden. In Frauenburg, wohin Koppernikus nach dem Tode seines Onkels ging, hatte er Muße, seine Ideen zu klären und zu befestigen. So konnte er „die Sonne, die ganze Familie kreisender Sterne lenkend, wie in die Mitte des schönen Naturtempels, auf einen königlichen Thron setzen“ und — das alte Ptolomäische Weltensystem stürzen. Inwieweit die in Heilsberg niedergelegten Grundgedanken noch gefestigt worden sind durch die Aufforderung vom Papste, daß sich Koppernikus über die damals vorbereitete Reform des Kalenders gutachtlich äußern möchte, soll hier nicht weiter erörtert werden, ebensowenig die sehr lange Verzögerung der Drucklegung des Werkes.

Alle bisherigen Forschungen darüber sind unbefriedigend gewesen, weil die Bücherei des Koppernikus in den Schwedenkriegen aus Heilsberg nach Schweden verschleppt worden ist. Es steht fest, daß Koppernikus in vielen seiner Bücher handschriftliche Bemerkungen machte. Vielleicht ließen sich



daraus wertvolle Aufschlüsse über die Entstehung seines Lebenswerkes ziehen. Polnische Geschichtsschreiber haben den aus Gnesen, Warschau usw. nach Schweden, besonders Upsala, in den schwedischen Kriegen gebrachten Büchern und Archivalien schon Aufmerksamkeit geschenkt. Planmäßig und umfangreich sind die Erforschungen durch eine von der Akademie der Wissenschaften in Krakau im Jahre 1911 entsandten Kommission in die Wege geleitet. Der Bericht dieser Kommission ist kurz vor dem Ausbruche des großen europäischen Krieges im Jahre 1914 erschienen und lehrreich. In den schwedischen Bibliotheken befinden sich danach über preußische und polnische Geschichte 350 Nummern Handschriften, darunter auch Urschriften von polnischen Königen und Bischöfen. Von K o p p e r n i k u s kannte man bisher 15 Bücher bzw. Urkunden mit handschriftlichen Eintragungen. Durch die neuern Forschungen in Schweden ist diese Zahl um 30 vermehrt. Hoffentlich gelingt es, in ruhigeren Zeiten diese neuen wiedergefundenen Schätze näher zu prüfen und der Wissenschaft wertvolle Dienste zu leisten.

Danzig.

H. M a n k o w s k i.

## Optische Instrumente einst und jetzt

Von Fritz Hansen, Berlin

(Mit drei Abbildungen)

Wie dem Menschen das Gehen zu langsam war und er fahren mußte, fahren mit Vorspann, so will er sich mit dem, was er mühelos sieht, nicht begnügen, er gibt dem Auge Vorspann, und wie er im Betriebe einer großen Poststation den Vorspanndienst schließlich so gut eingerichtet hat, daß für alle Richtungen und Wünsche der Reisenden gesorgt war, so hat er auch für die verschiedenen Wahrnehmungsarten des Auges Vorspann zur Verfügung. Die ersten optischen Vorspanninstrumente dienten natürlich zur Korrektio n der Anomalien und Abnormitäten des Auges, es waren die Brillen.

Wie alt der Gebrauch der Brillen ist, läßt sich mit Sicherheit nicht sagen. P l i n i u s erzählt, daß N e r o , der kurzsichtig war, die Gladiatorenkämpfe durch einen geschliffenen Smaragd verfolgte. Ob dies wirklich die erste Brille war, ist zweifelhaft. Fest steht nur, daß im 14. Jahrhundert n. Chr. schon der Gebrauch der Brillen allgemeiner wurde und daß es im 17. Jahrhundert bereits eine ausgebildete Brillenmacherei gab.

In letzter Zeit ist man bestrebt, Brillengläser zu verwenden, die nicht nur ein scharfes Bild geben, wenn der Blick durch die Mitte des Glases fällt, sondern auch dann, wenn die Randstellen des Glases benutzt werden, wie dies beim Lesen und Arbeiten meist geschieht. Bei den punktuell abbildenden Brillengläsern kann sich das Auge nach allen Richtungen drehen, ohne daß das Bild undeutlich oder verschwommen wird. Die Abbildung 1 veranschaulicht in der oberen Reihe an einer Schriftprobe den mit der Neigung der Blickrichtung zunehmenden Astigmatismus bei Durchsicht durch ein gewöhnliches Glas, während die untere Reihe dieselbe Schriftprobe durch ein Isokrystarglas der gleichen Brechkraft gesehen zeigt. Die Reihen 1, 2 und 3 auf der Abbildung 2 zeigen Aufnahmen von Schriftproben durch ein sphäro-zylindrisches Glas von  $+4 + 7 D$  (zyl.  $+3 D \subset$  sph.  $+4 D$ ), während die 4., 5. und 6. Reihe Aufnahmen derselben Schriftprobe durch ein Punktalglas gleicher Brechkraft veranschaulichen.



In Reihe 1 und 4 erfolgte die Drehung des Auges in der die Zylinder-Axe enthaltenden Ebene, in Reihe 2 und 5 in der senkrecht zur Zylinder-Axe liegenden Ebene und in der 3. und 6. Reihe erfolgte die Drehung in einer 45° gegen die Zylinder-Axe geneigten Ebene.

Die Entstehung eines Brillenglases mit sphärischer Fläche durch Schleifen an einer kugelförmigen Schale ist aus der schematischen Zeichnung (Abb. 3) ersichtlich.



Abb. 1

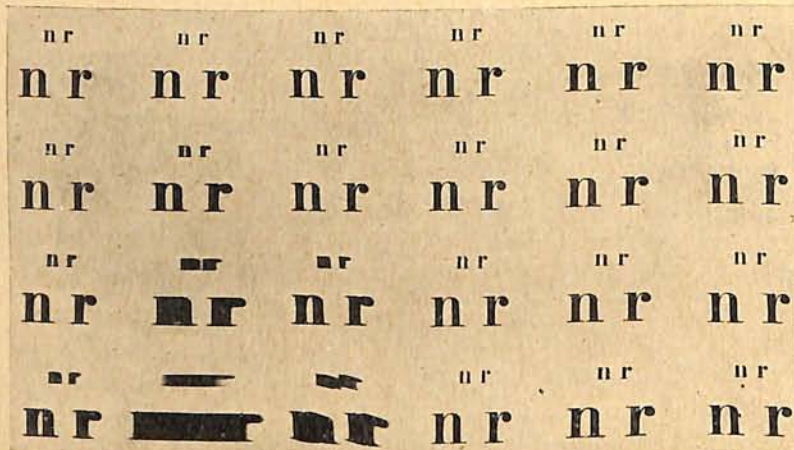


Abb. 2

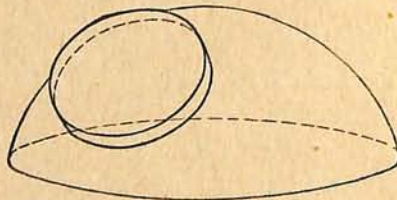


Abb. 3

Dann wird uns von den Kindern eines Middelburger Brillenmachers, Zacharias Jansen, berichtet, daß sie mit Glaslinsen, wie sie ihr Vater herstellte, gespielt hätten. Dabei soll dann eins der Kinder zufällig zwei solche Linsen in gerader Linie etwas entfernt voneinander vors Auge gehalten und nach einem entfernt liegenden Kirchturm ausgeschaut haben. Da es den Turm plötzlich viel größer und deutlicher erblickte, soll es den Vater auf die Sache



aufmerksam gemacht haben, der dann das Experiment mit verschiedenen Abänderungen wiederholt habe und schließlich durch verständige Ausnutzung des Beobachteten zur Konstruktion des ersten Fernglases gekommen sei.

Andere Quellen berichten anders darüber, aber Einstimmigkeit scheint darin zu herrschen, daß das erste Fernrohr in Holland entstand. Freilich hat auch der große Pisaner Galilei selbständig Fernrohre gefertigt, doch steht fest, daß er die Anregung dazu erst aus der Tatsache, daß in Holland solche Instrumente gemacht waren, erhalten hat.

Sei dem wie ihm wolle, ob holländische, ob italienische Entdeckung, die erste wissenschaftliche Darlegung der Wirkungsweise des Fernrohres war dem Deutschen Johann Kepler vorbehalten. Er zeigte, welche Funktion die dem betrachteten Objekt zugewandte Linse, das Objektiv, habe und wie das dem Auge zugekehrte Glas, das Okular, beschaffen sein muß. Echt mathematisch faßte er das Problem des Fernrohres allgemein.

Hatte das holländische oder Galileische Fernrohr eine Konkavlinse zum Okular, eine Linse, die in der Mitte dünner war als am Rande, so nahm Kepler eine Konvexlinse zum Okular, eine Linse, die in der Mitte dicker war als am Rande. Dadurch erreichte er eine Vergrößerung des Gesichtsfeldes des Fernrohres und noch manche andere Vorteile. Allerdings standen die Bilder dieser Fernrohrkonstruktionen auf dem Kopf, da aber Kepler das Fernrohr in erster Linie zu astronomischen Beobachtungen brauchte, hatte dieses Kopfstehen wenig auf sich, denn im Weltenraum gibt es kein oben oder unten. Aber Kepler gab auch an, daß man durch Verwendung einer weiteren Linse das kopfstehende Bild seines sogenannten astronomischen Fernrohres mit Leichtigkeit aufrichten könne, was dann auch in der danach allgemein gebräuchlich gewordenen Konstruktion des sogenannten terrestrischen Fernrohres durch Rheita geschah.

Diese drei Fernrohrkonstruktionen, die holländische, die astronomische und die terrestrische, wollte man nun immer leistungsfähiger gestalten, aber plötzlich mußte man bemerken, daß diese Leistungsfähigkeit auch Grenzen habe. Man machte nämlich die traurige Erfahrung, daß bei großen Linsen alle Gegenstände einen breiten Saum in den Regenbogenfarben aufwiesen. Bei den kleineren Abmessungen der Linsen hatte man diesen Saum weniger beachtet, er wirkte da nicht sehr störend, aber bei Verwendung großer Linsen verwirrte er das ganze Bild und machte es unscharf und praktisch unbrauchbar. Woran das lag, hatte der Engländer Sir Isaak Newton gelehrt, aber infolge eines unglücklichen Zufalls glaubte Newton auch behaupten zu müssen, daß sich diese störende Erscheinung bei Glaslinsen überhaupt nicht beheben lassen würde. Sein Wort hatte Gewicht genug, um alle, die Bedarf an leistungsfähigen Fernrohren hatten, in erster Linie damals die Astronomen, zu veranlassen, sich von den Linsenfernrohren abzuwenden und fast ausschließlich Spiegelteleskope, die diese Störung nicht zeigten, zu verwenden.

Indessen, man lernte auch, die Linsenbilder von ihrem Farbensaum zu befreien. — Die Legende erzählt, daß es zuerst einem englischen Edelmann aus der Grafschaft Essex, namens Chester More Hale, im ersten Viertel des 18. Jahrhunderts gelungen sei, durch Kombination zweier Linsen die Farbränderfreiheit, die Achromasie optischer Linsenbilder, herzustellen. Er behielt aber sein Geheimnis für sich, und um jede Entdeckung unmöglich zu machen, ließ er die einzelnen Bestandteile seiner Linsenkombinationen nach seinen Maß-



angaben anfertigen und zwar bei verschiedenen Glasschleifern. Gerade dadurch aber wurde der bedeutendste und geschickteste damalige Fernrohrfabrikant, Dollond, auf die Spur dieses Geheimnisses gebracht. Dollond gab seine Aufträge denselben Arbeitern wie Hale und es fiel ihm bei den Besuchen in den Werkstätten auf, daß die verschiedenen Werkstätten Linsen schliffen, die gewisse Maßverhältnisse miteinander gemeinsam hatten — die auch, wie seine Nachforschungen ergaben, für denselben Besteller bestimmt waren. Dollond verschaffte sich nun ebenfalls solche Gläser, verglich und probierte mit ihnen und fand schließlich, daß der Farbenrand der optischen Bilder durch Kombination solcher Gläser beseitigt werden konnte. Nun fertigte auch Dollond achromatische Fernrohre und seine Fabrikate erlangten Weltruf.

Von den Farbenrändern waren die von optischen Linsen entworfenen Bilder nun zwar geheilt, es war aber immer nur noch die persönliche Erfahrung und Geschicklichkeit einiger weniger, die eine solche Heilung herbeiführen konnten. Näheres über das Wieso und Warum war noch nicht bekannt.

Einem Deutschen wiederum war es vorbehalten, aus diesem Stadium blinden Probierens herauszuhelfen und für alle Zeiten den Grund zu legen zu einer echt wissenschaftlichen Behandlung nicht nur der Frage der Achromasie, sondern überhaupt der Frage der Eigenschaften der Glassorten, aus denen optische Instrumente aller Art hergestellt werden. Joseph Fraunhofer, ein Glaser-  
sohn aus Straubing, war dem Kurfürsten Maximilian I. Joseph, späteren König von Bayern, durch einen Zufall aufgefallen. Im Jahre 1799 stürzte nämlich in München ein Haus ein und begrub den damals zwölfjährigen Fraunhofer unter sich. Max Joseph beaufsichtigte selber die Aufräumungsarbeiten und es gelang, den jungen Fraunhofer unversehrt aus den Trümmern hervorzuziehen. Der Kurfürst erkundigte sich nach dem Knaben, erfuhr, daß er bei einem Spiegelmacher und Glasschleifer in der Lehre sei und schenkte ihm 18 Dukaten. Für dieses Geld beschaffte sich Fraunhofer eine Glasschleifmaschine, auf der er in seinen Freistunden auf eigene Hand Gläser schliff. Durch Max Joseph bekannt geworden und durch seine Geschichte und saubere Arbeit empfohlen, verdiente der junge Fraunhofer bald soviel, daß er sich von seinem Lehrherrn für den Rest der Lehrzeit loskaufen konnte und nun begann für ihn ein Leben emsiger Arbeit an sich selbst und seiner Kunst. Trotz aller entgegenstehenden Schwierigkeiten wußte Fraunhofer die großen Lücken in seiner Bildung auszufüllen und was noch mehr war, er wußte das Gelernte und Erkannte auch sofort zum Nutzen der Optik anzuwenden. Seine Tatkraft und sein Können trugen ihm viele Ehrungen ein. Er wurde Mitglied der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften und erhielt überdies den Adel.

Für die deutsche optische Wissenschaft und Technik starb er viel zu früh in noch jungen Jahren. Fraunhofer nahm die von Newton begonnene, aber infolge eines Irrtums als aussichtslos liegen gelassene, Arbeit auf. Er studierte zuerst die Unterschiede im Verhalten der optischen Gläser verschiedener Zusammensetzung, fand neue exaktere Methoden der Erschmelzung dieser Gläser und war der Erste, der durch systematische Abänderung der Zusammensetzung der Glasflüsse den Zusammenhang zwischen chemischer Struktur und optischen Eigenschaften zu studieren suchte.

Erst über zwei Menschenalter später nahmen Dr. Schott und Professor Abbe in Jena die Arbeiten Fraunhofers wieder auf und erzielten auch wirklich die Erfolge, die Fraunhofer schon deutlich vorgeahnt hatte.



Fraunhofer ist in der Tat der Vater der modernen wissenschaftlichen Optik. Auf seinen Erfolgen wie auf seinen Anregungen und theoretischen Darlegungen fußen seither alle Fernrohrkonstrukteure wie Steinheil, Gauß, Abbe, Hartung, von Höegh und viele der Engländer und Amerikaner. Nicht nur, daß Fraunhofer gezeigt hatte, wie man sicher das Fernrohrbild von seinen Farbrändern heilt, er wies noch fast alle anderen von seinen Nachfolgern eingeschlagenen Wege zur Verbesserung der sonstigen Untugenden eines Fernrohrbildes an. Noch heute gilt der Fraunhofersche große Refraktor der Dorpater Sternwarte als eins der vollkommensten astronomischen Beobachtungs- und Meßinstrumente, das je gebaut worden ist.

Auf Fraunhofers Arbeiten wurde also weiter gebaut. Gelehrte von Weltruf wie Gauß und Steinheil nahmen sich des Fernrohres an, indem sie mathematisch seine Eigenschaften untersuchten, die Wege ermittelten, auf denen die verschiedenen Unzuträglichkeiten und sogenannten Abbildungsfehler zu vermeiden seien, und diese theoretischen Untersuchungen gaben dann den optischen Werkstätten, die sich zahlreich gebildet hatten, reiche Beschäftigung. Sie schufen für die verschiedensten Zwecke besondere Fernrohrtypen, immer aber fußend auf Kepler und Fraunhofer. Mit der besseren Ausbildung des Kepler-Rheita-schen terrestrischen Fernrohres machte sich die große Länge der leistungsfähigen Typen unangenehm bemerkbar. Ihr abzuhelpfen, das Instrument gedrungener und damit handlicher auszubilden, griff man auf eine ältere Idee des Italieners Porro zurück. Porro wollte die Aufrechterhaltung des Bildes dem terrestrischen Fernrohr statt durch Zwischenschaltung einer Linsenkombination durch mehrfache Reflexion an total reflektierenden Prismen erreichen, ohne jedoch anscheinend zu praktischen Konstruktionen zu kommen. Dies wurde nun von der aufstrebenden und leistungsfähigen deutschen Industrie versucht und es fertigen nunmehr verschiedene namhafte deutsche optische Anstalten Prismenfernrohre an.

Außer der größeren Handlichkeit des so geschaffenen, optisch theoretisch nur ein einfaches Kepler-Fernrohr darstellenden Instruments wurde es auch ermöglicht, Doppelfernrohre von großem Gesichtsfeld und größerer Lichtstärke zu bauen. Ferner war man nun nicht mehr an einen dem Augenabstand gleichen Objektivabstand gebunden wie bei den Galileischen Doppelfernrohren, sondern man konnte ihn unabhängig von dem Abstand der Okulare beliebig vergrößern und so auch für fernere Gegenstände eine starke Reliefwirkung und Körperlichkeit des Bildes erzielen, die beim Entfernungsschätzen sehr gut zustatten kam. Ferner gestattet die hohe Ausbildung der Fernrohrindustrie auch im kleinen das zu tun, was im großen der Astronom mit seinem Fernrohr macht, nämlich zu messen und zu zielen. Denn messen und zielen muß der Astronom, der den Ort eines Sternes bestimmen will, messen und zielen muß aber auch der Kanonier, der die feindlichen Truppen treffen, der Jäger, der das Wild erlegen will. Im Kriege und auf der Jagd war es früher nur möglich und nötig, sich auf das Auge ohne Vorspann zu stützen. Bei den jetzt weittragenden Feuerwaffen reicht das unbewehrte Auge nicht mehr aus. Nun war es das optische Problem, die optische Achse des Zielfernrohres so zur Achse der Feuerwaffe zu fixieren, daß das im Fernrohr eingestellte Ziel auch von dem Geschos richtig erreicht wurde. Der Optiker und Mechaniker mußte Ballistik treiben. Bei unserer Artillerie aber kam noch eines in Betracht, der Zielende sollte möglichst in Deckung bleiben.



Da half nun die Anwendung des Prismenprinzips und nun werden Zielfernrohre gebaut, mit denen man „um die Ecke“ sehen kann.

Die durch Fraunhofer auf allen Gebieten der Optik angebahnte Erkenntnis kam natürlich auch der zweiten großen optischen Vorspanngruppe zugunsten, den Mikroskopen. Auch die Erfindung des Mikroskops führt die Sage auf den schon erwähnten Zacharias Jansen aus Middelburg zurück. Die ersten Apparate waren freilich mehr Kuriositäten als ernste Forschungsinstrumente. Man kannte sie vielfach unter dem Namen Mücken- oder Flohgläser. Von ihnen erzählt man viele lustige Dinge. So fanden die Bauern im Nachlaß des seinerzeit hochberühmten Naturkundigen Scheiner, der auf einer Reise in Tirol starb, ein merkwürdiges Glas. Als aber einer hineinsah, fuhr er erschrocken zurück. Er hatte eine so große und fürchterlich aussehende Gestalt erblickt, daß er fest überzeugt war, den Teufel gesehen zu haben. Schon erhob sich großer Aufruhr und Scheiner galt als bössartiger Hexenmeister, der den Teufel in das Glas gebannt mit sich geführt hätte. Die Geistlichkeit wollte Scheiner das ehrliche Begräbnis versagen, da öffnete ein Beherrzter das Glas, und der vermeintliche Teufel entpuppte sich als ein harmloser Floh. (Schluß folgt)

## Physikalische Rundschau

Von Dr. Walter Block

### Die Härtemessung von Röntgenstrahlen

Bei der praktischen Anwendung der Röntgenstrahlen unterscheidet man sowohl für photographische Zwecke, zur Aufnahme von Körperteilen, als auch zu Bestrahlung zwecks Heilwirkungen, zwischen harten und weichen Röntgenstrahlen. Jene sind stark durchdringende Strahlen, die auch dickere Knoenschichten leicht durchsetzen und demnach von ihnen keine brauchbaren Photographien geben, diese sind nur wenig durchdringende, die auch schon von Fleischteilen leicht absorbiert werden. Wie sie erzeugt werden, sei, als für das folgende belanglos, nicht erörtert. Man kann jedenfalls, die notwendigen Hilfsmittel vorausgesetzt, beliebige Arten von Strahlen erzeugen. Man sieht aber, daß es notwendig ist, einen Maßstab für die Härte der Strahlung zu erhalten, um ohne mühsame Vorversuche und ohne Schädigung des Patienten die Art der von den einzelnen Röhren ausgesandten Strahlungen beurteilen und im voraus ihre photographische oder therapeutische Wirkung richtig einschätzen zu können. Das ist um so wichtiger, als jede Röntgenröhre im Betrieb auch unter sonst gleichen Umständen den Charakter ihrer Strahlung allmählich merklich ändert, und zwar in der Weise, daß sie härter wird.

Es ist demnach klar, daß eine Härteskala praktisch von großer Bedeutung ist. Es kommt nicht auf eine sehr genaue, sehr fein meßbare Härte der Röhren an, sondern es genügt, daß man sie in einer gewissen angenäherten Weise erkennen kann. Es gibt heute eine ganze Anzahl solcher Härtemesser, die nach den verschiedensten Grundsätzen gebaut sind, aber alle auf ganz willkürlichen Härte-Einheiten beruhen, sodaß ihre Angaben z. T. recht unzuverlässig, zum mindesten aber gar nicht miteinander vergleichbar sind. Es tritt dann eben der Fall ein, daß bei einer Vorschrift, sei es zu einer Bestrahlung oder zu einer Auf-



nahme, die eine Härteangabe enthält, nur der Arzt nach der Vorschrift verfahren kann, der einen gleichen Härtemesser besitzt; tatsächlich sind aber etwa ein Dutzend ganz verschiedener in Gebrauch.

Eine der einfachsten Methoden zur angenäherten Härtemessung ist die, daß man parallel zur Röntgenröhre eine Funkenstrecke schaltet. Je härter eine Röhre ist, desto größer ist ihr Widerstand gegen den Stromdurchgang; und sobald der Strom statt durch die Röhre zu gehen, die Luftstrecke zwischen den beiden Elektroden der Funkenstrecke durchschlägt, weiß man, daß die betreffende Röhre eine bestimmte Härte hat. Die Methode ist indessen nur mit großer Vorsicht zu gebrauchen.

Die gebräuchlichsten Härtemesser, so z. B. die von Benoist oder Walter, benutzen zur Messung des Durchdringungsvermögens die Strahlen selbst. So werden z. B. in ein dickes für die Strahlen undurchdringliches Bleiblech Löcher gebohrt, und diese wieder durch dünne Platinfolien in abgestufter Dicke verschlossen. Dahinter ist ein Leuchtschirm angebracht. Je nach der Härte der Strahlung durchdringen die Strahlen eine dickere oder dünnere Schicht der Platinfolien und bringen dahinter den Leuchtschirm zum Aufleuchten. So gelangt man zu einer empirischen Härteskala.

Eine dritte Gruppe von Meßgeräten benutzt die Eigenschaft der Röntgenstrahlung, die Luftschicht, die sie durchsetzen, leitend zu machen, zu ionisieren. Es wird dabei die Stärke der Ionisierung nach einfachen Methoden gemessen.

Das wichtigste bei allen den verschiedenen Methoden ist jedenfalls, daß sie nach willkürlichen Einheiten die Härte zu messen gestatten, grundsätzlich ganz verschiedene Meßmethoden und ganz verschiedene Eigenschaften der Strahlung verwenden, so daß die Angaben der verschiedenen Härtemesser sich nicht immer brauchbar miteinander vergleichen lassen. Es ist deswegen wohl verständlich, wenn das Bestreben dahin geht, eine Einheitshärteskala aufzustellen, an die die verschiedenen im praktischen Gebrauch befindlichen Skalen angeschlossen werden können.

Eine Möglichkeit dazu scheinen die neuen Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlung zu bieten. Diese, (vgl. z. B. Weltall 1913, S. 325, 1914, S. 153 und 1915, S. 144) haben uns gelehrt, daß die Röntgenstrahlung eine Wellenstrahlung ist, grundsätzlich der gleichen Art wie das gewöhnliche Licht oder die elektrischen Wellen. Das charakteristische für jede dieser Strahlungen ist dann ihre Wellenlänge. Nun nehmen wir einmal folgenden Vergleich zu Hilfe: Ein roter Lichtstrahl durchdringt eine rote Scheibe, so wird von ihm dabei nur sehr wenig absorbiert werden, fällt er durch eine gelbe, so wird die Absorption merklich größer, bis er in der Komplementärfarbe, im blaugrünen, vollständig absorbiert wird. Mit anderen Worten, dieser Lichtstrahl hat für die verschiedenen Gläser, durch die wir ihn fallen ließen, verschiedenes Durchdringungsvermögen, verschiedene Härte. So gelangen wir zu einer Definition der Härte der Lichtstrahlen. Ähnlich liegt nun der Fall bei den Röntgenstrahlen. Wir wissen von ihnen, daß ihr Durchdringungsvermögen um so größer wird, je kürzer ihre Wellenlänge ist, sie sind um so härter, je kleiner ihre Wellenlänge wird. Damit haben wir unmittelbar eine absolute Härteskala für Röntgenstrahlen.

Aber dabei entstehen leider noch merkliche Schwierigkeiten. Keine Lichtquelle, so wissen wir, sendet einfarbiges Licht, Licht von nur einer Wellenlänge aus, wenn wir nicht besondere Vorkehrungen dazu treffen. Und genau so ist es



mit der Strahlung einer Röntgenröhre. Aus einer Unzahl bereits vorliegender Aufnahmen der „Röntgenspektren“ wie sie die verschiedensten Antikathoden in Röntgenröhren aussenden, wissen wir genau, daß die Strahlungen alles andere als „einfarbig“ sind, im Gegenteil, sie sind meistens ebenso kompliziert zusammengesetzt wie das Licht, das man gewöhnlich als weißes Licht bezeichnet. Die meisten Lichtquellen haben ja eine bestimmte Eigenfarbe, man denke an das grünliche Licht des Gasglühlichtbrenners, das rote einer Kerze, usw., das bedeutet aber nur, daß in den Spektren dieser Lichtquellen bestimmte Bezirke besonders deutlich und hell hervortreten. Leider, und das ist sehr wichtig, sind die Grenzen dieser Bezirke nur sehr mangelhaft angebar. Und genau so ist es der Fall bei einer Röntgenröhre. Auch sie sendet ein ähnliches Spektrum, auch mit ausgewählten besonders hervortretenden Bezirken aus, aber auch diese sind nicht eng umgrenzt. Es ist das aber immerhin ein Weg, der es vielleicht ermöglicht, zu einer Härteskala zu gelangen, und damit eine der gebräuchlichen Skalen zu bestimmen. Von einer solchen Skala ausgehend, lassen sich dann wohl andere neu festlegen, so daß damit eine größere Einheitlichkeit geschaffen wird.

### **Radioelemente und periodisches System**

Es dürfte bekannt sein, daß die chemischen Elemente sich nach ihren Eigenschaften ausnahmslos in ein festes System einordnen lassen, das man nach seinem Entdecker als das Mendelejew'sche periodische System der chemischen Elemente bezeichnet. Es wird als ein periodisches bezeichnet, weil gewisse Eigenschaften der Elemente, wie Atomgewichte, chemisches Verhalten und einzelne physikalische Besonderheiten in gewissen periodischen Abständen immer wiederkehren, so daß mehrfach mit Erfolg der Versuch gemacht ist, das ganze System in Form einer wellenähnlichen Linie oder einer Spirale graphisch darzustellen.

Es handelt sich bei diesem System nicht nur um eine zufällige Anordnung, die keinen tieferen Sinn hat, sondern es ist sicher, daß sie genauer mit dem Aufbau der Stoffe zusammenhängt; ist es doch möglich gewesen, an einzelnen Stellen des periodischen Systems Lücken, die noch unausgefüllt waren, so zu füllen, daß man sagen konnte, daß die noch unbekannt an jene Stellen gehörigen Elemente ganz bestimmte Eigenschaften haben müßten. Und es ist dann auch gelungen, diese Stoffe aufzufinden. Zurzeit sind indessen immer noch Lücken vorhanden.

Dieses periodische System gewann ganz besonders an Interesse, als die verschiedenen Radiostoffe entdeckt wurden. Es bestand kein Zweifel, daß man sie als Elemente, wie die übrigen ansehen mußte, wenn sie sich auch gewaltig von den bisher bekannten unterschieden. Die Hauptunterscheidungsmerkmale sind ja die, daß sie dauernd Strahlen aussenden und unter dem Einfluß dieser Strahlen allmählich zerfallen, sodaß in bestimmter Zeit nichts mehr von ihnen vorhanden ist, endlich, daß zum Schluß der Umwandlung Stoffe übrig bleiben, die wir als bekannte, nicht strahlende und beständige Elemente ansehen müssen. Nun galt es etwa 35 neue Elemente neu einzuordnen, und sofort zeigte ein Blick, daß das unmöglich war, wenn man das bisherige Verfahren einschlug. Das Hauptmerkmal für eine solche Einordnung war das Atomgewicht, und die der neuen Elemente lagen z. T. so nahe beieinander, daß sie daran nicht mehr mit Sicherheit unterscheidbar waren. Es fehlte überdies an jenen Stellen die notwendige Anzahl Lücken, um jede freie Stelle mit nur einem der neuen Elemente besetzen



zu können. Ein Einsetzen von mehreren an die gleiche Stelle hätte den Eindruck erweckt, als ob es sich um tatsächlich gleiche, nicht unterscheidbare Stoffe handelte.

Nun muß man eines bedenken. Wenn der Chemiker mit seinen üblichen Verfahren an die Aufgabe herantritt, die verschiedenen Radiostoffe voneinander zu trennen und sie zu unterscheiden, so versagen diese Verfahren vollständig. Sie sind gewissermaßen zu grob; trotzdem aber ist es ja gelungen, die einzelnen Stoffe mit Sicherheit zu unterscheiden, indem man nicht chemisch vorging, sondern physikalisch und die verschiedenen von ihnen ausgesandten Strahlen beobachtete. Man konnte nach solchen Verfahren wohl die Stoffe nicht rein darstellen, — das hätte ja auch keinen Sinn gehabt, da sie der Reihe nach sich immer neu auseinander bilden — wohl aber konnte man angeben, welche einzelnen Stoffe und in welchen Mengenverhältnissen diese in radioaktiven Körpern vorhanden waren.

Wenn man nun das berücksichtigt, so bestehen keine Bedenken, eine größere Anzahl solcher Radioelemente chemisch als gleichartig, wohl aber physikalisch als verschiedenartig anzusehen. Das periodische System berücksichtigt ja nun im wesentlichen nur die chemischen Eigenschaften der Stoffe; es wird ihm also kein Zwang angetan, wenn man solche chemisch einheitlichen Stoffe in größerer Anzahl an die gleiche Stelle des Systems einfügt. So ist das System merklich erweitert worden. Man nahm bisher an, daß für die Einordnung der Stoffe das Atomgewicht das maßgebende sei. Jetzt sah man ein, daß auch Stoffe deutlich verschiedenen Atomgewichts chemisch nicht unterscheidbar sind und daß mehrere solche Stoffe an der gleichen Stelle im periodischen System stehen können. Man pflegt solche gemeinsam an einer Stelle des Systems stehende Elemente als eine Plejade zu bezeichnen, und erfuhr, daß in einer solchen die Elemente wohl chemisch als gleich anzusehen sind, sich aber im Atomgewicht bis zu etwa 8 Einheiten unterscheiden können. Andererseits aber auch können chemisch ganz verschiedenartige Elemente, die nach den bisherigen Methoden wohl unterscheidbar sind, genau gleiches Atomgewicht besitzen. In dieser Weise hat also das periodische System durch die Radiostoffe eine bemerkenswerte Erweiterung erfahren und gänzlich neue Erkenntnisse geliefert.

Die weitere Forschung beschäftigt sich nun etwa mit folgenden Fragen: Es ist ja bekannt, daß alle diese Elemente Umwandlung genau bestimmter Art durchmachen, und damit nach der Umwandlung an neue Stellen des Systems rücken. Welche Zusammenhänge bestehen dabei und welche Gesetzmäßigkeiten walten dabei? Insbesondere kann damit die Frage in Angriff genommen werden, wie Umwandlungen, die noch nicht genau bekannt sind, mit Rücksicht auf das periodische System und bereits bekannte Umwandlungen erklärt werden können. Weiter läßt sich untersuchen, welche Zusammenhänge zwischen den einzelnen Gliedern einer Plejade vorhanden sind, usw.

Von ganz besonderem Interesse sind aber die Übertragungen der so gefundenen Ergebnisse auf die anderen als nicht strahlend bekannten Elemente. Wir wissen bereits, daß Kalium und Rubidium auch Strahlen aussenden, daß also eine Radioaktivität nicht eine alleinige Eigenschaft der sogenannten Radiostoffe ist. Die bevorzugte Stellung, die sie im periodischen System einnehmen, ist im wesentlichen darauf zurückzuführen, daß sie ein hohes Atomgewicht haben. Man kann deswegen wohl annehmen, daß auch andere Elemente mit hohem Atomgewicht Umwandlungen unterliegen, wenn wir vielleicht auch wegen der Langsamkeit der Umwandlung es mit den radioaktiven Me-



thoden nicht nachweisen können. Es ist klar, daß kurzlebige Elemente seltener vorkommen werden, als langlebige. Und es ist eine auffallende Tatsache, daß die Elemente mit niedrigem Atomgewicht ganz unverhältnismäßig häufiger vorkommen als die mit hohem. Anscheinend sind also wirklich die leichten Stoffe die langlebigeren. Es ist also nicht ausgeschlossen, daß hierbei noch weitergehende Zusammenhänge vorhanden sind, die dazu führen, daß man immer mehr zu der Erkenntnis kommt, daß die Radioaktivität kein besonderes Merkmal einer einzelnen Klasse von Stoffen ist.

Es ist nun interessant, daß in einem ganz anderen Fall sich feststellen ließ, daß die bisherige Auffassung des elementaren Charakters eines Stoffes tatsächlich nicht immer haltbar ist, und daß etwas ähnliches wie die Erscheinung der Plejaden bei den Radiostoffen, auch bei anderen, im vorliegenden Fall sogar bei einem der chemisch ganz indifferenten Edelgase, dem Neon, nachzuweisen war. Bei Versuchen an Entladungsröhren, die mit Neon gefüllt waren, konnte J. J. Thomson nachweisen, daß dieses Gas anscheinend nicht ein völlig einheitlicher Stoff ist, wie bisher angenommen ist, und Aston gelang es im Anschluß daran durch Diffusionsmethoden des Neon in zwei Gase zu trennen, die chemisch als gleich anzusehen waren, aber im Atomgewicht sich merklich unterschieden. Sie werden als Neon und Metaneon bezeichnet. Ihre Atomgewichte unterscheiden sich um 2 Einheiten, genau wie bei benachbarten Gliedern der radioaktiven Plejaden.

Auch für Blei ist ja durch Atomgewichtsbestimmungen von Richards und Lambert klar nachgewiesen worden, daß Blei verschiedenen Ursprungs merklich verschiedenes Atomgewicht besitzt, ohne daß es möglich ist, es chemisch oder spektroskopisch zu unterscheiden. Die Endglieder der drei Radioreihen sollen ja alle zu Gliedern einer Bleiplejade führen. Es ist anzunehmen, daß die Atomgewichte dieser Bleiarten zwischen 206 und 208 liegen müssen. Die genaueren Angaben darüber sind dadurch erschwert, daß man über das Atomgewicht des Aktiniums, dessen Reihe wohl als eine Seitenreihe der eigentlichen Radiumreihe angesehen werden muß, noch sehr wenig weiß. Es ist jedenfalls höchst interessant, daß jene beiden für Radioblei ein Atomgewicht von 206,60 mit einer Unsicherheit von nur 0,03 Einheiten fanden, während man für das gewöhnliche Blei ein Atomgewicht von 207,15 mit einer Unsicherheit von 0,01 annimmt. Ein Thoriumblei gab als Atomgewicht 206,83 mit einer Unsicherheit von 0,02 Einheiten.

Die weitere Verwertung aller solcher Untersuchungen kann jedenfalls noch zu sehr weittragenden Erkenntnissen über den Bau der ganzen Materie führen. Die bisherigen bedeutsamen Ergebnisse lassen jedenfalls schon erkennen, wie wertvoll alle Untersuchungen über die radioaktiven Stoffe auch für die anderen nicht aktiven Stoffe, wie wir sie bisher bezeichnet haben, sind.

### **Dezimales und duodezimales Zählen und Messen**

Seitdem England daran denkt, sein altes duodezimales Maß- und Gewichtssystem zu gunsten des metrischen aufzugeben, ist eine Überlegung über die Vorteile beider Systeme recht nützlich. Es ist klar, daß die ältere mathematische Operation das Zählen ist, danach kommt erst das Messen. Und es ist ebenso klar, daß jene sich beim Arbeiten an die zehn Finger hielt, und daß damit die Anzahl von Einheiten, die wir als Zehn bezeichnen, die Grundzahl unseres Zahlen-



systems wurde. So haben viele Sprachen auch nur Zahlworte bis zehn und bilden die höheren Zahlworte durch Zusammensetzung (im lateinischen z. B.). Es ist immerhin charakteristisch, daß es auch Sprachen gibt, welche noch für die Zahlen 11 und 12 besondere Bezeichnungen haben, die deutsche z. B., und die dann erst die höheren Zahlen durch Zusammensetzung bezeichnen. Eine fortschreitende Kulturentwicklung führte dann zur Schaffung von Maßeinheiten verschiedenster Art, die ja nicht nur in ihren ganzen Einheiten, sondern auch in ihren Vielfachen und Unterteilungen Verwendung fanden. Dabei ist es nun auffallend, daß die Entwicklung fast stets von dem alten System des Zählens abgegangen ist. Beim Zählen faßte man 10 Einheiten zu einer Gruppe zusammen, die man als neue Einheit mit dem Worte „zehn“ bezeichnet, wiederum 10 dieser Einheiten bildeten eine neue Einheit, Hundert, usw. Anders bei den Maßen, zwölf Linien bildeten einen Zoll, zwölf Zoll einen Fuß; allerdings ist hierbei die Entwicklung nicht ganz folgerichtig vorgegangen. Es trat häufig nicht die reine Zahl 12 in Erscheinung, sondern Teile von ihr, 3, 6, auch andere; die Art der Winkelmessung ist ja ein Beispiel dafür.

So entstanden zwei Systeme nebeneinander, das dezimale Zahlensystem, und das allgemein als duodezimales bezeichnetes Maßsystem. Wie können wir uns nun die Gründe für dieses eigenartige Nebeneinander klar machen? Auf die Gründe für das dezimale Zahlensystem ist schon hingewiesen; es gewinnt den Anschein, als ob für die einfachen Zähloperationen es recht belanglos ist, welches System man benutzt; man findet aber auch hier sogar bei den sogenannten „Zählmaßen“ duodezimale Überbleibsel, wie das Dutzend (12 Stück) des Schock (60 Stück) und das Gros (12×12 Stück). Für die eigentlichen Maße gilt aber stets das Bestreben, günstige Unterteilungen zu erhalten. Wenn man das Einheitsmaß in zwei, drei, vier usw. gleiche Teile teilt, will man eine ganze Anzahl der nächst kleineren Einheit erhalten. Das sieht man nun sofort, daß bei dem dezimalen System diese Teilung nur durch 2 und 5 möglich ist. Diese letzte Teilung ist schon sehr nebensächlich, und die wichtige Teilungsmöglichkeit durch 4 fehlt, oder die Möglichkeit einer nochmaligen Halbierung der Hälfte; desgleichen die durch 3. Es ist das wohl mit ein Grund, weshalb sich das in unserem dezimalen Münzsystem enthaltene, aber nicht hereingehörende  $\frac{100}{4} = 25$  Pfennigstück, so wenig einbürgern will. Auch die in unserm dezimalen Gewichtssystem enthaltenen 125 g- und 250 g-Stücke sind Durchbrechungen des Systems. Ihre Einführung und Zulassung in den letzten Jahren rechtfertigt sich nur dadurch, daß es sich um Einzelstücke handelt, die im Gegensatz zu den 25 Pfennigstücken stets allein, nicht in Verbindung mit andern Stücken gebraucht werden, und eine im Kleinhandel gebrauchte nahezu selbständige Gewichtseinheit darstellen. Die im dezimalen System unmögliche Teilung der Einheit durch 4 (es ergibt sich eben kein ganzes Vielfaches der nächst kleineren Einheit, sondern das 2,5 fache) erklärt das obige.

Anders steht es nun mit dem sogenannten duodezimalen System. Es hat die Teilungsmöglichkeiten von 2, 3, 4, 6, also ganz wesentlich mehr wie das dezimale, wobei besonders auf die Möglichkeit der 3- und 4-Teilung hingewiesen sei. An sich ist also ein duodezimales System dem dezimalen weit überlegen; daran ändern auch alle Bemühungen der Vertreter des metrischen Systems nicht, zu denen Verf. sich allerdings auch bekennt. Aber es gibt nun einmal nichts Vollkommenes auf der Welt, und da müssen wir uns also abfinden, daß man



neben dem einfachen Messen auch mit den gefundenen Maßzahlen rechnen muß, und zwar in dem nun einmal vorhandenen dezimalen Zahlensystem, dessen Abschaffung auch der weitgehendste Idealist für unmöglich halten wird; und in diesem System bereitet leider das Rechnen mit duodezimalen Maßen nicht unerhebliche Schwierigkeiten, 3 m + 3 cm + 3 mm sind einfach 3,033 m oder 3033 mm, aber 3 Fuß + 3 Zoll + 3 Linien sind 3,42083... Fuß, oder 461 Linien, Zahlen, die die einfachen Beziehungen nicht erraten lassen. Und das ist gerade der Umstand, der heute jedes duodezimale Maßsystem bei dem nun einmal vorliegenden dezimalen Zahlensystem so unglaublich schwerfällig macht, und mit einer gewissen Notwendigkeit zur Einführung eines dezimalen Maßsystems drängt, trotz dessen unleugbarer Mängel. Daß daneben das englische System noch einige andere Merkwürdigkeiten aufweist, sei nebenher erwähnt.

Ein idealer Zustand wäre ein duodezimales Zahlen- und Maßsystem. Das erste ist durchaus nicht komplizierter, es bedürfte allerdings gegenüber dem heutigen, abgesehen von den sprachlichen Änderungen der Einführung zweier neuer Zahlzeichen. Die ersten größeren runden Zahlen im neuen System würden dann in den üblichen Zahlen geschrieben, 12 und 144 sein, was etwa dem heutigen 10 und 100 entsprechen würde. Vorstellbar ist diese z. B. durch 12 Punkte in 12 Reihen, ist also genau wie 100 ebenfalls eine „runde“ Zahl. Bei einiger Überlegung sieht man leicht, daß dann auch jene obigen komplizierten duodezimalen Beziehungen sich ganz einfach schreiben lassen, dann sind jene 3 Fuß + 3 Zoll + 3 Linien duodezimal 3,33 Fuß oder 333 Linien, und jene tatsächliche Unsinnigkeit, daß die Summe jene drei Maße durch eine irrationale Zahl, einen nie endenden Dezimalbruch dargestellt wird, sich also scheinbar nur mit einer gewissen Annäherung angeben läßt, wird mit einem Schlage beseitigt.

### Kleine Mitteilungen

**Der Bau der Atmosphäre und dessen Erklärung durch R. Emden.** Die unbemannten, mit selbstregistrierenden Instrumenten ausgerüsteten Pilotballons haben uns Höhen (bis 30 km und darüber) zugänglich gemacht und Daten geliefert, welche unsere Vorstellungen vom Bau der Atmosphäre ganz änderten.

Wir wissen jetzt, daß die Grenze zwischen der „Troposphäre“ und der „Stratosphäre“ mit der Jahreszeit wechselt, indem sie im Sommer steigt und im Winter fällt. Sie liegt höher über Antizyklonen als über Zyklonen (nach A. Schmauß wird sie häufig von großen Wellen durchzogen) und lagert durchschnittlich über Mitteleuropa in 11 km Höhe; in der äquatorialen Zone über 15 km hoch.

Vertikale Strömungen herrschen besonders zur Tageszeit in der „Troposphäre“, in welcher in aufsteigenden Strömungen sich der Wasserdampf kondensiert, sich Wolken bilden, Regen und Schnee zu verzeichnen ist.

In der „Stratosphäre“ fehlen vertikale Strömungen ganz oder sind sehr schwach. Es erfolgt hier keine Wolken- und Niederschlagsbildung, sondern nur die sehr seltenen „leuchtenden“ Wolken treten auf.

Temperaturinversionen werden zwar in der Troposphäre nicht selten vorkommen; aber die Temperaturabnahme mit wachsender Höhe ist die Regel.

Dagegen ist ein langsames Wachsen der Temperatur mit zunehmender Höhe in der Stratosphäre zu beobachten und die Grenze zwischen Tropo- und Stratosphäre ist gekennzeichnet durch ein Temperaturminimum.

Über die Möglichkeit des Bestehenbleibens dieses Minimums, ohne sich durch Wärmezufuß von oben oder unten her auszugleichen, gibt nun R. Emden die richtige Lösung, wie M. P. Rudzki in den Naturwiss. (1914, S. 549—50) berichtet. Dazu nimmt jener gewisse Formeln von K. Schwarzschild zu Hilfe, welche sich auf die Strahlungsvorgänge beziehen. Emden



geht von einem idealen, sehr einfachen Fall aus. Er nimmt stationären Druck und Temperatur an; sie hängen nur von der Höhe über dem Meeresspiegel ab. Der Wechsel der Jahreszeiten, von Tag und Nacht fällt weg. Vertikal von oben herab kommt ein stetiger, ununterbrochener Strom strahlender Sonnenwärme; ihm entgegen von unten herauf ein ebensolcher der Erdwärme, welchen die Luft teils durchläßt, teils absorbiert und wieder ausstrahlt. Die Ausstrahlung und die Absorption halten sich aber überall das Gleichgewicht; denn die Temperaturen sollen stationär sein.

Die Hypothese Emdens von der „grauen“ Strahlung bedeutet, daß Sonnen- wie Erdstrahlen, abgesehen von ihrer Wellenlänge, von der Luft gleich absorbiert und ausgestrahlt werden.

Die Atmosphäre befindet sich somit in einem isothermen Zustand. In allen Höhen muß die Luft wie die Erdoberfläche gleiche Temperatur haben, nämlich  $-19^{\circ}\text{C}$ , welche ein „vollkommen schwarzer“ Körper besitzt, der ebensoviel Wärme ausstrahlt wie die Erde. Dieser mechanisch stabile Zustand kommt natürlich unter wirklichen Zuständen nicht vor.

Nun nimmt Emden statt der „grauen“ Strahlung eine „farbige“ Strahlung an; derart, daß die Luft Strahlen verschiedener Wellenlänge verschieden absorbiert und ausstrahlt. Er denkt sich die gesamte Sonnen- und Erdstrahlung zusammengesetzt aus Strahlen je einer einzigen, aber anderen Wellenlänge, wobei die Wellenlänge der Sonnenstrahlen kleiner ist als diejenige der Erdstrahlen und der Absorptionskoeffizient dieser 23 mal so groß ist als derjenige der Sonnenstrahlen. Die Absorption setzt er proportional dem Wasserdampfgehalt der Luft und stellt eine Formel auf für den Absorptionskoeffizienten aus einer empirischen Formel von T. Hann für den Wasserdampfgehalt der Luft.

Die neuen Ausdrücke für die Absorptionskoeffizienten setzt Emden in die erweiterten Formeln von Schwarzschild ein. Unter Berücksichtigung der Bedingung der Gleichheit zwischen den absorbierten und ausgestrahlten Wärmemengen ersetzt er diese durch Temperaturen unter Anwendung des Gesetzes von Stefan. Er erhält dann  $+15,8^{\circ}\text{C}$  für die Erdoberfläche und für die Atmosphäre eine mit zunehmender Höhe erst abnehmende, dann von etwa 11 km Höhe zunehmende Temperatur, welche sich dem Wert  $-19^{\circ}\text{C}$  asymptotisch nähert. In 11 km Höhe ist das Minimum  $-54^{\circ}$  bis  $-59,3^{\circ}\text{C}$  (man beobachtete schon  $-80^{\circ}\text{C}$ ).

Dieses Temperatugesetz ergibt sich aus der Bedingung des Strahlungsgleichgewichts; nach derjenigen des mechanischen Gleichgewichts wäre es folgendermaßen:

Beträgt die Temperaturabnahme mit zunehmender Höhe  $0,98^{\circ}\text{C}$  pro 100 m, so ist die Luft im indifferenten Gleichgewicht, das mechanische Gleichgewicht ist stabil bei geringerer, labil bei größerer Abnahme. Hier ist das Gleichgewicht ohne Zweifel stabil; denn Emden nimmt oberhalb 11 km Abnahme der Temperatur mit zunehmender Höhe an, unterhalb 11 km (von 11 km bis 3130 m) zwar ebenfalls Abnahme mit zunehmender Höhe; aber sie ist für den Zustand eines indifferenten Gleichgewichtes zu gering. Größer als im Zustande indifferenten Gleichgewichtes ist die Temperaturabnahme nur unterhalb 3130 m. Das Gleichgewicht ist also labil und jede geringe Störung ruft sofort vertikale Strömungen hervor.

Das Modell von Emden ist somit ähnlich der irdischen Atmosphäre; die Stratosphäre ist die Schicht oberhalb 11 km und die Troposphäre diejenige unterhalb 11 km. Vertikale Strömungen scheinen nur in dem unteren Teil der Troposphäre (Schicht zwischen der Erdoberfläche und dem Niveau in 3130 m Höhe) aufzutreten, während die vertikale Zirkulation in der freien Atmosphäre bis an die Grenze der Stratosphäre herrscht. Aber Emden ging von statischer Grundlage aus; er wäre bei Berücksichtigung der vertikalen Strömungen im unteren Teil der Troposphäre und bei dynamischen Methoden zu einem anderen Wert gekommen für die Höhe, bis zu welcher diese Strömungen reichen.

Das wichtige Ergebnis der Theorie Emdens ist jedoch, daß die Strahlungsvorgänge den entscheidenden Einfluß auf die Temperaturverhältnisse ausüben, daß durch verschiedene Absorption der kurzwelligen Sonnenstrahlen und der langwelligen Erdstrahlen das Temperaturminimum an der Grenze zwischen Tropo- und Stratosphäre entsteht. Bl.

**Ein sehr helles Meteor.** Als ich am Abend des 14. Juli vom Balkon meiner Wohnung aus Veränderliche Sterne beobachtete, sah ich um 10 h 45 m 30 s ein sehr helles Meteor am Himmel entlang ziehen. Die Luft war nach einem am Nachmittag genannten Tages gefallenen Gewitterregen recht klar und bot das Meteor einen schönen Anblick. Groß und von goldgelber Farbe tauchte es in der Gegend von *S cassiopejæ* auf und zog in schnellem Fluge südlich des Polarsterns in Richtung auf das Sternbild des Großen Bären hin. Ein ungefähr 3 Sekunden währendes Nachleuchten konnte beobachtet werden. Das Ende der Flugbahn konnte ich nicht feststellen, da das Meteor hinter einem, die Aussicht verdeckenden Hause verschwand.

Spandau, den 15. Juli 1915.

Pichelsdorferstraße 9.

Hauptmann G. von Stempell.



**Tafeln für numerisches Rechnen mit Maschinen** hat Professor O. Lohse, der leider zu früh verstorbene, bekannte Potsdamer Astrophysiker im Jahre 1909 im Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig erscheinen lassen, besonders um schwierige Divisionen zu erleichtern und der Rechenmaschine ein größeres Verwendungsgebiet bei wissenschaftlichen Rechnungen zu eröffnen. Wir geben auf Wunsch hier ein Inhaltsverzeichnis der wertvollen Tafeln wieder: Die Reziproken der Zahlen. — Die trigonometrischen Funktionen für jedes Hundertstel des Grades. — Tafel der Quadrate 1-1000. — Tafel zur Berechnung von Quadratwurzeln. — Goniometrie. — Auflösung der ebenen Dreiecke. — Auflösung der sphärischen Dreiecke. — Differentialformeln. — Verwandlung von Stunden und Minuten in Dezimalteile des Tages. — Verwandlung von Stunden, Minuten und Sekunden in Grade. — Verwandlung von Bogenminuten und -Sekunden in Teile des Grades. — Normal-Wellenlängen von 115 Spektral-Linien des Eisens und einiger anderer Elemente. —

Bei der Ausführung dieser Tafeln hatte Professor Lohse sich der Unterstützung des Herrn Dr. Neugebauer vom Kgl. Astronomischen Recheninstitut zu erfreuen. Wir führen hier noch einige Gesichtspunkte an, die den Verfasser bei der Durchführung der Idee geleitet haben. „Bisher beschränkte man sich bei Verwendung der Rechenmaschinen, die auf dem Prinzip der fortgesetzten Addition beruhen, zumeist auf Multiplikation (die Division ist umständlicher, selbst wenn sie in der Weise ausgeführt wird, daß man den Divisor solange multipliziert, bis der Divident an der Maschine erscheint) und vermied auch die Maschine, wenn trigonometrische Funktionen mit in Betracht kamen, da eine geeignete Tafel in den verbreiteten logarithmischen Handbüchern meist nicht zu finden war. Um dem abzuhelfen, enthält das Buch die reziproken Werte der Zahlen von 1 bis 5 000 und die numerischen Werte aller Winkelfunktionen mit fünf Dezimalstellen für jedes Hundertstel des Grades. Die Tafel für die trigonometrischen Funktionen ist so eingerichtet, daß sie nicht nur Sinus, Tangente, Cotangente und Cosinus, sondern alle sechs Winkelfunktionen, von denen je zwei reziprok sind, enthält.“ Die im Anhang befindliche Sammlung von Formeln und Hilfstafeln wird in vielen Zweigen der wissenschaftlichen Disziplin und der Technik von Nutzen sein. Die Berechnung einer Quadratwurzel mit Hilfe der Tafel vollzieht sich noch wesentlich schneller als bei Anwendung von Logarithmen oder bei Benutzung einer Quadrattafel.

F. S. A.

## Bücherschau

**Zehnder**, Prof. Dr. Ludwig. Der ewige Kreislauf des Weltalls. X, 408 S., 8°. Mit 214 Textabbildungen und einer Tafel. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn 1914. Preis geb. M 10,50.

Im vorliegenden Buche hat der Verfasser die Entstehung aller großen und kleinen Weltkörper auf eine nebelartige chaotische Masse zurückzuführen versucht und hierbei gleichzeitig die Bedingungen untersucht, die für die Entstehung von meteoritischen Gebilden aller Art in Betracht kommen. Zehnder hält die Annahme für irrig, daß sämtliche Sonnen einem beständigen Abkühlungsvorgang unterworfen sind. Unter gewissen Bedingungen sei es ihnen im Gegenteil möglich, heißer zu werden und so allmählich stärker zu strahlen.

Von den Weltanschauungen hat der Verfasser nur solche berücksichtigt, welche mechanische, physikalische und chemische Grundlagen haben, wobei er die Endlichkeit der Materie und die Existenz des Weltäthers für wahrscheinlich hält. Bei der Verbreitung des Lebens im Weltall legt Zehnder dem Strahlungsdruck nicht die große Bedeutung bei, die Arrhenius für ihn in Anspruch nimmt. Das Buch ist aus Vorlesungen über physikalische Weltanschauung an der Technischen Hochschule zu Berlin-Charlottenburg hervorgegangen. Da es für Studierende aller Fakultäten bestimmt ist, wurde von der Aufstellung mathematischer Formeln Abstand genommen.

Die klare Sprache des Verfassers und vorzügliche Abbildungen machen das Buch auch für den Liebhaber der Astronomie wertvoll.

F. S. Archenhold.



## INHALT

- |   |  |
|---|--|
| <p>1. Die Grundlagen der naturwissenschaftlichen Messungs- und Rechenkunst. Von Dr. Walter Block (Mit 2 Abbildungen). . . . . 217</p> <p>2. Telegraphie in Bergwerken und Auffindung von Erzen und Kohlelagern. Von Dr. Bruno Thieme . . . . . 222</p> <p>3. Orts- und Richtungsbestimmung für Luftfahrzeuge und Seeschiffe mittels drahtloser Telegraphie. Von Dr. Bruno Thieme (Mit 2 Abbildungen). . . . . 224</p> | <p>4. Optische Instrumente einst und jetzt. Von Fritz Hansen, Berlin (Schluß). . . . . 226</p> <p>5. Kleine Mitteilungen: Der meteorologische Landesdienst der Schweiz und deren Wasserwirtschaft. — Temperaturgang und Oderhochwasser. — Über künstliche Beeinflussung des Klimas. — Wird das Jahr 1916 viele Gewitter bringen? — Der internationale Breitendienst im Kriegsjahre . . . . . 228</p> |
|---|--|

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

## Die Grundlagen der naturwissenschaftlichen Messungs- und Rechenkunst

Von Dr. Walter Block

Der Grundpfeiler jeder naturwissenschaftlichen Erkenntnis ist die Beobachtung der Vorgänge in der Natur und die Wiederholung oder das Hervorrufen bekannter oder neuer Vorgänge durch einen planmäßigen Versuch. Alles das kann auf zwei Arten erfolgen, quantitativer Art, indem man nur die Erscheinungen an sich feststellt, und qualitativer Art, indem man die Vorgänge messend verfolgt. Für die sogenannten exakten Naturwissenschaften, Physik, Chemie, Astronomie usw., haben nun alle Gesetze, die ja einen bestimmten Kreis von Erscheinungen zusammenfassen, einen mathematischen Charakter, d. h. die einzelnen darin vorkommenden Größen treten zahlenmäßig in Erscheinung; und um sie überhaupt so anwenden und in die Gesetze einbeziehen zu können, müssen wir sie zahlenmäßig festlegen, sie messen. So ist die Messung einer der wichtigsten Vorgänge jener Wissenschaften, und desgleichen die mit jeder Messung notwendige rechnerische Bearbeitung der Messungsergebnisse, die erst zu ihrem Anschluß an das bereits vorhandene Wissensgebiet führt. Jede Messung ist eine direkte oder indirekte Vergleichung mit einem Normalmaß oder mehreren, deren Arten uns im folgenden nicht beschäftigen sollen. Die Kunst, eine Messung richtig und mit dem geringsten Aufwand an Arbeit auszuführen, muß jeder praktisch arbeitende Naturwissenschaftler beherrschen, aber auch der Theoretiker muß mit ihr vertraut sein, um die Zuverlässigkeit der experimentellen Grundlagen, die er seinen Spekulationen zugrunde legt, beurteilen zu können. Eine theoretische Forschung, die sich nicht auf Beobachtungen und Messungen stützen kann, ist fruchtlos und für die Wissenschaft vergeblich.

Beginnen wir mit einem einfachen Beispiel. Wir haben einen Normalmaßstab mit Millimeterteilung, und legen an ihn einen anderen Maßstab, dessen Länge wir messen wollen. Wir legen die Nullstriche genau zusammen und stellen fest, an welche Stelle des Normals der Endstrich des zu messenden Stabes liegt. Im allgemeinen wird er ja nicht genau mit einem Strich des Normals zusammenfallen, sondern zwischen zwei Strichen liegen, sagen wir zwischen 1000 mm und 1001 mm. Liegt er näher an 1000, sagen wir, der Meßstab ist 1000 mm lang, andernfalls 1001, wissen aber sicher, es stimmt nicht ganz. Bei einer guten Messung wird man stets schätzungsweise die Lage des Striches zwischen denen des Normals, wie im vorliegenden Fall, zahlenmäßig bestimmen, beispielsweise, wie es in der Abb. 1 angedeutet ist, wo oben die Striche eines Normals gezeichnet sind, unten die eines andern Maßstabs. Bei I wird man ablesen, daß der Strich bei 0,4 des Intervalls liegt, indem man schätzt, daß er um 4 Zehntel des Intervalls 1—2 vom Strich 1 entfernt liegt. Ebenso wird man bei II 0,1 ablesen, und bei III 0,2.



Dieser Vorgang ist Regel bei allen feineren Messungen, und im vorliegenden Fall bestimmt man, abgesehen von sonstigen Umständen, die Länge des Stabes nicht nur auf ganze Millimeter, der Teilung des Normals entsprechend, sondern genauer auf Zehntel Millimeter.

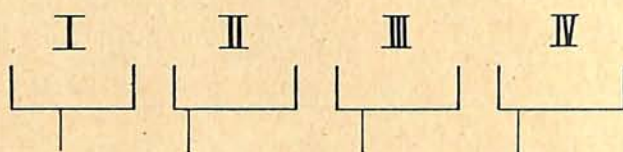


Abb. 1

Dabei tritt nun gleich eine eigenartige Erscheinung ein. Dieses Zehntel-Skalenteile-Schätzen machen gute Beobachter bei einiger Sorgfalt ganz sicher, d. h. zwei verschiedene Beobachter schätzen stets genau gleich. Bei ungeübten dagegen und bei flüchtigem Hinsehen, wie es vielfach ohne weiteres zulässig ist, wenn es nicht auf die äußerste Genauigkeit ankommt, wird leicht systematisch falsch abgelesen. Man kann sich vorstellen, daß bei tausenden solcher Schätzungen alle Zehntel-Schätzungen gleichmäßig oft vorkommen, z. B. bei den regelmäßigen meteorologischen Thermometerablesungen oder wenn ein Astronom mit einer Sekundenuhr den Augenblick des Durchlaufens eines Gestirns durch den Mikrometerfaden in Zehntel-Sekunden schätzt; es handelt sich ja dabei um reine Zufälligkeiten und da zeigt sich nun, daß manche Zehntel-Schätzung anscheinend recht unsicher erfolgt. Wie z. B. die richtige Schätzung 0,4, sie wird von dem einen Beobachter stattdessen häufiger 0,3, von einem anderen 0,5 geschätzt. Es ist das eine psychologische Eigentümlichkeit, die statistisch vielfach nachgewiesen ist. So werden gerade die Intervallbruchteile 0,4 und 0,6 leicht um eine Einheit falsch geschätzt, recht sicher dagegen 0,1, 0,5, 0,9. Einem guten Beobachter werden bei einiger Sorgfalt solche kleinen Fehler nicht unterlaufen, die auch meistens bedeutungslos sind, ja er kann sogar in seinen Schätzungen noch weiter gehen, und nicht nur Zehntel, sondern auch noch Hundertel des Intervalls mit einiger Sicherheit schätzen, das bedarf allerdings schon einer sehr großen Übung, und auch die Schätzungen der besten Beobachter stimmen dabei leicht nur auf einige Hundertel genau überein. Ein Beispiel dafür gibt die Nr. IV der Abb. 1, wobei man das Intervall zu 0,15 schätzen wird.

Fahren wir nun in jenem Beispiel fort: Wir wiederholen die Messung zu verschiedenen Zeiten, und finden nicht immer die gleichen Werte; das liegt einmal daran, daß wir die Nullstriche nicht genau zur Deckung gebracht haben und daß die Temperaturen beider Stäbe sich geändert hatten, und damit wegen ihrer Ausdehnung ihre Länge. Wir mögen z. B. in einem grob übertriebenen Beispiel (I) folgende zehn Einzelwerte erhalten haben:

I		II		III	
1000,3	— 1,3	1000,1	— 1,5	1002,4	+ 0,8
3,1	+ 1,5	0,3	— 1,3	1,2	— 0,4
2,5	+ 0,9	0,8	— 0,8	0,8	— 0,8
0,8	— 0,8	1,1	— 0,5	0,1	— 1,5
1,7	+ 0,1	1,2	— 0,4	0,3	— 1,3
2,4	+ 0,8	1,7	+ 0,1	1,1	— 0,5
0,1	— 1,5	2,4	+ 0,8	1,7	+ 0,1
1,1	— 0,5	2,5	+ 0,9	2,5	+ 0,9
2,9	+ 1,3	2,9	+ 1,3	2,9	+ 1,3
1,2	— 0,4	3,1	+ 1,5	3,1	+ 1,5
1001,61	+ 0,91	1001,6		1001,6	



Welches ist nun der wahre Wert? Es ist klar, daß es, da alle Einzelmessungen an sich gleichwertig sein mögen, nur der Mittelwert sein kann, also 1001,6 oder genauer berechnet 1001,61. Was lehrt uns dieser Wert nun? In der zweiten Spalte sind die Unterschiede dieses Mittels von den Einzelwerten berechnet worden, d. h. die Abweichungen der Einzelmessungen vom Mittel. Sie zeigen, daß diese bis zu 1,5 gehen. Mit anderen Worten, eine einzelne Messung könnte uns im vorliegenden Fall das Ergebnis nur auf etwa 1,5 genau liefern. Es ist also sogar auch möglich, daß zwei Messungen sich um 3,0 unterscheiden. Das Mittel dieser Abweichungen gibt nun 0,91, und bedeutet, daß im Durchschnitt eine Einzelmessung nur um 0,9 vom wahren Wert abweichen wird. Der Mittelwert, den wir erhalten haben, wird natürlich nicht um so viel von dem wahren Wert abweichen, sondern wird ihm näher liegen. Man kann auch die Zuverlässigkeit von ihm berechnen, doch soll darauf nicht genauer eingegangen werden.

Ein charakteristisches Merkmal jener Zahlenfolge ist es noch, daß die Verteilung der Abweichungen vom Mittelwert ganz unregelmäßig erfolgt ist, es wechseln große und kleine Abweichungen, positive und negative regellos ab. Das ist das Zeichen dafür, daß man es wirklich nur mit zufälligen Abweichungen zu tun hat, die durch Beobachtungsunsicherheit zu erklären sind, die sich in der benutzten Meßanordnung nicht vermeiden lassen. Nehmen wir an, wir haben jeden Tag eine Beobachtung angestellt und der Reihe nach jene Werte bekommen, so ist gegen diese Folge nichts zu sagen. Wir können daraus nur Schlüsse über die Zuverlässigkeit der Meßmethode an sich ziehen. Wäre diese Reihenfolge aber anders ausgefallen, etwa so, wie sie in der gleichen Tabelle unter II oder III angegeben ist, so kann man sofort sehen, daß da das Charakteristikum der Unregelmäßigkeit der Abweichung nicht vorhanden ist, sondern daß in ihnen deutlich ein „Gang“ vorhanden ist; das deutet darauf hin, daß hier noch bestimmte andere Einflüsse systematischer Art vorhanden sind, die festgestellt werden müssen. Nebenher könnte man schließen, daß die Messungen genauer sind als bei der Methode der Reihe I.

Die Behandlung aller zufälligen Beobachtungsfehler erfolgt mathematisch nach ganz bestimmten Regeln, die auf Überlegungen der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik aufgebaut sind. Man faßt sie unter dem Namen der Ausgleichsrechnung zusammen. Wie schon gesagt, ist die Bedingung dafür, daß man diese Rechnungsverfahren anwenden kann, dadurch gegeben, daß es sich wirklich nur um zufällige Fehler handelt, nicht um systematische (nehmen wir z. B. den einfachen Fall an, daß wir die Masse eines Körpers durch Wägung finden wollen, und das Normalgewicht verändere im Laufe der einzelnen Beobachtungsreihen seine Masse, etwa durch Feuchtigkeitsaufnahme). Sie gibt indessen auch Regeln an, um festzustellen, ob noch gewisse unauffällige systematische Fehler vorhanden sein können. Neben dieser Regel behandelt aber die Ausgleichsrechnung noch einen anderen nicht minder wichtigen Fall, den wir an einem Beispiel erläutern wollen.

Es handele sich darum, die Temperatúrausdehnung des Wassers genau zu bestimmen. Man wird das doch so machen, daß man den Raum mißt, der eine bestimmte Wassermenge bei verschiedenen Temperaturen einnimmt. Als Ergebnis solcher Messungen hat man dann eine Anzahl Temperaturen, und zugehörige Wasservolumina, die man tabellarisch oder besser graphisch zusammenstellt, z. B. in einer Form, wie bei Abb. 2 schematisch angedeutet. Die durch Kreuze bezeichneten Stellen seien die zu bestimmten Temperaturen gehörigen Wasser-



volumina. Es ist klar, daß diese Beobachtungsergebnisse ebenfalls durch zufällige Beobachtungsfehler verfälscht sind, die man hier ohne weiteres nicht so einfach ermitteln kann, wie in dem früher besprochenen Fall. Man weiß aber auch, daß die Ausdehnung ganz gleichmäßig verläuft, in einer Weise, daß man sie durch eine verhältnismäßig einfache mathematische Formel oder zeichnerisch

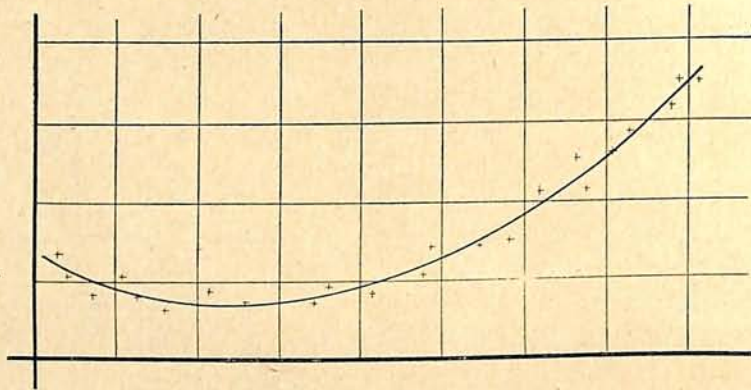


Abb. 2

durch eine einfache Kurve ohne Knicke und Unregelmäßigkeiten darstellen kann. Diese Aufgabe löst in solchen Fällen das Rechnungsverfahren, das man als die Methode der kleinsten Quadrate bezeichnet, das dauernd bei der Behandlung feiner Messungen jeder Art Anwendung findet. Es gestattet uns die Form der gesuchten Kurve nach mathematischen Regeln zu ermitteln, das Ergebnis von den zufälligen Beobachtungsfehlern befreit rein darzustellen. Man kann in der schematischen Zeichnung sehen, wie die tatsächlichen Beobachtungsunsicherheiten unregelmäßig zu beiden Seiten der Kurve in verschiedenen Abständen liegen. Die Kurve stellt dann den wahrscheinlichsten Wert der Wasserausdehnung dar, wie er aus den Beobachtungen abgeleitet werden kann.

Gehen wir nunmehr noch auf einige Einzelheiten, die weniger bekannt sind, ein. Bei fast allen Beobachtungen folgen Zahlrechnungen, und dabei kann man, abgesehen von den gewöhnlichen Rechenfehlern, auch noch manche andere Fehler begehen. Einer der beliebtesten ist der, daß mit einem viel zu großen oder viel zu kleinen Aufwand an Genauigkeit gerechnet wird. Nehmen wir den Fall, wir bestimmten den Raumgehalt eines Würfels durch Ausmessen seiner Kanten, und wir haben für sie 3,1 mm, 4,2 mm und 5,3 mm gefunden. Sein Raumgehalt wäre demnach bei völligem Ausmultiplizieren 69,006 cmm. Eine solche Zahlenangabe wäre physikalisch ein Unsinn. Man überlege! Die eine Kante soll 3,1 mm lang sein, das bedeutet doch, daß sie durch Messung so gefunden und auf 0,1 mm richtig ist. Da aber die Messung nur auf 0,1 mm ausgeführt ist, könnte die Kante ebenso gut in Wahrheit z. B. 3,15 mm lang sein. Wir sind aber bei unserer Messung gar nicht in der Lage gewesen, genauer als auf 0,1 mm zu messen. Wir können also jede Kante auf einige Hundertstel Millimeter falsch gemessen haben. Nehmen wir nun einmal an, das wäre uns nun bei einer, oder bei allen drei gleichmäßig passiert, was ja möglich ist, und die tatsächlichen Kantenlängen wären 3,15, 4,20 und 5,30, oder sogar 3,15, 4,25 und 5,35 mm. In diesen beiden Fällen wäre der Inhalt des Würfels 70,1190 oder 71,623125 cmm, also merklich anders wie oben. Es ist Grundregel bei allen physikalischen Zahlenangaben, und auch selbstverständlich, daß man nur soviel angibt, wie man wirklich verbürgen



kann, d. h. daß die letzte Stelle ungefähr richtig ist. Wird 3,1 angegeben, so bedeutet das, daß auf etwa 0,1 mm genau gemessen wurde, daß also der wahre Wert etwa zwischen 3,05 und 3,15 liegen wird, ebenso für die beiden anderen Werte. Dann lehrt weiter eine einfache Überlegung, daß es unsinnig ist, den Raumgehalt auf 3 oder sogar 6 Stellen anzugeben, weil, wie man sieht, mit Rücksicht auf die Meßgenauigkeit schon die erste Stelle hinter dem Komma vollständig unsicher ist. Es genügt also die Angabe, daß der Würfel einen Raumgehalt von 69 cmm hat. Andererseits wäre es aber auch eine Unterschätzung der Genauigkeit, wenn man sagen wollte, daß er 60 cmm wäre. Eher wäre schon die Angabe 70 cmm zulässig. Von derartigen kritiklosen Zahlenangaben kann man unglaubliche Beispiele erleben. So wurde bei der Einführung des metrischen Systems z. B. die Beziehung des alten preußischen Fußmaßes zu dem Meter bestimmt, und es ergab sich also daraus, daß ein Fuß einer bestimmten Anzahl Millimeter gleich war. Viele Verfasser hielten es dann für nötig anzugeben, daß man zur Verwandlung von Fußmaßen in metrische jene mit einer bestimmten leicht berechenbaren Zahl multiplizieren müsse, die der eine in einem recht weit verbreiteten Buch bis auf 15 Dezimalstellen angab! Nun überlege man, daß das Fußmaß auf etwa 0,01 mm genau überhaupt nur festgelegt ist, d. h., da es rund 300 m lang ist, auf etwa  $\frac{1}{30000}$  seines Wertes. Daraus folgt, daß jene Verhältniszahl auch nur auf  $\frac{1}{30000}$  etwa einen Sinn hat, d. h. auf etwa 3 Einheiten der 5. Dezimalstelle, d. h. jene Zahl ist um etwa 10 Dezimalstellen zu lang angegeben! Die 5. Dezimalstelle ist bereits unsicher, und 10 weitere folgen noch! Und jemand, der mit dieser Zahl kritiklos die Umrechnung vornimmt, macht sich eine dreifache Arbeit ganz vergeblich. Ähnliche Beispiele könne man zu Dutzenden anführen.

Endlich noch einige Worte über die Begriffe einer genauen Messung. Man spricht viel von der ungeheuer genauen Mikrowage von Ramsay und anderen, die noch Stoffmengen von Milliontel Milligrammen abzuwägen gestattet. Ist denn das eine genaue Wage? Keineswegs, es ist nur eine äußerst empfindliche Wage. Was heißt denn genaue Messung? Das ist doch eine Messung, in der ich eine Größe auf einen geringen Bruchteil von ihr selbst bestimme. Wenn ich ein Gewichtstück gewogen habe und angeben kann, daß es 1000,000 g wiegt, und daß dieser Wert um höchstens 0,0005 g unrichtig ist, d. h. wenn ich so den Wert des Gewichtstückes auf  $\frac{1}{1000000}$  seines Wertes genau bestimmt habe, so kann ich sagen, daß ich eine sehr genaue Wägung ausgeführt habe. Wäge ich aber auf einer der Mikrowagen eine Stoffmenge ab, die, sagen wir, 0,0000015 mg beträgt, so habe ich sie nur auf etwa  $\frac{1}{15}$  ihres Wertes bestimmt, es ist also tatsächlich keine sehr genaue Wägung. Wohl aber habe ich in diesem Fall mit einer äußerst empfindlichen Wage gearbeitet, die sicherlich viel empfindlicher war als jene, die vielleicht noch 0,1 mg angab, während diese 0,0000001 mg liefert, also 1000000 mal empfindlicher war. Als Genauigkeit einer Messung bezeichnet man nur, wie schon oben gesagt, das Verhältnis der Unsicherheit der gemessenen Größe zu ihr selbst. Man kann aber den Begriff der Empfindlichkeit nur auf die Meßgeräte selbst anwenden. Ein empfindliches Meßgerät ist nicht immer sehr genau und umgekehrt. Eine Wage kann, wie bekannt, sehr empfindlich sein, sodaß es keine Schwierigkeiten macht, zwei Kilogrammstücke mit einer Genauigkeit von 1 mg miteinander zu vergleichen, aber wenn das Normalkilogramm nur auf 1 g etwa sicher bekannt ist, nützt auch die empfindlichste Wage nichts, und man erhält doch nur eine Genauigkeit von  $\frac{1}{1000}$ . Das menschliche Auge ist ein sehr empfindliches Organ für Lichteindrücke, aber für Messungen von Lichtstärken recht



ungeeignet, da es nicht genau arbeitet, da es durch mancherlei physiologische Einflüsse, z. B. Ermüdung, merklich gestört wird. Um genaue Messungen zu machen, braucht man z. T. empfindliche Meßgeräte, aber das umgekehrte trifft nicht immer zu. Beides ist natürlich in gewisser Weise eng miteinander verbunden, und es ist Sache des praktischen Naturforschers, beides in Einklang miteinander zu bringen. Es ist unzweckmäßig und erfordert eine Verschwendung von Arbeit, wenn man mit zu empfindlichen Meßgeräten arbeitet, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen. Beides in Übereinstimmung zu bringen, ist Sache der Vorarbeiten zu jeder Arbeit, und Fehler, die hierbei gemacht werden, rächen sich später stets. Es ist fast immer möglich, vorher festzustellen, welche Genauigkeitsanforderungen man an die zu verwendenden Normale zu stellen hat, und welche Empfindlichkeit die Meßgeräte haben müssen, um zu einem ersprißlichen Ziel zu gelangen.

## **Telegraphie in Bergwerken und Auffindung von Erzen und Kohlelagern**

Von Dr. Bruno Thieme

Der Nachrichtenübermittlung in Bergwerksbetrieben ist von jeher größte Aufmerksamkeit zugewendet worden. Liegt doch eine soziale Notwendigkeit darin, Gefahrwarnungen im Augenblick an alle Beteiligten zu geben.

Die ersten Versuche, elektrische Wellen diesem Zweige dienstbar zu machen, drehten sich um die Einführung der drahtlosen Telephonie. In der Tat ist gerade diese dazu berufen, ein ideales Verständigungsmittel zu bilden, um so mehr, als die mit kleinen Mitteln zu erzielenden Reichweiten bei der drahtlosen Telephonie nur gering sind, aber doch noch innerhalb der in praktischen Bergwerksbetrieben zu überbrückenden Entfernungen liegen.

Bei diesen zur Anwendung kommenden relativ schwachen Antennenenergien erwiesen sich jedoch schon wenig ausgedehnte leitende Zwischenmedien, z. B. Kohle- oder Wasseradern, als wesentlich störend. Mittels der drahtlosen Telegraphie, die nach Belieben schwächere oder stärkere Energie in die Antennen geben kann, war daher der Versuch zur Erforschung der jeweilig auftretenden Bedingungen wirksamer und aussichtsreicher durchzuführen.

Bei der drahtlosen Bergwerkstelegraphie sind horizontale und vertikale Antennen zu unterscheiden; die horizontalen Antennen werden dicht über dem Erdboden nach Art der bekannten Erdantennen ausgespannt, die vertikalen Antennen gehen in die Erde hinein und bestehen daher am besten aus den Bohrröhren.

Die horizontalen Antennen unterscheiden sich in der Art der Nachrichtenübermittlung nicht wesentlich von den oberirdischen Telegraphensystemen. Anders ist es jedoch bei den vertikalen Antennen, die wir Senk-Antennen nennen wollen.

Die Senkantenne führt die Energie der elektrischen Schwingung unmittelbar in das Zentrum jenes Teiles des Bergwerkes, dem Nachrichten übermittelt werden sollen, sodaß die elektrische Wirkung durch Aufladung der in der Umgebung befindlichen Erd- und Luftschichten sich selbst bei schwachen Sendeenergien auf große Strecken hin bemerkbar macht; das bedingt einen wesentlich einfacheren Empfangsapparat, als er sonst im allgemeinen üblich ist.



Mit der Vereinfachung ist geringes Gewicht, geringste Abmessung und niedriger Herstellungspreis verbunden (in den Handel kommen Apparate von 500 g Gewicht, 120 mm größter Ausdehnung zum Preise von 100 Frs.).

**Der Sender.** Der Sendeteil des Apparates zerfällt in den Energieerzeuger (Induktor und Batterie), den Zeichengeber (Morsetaster) und die Antenne. Die Antenne besteht ihrerseits wieder aus zwei Teilen: der Senkantenne und dem Gegengewicht.

Da die Senkantenne als Bohrrohr in die Grundwasserschichten kommt und in allen ihren Teilen eine relativ große Berührungsfläche mit der Erde hat, so ist sie praktisch als geerdet anzusehen, mit der Maßgabe, daß der Hauptteil der Schwingung im Rohre selbst, bis zum tiefgelegenen Ende, vor sich geht. Aus diesem Grunde ist ein elektrisches Gegengewicht erforderlich, das über dem Erdboden isoliert verspannt ist.

Die Erregung erfolgt mit einem Induktionsapparat, und zwar kann, zur Erzielung tönender Schwingungen, die Erregung praktisch ohne Funken erfolgen, sodaß die Antenne einfach abwechselnd geladen wird. Bei dieser Antenne ist es leicht, selbst mit einfachen Unterbrechern tönende Schwingungen zu erhalten. Mit kleinen Induktorien lassen sich bei Verwendung eines guten Detektors Reichweiten unter der Erde von 1 bis 3 km mit Leichtigkeit erzielen; bei dieser Art der Erregung unterscheiden sich die abgegebenen Schwingungsenergien mittlerer und großer Induktorien nicht wesentlich. Die Funkenerrregung ist nicht notwendig, da die erzielten Reichweiten genügend groß sind.

Dieses System stellt sich also als System der funkenlosen Senkantenne mit tönenden Schwingungen dar.

**Empfänger.** Als Grundlage des Empfanges dient folgender Versuch: Wird ein isoliert ausgespannter Draht in der oben beschriebenen Weise erregt, so ist in dem Telephon eines in der Nähe befindlichen aperiodischen Kreises der Ton des Unterbrechers vernehmbar. Das Tönen wird stärker, sobald der aperiodische Kreis (Empfänger) in die Nähe eines leitenden Körpers, z. B. eines Nagels, einer Wasserleitung, einer Eisentür, gebracht wird. Der Verlauf einer unsichtbaren Gas- oder Wasserleitung, die an sich geerdet ist, kann auf diese Weise festgestellt werden.

Befindet sich zwischen dem Eisengegenstand (bezw. Empfänger) und dem Sendedraht eine größere leitende Fläche, so ist hinter dieser das elektrische Feld in den meisten Fällen zu schwach, um eine Wirkung hervorzubringen. In größerer Nähe der Sendestation (100 bis 500 m) lassen sich die Schwingungen auch in einem hochohmigen Telephon allein dann hören, wenn der eine Kontakt des Telephones in die feuchte Hand genommen wird, während der andere mit einer Eisenmasse (Nagel, Spaten etc.) in elektrisch leitender Verbindung steht.

Außer der praktischen Zeichenübermittlung ergibt sich für uns also aus obigem auch die Auffindung und Verfolgung von Erz- oder Kohlelagern nach der Methode der funkenlosen Senkantenne; auf das Vorhandensein dieser Lager bei Verwendung der sogenannten Horizontalantennen läßt sich dann schließen, wenn der Ton zu schwach ankommt. Es kann auch neben der Senkantenne ein zweites Loch gebohrt werden, in das der Empfänger hineingelassen wird. Starkes Tönen gibt dann die Nähe von Erzadern in der bekannten Tiefe an, nachdem die Bohrprobe vielleicht kein Resultat gegeben hat.



Es ist auch möglich, derartige Erzadern direkt funkenlos zu erregen und dann mit dem Telephon (und der Grubenlampe als Metallmasse!) den Verlauf festzustellen. Es kann auf diese Weise leicht die Richtungsänderung festgestellt werden.

### **Auffinden von Seekabeln und gesunkenen Eisengegenständen nach der funkenlosen Methode**

Werden nach der funkenlosen Methode Seekabel erregt, so kann das freie, gerissene Ende ebenfalls mit dem obigen Empfänger gefunden werden. Es ist dabei nicht nötig, daß das Kabel vom Lande aus erregt wird; die Erregung kann vielmehr auch an beliebiger Stelle der Armierung erfolgen, ohne daß die Wirkung eine andere wird.

Eine größere Bedeutung hat die Methode (D. R. P.) in ihrer Anwendung auf die Auffindung gesunkener Gegenstände (Schiffe, Torpedos usw.) aus Metall. Zur Ausbeutung dieser Erfindung ist eine besondere Bergungsgesellschaft in der Bildung begriffen. In dem Telephon ist jederzeit ein Ton hörbar, der sich bei Annäherung an den betreffenden Körper wesentlich verstärkt.

Die Antenne wird entweder als Horizontalantenne zwischen einer Mastboje und dem Hebeschiff als Sendestation ausgespannt, oder sie wird als Senk-Antenne direkt in große Nähe mit dem Meeresboden gebracht, wobei der aufzunehmende Gegenstand möglichst in dem Schnittpunkt der Schenkel eines rechten Winkels liegen soll, der durch das suchende Boot mit Empfänger und Telephon, sowie dem Eisengegenstand und dem sendenden Schiff gebildet wird. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß der Ton nicht schon stärker wird, wenn der Empfänger zur Sendestation seine Lage auf dem Kreisbogen verändert.

### **Orts- und Richtungsbestimmung für Luftfahrzeuge und Seeschiffe mittels drahtloser Telegraphie**

Von Dr. Bruno Thieme

Prinzip. Innerhalb Deutschlands, insbesondere längs der Küsten und Grenzen, ist die Aufstellung einer Anzahl von Sendestationen für drahtlose Telegraphie mit kleinen Wellenlängen vorgesehen, die der Orientierung von Luftschiffen und Seefahrzeugen während der Nacht und im Nebel dienen sollen. Die Sendestationen haben radial verspannte, horizontale Antennen, entsprechend den Himmelsrichtungen. Im ganzen werden 32 Antennen verspannt, die der Reihe nach mit besonderer Zeichenfolge mit tönenden Funken nach Art der Morsezeichen erregt werden. Es sind bezeichnet mit

- Norden und Süden
- — Nordosten und Südwesten
- — — Osten und Westen
- — — — Nordwesten und Südosten

Die zwischen jeder dieser Richtung liegenden drei weiteren Richtungen der Kompaßrose werden durch die Zeichen ·— gekennzeichnet.

Eine bestimmte, derart nautisch festgelegte Sendestation gibt also nach ihrem Rufzeichen, das von einer ungerichteten Antenne ausgestrahlt wird, in ein



Antennenpaar (Ost-West) das Zeichen —, darauf dem Uhrzeiger folgend . — . — . — in die nächsten drei Antennenpaare.

Ein Fahrzeug, das sich genau senkrecht zur Richtung des erregten Antennenpaares befindet, hört die Zeichen entsprechend den Gesetzen bei elektrischen Schwingungsausbreitungen, mit einem Minimum.

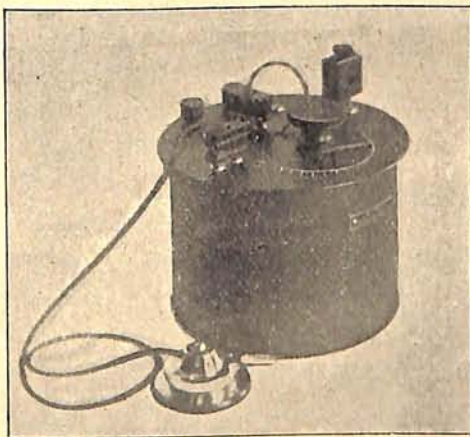
Der Schiffer verfolgt also nach dem gehörten Rufzeichen einer Nebelstation a das Fortschreiten der Signale über die Kompaßrose im Sinne des Uhrzeigers mit dem drahtlosen Empfangsapparat. Die Zeichen, die er am schwächsten hört, geben dann die Richtung Fahrzeug = Sendestation a an.

Hört der Schiffer dann noch eine zweite Sendestation b anderer Welle, so erhält er wiederum eine Richtungslinie Fahrzeug = Sendestation b; die beiden erhaltenen Richtungslinien müssen sich schneiden. Im Schnittpunkt ist der Schiffsort.

**Signalempfänger.** Der Empfangsapparat soll einmal zur Aufnahme sämtlicher normaler Wellen, z. B. der Zeitsignale und des Wetterdienstes fähig sein, andererseits aber auch die kleinen Wellen (ca. 200 m) der Nebelsignalstationen aufnehmen können.

Seine Konstruktion ist daher so getroffen, daß auch durch einfache Umschaltung der Empfänger für die gewünschten Wellenbereiche benutzt werden kann. Die Umschaltkontakte sind mit „Normaler Dienst“ und „Nebel-Dienst“ gekennzeichnet. In jeder Stellung kann mittels einer Handkurbel die Empfangsstation auf lautesten Empfang des Rufzeichens eingestellt werden.

Zur Orientierung sind auf den Rand des Empfängers, der sich in einem runden polierten Hartgummigehäuse befindet, die Striche der Kompaßrose mit den entsprechenden Rufzeichen noch einmal eingetragen, sodaß sie mit dem Auge oder dem Finger während des Abhörens leicht verfolgt werden können. Figur 1 zeigt eine Abbildung dieses Kompaß-Empfängers (B. Thieme, Berlin 68).



Empfänger für Flugzeuge mit  
Vorrichtung für Aufnahme der  
Kompaßsignale



Drehglimmer-Kondensator

**E m p f a n g.** Der Empfänger hat seinen Stand neben der Karte und neben dem Kompaß. Die Karte ist nach dem Kompaß, wie bei jeder Ortsbestimmung, ausgerichtet. Der Stöpsel des Empfängers wird aus der „Außer Dienst“-Stellung (bei der die Antenne geerdet ist) genommen und auf „Nebel-Dienst“ gesteckt.



Darauf wird gewartet, bis die gehörte Station vor Angabe des Nord-Süd-Zeichens ihr Rufzeichen gibt, und nach diesem der Name der Station festgestellt. Gleichzeitig wird der Empfang dieses Rufzeichens mittels der Handkurbel auf die größte Lautstärke gebracht.

Darauf wird das Fortschreiten des Signals über die Kompaßrose verfolgt und mehrmals beobachtet, welches Zeichen am schwächsten eintrifft. Es sei dies z. B. das Zeichen ———. Der Schiffer weiß dann, daß er sich östlich oder westlich der sendenden Station befindet. In den meisten Fällen (an Küsten) wird er sich über die eine der beiden Richtungen klar sein.

Der Luftschiffer wird, wenn ihm sein Stand völlig unbekannt ist, noch eine zweite Station hören müssen; da diese meist noch in Hörweite sein wird, und nur mit wenig verschiedener Welle (dafür aber vielleicht mit gänzlich anderem Ton) arbeitet, braucht die Handkurbel nur wenig gedreht zu werden, um sofort dieselbe Bestimmung nach der zweiten Station machen zu können.

Beide gefundenen Linien werden event. auf der Karte eingetragen, worauf sich der Schiffsort als im Schnittpunkt beider befindlich ergibt.

In den meisten Fällen ist die schriftliche Eintragung für seemännisch geschultes Personal nicht nötig.

Aus dem gleichen Grunde konnte von der von anderer Seite in Vorschlag gebrachten Stoppuhr, die sich als fehlerbringend erweist, sowie von der umständlichen Richtungseinstellung mittels Zeiger abgesehen werden. Es kommt nicht darauf an, daß an dem Empfänger ein Zeiger nach der Sendestation weist (die Angabe ist, besonders bei größeren Entfernungen, doch sehr ungenau), sondern daß der Schiffspunkt auf der Karte bekannt ist. — Soll mit dem obigen Empfänger diese Angabe einmal gemacht werden, so ist nur nötig, die Nord-Süd-Achse des Empfängers in Uebereinstimmung mit dem Kompaß zu bringen. Die Richtung des gehörten minimalsten Empfanges gibt dann direkt die Richtung der sendenden Station unter dem freien Himmel an.

Jeder Seemann wird sich aber eher dazu verstehen, die Station nach der Karte „4 Strich Steuerbord voraus“ zu wissen, als in laienhafter Weise die wahre Richtung mit einem Zeiger einzustellen. Da es nur auf den Kartenort ankommt, hat die direkte Einstellung nur problematischen Wert, besonders dann, wenn, wie in Flugzeugen, die Fahrtrichtung ständig um mehrere Strich schwankt.

Die obige Methode hat den Vorteil, daß der Empfänger fest verschraubt werden kann, also größte Betriebssicherheit und Unabhängigkeit gewährleistet werden kann.

## Optische Instrumente einst und jetzt

Von Fritz Hansen, Berlin

(Schluß)

War auch schon gelegentlich dieses merkwürdige Vergrößerungsglas zu wirklich wissenschaftlichen Arbeiten verwandt worden, so unter anderem von Marullo Malpighi, dem bekannten Anatom, der mit ihm die Zirkulation des Blutes in den Kapillargefäßen der Schwimnhaut des Frosches nachwies, so wirkten doch erst hier wieder Fraunhofers Arbeiten befruchtend und fördernd. Fraunhofer selbst erreichte auf dem Gebiete des Mikroskopbaues nicht die gleichen Erfolge wie bei seinen Fernrohren. Aber nach seinen Angaben



leitete der französische Physiker Selligie den Optiker Chevalier zur Herstellung wesentlich verbesserter Instrumente an und viele andere in Deutschland, England und Frankreich vervollkommneten immer mehr sein Instrument, das bald unentbehrlicher werden sollte als das bereits zum Gemeingut gewordene Fernrohr.

Für die Wirkungsweise des Mikroskops ist es von größter Bedeutung, den Raum zwischen Objekt und Objektiv so klein wie möglich zu machen, sowie ferner soviel wie möglich Licht zu sparen. Es wird aber leider immer viel Licht verschwendet, wenn Lichtstrahlen aus Glas in Luft und aus Luft in Glas übergehen und deshalb kam schon Hartnack aus Potsdam auf den Gedanken, zwischen Objekt und Objektiv Wasser zu bringen. Man führte dann die sogenannte homogene Immersion ein, bei der Zedernöl zwischen Objekt und Objektiv gebracht wurde. Damit war das Objektiv vor neue ungeahnte Verwendungsmöglichkeiten gestellt und es bedurfte zur Ausnutzung des Vorteils der Immersion auch der Schaffung besonders gut korrigierter Objektivsysteme. Die Freiheit von farbigen Rändern, die man bisher durch das gewöhnliche System der Achromatisierung erreichte, langte nicht mehr aus, man brauchte eine weitgehende Beseitigung der Farbenränder. Dies wurde durch sogenannte Apochromatobjektive erreicht. Kein Wunder, wenn auf diesem Gebiete die deutsche wissenschaftliche Arbeit bahnbrechend vorgegangen war, daß nun eine ganze Reihe von deutschen Firmen ersten Ranges vorzügliche Mikroskope jedem Verwendungszweck angepaßt fertigen und deutscher Mikroskopbau den Weltmarkt beherrscht. Daß wir aber durchaus noch nicht an der Grenze unseres Könnens angelangt sind, zeigt eine Mikroskopkonstruktion, die eben erst in ihren Anfängen steckend, doch wieder der Forschung neue Bahnen eröffnet: das Ultramikroskop, das uns Objekte von fast undenkbarer Kleinheit noch zu betrachten gestattet.

Erst verhältnismäßig spät in die Geschichte tritt das photographische Objektiv ein. Keine Anekdote meldet uns hier von merkwürdigen Zwischenfällen oder dergleichen. Nur streng wissenschaftliche, zielbewußte Arbeit, wiederum größtenteils von Deutschen geleistet, hat uns das photographische Objektiv geschenkt. Ganz andere Probleme als die Astronomie oder der Mikrokosmos stellte die Photographie der Optik. Hier werden nicht nur Strahlen, die in verhältnismäßig kleinem Winkel zur optischen Achse des Instruments verlaufen, zur Hervorbringung eines Bildes verwandt. Hier mußten stark schief verlaufende Strahlenbündel zur optischen Arbeit, zur Erzielung eines guten Bildes, herangezogen werden. Dazu reichten die kleinen Fernrohrobjektive, mit denen Daguerre zuerst arbeitete, natürlich nicht aus, Petzval, ein Deutsch-Ungar, fand zuerst einen Weg zur Herstellung besserer Objektive. Voigtländer setzte zuerst das rechnerisch erzielte Resultat Petzvals in die Praxis um. Steinheil in München beseitigte durch seine Aplanate wie Voigtländer durch seine Euriskope den lästigen Fehler der Verzeichnung und nachdem nun einmal die photographische Optik „aus dem größten heraus“ war, ging man auch an die Lösung der Aufgabe, die Abbildung am Rande des Bildfeldes zu verbessern. Hier wirkte wieder Steinheil bahnbrechend, sein Antiplanet enthält schon das Prinzip des modernen Anastigmaten, nur konnte es von ihm noch nicht zu voller Leistungsfähigkeit ausgenutzt werden, denn es fehlten ihm die nötigen Glassorten. Da griff, wie schon erwähnt, das glastechnische Laboratorium von Schott und Abbe in Jena die alten Fraunhoferschen Studien auf und



Mieth e errechnete mit den neuen Gläsern den ersten Anastigmaten, der auf einem weit ausgedehnten Bildfeld eine bemerkenswerte Schärfe der Abbildung erzielte. Nun mit neuen Glassorten ausgerüstet, schritt die deutsche photographische Optik rüstig vorwärts. C. P. Goerz benutzte das Aplanatprinzip und baute es zuerst anastigmatisch aus. Zeiß, Voigtländer und Steinheil folgten mit Tessar, Kollinear und Orthostigmat. Man lernte ferner die Schwierigkeit der Zentrierung einzelner unverkitteter Linsen überwinden und damit konnte man auch vorzüglich korrigierte Objektive von großer Lichtstärke an unverkitteten dünnen Linsen von schwacher Krümmung herstellen.

Für gewisse Zwecke war und ist es nötig, ein ganz besonders ausgedehntes Bildfeld zu besitzen, die sogenannten Weitwinkel-Instrumente geben dies. An der Spitze all dieser Spezialinstrumente stehen Goerz mit seinen Hypergon und Busch mit seinem Pantoskop. Und neben allen diesen nahezu sozusagen historischen Konstruktionen sind für die vielfachen Zwecke des täglichen Lebens eine Anzahl Typen von Objektiven entstanden, die einen lebendigen Beweis nicht nur für die Leistungsfähigkeit unserer Optik, sondern auch dafür bieten, daß Deutschland auf diesem Gebiete in der Welt voransteht.

Denn in all den optischen Anstalten ist ein großes Kapital investiert und die deutsche optische Industrie hat ihre Hauptabnehmer über die ganze Erde verteilt, da Deutschland allein als Absatzgebiet viel zu klein wäre.

### Kleine Mitteilungen

**Der meteorologische Landesdienst der Schweiz und deren Wasservirtschaft.** Die nähere Beziehung zwischen beiden ist gegeben durch die wasserwirtschaftlichen Fragen, welche der meteorologische Landesdienst durch seine fortlaufenden Erhebungen über die Niederschlagsmengen, deren Verteilung und Schwankungen in den weitverzweigten Stationsgebieten der Alpen anstellt. Besonders sind es die interessanten und praktisch wichtigen Schwankungen der Niederschlagsmengen innerhalb längerer Perioden, die in ihren Extremen von großer wirtschaftlicher Bedeutung sind. Mit diesen stehen wiederum in Zusammenhang die Hochwasser und nassen Jahreszeiten sowie die intensiven Trockenperioden und Niederwasserstände. So gewähren wertvolle Niederschlagstabellen für etwa ein halbes Jahrhundert genaueren Einblick in die fortlaufende Niederschlagsbilanz der einzelnen Jahre, über die Niederschlagsschwankungen innerhalb größerer Zeitabschnitte, die quantitative und qualitative Gestaltung und Aufeinanderfolge der einzelnen Perioden der Trockenheit und Nässe. Wir finden innerhalb von 50 Jahren schon merkwürdige Oszillationen von Trockenheit und Nässe. So herrscht am Alpennordfuß von 1855—74 eine überwiegende Trockenzeit, von da ab bis etwa 1890/91 folgt eine feuchte Periode, charakterisiert durch den „schwarzen Block“ von Nässe 1875 bis 1882. Einer längeren Trockenzeit von 1892—1909 folgt abermals eine feuchte Periode, welche wahrscheinlich zum mindesten etwa bis 1920 dauern dürfte. Eine aus einer zuverlässigen 100—200 jährigen Beobachtungsreihe der Niederschlagsmengen berechnete gewisse mittlere Periodenlänge (mit Wiederkehr der Maxima und Minima der Wassermengen, also der Hochwasser- und Trockenzeiten) hätte aber doch für rein praktische Bedürfnisse nur eine untergeordnete Bedeutung. (J. Maurer, „Das Wetter“ 1915, S. 1.) Die Schwankungen in der Südwest- und Südschweiz zeigen andere Phasen als vom Alpennordfuß und so läßt sich ein allgemein gültiger Zyklus in diesen Niederschlagsschwankungen nicht aufstellen.

Im Zusammenhang mit den Schwankungen der Niederschlagsmengen steht die Temperatur. Die jährlichen Temperaturabweichungen von 1856—77 zeigen einen stärkeren positiven Wert vom normalen Durchschnitt, sie liegen größtenteils unter der Normalen für die Periode 1878—91. Wieder relativ wärmere Jahre folgen dann von 1892—1907. Das Jahr 1911 gibt den Abschluß dieser warm-trockenen Periode mit seinem bedeutenden Temperaturüberschuß und größeren Niederschlagsdefizit. Die bevorstehende feuchtere Periode dürfte mit ihrer Temperatur wieder mehr unter der Normalen liegen. Der Grundwasserstand wird geregelt durch Niederschlag, Verdunstung, Abfluß, Wasserführung der Quellen, Bäche und Flüsse. Von großem Einfluß hierbei ist die Verdunstung, und großen Anteil an der gesamten Niederschlagsmenge in unserer Gebirgsregion hat der Schnee. So empfängt die alpine Region über 2000 m bereits von Oktober ab bis in den Mai fast die gesamte



Niederschlagsmenge als Schnee. Während des Winters, in der sonnigen, trockenen, oft stark bewegten Hochgebirgsluft, wirkt dann die Verdunstung bereits an der Vorbereitung für den Abgang der Schneemassen. Im Winter der Gebirgsregion ist diese Verdunstung schwer zu bestimmen und wir wissen daher noch wenig genaueres über das Verdunstungselement in den höheren Regionen unserer Gebirgswelt.

Ein sehr bedeutender wasserwirtschaftlicher Faktor ist die große Kraft der Sonnenstrahlung, welche neben der Verdunstung auch die Schmelzung in der Gletscherregion bewirkt. Experimente über die eigentliche Schmelzkraft der Sonnenstrahlung auf eine Gletscheroberfläche von 1 qkm ergaben, daß an einem einzigen klaren Tage im Hochsommer durch die Sonnenstrahlen mehr als 30 000 cbm Eis geschmolzen werden. Für den Quadratkilometer Gletscherfläche wären es bei mittlerer Bewölkung von Juni bis September 2 720 500 cbm Eis, welche einer Eisdicke von nahezu 3 m entsprechen.

Zur Messung der Niederschläge in der eigentlichen Hochgebirgsregion (der hochalpinen und Gletscherregion), besonders an schwer zugänglichen Punkten, konstruierte Mougin spezielle Niederschlagssammler (Zinkblechgefäße von ca. 4000 mm Inhalt und einer oberen freien Öffnung mit einer bestimmten Menge Chlorkalzium, welche den Schneeniederschlag wässerig hält), mittels welcher der gefallene Schnee und Regen monatelang aufbewahrt werden kann. Solche Totalisator-Nivometer mit Windschutzschirm sind im Jungfrau- und Aletschgletschergebiet, am Rhonegletscher und Gotthardmassiv bis 3500 m hoch aufgestellt worden und man verspricht sich von ihnen gute Ergebnisse. Für die Säntisstation ergeben die Beobachtungen für die Schneeabschmelzung in heiteren und sehr warmen Sommerperioden im Mittel 130 cm in acht Tagen. Dieser Betrag entspricht als Winterschnee von der mittleren Dichte = 0,40 einer Wasserhöhe von 520 mm. Es werden also enorme Schmelzwassermengen in trockenen, warmen Sommerperioden im Hochgebirge in 2000—3000 m Höhe innerhalb weniger Tage flüssig gemacht ohne jeden Niederschlag. Diese „Schmelzwasserfluten“ pflegen in rasch sich einstellenden Hochdruckgebieten über dem zentralen Alpengebiet, zuweilen unmittelbar nach der Sonnenwende, aufzutreten. (Jährliche Niederschlagshöhe im Niveau bei 2000 m der Gimsel, St. Gotthard und Bernhardin-Hospiz ca. 2000 mm, welche für die Höhenzone, etwa 3000 m, der eigentlichen Sammelgebiete unserer Gletscherregion völlig ausreicht, um die Firnbecken zu füllen.)

Für solche schadenbringenden Regenfluten bei Hochwasserphänomenen ist es heute noch unmöglich, eine Voraussage zu geben, denn diese großen Hochwassererscheinungen treten verhältnismäßig selten auf und die einzelnen Ereignisse stimmen in ihrem weiteren Verlauf nie völlig überein. Zudem ist es sehr schwierig, die Entwicklung der diesbezüglichen synoptischen Wetterkarten mit Sicherheit vorher zu bestimmen. Vorwiegend herrscht zur Zeit solcher Hochwassererscheinungen immer dieselbe synoptische Druckverteilung, welche sich im Herbst am Südfuß der Alpen oft längere Zeit erhält, und jene Regenfluten mit Hochwasser und Überschwemmungen in den höheren und tieferen Lagen des Teffin zur Folge hat. Bei diesen Wetterlagen mit den sintflutartigen Niederschlägen über das Gotthardgebiet und den Südfuß der Alpen führt eine anhaltend südöstliche Luftströmung die warme und sehr wasserdampfreiche Luft der Adria gegen die Alpenkette empor. Gleichzeitig liegt bei Hochdruck über dem Südosten Europas ein tieferes Minimum über Nordwest- und Westeuropa; beide Hauptdepressionen entwickeln dann wohl ein Teilminimum über dem Golf von Genua oder der Lion, und über der Adria wehen südöstliche Winde. Diese wolkenbruchartigen Regenfälle sind größer wie die größten Tagesmengen als Schmelzwasser von Schneefällen. Immerhin können in den mittleren und höheren Lagen des Gebirges innerhalb eines Tages Schneemengen fallen, welche bis zu 100 mm und mehr Schmelzwasser liefern, d. h. eine Schneeschicht von 1 m Höhe in 24 Stunden. Die Schneedecke ist in hydrographischer Hinsicht deshalb von Bedeutung, weil sie Niederschlagsmengen in fester Form aufspeichert und diese weder in den Boden eindringen, noch abfließen können. Ferner nimmt Schnee bis zu 40 % seines Volumens oder 75 % seines eigenen Gewichtes an Regen auf, ohne daß Wasser abfließt. Dieses Retentionsvermögen des Schnees ist sehr wichtig bei starken winterlichen Regenfällen, welche in kurzer Zeit über den Gebirgsfuß und seine höheren Lagen niedergehen. So können ganz erhebliche Regenmengen in oberen Lagen (strichweise täglich 130—150 mm) ohne bedeutende Hochwassererscheinungen bei vorhandener Schneedecke vorübergehen, denn diese hält den größten Teil des Niederschlags zurück und läßt ihn nur allmählich ablaufen. Dagegen treten Hochwassererscheinungen ein, sobald wolkenbruchartige Niederschläge in Form von Regen auf eine schneefreie Unterlage fallen.

Für die hydrographischen Verhältnisse der Alpen ist auch der Föhn von Wichtigkeit. Er wird gefährlich durch das plötzliche Eintreffen seiner warmen Luftfluten, welche oft nach seinem Verschwinden ergiebige Regen bringen. Ist dann der Boden mit Schneeschmelzwasser schon getränkt, so schmilzt die hohe Wärme sehr rasch den Schnee und es tritt Hochwasser ein. Der Föhn



schmilzt vermöge seiner hohen Temperatur in den inneren Bergtälern in 12 Stunden eine Schneedecke von 30–40 cm weg, so daß dann bei Regen während und nach einzelner Föhnpausen das Abgehen des Schnees in den tieferen Lagen gefährlich wird. Rasch hereinbrechende Föhnwellen von ergiebigen Regenmengen begleitet haben manche Hochwasser des Frühlings nach sich. Die stärkere Föhnwelle ohne bedeutende Niederschlagsmengen verkündet den Frühling, wirkt in 24 Stunden so viel, wie die Sonne allein in 14 Tagen, denn die zähste Schneeschicht vermag dem Föhn nicht zu widerstehen. Dadurch können wieder bei mehrtägiger Dauer der Föhnlage eigentliche Schmelzfluten eintreten. Den Anwohnern des Oberrheins, der Aare und Rhone sind Föhnerscheinungen sichere Vorboten einer größeren Wasserzufuhr.

Dr. M. Blaschke.

**Temperaturgang und Oderhochwasser.** Durchschnittlich ist die Temperatur in Westdeutschland um ein gewisses Maß höher als in Ostdeutschland, doch ist es im Osten zuweilen wärmer als im Westen. Diese Schwankungen heben sich auch in den Jahresmitteln nicht auf und der Unterschied zwischen Westen und Osten ist veränderlich. Der Temperaturunterschied zwischen West- und Ostdeutschland ist langjährigen Schwankungen unterworfen, die Werte ergeben auch bei genügender Ausgleichung Linienzüge, welche sich längere Zeit hindurch heben und senken, also an unregelmäßige Wellen erinnern. Nach Fischer („Das Wetter“ 1915. S. 10 und 25) stehen die langjährigen Schwankungen des Temperaturunterschiedes zwischen West- und Ostdeutschland in Beziehung zur Häufigkeit der Sommerhochwasser der Oder. Die Oderhochwasser des Sommers, besonders die von Mai bis September, werden fast ausschließlich herbeigeführt durch Tiefdruckgebiete der Zugstraße V b. Nach van Bebbber erstreckt sich diese vom nördlichen Teile des Adriatischen Meeres über die Länder an der mittleren Donau, über Polen bis etwa zum Finnischen Meerbusen. Vor allem handelt es sich um den mittleren Abschnitt der erwähnten Zugstraße, um die Gegend zwischen Wien, Breslau und Lemberg und um deren bestimmte Eigenschaften, starke und nachhaltige Regenfälle besonders im Gebirge hervorzurufen.

Die Sommerhochwasser der Oder zeigen an Häufigkeit und Verhalten seit 1813 drei Zeitabschnitte:

1. von 1813 bis 1855 mehrere große Sommerhochwasser, außer mittelstarken Sommerhochwassern. Entstehungsgebiet das ganze in Betracht kommende Bergland.
2. von 1856 bis 1879 erreichen die Sommerhochwasser keine Wasserstände von bedeutender Höhe, ihre Entstehungsgebiete sind einzelne Teile des Berglandes.
3. von 1880 an wieder eine neue Reihe größerer Sommerhochwasser der Oder, deren Entstehungsgebiete von geringerer Ausdehnung waren als 1813–55.

Die Sommer 1904 und 1911 brachten dem Oder- und Elbgebiet Niedrigwasser, wie sie seit hundert Jahren noch nicht gewesen sind. Zum Vergleich dieser Vorgänge mit dem Temperaturgang benutzt man am besten die Abweichungen vom langjährigen Durchschnitt. Es weichen die Mittelwerte von diesem ab in den:

Jahren	Westen (W)	Osten (O)	W-O
1851/55	— 0,44	— 0,33	— 0,11
1856/79	+ 0,15	— 0,08	+ 0,23
1880/91	— 0,21	0,00	— 0,21
1892/1913	+ 0,16	+ 0,31,	— 0,15

Der Unterschied W—O ist also + oder —, je nachdem der Überschuß der Lufttemperatur des Westens über die des Ostens größer oder kleiner war, der Osten war also im Vergleich zum Westen zu warm, wenn das Zeichen — ist.

In der Zeit von 1856–79 hatte durchschnittlich der Westen einen größeren Temperaturüberschuß als der Osten und zwar war der Westen im Vergleich zu seinem langjährigen Durchschnitt zu warm, der Osten zu kühl. Von 1854–79 war der Osten, dem das Odergebiet angehört, also im Vergleich zum Westen zu kühl, von da ab aber zu warm. Größere Sommerhochwasser der Oder blieben aus, sobald der Osten verhältnismäßig zu kühl war und sie beginnen aufs neue, sobald derselbe verhältnismäßig zu warm wurde. Für die Entstehungsbedingungen der Hochwasser ist nicht das Vorzeichen von W und O bedeutsam, sondern nur das von W—O, es war nur einmal + im hochwasserfreien Zeitraum 1856 bis 1879.

Nach Hellmann und v. Elsner ist die Temperatur auf der Ostseite der mit Hochwassergefahr für die Oder verbundenen Tiefgebiete hoch und auf der Westseite niedrig. Begünstigt wird das Heraufkommen eines solchen Tiefs von Süden her durch Zunahme der Temperatur in Mitteleuropa und den angrenzenden östlichen und südöstlichen Gebieten von Westen nach Osten oder von Nordwesten nach Südosten. Nach Fischer trifft diese Beziehung für die einzelnen Jahre mit oder ohne Hochwasser nicht zu, denn W—O hatte in den Jahren 1880, 1883, 1902 und 1907 das



Zeichen + und doch traten größere Sommerhochwasser auf, während viele Jahre das Zeichen — hatten und ohne Hochwasser waren. Das Hochwasserjahr 1902 weist eine Abweichung von +0,44 und dasjenige von 1903 eine ebenso große von —0,43 auf. Im Einzelfalle stehen also die mehrjährigen Mittelwerte in Übereinstimmung mit der Temperaturverteilung, nicht aber die Mittelwerte für die einzelnen Jahre.

Da sich Niedrigwassererscheinungen fast immer, Hochwassererscheinungen häufig über mehrere Stromgebiete erstrecken, und die starken Regenfälle der Tiefländer V b neben dem Gebiet der Oder auch oft das der Weichsel, der mittleren Donau, der Elbe treffen, so zeigen auch die Wasserverhältnisse dieser Stromgebiete Beziehungen zum Temperaturgang dieser Gebiete. Nur wird das Odergebiet auch dann noch getroffen, wenn das Starkregengebiet etwas nach Westen oder Osten von der gewöhnlichen Lage abweicht und das Gebiet auf der anderen Oderseite von ihm nicht berührt wird. In der Schweiz endete mit 1855 der letzte Hochstand der Schweizer Gletscher, war der Zeitraum 1856/74 am Nordfuß der Alpen trocken-warm und die Jahre 1880/91 bildeten den Hauptabschnitt des feucht-kühlen Wetters der Nordschweiz. Am Nordfuß der Alpen war von 1892—1911 das Wetter wieder wärmer und trockener.

Als außerirdische Ursache dieser Schwankungen sieht man diejenigen der Sonnenstrahlung an, deren Veränderung wahrscheinlich in derjenigen der Häufigkeit der Sonnenflecke zum Ausdruck kommt. Kremser glaubt eine Beziehung zwischen der Fleckenhäufigkeit und dem Gange des Temperaturunterschiedes von West- gegen Ostdeutschland gefunden zu haben, während Fischer bei Vergleichung der Flecken- und Hochwasserhäufigkeit zu keinem Ergebnis gelangen konnte.

Dr. M. Blaschke.

**Über künstliche Beeinflussung des Klimas.** Die Witterungsverhältnisse können wir nur mit wenig Ausnahmen beeinflussen. Wir können nicht Regen und Sonnenschein künstlich hervorrufen, aber einige schädigende Witterungserscheinungen abwenden oder wenigstens abschwächen.

So können wir durch künstliche Raucherzeugung empfindlichere Gewächse wie Obst, Wein, Gemüse, Blumen vor Nachtfrost schützen und Maßnahmen treffen gegen das Lagern des Getreides durch nicht zu reichliche Aussaat, die Regulierung der Wasservorräte durch Hackkultur, Drainage, Bewässerung. Große bewässerte Flächen (Berieselung ausgedehnter Obstanlagen in Nordamerika) können durch erhöhte Verdunstung zur Nebelbildung beitragen und damit gegen Nachtfrost schützen, zur Taubildung und Erhöhung der Luftfeuchtigkeit Veranlassung geben.

Eine Änderung des Wetters kann bei Trockenlegung von Seen und Sümpfen nur zu erwarten sein, wenn die entwässerten Flächen sehr groß sind (die Wirkung großer Staubecken von Talsperren dürfte nur in der jeweiligen Windrichtung bestehen). Der klimatische Einfluß durch Trockenlegung des einen Mansfelder Sees auf die nächste Umgebung ist noch nicht festgestellt und dürfte interessant zu beobachten sein bei dem im Entstehen begriffenen Saltonsee in Südkalifornien.

Durch Blitzableiter wenden wir die Blitzgefahr ab und machen die Blitzschläge für einen gewissen Umkreis unschädlich. Es wird die Blitzbildung derart verhindert, daß die im Blitzableiter vorhandene Elektrizität zerlegt, in die Erde getrieben oder nach der Spitze gezogen wird, wo sie in die Luft ausströmt und die Gewitterwolke teilweise neutralisiert.

Die Möglichkeit der künstlichen Verhinderung der Hagelbildung mittels Wetter- oder Hagelschießens ist unentschieden, weil es schwer zu kontrollieren ist, ob ohne Schießen der Hagel gekommen wäre.

Wir kommen nun zur Frage der Beeinflussung des Klimas durch Aufforstung und Entwaldung. Das Waldklima zeigt gegenüber dem Freilandklima und besonders demjenigen ganz kahler Gegenden etwas niedrigere Jahrestemperatur, geringere Temperaturextreme, größere relative Feuchtigkeit, geringere Verdunstung aus dem Boden und der Bodenvegetation. Diese Unterschiede treten am meisten im Sommerhalbjahr hervor. Der Wald ist ein mechanisches Hindernis für die horizontale Luftbewegung, durch ihn wird die heranströmende Luft zum Aufsteigen gezwungen. Diese mechanische Wirkung des Waldes kann bei allgemeinem Niederschlag, besonders bei Schneefall, eine Schwächung des Windes herbeiführen, so daß dann auf den Wald mehr Niederschlag fällt als auf ein gleichgroßes Stück freien Landes.

Abgesehen von dem mehr oder weniger großen Einfluß des Waldes auf die Niederschlagsmenge hat die Entwaldung einer bisher mit Wald bedeckten Fläche folgende Änderungen zur Folge. Es tritt eine Erhöhung der Boden- und Lufttemperaturen, der Extreme ein, dagegen dürfte der höhere Grad relativer Feuchtigkeit der Luft des Waldinnern abnehmen. Die Luft über der entwaldeten Fläche wird im Sommer auch absolut dampfärmer werden, wenn dieselbe ganz kahl bleibt, denn der Wald gibt im Sommer mehr Wasserdampf aus als kahler Boden.

Anders ist es, wenn Wiesen oder Kleefelder an Stelle des Waldes angelegt werden und genügend Wasser vorhanden ist. Diese liefern dann der Luft nicht weniger Wasserdampf als der



Wald, sie bewirken weniger erhebliche Änderungen der Temperaturverhältnisse und der relativen Feuchtigkeit. Bei Aufforstung einer bisher kahlen Fläche würden die umgekehrten Verhältnisse zu erwarten sein.

Die Zunahme der Niederschläge mit zunehmender Bewaldung in der Lüneburger Heide erklärt Kaßner („Das Wetter“ 1908 S. 142 und 1915 S. 21) für einen Trugschluß, denn mit dem Höherwachsen der Bäume wird ein dort aufgestellter Regenschirm mehr und mehr vor dem Winde geschützt. Es gelangt dann mehr Regen hinein als vorher; daher die Zunahme der Niederschläge im aufgeförfosten Teil der Lüneburger Heide, welche keine Vermehrung der Niederschläge an und für sich sind.

Beobachtungen über die Beeinflussung des Freilandes durch den Wald haben ergeben, daß Wald am Leegehänge die relative Luftfeuchtigkeit erhöht für die freie Leeseite und für das Luvgehänge bei trockenen Winden. Der luvseitige Wald begünstigt bei feuchten Winden die Entstehung von Niederschlägen über und nahe dem Gebirge, für die entferntere Lee-Ebene verringert er aber die Luftfeuchtigkeit und die Wahrscheinlichkeit von Niederschlägen.

In der Ebene bewirkt der Wald, daß trockenwarme Winde etwas feuchter und kühler werden für die im Lee gelegenen Fluren.

Dr. M. Blaschke.

**Wird das Jahr 1916 viele Gewitter bringen?** „Der Sommer 1915 wird gewitterreich werden“ lautete die Voraussage von R. Fischer („Das Wetter“ 1915, S. 44).

Er stellte sich zu diesem Zweck aus dem nordwestlichen, mittleren und südlichen Deutschland die Bewegung der Gewitter in den letzten 30 Jahren der meteorologischen Stationen Aachen, Frankfurt a. M. und Karlsruhe in einer Tafel zusammen und fand dabei eine auffällige Wiederkehr gewitterreicher und -armer Jahre. Gewitterreich waren die Jahre 1889, 1895/96, 1899/1900, 1906 und 1910, gewitterarm dagegen 1887, 1892, 1898, 1903/04, 1909 und 1912/13. Eine Zunahme der Gewitter zeigte 1914. Es beträgt also die durchschnittliche Wiederkehr 5 bis 6 Jahre, als deren Ursache vielleicht in erster Linie die Sonnenflecken anzusehen sind.

Jahrzehntelange Beobachtungen haben ergeben, daß auf der Sonne etwa alle  $11\frac{1}{3}$  Jahre im Durchschnitt ein Maximum an Sonnenflecken auftritt. Sind diese nun etwa zu einem Maximum angewachsen, so haben wir gewitterreiche Sommer. Viele Gewitter treten auch in den Jahren auf, in welchen die Sonnenflecken etwa zu einem Minimum gesunken sind. Gewitter treten besonders stark auf in den Jahren mit vielen Flecken, schwach in fleckenarmen Jahren. Das Maximum an Sonnenflecken folgt durchschnittlich  $4\frac{1}{2}$  Jahre nach dem Minimum, dieses  $6\frac{1}{2}$  Jahre nach jenem. Mithin steigt die Fleckentätigkeit rascher an als sie abnimmt. Je fünf solcher sekundären Perioden (11jährige der Häufigkeit der Sonnenflecken) bilden eine größere etwa 56jährige. Sonnenfleckenreich waren die Jahre 1894/95, 1904 und besonders 1905/06. Sehr fleckenarm 1889, 1900/01, 1910/12. Voraussichtlich sonnenfleckenreich werden sein die Jahre 1915/17 mit einem Maximum um 1916, 1927/28, denn sie war 1871/72 sehr groß.

Im Jahre 1914 sollte also die Zahl der Gewitter mehr zunehmen, 1915 und 1916 ein Maximum derselben eintreten, wie 1921 und 1927. Die Jahre 1919 und 1925 werden gewitterarme Sommer haben.

Dr. M. Blaschke.

**Der internationale Breitendienst im Kriegsjahre.** Erfreulicherweise hat bisher der nun seit mehr als 15 Jahre bestehende internationale Breitendienst, der sich wegen der Bestimmung der Polhöhenveränderung für die Astronomie sowie für die Geodasie als unentbehrlich erwiesen hat, durch die Kriegsunruhen keine Beeinträchtigung erfahren. Im Jahre 1914 wurden in Mizusawa (Japan) 2280 Sternpaare, in Tschardjuhi (russ. Zentral-Asien) 1839 —, in Carloforte (Italien) 2740 —, in Gaithersburg (Verein. Staaten) 1767 —, in Cincinnati (Verein. Staaten) 1006 — und in Ukiah (Verein. Staaten) 1480 Sternpaare beobachtet. Diese 6 Stationen liegen möglichst gleichmäßig verteilt unter  $39^{\circ} 8'$  nördlicher Breite. Der fünfte Band der „Resultate des internationalen Breitendienstes“, der die Beobachtungen, die auf dem Nordparallel in den Jahren 1909 bis 1911 bearbeitet, wird noch im Laufe des Jahres 1915 von Herrn Geheimrat Helmholtz und Prof. Wannach herausgegeben werden. Der größte Betrag der Schwankung der Erdachse, der bisher festgestellt worden ist, beträgt  $0,7''$  oder etwa 20 m, so daß also die größte Abweichung von der späteren Lage nur etwa 10 m beträgt. Wir wissen, daß sich in diesen Polhöhenbewegungen Perioden von 1 Jahre und von  $14\frac{1}{2}$  Monaten übereinander lagern. Eine befriedigende Erklärung dieser periodischen Polhöhenbewegungen läßt sich heute noch nicht geben.

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 Grundlagen der geometrischen Optik. Von Dr. Walter Block . . . . .	233	3. Kleine Mitteilungen: Die Kälteperioden des nördlichen Winters. — Gasbrenner mit Gewinde. — Eine neue stoßfeste Osramlampe. . . . .	246
2. Der gestirnte Himmel im Monat Februar 1916. Von Dr. F. S. Archenhold . . . . .	242	4. Bücherschau: Bei der Redaktion eingegangene Bücher	248

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

## Die Grundlagen der geometrischen Optik

Von Dr. Walter Block

Mit dem Sammelnamen geometrische Optik bezeichnet man den Teil der allgemeinen physikalischen und technischen Optik, der sich mit der Lichtbrechung durch Gläser einschließlich der Lichtreflexion an Spiegeln beschäftigt, oder allgemeiner mit der theoretischen und praktischen Anwendung der Gesetze über Reflexion und Brechung des Lichtes. Dieser Teil der Optik unterscheidet sich insofern von dem Rest, als er von der bekannten Eigenschaft des Lichtes, eine Wellenbewegung zu sein, keinen Gebrauch macht, bis auf einige wenige Stellen, wo er mit den Interferenz- und Beugungsvorgängen zusammentrifft.

Die geometrische Optik ist auch insofern bemerkenswert, als sie bei ihrer praktischen Anwendung, also beim Bau der Spiegel- und Linseninstrumente, in ganz besonders umfangreichem Maße mathematische, nicht nur theoretische, sondern ebenso praktische, rechnende, Hilfsmittel anwendet. Der Vorgang ist dabei so, daß nicht durch experimentierendes Ausprobieren der geeigneten Linsenform die gewünschten Instrumente, auch nicht bei der erstmaligen Herstellung, zusammengebaut werden, vielmehr berechnet der Konstrukteur an Hand der Eigenschaften vorliegender Glasschmelzen rein mathematisch die günstigsten Gestalten der Linsen, und nach Herstellung des fertigen Instrumentes kann ein Versuch nur die Bestätigung dessen geben, was die Rechnung vorausgesagt hat, bzw. Fehler in der Herstellung erkennen lassen. Nur in einem Fall wird es praktisch meistens anders, das ist bei der Herstellung der Linsen zu den größten Ferngläsern. Dabei zeigt sich nämlich, daß es zur Zeit noch nicht möglich ist, die Glasblöcke, aus denen sie geschliffen werden, so gleichmäßig herzustellen, wie es die theoretische Berechnung verlangt. Vielmehr kann man für die optischen Eigenschaften dieses Glases nur durchschnittliche Zahlenwerte annehmen, die natürlich experimentell an Probestücken gemessen sind, und damit die Rechnung durchführen. Das fertige Fernrohr entspricht dann um so besser den gestellten Bedingungen, je gleichmäßiger und übereinstimmender mit den Annahmen das Glas der Linsen beim Guß ausgefallen ist. Danach ist noch möglich, durch vorsichtige Handpolitur nachträglich zu bessern, es ist das indessen eine sehr mühselige Arbeit, die gleichwohl in den Händen geschickter Künstler sehr gute Ergebnisse geliefert hat.

Es dürfte bekannt sein, daß man zwei Typen von Linsen unterscheidet, Sammel- oder Konvexlinsen, solche, die in der Mitte dicker sind als am Rande, und Zerstreuungs- oder Konkavlinsen, die umgekehrt in der Mitte dünner sind als am Rande. Es gibt demnach die in Abb. 1, A bis F, verzeichneten 6 Arten von Linsen. Jede Linse ist von zwei Kugelflächen begrenzt. Die Linie, die die beiden Kugelmittelpunkte verbindet, bezeichnet man als Linsenachse; für jedes gute optische Instrument ist Bedingung, daß die Achsen aller Linsen in einer und derselben geraden Linie liegen, daß das Linsensystem zentriert ist; man erkennt das daran, wenn man in einem verdunkelten Raum die Spiegelbildchen einer Flamme in den



einzelnen Linsenflächen betrachtet. Bei guter Zentrierung müssen sie in einer geraden Linie liegen.

Eine besondere Eigenschaft jeder Linse ist, daß sie die einzelnen Farben des weißen Lichtstrahles in verschiedener Weise bricht, die sogenannte Farbenzerstreuung oder Dispersion, und zwar wird das rote Licht am wenigsten abgelenkt, dann folgen die übrigen Farben in der bekannten Reihenfolge des Regenbogens, um mit dem am stärksten brechbaren Violett zu enden. Die Farbenzerstreuung ist für die verschiedenen Glassorten verschieden, und deswegen ist es möglich, durch Kombination zweier Linsen, einer sammelnden und einer zerstreuenden, aus geeigneten Gläsern eine neue durch Verkitten herzustellen, die jene Zerstreung nicht mehr, richtiger fast nicht mehr, zeigt (als Beispiel vergl. Abb. 1, G). Die Aufhebung der Zerstreung läßt sich bei zwei Linsen streng nur für zwei bestimmte Farben, z. B. gelb und grün, durchführen, eine solche achromatische Linse wird deswegen trotzdem noch im Bilde ganz feine, praktisch fast immer zu vernachlässigende Farbränder zeigen. Werden diese durch weitere Kombinationen nochmals beseitigt, so nennt man das System apochromatisch.

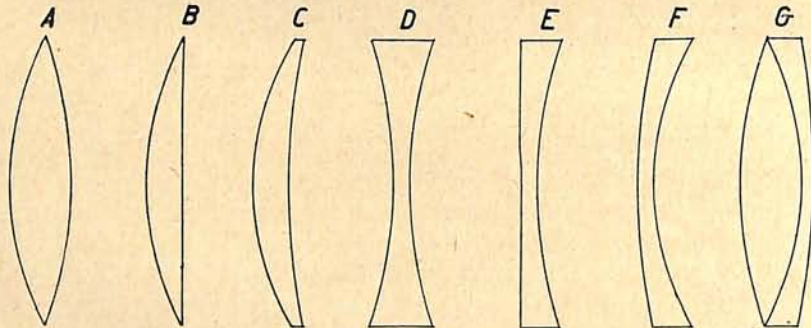


Abb. 1. Die verschiedenen Linsenformen:

A bikonvexe, B plankonvexe, C konkavkonvexe, D bikonkave, E plankonkave, F konvexkonkave Linse (C und F werden auch als konvexe bzw. konkave Menisken bezeichnet),  
G konvexe achromatische Linse

Die einfachen Gesetze des Durchgangs des Lichtes durch Glaslinsen, wie sie in jedem Schullehrbuch der Physik zu finden sind, sind leider, wie eine einfache genauere Überlegung lehrt, nur sehr angenähert richtig und gelten insbesondere nur für den Fall, daß die Linse unendlich dünn ist, und daß alle Strahlen nur in nächster Nähe der Achse sie durchsetzen. Indessen sind diese Gesetze und die mit ihnen gleichzeitig behandelten Konstruktionen der Lage des Linsenbildes zur Veranschaulichung der Wirkungsweise sehr geeignet, und es sind deswegen in den Abb. 2 bis 4 einzelne besondere Fälle konstruktiv durchgeführt. Bei ihnen allen ist der Einfachheit wegen die Lichtbrechung der Linse nicht an ihren Flächen gezeichnet, sondern in ihrer Ebene. Die Konstruktion erfolgt stets nach dem gleichen Prinzip, daß man den Weg eines Strahles durch den Mittelpunkt der Linse zeichnet, der natürlich geradlinig sein muß (nur für den Idealfall!), und den eines achsenparallelen Strahles. Der Schnittpunkt beider Strahlen ist der Bildpunkt des Gegenstandes, und für ihn gilt der grundlegende Satz, daß sich auch alle übrigen von dem betrachteten Punkt des Gegenstandes ausgehenden Strahlen in ihm schneiden müssen. Der Gegenstand ist mit  $AB$ , sein Bild mit  $A'B'$  bezeichnet. Mit  $F$  sind die wichtigen Punkte bezeichnet, die man Brennpunkte



nennt. Sie sind definiert als die Schnittpunkte aller achsenparallelen Strahlen. Ihren Abstand von der Linsenmitte bezeichnet man als Brennweite.

Je nachdem sich die beiden in den Konstruktionen gezeichneten Strahlen tatsächlich schneiden oder nur in ihren rückwärtigen Verlängerungen, bezeichnet man die entstehenden Linsenbilder als reell oder virtuell. Das reelle Bild ist tatsächlich an der bestimmten Stelle vorhanden, und man kann es auf einem Schirm auffangen, man sieht es sogar auch bei geeigneter Betrachtung an seiner Stelle in

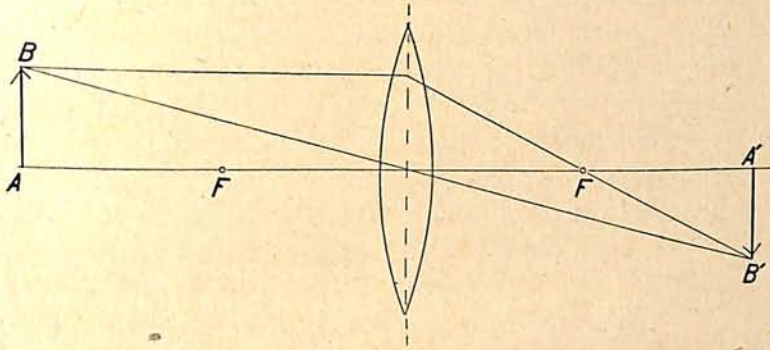


Abb. 2. Entstehung eines reellen Bildes bei einer Sammellinse

der Luft schweben. Für das virtuelle Bild gilt das alles nicht. Die Linse erzeugt kein tatsächliches Bild, wirkt nur so, als ob ein solches Bild tatsächlich an der betreffenden Stelle vorhanden wäre, das man aber, wie an dem Beispiel der Lupe zu sehen, betrachten und weiter verwenden kann. Eine Sammellinse liefert, je nachdem der Gegenstand außerhalb oder innerhalb der Brennweite liegt, reelle oder virtuelle Bilder, eine Zerstreuungslinse nur diese letzten.

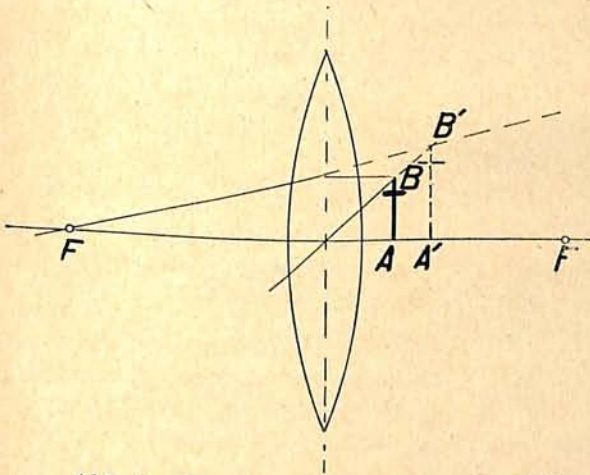


Abb. 3. Entstehung eines virtuellen Bildes bei einer Sammellinse (Fall der Lupe)

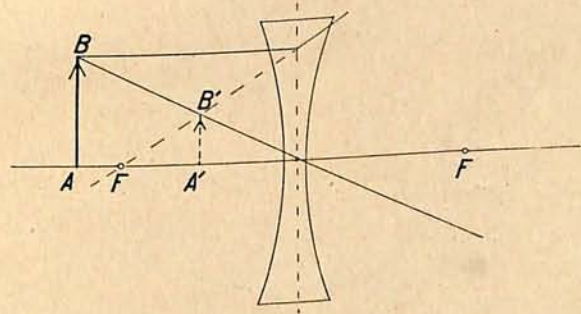


Abb. 4. Entstehung eines virtuellen Bildes bei einer Zerstreuungslinse

Wenn man die ganz einfachen Versuche mit Sammellinsen anstellt, indem man die Bilder von Gegenständen auf einem Schirm auffängt, so sieht man, daß mit diesen eine ideale Abbildung nicht zu erzielen ist, auch nicht, wenn man vorzüglich gearbeitete Einzellinsen teurer Instrumente verwendet. Den einen Fehler und das Mittel zu seiner Abhilfe, die Farbenzerstreuung, haben wir schon besprochen. Es sollen nun noch kurz die wichtigsten übrigen erwähnt werden. So vereinigt eine Linse die von einem Punkt ausgehenden einfarbigen Lichtstrahlen



nicht genau wieder in einem Punkt, sondern in der Art, wie es in Abb. 5 gezeichnet ist. Man bezeichnet das als sphärische Aberration. Die Folge davon ist, daß das Bild eines leuchtenden Punktes ein unscharfes Scheibchen wird, mit einem hofähnlichen Gebilde herum. Beseitigen kann man diesen Fehler durch eine Linsenkombination, von denen die eine die Randstrahlen, wie gezeichnet, zu stark im Vergleich zu den mittleren Strahlen bricht, die andere im entgegengesetzten Sinne wirkt.

Einer der allerwichtigsten Fehler einer Linse ist der sogenannte Astigmatismus, eine auch bei manchen nicht normalen menschlichen Augen wohlbekannte, aber ungefährliche Erscheinung. Er besteht darin, daß von den Strahlen eines Bündels, die nicht parallel der Achse die Linse durchsetzen, die in verschiedenen Ebenen liegenden Strahlen in verschiedenen Punkten vereinigt werden. In der Abb. 6 ist der Vorgang ganz schematisch durch ein Strahlenbündel mit kreuzförmigem Querschnitt erläutert und angedeutet, wie in den Stellen A, B und C etwa das Bild des Kreuzes erscheinen würde; in der Praxis ist der Vorgang also so, daß man Linien, die sich senkrecht schneiden, niemals gleichzeitig scharf abbilden kann. Wenn man in dem oben angedeuteten Versuch die Sammellinse schief zur Strahlenrichtung hält, kann man das ohne weiteres sehr deutlich wahrnehmen. Der

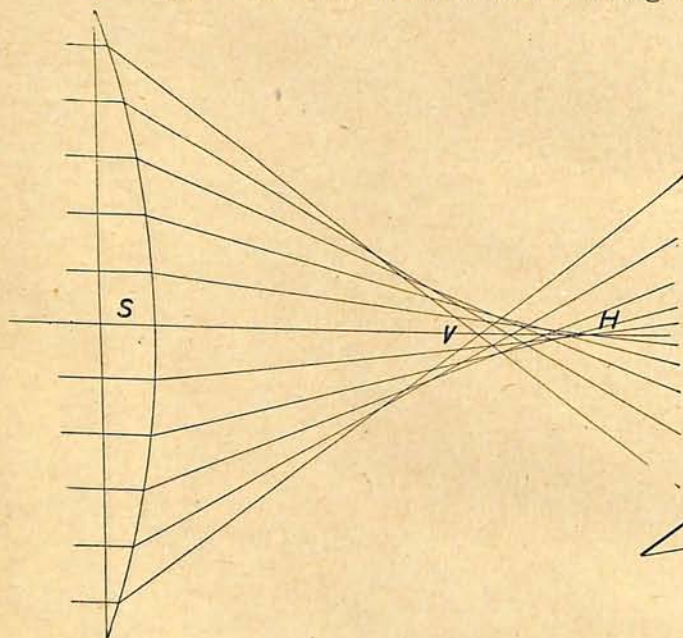


Abb. 5. Sphärische Aberration einer Linse S für achsenparallele Strahlen.

Unterschied der Brennweiten für Rand- und Zentralstrahlen V—H

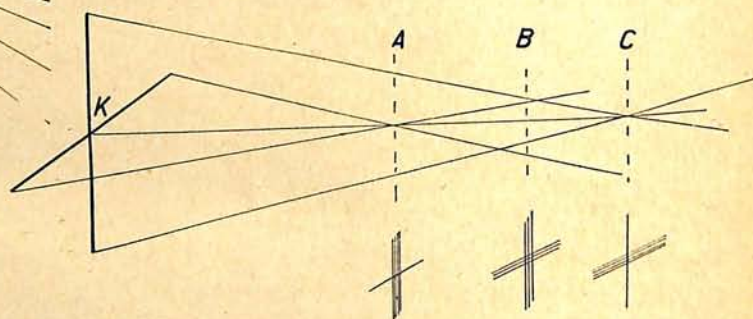


Abb. 6. Ein astigmatisches Strahlenbündel, A und C Vereinigungsebene der Strahlen einer horizontalen bzw. vertikalen Ebene, B Ebene mittlerer Unschärfe

Astigmatismus ist Null bei jeder Linse für achsenparallele Strahlen, die symmetrisch um die Achse verteilt sind; er wird um so größer, je schief sie auftreffen. Ist er noch mit sphärischer Aberration verbunden, so entstehen als Bilder eines Punktes verschwommene Scheibchen mit hellen, kometenschwanzähnlichen Gebilden, und man bezeichnet diese Erscheinung als Koma. Auf die Mittel zur Beseitigung dieser Fehler sei nicht eingegangen, da ihre Erläuterung nur mit mathematischen Hilfsmitteln erfolgen könnte.

Endlich sei als letzter Fehler die Verzeichnung erwähnt, die man wahrnimmt, wenn man das Bild gerader Linie nach dem Rande des Gesichtsfeldes zu betrachtet. Sie erscheinen dort mehr oder weniger stark gekrümmt, und man



unterscheidet je nach der Art der Krümmung eine tonnen- oder kissenförmige Verzeichnung. Sie wird wohl durch die Abb. 7 ohne weiteres klargestellt. Abhilfe ist auch hier ähnlich wie bei der sphärischen Aberration möglich durch Kombination zweier Systeme entgegengesetzter Verzeichnung.

Nebenher sei noch ein bisweilen auftretender Fehler erwähnt, den man als Spiegelfleckbildung bezeichnet. Er kommt dadurch zustande, daß von den auf ein System auftreffenden Lichtstrahlen ein Teil von den verschiedenen Linsenoberflächen reflektiert wird, die so als Konkav- oder Konvexspiegel wirken und neue unerwünschte Bilder liefern, die in Größe und Lage bisweilen sehr stören können. Ihm kann nur durch geeignete Auswahl der Krümmung der Linsen vorgebeugt werden.

Nach diesen Erörterungen wollen wir uns nunmehr zu einer gedrängten Besprechung der wichtigsten Typen optischer Instrumente wenden, die in Frage kommen. Es sind dies das Fernrohr, das Mikroskop und das photographische Objektiv.

Die einfachste und auch wohl, mit Rücksicht auf die immer noch recht dunkeln Anfänge seiner Konstruktion, zuerst gebaute Form des Fernrohrs ist die sogenannte astronomische, die ja dadurch gekennzeichnet ist, daß sie umgekehrte Bilder liefert. Von dem betrachteten Gegenstand wird durch eine Sammellinse ein

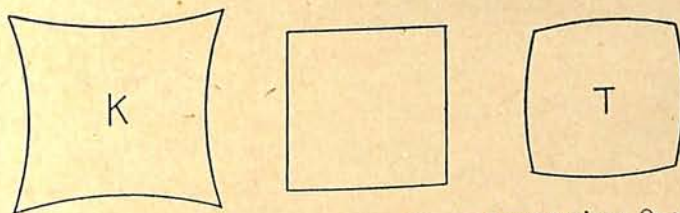


Abb. 7. Kissen- und tonnenförmige Verzeichnung eines Quadrats

natürlich verkleinertes reelles Bild entworfen, und dieses wird durch eine Lupe geeignet vergrößert. Bei dem eigentlichen astronomischen Fernrohr liegt das reelle Bild des Gegenstandes, der unendlich großen Entfernung entsprechend, im Brennpunkt jener Linse, des Objektivs. Die Hauptaufgabe bei der Berechnung und Konstruktion ist es nun, es so zu berechnen, daß jenes Bild möglichst fehlerlos wird. Denn es läßt sich im allgemeinen durch das Okular nicht mehr verbessern. Etwas derartiges ist wohl möglich, wenn man für dieses einen Typus anwendet, den man als H u y g e n sches Okular bezeichnet, wo das reelle Bild erst dann zustande kommt, nachdem die Strahlen die eine Linse des Okularsystems durchsetzt haben. Man hat aber dabei die Schwierigkeit, daß es sehr unständig ist, die notwendigen Meßeinrichtungen unterzubringen, die der Astronom, sobald er die Gegenstände nicht nur betrachten, sondern auch messend verfolgen will, unbedingt braucht. Man bringt deswegen das Objektiv auf einen möglichst weitgehenden Korrektionszustand und verwendet ein geeignetes Okular des R a m s d e n'schen Typus, das sich in der Art seiner Benutzung in nichts von einer gewöhnlichen Lupe unterscheidet. Die Meßeinrichtung, also Mikrometerfäden oder geteilte Glasplatten, werden in die Brennebene des Objektivs verlegt und fallen so mit dem von ihm erzeugten Bild zusammen, können gleichzeitig betrachtet werden, und wirken wie ein einheitliches Bild.

Derartige Fernrohre werden nicht nur für bloße Beobachtung, sondern auch für photographische Zwecke gebaut. Dabei ist aber zu berücksichtigen, daß beides an die Berechnung des Objektivs ganz verschiedene Anforderungen stellt. Im



ersten Fall muß es für die hellsten sichtbaren Strahlen, also vom hellen Rot bis etwa zum Blau hin chromatisch ausreichend korrigiert sein im andern Fall, da diese photographisch recht unwirksam sind, für die hierbei wirkenden blauen und violetten. Also, Fernrohre für photographische und visuelle Beobachtung sind nicht gleich. Sie sind es nur in dem besonderen Fall, der konstruktiv sehr schwierig ist, daß das Objektiv für alle Strahlen von rot bis violett gleichzeitig chromatisch korrigiert ist. Im allgemeinen wird das auf anderem Wege gemacht, indem man, besonders bei großen Ferngläsern, eine Korrektionslinse anwendet, die das Objektiv, das für visuelle Beobachtung eingerichtet ist, zu photographischen Aufnahmen geeignet macht, oder man korrigiert es so, daß man für photographische Zwecke eine andere Brennweite erhält als sonst; oder man verwendet zwei besondere Fernrohre.

Für die Beobachtung von Gegenständen auf der Erde stört bei solchen Ferngläsern natürlich die umgekehrte Lage des Bildes sehr stark. Diesen schwerwiegenden Übelstand vermeidet die sogenannte Galileische Konstruktion, als Theaterglas allgemein bekannt, indem bereits innerhalb der Brennweite des Objektivs, bevor noch die Vereinigung der Strahlen zu dem reellen Bilde erfolgt ist, als Okular eine Zerstreuungslinse verwendet wird, welche die Strahlen zu einem virtuellen Bilde vereinigt, das man beobachtet. Man darf aus den meistens recht unzulänglichen Leistungen der Theatergläser nicht schließen, daß es unmöglich ist, auf diesem Wege gute Ferngläser zu erhalten. Wenn es auch Schwierigkeiten macht, starke Vergrößerungen bei guten Bildern zu erhalten, so hat es doch den sehr großen Vorzug, daß es leicht eine große Bildhelligkeit gibt, was bei Beobachtungen im Dunkeln sehr wertvoll ist und die Gläser gerade als Marine- nachtbläser sehr beliebt macht. Optisch günstiger ist ja unter allen Umständen die astronomische Form, die man unter allen Umständen auch für aufrechte Bilder einrichten kann. Das erfolgt in der sogenannten Keplerschenschen Form durch eine Linse oder ein Linsensystem, das nur eine Umkehrung des Bildes veranlaßt. Man kann sich eine der gewöhnlichen Lösungen auch so vorstellen, daß das reelle Bild nicht durch eine einfache Lupe, sondern durch ein Mikroskop, das ja selbst wieder eine Umkehrung des Bildes verursacht, betrachtet wird.

Alle diese Lösungen haben aber die beiden Nachteile, daß sie einmal geringe Helligkeit des Bildes und ein sehr beschränktes Gesichtsfeld geben, dann aber, daß die Länge des Glases unhandlich groß wird. Beide Schwierigkeiten beseitigt mit einem Schlage die Einführung des sogenannten Porro-Prismenumkehrsystems in den astronomischen Typus. Seine optischen Vorzüge lassen sich dann voll ausnützen, seine Länge wird durch das Zurückwerfen des Lichts, das den gleichen Weg gewissermaßen doppelt zurücklegt, merklich verkürzt, und durch die Prismenanordnung wird unmittelbar eine Bildaufrichtung herbeigeführt. Eine schematische Übersicht über die Wirkung gibt die Abb. 8. Das ist der jetzt übliche Typus des Fernglases.

Während es der Zweck dieses ist, uns entfernte Gegenstände scheinbar näher zu rücken und damit deutlich erkennbar zu machen, verfolgt das Mikroskop die Absicht, an sich kleine Gegenstände durch Vergrößerung für die Betrachtung geeigneter zu machen. Diesen Zweck erfüllt ja in bescheidener Weise zunächst eine einfache Sammellinse als Lupe, die natürlich auch, z. B. in der Form des Ramsden-Okulars, durch Kombination von Linsen, die aber grundsätzlich alle zusammen nur wie eine Sammellinse wirken, optisch günstiger gestaltet werden kann. Der nächste Schritt ist dann das eigentliche Mikroskop, das zunächst



mittels des Objektivs ein mehrfach vergrößertes Bild des zu betrachtenden Gegenstandes in reeller Form erzeugt, das dann nochmals durch eine Lupe, Huygenscher — hier fallen die oben erwähnten Beschränkungen zum Teil weg — oder Ramsdenscher Form vergrößert wird.

Um die vergrößernde Kraft des Mikroskops zu steigern, ist es notwendig — abgesehen von der eigentlichen Okularvergrößerung, die gewisse Grenzen schlecht überschreiten kann —, die Vergrößerung durch das Objektiv möglichst weit zu treiben, d. h. seine Brennweite möglichst klein zu machen, was schon mit Rücksicht auf die Länge des Instruments notwendig ist; das hat zur Folge, daß die Wölbung der Objektivlinsen sehr stark sein muß, und daß es selbst sich sehr nahe vor dem mikroskopischen Präparat befindet. Nun muß man bedenken, daß dessen Helligkeit, also eine sehr kleine Fläche, sich auf das ganze, vielleicht mehrere tausendmal vergrößerte Bild verteilt, das also recht dunkel erscheinen wird, wenn nicht das Präparat selbst genügend hell ist. Um das zu erreichen, ordnet

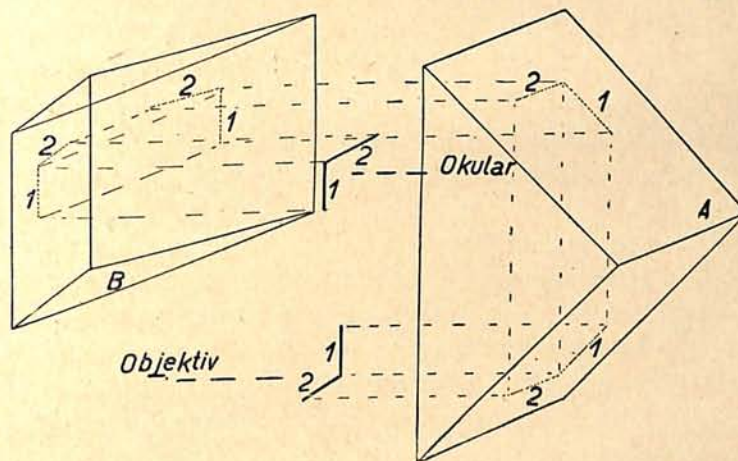


Abb. 8. Schema eines Prismen-Umkehrsystems

(die vom Objektiv kommenden Strahlen laufen unterhalb des Prismas B, werden in A, sodann in B zwei Mal reflektiert, und laufen endlich seitlich an A vorbei zum Okular)

man unter ihm im allgemeinen ein besonderes Linsensystem, den Kondensator, an, der eine größere Lichtmenge kegelförmig auf die kleine Stelle des Präparats konzentriert, das so angeordnet wird, daß es in der Spitze des Lichtkegels liegt. Das Licht, das, ebenfalls in Kegelform austretend, das Präparat verläßt, soll dann möglichst vollständig vom Objektiv aufgefangen werden. Es läßt sich dabei aber nicht vermeiden, daß ein Teil dieses Lichts unter sehr ungünstigen Winkeln auf die verschiedenen Glasflächen des Objektivs auffällt, und infolgedessen zu einem Teil seitlich abgebrochen wird, ohne damit zu einer Wirkung zu kommen, oder durch Totalreflexion verloren geht; dem wird so abgeholfen, daß man auf das Deckgläschen des Präparats einen Tropfen einer geeigneten Flüssigkeit, im allgemeinen eines Öls, bringt, der den Zwischenraum zwischen Präparat und Frontlinse, die in das Öl eintaucht, vollständig ausfüllt. Das Öl hat die gleiche Lichtbrechung wie die Linse, und damit sind jene Nachteile vermieden. Man kommt auf diesem Wege zu Helligkeiten, die nahe an die überhaupt möglichen herankommen, an die Grenze, die nicht überschritten werden kann. Man bezeichnet solche, nur für die stärksten Vergrößerungen in Frage kommenden Objektivsysteme als Immersionsobjektive.



Gehen wir nunmehr zu dem dritten Typus von wichtigen optischen Instrumenten über: dem photographischen Objektiv, das wohl für die meisten Leser besonderes Interesse bieten wird. Es hat ja die Aufgabe, ein reelles Bild der Außenwelt zu entwerfen, das noch der Beschränkung unterliegt, daß es in einer Ebene, der Ebene der photographischen Platte liegen muß. Demnach muß jedes photographische Objektiv noch einer neuen Bedingung genügen, die wohl auch bei den oben besprochenen Instrumenten besteht, aber hier besonders wichtig ist: es muß ein normaler Fehler aller Linsensysteme, die Bildwölbung, möglichst gut beseitigt sein. Überdies kommt noch eine sehr schwierige Bedingung dazu, die bei astronomischem Fernrohr und Mikroskop überhaupt nicht vorhanden, beim terrestrischen Fernrohr mit Rücksicht auf die Beweglichkeit und Akkommodationsfähigkeit des Auges ohne Bedeutung ist, es soll verschieden weit entfernte Gegenstände alle in der gleichen Ebene gleich scharf abbilden. Schon die elementaren Gesetze der Linsen lehren, daß dies unmöglich zu erfüllen ist. Und dem ist auch tatsächlich so. Es ist unmöglich, sehr weite und nahe Gegenstände mit gleicher Schärfe auf die Platte zu bekommen. Wohl möglich ist aber, sie beide gleichzeitig mit praktisch ausreichender Schärfe photographieren zu können. Man bezeichnet diese Fähigkeit der photographischen Objektive als ihre Tiefenschärfe. Charakteristisch für diese ist die Brennweite und die Öffnung der Linsen. Zwei Objektive, bei denen beide Größen gleich sind, haben, abgesehen natürlich von sonstigen Fehlern, gleiche Tiefenschärfe, auch wenn das eine ein einfaches, das andere ein sehr wertvolles Objektiv ist. Das muß man berücksichtigen, wenn man in photographischen Preislisten den Ausdruck „vorzügliche Tiefenschärfe“ liest. Bei allen Objektiven ist die Tiefenschärfe um so geringer, je größer ihre Öffnung im Vergleich zu ihrer Brennweite ist. Man kann sie künstlich verbessern, wenn man durch Abblendung bei einem Verlust an Helligkeit, und damit einer Vermehrung der Belichtungszeit, die Öffnung verkleinert, soweit, bis man in allen Fällen praktisch ausreichende Schärfe erzielt.

Es kann hier nicht unsere Aufgabe sein, alle verschiedenen Typen der Objektive zu besprechen. Das einfachste ist die achromatische Linse, auch vielfach als Landschaftslinse bezeichnet, die noch alle Fehler einer solchen in mehr oder weniger hohem Maße besitzt. Der nächst bessere Typus ist der Aplanat, bei dem durch Kombination zweier achromatischer Linsen in symmetrischer Anordnung die Verzeichnung im wesentlichen aufgehoben wird. Der beste Typus ist der Anastigmat, bei dem auch der Astigmatismus beseitigt ist. Einen schematischen Schnitt durch einen sechslinsigen Anastigmaten gibt die Abb. 9. Eine besondere, nicht unwichtige Klasse von Objektiven bilden die sogenannten Teleobjektive, die den Zweck haben, sehr weit entfernte Gegenstände, die man nur bei ganz unhandlich langbrennweitigen Objektiven in ausreichender Größe erhalten könnte, mit den üblichen Kameralängen brauchbar abzubilden. Ihre schematische Anordnung zeigt Abb. 10. Sie bestehen aus einem sammelnden Teil O, in dessen Strahlengang nach der Plattenseite zu eine zerstreuende Linse N geschaltet ist. Wie man sieht, hat das den Erfolg, daß das eigentliche Objektiv scheinbar merklich nach vorn nach O' zu verlegt ist, und demgemäß natürlich auch entsprechend wirkt.

Es gibt kein photographisches Objektiv, bei dem alle Fehler vollständig beseitigt sind, und es kann auch ein solches nicht geben, da die Bedingungen, die dazu führen könnten, bei den einzelnen Fehlern einander widersprechen. Es ist Sache des Konstrukteurs, die einzelnen Teilbedingungen je nach dem Zweck, den das Objektiv erfüllen soll, gegeneinander abzuwägen, und die Fehler so zu ver-



teilen, daß praktisch ausreichende Leistungen zustande kommen. Die weitgehendsten Anforderungen an Genauigkeit und Schärfe der Zeichnung werden an die Reproduktionsobjektive gestellt, mit denen die Aufnahmen zur Vervielfältigung von Bildern und Zeichnungen gemacht werden. Sie werden deswegen, um einen möglichst weitgehenden Korrektionszustand zu besitzen, auch aus einer besonders großen Anzahl von Linsen hergestellt. Der Korrektionszustand der besseren Objektive für Amateure ist indessen auch sehr gut, sodaß man kaum jemals über mangelnde Schärfe, vorausgesetzt, daß sie nicht andere, nicht im Objektiv liegende Ursachen hat, wird klagen können.

Einige Worte seien noch über die Blendenwirkungen gesagt, über die noch vielfach Unklarheit herrscht. Die Blende, eine fast immer kreisförmige Öffnung, die zentral zu den Gläsern liegt, dient zunächst dazu, das Gesichtsfeld des Instruments nach außen abzugrenzen und die schädlichen Randstrahlen des Glases, die die Bildgüte beeinträchtigen, fernzuhalten. Sie bestimmt damit auch gleichzeitig die Helligkeit des Bildes. Maßgebend für die optische Leistung, sagen wir einmal eines photographischen Objektivs, ist einmal die Öffnung der Linse, bezw. der

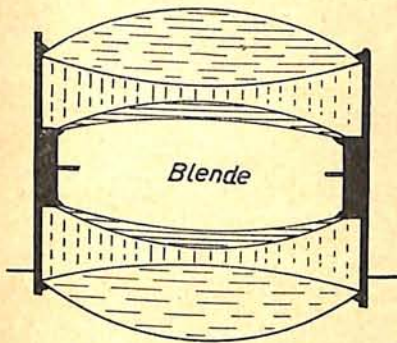


Abb. 9. Schnitt durch einen sechslinsigen Anastigmaten

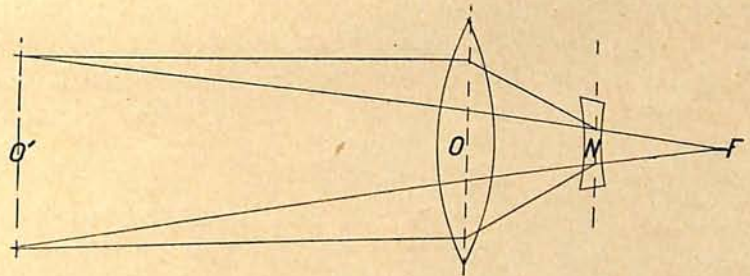


Abb. 10. Schema eines Teleobjektivs

Durchmesser der Blende, und dann die Brennweite. Man sieht ohne weiteres, wenn man von den praktisch meistens vernachlässigbaren Lichtverlusten beim Durchgang der Lichtstrahlen durch das Glas absieht, daß zwei Objektive mit gleicher Brennweite und gleicher Blendenöffnung ein gleich helles Bild geben müssen, bei einem andern mit doppelter Brennweite aber nur ein viertel so helles Bild, denn die gleiche Lichtmenge verteilt sich auf eine vier Mal so große Fläche wie vorher. Haben dagegen zwei Objektive mit gleicher Brennweite Blendendurchmesser im Verhältnis 1 zu 2, so wird das mit der größten Blende eine vierfache Bildhelligkeit geben, weil die Kreisfläche, die das Licht durchläßt, den doppelten Durchmesser, also vierfache Fläche hat. Mit anderen Worten, für die Bildhelligkeit eines Objektivs ist das Verhältnis des Blendendurchmessers zur Brennweite maßgebend. Die relative Öffnung, von der ja die Helligkeit abhängt, ist bei den am meisten benutzten Aplanaten etwa  $\frac{1}{8}$ , d. h. der Blendendurchmesser ist ein Achtel der Brennweite. Verringert man den Blendendurchmesser auf die Hälfte, ein Drittel usw., z. B. um die Bildgüte zu verbessern, so ist die Helligkeit des Bildes nur ein Viertel bzw. ein Neuntel der früheren, und man muß die Belichtungszeit demgemäß verlängern. Alle Objektive von gleicher relativer Öffnung erfordern stets gleiche Belichtungszeiten. Die wertvolleren unterscheiden sich nur insofern von den billigen, als sie schon bei großen Öffnungen ein genügend gut gezeichnetes Bild geben und dennoch keiner Abblendung bedürfen. Aus diesem



Grunde kann man bei ihnen im allgemeinen mit kürzeren Belichtungszeiten auskommen. Es sei auch nochmals erwähnt, daß alle Objektive von gleicher relativer Öffnung gleiche Tiefenschärfe besitzen, d. h. wenn man mit zweien dieser Art den gleichen Gegenstand aufnimmt und beide Bilder auf gleiche Größe bringt, z. B. durch Vergrößerung, so werden die Unschärfen, die durch verschiedene Abstände der einzelnen Teile des photographierten Gegenstandes am Apparat hervorgerufen werden, bei beiden Bildern gleich sein.

Zum Schluß noch einige Worte über das Eingreifen der Wellenoptik in die geometrische. Es ist bereits an anderer Stelle darauf hingewiesen worden, wie die Wellennatur des Lichtes der Leistungsfähigkeit der Mikroskope eine unüberwindliche Schranke setzt. Sobald das Licht Präparate sehr feiner Struktur durchsetzt, tritt der Fall ein, daß eine Lichtbeugung stattfindet, und daß ähnlich wie bei den optisch zu Spektralversuchen viel gebrauchten Glasgittern auch hier mehr oder weniger viele Beugungsspektren sich bilden. Das macht sich natürlich dann besonders bemerkbar, wenn derartige Präparate mit starken Vergrößerungen betrachtet werden. Da verlangt es die Abbesche Theorie der mikroskopischen Bilderzeugung, daß möglichst viele dieser Beugungsspektren vom Objektiv noch aufgefangen werden. Ist das nicht der Fall, so entstehen daraus Bilder, die mit den tatsächlichen Formen des Präparates nicht mehr übereinstimmen. Das ist mit ein Grund, der zur Einführung der Immersionssysteme gedrängt hat.

Auch bei Ferngläsern wirkt der Rand des Objektivs beugend auf das Licht, was zur Folge hat, daß man je nach der relativen Öffnung des Fernrohres keine punktförmigen Bilder der Fixsterne bekommt, sondern Sternscheibchen, und zwar um so größere, je kleiner die relative Öffnung ist. So ist also die auflösende Kraft jedes Fernrohres durch die Wellennatur des Lichtes beschränkt.

Beim photographischen Apparat kann auch eine Beugungswirkung eintreten, wenn man die Blende, was wohl nie der Fall ist, bis auf Bruchteile von Millimetern in ihrem Durchmesser verengt. Es ist das bereits der Fall der Lochkamera, welche zur Bilderzeugung, unter Benutzung der geradlinigen Ausbreitung des Lichtes nicht mehr ein Objektiv, sondern nur eine nadelstichgroße Öffnung benutzt, und recht scharfe Aufnahmen liefert. Hier kann man rechnerisch eine Größe der Öffnung ermitteln, welche die günstigsten Resultate gibt; denn eine Verkleinerung der Öffnung bei gegebenem Plattenabstand liefert wohl an sich eine größere Schärfe der Zeichnung, dem wirkt aber die Beugung des Lichtes entgegen. Beides kompensiert sich so, daß z. B. bei einem Abstand von 12 cm zwischen Öffnung und Platte ein Lochdurchmesser von 0,3 mm die besten Resultate gibt.

## Der gestirnte Himmel im Monat Februar 1916

Von Dr. F. S. Archenhold

### Neue Bestimmungen der Radialgeschwindigkeit der planetarischen und unregelmäßigen Nebel.

1910 ist die Entdeckung gemacht worden, daß die Radialgeschwindigkeit der Nebel gewöhnlich mit der fortschreitenden Spektralklasse zunimmt. Das hat die Herren W. W. Campbell und J. H. Moore dazu geführt, die gasförmigen planetarischen und die großen Nebel, deren Spektren aus hellen Linien bestehen, in ihr Beobachtungsprogramm aufzunehmen. Von besonderem Interesse ist dabei, Beziehungen zwischen Nebel- und Sterngeschwindigkeiten zu finden, die vielleicht Schlüsse auf die Entwicklung der Sterne



aus Nebeln zu ziehen gestatten. 348 Geschwindigkeitsmessungen sind an 92 Nebeln des nördlichen und südlichen Himmels an der Lick- und D. O. Mills-Sternwarte gemacht worden. Für die helleren Nebel, besonders die planetarischen, sind einfache Prismen-Spektrographen mit einer Brennweite von 16 und 18 Zoll benutzt worden; für die schwächeren und großen Nebel jedoch wurden doppelte und dreifache Prismen einer 8- und 5zölligen Kamera verwandt. Der Vorteil der letzteren Anordnung geht deutlich daraus hervor, daß z. B. der Spektrograph mit 3 Prismen fünf- bis sechsmal so schnell arbeitet wie das langbrennweitige Instrument mit seinem Prisma bei gleicher linearer Zerstreuung. Durch die Anordnung konnten die beiden grünen Linien des Nebuliums, die Wasserstofflinie  $H\beta$  und gelegentlich auch die Linie bei  $\lambda$  4686 bei einer Expositionsdauer von einer bis achtzehn Stunden photographiert werden. Bei den Geschwindigkeitsmessungen aus diesen Platten beträgt der wahrscheinliche Fehler je nach Intensität und Zahl der Linien 2 bis 4 km. Diese aus den Beobachtungen abgeleiteten Ergebnisse beruhen auf 80 von 92 Geschwindigkeitswerten. Zwölf, die zu den Nebeln der Magelhan-Wolke gehören, sind nicht einbezogen worden, da sie Besonderheiten aufweisen. Sieben gehören zu den großen oder unregelmäßigen Nebeln, 73 sind planetarische oder Ringnebel von regelmäßiger Gestalt. Von allen Geschwindigkeiten ist der Einfluß der Sonnenbewegung abgezogen worden. Die Durchschnittsgeschwindigkeiten der verschiedenen Gruppen betragen:

Bei 7 großen Nebeln	10 km in der Sekunde
„ 39 Scheiben und Ringen	28 „ „ „ „
„ 34 Sternnebeln	50 „ „ „ „
„ 73 regelmäßigen Nebeln	38 „ „ „ „

Hieraus geht hervor, daß die Geschwindigkeit in der Reihenfolge zunimmt: Große Nebel, Scheiben, Sternnebel. Es steht kaum mehr in Frage, daß die planetarischen Nebel Heliumsterne werden, jedoch ist die Annahme nicht haltbar, daß die Heliumsterne, deren bis jetzt beobachtete Radialgeschwindigkeit durchschnittlich 6 km beträgt, unbedingt aus Planeten nebeln entstanden sind, in Anbetracht der sechs- bis siebenmal größeren Durchschnittsgeschwindigkeit der planetarischen Nebel.

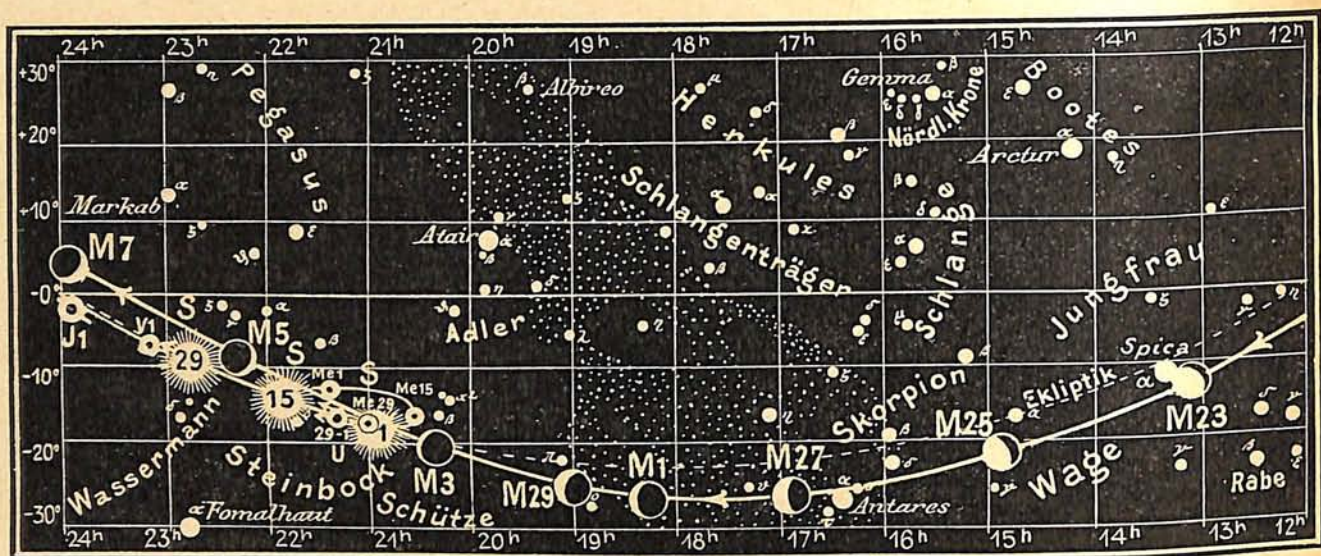
Ein weiteres bedeutungsvolles Ergebnis ist die Übereinstimmung des Wertes der Sonnenbewegung, die aus diesen Nebelgeschwindigkeiten berechnet wurde mit dem aus den B Sternen abgeleiteten Werte von 20,2 km; nämlich 20,1 km aus den 73 Nebeln regelmäßiger Gestalt und 20,7 km aus den 7 großen Nebeln. Demnach stehen die großen und planetarischen Nebel wenigstens in Anbetracht ihrer Eigenbewegungen in Beziehung zu unserem Sternsystem. Die Eigenbewegungen scheinen außerdem mit ziemlicher Regelmäßigkeit der Größe nach verteilt zu sein, was in scharfem Gegensatze zu den Heliumsternen steht. Die Tatsache der Zugehörigkeit der Nebel zu unserem Sonnensystem wird durch die strenge Einhaltung der Haupttrichtungen der Kapteynschen Sternströme gestützt. Dies zeigt sich auf zwei Arten: Erstens durch Anordnung in Bezug auf die Entfernung von den Polen und zweitens in Bezug auf die Entfernung von der Zentralebene der Milchstraße. Endlich muß man in Anbetracht der ungeheuren Geschwindigkeiten von 237 bis 287 km der rückwärtigen Bewegung, die bei 11 Nebeln in der großen Magelhan-Wolke gefunden sind, und der Abwesenheit von Nebeln in der Himmelsgegend um die Wolke herum, schließen, daß diese Wolke ein einzelstehendes, kosmisches Ganze ist, ein System, das keine Beziehung zu unserem Sternsystem besitzt. (Bericht von Campbell und Moore.)

### Der Lauf von Sonne und Mond

Die Sonne (Feld  $21^h$  bis  $22\frac{3}{4}^h$ ) tritt am 19. Februar aus dem Zeichen des Wassermannes in das der Fische. Ihre Mittagshöhe nimmt in diesem Monat um  $9\frac{1}{2}^\circ$  zu. Größere Fleckengruppen sind jetzt fast täglich auf der Sonne zu sehen, da wir uns im Maximum befinden.



Fig. 1b



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

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
Februar 1	— 17° 24'	7h 52m	4h 48m	20 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> °
- 15	— 13° 2'	7h 27m	5h 14m	24 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> °
- 29	— 7° 59'	6h 58m	5h 41m	29 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> °

Der Mond ist mit seinen Phasengestalten in unsere Karten 1a und 1b für den 1. bis 29. Februar eingetragen. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Tage:

Neumond: \_ Februar 3 4h nachm. Erstes Viertel: Februar 10 10h abends  
 Vollmond: - 19 2h morgens Letztes Viertel: - 26 9h morgens.

### Die Sonnen- und Mond-Finsternisse des Jahres 1916

Im Jahre 1916 finden drei Sonnenfinsternisse und zwei Mondfinsternisse statt. In unseren Gegenden wird von ihnen nur die zweite Mondfinsternis teilweise sichtbar sein.

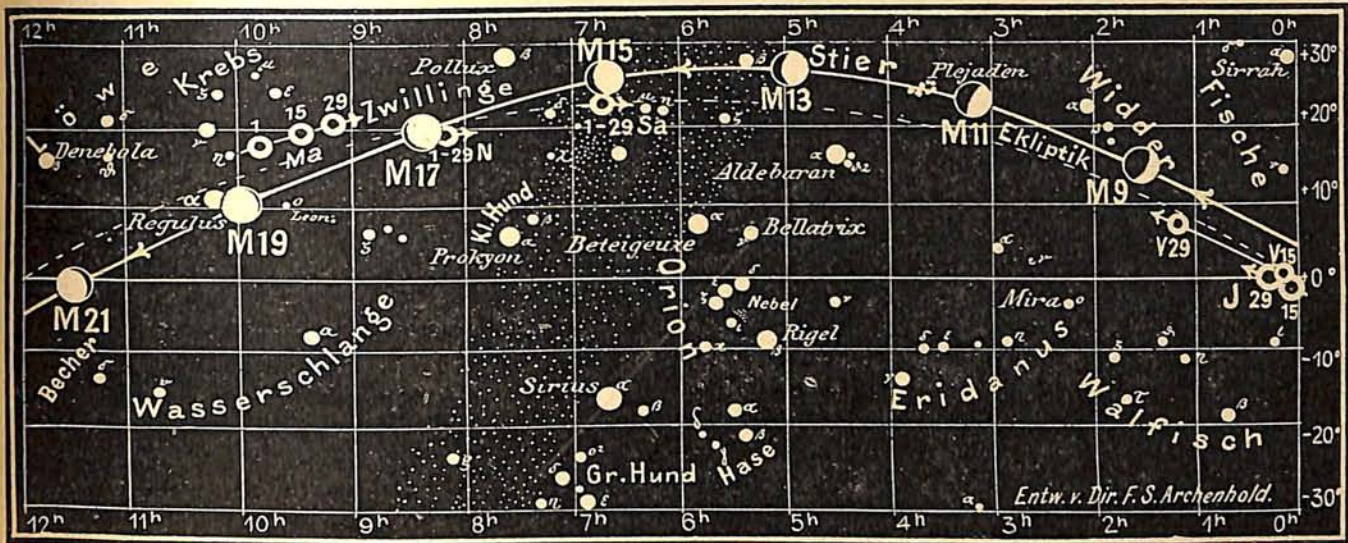
Die erste Mondfinsternis ist eine partielle von geringer Bedeutung, da nur ein Siebentel des Monddurchmessers verfinstert wird. Sie ereignete sich in den Vormittagsstunden des 20. Januar und dauerte von 8h 55m bis 10h 24m. Sie war sichtbar im westlichen Europa, im nördlichen Atlantischen Ozean, in Amerika, im Stillen Ozean und im nordöstlichen Asien.

Die erste Sonnenfinsternis war eine totale und ereignete sich in den Nachmittagsstunden des 3. Februar. Sie begann um 2h 27m etwa 20° westlich von den Galapagos-Inseln im Stillen Ozean, erstreckte sich über den größten Teil von Nordamerika, über die nördliche Hälfte Südamerikas, den nördlichen Atlantischen Ozean, das nordwestliche Afrika und das westliche Europa und endete um 7h 33m abends etwa 10° östlich von den Azoren. Die totale Verfinsternung war außer im nördlichen Columbia und Venezuela auf dem Festlande nicht zu sehen.

Die zweite Mondfinsternis findet am 15. Juli statt und ist auch eine partielle. Sie beginnt um 4h 19m morgens und endet um 7h 12m vormittags und ist im westlichen Europa, dem größten Teile Afrikas, im Atlantischen Ozean, in Amerika und im südlichen Stillen Ozean zu sehen. Im größten Teile Deutschlands geht der Mond bereits vor dem



Fig. 1a



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

Ende der Finsternis unter; nur in den Orten, welche westlich der Linie Münster i.W.—Landshut gelegen sind, wird die Finsternis noch auf kurze Zeit vor Monduntergang sichtbar.

Die zweite Sonnenfinsternis ist eine ringförmige und findet in der Nacht des 30. Juli statt. Sie beginnt um 12<sup>h</sup> 25<sup>m</sup> morgens in der Nähe der Sunda-Straße und endet um 5<sup>h</sup> 47<sup>m</sup> morgens im Osten von Neuseeland. Sie ist hauptsächlich in Australien, dem Indischen Insel-Archipel und Neuseeland sichtbar.

Die dritte Sonnenfinsternis ist sehr unbedeutend, da nur der hundertste Teil des Sonnendurchmessers verfinstert wird. Sie ereignet sich am Abend des 24. Dezember von 9<sup>h</sup> 32<sup>m</sup> bis 10<sup>h</sup> 0<sup>m</sup> und wird nur im südlichen Eismeer südlich von Afrika zu sehen sein. (Kalendermaterial.)

### Die Planeten

**Merkur** (Feld 21<sup>1/2</sup><sup>h</sup> bis 20<sup>h</sup>) ist während des ganzen Monats infolge seiner großen Sonnennähe unsichtbar. Er steht zu Anfang des Jahres im Sternbilde des Schützen. Da er sich jedoch immer in der Nähe der Sonne aufhält, so durchläuft er mit ihr im Laufe des Jahres den ganzen Tierkreis. Erst Ende April bis in die zweite Hälfte des Mai hinein wird er am Abend vor seinem Untergang am nordwestlichen Himmel wieder sichtbar. Sein Durchmesser beträgt am 1. Februar 9<sup>''</sup>,7 und am 29. Februar 7<sup>''</sup>,2 und seine Entfernung nimmt von 103 auf 139 Millionen km zu.

**Venus** (Feld 23<sup>h</sup> bis 1<sup>h</sup>) ist am westlichen Abendhimmel über 3 Stunden lang am Ende des Monats sichtbar und überholt Mitte des Monats den Jupiter. Beide zusammen sind schon mit Eintritt der Dämmerung sichtbar, und bilden, wenn der Mond in die Nähe kommt, eine interessante Konstellation. Der scheinbare Durchmesser der Venus beträgt am 1. Februar 13<sup>''</sup>,2 und am 29. Februar 15<sup>''</sup>,3. Ihre Entfernung von der Erde nimmt von 192 auf 167 Millionen km ab.

**Mars** (Feld 9<sup>3/4</sup><sup>h</sup> bis 9<sup>h</sup>) ist während des ganzen Monats am Nachthimmel im Sternbilde des Löwen sichtbar und erreicht seinen höchsten Stand um Mitternacht. Er steht am 10. Februar der Sonne gerade gegenüber. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt am 1. Februar 14<sup>''</sup>,8 und am Ende des Monats 14<sup>''</sup>, sodaß die interessanten Erscheinungen der Kanäle, deren einwandfreie Deutung vorläufig noch unüberwindliche



Schwierigkeiten darbietet, in den bevorstehenden Monaten am günstigsten zu beobachten sind. Seine Entfernung von der Erde nimmt während des Monats von 102 auf 107 Millionen km zu. Mars übertrifft noch an rötlichem Glanz den Regulus im Löwen und steht Ende des Monats gerade in der Mitte zwischen diesem und Pollux.

*Jupiter* (Feld  $24^h$  bis  $23\frac{1}{4}^h$ ) steht zu Anfang des Jahres im Sternbilde der Fische und bewegt sich rechtläufig bis Mitte August. Seine Sichtbarkeit nimmt schnell ab und beträgt Ende des Monats nur noch eine Stunde. Sein Polardurchmesser mißt zu Anfang des Monats  $33'',7$  und zu Ende des Monats nur noch  $32'',2$ . Seine Entfernung nimmt entsprechend von 834 auf 873 Millionen km zu.

*Saturn* (Feld  $6\frac{3}{4}^h$ ) ist sofort nach Beendigung der Abenddämmerung bis  $9\frac{1}{2}$  Stunden lang im Sternbilde der Zwillinge sichtbar, in dem er sich bis in die erste Hälfte des März rückläufig bewegt. Sein Polardurchmesser nimmt von  $19''$  zu Anfang des Monats bis auf  $19'',2$  zu Ende des Monats ab und entsprechend auch seine Entfernung von 1220 auf 1272 Millionen km zu.

*Uranus* (Feld  $21\frac{1}{4}^h$ ) ist wegen seiner Sonnennähe während des ganzen Monats unsichtbar. Seine Entfernung von der Erde beträgt 3100 Millionen km und sein Durchmesser  $3'',2$ .

*Neptun* (Feld  $8\frac{1}{4}^h$ ) ist während des ganzen Monats wegen seiner hohen Stellung sehr günstig, und zwar wegen seines kleinen Durchmessers von  $2'',6$  natürlich nur in größeren Fernrohren zwischen Mars und Saturn am Nachthimmel zu beobachten. Seine Entfernung von der Erde mißt 4350 Millionen km.

Bemerkenswerte Konstellationen:

Februar	3.	$8^h$	abends	Merkur in Konjunktion mit dem Monde
-	5.	$7^h$	abends	Uranus in Konjunktion mit der Sonne
-	6.	$11^h$	vormittags	Venus in Konjunktion mit dem Monde
-	7.	$1^h$	morgens	Jupiter in Konjunktion mit dem Monde
-	10.	$3^h$	morgens	Mars in Opposition mit der Sonne
-	13.	$3^h$	morgens	Venus in Konjunktion mit dem Jupiter, Venus $27'$ nördlich von Jupiter
-	15.	$1^h$	morgens	Saturn in Konjunktion mit dem Monde
-	18.	$6^h$	morgens	Mars in Konjunktion mit dem Monde

**Kleine Mitteilungen**

**Die Kälteperioden des nordischen Winters.** Vor einigen Jahrzehnten gab es noch wirklich strenge Winter mit hohem Schnee; Binnengewässer, Häfen und Meeresbuchten froren so stark zu, daß sie stellenweise für Wagen passierbar waren. Jetzt gibt es zwar noch zuweilen Eis und Schnee in ziemlichen Mengen, aber es scheint der Südwestpassat im westlichen Europa immer mehr an Bedeutung zu gewinnen und der Zustand des Nordostwindes mit Frost und Schnee ein recht labiler zu werden. Sehr strenge Winter bestehen jetzt nur noch aus längeren oder kürzeren Kälteperioden mit periodischer Tauwitterung bei Südwestwinden. Streng oder milde ist ein Winter je nach der Dauer und Intensität solcher Kälteperioden.

Folgen wir der Theorie von Ständer für die Entstehung strenger resp. milder Winter, so finden wir, daß einem strengen Winter ein regenarmer Spätsommer oder Herbst vorherzugehen pflegt. Es gestattet nämlich trockener Boden viel eher die Ausstrahlung als feuchter, denn trockene Körper kühlen sich schneller und intensiver ab als feuchte, und es ist bei geringer Bodenfeuchtigkeit auch die Luftfeuchtigkeit verhältnismäßig gering. Sie kondensiert sich bei starker Abkühlung nicht so leicht wie in feuchtmilden Wintern, in welchen die Strahlung durch die Bewölkung stark verhindert wird. Es ist daher auf die Eigenart der dem Winter vorhergehenden Jahreszeit zu achten. Im Spätsommer und Herbst verschärfen sich allmählich die Luftdruckgegensätze und die intensiven Zyklonen des Nordwestens bedingen einen schnelleren Wechsel zwischen



den Perioden heiteren und stürmischen Wetters. Der Charakter der Hochdruckgebiete nähert sich zwar immer mehr demjenigen der Strahlungsantizyklonen, ohne aber ihre Stabilität in den Kälteperioden des Winters zu besitzen. Sie sind noch sehr abhängig von der Intensität und Häufigkeit der vorüberziehenden Zyklonen. Die gesamte Witterung im Spätsommer und Frühherbst ist von der Zahl der Wirbelstürme über Europa abhängig. Ist ihre Zahl gering, so entwickeln sich schon im August und September längere oder kürzere, immerhin recht intensive Perioden heiteren Wetters. Sie werden herbeigeführt durch Antizyklonen, welche sich meist vom Azorenhochdruckgebiet als selbständige Wirbel loslösen und vom Atlantischen Ozean über Deutschland hinwandern. Gewöhnlich setzen sie sich in Skandinavien fest und es entstehen Perioden mit meist kühlen, trockenen Winden. Die Sonnenstrahlung wirkt dann einmal tagsüber auf den Boden ein und befördert die Feuchtigkeit aus größerer Tiefe an die Oberfläche, ferner verschärft die nächtliche Strahlung die Intensität und Stabilität solcher Antizyklonen. Allgemeine Depressionen lösen diese Perioden nach 1 bis 2 Wochen oder auch Tagen wieder ab und rücken, besonders in trockenen Jahren, selten vom nordatlantischen Ozean auf das skandinavische Festland. Im November, dem feuchtesten Monat, gewinnen die Zyklonen immer allgemeinen Einfluß. Die Regenfälle des November sind jedoch in den sogenannten trockenen Jahren nie so stark und dringen nicht so tief in den Boden ein. Für die Strahlung ist aber die Feuchtigkeit in größerer Tiefe von Bedeutung, weil die an der Oberfläche leicht vom Winde beseitigt wird. In den Tiefdruckgebieten tritt dann im Dezember mehr Ruhe ein und Neigung zur Nebelbildung, doch trägt der feine Nebelregen nicht viel zur Befeuchtung des Bodens bei. Die Vorbereitung des Winters ist beendet und sein Beginn erfolgt Ende November oder Anfang Dezember. Zeitweise wiederholen sich auch in diesen Monaten die im August und September häufigeren Trockenperioden (es verdunstet dann teilweise die etwa angereicherte Bodenfeuchtigkeit), setzen sich den ganzen Winter hindurch fort und bringen über ganz Europa jene allgemeinen Kältewellen. Wie es im Herbst Perioden gab, in welchen besonders über Skandinavien die Entstehung hohen Luftdruckes begünstigt wurde (es war der September, Oktober und teilweise auch der November), so sind es im Winter die dritte Dezember-, zweite und dritte Januardekade und der ganze März.

Wir kommen nun zur Charakteristik dieser Perioden und den Eigenschaften der winterlichen Antizyklonen. Von den zwei Arten solcher Hochdruckgebiete wird diejenige warmer Gegenden bedingt durch die allgemeine Luftzirkulation zwischen niederen und höheren Breiten, während diejenige der kalten und gemäßigten Zone durch Strahlung entsteht. Die Hochdruckgebiete der warmen Zone sind nicht sehr intensiv (selten 775 mm), aber sehr stabil, weil ihre Entstehungsursache konstant ist; weniger stabil sind wieder die Strahlungsantizyklonen, aber um so mehr intensiv, weil sie durch direkte Strahlung entstehen, welche zwar vielen Störungen ausgesetzt, aber auch bei geringer Bodenluftfeuchtigkeit sehr intensiv sein kann. Das sogenannte Azorenhoch ist ein Repräsentant der Hochdruckgebiete der warmen Zone, die skandinavisch-russischen Antizyklonen repräsentieren diejenige der kalten und gemäßigten Zone und bringen die Kälteperioden. Ihr Entwicklungsgang ist charakteristisch und interessant, zu ihrer Entstehung muß die Strahlung durch ein Steigezentrum (in einem Hochdruckkeil) in Skandinavien eingeleitet werden. Gewöhnlich entwickelt sich dann das Hochdruckgebiet sehr schnell und zeigt in der Weiterentwicklung des Gebietes eine zweifache Periodizität. Es entwickelt sich bis zu einem gewissä Höhepunkt; ist dieser überschritten, so flaut die Intensität vorübergehend ab, der Luftdruck nimmt ab und die sehr tiefen Temperaturen beginnen zu steigen. In einiger Entfernung zieht meist vom Atlantischen Ozean ostwärts oder vom Eismeer südwärts ein Tiefdruckgebiet nach Deutschland und flaut allmählich in Südosteuropa ab. In Deutschland, im Hochdruckgebiet treten heftige Schneefälle ein. Ist so der Staub der Luft und die überschüssige Feuchtigkeit entfernt, so gewinnt das Hochdruckgebiet wieder an Intensität, aber nicht mehr die frühere Stabilität, verliert nach zwei- bis dreimaliger Wiederholung der einfachen Periode seinen inneren Halt und wird schließlich von der nächsten Zyklone von Nordeuropa weggedrängt, indem es einen Keil nach Westrußland und Österreich verschiebt und es steigt in seinem nördlicheren Teil die Temperatur unter allgemein einsetzendem Schneefall. Über Island erscheint dann der Zyklonenkern, verschiebt sich nach Skandinavien und verdrängt vollends den hohen Luftdruck. Dabei herrschen in Europa Südwinde und Tauwetter. Die Hochdruckperiode ist zu Ende, die Zyklone geht im Norden vorüber und verschwindet nach dem Eismeer zu („Wetter“ 1915 S. 35).

Die Antizyklone aus dem Südosten gewinnt nun in strengen Wintern im Verein mit einem von den Azoreninseln nordwärts ausstrahlenden Hochdruckkeil neuen Einfluß auf Skandinavien; es beginnt damit eine neue allgemeine Periode, von der eine oder mehrere die Hauptkälteperiode des Winters bilden. Zwischen diesen kommen Kälterückfälle vor infolge momentaner kalter Luftströmungen. Sie charakterisieren aber nicht den Winter und die meisten verlaufen nach obigem



Prinzip. Anders im März. Hier nimmt die Ausstrahlung des Bodens immer mehr an Intensität ab, die Zyklonen treten nur noch einzeln auf und die Hochdruckgebiete haben ihre Stabilität nicht mehr allein von der Strahlung, sondern von starken Luftströmungen aus nördlichen, kalten Gegenden. Sie haben mehr den Charakter der Antizyklonen, welche im Frühjahr von Island oder vom Atlantischen Ozean aus in Europa eindringen und den Übergang zu den sommerlichen Hochdruckgebieten darstellen. Die Frühjahrskälteperioden, das sogen. Rückseitenwetter, setzen im Rücken einer Depression ein und werden hervorgerufen durch einen weit nach Norden reichenden Keil des Azorenhochs unter Nordwest- bis Nordwinden. Es gehen dann tagsüber aus kumulo-nimbusartigen Wolkenbänken Gewitter-Graupelschauer nieder, wobei nachts mehr oder weniger starke Strahlung eintritt. Beim Rückseitenwetter sind es nur kurze Perioden von 1 bis 4 Tagen, welche sich aber öfters wiederholen.

Die anderen allgemeinen Kälteperioden des Januar und Februar währen durchschnittlich 7—8 Tage; ihre Dauer ist um so geringer, je mehr Schnee fällt. Die Kälteperioden verschieben sich immer mehr auf den zweiten Teil des Winters nach Neujahr. Dr. M. Blaschke

**Gasbrenner mit Gewinde.** Ein wertvolles neues Hilfsmittel für den Laboratoriumsbetrieb sowie für Werkstätten stellt der unlängst in den Handel gebrachte Gasbrenner mit Gewinde dar. Bei diesem Brenner ist das Gaszuführungsrohr von unten her eingeführt und mit einem Gewinde versehen, welches gestattet, den Brenner ohne weiteres an jede Gasleitung anzuschließen. Statt des langen, von der Wand hergeführten Gummischlauches wird nunmehr ein festes Gasrohr benutzt, das entweder auf dem Tisch oder noch besser unterhalb der Tischplatte verlegt wird. In letzterem Falle muß natürlich die Tischplatte durchbohrt werden. Neben der in jetziger Kriegszeit wertvollen Ersparnis an Gummi liegt der Vorteil einer solchen Anordnung in der Beseitigung der Gefahr des Ausstörmens von Gas durch die mit der Zeit unvermeidlich gasdurchlässig werdende Schlauchwand. Bei unverrückbar feststehendem Arbeitsplatze kann die Verbindung zwischen der Gasleitung und dem Wandstutzen ebenfalls durch ein Gasrohr erfolgen. Bei beweglichen Tischen genügt ein kurzes Schlauchstück zum nächsten Wandstutzen. Ein großer Vorteil liegt auch darin, daß der Arbeitsplatz vollkommen frei bleibt, also auch ein Zurückschlagen der Flamme infolge etwaiger Quetschung des Schlauches fortfällt. Will man in besonderen Fällen den Brenner auf dem Arbeitsplatze beweglich haben, so braucht man nur den Brenner abzuschrauben und über sein Gewinde sowie über jenes der Auslaßstelle des Tischrohres die beiden Enden eines kurzen Schlauches zu streifen.

**Eine neue stoßfeste Osramlampe.** Unter dem Namen „Osram-O-Lampe“ ist neuerdings eine Osramlampe auf den Markt gebracht worden, die nach einem in der „Elektrotechnischen Zeitschrift“ (36, 430, 1915) erschienenen Bericht durch eine besonders hohe Stoßfestigkeit sich auszeichnen soll und aus diesem Grunde in erster Linie für Fahrzeuge und für solche Betriebe bestimmt ist, in denen starke Erschütterungen aufzutreten pflegen. Der Leuchtkörper dieser Lampe ist ein Wolframdraht, der spiralig gewunden ist und an vielen Stellen gestützt wird. Die neue Lampe trägt auf dem Sockel nur die Angabe des Wattverbrauchs und der Betriebsspannung. Ihr spezifischer Wattverbrauch beläuft sich auf etwa 1,4 bis 1,5 Watt für die sphärische und auf 1,3 Watt für die achsiale Hefnerkerze.

Iklé.

## Bücherschau

### Bei der Redaktion eingegangene Bücher:

W. Stavenhagen, Hauptmann a. D., Berlin: 1. „Verdun und die Argonnen“, Sonderabdruck aus den „Mitteilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens“; — 2. „Finnland und die Alandsinseln“, Sonderabdruck aus der „Militärzeitung“; — 3. „Der Rigaische Meerbusen“, Sonderabdruck aus der Illustrierten Wochenschrift über die Fortschritte in Gewerbe, Industrie und Wissenschaft „Prometheus“.

*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



