









6509

# Das Weltall

Bildgeschmückte Zeitschrift für Astronomie  
und verwandte Gebiete

Herausgegeben unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen

von

**Dr. F. S. Archenhold,**  
Direktor der Treptow-Sternwarte

**20. Jahrgang**

Oktober 1919 bis September 1920

Mit drei Beilagen und 74 Abbildungen



Verlag der Treptow-Sternwarte  
Berlin-Treptow

E



Alle Rechte vorbehalten.





### Mitarbeiter.

	Seite		Seite
Ahrens, Dr. W. . . . .	93, 114	Klemperer, W. . . . .	57
Albrecht, Oberlehrer, Julius . . . . .	63, 171	Knopp, Dipl.-Ing. Gumal . . . . .	83
Archenhold, Dr. F. S. . . . .	11, 17, 19, 20, 31, 50, 55, 56, 68, 84, 100, 109, 124, 139, 155, 174, 179, 181, 192, 204	Lense, Dr. Josef, Wien . . . . .	44, 147, 163
Barnewitz, Dr. F. . . . .	193	Linke, Felix . . . . .	19, 90
Blaschke, Dr. M. . . . .	18, 20, 38, 55, 74, 90, 91, 92, 110, 129, 130, 160, 161	Lüders, K. . . . .	129
Block, Dr. W. . . . .	7, 79, 111	Passarge, Oberlehrer Hans . . . . .	48, 75
Engelhardt, Dr. Victor . . . . .	18, 56, 92	Radestock, Hermann . . . . .	134
Franz, Prof. Dr. V. . . . .	39	Schmidt, Dr. Harry . . . . .	66
Keller, Prof. Adolf . . . . .	36	Sommer, Studienrat Richard . . . . .	187
Kienle, Dr. Hans . . . . .	1, 26	Strehl, Dr. Karl in Hof . . . . .	166
		Wegner, Rittmeister Rudolf . . . . .	106
		Wiedemann, Geheimrat Prof. Dr. Eilhard . . . . .	21, 131, 154, 180

### Verzeichnis der Abbildungen.

	Seite		Seite
Der neue Stern im Perseus am 21. Februar 1901 . . . . .	13	Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den Monat Februar 1920 (2 Fig.) . . . . .	70/71
Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den Monat November 1919 (2 Fig.) . . . . .	14/15	Stereoskopbild von M. Wolf des schnellbewegten Sternes 173 . . . . .	85
Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den Monat Dezember 1919 (2 Fig.) . . . . .	32/33	Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den Monat März 1920 (2 Fig.) . . . . .	86/87
Gleichgewichtsfiguren rotierender Flüssigkeitsmassen (5 Fig.) . . . . .	45—47	Planetenamulette (34 Fig.) . . . . .	94, 114
Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den Monat Januar 1920 (2 Fig.) . . . . .	52/53	Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den Monat April 1920 (2 Fig.) . . . . .	102/103
Professor Dr. Viktor Knorre † . . . . .	56	Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den Monat Mai 1920 (2 Fig.) . . . . .	126/127
Vergleich der Intensitäten im violetten Teil des Spektrums von Sternen großer und kleiner Eigenbewegung . . . . .	69	Der Trifid-Nebel im Schützen, Messier 20, N. G. C. 6514 . . . . .	142



IV

	Seite		Seite
Lauf von Sonne, Mond und Planeten im Monat Juni 1920 (2 Fig.) . . . . .	144/145	Professor Adolf Berberich † . . . . .	179
Gleichgewichtsfiguren rotierender Flüssigkeitsmassen (5 Fig.) . . . . .	152	Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den Monat September 1920 (2 Fig.) . . . . .	184/185
Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den Monat Juli 1920 (2 Fig.) . . . . .	156/157	Einsteins Relativitätstheorie (2 Fig.) . . . . .	194
Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den Monat August 1920 (2 Fig.) . . . . .	176/177	Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den Monat Oktober 1920 (2 Fig.) . . . . .	206/207

Verzeichnis der Beilagen.

	Heft		Heft
Totale Mondfinsternis 1910 November 17. Photographiert von Dr. F. S. Archenhold mit dem großen Treptower Refraktor um 1 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> 48 <sup>s</sup> bis 53 <sup>s</sup> . — Totale Mondfinsternis 1910 November 17. Photographiert von Dr. F. S. Archenhold mit dem großen Treptower Refraktor um 2 <sup>h</sup> 7 <sup>m</sup> 5 <sup>s</sup> bis 13 <sup>s</sup> (2 Fig.) . . . . .	1/2	4725. — Spiralnebel in den Jagdhunden N. G. C. 5194 (5 Fig.) Messier 51. — Spiralnebel im Cepheus N. G. C. 6946. — Nebel im Pegasus N. G. C. 7217. — Hantelnebel im Fuchs N. G. C. 6853, Messier 46 . . . . .	3/4
Spiralnebel im Haar der Berenice N. G. C.		Raubbildaufnahmen von Wolken in 2500 bis 3500 m Höhe über dem Karstplateau in der Gegend von St. Peter in Krain im August 1917 (4 Fig.) . . . . .	7/8





## Inhaltsverzeichnis.

	Seite		Seite
Scheinbare und räumliche Verteilung der Sterne. Von Dr. Hans Kienle . . . . .	1, 26	Eine Sonnenfinsternis, ein Erdbeben, ein Meteor und ein Meteorstein nach arabischen Quellen. Von Geheimrat Prof. Dr. Eilhard Wiedemann . . . . .	154
Kreisteilungen und ihre Herstellung. Von Dr. Walter Block . . . . .	7	Die Beobachtung mit kleineren und größeren Fernrohren. Von Dr. Karl Strehl in Hof . . . . .	166
Einleitungen zu arabischen astronomischen Werken. Von Geheimrat Prof. Dr. Eilhard Wiedemann . . . . .	21, 131	Die Lehre von den Kolloiden und ihre Anwendung auf atmosphärische Erscheinungen. Von Oberlehrer Julius Albrecht . . . . .	171
Wie verlor der Mond seine Lufthülle. Von Prof. A. Keller . . . . .	36	Professor Adolf Berberich †. Von Dr. F. S. Archenhold . . . . .	179
Das psychologische Moment in unseren Eindrücken von der scheinbaren Größe der Gestirne. Von Prof. Dr. V. Franz . . . . .	39	Über die angebliche Beobachtung eines Planetendurchganges durch Averroes und andere. Von Geheimrat Prof. Dr. Eilhard Wiedemann . . . . .	180
Die Gleichgewichtsfiguren rotierender Flüssigkeitsmassen. Von Dr. Josef Lense, Wien . . . . .	44, 147, 163	Laienastronomische Neuigkeiten vom Planeten Mars. Von Studienrat Richard Sommer . . . . .	187
Ein neues Verfahren zur Bestimmung der astronomischen Einheit. Von Hans Passarge . . . . .	48	Einsteins Relativitätstheorie. Versuch einer volkstümlichen Darstellung. Von Dr. F. Barnewitz . . . . .	193
Wolken-Raumbildaufnahmen vom Flugzeug aus. Von W. Klemperer . . . . .	57		
Die Lufthülle der Erde. Von Studienassessor Julius Albrecht . . . . .	63	<b>Der gestirnte Himmel:</b>	
Vom positiven Kern der Atome. Von Dr. Harry Schmidt . . . . .	66	im Monat November 1919 (Zur bevorstehenden teilweisen Mondfinsternis in der Nacht vom 7. bis 8. November und ringförmigen Sonnenfinsternis am 22. November 1919) . . . . .	11
Ableitung des dritten Keplerschen Gesetzes aus der Birotationstheorie. Von Hans Passarge . . . . .	75	im Monat Dezember 1919 (Die Entfernung der kugelförmigen Sternhaufen und Spiralnebel von unserem Sonnensystem) . . . . .	31
Physikalische Rundschau. (Die Temperaturskala, Kapillare Kräfte an Flüssigkeitsoberflächen, Die Zusammensetzung der Luft.) Von Dr. Walter Block . . . . .	79	im Monat Januar 1920 (Zur Prüfung und zum Siege der Einsteinschen Relativitätstheorie) . . . . .	50
Das Milchstraßensystem. Von Dipl.-Ing. Gumal Knopp . . . . .	83	im Monat Februar 1920 (Untersuchungen über die Spektren der Sterne von großer und kleiner Eigenbewegung) . . . . .	68
Planetenamulette. Von Dr. W. Ahrens . . . . .	93, 114	im Monat März 1920 (Das Wandern der Sterne) . . . . .	84
Über einige Grundfragen der wissenschaftlichen Meßkunde. Von Dr. Walter Block . . . . .	111	im Monat April 1920 (Über die Einstein-Verschiebung im Gravitationsfeld der Sonne) . . . . .	100
Schwerkraftstörungen der Erdrinde. Von Hermann Radestock . . . . .	134		



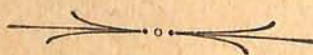
	Seite		Seite
im Monat Mai 1920 (Die kleinen Planeten) . . .	124	Pulfrich, C., Stereoskopisches Sehen und Messen . . . . .	74
im Monat Juni 1920 (Helligkeitsschwankungen des Uranus) . . . . .	139	Bücher der Naturwissenschaft . . . . .	91
im Monat Juli 1920 (Entfernungsbestimmungen bekannter Sternhaufen und Nebel) . . . . .	155	Der Naturforscher . . . . .	91
im Monat August 1920 (Über die Entdeckung von neuen Sternen in der Milchstraße) . . . . .	174	Kaltenbrunner, Stefan, Wetterregeln in alphabetischer Reihenfolge . . . . .	92
im Monat September 1920 (Mutmaßliche parallele Raumbewegung der Hyaden und Praesepe) . . . . .	184	Kaltenbrunner, Stefan, Tageskalender und Wetterkalender . . . . .	92
im Monat Oktober 1920 (Die Lage der neuen Sterne im Weltenraume) . . . . .	204	Bolte, F., Die Nautik in elementarer Behandlung. Bremerhaven . . . . .	92
<b>Aus dem Leserkreise</b> . . . . .	106	Peters, Prof. Dr. J., Siebenstellige Werte der trigonometrischen Funktionen von Tausendstel zu Tausendstel des Grades. Berlin-Friedenau 1918 . . . . .	109
		Ries, Chr., Sehende Maschinen . . . . .	110
		Ries, Chr., Die Blindenlesemaschine von Finzenhagen und Ries . . . . .	110
		Weinstein, B., Die Grundgesetze der Natur und die modernen Naturlehren. Leipzig . . . . .	110
		Stallo, J. B., Die Begriffe und Theorien der modernen Physik . . . . .	110
		Hughes, A. H., Die Lichtelektrizität . . . . .	110
		Klimpert, R., Lehrbuch der Geschichte der Geometrie für Freunde der Mathematik . . . . .	110
		Perrin, J., Die Atome. Dresden und Leipzig 1920 . . . . .	129
		Urbain, G., Einführung in die Spektrochemie . . . . .	130
		Blondlot, R., Einführung in die Thermodynamik . . . . .	130
		Kleyers Encyclopädie der gesamten technischen und exakten Naturwissenschaften . . . . .	130
		Newcomb, S., Astronomie für jedermann. Jena 1920 . . . . .	130
		Miethe, A., Die Selbsterstellung eines Spiegelteleskops. Stuttgart 1920 . . . . .	130
		Haber, M., Im Reiche der Pharaonen. Freiburg i. Br. . . . .	160
		Arlt, Th., Die Entwicklung der Kontinente und ihrer Lebewelt. Leipzig . . . . .	160
		Neander, W. G., Der Mensch und seine Entwicklung. Breslau . . . . .	161
		Günther, K., Einführung in die Tropenwelt. Leipzig . . . . .	161
		Baumgartner, Alex., Im hohen Norden. Freiburg i. Br. . . . .	161
		<b>Personalien</b> . . . . .	56
		<b>Druckfehlerberichtigung</b> . . . . .	74, 146

### Kleine Mitteilungen.

Die Entwicklung der drahtlosen Telegraphie 17. — Die Kaltenbrunnersche Methode der Wettervorhersage 18. — Über Wetterbeeinflussung 18. — Elastizität der Erdrinde 19. — Die topographische Aufnahme eines Gebietes in Spitzbergen 19. — Die Ermittlung der Nordrichtung durch den Kompaß 38. — Eine Wetterkartothek 38. — Nova Sagittae 55. — Eine außerordentlich hohe Protuberanz von säulenförmigem Aussehen 55. — Wasservorrat der Erde 55. — Die Anwendungen der Bildtelegraphie 55. — Ein Apparat zur Messung der atmosphärischen Sicht 90. — Ein neues optisches Pyrometer 90. — Der Gottorpsche Globus 129. — Entdeckung eines neuen Sterns im Sternbilde des Schwans „Nova Cygni“ 192. — Eine Bahnbestimmung des Doppelsterns Krüger 60 192. — Der neue Stern „Nova Ophiuchi“ 192.

### Bücherschau.

Naturwissenschaftliche Vorträge im Felde gehalten. Leipzig 1919 . . . . . 19  
 Brunner, Dr. W., Astronomie. Zürich 1919 . . . . . 20  
 Baumhauer, Dr. H., Leitfaden der Chemie usw. . . . . 20  
 Pulfrich, C., Photogrammetrie aus Luftfahrzeugen und die ihr dienenden Instrumente. Jena 1919 . . . . . 74





## Sach- und Namenregister.

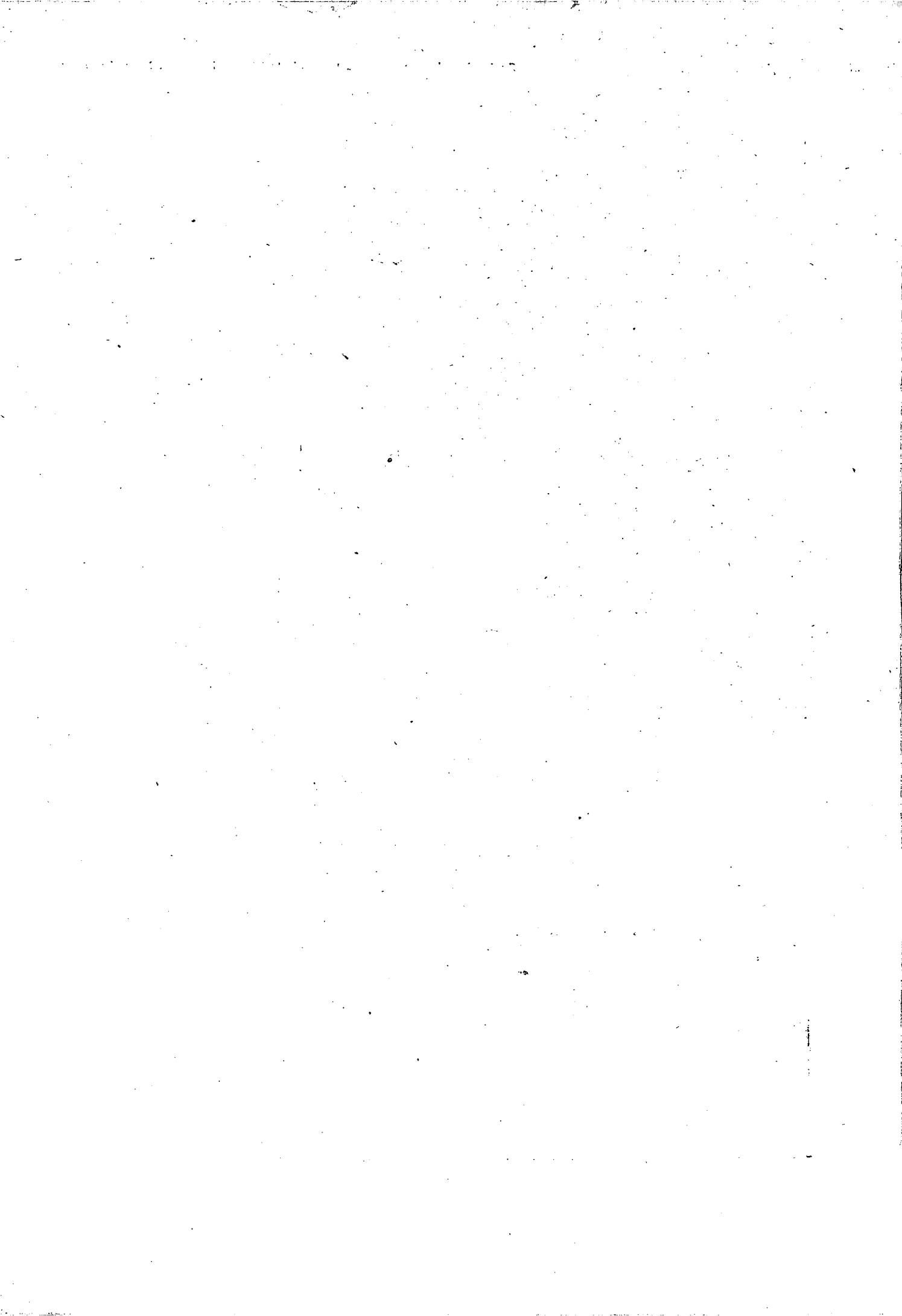
Seite		Seite		Seite	
Adams, Vergleich der Intensitäten im violetten Teil des Spektrums von Sternen großer und kleiner Eigenbewegung . . .	69	Fernrohre, Leistungen . . .	166	Wetterregeln (von Kaltenbrunner) . . . . .	92
Arons, Leo † . . . . .	56	Fizeauscher Versuch . . . . .	194	Wetterbeeinflussung . . . . .	18
Astronomie, Lehrbuch von Brunner . . . . .	20			Wetterkartothek . . . . .	38
— für jedermann (von Newcomb) . . . . .	130	<b>Geschichte der Astronomie:</b>		Wettervorhersage, Kaltenbrunnersche Methode . . . . .	18
Alfraganus . . . . .	21	Einleitungen zu arabischen astronomischen Werken . . . . .	21, 131	Wolken - Raumbildaufnahmen vom Flugzeug aus . . . . .	57
Astrolab . . . . .	21, 131	Erdbeben, ein nach arabischen Quellen . . . . .	154	Michelsonscher Versuch . . . . .	194
Armillarsphäre . . . . .	22	Meteor und Meteorsteine nach arabischen Quellen . . . . .	154	Milchstraßensystem . . . . .	83
Atome, die (von Perrin) . . . . .	129	Planetendurchgang, angeblicher . . . . .	180	<b>Mond:</b>	
—, positiver Kern . . . . .	66	Gestirne, Physik der (von Messerschmidt) . . . . .	91	Lufthülle, wie verlorsie? . . . . .	36
<b>Berberich, Adolf † . . . . .</b>	<b>179</b>	Gleichgewichtsfiguren rotierender Flüssigkeitsmassen . . . . .	44, 147, 163	Vergrößerung, scheinbare . . . . .	39
<b>Birotationstheorie . . . . .</b>	<b>48</b>	Globus, der Gottorpsche . . . . .	129	Mondfinsternis v. 7. zum 8. November 1919 . . . . .	11
— Ableitung des 3. Keplerschen Gesetzes . . . . .	75	Gravitation . . . . .	50, 100	—, totale, 1910 November 17., Photographien . . . . .	12
<b>Chemie:</b>		<b>Knorre, Prof. Dr. Viktor † . . . . .</b>	<b>56</b>	<b>Naturlehren, moderne (von Weinstein) . . . . .</b>	<b>110</b>
Experimental - Chemie, Lehrbuch zum Selbststudium . . . . .	130	Kompaß, Ermittlung der Nordrichtung . . . . .	38	Naturphilosophie (von W. Ostwald) . . . . .	91
Grundstoffe, chemische (von Speter) . . . . .	91	Kosmogonie, Gleichgewichtsfiguren, Bedeutung . . . . .	163	Nautik (von Bolte) . . . . .	92
Industrie, chemische im Kriege . . . . .	19	<b>Mathematik:</b>		<b>Nebel:</b>	
Leitfaden von Baumhauer . . . . .	20	Lehrbuch der Geschichte der Geometrie (von Klimpert) . . . . .	110	Entfernungsbestimmung des Orionnebels . . . . .	155
<b>Elektrizität (von Adami) . . . . .</b>	<b>91</b>	Siebenstellige Werte der trigonometrischen Funktionen von Tausendstel zu Tausendstel des Grades (von Peters) . . . . .	109	im Cepheus N. G. C. 6946 . . . . .	31
<b>Einstein, Professor Albert . . . . .</b>	<b>50, 100, 204</b>	Meßkunde, wissenschaftliche . . . . .	111	im Fuchs, Hantelnebel . . . . .	31
<b>Energie, Kreislauf in Natur, Leben und Technik . . . . .</b>	<b>20</b>	<b>Meteorologie:</b>		in den Jagdhunden N. G. C. 5194 . . . . .	31
<b>Erde:</b>		Kolloide und Anwendung auf atmosphärische Erscheinungen . . . . .	171	im Haar der Berenice N. G. C. 4725 . . . . .	31
Erdrinde, Elastizität . . . . .	19	Luft, Zusammensetzung . . . . .	82	Hindscher . . . . .	141
—, Schwerkraftstörungen . . . . .	134	Lufthülle der Erde . . . . .	63	in der Jungfrau . . . . .	124
Geologie für jedermann (von A. Berg) . . . . .	91	Tageskalender u. Wetterkalender (von Kaltenbrunner) . . . . .	92	im Pegasus N. G. C. 7217 . . . . .	31
Lufthülle . . . . .	63			im Raben . . . . .	101
Schnee und Eis der Erde (von H. Wieleitner) . . . . .	91			Trifid . . . . .	141
Topographische Aufnahme eines Gebietes in Spitzbergen . . . . .	19			in der Wasserschlange . . . . .	102
Wasservorrat . . . . .	55			Spiralnebel, Entfernung vom Sonnensystem . . . . .	31
<b>Erdmagnetismus, Deklination, magnetische . . . . .</b>	<b>38</b>			<b>Optik:</b>	
				Eindrücke von der scheinbaren Größe der Gestirne, das psychologische Moment . . . . .	39
				Lichtelektrizität (von Hughes) . . . . .	110



	Seite		Seite		Seite
Licht und Farbe (von Geigel) . . . . .	91	Relativitätstheorie, Prüfung . . . . .	50	Neue Sterne, Lage im Weltenraum . . . . .	204
Stereoskopisches Sehen und Messen . . . . .	74	—, Verschiebung im Gravitationsfeld der Sonne . . . . .	100	Neuer Stern im Adler 1918 . . . . .	13
Parallaxen, Gesetzmäßigkeiten in der Verteilung . . . . .	5	—, Volkstümliche Darstellung . . . . .	204	— — in der Milchstraße . . . . .	174
Photographie:		Satelliten, Gleichgewichtsfiguren kleiner . . . . .	163	— — im Perseus 1901 . . . . .	13
Photogrammetrie aus Luftfahrzeugen . . . . .	74	Sonne:		— — im Schwan . . . . .	192
Wolken - Raumbildaufnahmen vom Flugzeug aus . . . . .	57	Beobachtungen mit einfachen Mitteln . . . . .	106	Nova Sagittae . . . . .	55
Physik:		Einstein - Verschiebung im Gravitationsfeld . . . . .	100	— Ophiuchi . . . . .	192
Allgemeine, Lehrbuch zum Selbststudium . . . . .	130	Entfernung . . . . .	48	Stereoskopbilder . . . . .	85
Atome, positiver Kern . . . . .	66	Protuberanz, hohe . . . . .	55	Verteilung, scheinbare u. räumliche . . . . .	1
Begriffe und Theorien der Physik (von Kleinpeter) . . . . .	110	Vergrößerung, scheinbare . . . . .	39	Sternhaufen:	
Entwicklung und Anwendungen . . . . .	19	Sonnenfinsternis, ringförm., am 22. November 1919 . . . . .	11	Entfernung der kugelförmigen . . . . .	31
Kapillare Kräfte an Flüssigkeitsoberflächen . . . . .	80	Spektrallinierverschiebung in verschiedenen Gravitationsfeldern . . . . .	50	Entfernungsbestimmungen im Haar der Berenice . . . . .	155
Luftzusammensetzung . . . . .	82	Spektraltypen der Sterne, Verteilung . . . . .	5	Hyaden, Bewegung . . . . .	187
Messkunde, Grundfragen der wissenschaftlichen . . . . .	111	Spektren der Sterne großer und kleiner Eigenbewegung . . . . .	68	in den Plejaden . . . . .	157
Temperaturskala . . . . .	79	Spektrochemie, Einführung (von Urbain) . . . . .	130	Praesepe, Bewegung . . . . .	183
Thermodynamik, Einführung (von Blondlot) . . . . .	130	Sterne:		Sternenhimmel (von Messerschmidt) . . . . .	91
Planeten:		Doppelsterne im Raben . . . . .	101	Technik:	
Amulette . . . . .	93	Doppelstern Krüger 60, Bahnbestimmung . . . . .	192	Apparat zur Messung der atmosphär. Sicht . . . . .	90
Jupiter . . . . .	127	Veränderliche im Raben . . . . .	101	Bildtelegraphie . . . . .	55
Kleine . . . . .	124	Eigenbewegung, große u. kleine, Untersuchung der Spektren . . . . .	68	Blindenlesemaschine (von Ries) . . . . .	110
Mars . . . . . 34, 72, 104, 187		Einsteinverschiebung im Gravitationsfeld der Sonne . . . . .	100	Globus, der Gottorpsche . . . . .	129
Neptun . . . . .	106	Gravitationsverschiebung am Sonnenrand . . . . .	51	Kreisteilungen und ihre Herstellung . . . . .	7
—, Abweichung der Bahn . . . . .	17	Wandern . . . . .	84	Pyrometer, neues optisches . . . . .	90
Saturn . . . . .	35			Schende Maschinen (von Ries) . . . . .	110
Transneptunischer Planet . . . . .	17, 145			Spiegelteleskop, Selbstherstellung (von Miethe) . . . . .	130
Uranus, Helligkeitsschwankungen . . . . .	139			Telegraphie, Entwicklung der drahtlosen . . . . .	17
Venus . . . . .	104			Wolken - Raumbildaufnahmen vom Flugzeug aus . . . . .	57
				Wolken - Raumbildaufnahmen vom Flugzeug aus . . . . .	57







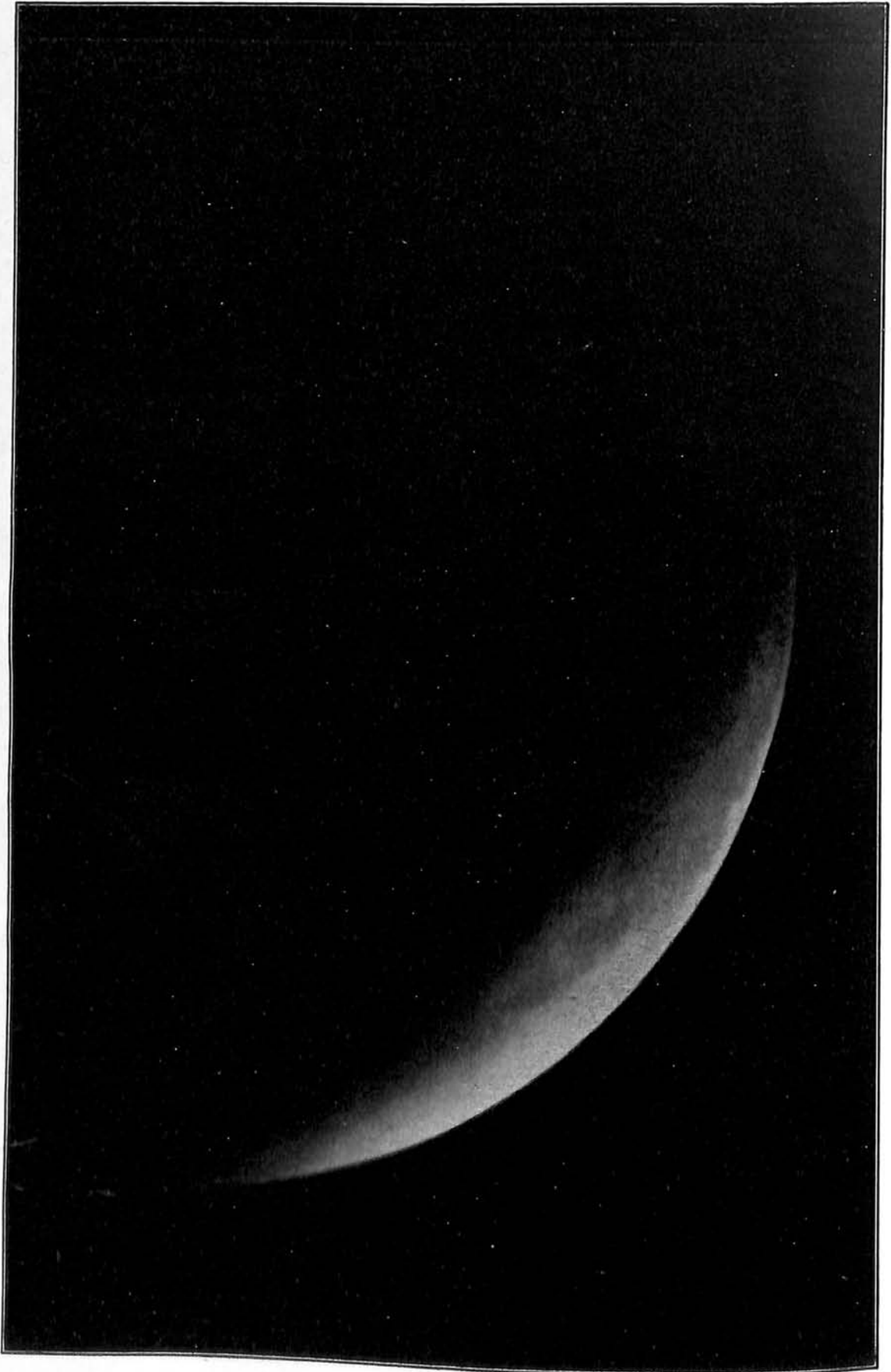


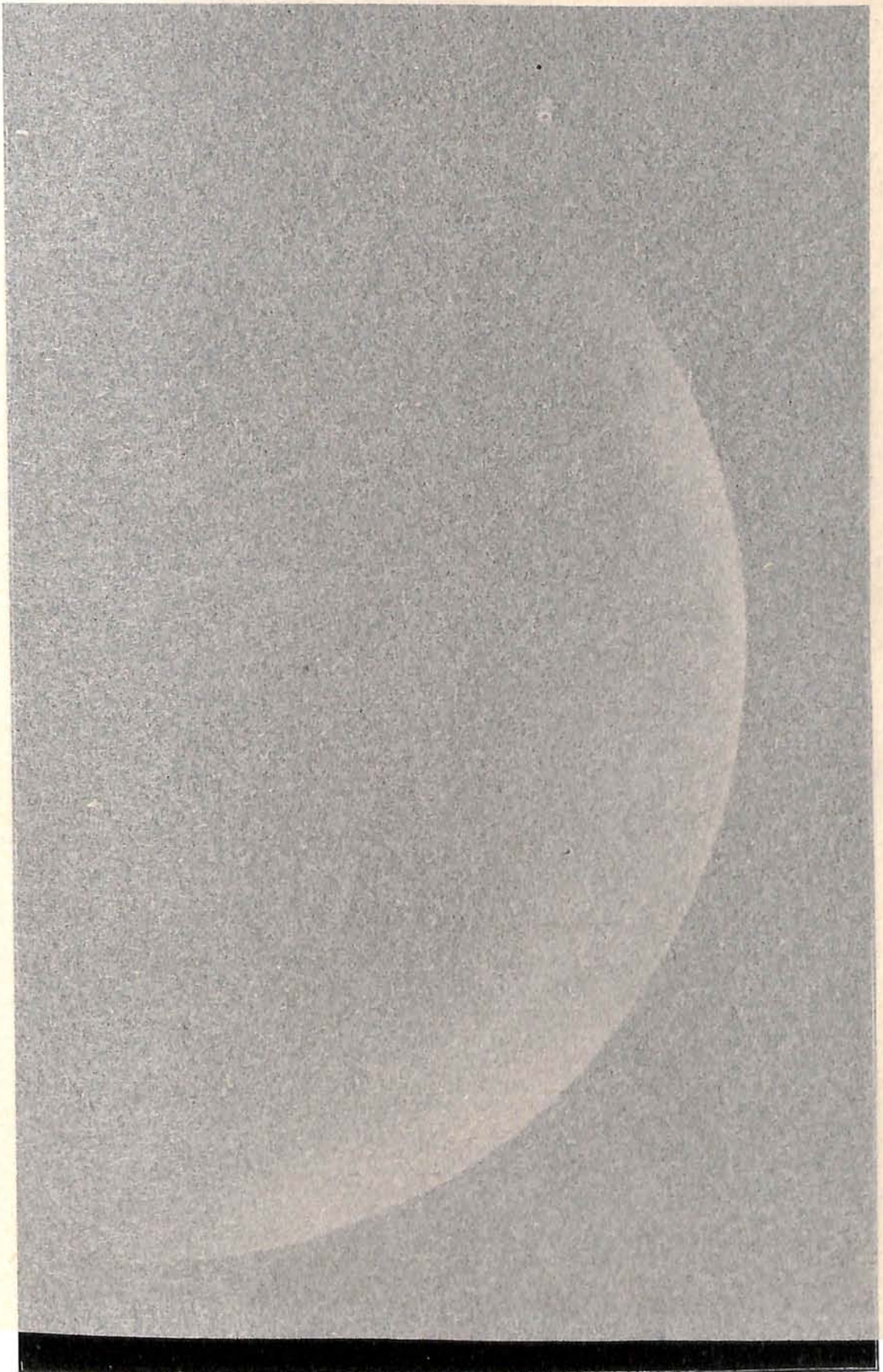
Abb. 1.

Totale Mondfinsternis 1910 November 17.

Photographiert von Dr. F. S. Archenhold mit dem großen Treptower Refraktor um 1<sup>h</sup> 56<sup>m</sup> 48<sup>s</sup> bis 53<sup>s</sup>.

Pico γ

Grimaldi  
Aristarch γ γ γ Riccioli



Plato λ λ Sinus Iridum  
Teneriffaberge

Abb. 2.

Totale Mondfinsternis 1910 November 17.

Photographiert von Dr. F. S. Archenhold mit dem großen Treptower Refraktor um 2<sup>h</sup> 7<sup>m</sup> 5<sup>s</sup> bis 13<sup>s</sup>.







## INHALT

1. Scheinbare und räumliche Verteilung der Sterne. Von Dr. Hans Kienle . . . . .	1	4. Kleine Mitteilungen: Die Entwicklung der drahtlosen Telegraphie. — Die Kaltenbrunn'sche Methode der Wettervorhersage. — Über Wetterbeeinflussung. — Elastizität der Erdrinde. — Die topographische Aufnahme eines Gebietes in Spitzbergen . . . . .	17
2. Kreisteilungen und ihre Herstellung. Von Dr. Walter Block . . . . .	7	5. Bücherschau: Naturwissenschaftliche Vorträge im Felde gehalten. — Brunner, Dr. W., Astronomie. — Baumhauer, Dr. H., Leitfaden der Chemie zum Gebrauch an mittleren Lehranstalten insbesondere an landwirtschaftlichen Schulen . . . . .	19
3. Der gestirnte Himmel im Monat November 1919. (Zur bevorstehenden teilweisen Mondfinsternis in der Nacht vom 7. bis 8. November und ringförmigen Sonnenfinsternis am 22. November 1919. Mit einer Doppelbeilage). Von Dr. F. S. Archenhold . . . . .	11		

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

## Scheinbare und räumliche Verteilung der Sterne.

Von Dr. Hans Kienle.

Eines der Hauptziele, die zu erreichen der Astronomie vorschweben, ist dieses: Das Universum rechnerisch zu beherrschen als ein mechanisches System, dessen Entwicklung sich aus seinem augenblicklichen Zustande ableiten läßt. Weit davon entfernt, dieses Ziel in greifbarer Nähe zu sehen, ist doch all unser Bestreben darauf gerichtet, ihm durch Beobachtung alles für uns Wahrnehmbaren und durch Zusammenfassung des jeweils Bekannten unter diesem großen Gesichtspunkte, näher zu kommen. Das unerläßliche Fundament für alles Weitere ist die Kenntnis des Aufbaus des Weltalls, d. h. der Verteilung der Massen in ihm; mathematisch gesprochen: die Kenntnis der drei Raumkoordinaten jedes einzelnen vorhandenen Massenpunktes.

Nicht nur die Anzahl der mit den heutigen optischen Hilfsmitteln der Beobachtung zugänglichen Sterne — bis zur 16. Größenklasse sind es etwa 60 Millionen — macht eine Betrachtung der Einzelindividuen unmöglich, viel mehr noch bedingen die Schwierigkeiten, die hinsichtlich der Messung der einen der drei Koordinaten bestehen, eine statistische Betrachtungsweise. Unserem Auge ist direkt ja nur der scheinbare Ort der Himmelskörper zugänglich; die Entfernung wird uns gegeben durch die Parallaxe, d. h. durch die scheinbare Ortsveränderung, welche die Sterne infolge der jährlichen Bewegung der Erde erleiden. Diese Ortsveränderungen sind so klein — verglichen mit den durch unsere heutigen Beobachtungsmethoden meßbaren Größen — daß von all den bisher gewonnenen einzelnen Parallaxenwerten kaum einige fünfzig als einigermaßen verbürgt angesehen werden dürften.

Zur Kenntnis der scheinbaren Verteilung der Sterne, welche, wie leicht einzusehen ist, eine wesentliche Grundlage für alle Untersuchungen über ihre wahre, räumliche Verteilung bildet, müssen sich also noch gewisse andere Daten gesellen, welche Schlüsse auf die durchschnittlichen Entfernungen der Sterne gestatten, d. h. die direkte Kenntnis der Parallaxen durch gewisse Mittelwerte statistischer Natur ersetzen. Hier geht es nicht ohne Hypothesen ab, deren Zuverlässigkeit an der Übereinstimmung mit den Beobachtungen geprüft werden muß. Daß und wie es möglich ist, unter ganz allgemeinen und sehr plausiblen Voraussetzungen, auf Grund der scheinbaren Verteilung der Sterne verschiedener scheinbarer Helligkeit allein zu gewissen Einblicken in ihre räumliche Verteilung, also zu einer — natürlich nicht detaillierten — Anschauung vom Aufbau des Weltalls zu gelangen, das auseinanderzusetzen ist Zweck der folgenden Ausführungen.



## I. Die Gesetze der scheinbaren Verteilung der Sterne verschiedener Helligkeit.

Bei den Untersuchungen über die scheinbare Verteilung der Sterne ist eine genaue Kenntnis der scheinbaren Helligkeiten Haupterfordernis und bestimmt wesentlich die Genauigkeit der Ergebnisse und damit die Möglichkeit, Schlüsse auf die räumliche Verteilung zu ziehen. Als H. v. Seeliger, der als Begründer dieses zu so außerordentlicher Bedeutung gelangten Zweiges der Stellarastonomie angesehen werden darf, vor nunmehr 35 Jahren seine Arbeiten begann, auf die wir uns im Folgenden fast ausschließlich stützen werden, stand ihm nur ein beschränktes Material zur Verfügung, das zudem noch eingehender Untersuchungen auf systematische Fehler hin bedürftig war. Als Grundlagen dienten ihm eigentlich nur die Sterne 6. bis 9. Größe der Bonner Durchmusterung (D.M.), zu der sich dann noch die Südliche Durchmusterung Schönfelds (S.D.) gesellte. Bezüglich der helleren Sterne lagen einigermäßen zuverlässige Angaben nur in der Harvard Photometry vor, die erst später durch die Potsdamer Photometrische Durchmusterung (P.D.) und durch die Durchmusterung Pickering's (P.) wesentlich verbessert werden konnten. Was die Sterne jenseits 9,0 anlangt, so konnten hier nur einige Fixpunkte in den Abzählungen von Celoria und den „Sterneichungen“ der beiden Herschel gewonnen werden.

Heute, wo das Material sich mehr und mehr vervollständigt hat und viele das von Seeliger erschlossene Arbeitsgebiet zu dem ihren gemacht haben, glaubt mancher an den S.'schen Arbeiten Kritik üben zu können, weil sich im einzelnen Abweichungen von seinen Resultaten ergeben. Daß das letztere der Fall sein würde, darüber hat S. in seinen Arbeiten selbst nie einen Zweifel gelassen; daß aber an den großen Zügen, die S. uns zuerst von der Gestalt des Fixsternsystems entworfen hat, auch die neuesten, aus Kapteyns Schule hervorgegangenen Arbeiten nichts zu ändern vermögen, hat Deutschland erst kürzlich in einem ausführlichen Referate (Vierteljahrsschrift der Astr. Ges. 54. Jahrg., Heft 1/2) auseinandergesetzt.

Es ist an sich außerordentlich reizvoll und gewährt einen lehrreichen Einblick in ernste Forschertätigkeit, die S.'schen Arbeiten im einzelnen zu verfolgen, insbesondere zu sehen, mit welcher Sorgfalt das Material gesichtet und von systematischen Fehlern befreit wird. Indessen wollen wir uns hier auf die Ergebnisse beschränken, um nicht zu weitläufig zu werden.

Wir betrachten zunächst den Himmel als Ganzes, d. h. die Gesamtzahl  $A_m$  der bis zu einer gewissen Größenklasse  $m$  vorhandenen Sterne. Dann ergibt die D.M. für die nördliche Hälfte des Himmels die folgende Tabelle 1.

Tabelle 1.

$m$	$m_p$	$A_m$	$\alpha = \frac{A_m}{A_{m-1/2}}$	$\alpha_0$
6,5	6,517	4120	—	—
7,0	7,059	8007	1,95	1,85
7,5	7,569	14061	1,76	1,74
8,0	8,071	25229	1,79	1,79
8,5	8,625	48127	1,91	1,79
9,0	9,212	100979	2,10	1,88

$m$  ist die geschätzte Größe der Sterne nach der D.M.,  $m_p$  die ihr entsprechende photometrische Größe nach der „Photometric Revision of the Durch-



musterung“ von Pickering (H.R.).  $\alpha$  ist das Verhältnis zweier aufeinanderfolgenden Sternzahlen  $A_m$ , deren Verlauf noch gleichmäßiger wird, wenn man sie auf die photometrischen Größen  $m_p$  reduziert; man erhält dann die Zahlen  $\alpha_0$ .

Man erkennt daraus zunächst, daß die Sternzahlen von halber zu halber Größenklasse annähernd im gleichen Verhältnis von 1 : 1,8 zunehmen. Wären die Sterne alle von der gleichen absoluten Helligkeit und gleichmäßig im Raume verteilt, dann müßte die Zunahme der Sternzahlen im Verhältnis 1 : 2,0 erfolgen. Die Anzahl der Sterne bis zur 9. Größe wäre dann, wenn man von  $A_{6,5} = 4120$  ausgeht,  $A_{9,0} = 130\ 000$ . Es folgt daraus das erste Gesetz der scheinbaren Sternverteilung:

Die Sternzahlen für die Sterne von der 6. bis zur 9. Größe wachsen mit zunehmender Größe beträchtlich langsamer, als dies bei gleicher absoluter Helligkeit und gleichmäßiger Verteilung im Raume der Fall wäre.

Bevor wir die Anwendbarkeit dieses Gesetzes auf die helleren und die schwächeren Sterne prüfen, wollen wir erst noch den gesetzmäßigen Einfluß untersuchen, den die Lage der Sterne zur Milchstraße auf ihre Verteilung hat. Teilt man zu diesem Zweck den Himmel parallel zu der in guter Annäherung als größter Kreis zu betrachtenden Milchstraße in 9 Zonen von je 20° Breite und bezeichnet diese Zonen, vom Nordpol der Milchstraße beginnend, mit I bis IX, so ergibt sich die folgende Tabelle 2 der „Sterndichtigkeiten“, d. h. Anzahlen der Sterne pro Quadratgrad. Unter „Klasse“ ist dabei die Einteilung nach Sterngrößen zu verstehen. Es umfaßt Klasse 1 die Sterne von 1,0 bis 6,5, Klasse 2 die Sterne von 6,6 bis 7,0, Klasse 3 von 7,1 bis 7,5 usw.

Tabelle 2.

Zone	Klasse						
	1	2	3	4	5	6	7
I	0,15	0,13	0,22	0,34	0,71	1,51	5,60
II	0,15	0,13	0,21	0,36	0,75	1,60	5,90
III	0,17	0,16	0,25	0,43	0,87	1,92	7,40
IV	0,21	0,20	0,32	0,61	1,22	2,88	11,53
V	<b>0,27</b>	<b>0,29</b>	<b>0,42</b>	<b>0,84</b>	<b>1,69</b>	<b>3,96</b>	<b>17,39</b>
VI	0,25	0,23	0,36	0,65	1,35	3,13	13,21
VII	0,15	0,13	0,20	0,40	0,88	2,09	7,89
VIII	0,12	0,09	0,15	0,31	0,78	2,09	6,77

In diesen Zahlen spricht sich — und zwar in jeder einzelnen Klasse — eine deutliche Zunahme mit der Annäherung an die Milchstraße (Zone V) aus, die noch deutlicher zutage tritt, wenn man alle Sterne bis zur Größe 9,0 (Klasse 1 bis 6, da 7 die Sterne von 9,1 bis 9,5 nicht vollständig enthält) zusammenfaßt und wie bei den  $\alpha_0$  der Tabelle 1 auf photometrische Helligkeiten reduziert. Werden außerdem noch die Abzählungen der S.D. hinzugenommen, sodaß auch die Zone IX, die in der D.M. nicht vorkommt, vertreten ist, dann ergeben sich die Sterndichtigkeiten D pro Quadratgrad:

Tabelle 3.

Zone	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
D	2,78	3,03	3,54	5,32	<b>8,17</b>	6,07	3,71	3,21	3,14



In erster Annäherung kann man daraus auf einen zur Milchstraße nahezu symmetrischen Verlauf schließen. Faßt man daher jetzt auch noch die Zonen I und IX, II und VIII, III und VII, IV und VI als Zonen A, B, C, D zusammen und bezeichnet V als E (Milchstraße), so gewinnt man die folgende Übersicht der Verhältniszahlen  $\alpha_0$ , welche die Zunahme der Sternzahlen von halber zu halber Größenklasse ausdrücken.

Tabelle 4.

Zone	A	B	C	D	E
$\alpha_0$	1,73	1,75	1,77	1,82	1,88

Aus den Tabellen 2 bis 4 formulieren wir das zweite Gesetz der scheinbaren Sternverteilung:

Die Zahl der Sterne von der 6. bis zur 9. Größe nimmt mit der Sterngröße umso stärker zu, je näher die betrachtete Gegend der Milchstraße ist.

Diese beiden Gesetze gelten zunächst, wie erwähnt, nur für die Sterne von der 6. bis 9. Größe. Eine Abzählung der Sterne aus P.D. und P. (bis Größe 6,5) ergibt indessen, daß sich auch diese Sterne den beiden Gesetzen einordnen; wobei allerdings in den Zahlen die Übereinstimmung nicht immer so groß ist wie oben, weil bei der geringen Anzahl dieser Sterne überhaupt lokale Abweichungen natürlich stärker ins Gewicht fallen. Schwieriger ist die Beschaffung des Materials für die Sterne schwächer als 9,0. Hier standen S. nur die Abzählungen von Celoria und den beiden Herschel zur Verfügung, welche so zustande kamen, daß die Beobachter die Anzahl der in dem Gesichtsfelde ihres Fernrohrs jeweils sichtbaren Sterne bestimmten. Um daraus die den oben abgeleiteten Sternzahlen  $A_m$  entsprechenden zu finden, kommt es also wesentlich darauf an, die Größe des Gesichtsfeldes und die Helligkeit der mit dem Fernrohr gerade noch sichtbaren Sterne zu kennen. Die Grenze der Celoria-Sterne liegt etwa bei 11,5, die der Herschelschen Sterne etwa bei der Größe 13,9.

Bildet man das Verhältnis der Sterndichtigkeiten für die Celoria- bzw. Herschel-Sterne und die D.M. - Sterne (C/D bzw. H/D), so erhält man folgende Übersicht:

Tabelle 5.

Zone	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
C/D	—	21	21	22	20	19	20	20	—
H/D	35	48	74	105	274	113	65	43	32

Für D.M. hatten wir die Verhältniszahl  $\alpha = \frac{A_m}{A_{m-1/2}} = 1,8$  angegeben. Rechnet man mit dieser das Verhältnis C/D, das einem Größenunterschied von 2,5 Klassen entspricht, so findet man C/D = 20, in vollkommener Übereinstimmung mit dem Mittelwert aus Tabelle 5. Da überdies die C/D der Tabelle sich als konstant erweisen, so ist zu schließen, daß die Celoria-Sterne die gleichen Gesetze befolgen wie die D.M. - Sterne. Anders bei den Herschel-Sternen! Bei einem Größenunterschied von 4,9 Klassen wäre eine Verhältniszahl von H/D = 337 zu erwarten, welche von den Werten der Tabelle nicht einmal in der Milchstraße erreicht wird. Wir finden als drittes Gesetz der scheinbaren Sternverteilung:

Die Anzahl der schwächeren Sterne (etwa jenseits der 12. Größe) wächst in allen Regionen des Himmels sehr viel langsamer an als die der helleren.



Außerdem aber zeigen die H/D der Tabelle eine sehr starke Abnahme mit der Entfernung von der Milchstraße, sodaß sie an den Polen auf den siebenten Teil des Wertes in der Milchstraße herabsinken. Diese Tatsache drückt das vierte Gesetz der scheinbaren Sternverteilung aus:

Die Anzahl der schwächeren Sterne nimmt mit der Entfernung von der Milchstraße in einem sehr viel stärkeren Verhältnis ab als dies für die helleren Sterne der Fall ist.

Der helle Schimmer der Milchstraße wird also in der Hauptsache durch die Masse der schwächeren Sterne hervorgerufen, die sich hier zusammendrängen.

Neben diesen Reihen konnten noch zwei von Kapteyn berücksichtigt werden, deren erste die Sterne bis zur Größe 11,2, die zweite jene bis zur Größe 14,8 enthält. Die erste Reihe gibt wie Celia konstante Verhältnisse mit D.M.; die zweite Reihe hingegen schließt sich durchweg den Herschel-Sternen an und bestätigt den daraus gezogenen Schluß, daß etwa bei der Sterngröße 12 eine Änderung in dem Gesetz eintritt, das die Sternzahlen befolgen.

Vor kurzem ist aus Kapteyns Schule eine Arbeit hervorgegangen<sup>1)</sup>, die nach Ansicht ihres Verfassers den S.'schen Ausführungen durchaus widerspricht. In der Tat weichen die darin enthaltenen Sternzahlen, welche bis zur 16. Sterngröße gehen, ganz bedeutend von dem Material ab, das S. als Grundlage gedient hat. Aber diese Abweichungen berühren doch, wie Deutschland in dem schon erwähnten Referate zeigen konnte, nur unwesentliche Züge; es bleibt vor allem, entgegen der Meinung Schoutens, die Tatsache bestehen, daß das Gesetz der Sternzahlen sich ändert beim Übergang von hellen zu schwachen Sternen. Die Grenze, bei der diese Änderung anzusetzen ist, liegt nach den Rechnungen D.'s etwa bei der 10. Größe. D. gibt den S.'schen Gesetzen nach dem neueren Material die folgende Form:

1. Die Sternzahlen wachsen um so langsamer mit der Sterngröße, je schwächer ihre Sterngröße ist; und die Sternzahlen der schwächeren teleskopischen Sterne wachsen beträchtlich langsamer als die der helleren.
2. Die Sternzahlen für die Sterne 6. bis 16. Größe wachsen um so langsamer mit der Sterngröße, je weiter die betreffende Gegend von der Milchstraße entfernt und je schwächer zugleich die Sterngröße ist. Die Sternzahlen der hellen Sterne bis etwa zur 6. Größe wachsen bei Entfernung von der Milchstraße und bei helleren Sterngrößen im allgemeinen schneller.

## II. Gesetzmäßigkeiten in der Verteilung der mittleren Parallaxen und der verschiedenen Spektraltypen.

Wie in der Einleitung erwähnt, ist das Material an direkt gemessenen Parallaxen zu spärlich, um als ausreichende Grundlage für unser Problem angesehen zu werden. Man hat daher versucht, wenigstens gewisse statistische Mittelwerte für die Sterne der verschiedenen Größenklassen abzuleiten. Da aber die Grundlagen der namentlich in letzter Zeit von Kapteyn angestellten Rechnungen ziemlich hypothetischer Natur sind, können auch diese „mittleren Parallaxen“ nicht von so ausschlaggebender Bedeutung sein wie die Sternzahlen  $A_m$ ; sie können nur als willkommene Kontrolle der gemachten Ansätze dienen.

<sup>1)</sup> W. J. A. Schouten: On the determination of the principal laws of statistical astronomy. Dissertation, Amsterdam 1918.



In Tabelle 6 sind die neuesten Kapteynschen Werte, getrennt nach Größenklassen und nach den fünf Milchstraßenzonen, aufgeführt; unter S die für den ganzen Himmel gültigen Werte und unter S' die früheren, wie sie Seeliger bei seinen Arbeiten benutzt hat.

Tabelle 6.

Zone \ m	0	2	4	6	8	10
A	0",116	0",061	0",032	0",016	0",0085	0",0044
B	106	55	29	15	77	40
C	91	47	24	13	66	34
D	80	42	22	11	59	30
E	76	40	21	11	56	29
S	0,088	0,046	0,024	0,012	0,0064	0,0033
S'	106	53	27	13	66	33
$\pi$ (N)	—	45	18	7	29	11

In diesen Zahlen spricht sich deutlich eine Abnahme mit der Annäherung an die Milchstraße aus, die besagt, daß die Sterne von der gleichen scheinbaren Helligkeit uns im Mittel umso näher stehen, je weiter sie von der Milchstraße entfernt sind.

Diese Gesetzmäßigkeit ist von verschiedenen anderen Seiten durch Beobachtungen bestätigt worden und kann daher im ganzen als ziemlich sicher gestellt betrachtet werden.

Ein weiteres Gesetz tritt zutage, wenn wir die Werte S bzw. S' vergleichen mit den darunter gesetzten „normalen Parallaxen“  $\pi$  (N), welche berechnet sind unter der Voraussetzung gleicher absoluter Helligkeit und gleichmäßiger Verteilung der Sterne im Raum. Es findet sich:

Die mittleren Parallaxen nehmen mit zunehmender Sterngröße wesentlich langsamer ab als die normalen Parallaxen.

Pickering hat die von ihm spektroskopisch untersuchten Sterne bis zur Größe 6,5 nach ihren Spektraltypen und den galaktischen Breiten geordnet, indem er vier galaktische Zonen mit den mittleren Breiten  $\beta$  einführte. Drückt man die Anzahl der von jedem Typus in jeder Zone vorkommenden Sterne in Bruchteilen der Gesamtzahl für jede Zone aus, so findet man die Tabelle 7.

Tabelle 7.

Typus \ $\beta$	B	A	FG	K	M
+ 62°	0,034	0,270	0,259	0,345	0,092
+ 40°	71	289	234	316	90
+ 22°	132	313	215	267	73
+ 8°	175	337	188	241	59

Die Zahlen der Tabelle sagen aus:

Die Sterne der früheren Spektraltypen kommen gegenüber denjenigen der späteren Typen umso zahlreicher vor, je näher sie der Milchstraße stehen.

(Schluß folgt.)



## Kreisteilungen und ihre Herstellung.

Von Dr. Walter Block.

Für alle astronomischen Meßgeräte ist neben der optischen Ausrüstung der wichtigste Teil der Teilkreis mit der Gradteilung. Beide Teile des Meßgeräts müssen gut aufeinander abgestimmt sein, d. h. also, die optische Leistungsfähigkeit braucht nicht größer zu sein, als die Meßgenauigkeit des Kreises zuläßt, und, das ist auch wohl die Regel, die Genauigkeit, die der Kreis hergeben soll, muß so groß sein, wie es die optische Leistungsfähigkeit zuläßt.

Es dürfte vielleicht von Interesse sein, zu erfahren was ein Teilkreis mit Gradteilung leistet und wie er entsteht. Zunächst einige zahlenmäßige Überlegungen: Ein Vollkreis von  $360^{\circ}$  zerfällt in 1296000 Sekunden. (Es sei erwähnt, daß es nie vorkommt, daß ein astronomischer Kreis in Sekunden geteilt ist. Das übliche ist eine Teilung von 20 zu 20 Minuten, oder höchstens von 5 zu 5 Minuten.) Rechnet man, daß auf die Sekunde eine Länge von nur 0,001 mm kommt, so bedeutet das, daß der Kreis einen Umfang von 1296 mm hat, also einen Durchmesser von 41 cm etwa. Bei einem solchen Kreis entspricht also eine Minute einer Länge von 0,06 mm, 5 Minuten 0,3 mm und 1 Grad 3,6 mm. Bei einem sehr großen Kreis von 3600 mm Umfang, also etwa 115 cm Durchmesser, entspricht die Gradlänge 10 mm, die Länge von 5 Minuten 0,85 mm, die von 1 Minute 0,17 mm, und von 1 Sekunde rund 0,003 mm. Nun sei jetzt gleich erwähnt, daß die besten heute hergestellten Kreise, falls sie nicht besondere Fehlertafeln erhalten, eine Sicherheit von durchschnittlich einer halben Sekunde geben, d. h. also, daß die Teilstriche im ersten Fall um nicht mehr als 0,0005 mm, im zweiten 0,0015 mm im Durchschnitt von den richtigen Stellen entfernt liegen. Dies als vorläufige Notiz zur Beurteilung der erreichbaren Genauigkeit.

Man muß sich nun klarmachen, daß ein Kreis, der von 5 zu 5 Minuten geteilt ist, 4320 Teilstriche, und ein solcher mit 20-Minutenteilungen immer noch 1080 Teilstriche enthält, daß es also nahezu unmöglich ist, genaue Fehlerbestimmungen für alle einzelnen Teilstriche durchzuführen, wie es z. B. bei feinen Längenmaßstäben die Regel ist. Dabei muß man auch berücksichtigen, daß die Fehlerbestimmung von Kreisteilungen ganz unvergleichlich mühsamer ist, als die von Längenteilungen. Im allgemeinen begnügt man sich daher bei Kreisen entweder mit dem guten Namen des Herstellers, und das dürfte beinahe die Regel sein, und verläßt sich ohne jede Prüfung auf die damit verbürgte Güte der Teilung, oder man begnügt sich, eine mehr oder weniger große Anzahl Striche nachzuprüfen, und aus ihren Fehlern ein Urteil über die Güte der Teilung zu gewinnen. Auch ein dritter, gewissermaßen ein Mittelweg ist üblich, indem man nämlich bei einer Anzahl Strichen die sogenannten Durchmesserfehler bestimmt, also feststellt, um wieviel zwei Striche, deren Abstand genau  $180^{\circ}$  betragen sollte, tatsächlich voneinander entfernt sind. Über die tatsächliche Lage dieser Striche zur ganzen Teilung erfährt man damit nichts.

In gewisser Weise unterscheidet sich eine Kreisteilung ganz wesentlich von einer Längenteilung. Bei dieser ist je nach dem Material, aus dem sie besteht, ihre wahre Länge in mehr oder weniger hohem Maße von der Temperatur des Maßstabes abhängig. Stellt man einen Maßstab aus Messing oder Silber, den üblichen Materialien für Teilkreise, her, so ist bekannt, daß seine Länge sich, Meterlänge vorausgesetzt, für jeden Temperaturgrad um 0,018 mm ändert, also bei tiefen Wintertemperaturen von  $-15^{\circ}$  bis zu hohen Sommer



temperaturen von  $+30^{\circ}$  insgesamt um 0,81 mm. Anders ist es mit Kreisteilungen. Sie sind von der Temperatur völlig unabhängig, allerdings vorausgesetzt, daß der ganze Kreis die gleiche Temperatur hat. Dies kann man sich leicht so klar machen, daß bei Temperaturänderungen alle Ausdehnungen nur in der Richtung der Radien erfolgen, daß sich also die Winkelgrößen nicht ändern.

Die Bedingung der Temperaturkonstanz ist nun aber für solche Kreise manchmal recht schwer zu erfüllen. So stehen diese bei den Instrumenten, die die besten Kreise erfordern, den Meridianinstrumenten, gerade senkrecht, und Temperaturschichtungen von unten nach oben sind sehr schwer zu vermeiden. Oder die Kreise können nicht genügend weit von den tragenden Steinpfeilern und anderen Metallteilen der Instrumente entfernt gehalten werden, und werden durch deren fast stets abweichende Temperatur oder endlich auch durch die Körperwärme des Beobachters selbst beeinflußt.

Bei einem Längenmaßstab bereitet es auch im allgemeinen keine besonderen Schwierigkeiten, die zutreffende Länge zu erhalten, bei verschiedenen Lagen des Stabes. Anders ist es bei Kreisen. Den idealen Zustand eines horizontalen Vollkreises kann man praktisch fast niemals verwirklichen. Fast immer ist es notwendig, den Kreis aus Gründen der Gewichtersparnis in Radform mit einer Anzahl Speichen auszuführen. Sehr häufig ist eine geneigte oder vertikale Stellung des Kreises notwendig. Alles dies, zusammen mit der wechselnden Temperaturverteilung hat zur Folge, daß elastische Dehnungen und Biegungen auftreten, die seine Gestalt ganz unkontrollierbar ändern; dies sind Fehler, die nicht dauernd erhalten bleiben, sondern von der zufälligen Lage des Kreises abhängen.

Stellen wir uns einmal vor, wir hätten auf einer Kreisteilmachine einen ideal geteilten Kreis fertig gestellt. Danach ist er am Instrument anzubringen. Bedingung ist dann dabei, daß der Mittelpunkt seiner Teilung ganz genau mit der Drehachse des Instruments zusammenfällt. Es besteht kein Zweifel, daß bei der notwendigen hohen Genauigkeit nur ein Zufall ein wirklich genaues Zusammenfallen herbeiführen wird. Ist das, wie fast immer, nicht völlig der Fall, geht also die Drehachse ein wenig seitlich neben dem Mittelpunkt des Kreises vorbei, so wird man einsehen, wenn man diese beiden Punkte verbindet, daß damit für die Striche, die in dieser Verbindungslinie liegen, keine Fehler entstehen, wohl aber für alle anderen, und um so größere, je mehr seitlich sie liegen, bis sie an den Stellen senkrecht zu jener Linie am größten werden, und zwar ebenso groß, wie die Exzentrizität des Kreises. Man sieht also, daß eine gute Teilung allein noch nicht immer genügt. Glücklicherweise läßt sich dieser Exzentrizitätsfehler durch die Anordnung der Beobachtungen recht gut beseitigen. Daneben ist aber dann noch Bedingung, daß die Drehachse und ihre Lager genau zylindrische Form haben, damit sie eine ideale Bewegung garantieren, und daß die Achse gleichmäßig, ohne zu schlottern läuft. Auch das sind Dinge, die sich nur angenähert verwirklichen lassen, und die so entstehenden Fehler überlagern sich den Exzentrizitätsfehlern und sind von ihnen nur schwer zu trennen.

Es sei jetzt noch in Kürze darauf eingegangen, wie überhaupt Kreisteilungen hergestellt werden. Als Material wird meistens Messing genommen, in das ein Silberstreifen eingelegt wird, in den die Teilung durch einen Stichel eingraviert wird. An sich ist Silber ein vorzügliches Material zum Ziehen feiner Teilstriche. Aber es hat den schweren Nachteil, daß es in unserer mehr oder weniger von



Kohlendämpfen herrührenden, schwefelhaltigen Atmosphäre sich mit einem braunen bis schwarzen Niederschlag von Schwefelsilber bedeckt, der die Striche schwer sichtbar macht. Dieser Niederschlag ist wohl durch Nachpolieren mit Kohle oder Bestreichen mit Cyankali vorübergehend zu beseitigen, aber Silber ist sehr weich und dabei werden die Striche leicht beschädigt. Aber aus alter Gewohnheit bleibt man meistens bei jener Ausführung. Vielfach verwendet man auch Eisen mit einer Nickeleinlage, was sicher vorzuziehen ist, wenn das Eisen spannungsfrei ist und der Nickelstreifen gut in ihm befestigt wird. Andere Materialien dürften kaum in Betracht kommen.

Als Form wird man den schweren Vollkreis, wie schon oben erwähnt, nur selten wählen, sondern eher die Radform. Man muß dabei einen Mittelweg wählen zwischen möglicher Leichtigkeit, genügender Festigkeit und ausreichender Sicherheit gegen plötzliche Temperatursprünge. Die Kreise müssen außerdem noch mit Klemmeinrichtungen zum Feststellen und mit Feinbewegungsschrauben versehen sein, Einrichtungen, die so angebracht werden müssen, daß sie auf die Form der Teilungsfläche keinen Einfluß ausüben. Die Ablesung der Teilung erfolgt bei allen feineren Teilungen stets durch Ablesemikroskope bei künstlicher Beleuchtung durch elektrische Glühlämpchen, die nur für die kurze Zeit der Ablesung eingeschaltet werden.

Das wichtigste ist jedoch die Ausführung der Teilung. Es ist ja klar, daß man an sich, im Gegensatz zur Ausführung von Längenteilung, keine Normalteilung gebraucht; man kann vielmehr, und das ist auch in früheren Zeiten, in denen jeder Astronom sich seine Kreisteilungen selbst herstellte, geschehen, durch Abgreifen und Ausprobieren mit einem Zirkel einen Kreis in mehrere gleiche Teile teilen, und so immer fortfahrend, die gewünschte Teilung herstellen. Auf diesem Wege sind auch tatsächlich die ersten Mutterteilungen für Kreisteilmaschinen entstanden, und zwar für den Typus von Kreisteilmaschinen, den man als Kopiermaschinen bezeichnen kann. Das Prinzip dieser Maschinen ist das, daß sie eine Normalteilung besitzen, die fehlerfrei ist, oder bekannte Fehler besitzt. Der neu herzustellende Kreis wird auf ihn aufgelegt, sorgfältig zentriert, unter einem Mikroskop ein Strich der Normalteilung eingestellt, und mit einem mit diesem Mikroskop festverbundenen Stichel an einem Reißerwerk ein Strich der neuen Teilung gezogen; dann wird der Normalkreis mit dem aufgelegten zu teilenden Kreis so weit gedreht, bis der nächste Strich unter das Mikroskop kommt, und so der zweite Strich gezogen usw., bis die neue Teilung fertig ist.

Bei älteren astronomischen Instrumenten haben die Teilungen manches Mal ganz bemerkenswerte Größe; das hat mit seinen Grund darin, daß sich bei Herstellung der Teilung dann die Fehler verhältnismäßig kleiner machen ließen, weil eben beim Arbeiten mit dem Zirkel bei der Größe der Längen, die die einzelnen Winkelgrößen darstellten, kleinere Längenfehler verhältnismäßig kleine Winkelfehler darstellten.

Genau auf die gleiche Weise wie oben geschildert, haben auch noch die Altmeister der Präzisionsmechanik die Normalteilungen ihrer Kreisteilmaschinen hergestellt. Aber auch dabei wurden Verbesserungen angebracht. Es stellte sich als notwendig heraus, um den Normalkreis fein einstellen zu können, so daß seine Striche genau mit der Einstellungsmarke eines stark vergrößernden Mikroskops zusammenfielen, an ihm besondere Einrichtungen dazu anzubringen. Das naheliegendste und auch beste war, den Teilkreis am Rande mit Zähnen zu versehen, wie ein vielzähniges Zahnrad, und tangential in diese Zähne ein



Schneckengetriebe eingreifen zu lassen. Wählt man die Zahnteilung genügend fein, und stellt man das Schneckengetriebe mit nur kleiner Neigung her, so erhält man eine vorzügliche Feinverstellung. Für ihre gute Wirksamkeit war es notwendig, daß die Zahnteilung über den ganzen Umfang gleichmäßig war, man stellte sie also im Anschluß an die Teilung des Normalkreises her, und es gelang allmählich, durch Verbesserung der Herstellungsverfahren, sie so gut und gleichmäßig zu schleifen, daß man daran gehen konnte, sie zu Meßzwecken mitzubedenken. Man brauchte von der Normalteilung nur verhältnismäßig wenig Striche zu Kontrollzwecken und die Unterteilung zwischen diese wurde durch Drehung des Getriebes allein vorgenommen. Halten wir uns an das oben angegebene Beispiel eines Kreises mit einer Grادلänge von 10 mm, so kann man auf dieser gut 5 Zähne anbringen, d. h. also jede ganze Umdrehung der Schnecke verschiebt den Kreis um  $\frac{1}{5}$  Grad, d. h. 12 Minuten, und jedes Hundertstel der Schneckenumdrehung, ein Betrag den man noch sehr gut ablesen kann, bedeutet also 7,2 Sekunden, und jedes Tausendstel, eine Größe, die man noch mit einiger Mühe sicher erhalten kann, entspricht etwa der schon oben erwähnten durchschnittlichen Unsicherheit der Strichlage überhaupt.

So geht die Entwicklung langsam weiter, und es wird keine Schwierigkeiten machen, einzusehen, daß man auf diesem Wege allmählich zu der modernen automatischen Kreisteilmaschine kommt. Sobald es gelingt, einen Zahnkranz so genau herzustellen, daß er einen geteilten Kreis ganz vertreten kann, ist das Problem im Prinzip gelöst. Es ist dann nur nötig, durch einen elektrischen Motor oder dergl. den Schneckentrieb des Zahnkranzes regelmäßig um stets den gleichen Betrag zu drehen, dann durch einen automatisch wirkenden Stichel den Strich ziehen zu lassen, dann wieder den Zahnkranz um den gleichen Betrag zu drehen, wieder einen Strich ziehen zu lassen, usw. Der Bau der Antriebseinrichtung und des automatisch arbeitenden Stichels bereitet keine Schwierigkeiten.

So erhält man eine völlig automatisch arbeitende Maschine. Sie hat vor der Kopiermaschine den Vorzug, daß sie schneller arbeitet, und zwar ganz wesentlich, der Beobachter braucht nicht dabei zu sein, und kann durch seine Körperwärme nicht Ungleichmäßigkeiten in die Teilung hereinbringen, was auch den weiteren Vorzug hat, die Maschine besser gegen Temperaturungleichheiten schützen zu können. Diese Überlegenheit der automatisch arbeitenden Maschine ist zweifellos. Ebenso klar ist aber, daß man noch nicht in der Lage ist, die Zahnteilung so genau auszuführen — und das gleiche gilt auch für das Schneckengetriebe —, daß sie der Kopiermaschine ohne weiteres gleichkommt. Dieser scheinbare Nachteil ist aber alsbald aufgehoben worden. Man hat zu anderen Hilfsmitteln gegriffen. Der wesentlichste Fehler aller Zahnteilungen ist der, daß sie nicht ganz regelmäßig sind, sondern kleine unregelmäßige Abweichungen von der richtigen Zahnlage haben. Man kann also ihre Fehler merklich verringern, wenn man nicht nur einen Zahn zum Eingriff in die Schnecke bringt — und das ist doch tatsächlich bei dem gewöhnlichen Schneckenantrieb der Fall —, sondern mehrere gleichzeitig. Das macht man z. B. so, daß man die Schnecke nicht als zylindrische Schraube ausbildet, sondern als Hohlschraube, deren Durchmesser in der Mitte am kleinsten ist, und nach dem Ende zu zunimmt, sodaß sie mit einer größeren Anzahl Gängen in die Zahnteilung eingreift, womit sich deren Fehler mehr oder weniger gut gegenseitig aufheben. Oder man macht es so, daß man nicht eine Schnecke zum Antrieb nimmt, sondern



mehrere, die über den ganzen Umfang des Zahnkranzes verteilt, miteinander gekuppelt sind und sich alle gleichmäßig drehen. Auch auf diesem Wege kommt dann nicht nur ein Zahn zur Wirkung, sondern mehrere, deren Fehler sich so ausgleichen.

Damit kommen wir zum Schluß. Es ist zweifellos, daß die automatisch arbeitende Maschine technisch ganz bedeutende Vorzüge vor der Kopiermaschine hat. Trotzdem ist es erst in den letzten Jahren gelungen, sie so zu verbessern, daß man heute sagen kann, daß beide Arten von Maschinen etwa das gleiche leisten. Man kann heute annehmen, daß bei Teilungen, die kopiert sind, und ebenso bei solchen, die automatisch geteilt sind, beide auf den anerkannt guten Maschinen, mit allen Vorsichtsmaßregeln, ihre Striche im Durchschnitt um nicht weiter als 0,5 Sekunden von ihrer richtigen Stelle entfernt liegen. Wohl gemerkt nur im Durchschnitt; das bedeutet also, daß neben einer großen Anzahl Strichen, die kleinere Fehler als 0,5 Sekunden haben, es auch eine ebenso große Anzahl Striche geben wird, die größere haben, und daß also auch Striche mit Fehlern über 2 Sekunden nicht als ausgeschlossen zu bezeichnen sind.

Wenn man also bei Winkelmessungen, bei denen es auf hohe Genauigkeit ankommt, und wobei man, was die fast allgemein giltige Regel ist, Fehlertafeln der Kreisteilung nicht besitzt, sich nur auf Ablesungen von einzelnen Strichen der Teilung verläßt, kann man unter Umständen eine hohe Genauigkeit nicht erwarten. Es ist Sache des Beobachters, seine Messungen so einzurichten, daß er möglichst so viele Striche zu Hilfe nimmt, wie er es mit seinen Arbeiten vereinen kann, und Sache des Herstellers des Meßgeräts, daß er es so baut, daß man das ohne Mühe ermöglichen kann. Das läßt sich so ausführen, daß der Kreis gegen die Drehachse, auf der er sitzt, verstellbar ist, oder daß die Ablesung an möglichst vielen Mikroskopen ausgeführt wird. Zwei Mikroskope sind mindestens ohnehin schon erforderlich um die Exzentrizitätsfehler zu beseitigen.

## **Der gestirnte Himmel im Monat November 1919.**

Von Dr. F. S. Archenhold.

### **Zur bevorstehenden teilweisen Mondfinsternis in der Nacht vom 7. zum 8. November und ringförmigen Sonnenfinsternis am 22. November 1919.**

(Mit einer Doppelbeilage.)

Die bevorstehende Mondfinsternis ist die erste in Europa sichtbare Finsternis dieses Jahres. Der Mond steht zu Beginn der Finsternis in Berlin in einer Höhe von  $53^{\circ},6$ . Im Zenit steht er in  $349^{\circ}$  westlicher Länge von Greenwich und  $17^{\circ}$  nördlicher Breite, also nördlich der uns entrissenen Kolonie Kamerun in noch wenig erforschtem Gebiete unweit der Oase Agram. Um die Mitte der Verfinsterung steht er in Berlin in  $54^{\circ},6$  Höhe und am Ende beträgt seine Höhe  $53^{\circ},6$ . In  $11^{\circ}$  westlicher Länge von Greenwich und  $17\frac{1}{4}^{\circ}$  nördlicher Breite steht er im Zenit über Garaf-Baful in Mauretanien. Die Finsternis tritt ein am Freitag, den 7. November, abends  $11^{\text{h}} 58^{\text{m}},3$  mitteleuropäischer Zeit.

Die Mitte der Finsternis ist am 8. November  $12^{\text{h}} 44^{\text{m}},1$  nachts. Die Größe der Verfinsterung beträgt alsdann 0,18 Teile des Monddurchmessers. Das Ende der Finsternis findet  $1^{\text{h}} 29^{\text{m}},9$  statt. Der Beginn der Finsternis ist in Asien sichtbar mit Ausnahme des östlichen Teils, in ganz Europa, Afrika, im östlichen Teile von Nord-Amerika und in Süd-Amerika mit Ausnahme des äußersten Westens.

Das Ende ist sichtbar im westlichen Asien, in ganz Europa, Afrika, Süd-Amerika und in Nord-Amerika mit Ausnahme des äußersten Westens. Der Mond geht in Berlin



um 3<sup>h</sup> 58<sup>m</sup> nachm. auf und um 6<sup>h</sup> 14<sup>m</sup> am nächsten Tage unter. Der Durchmesser des Mondes beträgt 33' 23". Wir geben hier Abzüge von zwei Photographien wieder, die ich von der vollständigen Mondfinsternis vom 17. November 1910 mit dem großen Treptower Refraktor angefertigt habe. Damals war der Durchmesser noch größer = 33' 35". Die erste Photographie (Abb. 1 unserer Beilage) ist nur 5<sup>s</sup> lang, von 1<sup>h</sup> 56<sup>m</sup> 48<sup>s</sup> bis 53<sup>s</sup> kurz nach Eintritt der Totalität, exponiert worden, daher ist nur ein schmaler Streifen am Mondrand zu sehen. Die andere Aufnahme (Abb. 2 der Beilage), die um 2<sup>h</sup> 7<sup>m</sup> 5<sup>s</sup> bis 13<sup>s</sup>, also mit einer Expositionsdauer von 8<sup>s</sup> aufgenommen ist, zeigt schon einen größeren Teil des aus dem Erdschatten herausgetretenen Mondes. Wir sehen den Halbmeeresbusen Sinus Iridum und den Gebirgssee Plato mit dem vorgelagerten Pico und den Teneriffa-Bergen, sowie Aristarch und den nach Norden offenen Ringwall Grimaldi, von auffallend dunkler Färbung ähnlich wie Plato. Der dunkle Fleck, welcher nahe Grimaldi liegt, ist ein Teil des Kraters Riccioli. Zwischen Grimaldi und dem Aristarch liegt in der Nähe des Ringwalles Reiner eine helle Stelle, die keinen Namen trägt, aber sehr charakteristisch heraustritt. Im 13. Jahrgang des „Weltall“ haben wir schon eine Photographie dieser Finsternis wiedergegeben, auf der die Expositionszeit zu ändern ist in 1<sup>h</sup> 59<sup>m</sup> 33<sup>s</sup> bis 41<sup>s</sup>. Im 18. Jahrgang haben wir eine andere Aufnahme derselben Mondfinsternis gebracht, die kurz nach Beginn der Finsternis aufgenommen ist und auf der wir das Mare Crisium besonders deutlich erkennen. Die hier in Abb. 2 wiedergegebene Aufnahme entspricht der größten Phase der diesmaligen Verfinsternung. Es wird fast der fünfte Teil des Mondes verfinstert, sodaß mehr als  $\frac{4}{5}$  des Monddurchmessers beleuchtet bleiben. Es ist selbstverständlich, daß viele Einzelheiten der Originalplatten bei der Wiedergabe verloren gehen; man kann aber noch deutlich trotz der Vollmondbeleuchtung die einzelnen Meeresflächen und Krater erkennen. Der hellste Punkt tritt hell beleuchtet auf der Platte hervor; es ist der Aristarch.

Bisher zeigte sich bei allen Mondfinsternissen der Erdschatten in Wirklichkeit größer, als er der Rechnung nach sein sollte. Die Ursache hierfür ist schon früher im „Weltall“ (Jg. 2, S. 101) von Professor Leman eingehend erörtert worden. Es empfiehlt sich, für photographische Aufnahmen orthochromatische Isolarplatten zu verwenden. Der Liebhaberastronom ist schon in der Lage, mit kleinen Kameras den gesamten Verlauf der Verfinsternung auf einer Platte festzuhalten, wie die in Jg. 3, S. 162, wiedergegebene, von einem Mitgliede des Vereins von Freunden der Treptow-Sternwarte auf der oberen Plattform der Sternwarte aufgenommene Platte zeigt. Es darf nur nicht vergessen werden, den Apparat auf Unendlich einzustellen. Die Bewegung des Mondes in Rektaszension muß berücksichtigt werden, sodaß die Bilder noch die Platte treffen. Es dürfte daher empfehlenswert sein, schon einige Tage vor der Verfinsternung Probeaufnahmen vom unverfinsterten Monde in der Zeitdauer der Finsternis, d. i. 1 Stunde 32 Min., zu machen. Der Mond bewegt sich in dieser Zeit, da ja der photographische Apparat möglichst erschütterungsfrei fest aufgestellt werden muß, allein durch die Drehung der Erdachse schon während dieser Zeit 23° am Himmel fort. So groß muß das Gesichtsfeld sein, damit man den ganzen Verlauf der Finsternis auf der Platte erhält. Die Mitte des Apparates muß auf den Punkt des Himmels gerichtet sein, an dem der Mond um die Mitte der Verfinsternung steht, d. i. Rekt. = 2<sup>h</sup> 48<sup>m</sup>, Dekl. = 17° 10'. Die Größe des Mondbildes auf der Platte richtet sich nach der Brennweite des Objektivs. Sie ist bei einer Brennweite von 10 cm = 1 mm, 20 cm = 1,9 mm, 30 cm = 2,9 mm. Bei unserem großen Fernrohr beträgt der Durchmesser entsprechend der Brennweite von 21 m = 20 cm, sodaß die hier wiedergegebenen Aufnahmen keine Vergrößerungen sind.

Die ringförmige Sonnenfinsternis am 22. November beginnt um 1<sup>h</sup> 14<sup>m</sup> nachmittags als teilweise Finsternis in Mittelamerika und endet um 7<sup>h</sup> 14<sup>m</sup> abends im nordwestlichen Afrika. Sie ist in der nördlichen Hälfte Südamerikas, der südöstlichen Hälfte Nordamerikas, der Südspitze von Grönland, im Atlantischen Ozean, im westlichen Europa und in Nordwestafrika zu sehen. In Deutschland kann sie an allen den Orten, die



westlich der Linie Darmstadt—Dortmund liegen, als teilweise Finsternis beobachtet werden aber nur kurz vor Sonnenuntergang. Als ringförmige Finsternis ist sie in Europa nicht zu sehen; diese beginnt um 2<sup>h</sup> 28<sup>m</sup> und endet um 6<sup>h</sup> nachmittags und ist nur in einer schmalen Zone sichtbar, die sich zwischen Texas und Mexiko hinzieht, Westindien und den Atlantischen Ozean durchschneidet und mitten in der Sahara endet.

### Die Sterne.

Unsere Sternkarte gibt den Stand der Sterne für den 1. November, abends 10 Uhr, wieder. Sie gilt auch für den 15. November, abends 9 Uhr, den 1. Dezember, abends 8 Uhr usw. Der Meridian trennt um diese Zeit die Deichselsterne des großen Wagens von den 4 Rädersternen, geht durch den Schwanz des Drachen und den Polarstern hindurch und läuft durch die Mitte der Kassiopeia, die im Zenit steht. Er streift dann den Andromedanebel, geht zwischen Widder und Pegasus und  $\beta$ , dem zweithellsten Stern des Walfisches, herunter zum Südpunkt des Himmels. Die Milchstraße verläuft von Osten durch das Zenit zum Westpunkt des Horizontes.

Durch den frühen Untergang der Sonne kommen die Sterne wieder mehr zur Geltung. Zum ersten Mal begrüßen wir um diese Zeit das Wintergestirn, den Orion, tief unten am Osthimmel. In gleicher Höhe auf der andern Seite der Milchstraße stehen die Zwillinge, gegenüber im Westen treffen wir auf das Sternbild des Adlers, in dem anfangs Juni 1918 ein neuer Stern auftauchte, der sich durch große Helligkeit auszeichnete und allgemeines Aufsehen dadurch erregte, daß man ihn später, bei genauerer Untersuchung früherer Aufnahmen, auf einer schon am 22. Mai 1888 angefertigten Photographie als einen Stern 11. Größe auffand. Diese Helligkeit hat er bis zum 3. Juni 1918 beibehalten, am 7. Juni war er bereits 6. Größe und am 8. Juni hatte er schon die Helligkeit eines Sternes 1. Größe erreicht. Am 9. Juni, dem Tage seiner offiziellen Entdeckung, übertraf er die Wega an Helligkeit und war  $-0,5$ . Größe. Von diesem Tage an nahm der neue Stern zuerst rasch, dann immer langsamer ab; am 13. Juni war seine Helligkeit 1,2., Ende Juni nur noch 3., Ende Juli 4., Ende August 4,5. Größe. Die Helligkeitsabnahmegeschah wie bei den meisten neuen Sternen unter ständigen Lichtschwankungen, die in diesem Falle eine Periode von 12 Tagen erkennen ließen, wovon 3 Tage auf Zunahme, 9 Tage auf Abnahme der Helligkeit entfielen.

Mit den Helligkeitsänderungen waren auch Farbenänderungen verbunden. Bei ihrer Entdeckung war die Nova bläulichweiß, einige Tage später erschien sie schon gelblich und Ende Juni sah sie rot aus, ähnlich wie der hellste Stern im Orion. In die Liste der neuen Sterne ist dieser Stern unter der Bezeichnung Nova Aquilae 3 eingetragen<sup>1)</sup>. Über die Nova Persei, die am 21. Februar 1901 im Sternbilde des Perseus aufflammte, haben wir auch früher bereits berichtet<sup>2)</sup>. Bei ihr geschah die Aufhellung plötzlich. Der neue Stern war am 20. Februar noch nicht auf einer Aufnahme der Harvard-Sternwarte zu sehen, während er am nächsten Tage



Abb. 1.

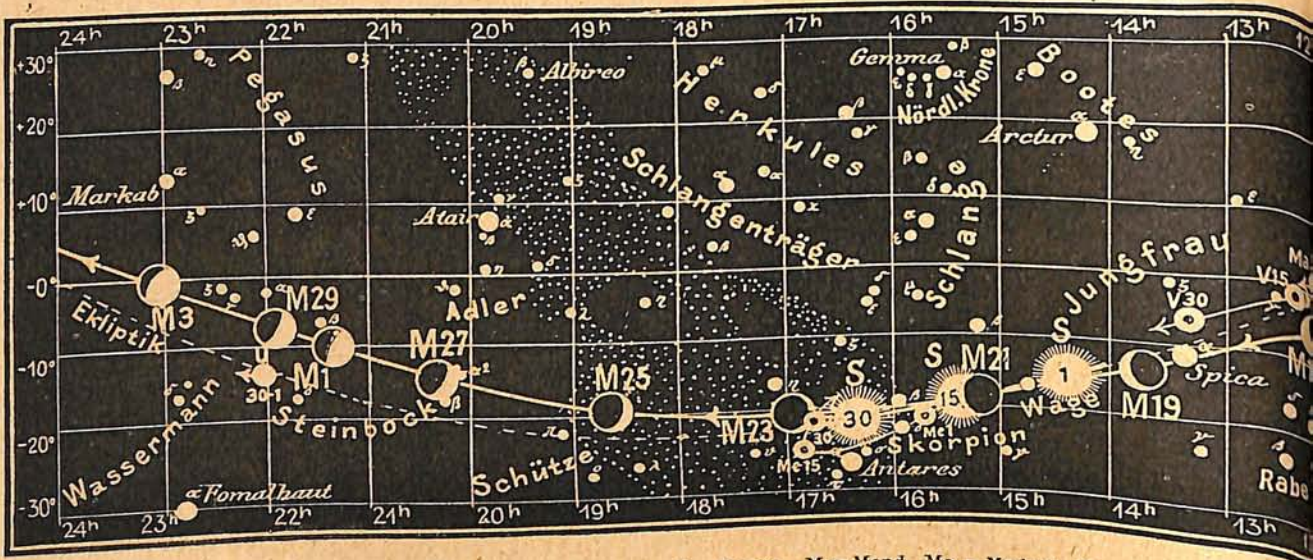
Der neue Stern im Perseus am 21. Februar 1901.

<sup>1)</sup> Vgl. „Weltall“ Jg. 18 S. 155, 175.

<sup>2)</sup> Vgl. „Weltall“ Jg. 1 S. 94, 103, 132, 222, Jg. 2 S. 56, 70, 84, 119.



Abb. 2b



bereits die Helligkeit eines Sternes 2,7. Größe hatte und, wie unsere Abbildung 1 zeigt, einen hellen Fleck auf der Platte hinterließ. Was hatte sich in dem fernen Weltenraum — 130 Lichtjahre ist die Nova Persei von uns entfernt — zwischen dem 20. und 21. Februar abgespielt? Ein fast erloschener Weltkörper war auf seiner Bahn im leeren Raume plötzlich in eine jener ungeheuer großen, gasförmigen Welten geraten, die wir „Nebel“ nennen. Durch den Aufprall auf die Gasteilchen war in kurzer Zeit soviel Wärme an der Oberfläche des erkalteten Sonnengestirns entstanden, daß Leuchtprozesse von solcher Helligkeit eingeleitet wurden, daß sie den Eindruck auf der Platte vom 21. Februar hervorrufen konnten.

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

Nov. 1.	6 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> abends,	Nov. 13.	5 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup> morgens,	Nov. 24.	5 <sup>h</sup> 7 <sup>m</sup> nachm.,
4.	3 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> nachm.,	16.	2 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup> nachts,	27.	1 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> nachm.,
7.	12 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup> mittags,	18.	11 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup> abends,	30.	10 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup> vorm.
10.	9 <sup>h</sup> 3 <sup>m</sup> vorm.,	21.	8 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> abends,		

Von den Veränderlichen mit langer Periode erreichen die beiden folgenden ihre größte Helligkeit im November:

Name	Rekt.	Dekl.	Zeit	Größe im Max.	Größe im Minim.	Periode
R in den Zwillingen	7 <sup>h</sup> 2 <sup>m</sup> ,5	+ 22° 50'	Anf. Nov.	6,6	13,2	370 Tage
RT im Schwan	19 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup> ,4	+ 48° 35'	Mitte „	6,6	12,2	190 „

### Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne (Feld 14<sup>1/2</sup><sup>h</sup> bis 16<sup>1/2</sup><sup>h</sup>) hat jetzt nur noch einen kurzen Tagesbogen. Ueber die Finsternis am 22. November haben wir in der Einleitung berichtet.

Der Mond, der wie immer in unsere Karten 2a und 2b eingetragen ist, zeigt seine Hauptphasen an folgenden Daten:

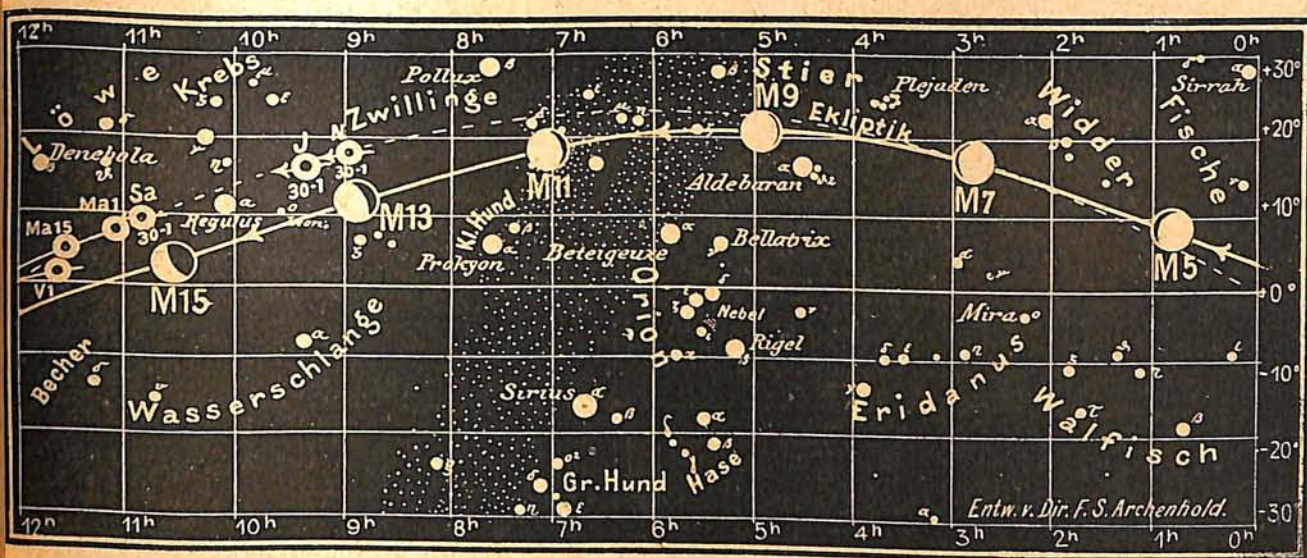
Erstes Viertel:	Nov. 1.	2 <sup>3/4</sup> <sup>h</sup> nachts,	Letztes Viertel:	Nov. 14.	4 <sup>3/4</sup> <sup>h</sup> nachm.,
Vollmond:	8.	12 <sup>1/2</sup> <sup>h</sup> „	Neumond:	22.	4 <sup>1/4</sup> <sup>h</sup> „
			Erstes Viertel:	Nov. 30.	5 <sup>3/4</sup> <sup>h</sup> nachm.



für den Monat November 1919

Abb. 2a

Nachdruck verboten



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

**S o n n e.**

Nov.	Rektasz.		Deklin.		Nov.	Rektasz.		Deklin.		Nov.	Rektasz.		Deklin.	
	h	m	°	'		h	m	°	'		h	m	°	'
1	14	22,6	-14	11	9	14	54,3	-16	39	17	15	26,9	-18	48
2	14	26,5	14	30	10	14	58,3	16	56	18	15	31,0	19	3
3	14	30,4	14	50	11	15	2,3	17	13	19	15	35,2	19	17
4	14	34,4	15	8	12	15	6,4	17	29	20	15	39,3	19	31
5	14	38,3	15	27	13	15	10,5	17	46	21	15	43,5	19	45
6	14	42,3	15	45	14	15	14,5	18	2	22	15	47,7	19	58
7	14	46,3	16	3	15	15	18,6	18	18	23	15	51,9	20	11
8	14	50,3	-16	21	16	15	22,7	-18	33	24	15	56,1	-20	24

**M o n d.**

1	21	20,8	-10	0	9	4	56,1	+20	47	17	12	7,5	-5	18
2	22	10,7	5	40	10	5	59,9	20	23	18	12	53,8	9	22
3	23	1,6	-0	54	11	7	1,3	18	38	19	13	40,6	13	1
4	23	54,2	+4	4	12	7	59,3	15	46	20	14	28,3	16	6
5	0	49,2	8	58	13	8	53,8	12	6	21	15	17,0	18	29
6	1	47,1	13	28	14	9	45,0	7	55	22	16	6,7	20	5
7	2	48,1	17	10	15	10	33,9	+3	30	23	16	57,2	20	48
8	3	51,6	+19	41	16	11	21,1	-0	58	24	17	47,9	-20	35

Ueber die partielle Mondfinsternis am 7. November sind in der Einleitung nähere Angaben gemacht.

Eine Sternbedeckung hellerer Sterne durch den Mond findet für Berlin nicht statt.

**Die Planeten.**

*Merkur* (Feld 15<sup>3/4</sup><sup>h</sup> bis 16<sup>3/4</sup><sup>h</sup>) bleibt während des ganzen Monats infolge seiner tiefen Stellung und wegen seiner Sonnennähe unsichtbar. Nur am 3. November ist er um 10 Uhr abends in Fernrohren 27' südlich von δ im Skorpion zu sehen.

*Venus* (Feld 11<sup>1/2</sup><sup>h</sup> bis 13<sup>1/4</sup><sup>h</sup>) ist vier Stunden lang als Morgenstern sichtbar. Am 23. November erreicht sie ihre größte westliche Abweichung von der Sonne, die 46° 44' beträgt. Die Dauer ihrer Sichtbarkeit nimmt alsdann langsam wieder ab, beträgt aber







*Jupiter* (Feld  $9\frac{1}{4}^h$ ) ist zu Anfang des Monats  $6\frac{3}{4}$  und am Ende bereits 9 Stunden lang sichtbar. Nach den neuesten Beobachtungen steht es außer Zweifel, daß die Flecken in der Aequatorzone sich schneller bewegen als die in höheren Breiten. Mitte des Monats stehen Jupiter, Regulus, Saturn und Mars in einem größten Bogen, alle gleich weit von einander entfernt.

*Saturn* (Feld  $11^h$ ) ist anfangs November  $4\frac{1}{2}$  Stunden und am Ende des Monats bereits 7 Stunden lang am Morgenhimmel zu sehen. Er geht alsdann schon vor Mitternacht auf.

*Uranus* (Feld  $22^h$ ) steht abseits von allen anderen Planeten als einziger Wandelstern am Abendhimmel. Er befindet sich während des ganzen Jahres im Sternbilde des Wassermanns.

*Neptun* (Feld  $9^h$ ) ist unweit Jupiters am Morgenhimmel, aber noch eine halbe Stunde länger als dieser, zu beobachten. Wie die A. N. 5011 mitteilen, beginnt Neptun nach Russels Messungen auf Harvard-Platten von der Vorausberechnung in einem Sinne abzuweichen, der den in den Harvard-Annalen Bd. 61 Seite 113 berechneten Störungen eines weit abstehenden Planeten entsprechen würde. Da die Abweichung  $2''$  beträgt, so liegt sie nicht innerhalb der Beobachtungsfehler. Nach der Vorausberechnung war diese große Abweichung erst für 1924 zu erwarten. Am 30. Dezember wird der noch unbekannt störende Körper in der Nähe des Sterns  $\epsilon$  in den Zwillingen an einer sternleeren Stelle im Fuhrmann an der Grenze stehen. Es dürfte sich empfehlen, diese Gegend von nun an nach einem transneptunischen Planeten<sup>1)</sup> abzusuchen.

#### Bemerkenswerte Konstellationen:

- November 3.  $11^h$  abends Merkur in Konjunktion mit  $\delta$  Scorpii, Merkur  $27'$  südlich von  $\delta$  Scorpii.
- „ 12.  $10^h$  abends Merkur in größter östlicher Abweichung  $22^\circ 48'$ .
- „ 14.  $1^h$  nachm. Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- „ 16.  $9^h$  vorm. Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- „ 17.  $8^h$  morgens Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- „ 18.  $2^h$  nachm. Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- „ 23.  $10^h$  abends Venus in größter westlicher Abweichung  $46^\circ 44'$ .
- „ 24.  $5^h$  morgens Merkur in Konjunktion mit dem Monde.

### Kleine Mitteilungen.

**Die Entwicklung der drahtlosen Telegraphie.** Zu Beginn des Weltkrieges mag mancher mit Staunen in den Zeitungen gelesen haben, daß unsere drahtlose Station in Neuen Nachrichten in unsere ost- und westafrikanischen Kolonien zu geben im Stande war. Er mag dann weiter mit Freuden verfolgt haben, daß wir nach dem Durchschneiden unserer transatlantischen Kabel die Verbindung mit Amerika auf drahtlosem Wege aufrecht erhalten und nach Eintreten Amerikas in den Krieg dessen drahtlose Nachrichten abfangen konnten. Mit Bewunderung konnte man verfolgen, in welcher vollendeter Weise die Nachrichtengebung an all die vielen verschiedenen Stellen in der Etappe und im Felde arbeitete, und es scheint kaum glaublich, daß die ersten Versuche, drahtlos zu telegraphieren, erst 20 Jahre zurückliegen.

Marconi war der erste, der mit der sogenannten „Knallfunkenstrecke“ direkt in der Antenne, bei der nur wenig und verhältnismäßig kleine Funkenentladungen hervorgebracht wurden, und mit einem primitiven Empfänger, der mit Hilfe des Fritters die Nachrichten in der Art der Morsetelegraphie schriftlich niederlegte, Erfolge erzielte. Nachher wurde der Hörempfang mit einem Mikrophon als Detektor angewandt. Die Reichweite war noch eine recht beschränkte und wurde erst durch Einführung des Braun'schen Schwingungskreises, trotz einiger Nachteile, die er im Gefolge hatte, durch Zuführung größerer Energiemengen in die Antenne erweitert. Das Hauptaugenmerk mußte weiter darauf gerichtet bleiben, die Entladungen in möglichst schneller Aufeinanderfolge stattfinden zu lassen und bei diesen

<sup>1)</sup> In dem Artikel: „Auf der Suche nach transneptunischen Planeten“ („Das Weltall“ Jg. 18 S. 76) habe ich bereits früher über diese Frage unsern Lesern berichtet.



Bemühungen gelang Poulsen ein bemerkenswerter, wenn auch zunächst nur ein theoretischer Fortschritt. Es bedurfte noch der Arbeiten eines Jahrzehnts, um seinen „Lichtbogensender“ zu praktischer Bedeutung zu bringen. Aber daneben wurde auch an der Verbesserung des Funkensystems unermüdlich gearbeitet, bis es gelang, durch das System des „Tönenden Löschfunkens“ die Funkenfrequenz auf 1000 Impulse in mathematisch regelmäßigen Zwischenräumen zu steigern. Hand in Hand ging hiermit die Durchbildung der Hochfrequenz-Maschinen zur Erzeugung unbegrenzter Mengen hochfrequenter Energie und die Verbesserungen des Empfängers. Die Einführung der Kathodenröhre sowohl als Empfangsverstärker als auch als Sender brachte die drahtlose Telegraphie auf ihre heutige Höhe. Die beiden Hauptschwierigkeiten, nämlich eine regelmäßige Frequenz und eine Amplitude von mathematischer Gleichförmigkeit zu erzeugen, wurden durch die Einführung der Kathodenröhre als Sender überwunden. Hierdurch ließ sich die Abstimmung so fein gestalten, daß eine große Reihe dicht bei einander liegender selbständiger Stationen unabhängig von einander arbeiten kann. Wie die Telefunken-Zeitung<sup>1)</sup>, der wir mit unsern Ausführungen gefolgt sind, schreibt, sind diese Fortschritte zum großen Teil aus den Laboratorien der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie hervorgegangen oder der Praxis zugeführt worden.

A.  
**Die Kaltenbrunnorsche Methode der Wettervorhersage.** Unter diesem Titel veröffentlicht A. Schmauss in seinen „Randbemerkungen“ (Meteorolog. Ztschr. 1919 S. 211) einige Gedanken zur statistischen Wettervorhersage, welche unsere Leser, und namentlich unsere Mitarbeiter an den Prognosentabellen interessieren dürften. Er sagt unter anderem:

„Der Vorteil der Kaltenbrunnorschen Tabellen — so möchte ich lieber sagen als der Kaltenbrunnorschen Methode — besteht darin, daß dem einzelnen langjährige Erfahrung erspart wird, daß dem, der kein spezifisches Gedächtnis für das Wetter besitzt, eine gute Stütze geboten wird. Die Tatsache, daß die Kaltenbrunnorsche Methode bessere Ergebnisse aufzuweisen hat als die amtliche Wettervorhersage, kann auch nicht überraschen; jede gut fundierte Lokalprognose ist der synoptischen Methode in manchen Punkten überlegen, welche mehr den großen Verlauf als die Gestaltung der Witterung im einzelnen zu erkennen gestattet.“ Dr. V. Engelhardt.

**Über Wetterbeeinflussung.** Die Probleme derselben zerfallen in zwei Aufgaben: eine negative (Schutz gegen unerwünschte Witterungsvorgänge durch rechtzeitige Beeinflussung des Wetters), und eine positive (Erzeugung einer erwünschten Wetterlage).

Zur ersten Gruppe gehört vor allem das Hagelschießen (die Verhinderung der Bildung von Hagelwolken durch Schießen wurde sehr oft versucht, doch ohne wesentliche Ergebnisse, denn die durch gewöhnliche Schießmittel hervorgebrachten Erschütterungen der Atmosphäre sind im Verhältnis zu den grandiosen Bewegungsvorgängen in einem Hagelsturm unbedeutend), und die künstliche Nebelbildung. (Empfindliche Kulturen lassen sich besonders auf tiefer gelegenen, ebenen Flächen bei ruhiger Luft vor verderblichem nächtlichem Wärmeverlust durch starke Rauchentwicklung schützen.)

Unmöglich ist es, Blitzentladungen durch Anbringen ausladender Spitzen hintenzuhalten, doch Gebäude vor Blitzentladungen zu schützen durch Blitzableiter ist längst durchgeführt. Schutzmaßnahmen gegen Witterungsvorgänge sind auch z. B. Anlagen von Stauwehren als Schutz gegen Hochwässer, Aufforstung als Schutz gegen Stürme.

Negativen Erfolg hatten bisher alle Bemühungen zur Beeinflussung der Witterungsvorgänge. Hier ist zuerst das Problem der Regenerzeugung zu nennen, welches zwar im Laboratorium durchführbar ist, aber nicht im Großen. Die Bildung von Regen durchläuft zwei Stadien. Es gilt zunächst das in der Luft vorhandene gasförmige, also unsichtbare Wasser zur Ausscheidung zu bringen. Dazu genügt aber keine „Elektrisierung der Atmosphäre“, sondern es bedarf unter allen Umständen der Abkühlung der Luft. Will man der Luft Wasser entziehen, so könnte es nur durch hochauferichtete Kühlanlagen geschehen, welche der heranreichenden Luft entgegengestellt sind und die Kondensation des Wasserdampfes bewirken. Ein so erzeugter Tauniederschlag würde natürlich in keinem Verhältnis stehen zu den aufgewendeten Kosten. Die „Elektrisierung der Luft“ löst zwar Luftströmungen aus und führt daraus den kondensationsfähigen Wasserdampf an die eine Elektrode der Elektrisiermaschine heran, wo eine tiefere Temperatur herrscht und derzufolge eine Ausscheidung erfolgen kann. Die Elektrisierung erleichtert nur die Wasserausscheidung durch das Vorhandensein von Kondensationskernen. Sind in der Luft suspendierte Teilchen freien Staubes oder elektrische Ionen vorhanden, so erfolgt die Kondensation etwas früher als ohne Ionen. In diesem Falle brauchte die Kühlanlage nicht so lange zu arbeiten, um denselben Niederschlag zu liefern. Wahrscheinlich würde aber der Gewinn an Energie beim Betrieb der Kühlanlage wieder aufgehoben werden durch den Aufwand für die elektrische Energie. Eine „Elektrisierung der Luft“

<sup>1)</sup> Jg. 3, No. 15.



könnte vielleicht wirken zur Auflösung der Nebel, denn die Nebeltröpfchen sind häufig elektrisch geladen und würden zu einer entgegengesetzt geladenen Elektrode wandern. Hier ließen sie sich anreichern und zur Ausscheidung bringen, ohne jedoch nennenswerte Niederschläge zu liefern, gerade wie ein Tauniederschlag an Bäumen aus einem Nebeltreiben abgeschieden wird. Das zweite Stadium der Regenbildung erfordert aber die Ausscheidung von Wasser aus einer Wolke, und für nennenswerte Niederschläge über einem größeren Gebiet müßte dazu ein ganzer Wald von Ballonen und zwar in verschiedenen Höhen der Atmosphäre errichtet und elektrisch geladen werden, damit eine „Elektrisierung der Luft“ Ergebnisse brächte. Die Methode des Australiers Balsillies dürfte auf diese Weise nicht verwirklicht werden können, denn eine „Elektrisierung der Luft“ dürfte nur geringe Niederschläge ergeben und dazu viel zu hohe Kosten verursachen. Die Regenerzeugung wird wohl überhaupt nur ein frommer Wunsch bleiben (A. Schmauß, „Das Wetter“, 1919, S. 34).

Dr. Bl.

**Elastizität der Erdrinde.** Aus der Verschiedenartigkeit der Zusammensetzung der Erdrinde bei den mannigfachsten Gesteinen und der Verschiedenheit ihrer Schichtung und Lagerung möchte man darauf schließen, daß die Elastizität der Erdrinde ein Begriff ist, der sich weder physikalisch messen, noch mathematisch lösen läßt. Das trifft jedoch nicht zu, und zwar deshalb nicht, weil bei der Erdrinde nicht die allerobersten Schichten den Ausschlag geben, sondern die unter dem Druck der überlagernden Massen stehenden Schichten von einigen Kilometern unter der Erdoberfläche an abwärts. Deshalb ist die Elastizität der Erde durchaus meßbar. Nun hatte Prof. Hecker bei seinen Messungen auf dem geodätischen Institut zu Potsdam einen Unterschied der Lotstörung durch die Sonne für die Meridianrichtung und senkrecht dazu gefunden und dabei auf eine Verschiedenheit der Elastizität der Erdrinde in beiden Richtungen geschlossen. Diese Beobachtung veranlaßte die Herren des Pariser Observatoriums, ähnliche Untersuchungen mit zwei senkrecht zueinander aufgestellten Horizontalpendeln im Keller des dortigen Observatoriums anzustellen. Die Ergebnisse, die Eblé in den „Comptes rendus“ veröffentlicht, ergeben bei der Mondanziehung eine Verschiedenheit der Elastizität der Erdrinde in dem Sinne, sodaß tatsächlich die Erde in der Richtung des Meridians starrer erscheint als in der Ostwestrichtung. Ein weiteres Ergebnis ist, daß die Starrheit in Paris größer ist als in Potsdam. Heckers Untersuchungen scheinen somit bestätigt zu sein. Bei der Anziehung durch die Sonne sind einwandfreie Ergebnisse nicht erzielt worden. Worauf diese Verschiedenheit der Elastizität zurückzuführen ist, dafür fehlen noch alle Anhaltspunkte. F. L.

**Die topographische Aufnahme des Gebietes in Spitzbergen,** in dem sich die von Schweden beanspruchten Kohlenlager befinden, wurde von der schwedischen Spitzbergen-Expedition im Sommer 1916 vorgenommen. Der Geodät Öhmann hat mit dem Techniker Helim die Vermessung so gefördert, daß eine vorläufige Karte bald zu erwarten ist. Sie wurden bei diesen Arbeiten durch photographische Aufnahmen der namentlich im Kjellström tätigen Photographen unterstützt.

F. L.

## Bücherschau.\*)

**Naturwissenschaftliche Vorträge im Felde gehalten.** Verlag von Johann Ambr. Barth, Leipzig 1919.

No. 1. Lorenz, Prof. R., Chemische Industrie im Kriege. Preis 8,60 M. Der Verfasser hat 8 Vorträge, die er über die Entwicklung der deutschen chemischen Industrie vor feldgrauen Zuhörern in Budapest gehalten hat, in Buchform zusammengestellt. Er schildert die Entstehung der chemischen Industrie in den verschiedenen Ländern, erzählt von dem Herstellungsprozeß des Eisens, der Bedeutung des Nebenproduktes der Eisenindustrie, der Thomasschlacke, für die Landwirtschaft und schildert weiter die Entstehung der anorganischen Großindustrie, insbesondere die Wichtigkeit der Herstellung von Schwefelsäure, Soda und Chlor. Nicht minder wichtig ist die Gewinnung und Verarbeitung der Steinkohle, Braunkohle und des Erdöls, sowie der Farb-, Riech-, Heil- und Nahrungstoffe. Zum Schluß schildert der Verfasser die Gewinnung von Aluminium, Zink und Kupfer und macht interessante Mitteilungen über die neusten Errungenschaften aus dem reichen Erfindungsgebiete der Kriegschemie.

No. 2. Wien, Prof. W., Neuere Entwicklung der Physik und ihrer Anwendungen. Preis 6 M. Auf Veranlassung des Oberkommandos der achten Armee hat W. Wien im Baltende

\*) Alle wissenschaftlichen Werke, insbesondere die Schriften, die in unserer Bücherschau besprochen werden, sind auch von unserer Auskunfts- und Verkaufsstelle, Berlin W. 9, Potsdamer Straße 138a, zu beziehen.



drei Vorträge gehalten, die er in dem vorliegenden Bande vereinigt. In dem ersten Vortrag, der die neueren Errungenschaften der Physik behandelt, werden die außerordentlich verwickelten Vorgänge bei dem Durchgang der Elektrizität durch verdünnte Gase auf bewegte positive und negative Ionen und negative Elektronen von verschiedener Geschwindigkeit zurückgeführt und die hauptsächlichsten Eigenschaften der Kathoden-, Kanal- und Röntgenstrahlen geschildert.

Der zweite Vortrag „Physik und Erkenntnistheorie“ führt uns von Riemann über Helmholtz und Boltzmann zu den neusten Mach'schen und Einstein'schen Arbeiten und legt die Wichtigkeit der physikalischen Ergebnisse für die Erkenntnistheorie dar.

Der dritte Vortrag „Physik und Technik“ weist auf die vielen Anwendungsmöglichkeiten physikalischer Erkenntnisse für die Praxis hin. So ist der Dieselmotor auf Grund von theoretischen, auf der mechanischen Wärmelehre fußenden Überlegungen erfunden, und der Schlick'sche Schiffskreisel die wichtigste Anwendung der theoretischen Mechanik. Die drahtlose Telegraphie verwertet unsere Kenntnis von den Eigenschaften elektrischer Wellen. Besondere Gebiete der Technik sind die elektrischen Beleuchtungsapparate und die Bestrahlungsapparate für Heilzwecke, wie Röntgen- und Höhensonnenstrahlen, geworden. Der Verfasser spricht zum Schluß die Hoffnung aus, daß die Wiederaufnahme der Studien durch die heimgekehrten Krieger ein gedeihliches Zusammenwirken von Wissenschaft und Technik auch in Zukunft fördern wird.

No. 3. Obermiller, Dr. J., Der Kreislauf der Energie in Natur, Leben und Technik. Preis 3,60 M. Das Gesetz von der Erhaltung der Energie ist zuerst von Robert Mayer für die besondere Form der Wärmeenergie nachgewiesen worden. Der Verfasser hat es sich zur Aufgabe gestellt, vom Standpunkte des Chemikers aus die verschiedensten Energieformen, in ihrem Wirken in der Natur, im Leben und in der Technik zu schildern. Außer der Wärme werden die elektrischen und chemischen, die Licht- und Spannungs-Energien und ihre Arbeitsleistungen in fesselnder Weise geschildert. Der Hauptenergiespender für die Erde ist die Sonne; die natürlichen Brennstofflager sind weiter nichts als fossile Sonnenenergie.

F. S. A.

**Brunner, Dr. W., Astronomie.** Eine erste Einführung für Schulen und zum Selbststudium. 194 S. mit 138 Fig. Verlag Art. Institut Orell Füssli. Zürich 1919. Brosch. 12 M., geb. 14 M.

Der Verfasser hat es verstanden, sowohl durch die Anordnung des Lehrstoffes als auch durch die klare Darstellung eine brauchbare Einführung in die Astronomie zu schaffen. Die Veränderungen des Sternenhimmels im Laufe des Tages und des Jahres werden durch vorzügliche Zeichnungen und Photographien dem Leser vor Augen geführt. Alle Vorgänge, welche die Grundlage unserer Zeitrechnung bilden, die verschiedenen Weltsysteme, Betrachtungen über die Stabilität des Planetensystems, Beschreibung der Hilfsmittel zur Erforschung der physischen Beschaffenheit von Sonne, Mond und Planeten sind ausführlicher behandelt, als es in den üblichen Lehrbüchern der mathematischen Geographie gebräuchlich ist. In einem letzten Abschnitt werden die Hauptaufgaben der Fixstern-Astronomie, die Ortsverzeichnisse der Fixsterne, der Zusammenhang zwischen Spektrum und Entwicklungszustand, die Eigenbewegungen der Sterne, unser Wissen von den veränderlichen, neuen und Doppelsternen, die Stellung der Sternhaufen und Nebelflecke, der Verlauf der Milchstraße beschrieben und zum Schluß Mutmaßungen über den Bau des Fixsternsystems ausgesprochen.

F. S. A.

Das Buch ist außergewöhnlich gut vom Verleger ausgestattet.

**Baumhauer, Dr. H., Leitfaden der Chemie zum Gebrauch an mittleren Lehranstalten insbesondere an landwirtschaftlichen Schulen.** I. Teil. Anorganische Chemie. Siebente Auflage. Mit 34 in den Text gedruckten Abbildungen. 2,80 M., geb. 3,80 M. — II. Teil. Organische Chemie. Fünfte Auflage. Mit 18 Abbildungen. 2,20 M., geb. 3,20 M. Herdersche Verlagshandlung, Freiburg im Breisgau. 1918.

Verfasser geht auf die landwirtschaftliche Bedeutung der Elemente und Verbindungen ein und zeigt deren Beziehungen zu den Pflanzen und Tieren. Er berücksichtigt auch die landwirtschaftlich-technischen Nebengewerbe und weist auf die physiologische Bedeutung der betreffenden Verbindungen hin, gibt eine kurze Übersicht über die Vorgänge der Ernährung, des Stoffwechsels bei den Pflanzen und Tieren. Die Form der Darstellung ist übersichtlich, klar und deutlich, und zahlreiche Abbildungen dienen dazu, Verständnis für chemische Vorgänge zu erwecken und so dem Lehrer seinen Vortrag zu erleichtern.

Dr. Bl.

---

*Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Bezugspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., 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. Einleitungen zu arabischen astronomischen Werken. Von Geheimrat Prof. Dr. Eilhard Wiedemann in Erlangen. (Erste Mitteilung) . . . . . 21 2. Scheinbare und räumliche Verteilung der Sterne. Von Dr. Hans Kienle. (Schluß). . . . . 26 3. Der gestirnte Himmel im Monat Dezember 1919. (Die	Entfernung der kugelförmigen Sternhaufen und Spiralnebel von unserm Sonnensystem. Mit einer doppelseitigen Beilage). Von Dr. F. S. Archenhold 31 4. Wie verlor der Mond seine Lufthülle? v. Prof. A. Keller 36 5. Kleine Mitteilungen: Die Ermittlung der Nordrichtung durch den Kompaß. — Eine Wetterkartothek . 38
---	---

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

## Einleitungen zu arabischen astronomischen Werken.

Von Geheimrat Prof. Dr. Eilhard Wiedemann in Erlangen.

(Erste Mitteilung.)

In hohem Maße ist die Wissenschaft des okzidentalen Mittelalters und damit diejenige der Neuzeit von den Leistungen der Araber, d. h. der vor allem arabisch, gelegentlich auch persisch, syrisch, hebräisch schreibenden Gelehrten abhängig. Zum geschichtlichen Verständnis der späteren Zeiten ist daher die Kenntnis der Arbeit im muslimischen Kulturkreis unbedingt erforderlich. Zufällige äußere Umstände und vielleicht eine gewisse erbliche Belastung haben mich schon früh zu einer Beschäftigung mit diesen Gegenständen veranlaßt und die lebhafteste Freude an den bedeutenden Errungenschaften jener Zeiten hat mich neben meinen physikalischen Studien immer von neuem zu ihrer Untersuchung zurückgeführt. Dabei konnte ich mich der gütigen Unterstützung hervorragender Orientalisten, wie Fleischer, de Goeje, Hell, Hess, Juynboll, Jacob, Loth, Mittwoch, Nöldeke, Rescher, Seybold u. a., sowie jüngerer Physiker, die auch für die Geschichte der Wissenschaft Interesse besitzen, wie Würschmidt, Frank u. a., erfreuen. Ihnen sei auch an dieser Stelle bestens gedankt.

Einen trefflichen Einblick in die ganze Denkungsart der muslimischen Gelehrten geben vielfach die Einleitungen zu deren Werken. Dank dem freundlichen Entgegenkommen von Herrn Dr. Archenhold darf ich die Übersetzung einer Reihe von solchen in dieser Zeitschrift weiteren Kreisen zugänglich machen.

### I.

#### Einleitung zu einer Schrift von *al Farghânî*.

Die Preußische Staatsbibliothek in Berlin enthält handschriftlich ein für die Geschichte des Astrolabs sehr wichtiges Werk. Es hat in den verschiedenen Handschriften verschiedene Titel; so heißt es in No. 5790 des Kataloges von Ahlwardt (Ldbg. 56): „Werk des Vollkommenen“ (*al kâmil*) über das Astrolab von *Aḥmed ben Muḥammed b. Kathîr al Farghânî*, in No. 5791 (Lbdg. 58): Werk über die Herstellung (*sina'a*) des Astrolabs; No. 5792 (Mq. 99): Werk über die Herstellung des Astrolabs und über den auf dieses bezüglichen Beweis (nämlich für die Art und Richtigkeit der Konstruktion). Unter dem ersten Titel erwähnt es auch *al Birûnî*, dieser fügt dem Namen des Verfassers noch *Ibn al 'Abbâs* bei.

Der Verfasser ist der im Okzident unter dem Namen Alfraganus<sup>1)</sup> bekannte Astronom, dessen Elemente der Astronomie lateinisch von Melanchthon

1) Vgl. zu diesem und anderen Astronomen das vortreffliche Werk von H. Suter, Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke. Abhandlungen zur Geschichte der mathem. Wissenschaften, Heft 10, 1900. *Al Farghânî* ist S. 18, Nr. 39, besprochen.



1537 und von J. Christmann 1590, arabisch und lateinisch von Golius 1669 herausgegeben wurden. Sie wurden aber, wie zahlreiche Handschriften lehren, schon früher vielfach in den Übersetzungen von Joh. Hispaliensis und Gerhard von Cremona benutzt.

*Al Farghânî* stammt aus *Farghân*, einem Ort in Transoxanien; er war einer der Astronomen des Abbasiden-chalifen *al Ma'mûn* (813—833) und seiner Nachfolger, die sich um die Wissenschaften so große Verdienste erworben haben; er gehört also zu den ältesten arabischen Astronomen.

Die Übersetzung der Einleitung zu seinem Werk ist folgende:

Im Namen Gottes des Allbarmherzigen. Bei ihm suche ich Hilfe. Das Lob ist Gottes des Herrn der Welten in reichlichem Maße und die Segenswünsche Gottes über *Muhammed*, den Propheten Gottes, und über seine Familie und Heil in reichlichem Maße!

Es sagt *Ahmed ben Muḥ. b. Kathîr al Farghânî*, daß die früheren Gelehrten bei der rechnerischen Behandlung der (Bewegung der) Gestirne nur die Lehre von den Bewegungen der Himmelskugel und dem, was dabei vorkommt, sich zu eigen machten, indem sie sich eifrig mit der theoretischen Behandlung und der Messung befaßten. Vor allem lieferte ihnen von den zum Messen dienenden Vorrichtungen das Armillarsphäre<sup>1)</sup> (*Ḍsât al ḥalaq*) genannte Instrument [brauchbare] Werte. Sie wandten es entsprechend dem an, was sie von der Gestalt der Sphäre in Bezug auf deren kreisförmige Bewegung und die Eigenart der beiden ersten Bewegungen klar erkannt hatten; nämlich der Bewegung der größten Sphäre<sup>2)</sup>, die alle [anderen] Sphären von Ost nach West in Umlauf setzt. \*Die Bewegung der geneigten Sphäre, die allen Planeten zukommt, erfolgt von Westen nach Osten.\*<sup>3)</sup> Diese Sphäre ist die Sphäre des Tierkreises. Ihre Pole drehen sich um den Pol der größten Sphäre. Die Ursache für die Richtigkeit dessen, was sich ihnen aus [Messungen mit] diesem Instrument ergab, ist für diejenigen klar ersichtlich, die mit der Geometrie vertraut sind. Wir sahen aber, daß sie [noch] ein [anderes] Instrument herstellten, das Astrolab heißt. Seine Ebene hat keinen Ring für die Sphäre [wie bei der Armillarsphäre]. Mittelst seiner Hilfe gewannen sie Anhaltspunkte für zahlreiche Bewegungen der Sphäre und für den Unterschied von Tag und Nacht in den verschiedenen Klimaten der Erde. Bei der Herstellung des Instrumentes und bei der Messung mit ihm berücksichtigten sie nur das, was die Kenntnis von dem seiner Gestalt zugrunde liegenden Prinzip und die erstrebte Richtigkeit der mit ihm gewonnenen Angaben [Hinweise] erfordert. Wir haben aber gar keine Nachricht darüber erhalten, daß einer von ihnen (den früheren Gelehrten) in einem Werk diese Verhältnisse auseinandergesetzt hat, auch nicht darüber, wie man auf dem Instrument die Zeichnungen anbringt. Die Menschen benutzten es, indem sie [ihre Vorgänger] rein mechanisch nachahmten und sich darauf stützten, daß die Aufschlüsse, die man

<sup>1)</sup> Die Armillarsphäre besteht aus einer Anzahl von Ringen, die, bis auf den äußersten, den größten Kreisen auf der Himmelskugel, wie Äquator, Ekliptik, Meridian, Solstitialkolor, entsprechen. Sie werden zusammengehalten durch den äußersten Ring, der die Bewegung der Kreise, entsprechend der Bewegung des Himmels, ermöglicht. Bei dem Astrolab dagegen erfolgt die Bewegung der auf eine dem Äquator parallelen Ebene projizierten Ekliptik, sowie einer Reihe mit dieser verbundenen Fixsterne, der Spinne, in einer Ebene um eine feste Achse, die als Weltachse zu denken ist. Die anderen oben erwähnten Kreise, ferner die Wendekreise usw., sind von einem Pol aus auf die erwähnte Ebene projiziert, über die sich dann die Spinne bewegt.

<sup>2)</sup> Die Alten nahmen 9 Sphären an, die sich gegenseitig umgeben. Die ersten 7 werden den 5 Planeten, der Sonne und dem Monde zugeteilt, die 8. den Fixsternen. Alle diese Sphären umschließt die 9., die die Sphäre der Sphären genannt wurde. Sie ruft die Bewegung der Sphären von Ost nach West hervor. Einige Araber sprechen nur von den ersten 8 Sphären (vergl. die Rfr. E. Wiedemann und J. Hell, Mitteilungen zur Geschichte der Medizin und Naturwiss., Bd. 9, S. 320, 1912).

<sup>3)</sup> Die Stelle „zwischen \*\*“ fehlt in der Handschrift Ldbg. 56, die ich benutzt habe; Herr Prof. Dr. Weil in Berlin war so gütig, sie für mich aus der Handschrift Ldbg. 58 zu ergänzen.



mit diesem Instrument über die Bewegungen der Sphäre erhält, mit dem übereinstimmen, was man mit der Armillarsphäre erhält, und ferner mit dem, was die Rechnung liefert, obwohl hierin kein Beweis für die Richtigkeit des Instrumentes und kein Hinweis auf sein Prinzip liegt. Das, was wir von dem Instrument eben als unsicher angegeben haben, führte eine Anzahl derer, die in der Wissenschaft unserer Tage als Autorität gelten, dahin, zu behaupten, das Instrument könne gar nicht von Grund aus angefertigt werden. Sie meinten ferner, daß, wenn jemand [ohne Vorlagen] mit seiner Konstruktion beginne, er es weder richtig noch genau anfertigen werde. Sie benutzten daher auf Grund der Kenntnisse der entsprechenden Überlieferung einen Weg, der ihnen in ihren Augen zur Herstellung des Astrolabs als richtig erschien, und zwar unter Ablehnung dessen, was immer wieder auf Grund einer bloßen Meinung und Vermutung verfertigt wurde.

Deshalb haben wir ein zusammenfassendes Werk verfaßt, in dem wir darlegen, daß die früheren Gelehrten bei der Herstellung der Form des Astrolabs richtig verfahren sind, ferner von welcher Art das Konstruktionsprinzip ist, dann besprechen wir die Richtigkeit seiner Angaben und die Ermittlung der Größen sämtlicher Kreise, die auf dem Astrolab abgebildet sind und die auf der Himmelskugel liegen, weiter geben wir in unserem Werk an, wie man die sämtlichen Linien (Projektionen der Kreise auf der Himmelskugel) auf ihm für alle Gegenden der Erde zeichnet, endlich zeigen wir, daß alle die Methoden, die von derjenigen der Alten abweichen, zu falschen Ergebnissen führen. In jedem Kapitel geben wir klare Hinweise und geometrische Beweise, dabei fassen wir uns in der Beschreibung und in der Erörterung kurz.

Unsere Ausführungen sind so gehalten, daß sie auch der mittelmäßig in der Wissenschaft Bewanderte mittelst der Geometrie und der Rechnung der Gestirne<sup>1)</sup> erfassen kann.

Bedürfen wir bei dem von uns Behandelten des Zeugnisses von solchen Dingen, die die Gelehrten in ihren Werken niedergelegt haben, so haben wir dies nur flüchtig berührt. Soweit *al Farghânî*.

Aus den obigen Ausführungen von *al Farghânî* geht hervor, daß bis auf ihn von den Arabern die Astrolabien ohne Kenntnis der theoretischen Grundlagen in rein mechanischer Nachahmung<sup>2)</sup> konstruiert wurden.

Das ebene Astrolab, wenigstens die Spinne, war von Eudoxos oder nach einigen von Apollonios erfunden und von Hipparch weiter ausgebildet, der schon die stereographische Projektion kannte. Später gab Ptolemaios die Theorien für die auf ihm befindlichen Linien, die durch stereographische Projektion entstehen, z. B. der Ekliptik, Äquator, Breitenkreis des Steinbocks und hierfür, die aber wesentlich von denen von *al Farghânî* ihrer ganzen Anlage nach abweichen. Im siebenten Jahrhundert hat neben anderen dann Johann Philoponos in Alexandria eine griechische, Severus Sabokt eine syrische ausführliche Abhandlung über das Instrument verfaßt<sup>3)</sup>. Diese und ihnen entprechende Abhandlungen dürften dann neben der mündlichen Überlieferung den Späteren als Grundlagen gedient haben. Bei ihnen wurden zunächst die Astrolabien nur in der Stadt *Harrân*, dem Sitz der Sabier, angefertigt, dann, vor allem seit der Herrschaft von *al Ma'mûn*, an anderen Orten. Eine ganze Reihe von Künstlern, die Astrolabien herstellten, führt *'Ja'qûb b. Nadîm* in seinem *Fihrist* auf<sup>3)</sup>.

<sup>1)</sup> Vgl. Beiträge LVII, S. 26.

<sup>2)</sup> Vgl. hierzu Kauffmann in Pauly-Wissowa, Realenzyklopädie des klassischen Altertums, 2. Auflage, unter „Astrolabium“; E. Nau, J. asiat. (9) Bd. 13, S. 56—238, 1899, und (10) Bd. 16, S. 227, 1910.

<sup>3)</sup> Vgl. H. Suter, Abhandlungen zur Geschichte der math. Wissenschaften, Bd. 6, S. 41, 1892.



II.

Einleitung zu dem Werk von *al Birûnî*  
über die eingehende Behandlung aller möglichen Methoden  
für die Herstellung des Astrolabs.

Zu den bedeutendsten Gelehrten des Islams und wohl aller Zeiten gehört *Abu'l Raihân Muhammed ben Ahmed al Birûnî*<sup>1)</sup> (943—1048), dem wir genaue Bestimmungen der spezifischen Gewichte, ein treffliches Werk über Indien, große astronomische Werke und andere Schriften verdanken. In dem oben angegebenen Werk schildert er zahlreiche Astrolabformen<sup>2)</sup>, wohl ziemlich alle zu seiner Zeit bekannten, und schickt ihm folgende Einleitung<sup>3)</sup> voraus:

Im Namen Gottes des Allmächtigen. Sein ist die Macht und bei ihm suche ich Hilfe. Preis sei Gott, dem Preis zukommt, seine Segnungen über *Muhammed*, seinen Propheten und seinen Knecht, mit seiner Familie und seinen Genossen nach ihm.

Werk von *Muḥ b. Ahmed al Birûnî*. Buch über die gründliche Behandlung (*Isti'âb*) aller möglichen Methoden für die Herstellung des Astrolabs.

[Einleitung.] Die reinen Seelen haben ein sehnsüchtiges Begehren danach, sich von allem, was in der Welt vorhanden ist, eine vollständige Vorstellung zu bilden, um es zu begreifen. Deshalb wenden sie sich lebhaft dem zu, das [sie] an Schönheit edelster Art zunehmen läßt, und streben nach dem, was sie die höchste Reinheit gewinnen läßt. So ist es auch mit der Seele des Scheich *Abû Sahl*,<sup>4)</sup> Gott stärke ihn, die von jeder mit der Natur verbundenen Unreinheit frei und unbefleckt ist. Sie ist vielmehr mit der Gesamtheit der Seelen (Geister) eins geworden und von dem sinnlich Wahrnehmbaren zu dem verstandesmäßig Erfassbaren emporgestiegen, sodaß sie von den Wissenschaften nur das erstrebt, dessen Kenntnis den höchsten Wert hat. Von den Künsten (praktischen Tätigkeiten) bemühte er [*Abû Sahl*] sich nur um diejenigen, durch die man zum Erfassen

1) Zu seinem Leben vgl. die Einleitungen von Ed. Sachau zu der Übersetzung des Werkes von *al Birûnî* über Indien und zum Text der Chronologie. E. Brockelmann, Arabische Literaturgeschichte, Bd. 1, S. 475. Suter a. a. O. Nr. 218, S. 98. E. Wiedemann und J. Hell, Mitteilungen zur Geschichte der Medizin und Naturwissenschaft, Bd. 11, S. 313, 1902. E. Wiedemann, Beiträge XXVIII und eine demnächst erscheinende Arbeit von mir selbst in den Mitteilungen und eine von mir und H. Suter in den Sitzungsberichten der physikal.-med. Gesellschaft in Erlangen.

2) Eine vollständige Darstellung der Lehre und Geschichte des Astrolabs bearbeitet zurzeit Herr Dr. Frank. Einzelne Stellen des Werkes habe ich selbst veröffentlicht.

3) Benutzt habe ich vor allem die Handschrift 1066 des Leydener Kataloges (cod. 591, 4, Warn.) In Berlin sind zwei solche vorhanden, Nr. 5765 (cod. Pet. 672) und 5796 (cod. Spr. 1869) des Kataloges von Ahlwardt, ferner befindet sich eine in Oxford (Katalog der Bodleiana von Uri 1073 (3) in den Add. et Em., p. 607).

4) In der ersten Berliner Handschrift wird angegeben, daß das Werk für einen *Abû Sahl* geschrieben wurde. In der Leydener Handschrift fehlt ein solcher Hinweis, dagegen ersehen wir aus der in Oxford befindlichen, daß dies ein *Abû Sahl Jahjâ Ibn 'Isâ al Tabarî* war. Ahlwardts Vermutung, daß es *Abû Sahl Ibn 'Isâ Iahjâ al Masihî* (der Christ, etwa 970—1010 [vgl. Suter, Nr. 170, S. 79]), der aus *Gurgân* an der Südostecke des Kaspischen Meeres stammte, gewesen sei, ist daher nicht richtig. Vielleicht ist aber auch die Angabe der Oxforder Handschrift nicht richtig und unser *Abû Sahl* ist identisch mit *Abû Sahl 'Abd al Mu'in ben 'Ali b. Nuḥ al Tiflisî* (aus Tiflis), der nach *Birûnî*'s Einleitung zu seinem Werk über Indien ihn zu dessen Abfassung veranlaßt hat (*Al Birûnî*'s India-Übersetzung von Ed. Sachau, Bd. 1, S. 5). — Sachau hat über diesen Mann keine Angaben finden können, hält ihn aber für einen der hohen Zivilbeamten des Sultans *Mahmûd* von *Ghazna* (998—1030). Der Name *Abû Sahl* findet sich vielfach bei Männern dieser Zeit, die von persischer Herkunft waren. Der Titel *Ustâd*, den er trägt, findet sich stets, wenn auch nicht als ein offizieller Titel, doch als ein solcher, um hohe Achtung des Sprechers zu bezeugen, bei Namen von Ministern und höchsten Zivilbeamten von *Mahmûd* und seinem Nachfolger *Mas'ûd* (1030—1040), nie aber bei solchen hoher Militärs, die auch nie persischer, sondern stets türkischer Abstammung waren (vgl. India, Bd. 2, S. 250).



der edelsten existierenden Dinge gelangt; so wendet sich zu dieser Zeit sein Forschen dem Astrolab zu und richtet sich darauf, wie man es auf dem nächstliegenden und zweckentsprechendsten Wege herstellt.

Mir befahl er (*Abū Sahl*), den Gott schütze, ich solle ihm genau berichten, wie man es nach sichergestellten technischen Methoden, die aber keine (geometrischen) Beweise enthalten, herstellt, nur unter Zuhilfenahme ebener (*misahî* Messungs-) Linien, damit man es leichter behalte und, falls man es etwa vergessen, daran erinnert werde und, damit man eine Norm in der Kunst (wohl für seine Herstellung) habe. Ich willfahrte seiner ungestümen Bitte und beeile mich, seinen Befehl auszuführen. Vorher teilte ich ihm aber mit, daß ich einen Vorgänger<sup>1)</sup> auf diesem Gebiet gehabt. Ich habe nichts Besonderes in dem geleistet, was dieser davon auf einem Gebiet, in dem er Spezialist ist, mitteilt, außer in wenigen untergeordneten Ausführungen, die inmitten der Abhandlung deshalb nicht verborgen bleiben, weil ich sie mir selbst zuschreibe, wie dies auch bei den Werken anderer der Fall ist, da ich sie ihnen zuerteile.<sup>2)</sup>

In jedem Falle mußte ich das Schwierige leicht machen und das Rätselhafte erläutern, das Zweifelhafte klarmachen und das Fernliegende nahebringen. Ich hoffe, daß das, was ich gemacht, seine [*Abū Sahl's*] Zufriedenheit gewinnt und seinem Wunsche und seinem Verlangen entspricht mit der Hilfe Gottes, der zu allem Guten Erfolg verleiht und vor jedem Schaden schützt: er ist mächtig über alles, was er will.

(Allgemeines über das Astrolab.) Das Astrolab ist ein ebenes Instrument, von dem einzelne Teile sich bewegen, andere feststehen. Die auf ihm befindlichen Figuren entsprechen genau den Figuren am Himmelsgewölbe; was auf das Instrument übertragen wird, stimmt mit dem, was sich auf der Himmelskugel befindet, überein, sodaß man nichts vermißt. Dies kommt daher, daß die auf ihm befindlichen Linien, Schnittlinien von einer dem Äquator parallelen Fläche und von Kegelflächen sind, die durch die auf dem Himmelsgewölbe befindlichen Kreise gehen. Man stellt sich erstere irgend einer Farbe aufgetragen hat. Der Beobachter befindet sich an einem der Pole. Er blickt von diesem, bis der Blick auf diese Kreise trifft und in gerader Richtung fortschreitend zu der dem Äquator parallelen Fläche gelangt, auf der er sie dann abbildet.

Man bezieht diese Figur auf den (benennt sie nach dem) Pol, der demjenigen gegenüber liegt, in dem man sich befindet. Am zweckmäßigsten bezieht man die Figur auf den Wendekreis (*Madâr al munqalab*), der mit dem Projektionspol (*Qutb al Tastîh*) Steinbocks für das nördliche (*schamâlî*) Astrolab, auf den Wendekreis des Krebses für das südliche (*ganûbî*). Doch ist das nicht nötig, man kann die Zeichnungen auch auf den Äquator selbst beziehen oder auf andere ihm parallele Flächen, von denen man sich vorstellt, daß sie sich außerhalb der Kugel in gerader Richtung fortsetzen.

Die um die Pole gelegenen Kreise werden, mögen es nun große oder kleine sein, als parallele Kreise um den Pol des Instrumentes abgebildet. Die größten, durch die beiden Pole gehenden Kreise werden als gerade Linien abgebildet, die sich im Pol (Mittelpunkt) des Instrumentes schneiden. Die übrigen größten Kreise werden ebenfalls als Kreise abgebildet. Die kleinen Kreise, die durch keinen Pol gehen, werden als Kreise

<sup>1)</sup> Wer hier gemeint ist, läßt sich nicht genau bestimmen, vielleicht *al Farghânî*, wahrscheinlich aber *Abū Sa'îd Ahmed b. Muḥammed b. Abd al Galîl al Sigzî*, ein hervorragender Astronom und Mathematiker und Zeitgenosse *al Birûnî's*, von dem *al Birûnî* zahlreiche Konstruktionen des sog. gemischten Astrolabs übernommen hat.

<sup>2)</sup> Mit anderen Worten, *al Birûnî* nennt stets die Urheber der einzelnen Sätze und die Erfinder der einzelnen Astrolabformen; er führt in der Tat, wie oben angegeben, nicht nur einen, sondern eine ganze Reihe von älteren Gelehrten an.

<sup>3)</sup> Gewöhnlich dient als Projektionsebene nicht die Ebene eines der Wendekreise, sondern die des Äquators oder eine Tangentialebene an dem dem Projektionspol gegenüberliegenden Pol. Stets bildet aber einer der Wendekreise die äußere Begrenzung des Astrolabs.



abgebildet. Für diejenigen, die durch einen Pol gehen, gilt folgendes: Die durch den Projektionspol gehenden Kreise liefern auf dem Astrolab nicht durch den Pol gehende gerade Linien, und diejenigen, die durch den anderen Pol gehen, liefern Kreise. Dies gilt solange, als man zur Konstruktion einen Pol benutzt und zwar deshalb, weil der zu projizierende Kreis und die Projektionsebene mit dem Kegelmantel gleiche Winkel und zwar auf entgegengesetzten Seiten bilden.

Verändert man die Lage des Projektionspoles, läßt ihn aber auf der Achse, so ändern sich die Schnittlinien, und es entstehen je nach Wunsch gerade Linien, Kreise, Ellipsen und Parabeln.<sup>1)</sup>

Verrückt man den Projektionspol von der Achse, so wird der mit dem Astrolab erstrebte Zweck nicht erreicht und die Ähnlichkeit zwischen ihm und der Himmelskugel bei den Bewegungen verschwindet und ebenso der Parallelismus zwischen den entstehenden Figuren.

Hast du dir diese (theoretische) Einführung durch eifrige Beschäftigung zu eigen gemacht, so beginne mit der Konstruktion des nördlichen Astrolabs, daran reihe die des südlichen, daran die der sich daran anschließenden Konstruktionen und endlich diejenige der anderen Arten der Astrolabien.

Hiermit schließt die Einleitung.

## Scheinbare und räumliche Verteilung der Sterne.

Von Dr. Hans Kienle.

(Schluß)

### III. Der Übergang zur räumlichen Verteilung.

Die einfachste Annahme, daß die Sterne alle von derselben absoluten Leuchtkraft und gleichmäßig im Raume verteilt seien, führt zu den Folgerungen, daß die Sternzahlen  $A_m$  von halber zu halber Größenklasse in dem konstanten Verhältnis von 1 : 2,0 zunehmen und daß die „mittleren Parallaxen“ identisch mit den „normalen“ sein, d. h. von halber zu halber Größenklasse in dem ebenfalls konstanten Verhältnis von 1 : 0,8 abnehmen müßten. Beides ist, wie wir aus den in I und II dargelegten Gesetzmäßigkeiten wissen, nicht der Fall. Man kann nun zunächst dem 1. Gesetz der scheinbaren Sternverteilung vollkommen Genüge leisten, wenn man an die Stelle der gleichmäßigen Verteilung der Sterne eine mit der Entfernung  $r$  abnehmende Dichtigkeit  $D(r)$  setzt. Um auch noch dem in dem 3. Gesetz ausgesprochenen Verhalten der schwächeren Sterne gerecht zu werden, sieht man sich genötigt, auch die Annahme von der gleichen absoluten Leuchtkraft der Sterne fallen zu lassen und eine weitere

<sup>1)</sup> Ein besonderer Abschnitt des Werkes ist der Konstruktion der Kegelschnitte und der Anfertigung von Zirkeln gewidmet, die gestatten, diese als eine stetige Linie zu zeichnen, und nicht, wie Apollonios es tut, aus einzelnen Punkten zusammensetzen. Für die Konstruktion der Ellipse beschreibt *al Birûni* ausführlich diejenige mit dem um zwei Punkte gelegten Faden von konstanter Länge, und zwar in anderer Weise als *Ibn 'Abd al Galil al Sigzi* (vgl. E. Wiedemann, Ztschr. für math. und naturw. Unterricht, Bd. 50, S. 177, 1919). Herr Prof. Eneström hat mich auf eine Arbeit von T. L. Heath aufmerksam gemacht (Bibl. math. [3], Bd. 7, S. 225, 1907), in der auf eine Schrift von Anthemios hingewiesen ist, der bereits dies Prinzip der Konstruktion erwähnt, ohne aber auf eine praktische Anwendung einzugehen. Daß die Araber Leistungen von Anthemios, besonders in der Konstruktion von parabolischen Hohlspiegeln kannten, geht aus der Schrift von *Ibn al Haitham* über die parabolischen Hohlspiegel hervor (J. L. Heiberg und E. Wiedemann, Bibl. math. [3], Bd. 10, S. 206, 1910).



Funktion  $\varphi(i)$  einzuführen, die „Verteilungsfunktion der Leuchtkräfte  $i$ “. Diese Annahme, die in engem Zusammenhang mit der Annahme einer endlichen Ausdehnung des ganzen Sternsystems steht, erklärt dann zwanglos die für die schwächeren Sterne gefundene Gesetzmäßigkeit der scheinbaren Verteilung.

Da wir bei diesen Betrachtungen ganz absehen von der Abhängigkeit der Sternzahlen von der Lage zur Milchstraße (2. und 4. Gesetz), berücksichtigen wir nur gewisse mittlere Verhältnisse für den ganzen Himmel. Das daraus sich ableitende, gegenüber der Wirklichkeit natürlich außerordentlich vereinfachte System bezeichnet Seeliger als „schematisches Sternsystem“. Will man den tatsächlichen Verhältnissen einigermaßen gerechter werden, dann ist es unbedingt nötig, auf den Einfluß der Milchstraße, welche eine so unverkennbare Symmetrieebene des Systems ist, Rücksicht zu nehmen. Indem man die räumliche Dichte der Sterne so auch noch als von der galaktischen Breite abhängig betrachtet, gelangt man zu dem „typischen Sternsystem“, das zwar auch noch gegenüber der Wirklichkeit idealisiert sein, ihren großen Zügen aber sicher schon wesentlich näher kommen wird.

Außer der räumlichen Dichte  $D(r)$  und der Verteilungsfunktion der Leuchtkräfte  $\varphi(i)$ , für welche letztere wir die Voraussetzung machen, daß sie für einen endlichen Maximalwert  $H$  von  $i$  zu Null werde, d. h. daß Sterne von größerer absoluter Leuchtkraft als  $H$  nicht vorkommen, kommt als das Problem weiter komplizierend hinzu, daß das Licht auf seinem Wege durch den Raum sehr wahrscheinlicherweise eine Schwächung — Absorption — erleidet. Wir sehen uns also noch zur Einführung einer weiteren Funktion, der Absorption  $\psi(r)$ , gezwungen, und das Problem des Überganges von der scheinbaren zur räumlichen Verteilung besteht demnach in der Bestimmung der vier Funktionen:  $D(r)$ ,  $\varphi(i)$ ,  $H$  und  $\psi(r)$ . Die Schwierigkeiten in der Behandlung des Problems sind sowohl theoretischer — mathematischer — Natur als auch in den Mängeln des Beobachtungsmaterials begründet, so zwar, daß die letzteren vorerst die weitaus größere Rolle spielen. Jedenfalls können wir heute nur unter gewissen einschränkenden Voraussetzungen zu Aussagen über unser Sternsystem gelangen, die aber immerhin schon wertvolle Einblicke gestatten.

Die S.'sche Lösung des Problems beruht, wie wir hier nochmals hervorheben wollen, ganz wesentlich auf dem Unterschiede zwischen den Gesetzen, welche die Sternzahlen der helleren und die der schwächeren Sterne befolgen. Weiterhin wird die Einschränkung getroffen, daß die Funktion  $\varphi(i)$  nicht vom Orte abhängig sei, d. h. daß größere und kleinere absolute Leuchtkräfte an allen Stellen des Systems nahezu im gleichen Verhältnis gemischt seien; und ebenso, daß die Helligkeit  $H$  der absolut hellsten Sterne auch überall dieselbe sei.

Nachdem wir so die Voraussetzungen angegeben haben, unter denen die im Folgenden mitzuteilenden Resultate Gültigkeit besitzen, wollen wir auch noch in großen Zügen den Weg skizzieren, auf dem die einzelnen Funktionen bestimmt werden können: Das Gesetz der Sternzahlen für die hellen Sterne allein gestattet die Bestimmung der Dichtigkeitsfunktion  $D(r)$ . Mit Hilfe dieser Funktion liefern die Sternzahlen für die schwächeren Sterne die Verteilungsfunktion  $\varphi(i)$  der Leuchtkräfte. Unter Zuhilfenahme der Parallaxenwerte kann dann auch noch die Größe  $H$  und die Grenze  $r_1$  des Systems gefunden werden. Welche Rolle die Absorption  $\psi(r)$  spielt, soll an anderer Stelle erwähnt werden. Ihre exakte Bestimmung scheidet an dem Fehlen zuverlässiger Parallaxenwerte für die schwächeren Sterne.



#### IV. Das schematische Sternsystem.

In diesem, nur mittlere Verhältnisse darstellenden System interessiert vornehmlich der Verlauf der räumlichen Dichte der Sterne mit abnehmender Entfernung vom Mittelpunkt des Systems, als welchen wir unser Sonnensystem betrachten müssen. Als Einheit der Entfernung gelte nach Seeliger die „Siriusweite“, welche als die Entfernung eines Sternes von der Parallaxe  $0'',2$  definiert ist und ungefähr 16 Lichtjahren entspricht. Tabelle 8 gibt unter  $D_0(r)$  zunächst die den Entfernungen  $r$  entsprechenden Dichtigkeiten, wie sie sich unter Vernachlässigung der Absorption ergeben. Dieses Dichtigkeitsgesetz führt indessen auf Widersprüche bei den Parallaxen: man erhält aus ihm die „normalen“ und nicht die „mittleren“, wahren Parallaxen. Wollte man diesen Widerspruch durch Einführung einer Absorption beseitigen, so müßte man nicht nur einen unwahrscheinlich großen Betrag für diese annehmen, sondern man erhielte gleichzeitig ein System, dessen Dichte gegen die Grenze zu außerordentlich stark zunimmt, wie die Werte  $D_\psi(r)$  der Tabelle 8a zeigen. S. geht daher anders vor: er versieht die Dichtigkeitsfunktion mit einem kleinen Korrektionsfaktor und kommt so auf die Werte  $D(r)$  der Tabelle 8, während er gleichzeitig die berechneten Parallaxenwerte mit den beobachteten, Kapteynschen, in Einklang bringt. Wie man sieht, ändert sich durch das neue Gesetz die Dichtigkeit der Sterne nur in unmittelbarer Nähe der Sonne; bereits in der Entfernung von 5 Einheiten ist der Unterschied zwischen  $D(r)$  und  $D_0(r)$  unbedeutend.

Tabelle 8.

r	$D_0(r)$	$D(r)$	$\Delta D$
1	1,00	0,61	0,00
5	0,50	49	0
10	37	38	0
50	19	19	0
100	14	14	+ 1
500	7	7	+ 2
1000	5	5	+ 3

Tabelle 8 a.

r	$D_\psi(r)$
1	1
20	2
50	32
80	470
82,8	604

Da, wie wir schon einleitend bemerkten, eine exakte Bestimmung der Absorption vorläufig unmöglich ist, bleibt nichts anderes übrig, als ihren möglichen Einfluß auf die Rechnungsergebnisse abzuschätzen. Macht man gewisse plausible Annahmen über die Absorptionsfunktion  $\psi$  und setzt voraus, daß die Dichte  $D$  gegen die Grenzen des Systems nicht zunehme, dann kann man gewisse Höchstwerte ableiten, welche die Absorption nicht übersteigen wird. Die Berücksichtigung dieser, sich als sehr klein erweisenden Beträge ergibt die in der Tabelle 8 unter  $\Delta D$  aufgeführten Korrekturen der Dichte  $D$ , die als ganz unwesentlich angesehen werden können.

Die übrigen Eigenschaften des schematischen Systems sind die folgenden: Die absolut hellsten Sterne besitzen in der Entfernung 1 die Größe  $-4^m,3$ . Da die Sonne im gleichen Abstände etwa als ein Stern 4. Größe erscheinen würde, sind die hellsten Sterne also rund 2000 mal so hell als die Sonne. Der Radius des Systems beläuft sich auf 910 Siriusweiten, wenn man von der Absorption



absieht, auf 805, wenn man den erwähnten Höchstbetrag in Anrechnung bringt. Zusammenfassend können wir also vorerst feststellen:

Das Fixsternsystem ist endlich begrenzt und besitzt einen mittleren Durchmesser von 30 000 Lichtjahren. Die Stern- dichtigkeit nimmt von der Mitte aus nach allen Seiten ziemlich rasch ab.

### V. Das typische Sternsystem.

Den Voraussetzungen, die wir bei der Betrachtung des schematischen Sternsystems gemacht haben, ist hier nur soviel hinzuzufügen, daß nun nicht mehr die über den ganzen Himmel genommenen Sternzahlen zugrunde gelegt, sondern die Rechnungen vielmehr getrennt für die einzelnen Milchstraßenzonen A, B, C, D, E durchgeführt werden. Man wird die Verhältnisse am einfachsten an Hand der Tabelle 9 der Dichtigkeiten übersehen, in die zum Vergleich unter S noch einmal die Werte für das schematische System aufgenommen sind.

Tabelle 9.

r \ Zone	1	10	100	1000	$r_1$
A	1,00	0,13	0,02	0,00	5 300
B	1,00	18	3	0	6 200
C	1,00	24	6	1	7 500
D	1,00	36	13	5	10 600
E	1,00	46	21	10	27 700
S	1,00	0,37	0,14	0,05	15 000

Die Tabelle enthält zunächst die Dichte  $D$  für die verschiedenen Entfernungen  $r = 1, 10 \dots$  und die einzelnen Zonen. Man erkennt, daß die Abnahme der Sterndichte mit der Entfernung umso rascher erfolgt, je mehr man sich von der Ebene der Milchstraße entfernt. Dementsprechend kommt man in der Richtung der Pole auch viel rascher an die Grenze des Systems als in der Richtung der Milchstraße. Aus den Zahlen  $r_1$ , welche die Entfernung der Grenze in Lichtjahren angeben, ist zu ersehen, daß das System sich in der Richtung der Milchstraße mehr als fünfmal so weit erstreckt als in der dazu senkrechten Richtung. Schwarzschild hat einmal für die äußere Gestalt des Systems den Vergleich gebraucht, daß man es sich als den Körper vorstellen möge, der von zwei mit den Rändern aufeinandergelegten Tellern gebildet wird.

Es erübrigt noch zu bemerken, daß die unter II aufgeführten Tatsachen die hier gewonnene Anschauung aufs schönste bestätigen. Da die Sterne von der gleichen scheinbaren Helligkeit, deren Parallaxen zu mittleren Parallaxen zusammengefaßt werden, in den verschiedenen Milchstraßenzonen im Mittel verschieden weit von uns entfernt sind, muß sich in den mittleren Parallaxen eine Abhängigkeit von der Milchstraße zeigen. S.'s Theorie ergibt für das Verhältnis  $\pi_{\text{Pol}} : \pi_{\text{Milchstraße}}$  die Werte  $q$  der Tabelle 10, während aus den beobachteten Parallaxen der Tabelle 6 die Werte  $q'$  folgen. Die  $q$  erscheinen hiernach etwas zu groß. Indessen haben z. B. die neueren, direkten Parallaxenmessungen Grossmanns <sup>1)</sup> S.'s Werte durchaus bestätigt, indem sie für die Sterne von der mittleren Größe 8 den Wert  $q = 2,3$  ergeben.

<sup>1)</sup> Siehe das Referat „Weltall“ Jg. 18, S. 211.



Tabelle 10.

m	q	q'
5	1,9	1,1
6	2,1	1,3
7	2,2	1,3
8	2,3	1,5
9	2,4	1,7
10	2,5	1,9

Die Spektraltypen stellen in der Reihenfolge B A F G K M eine Reihe abnehmender absoluter Leuchtkräfte dar, wie aus Parallaxenmessungen von Sternen der verschiedenen Typen unzweideutig nachgewiesen werden konnte. Dann läßt sich aber aus der Gestalt des Fixsternsystems, wie wir sie entwarfen, unmittelbar die in II behandelte Abhängigkeit der Verteilung der Spektraltypen von der Milchstraße ableiten. Bildet man den Quotienten  $Q$ , indem man die Anzahlen der einem bestimmten Spektraltypus angehörigen Sterne in der Polarzone durch die in der Milchstraßenzone dividiert, so entstehen die Zahlen der Tabelle 11, wo unter  $Q_B$  die der Tabelle 7 entnommenen beobachteten, unter  $Q_R$  die nach S.'s Formeln berechneten Werte stehen. Die Übereinstimmung ist, mit Ausnahme des Typus B, wo  $Q_B$  wegen der geringen Anzahl der Sterne unsicher ist, recht befriedigend.

Tabelle 11.

Typus	$Q_B$	$Q_R$
B	(5)	1,7
A	1,3	1,4
FG	0,7	1,0
R	0,7	0,7
M	0,6	0,4

Zusammenfassend können wir daher jetzt die Anschauungen, die wir vom Aufbau des Fixsternsystems gewonnen haben, dahin formulieren:

Die Gesamtheit der uns sichtbaren Himmelsobjekte (mit vielleicht alleiniger Ausnahme einiger weniger Nebel) bildet ein endliches, nach allen Seiten begrenztes System. In erster Annäherung (typisches System) kann der äußere Umriß als der eines stark abgeplatteten Rotationskörpers von etwa linsenförmiger Gestalt angesprochen werden, dessen Äquatorebene mit der Ebene der Milchstraße zusammenfällt. Der größte Durchmesser, in Richtung der Milchstraße, beträgt etwa 60 000, der kleinste, in Richtung der Pole der Milchstraße, etwa 10 000 Lichtjahre. Die Sterndichte im Innern des Systems nimmt von der Mitte aus nach allen Seiten sehr rasch ab, in der Richtung nach den Polen sehr viel rascher als in Richtung der Milchstraße.





Abb. 1.

Spiralnebel im Haar der Berenice N. G. C. 4725.



Abb. 2.

Spiralnebel in den Jagdhunden. N. G. C. 5194. Messier 51.



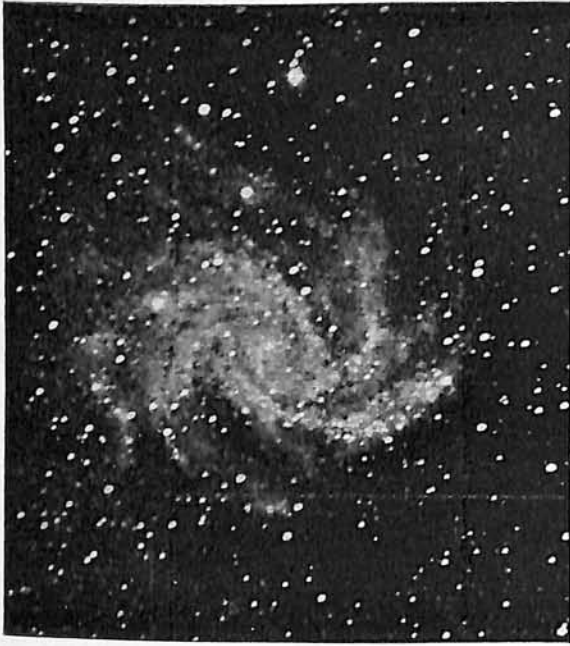


Abb. 3.  
Spiralnebel im Cepheus. N. G. C. 6946.



Abb. 4.  
Nebel im Pegasus. N. G. C. 7217.



Abb. 5.  
Hantel-Nebel im Fuchs. N. G. C. 6853. Messier 46



## Der gestirnte Himmel im Monat Dezember 1919.

Von Dr. F. S. Archenhold.

### Die Entfernung der kugelförmigen Sternhaufen und Spiralnebel von unserm Sonnensystem.

(Mit einer doppelseitigen Beilage.)

Der schwedische Astronom Karl Lundmark hat sich die Aufgabe gestellt, unter Benutzung alles zugänglichen Materials über die Stellung der kugelförmigen Sternhaufen und Spiralnebel in unserm Sternsystem Berechnungen anzustellen. In Bezug auf die kugelförmigen Sternhaufen haben schon viele Astronomen, wir nennen nur Bohlin, Charlier, Hertzprung, Melotte, Perrine und Hinks Untersuchungen angestellt. Letzterer konnte noch kurz vor dem Kriege feststellen, daß von 80 untersuchten kugelförmigen Sternhaufen fast alle ausschließlich in einer Hemisphäre vorkommen, und daß graphischem Wege hat man von 500 Nebeln mit Sicherheit die spiralige Natur nachzuweisen können, doch ist anzunehmen, daß ihre Zahl viel größer ist. Auch sie bevorzugen eine bestimmte Lage, und zwar drängen sie sich an den Polen der Milchstraße zusammen.

Von zwei Seiten sind neuerdings Untersuchungen angestellt, um zunächst die Entfernungen der als kugelförmig bekannten Sternhaufen festzustellen. Die Resultate stimmen aber nicht miteinander überein, wie Lundmark in seiner Abhandlung über „Die Stellung der kugelförmigen Sternhaufen und Spiralnebel zu unserm Sternsystem“ (A. N. 5016) nachweist. Charlier hat Entfernungen gefunden, die 40 bis 290 mal kleiner sind als die von Shapley berechneten. Aus bestimmten Gründen schloß Charlier, daß unter der Voraussetzung, daß die kugelförmigen Sternhaufen zum Milchstraßensystem gehören, die absoluten Dimensionen dieser kugelförmigen Gebilde nur zwischen ziemlich engen Grenzen schwanken, sodaß ihr scheinbarer Durchmesser gleichzeitig als ein Maß ihres Abstandes angesehen werden kann. Die sogenannten B-Sterne scheinen eine besondere Gruppe dieser Sternhaufen auszumachen.

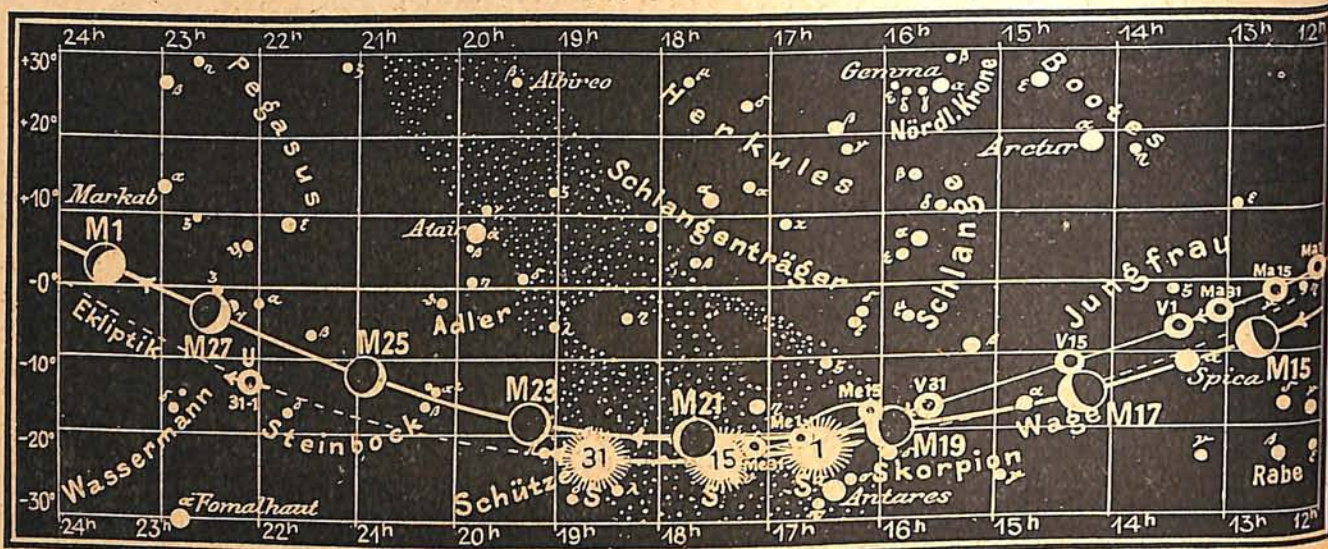
Shapley hat die Entfernungen für 6 kugelförmige Sternhaufen dadurch bestimmt, daß er die vielfach untersuchte Beziehung zwischen den Periodenlängen und den absoluten Größen der  $\delta$  Cephei-Veränderlichen zugrunde legte. Er fand auf diese Weise für 18 kugelige Sternhaufen die Beziehung zwischen Entfernung und scheinbarem Durchmesser und leitete dann für die übrigen 41 kugelförmigen Sternhaufen aus den Messungen ihrer scheinbaren Durchmesser die Entfernungen ab. Der Mittelwert der Parallaxe stellte sich unter Benutzung verschiedener Methoden auf nur  $\frac{1}{100}$  Bogensekunde.

Lundmark erhält für die Spiralnebel aus direkten Parallaxenbestimmungen von Barnard, Bohlin, Franz und anderen als Maximalwinkel  $\frac{1}{1000}$ “. Als mittlere Geschwindigkeit für die Bewegung der Spiralnebel in der Richtung des Visionsradius bestimmte er 490 km in der Sekunde.

Wir geben in unserer Beilage die Photographieen einiger Nebel wieder, bei denen die Spiralnatur zum Teil erst in neuerer Zeit nachgewiesen werden konnte. Abb. 1, Keeler mit dem Crossley-Reflektor  $3^h 32^m$  lang exponiert worden. Abb. 2 gibt den bekannten Spiralnebel in den Jagdhunden, N. G. C. 5194 wieder, der ebenso wie Abb. 3, Spiralnebel im Cepheus, N. G. C. 6946, von Lundmark mit benutzt worden ist, um den Apex der Sonnenbewegung zu bestimmen. Die Abbildung des Spiralnebels im Cepheus rührt von einer 4 Stunden langen Expositionszeit her. Er steht in  $\alpha = 20^h 32^m 48^s$ ,  $\delta = +59^\circ 48'$ . Abb. 4 gibt den Nebel im Pegasus, N. G. C. 7217, wieder, auch bei 4 stündiger Expositionszeit, und zeigt zum ersten Male die spiralige Natur dieses scheinbar kugelförmigen Nebelflecks. Seine Stellung ist  $\alpha = 22^h 3^m 24^s$ ,  $\delta = 30^\circ 52'$ . Unsere letzte Abb. 5 zeigt den bekannten Hantelnebel im Fuchs, N. G. C. 6853, auch deutlich in



Abb. 1 b



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

seiner erst jetzt entdeckten spiraligen Struktur. Hier betrug die Aufnahmezeit 3 Stunden. Er steht in  $\alpha = 19^h 55^m 17^s$ ,  $\delta = +22^\circ 27'$ .

Es sei noch darauf hingewiesen, daß Wolfs Messungen der Längs- und Querschichten für 8 Spiralnebel eine Parallaxe von  $\frac{2}{100000}$  Bogensekunden ergeben haben — das wären 167 000 Lichtjahre —, wodurch die Annahme, daß die Spiralnebel weitentfernte Milchstraßensysteme sind, wohl als erwiesen betrachtet werden kann. Weiter ist es aus einer Parallaxenbestimmung der Magelhaens'schen Wolken wahrscheinlich geworden, daß diese von den selbständigen Spiralnebeln uns am nächsten liegen.

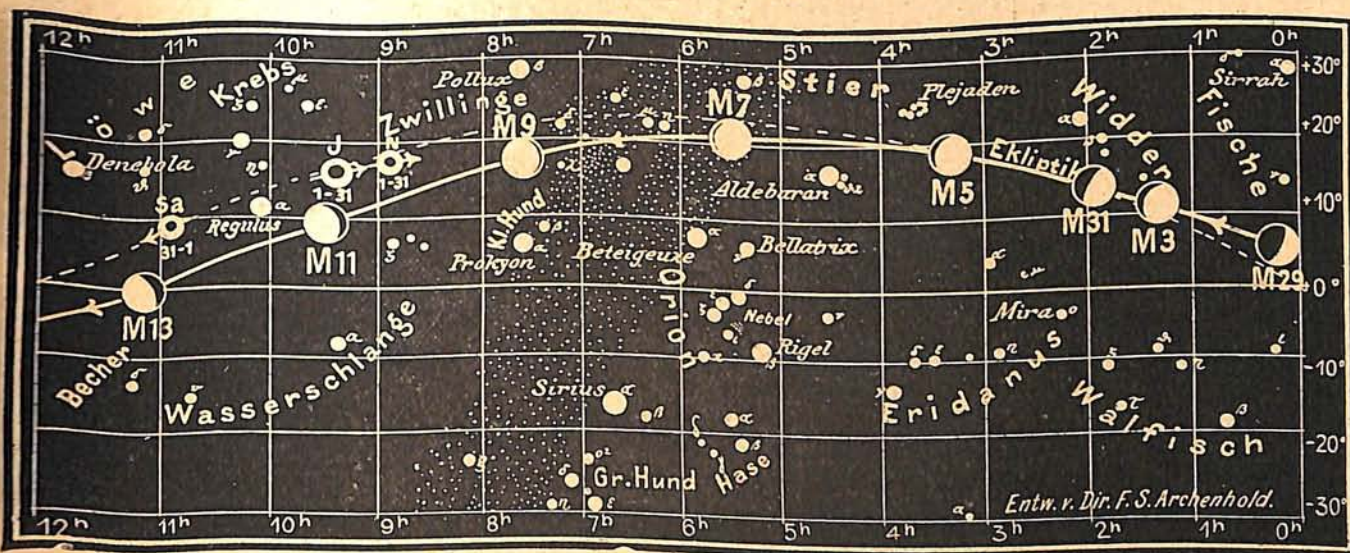
### Die Sterne.

Unsere Sternkarte gibt den Stand der Sterne für den 1. Dezember, abends 10 Uhr, den 15. Dezember, abends 9 Uhr, den 1. Januar 1920, abends 8 Uhr, usw. wieder. Der Meridian schneidet im Süden den Walfisch in der Nähe des veränderlichen Sterns Mira, geht zwischen den Plejaden und dem Widdergestirn in der Höhe von  $60^\circ$  und zwischen Perseus und Andromeda in einer Höhe von  $75^\circ$  hindurch zum Zenit, wo auch die Milchstraße sich hindurchzieht. Die Kassiopeia steht um diese Zeit bereits westlich vom Meridian ebenso wie Cepheus, und der kleine Bär läuft parallel zum Meridian. Das Sternbild des Drachen schneidet der Meridian beim hellsten Sterne  $\alpha$  und erreicht den Nordpunkt in der Nähe der Deichselsterne des großen Wagens. Am südöstlichen Himmel gruppieren sich um das Sternbild des Orion herum die hellen Sterne Sirius im großen Hund, Prokyon im kleinen Hund, Pollux und Kastor in den Zwillingen, Kapella im Fuhrmann und der rötliche Stern Aldebaran im Stier. Einige schwache Sterne des Löwen erheben sich um diese Zeit im Nordosten über den Horizont, jedoch erst am Morgenhimmel enthüllt sich die Pracht der vier hell leuchtenden Planeten Venus, Mars, Saturn und Jupiter, die mit Regulus im Löwen und Spika in der Jungfrau fast in einer geraden Linie in der Ekliptik einen prachtvollen Anblick gewähren. In der Zeit vom 11. bis 18. Dezember zieht der abnehmende Mond an dieser Gestirnsreihe vorbei und steht abwechselnd mit ihnen in eindrucksvoller Konjunktion.

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



Abb. 1a



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

Dez. 3.	7h 35m vorm.	Dez. 14.	6h 51m abends	Dez. 26.	6h 7m morgens
" 6.	4h 24m morgens	" 17.	3h 40m nachm.	" 29.	2h 55m nachts
" 9.	1h 13m nachts.	" 20.	12h 29m nachm.	" 31.	11h 44m nachts
" 11.	10h 2m abends	" 23.	9h 18m vorm.		

Von den Veränderlichen mit langer Periode erreichen die folgenden ihre größte Helligkeit im Dezember:

Name	Rekt.	Dekl.	Zeit	Größe im Max.	Größe im Minim.	Periode
V im Schlangenträger	16h 22m,3	-12° 15'	Anf. Dez.	6,9	10,8	302 Tage
R in der Andromeda	0h 19m,8	+38° 8'	Mitte "	5,6	14,0	411 "
R im gr. Löwen	9h 43m,3	+11° 48'	" "	5,0	10,5	313 "

### Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne (Feld 16<sup>1</sup>/<sub>2</sub>h bis 18<sup>1</sup>/<sub>2</sub>h) tritt am 22. Dezember, 10h abends, in das Zeichen des Steinbocks und erreicht somit den niedrigsten Punkt in ihrem Jahreslaufe; wir haben den kürzesten Tag. Um die Mittagszeit steht die Sonne nur 14° über dem Horizont. Sie geht am 1., 15. und 31. Dezember um 7h 49m, 8h 6m und 8h 14m auf und um 3h 48m, 3h 44m und 3h 52m unter.

### S o n n e.

Dez.	Rektasz. h m	Deklin. ° '	Dez.	Rektasz. h m	Deklin. ° '	Dez.	Rektasz. h m	Deklin. ° '	Dez.	Rektasz. h m	Deklin. ° '
1	16 26,0	-21 41	9	17 0,8	-22 45	17	17 36,1	-23 20	25	18 11,6	-23 25
2	16 30,3	21 51	10	17 5,2	22 51	18	17 40,5	23 22	26	18 16,0	23 24
3	16 34,6	22 0	11	17 9,6	22 56	19	17 44,9	23 24	27	18 20,5	23 22
4	16 39,0	22 8	12	17 14,0	23 2	20	17 49,4	23 26	28	18 24,9	23 19
5	16 43,3	22 17	13	17 18,4	23 6	21	17 53,8	23 26	29	18 29,3	23 17
6	16 47,7	22 24	14	17 22,8	23 10	22	17 58,2	23 27	30	18 33,8	23 13
7	16 52,0	22 32	15	17 27,2	23 14	23	18 2,7	23 27	31	18 38,2	-23 9
8	16 56,4	-22 39	16	17 31,6	-23 17	24	18 7,1	-23 26			



M o n d.

Dez.	Rektasz.		Deklin.		Dez.	Rektasz.		Deklin.		Dez.	Rektasz.		Deklin.	
	h	m	o	'		h	m	o	'		h	m	o	'
1	23	33,7	+	2 9	9	7	36,4	+	17 4	17	14	16,1	-	15 20
2	0	25,8		6 57	10	8	34,3		13 33	18	15	4,4		17 55
3	1	20,8		11 31	11	9	28,5		9 23	19	15	53,8		19 44
4	2	10,1		15 33	12	10	19,5		4 53	20	16	44,1		20 42
5	3	20,8		18 38	13	11	8,3	+	0 19	21	17	34,9		20 45
6	4	25,2		20 27	14	11	55,5	-	4 9	22	18	25,8		19 52
7	5	30,5		20 46	15	12	42,1		8 20	23	19	16,2		18 4
8	6	34,8	+	19 34	16	13	28,8	-	12 6	24	20	5,9	-	15 28

Der Mond ist mit seinen Lichtgestalten in unsere Karten 1a und 1b für die Mitternachtszeit von zwei zu zwei Tagen eingetragen. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Tage:

Vollmond: Dez. 7. 11<sup>h</sup> vorm.                      Neumond: Dez. 22. 12<sup>h</sup> mittags  
 Letztes Viertel: „ 14. 7<sup>h</sup> „                      Erstes Viertel: „ 30. 6<sup>1/2</sup><sup>h</sup> vorm.

Sternbedeckungen durch den Mond finden für Berlin nur für schwächere Sterne statt.

Die Planeten.

*Merkur* (Feld 16<sup>3/4</sup><sup>h</sup> bis 16<sup>h</sup> bis 17<sup>1/4</sup><sup>h</sup>) ist vom 10. des Monats an am Morgenhimmel im Süd-Osten zuerst nur wenige Minuten sichtbar, von der Mitte des Monats an bereits <sup>3/4</sup> Stunden lang. Sein Durchmesser nimmt von 10" auf 5",6 ab.

Die bisherige unerklärte beobachtete Abweichung der Bewegung des Merkurperihels von der nach der alten Newtonschen Gravitationstheorie vorausgerechneten wird neuerdings restlos durch die Einsteinsche Relativitätstheorie aufgeheilt. Die Abweichung betrug für Merkur 42",9. Der Groninger Astronom W. de Sitter hat über die Einsteinsche Relativitätstheorie und ihre astronomischen Folgerungen eingehende Untersuchungen angestellt, die dahin führen, daß auch die bestehenden Abweichungen für den Venusknoten und das Marsperihel<sup>1)</sup> sich am besten durch das Relativitätsprinzip erklären lassen.

*Venus* (Feld 13<sup>1/2</sup><sup>h</sup> bis 15<sup>1/2</sup><sup>h</sup>) ist zu Anfang des Monats noch vier Stunden, am Ende nur noch drei Stunden lang als Morgenstern zu beobachten. Ihr Durchmesser nimmt von 22",8 auf 17",4 ab. Sie steht am 17. Dezember in Konjunktion mit der abnehmenden Mondsichel in der Nähe des hellsten Sterns  $\alpha$  in der Waage. Die Frage, ob sie eine kurze oder lange Rotationszeit hat, ist noch immer unentschieden. Maxwell ist für die erstere, Wilson leitet aus seinen Beobachtungen von 1915 eine lange Dauer der Rotation ab.

*Mars* (Feld 12<sup>h</sup> bis 13<sup>h</sup>) ist zu Anfang des Monats fünf, zuletzt sechs Stunden lang am Nachthimmel sichtbar. Antoniadi hat nachgewiesen, daß seine Polarkappen bei erhöhter Sonnentätigkeit schneller schmelzen. Dieser interessante Zusammenhang zwischen Sonnenstrahlung und Schmelzen der Eismassen am Pol wird durch die letzten 40jährigen Beobachtungen bestätigt. Weiter hat Antoniadi nachgewiesen, daß die beobachteten Veränderungen auf der Marsoberfläche sich in drei Gruppen einteilen lassen: erstens hundertjährige, zweitens periodische ohne Beziehung zu den Jahreszeiten und drittens ebensolche mit Beziehung zu den Jahreszeiten. Mars nähert sich jetzt immer mehr der Erde. Sein Durchmesser nimmt von 5",4 auf 6",4 zu.

*Jupiter* (Feld 9<sup>1/2</sup><sup>h</sup>) ist zuerst neun Stunden, zuletzt zwölf Stunden lang sichtbar. Er steht ebenso weit östlich von Regulus wie Saturn westlich von ihm. Neuere Beobachtungen haben es wahrscheinlich gemacht, daß die eigentümliche Anordnung der Streifen am Ostende des Schleiers als eine Art Abstoßungswirkung des dem Schleier vorgelagerten Lichtfleckes anzusehen seien. Die Abstoßung selbst erklärt sich wohl durch

<sup>1)</sup> Monthly Notices Bd. 76, 77.







Mimas zurück, ähnlich wie sich die Lücken in der Verteilung der kleinen Planeten durch die Anziehungswirkung des Jupiter erklären lassen. Freilich stellte sich heraus, daß alle Teilungen etwas weiter nach außen lagen als es die Mimasbewegungen erforderten. Diese Abweichung führt er darauf zurück, daß Saturn aus Schichten besteht, von denen die inneren sich schneller bewegen als die äußeren, was wiederum zur Folge haben müßte, daß die inneren Schichten einen mehr abgeplatteten Körper bilden müssen als die äußere Schale, die im wesentlichen aus Wolkenmassen bestehen dürfte.

*Uranus* (Feld 22<sup>h</sup>) ist der einzige Planet, welcher gleich nach Sonnenuntergang am Abendhimmel zu beobachten ist. Er steht nur  $3\frac{1}{2}^{\circ}$  von seinem Standpunkt im Anfang des Jahres entfernt. Im großen Fernrohr ist er als ein Scheibchen von grünlicher Farbe zu erkennen. Seine vier Monde zeigen die Eigentümlichkeit, daß sie sich nahezu senkrecht zur Ekliptik um den Planeten bewegen und zwar in der Richtung von Osten nach Westen.

*Neptun* (Feld 9<sup>h</sup>) leuchtet so hell wie ein Stern 8. Größe und befindet sich im Sternbilde des Krebses. Er hat sich nur um  $2\frac{1}{2}^{\circ}$  während des ganzen Jahres von seinem ursprünglichen Orte entfernt. Borrelly, der bekannte Kometenjäger, hat sich mit seinem Kometensucher, der noch Sterne 12. Größe zeigt, bisher vergeblich bemüht, einen transneptunischen Planeten aufzufinden.

#### Bemerkenswerte Konstellationen:

Dezember 2.	12 <sup>h</sup>	mittlern. Merkur in unterer Konjunktion mit der Sonne.
„	11.	11 <sup>h</sup> abends Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
„	13.	6 <sup>h</sup> abends Saturn in Konjunktion mit dem Monde
„	15.	8 <sup>h</sup> abends Mars in Konjunktion mit dem Monde.
„	18.	10 <sup>h</sup> vorm. Venus in Konjunktion mit dem Monde.
„	20.	12 <sup>h</sup> mittags Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
„	21.	5 <sup>h</sup> nachm. Merkur in größter westlicher Abweichung, $21^{\circ} 47'$ .

### Wie verlor der Mond seine Lufthülle?

Es ist eine allgemein anerkannte Tatsache, daß der Mond keine mit der irdischen annähernd vergleichbare Lufthülle besitzt. Dies folgt zunächst aus dem Fehlen jeglicher Dämmerungserscheinungen auf dem Monde, auf dem Licht und Schatten, Tag und Nacht in schärfstem Kontrast aneinandergrenzen, sodaß die Schatten niemals durch diffuses Himmelslicht aufgehellt werden, wie es der Fall sein müßte, wenn der Mond von einer Lufthülle umgeben wäre. Noch deutlicher wird das Fehlen einer Lufthülle erkennbar, wenn einzelne Sterne vom Mond auf seiner Wanderung bedeckt werden; das Verschwinden und Wiederauftauchen erfolgt dann plötzlich und haarscharf zu den vorausberechneten Zeiten, während beim Vorhandensein einer Atmosphäre die Sternbedeckung infolge der Ablenkung der Lichtstrahlen in den Gasen verspätet beginnen und verfrüht aufhören müßte und infolge der Unruhe in der Mondatmosphäre mit wiederholtem Aufleuchten und Verschwinden einsetzen und enden müßte. Außerdem stimmt das Mondlicht bei spektroskopischer Untersuchung in Bezug auf Absorptionslinien völlig mit dem Sonnenlicht überein, sodaß der Schluß gerechtfertigt ist, daß eine Lufthülle fehlt, die beim zweimaligen Durchlaufen eine merkliche Absorption auf das Sonnenlicht ausüben könnte.

Nach der modernen Auffassung besteht der Wärmezustand eines Gases darin, daß die einzelnen Gasmoleküle wie Gummibälle in rascher Bewegung in dem Raum, den sie erfüllen, hin und her fliegen und dabei entweder unter sich zusammenstoßen oder an die Gefäßwand anprallen, wobei sie nach den auch beim Billardspiel wirksamen Gesetzen von einander oder von den Wandungen abprallen. Dabei können sich auch die Geschwindigkeiten der Moleküle in mannigfacher Weise verändern, je nachdem sie gegen-



einander stoßen, sich beim Hintereinanderherlaufen einholen oder senkrecht oder schräg zu ihren Bahnen zusammenstoßen.

Bei hoher Temperatur ist ihre Bewegung lebhafter, die Geschwindigkeit größer und die Zusammenstöße daher häufiger und heftiger, sodaß sich an den Wandungen ein stärkerer Druck bemerkbar macht. Beim Druck von einer Atmosphäre, d. h. also in der Luft an der Erdoberfläche, wo die Moleküle verhältnismäßig dicht im Raume verteilt sind, sind ihre Zusammenstöße so häufig, daß man im Durchschnitt nur  $\frac{1}{10000}$  mm Weglänge von einem Zusammenstoß zum andern rechnen kann; in den größten Höhen dagegen, wo die Dichte der Luft sehr klein ist, wird diese Weglänge sehr viel größer, sodaß es denkbar ist, daß einzelne Moleküle ohne Zusammenstoß mit andern aus dem Anziehungsbereich der Erde enteilen können, vorausgesetzt, daß sie eine hinreichende Geschwindigkeit besitzen. Aus der Anziehungskraft der Erde läßt sich berechnen, daß jeder Körper, der sich mit einer Geschwindigkeit von über 11 km in der Sekunde von der Erde entfernt, diese auf Nimmerwiederkehr verläßt.

Die Geschwindigkeit der Gasmoleküle hängt nun nach Clausius nicht nur von der Temperatur, sondern auch von dem spezifischen Gewicht des betreffenden Gases ab und zwar in der Weise, daß sie bei den leichteren Gasen entsprechend größer ist als bei den schweren. (Bezeichnet  $s$  das spezifische Gewicht, bezogen auf Luft gleich 1,  $t$  die Temperatur, so gilt für die Geschwindigkeit  $v$  der Gasmoleküle die Formel

$$v = 485 \sqrt{\frac{273 + t}{s \cdot 273}}$$

sodaß also die Geschwindigkeit der Luftmoleküle bei  $0^\circ$  485 m/sec beträgt.) Bei einer Temperatur von  $-100^\circ$ , die wir beispielsweise für die obere Grenze der Lufthülle annehmen wollen, berechnet sich die mittlere Geschwindigkeit der Gasmoleküle des Wasserstoffes auf 1,47 km/sec, des Heliums auf 0,73 km/sec, des Wasserdampfes auf 0,49 km/sec und der Luft auf rund 0,39 km/sec. Sobald also die Geschwindigkeit eines Wasserstoffmoleküls aus irgend einem Grunde diese mittlere Geschwindigkeit etwa 7 mal übertrifft, ist ihm die Möglichkeit gegeben, dem irdischen Schwerfeld für immer zu entfliehen und in den Weltraum hinauszuzwandern. Bei Helium, Wasserdampf und Luft 15-, 22- und 28-fachen Betrag. So erklärt es sich, daß der an sich sehr häufige Wasserstoff in der Atmosphäre der Erde fast vollständig fehlt, während die Seltenheit des Heliums in der Atmosphäre außer auf seine Flüchtigkeit auch auf seine an sich geringere allmählich in den Weltraum verflüchtigen, zuletzt die schwereren Gase Stickstoff und Sauerstoff.

Beim Monde liegen nun die Verhältnisse für die Zerstreuung der Atmosphäre in den Weltraum insofern noch viel günstiger, als die Anziehung des Mondes auf die Gashülle nur den sechsten Teil der irdischen Anziehung beträgt. Dort genügt schon das Auftreten von Molekulargeschwindigkeiten von 2,9 km/sec zum Entweichen aus dem Anziehungsbereich des Mondes, sodaß das Wasserstoffmolekül schon bei dem doppelten Betrag der oben angegebenen Durchschnittsgeschwindigkeit den Mond für immer verlassen kann, die Luft dagegen bei etwa der sechsfachen Geschwindigkeit. Sauerstoff und Stickstoff werden also dem Mond noch leichter verloren gehen, als der Wasserstoff der Erde entflieht; die Luft wird also nach den Erfahrungen auf der Erde auf dem Monde so gut wie ganz fehlen müssen.

Aus dem oben Gesagten geht hervor, daß dann erst recht das Wasser auf dem Monde verschwunden sein wird, weil die Wasserdampfmoleküle noch flüchtiger sind als die des Sauerstoffes.

A. Keller.



## Kleine Mitteilungen.

**Die Ermittlung der Nordrichtung durch den Kompaß.** Nach O. Baschin („Das Wetter“ 1919, S. 108—110) beachte man bei Gebrauch eines Kompasses mit Visiervorrichtung, daß Stahl- oder Nickelbrillen schon Ablenkungen der Magnetnadel um mehrere Grade verursachen und achte darauf, daß keine größeren Gegenstände aus Eisen (geologische Hämmer, Messer, Revolver, Schlüssel u. ä.) in der Nähe sind. Eisen in Form von Stäben übt eine große ablenkende Wirkung aus, sie sind meist stark polarmagnetisch (so Seitengewehre, Schirme, Hutnadeln etc.). Eine Kompaßpeilung ist auch nicht vorzunehmen von einer Gebäudeecke, an welcher eine Regengasse herabkommt, oder an einem mit eisernem Gelände umgebenen Aussichtspunkt. Störende Einflüsse übt auch aus der magnetische Erdboden, so jüngere vulkanische Gesteine, Basalt. Dieser ist sogar polarmagnetisch an einer Stelle des Gipfels der Landskrone bei Görlitz und lenkt die Kompaßnadel um volle 180° ab, d. h. deren Nordende zeigt nach Süden.

Nach richtiger Kompaßablesung gilt es, die geographische Nordrichtung aus der magnetischen abzuleiten, wozu die Größe der Mißweisung oder magnetischen Deklination bekannt sein muß. Ferner ist zu beachten die zeitliche Änderung der Deklination, denn die jährliche Variation kann wegen ihres geringen Betrages unberücksichtigt bleiben.

In Betracht zu ziehen ist aber die tägliche Variation für genaue Messungen, ebenso die aperiodischen Störungen. Ferner die säkulare Änderung, deren Betrag gewöhnlich unterschätzt wird.

Aus einer Karte von K. Haußmann läßt sich nun der Wert der magnetischen Deklination für jeden Ort Deutschlands auf eine Minute genau für den Beginn des Jahres 1912 entnehmen, während O. Baschin in der folgenden Tabelle die durchschnittlichen Werte der magnetischen Deklination für die Mitte angibt von

	1910	1920		1910	1920
Aachen . . . . .	12° 33'	11° 3'	Dresden . . . . .	8° 49'	7° 19'
Köln . . . . .	12 6	10 36	Breslau . . . . .	6 57	5 27
Straßburg . . . . .	11 31	10 1	Posen . . . . .	6 54	5 24
Frankfurt a. M. . . . .	11 8	9 38	Gleiwitz . . . . .	6 9	4 39
Hamburg . . . . .	10 31	9 1	Danzig . . . . .	6 2	4 32
Braunschweig . . . . .	10 19	8 49	Königsberg . . . . .	4 37	3 7
München . . . . .	9 32	8 2	Goldap . . . . .	2 51	1 21
Berlin . . . . .	8 49	7 19			

Außer kleinen örtlichen Störungsbezirken zeichnen sich ausgedehnte Gebiete, die Ostseeküste, West- und Ostpreußen durch starke magnetische Anomalien aus. Dort ist der Verlauf der Isogonen im allgemeinen ziemlich genau nordsüdlich gerichtet und erleidet große Abweichungen, sodaß dort Unterschiede der Deklination von einem Grad auf Strecken von einigen Kilometern häufig sind.

Dr. Bl.

**Eine Wetterkartothek.** R. Feige gibt im „Wetter“ 1919 S. 41 eine einfache Methode an zu übersichtlicher Anordnung von Wetterkarten<sup>1)</sup>. Oft ist es nämlich wünschenswert, zu einer vorliegenden Wetterlage andere, möglichst ähnliche Wetterlagen vergleichen und in ihrer Weiterentwicklung verfolgen zu können. Dazu wäre eine übersichtlichere Anordnung der Wetterkarten als bisher geboten. Dies könnte dadurch geschehen, daß man in den zeitlich aufeinander folgenden Karten durch aufgesetzte Reiterchen oder Fähnchen roter bzw. blauer Farbe die jedesmalige Lage des Hochs oder Tiefs kennzeichnete. Ebenso wäre eine Übersicht zu gewinnen über die Temperaturverteilung, Temperaturänderungen und dergl. Ein und dieselbe Wetterkarte ließe sich mit beliebig vielen Fähnchen versehen, ohne daß die Übersichtlichkeit der einzelnen Elemente bei geeigneter Wahl der Fähnchen bzw. Reiterchen verloren gehen würde.

Dr. Bl.

<sup>1)</sup> Eine gemeinverständliche Anleitung zur Benutzung von Wetterkarten in Verbindung mit örtlichen Wetterbeobachtungen gibt O. Freybe in „Praktische Wetterkunde“ mit 1 Wetterkarte, 88 Kärtchen und 13 Skizzen, erschienen bei Paul Parey, Berlin. — In demselben Verlage ist auch die „Wetterkunde“ von M. Hollmann erschienen, mit 17 Textabbild. und 52 Seiten Text. Dieses Büchlein ist eine allgemeine Anleitung zur Beurteilung der Wetterlage und erläutert kurz die wichtigsten Vorgänge im Luftmeere.

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 psychologische Moment in unseren Eindrücken von der scheinbaren Größe der Gestirne. Von Prof. Dr. V. Franz, Jena . . . . . 39	4. Der gestirnte Himmel im Monat Januar 1920. (Zur Prüfung und zum Siege der Einsteinschen Relativitätstheorie.) Von Dr. F. S. Archenhold . . . . . 50
2. Die Gleichgewichtsfiguren rotierender Flüssigkeitsmassen. Von Dr. Josef Lense, Wien . . . . . 44	5. Kleine Mitteilungen: Nova Sagittae. — Eine außerordentlich hohe Protuberanz. — Wasservorrat der Erde. — Die Anwendungen der Bildtelegraphie . . . 55
3. Ein neues Verfahren zur Bestimmung der astronomischen Einheit. Von Hans Passarge . . . . . 48	6. Personalien . . . . . 56

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

## Das psychologische Moment in unseren Eindrücken von der scheinbaren Größe der Gestirne.

Von Prof. Dr. V. Franz, Jena.

Seitdem vor etwa anderthalb Jahrzehnten der Hirschberger Gymnasialprofessor Reimann auf experimentell-psychologischem Wege die Frage, warum uns Sonne und Mond beim Untergang vergrößert erscheinen, behandelt hatte und zu einer gewiß einigermaßen befriedigenden Antwort gekommen war,<sup>1)</sup> ist neuerdings noch ein wesentlicher Fortschritt in der Beantwortung dieser Frage zu verzeichnen. Wir verdanken ihn Wilhelm Filehne, einem schon durch manche ähnliche Arbeit, z. B. über die scheinbare Helligkeit der Wolken oder des bewölkten Himmels, bekannt gewordenen Forscher, der unsern heutigen Gegenstand schon 1895 in Pflügers Archiv für Physiologie und neuerdings in zwei Mitteilungen behandelte, 1912 in einer allgemein verständlichen und gleichsam vorläufigen, der 1918 eine streng fachwissenschaftliche folgte.<sup>2)</sup> Letztere ist keineswegs so anschaulich ausgefallen wie jene, bringt aber einige beachtenswerte zahlenmäßige Feststellungen hinzu.

Ich brauche wohl kaum vorauszuschicken, daß die Sonne morgens und abends genau so weit von der Erde entfernt ist wie mittags und daß beim Monde wegen seiner größeren Nähe schon eher in Betracht kommen könnte, daß er, weil nahezu um den Mittelpunkt der Erde kreisend, uns als Bewohnern der Erdoberfläche sogar um so näher ist, je höher er steht. Es macht dies fast  $\frac{1}{60}$  der Mondentfernung aus, denn etwa soviel beträgt der Erdradius im Verhältnis zum Mondbahnradius; der am Horizont stehende Mond müßte uns also eher verkleinert als vergrößert erscheinen, wenn es nur nach den geometrischen Verhältnissen ginge. Aber weder dieser Größenunterschied wird uns bewußt noch der erheblichere, etwa  $\frac{1}{7}$  des Monddurchmessers betragende zwischen der Mondgröße im Perigäum und im Apogäum, sondern unser subjektives Urteil wird durchaus von psychologischen Verhältnissen beherrscht; übrigens nicht nur Sonne und Mond, sondern auch Sternbilder, z. B. der große Bär oder der Orion, scheinen uns, wenn sie tief stehen, eine wesentlich größere Fläche am Himmel einzunehmen, als wenn sie hoch stehen.

Zur Orientierung über den bisherigen Stand der Frage sei ferner vorausgeschickt, daß Reimanns psychologische Versuche darauf ausgingen, durch Befragen von Versuchspersonen, denen runde Papierscheiben zum Vergleich ihrer Größe mit der scheinbaren der Sonne vorlagen, festzustellen, wie groß

<sup>1)</sup> Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane, Bd. 34 u. 37.

<sup>2)</sup> Wilhelm Filehne: Über die scheinbare Form des Himmelsgewölbes und die scheinbare Größe der Gestirne und Sternbilder. Deutsche Revue, Nov.-Dez. 1912. — Derselbe: Der absolute Größeneindruck beim Sehen der irdischen Gegenstände und der Gestirne. Archiv für Anatomie und Physiologie, physiologische Abteilung, Jahrgang 1917, Heft 3/4, S. 197—221, 1918.



diesen Personen die hochstehende und die tiefstehende Sonne aussähe. Reimann wollte ferner die sich dabei zahlenmäßig deutlich ergebende, übrigens auch ohnedies allgemein bekannte scheinbare Vergrößerung der tiefstehenden Gestirne mit der Tatsache erklären, daß uns das Himmelsgewölbe abgeplattet erscheine, die hochstehenden Gestirne also von uns näher an uns heranverlegt würden als die tiefstehenden. Sein Versuch, nun die scheinbare Abplattung des Himmelsgewölbes zu erklären, wird allgemein, und wohl mit Recht, als nicht ganz einwandfrei betrachtet.<sup>1)</sup> Reimann möchte durch den Eindruck, den man vom Blick auf eine Anzahl aufeinandergelegter Glasplatten erhält, nachweisen, ein trübes Medium vor dunklem Hintergrund rufe in uns den Eindruck einer an bestimmter Stelle befindlichen Wand hervor, und der Zenithimmel müsse uns, weil vor dem tiefschwarzen Hintergrund des Weltraums befindlich, als eine verhältnismäßig nahe Wand erscheinen. Tatsache ist allerdings, daß von uns oft das Himmelsgewölbe nicht nur als „Gewölbe“, wie schon das Wort sagt, also als Wand aufgefaßt wird, sondern auch als abgeplattetes Gewölbe, ein Eindruck, dem man sich namentlich bei bewölktem Himmel schwer entziehen kann; aber wenigstens im letzteren Falle hat dies der Hauptsache nach einen ganz anderen Grund, und zwar den, daß das Wolken- gewölbe, weil konzentrisch mit dem Erdmittelpunkt, aber nicht mit unserem Standpunkt gelegen, tatsächlich überaus stark abgeplattet ist, was uns durchaus zum Bewußtsein kommt durch die verschiedene Größe gleichzeitiger Wolken bei einheitlicher Bewölkungsart und durch die verschiedene Bewegungsparallaxe der Wolken, endlich vielleicht auch durch das hierfür nicht unbedingt zu geringe Entfernungsschätzen mit Hilfe des binokularen Sehens, worauf mich Professor Kürschmann-Leipzig aufmerksam machte.

Wir kommen nunmehr zu Filehne, der in sehr einleuchtender Weise etwa folgendes ausführte. Unser Auge ist gewissermaßen ein photographischer Apparat, und auf seiner Netzhaut werden die Gegenstände der Umwelt so abgebildet wie auf der photographischen Platte: entferntere erscheinen auf ihr stets verhältnismäßig kleiner als nähere, oder anders gesagt: alle Gegenstände erscheinen auf ihr in der von der Entfernung abhängigen Sehwinkelgröße, nicht in ihrer wirklichen Größe. Unser Gehirn aber oder unser Urteil weiß diese Sinneseindrücke, diese Bilder einigermaßen „richtig“ zu deuten: einen Menschen in 10 m Entfernung z. B. halten wir keineswegs für kleiner als einen in 3 m Abstand, obwohl sein Bild auf der Netzhaut ebenso wie auf einer Photographie schon wesentlich kleiner ausfällt. Unser Urteil „berichtigt“ also das Netzhautbild, indem es die Ferne den wirklichen Verhältnissen entsprechend vergrößert. Nun hat aber diese Fähigkeit unseres Urteilsvermögens ihre Grenzen; sie ist zustande gekommen durch das Zusammenarbeiten des Tastvermögens mit dem Sehvermögen und ermöglicht eine hochgradig richtige Ausdeutung des Netzhautbildes nur in dem Bereich, den wir auch durch Abtasten, Abschreiten und ähnliche Tätigkeiten ziemlich genau beurteilen gelernt haben, etwa im Umkreise von 100 m oder vielleicht noch etwas mehr. In größerer Entfernung aber sieht uns ein Mensch schon „klein“ aus: hier „vergrößern“ wir also in gewissem Sinne nicht mehr genug. Ebenso sehen wir die Gegenstände am Horizont, wie dort stehende Bäume und Häuser, „kleiner“ als

<sup>1)</sup> Uibe und Dember stellten neuerdings wieder physikalische Erwägungen zur Erklärung des erwähnten Eindrucks an. Ber. d. Kgl. Ges. d. Wiss., Leipzig, math.-phys. Klasse. Bd. 49.



sie sind, obschon immer noch größer, als dem Netzhautbilde entsprechen würde. Beim Blick in der Richtung nach oben führen wir nun jene geistige Berichtigung oder Vergrößerung der Bilder von fernen Gegenständen noch weniger aus, weil wir dies weniger geübt haben, weil viel weniger Erfahrungen des Tastsinns uns hier zu Gebote stehen, und deshalb halten wir die hochstehende Sonne oder Mondscheibe für kleiner als die tiefstehende.

Dieser Gedanke Filehnes hat etwas unmittelbar Einleuchtendes an sich. Denn leicht lassen sich Beispiele finden, die tatsächlich beweisen, daß wir es allmählich und in verschiedenem Grade lernen, die Ferne richtig zu beurteilen, sie gegenüber dem rein bildmäßigen Eindruck von ihr zu vergrößern. Zunächst ist dem Augenarzt bekannt, daß ein erwachsener Blinder, der eines Tages durch Operation sehend wird, anfangs alles Entferntere für zu klein hält, er beurteilt eben die Ferne nur nach seinen ihm völlig neuen Netzhautbildern, bis er mit Hilfe von Erfahrungen seines Tastsinnes sie sich richtiger vorstellen lernt. Aber auch wir Sehendgeborenen lernen hierin in unserem Leben ständig zu, am meisten in der Kindheit. Ich entsinne mich, daß mir im frühen Kindesalter langgestreckte Alleen in viel höherem Grade nach der Ferne hin verjüngt erschienen als in späteren Jahren. Wem hätte nicht als Kind etwa der Schornsteinfeger auf dem Dache wie ein Zwerg ausgesehen oder Fahrzeuge und Pferde, die man von einer Bergeshöhe aus sah, wie Spielzeug? Von solchen Täuschungen wird man erst nach und nach mehr frei; aber viele werden wiederum von sich sagen können, daß, als sie zum ersten Mal einen verhältnismäßig hohen Berg bestiegen — mir erging es als Sekundaner so — sie jenen Täuschungen aufs neue unterlagen. Wieder erschienen uns dann Eisenbahnzüge und Häuser im Tal winzig klein; mit wiederholten Bergbesteigungen befreiten wir uns mehr von diesem Eindruck, aber niemals ganz.

Daß man Tag für Tag und Stunde für Stunde in gewissem Grade die bildmäßigen Eindrücke „berichtigt“, auch noch von Gegenständen am Horizont, erkennt man aufs neue als Anfänger in der Lichtbildnerie. Dann staunt man doch, wie klein ein am Horizont stehendes Haus auf der Platte erscheint — man hatte es sich viel größer vorgestellt — oder wie groß ein ungewöhnlich naher Gegenstand, etwa die Hand oder gar die Nase eines Menschen, den man aus zu geringer Entfernung photographierte.

Daß wir ferner die hoch gelegene Ferne weniger vergrößern als die in der Ebene gelegene, dafür wird gleichfalls jeder Beispiele zur Hand haben. Außer dem schon erwähnten Beispiel des Schornsteinfegers auf dem Dache sei nur an die Wetterfahne auf dem Kirchturm erinnert: sie ist vielleicht über 1 m lang, erscheint uns aber und erschien uns besonders in unseren Kinderjahren winzig klein, weil sie sich, sagen wir einmal, 60 m hoch über uns befindet. Wird sie eines Tages vom Sturmwind herabgeworfen, und sehen wir sie aus 60 m Entfernung am Erdboden liegen, so täuschen wir uns über ihre Größe keineswegs mehr oder doch kaum. Denkmalfiguren sind meist überlebensgroß; einem Kinde aber erscheinen sie meist viel kleiner, und es kann sich kaum vorstellen, daß dieser Eindruck auf Täuschung beruhen soll.

Im Felde habe ich es oftmals erlebt, daß am Horizont auf- und niedergehende feindliche Fesselballons in diesen Augenblicken viel größer erscheinen, als wenn sie hoch am Himmel „hängen“; als 1915 bei der geringen Fliegergefahr die Ballons noch sehr hoch stiegen, hatte man für hochhängende Ballons den Scherzausdruck „Himmelsbimmel“, der die scheinbare Verkleinerung aus-



drückt. Der Fesselballon ist ja gleichsam ein experimentell hergestellter aufgehender Mond. Und jeder Mensch, der einmal der Landung eines solchen Ballons oder eines Luftschiffes in unmittelbarer Nähe beiwohnt, erkennt erst in den letzten Augenblicken zu seinem Staunen, wie groß der Körper in Wirklichkeit ist. Eine richtige Vorstellung konnte er davon nicht erlangen, solange er zu ihm emporblicken mußte.

Wenn wir nun schließlich die untergehende Sonne photographieren, so erscheint sie auf der Platte genau ebenso unerwartet klein wie am Horizont stehende Bäume oder Häuser, und aus demselben Grunde: beides hatten wir im Geiste vergrößert. Photographieren wir die hoch stehende Sonne, so erscheint sie uns auf der Platte längst nicht so sehr verkleinert wie die untergehende, sondern schon bedeutend weniger, weil wir sie nicht im Geiste so stark vergrößert hatten.

Die scheinbare Vergrößerung horizontnaher Gestirne wird also hauptsächlich auf diesen Verhältnissen beruhen, auf der Gewohnheit unseres Verstandes oder unseres Urteilsvermögens, die Ferne richtiger als rein bildmäßig zu beurteilen, indem wir sie vergrößern, was wir in wagerechter Richtung besser können als in senkrechter.

Es ist klar, daß wir hiernach ebensogut von einer scheinbaren Vergrößerung der horizontnahen Gestirne sprechen können wie von einer scheinbaren Verkleinerung der hochstehenden. Wir haben nur deshalb meist jenen Sprachgebrauch, weil Sonne und Mond für uns meist hoch stehen und nur für wenige knappe halbe Stunden tief.

Die Fähigkeit aber, die in wagerechter Richtung liegende Ferne besser zu vergrößern als die in senkrechter, ist eine der zahlreichen Anpassungen des menschlichen Geistes an die Daseinsbedingungen auf der Erdoberfläche. Dank dieser Fähigkeit beurteilen wir wenigstens die näheren Gegenstände der Erdoberfläche im allgemeinen ziemlich richtig, und die unbedeutenden Unzuverlässigkeiten in unserer Beurteilung von irdischen Körpergrößen stören uns nicht und kommen uns nur verhältnismäßig selten zum Bewußtsein. Die himmlischen Objekte jedoch hinsichtlich ihrer Größe richtig zu beurteilen, daran sind wir begreiflicher Weise nicht angepaßt, an ihnen kommen wir daher zu durchaus täuschenden Eindrücken, und diese kommen nachdrücklich zum Bewußtsein, weil die Gestirne fast die einzigen Objekte sind, die ihre Stellung im uns umgebenden Gesichtsfelde dauernd hochgradig ändern. Daher kann in diesem Falle eine Sinnestäuschung entstehen durch dieselbe Fähigkeit, die gegenüber irdischen Objekten unsere Sinneseindrücke „berichtigt“.

Wenn ferner Menschen auf Befragen erklären sollten, der tiefstehende Mond erscheine ihnen näher als der hochstehende, so sind diese, wie Filehne es ausdrückt, sekundär einer Urteilstäuschung anheimgefallen, nachdem sie der mechanisierten Sehvorstellung, die den Mond vergrößerte, ebenso unterlagen wie jeder andere.

Man könnte nun die Frage aufwerfen, ob nicht noch manches hinzukomme, was den täuschenden Eindruck der Vergrößerung der tiefstehenden Gestirne hervorriefe. Rote Farbe zum Beispiel hat, wie der experimentelle Psychologe weiß, die Wirkung, die in ihr erscheinenden Körper scheinbar etwas zu vergrößern; diese Wirkung ist aber nach Kürschmanns Feststellungen so gering, daß sie nicht in Betracht kommen kann für den viel stärkeren Eindruck bei den Gestirnen. Ferner gibt es die bekannte optische Täuschung, die eine schraffierte



Fläche uns länger erscheinen läßt als eine ebenso lange einfarbig weiße. Es ist kaum von der Hand zu weisen, daß auch dieser Umstand die scheinbare Entfernung der tiefstehenden Sonne uns vergrößert gegenüber derjenigen der hochstehenden, weil wir in jenem Falle über eine „schraffierte“ Fläche, die Erdoberfläche, hinwegblicken.

Grundsätzlich ist nun die Frage, ob eine für eine Erscheinung aufgefundene Ursache zur Erklärung genügt, oder noch andere Ursachen in nennenswertem oder merklichem Maße hinzukommen, nur durch quantitative Untersuchungen anstelle von bloß qualitativen zu entscheiden. Es ist daher besonders anziehend, aus Filehnes zahlenmäßigen Feststellungen zu ersehen, daß seine Erklärung durchaus genügt.

Wenn nämlich Filehne früher sagte, bis zu gewissem Abstände von uns sehen wir Gegenstände nicht verkleinert, in größerem Abstände aber erscheinen sie uns verkleinert, so nennt Filehne jetzt den Abstand, von welchem ab die scheinbare Verkleinerung eintritt, den „kritischen Punkt“ und berichtet über Versuche, nach welchen dieser kritische Punkt für 0,0005 m große Objekte — Papierscheiben — in 0,7 m Entfernung liegt, für 0,004 m große in 1,3 m Entfernung, für 0,4 m große in 5,5, für 0,1 in 11,5, für 0,16 in 18,3, für 0,2 in 22,5, für 0,35 m große in 38,8 m Entfernung. Diesseits des „kritischen Punkts“ gelegene Körper beurteilen wir ihrer wirklichen oder Objektgröße gemäß oder „richtig“, jenseits gelegene aber nur gemäß ihren Bild- oder Sehwinkelgrößen, die Objekte also um so mehr verkleinernd, je ferner sie sind. Für jede Entfernung also, die größer ist als die zuletzt genannte, 38,8 m, gibt es daher eine bestimmte, mehr als 35 cm betragende Objektgröße, die uns den Eindruck eines 35 cm großen Gegenstandes hervorruft, und zwar ist das diejenige Objektgröße, die uns in der betreffenden Entfernung unter einem Sehwinkel von 31 Bogenminuten erscheint, wie eine 35 cm lange Linie aus 38,8 m Entfernung. So sehen wir einen auf dem Meere am Horizont fahrenden, 45 m langen Dampfer unter einem Winkel von 31', und tatsächlich antworten wir auf die Frage, wie klein er uns aussähe, mit: 35 cm lang. Unter demselben Sehwinkel, 31', erscheint uns der Mond, und darum sieht uns der untergehende Mond gleichfalls wie von 35 cm Durchmesser aus; der hochstehende Mond aber erscheint uns kleiner, weil beim Blick nach oben der „kritische Punkt“ stets näher liegt.

Sucht man ferner am Meeresstrande den scheinbaren Horizontradius zu halbieren, am besten indem ein Badender mit einer Meßschnur in der Hand sich so weit vom Beobachter am Ufer entfernt, bis er für diesen den scheinbaren Mittelpunkt des Radiusbildes erreicht, so findet man, laut Filehne, zu seinem Staunen diesen scheinbaren Mittelpunkt schon in etwa 20 m oder in noch kürzerer Entfernung liegen. Der scheinbare Horizontradius ergibt sich also als etwa 40 oder 39 m lang; alles, was jenseits der ersten 20 m liegt, schrumpft auf abermals scheinbar 20 m zusammen. Und die Zahl 40 oder 39 stimmt nun in bemerkenswertester Weise überein mit der oben erwähnten von 38,8 m, welche rechnerisch oder geometrisch einem Sehwinkel von 31' und einer Objektgröße von 35 cm entspricht.

Das heißt also, in der Blicktiefe erscheint uns die Ferne um dasselbe Maß verkleinert wie ferne Gegenstände hinsichtlich ihrer Breite. Auch hierin wird freilich unser Urteil je nach Übung und Gewöhnung etwas verschieden sein, und am wenigsten der Wirklichkeit entsprechend, also am meisten verkleinernd,



wird das von unerfahrenen Kindern sein. Wenn wenigstens Filehne meint mit Sicherheit werde bei jemandem, der erst drei Lebensjahre zählt, der Horizontradius einen noch geringeren Größeneindruck als 40 m unmittelbar hervorrufen, so möchte ich dazu anfügen, daß einst in meiner Gegenwart in einem Seebade ein kleines Kind auf die Frage, wie groß die Ostsee sei, mit ausgebreiteten Armen antwortete: „So groß wie die Eisenbahn“, womit der kurze Zug einer Sekundärbahn gemeint war.

Man sieht also, daß Filehnes Darlegungen sich immer wieder als zutreffend erweisen, wenn auch die zahlenmäßigen Feststellungen vorerst nur von einer gewissen Genauigkeit sind, die durch spätere Untersuchungen sehr wohl noch übertroffen werden könnte, und der Begriff des „kritischen Punktes“ nur *cum grano salis* zu verstehen ist; man dürfte statt dessen eigentlich nur von einer „kritischen Region“ sprechen, wie Filehne selbst hervorhebt.

Endlich schwankt unser Urteil über die Größe von Sonne und Mond, wenn diese Gestirne tief stehen, auch je nach den irdischen, uns ihrer Größe nach bekannten Objekten, wenn wir diese unmittelbar zum Vergleich heranziehen können. So erlebt man's, daß die untergehende Sonne, wenn sie einmal dicht neben einem fernen Hause oder von diesem gerade verdeckt sich unter den Horizont senkt, uns so groß erscheint „wie dieses Haus“, damit dann aber wesentlich mehr als 35 cm groß, weil wir bei dem Gedanken „Haus“ sofort das Netzhautbild im Geiste vergrößern.

## Die Gleichgewichtsfiguren rotierender Flüssigkeitsmassen.

Von Dr. Josef Lense, Wien.

(2. Abhandlung.)

Allgemeine Eigenschaften. Reihen von Gleichgewichtsfiguren.

Wir wollen uns in diesem Aufsätze mit denjenigen Eigenschaften der Gleichgewichtsfiguren beschäftigen, die ihnen allen gemeinsam sind. Ich erinnere den Leser an die im vorigen Aufsätze gebrachte Erläuterung des Potentialbegriffes und an die Gleichung, die uns die Oberfläche einer Gleichgewichtsfigur definiert:

Potential der Gravitationskraft + Potential der Fliehkraft = Konst.

Wie bekannt, herrscht im Innern einer inkompressiblen Flüssigkeit ein gewisser, sich im allgemeinen von Punkt zu Punkt ändernder Druck. Es gibt aber gewisse Flächen, längs deren der Druck konstant bleibt, und zwar sind es, wie sich leicht erkennen läßt, die uns wohlbekannten Niveauflächen. Der Druck äußert sich ja bekanntlich als eine Kraft, welche die Flüssigkeit auf ein in sie getauchtes, kleines ebenes Flächenstück ausübt, und zwar werden beide Seiten gleichmäßig gedrückt. Denken wir uns zwei solche parallele, unendlich benachbarte Flächenstückchen, so wirkt auf das eine von links ein gewisser Druck  $p$ , auf das andere von rechts der Druck  $p + dp$ , sodaß im ganzen der Überdruck  $-dp$  (von links nach rechts gerechnet) herrscht. Soll Gleichgewicht vorhanden sein, so wird dieser Überdruck durch eine entsprechende Kraft ausgeglichen werden müssen. Da nun in der Richtung der Niveauflächen keine Kraft wirksam ist, so kann infolgedessen längs dieser Richtung auch keine Druckänderung  $dp$  auftreten, somit sind die Flächen gleichen Druckes und gleichen Potentials identisch oder, mathematisch ausgedrückt, das Potential ist eine Funktion des



Druckes allein und umgekehrt. Daraus können wir einen wichtigen Schluß ziehen: An der Oberfläche einer Gleichgewichtsfigur herrscht natürlich kein Druck, das Potential hat einen bestimmten Wert  $C$ . Ist nun die Flüssigkeitsmasse von mehreren Flächen begrenzt, wie z. B. eine Masse mit Hohlräumen, so ist an sämtlichen Begrenzungsflächen der Druck Null, sonach hat auch das Potential als Funktion des Druckes allein auf allen diesen Flächen denselben Wert  $C$ .

Daraus können wir jetzt weiter schließen, daß jede zur Rotationsachse parallele Sehne die Gleichgewichtsfigur höchstens in zwei Punkten treffen kann, also Hohlräume oder übereinander liegende Massen ausgeschlossen sind. Fig. 1 stellt uns einen Durchschnitt einer Gleichgewichtsfigur mit Hohlraum dar;  $ZZ'$  sei die Rotationsachse. Wir ziehen zu  $ZZ'$  parallele Sehnen, wie  $AA'$ ,  $BB'$ , halbieren sie und suchen uns den am höchsten liegenden Mittelpunkt aus, er sei  $M$ . Berechnen wir nun das Potential der Gravitationskraft in den Punkten  $A$  und  $A'$ . Der Leser möge sich an die Formel für das Potential aus dem vorhergehenden Aufsatz erinnern:

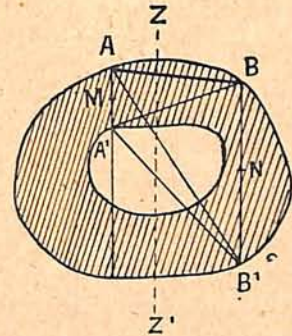


Fig. 1.

$$V = k^2 \int \frac{dm}{r}$$

Der schwierige Teil der Rechnung ist die Bestimmung des Integrals als Summe von unendlich vielen unendlich kleinen Gliedern. Wir wollen sie in folgender Weise durchführen. Wir denken uns den Körper in lauter parallele, unendlich dünne Säulen zerlegt und bestimmen das Potential jeder solchen Säule. Summieren wir dann sämtliche Werte, so erhalten wir das gesuchte Potential  $V$ . Eine dieser Säulen sei  $BB'$ . Nun ist klar, daß das Potential dieser Säule  $BB'$  im Punkte  $A$  kleiner ist als im Punkte  $A'$ , weil  $A'$  näher zur Mitte  $N$  der Säule liegt als  $A$ . Dasselbe gilt auch für jede andere zu  $BB'$  parallele Säule, also auch für die Summe, d. h. das Potential der Gravitationskraft unseres Körpers ist im Punkte  $A'$  größer als im Punkte  $A$ . Um das Gesamtpotential zu erhalten haben wir noch das Potential der Fliehkraft zu addieren. Da aber  $A$  und  $A'$  gleich weit von der Rotationsachse entfernt sind, ist in diesen Punkten die Fliehkraft dieselbe, also auch ihr Potential, somit ist auch das Gesamtpotential der Gleichgewichtsfigur im Punkte  $A'$  größer als im Punkte  $A$ . Damit erhalten wir aber einen Widerspruch zu dem eben bewiesenen Satze, daß auf sämtlichen Begrenzungsflächen einer und derselben Flüssigkeitsmasse, also auch in den Punkten  $A$  und  $A'$  das Potential denselben Wert haben müsse. Der Widerspruch entfällt nur dann, wenn beide Punkte  $A$  und  $A'$  von der Mitte  $N$  gleich weit entfernt sind, d. h. wenn alle Sehnenmitten in derselben Ebene liegen (Fig. 2). Es wäre höchstens noch der Fall denkbar, daß die höchste Sehnenmitte  $M$  am Rande liegt, also beide Punkte  $A$  und  $A'$  dort zusammenfallen. Denn dann könnten wir wegen der Koinzidenz beider Punkte den vorigen Schluß nicht machen. Doch ist leicht zu sehen, daß auch dieser Fall unmöglich ist. Die Sehne  $AA'$  wird nämlich jetzt zur Tangente im Punkte  $M$  (Fig. 3). Da die Schwerkraft immer auf der Niveaulfläche senkrecht steht, fällt in die Richtung  $AA'$  keine Komponente. Weil auch die Fliehkraftkomponente für diese Richtung verschwindet, ist daher die entsprechende Komponente der Gravitationskraft



ebenfalls Null. Nun sieht man aber unmittelbar, daß der Massenüberschuß des Körpers unterhalb der gestrichelten Linie, dem Spiegelbild der Begrenzung oberhalb der Ebene  $MM'$  bezüglich dieser Ebene, eine nach abwärts gerichtete, von

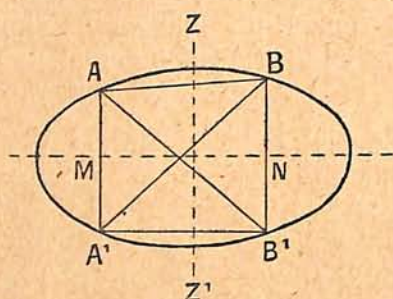


Fig. 2.

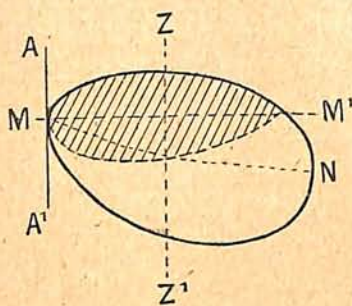


Fig. 3.

Null verschiedene Komponente der Gravitationskraft hervorbringt. Der Ort der Sehnenmitte  $MN$  muß daher mit der Ebene  $MM'$  zusammenfallen. Wir können sonach folgenden Satz aussprechen:

Jede Gleichgewichtsfigur wird von allen zur Rotationsachse parallelen Sehnen höchstens in zwei Punkten geschnitten; ihre Mittelpunkte liegen auf einer durch den Schwerpunkt des Körpers gehenden, auf der Rotationsachse senkrecht stehenden Ebene, die also eine Symmetrieebene der ganzen Figur ist. Übereinander geschichtete Massen oder Hohlräume innerhalb einer Masse sind ausgeschlossen. Wohl aber sind Massenordnungen nebeneinander zulässig, wie z. B. ein Planet mit einem ihn umgebenden Ringe in der Äquator-ebene als Begleiter.

Daß der Schwerpunkt der Figur stets auf der Rotationsachse liegen muß, sieht man am einfachsten in folgender Weise ein: Da auf den Körper keine äußeren, sondern nur innere, nämlich die Gravitationskräfte einwirken, so wird der Schwerpunkt nach dem Schwerpunktssatz entweder ruhen oder sich geradlinig und gleichförmig bewegen. Die zweite Möglichkeit ist ausgeschlossen, die erste aber nur erfüllbar, wenn der Schwerpunkt auf der Umdrehungsachse liegt.

Wir wollen uns nun etwas näher mit der Schwerkraft befassen. Sie ist, wie erwähnt, die Resultierende von Gravitations- und Fliehkraft. Offenbar ist sie in jedem Randpunkte ins Innere der Flüssigkeit gerichtet oder höchstens Null. Denn bei auswärts gerichteter Schwerkraft würde sich die Flüssigkeit, ihrem Zuge folgend, nicht im Gleichgewicht erhalten können. Daraus folgerte H. Poincaré durch eine mathematische Überlegung, daß die Winkelgeschwindigkeit der Rotation  $\omega < 134'' \cdot \sqrt{\rho}$  pro Sekunde sein müsse, wenn  $\rho$  die Dichte der Flüssigkeit bedeutet. Man nennt diese Zahl die Poincarésche Schranke der Rotationsgeschwindigkeit. Sie wurde von U. Crudeli für konvexe Körper auf  $94'' \cdot \sqrt{\rho}$  pro Sekunde herabgedrückt.

Man kann leicht nachweisen, daß die Schwerkraft in jedem Randpunkte  $P$ , der außerhalb der Symmetrieebene des Körpers liegt, von Null verschieden ist. Wir legen nämlich durch  $P$  eine zur Symmetrieebene parallele Ebene  $PP'$  und spiegeln an ihr den oberhalb gelegenen Teil der Gleichgewichtsfigur (Fig. 4). Die zur Rotationsachse  $ZZ'$  parallele Komponente der Gravitationskraft setzt sich zusammen aus der Wirkung des schraffierten Teils und des anderen. Da der Punkt  $P$  in der Symmetrieebene des ersteren liegt, ist die entsprechende Wirkung Null, dagegen ist eine nach abwärts wirkende Komponente vorhanden,



die von dem übrigen Stück der Gleichgewichtsfigur herrührt. Die Gravitationskraft hat infolgedessen eine von Null verschiedene, zur  $ZZ'$ -Achse parallele Komponente und daher auch die Schwerkraft, weil die in diese Richtung fallende

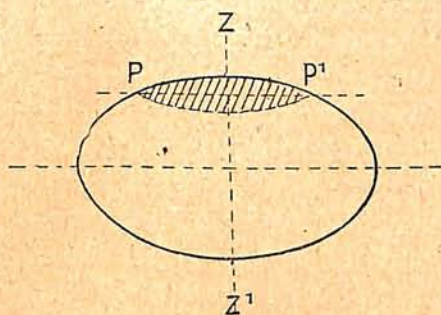


Fig. 4.

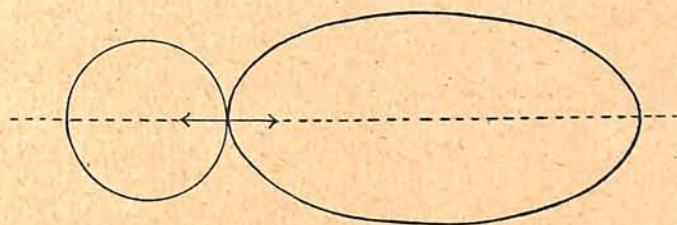


Fig. 5.

Komponente der Fliehkraft verschwindet. Die Schwerkraft kann also nur in Punkten der Symmetrieebene Null sein. Ist sie am Rande überall von Null verschieden, so besteht die Gleichgewichtsfigur aus einer oder mehreren getrennten Massen. Denn hätten zwei Massen einen oder mehrere Punkte gemeinsam, so müßte dort die Schwerkraft nach dem früheren sowohl ins Innere der einen als auch der anderen Masse gerichtet sein, was unmöglich ist (Fig. 5). Solche Fälle können hiernach nur dort eintreten, wo die Schwerkraft verschwindet, also bloß in Punkten der Symmetrieebene. Dort hängen dann die Massen beispielsweise in konischen Punkten oder wie bei Rotationskörpern längs ganzer in sich geschlossener Kanten miteinander zusammen. Es läßt sich durch eine längere mathematische Untersuchung allgemein zeigen, daß im Falle einer von einer stetig gekrümmten Fläche begrenzten Gleichgewichtsfigur, wo also derartige Punkte nicht vorhanden sind, die Schwerkraft in keinem Randpunkt verschwinden kann.

Die Ableitung der bisher besprochenen allgemeinen Eigenschaften der Gleichgewichtsfiguren verdanken wir einem deutschen Mathematiker, L. Lichtenstein, der sie ungefähr vor einem Jahre in den Sitzungsberichten der Berliner Akademie der Wissenschaften veröffentlichte. Wie es dem Leser nicht entgangen sein dürfte, sind alle diese Eigenschaften durch ganz einfache Überlegungen erhalten worden. Wir haben dabei allerdings nur die leitenden Gedanken mitgeteilt, zur strengen Durchführung wären bedeutende mathematische Kenntnisse erforderlich. Doch wird der Leser wohl damit das Wesentliche dieser mathematischen Deduktionen erkannt und zugleich eine Einsicht in die Einfachheit ihrer Leitgedanken gewonnen haben. Nur die logische Strenge der Beweisführung verlangt manchmal etwas komplizierte algebraische Rechnungen.

Wir wenden uns nun wieder zu dem im ersten Aufsätze formulierten Hauptproblem, sämtliche geometrischen Gestalten aufzusuchen, die als Gleichgewichtsfiguren homogener rotierender Flüssigkeitsmassen auftreten können. Wie erwähnt, ist diese Aufgabe in voller Allgemeinheit bis heute noch nicht gelöst worden, wohl aber lassen sich gewisse Aussagen darüber machen, die wir jetzt besprechen wollen. Vor allem wissen wir aus den vorhergehenden Untersuchungen über die allgemeinen Eigenschaften solcher Figuren, daß geometrische Gebilde, denen diese Eigenschaften fehlen, überhaupt auszuschließen sind. Wir wollen noch insofern dadurch eine Einschränkung machen, daß wir Körper, bei denen die Schwerkraft in gewissen Randpunkten verschwindet



ebenfalls nicht berücksichtigen. Wir setzen also eine Gleichgewichtsfigur voraus, die aus einer oder mehreren getrennten, von stetig gekrümmten Oberflächen begrenzten Flüssigkeitsmassen besteht, welche die durch den Schwerpunkt der Gesamtfigur gehende, auf der Rotationsachse normal stehende Ebene zur Symmetrieebene haben. Die Rotationsgeschwindigkeit sei  $\omega$ . Wir fragen uns, gibt es zu solchen Werten der Geschwindigkeit, die sich nur wenig von  $\omega$  unterscheiden, Gleichgewichtsfiguren, die ebenfalls nur um geringe Beträge von der gegebenen Figur differieren und deren Volumina vorgeschriebene Werte haben? Wenn das der Fall ist, erhalten wir somit eine ganze Reihe von Gleichgewichtsfiguren, die zu sämtlichen von  $\omega$  nur wenig verschiedenen Werten der Rotationsgeschwindigkeit gehören und die gegebene Figur zur Ausgangsfigur besitzen. Es zeigt sich nun, daß dieser Fall im allgemeinen nicht eintritt, wenn nicht die ursprüngliche Figur noch eine durch die Rotationsachse gehende Symmetrieebene besitzt. Setzt man eine solche Ebene voraus, so lassen sich zwei Fälle unterscheiden: Entweder ist die gegebene Figur eine reguläre oder eine Verzweigungsfigur. Im ersten Fall gehört zu jedem in der Nähe von  $\omega$  liegenden Wert der Winkelgeschwindigkeit eine bestimmte Figur, im zweiten können auch mehrere auftreten. Sie haben dieselben Eigenschaften wie die Ausgangsfigur.

Wir sind also jetzt in stand gesetzt, von einer gegebenen Figur ausgehend, eine ganze Reihe solcher von ihr wenig verschiedener Figuren abzuleiten. Darin liegt der Vorteil der entwickelten Methode, die in der Mathematik oft angewendet wird. Sie besteht, kurz zusammengefaßt, in folgendem: Man kennt von irgend einem Problem nicht die allgemeine Lösung, wohl aber gewisse spezielle. Man sucht nun, davon ausgehend, andere Lösungen, die sich nur wenig von der Ausgangslösung unterscheiden. Jede von ihnen kann man wieder als Ausgangspunkt verwenden und so weiter schreiten, und damit vielleicht den Gesamtbereich aller Lösungen erschöpfen. Man sagt, man studiert die Variation einer gegebenen Lösung. Wir kennen nun tatsächlich gewisse Gleichgewichtsfiguren, wie die Kugel, das Ellipsoid, und können infolgedessen versuchen, von diesen ausgehend, neue Figuren nach dem oben besprochenen Variationsprinzip zu finden. Bevor wir darauf eingehen, haben wir uns aber noch mit der wichtigen Frage der Stabilität der Gleichgewichtsfiguren zu beschäftigen, was im nächsten Aufsatz geschehen soll.

---

## Ein neues Verfahren zur Bestimmung der astronomischen Einheit.

Von Hans Passarge.

Unter der „astronomischen Einheit“ versteht man den mittleren Abstand von Sonne und Erde; nach astronomischen Einheiten werden die Entfernungen der Himmelskörper innerhalb des Sonnensystems angegeben, wobei das dritte Keplersche Gesetz als Unterlage dient, demzufolge sich die Kuben der mittleren Abstände der Planeten von der Sonne wie die Quadrate der Umlaufzeiten verhalten. Das Entsprechende gilt für die Abstände der Monde von ihren Hauptplaneten. Die Berechnung der astronomischen Einheit, d. h. die Zurückführung dieses himmlischen Maßes auf ein irdisches Grundmaß, nämlich auf den mittleren Erdradius, aus dem bekanntlich die Länge des Meters abge-



leitet ist, hatte bis jetzt die Ermittlung der Sonnenparallaxe zur Voraussetzung. Unter der Sonnenparallaxe versteht man den spitzen Winkel  $ESE'$  eines Dreiecks, dessen eine Spitze  $S$  in der Sonne und dessen andere beiden Spitzen auf der Erde, und zwar so gedacht werden, daß  $E$  auf dem Äquator und  $E'$  im Mittelpunkt der Erde liegt.

Da man zum Mittelpunkt der Erde überhaupt nicht, und zur Sonne ganz und gar nicht gelangen kann, sieht das Unternehmen auf den ersten Blick recht schwierig aus. Die praktische Ausführung gestaltet sich denn auch so, daß man nicht unmittelbar von  $E$  und  $E'$  aus die Sonne anvisiert, sondern von zwei recht weit voneinander entfernten, bequem zugänglichen Orten auf der Erdoberfläche, und daß dann die Messungen auf die Strecke von  $E$  bis  $E'$ , d. h. auf die Endpunkte des Erdhalbmessers, durch Rechnung zurückgeführt werden. So werden vom Dreieck  $ESE'$  zwei Winkel von der Erde aus ermittelt, und der dritte, der gesuchte Winkel, eben die Sonnenparallaxe, ist dann nach einem Elementarsatz der Geometrie die Differenz zwischen zwei Rechten und der Summe der beiden gemessenen anderen Winkel. Da die Entfernung Sonne—Erde gegenüber den auf der Erdoberfläche uns zur Verfügung stehenden Entfernungen ungeheuer groß ist, ist notwendig die Sonnenparallaxe, also der Winkel bei  $S$ , sehr klein und es gehören die allersorgfältigsten Beobachtungen und Messungen dazu, um zu einem befriedigenden Ergebnis zu gelangen.

Als im vorigen Jahrhundert die beiden Vorübergänge des Planeten Venus vor der Sonnenscheibe fällig waren (in den Jahren 1874 und 1882), wurde dieses seltene astronomische Ereignis dazu benutzt, um eine genauere Bestimmung der Sonnenparallaxe zu erzielen. Alle Kulturstaaten der Welt rüsteten wissenschaftliche Expeditionen nach den verschiedensten Gegenden der Erde aus, die für die Beobachtung günstig lagen, und man erwartete bei sorgfältigster Ausstattung und umfangreichen Vorarbeiten allgemein ein vollkommen befriedigendes Ergebnis. Der Umstand, daß Venus von einer sehr dichten Atmosphäre umhüllt ist, machte indessen einen Strich durch die Erwartungen; es stellte sich nämlich heraus, daß der Augenblick des Eintritts und des Austritts des Planeten vor die Sonnenscheibe sich zeitlich nicht genau genug erfassen ließ, und darauf gerade wäre alles angekommen. Auch alle anderen Verfahren zur Bestimmung der Sonnenparallaxe, deren es noch recht viele gibt, haben ebensowenig zu einem restlos befriedigenden Ergebnis geführt, wie die Berechnungen auf Grund der genau bekannten Lichtgeschwindigkeit und auf Grund des Dopplerschen Prinzips, denn bei der gewaltigen Entfernung der Sonne haftet allen diesen Verfahren der Übelstand an, daß der allergeringste Fehler in der grundlegenden Messung oder Beobachtung sich für das Endergebnis so stark vervielfältigt, daß z. B. ein Unterschied der Sonnenparallaxe um den hundertsten Teil einer Bogensekunde einer Änderung der gesuchten Entfernung Sonne—Erde um 170000 Kilometer entspricht. Auf einer internationalen Astronomenkonferenz zu Ende des vorigen Jahrhunderts wurde deshalb als Normalwert der Sonnenparallaxe 8,80 Bogensekunden vereinbart als Durchschnitt der besten und zuverlässigsten Ergebnisse, besonders auch des Ergebnisses aus Beobachtungen des kleinen Planeten Eros, der der Erde bis auf 22 Millionen Kilometer nahe kommen kann. Dieser Normalparallaxe entsprechen 149480000 Kilometer als mittlere Entfernung der Sonne von der Erde oder als astronomischer Einheit.



Es gibt nun ein bisher noch nicht bekanntes Verfahren zur Bestimmung der astronomischen Einheit, das in der Gleichung zum Ausdruck kommt:

$$R = G^2 \sqrt[3]{\frac{T^2 M}{k^2}}$$

Hierbei ist R die gesuchte Entfernung, G die Schwerkraft der Sonne, d. h. 27,7 mal Schwerkraft der Erde (9,806163 m), T = 86 400 Sekunden ein mittlerer Sonnentag, M = 329 390 (nach Newcomb) die Masse der Sonne im Verhältnis zur Summe der Masse von Erde und Mond, und k die aus dem dritten Keplerschen Gesetz abgeleitete Gravitationskonstante, die von Gauss auf 0,017202 . . . bestimmt worden ist. Die Ausrechnung hat das Ergebnis R = 149 445 450 000 m, also vollkommen genügende Übereinstimmung mit der Berechnung auf Grund der normalen Parallaxe. Da die in die Rechnung eingehenden Werte alle genau genug bekannt sind, aber auch kleine Abweichungen dieser Werte das Resultat nur wenig beeinflussen, dürfte der Abstand Sonne—Erde mit 149 445 450 km genau bestimmt sein. Die Formel selbst ist aus den Voraussetzungen der Birotationstheorie abgeleitet.

## Der gestirnte Himmel im Monat Januar 1920.

Von Dr. F. S. Archenhold.

### Zur Prüfung und zum Siege der Einsteinschen Relativitätstheorie.

Als Kopernikus das alte Ptolemäische Weltbild, das die Erde in den Mittelpunkt des Weltalls setzte, zertrümmert hatte, und die Arbeiten von Kepler und Newton die Galileischen Fallgesetze auf der Erde mit den Bewegungserscheinungen der Himmelskörper zu einem einheitlichen Gravitationsgesetze zusammengefaßt hatten, glaubte man eine nicht mehr zu verbessernde Darstellung alles Weltgeschehens erreicht zu haben. Beispiellose Erfolge, wie die Auffindung des äußersten Planeten Neptun, die Bestätigung des Gravitationsgesetzes in den fernen Doppelsternsystemen sprachen für die Unererschütterlichkeit des Newtonschen Gravitationsgesetzes. Albert Einstein hat durch seine Arbeiten des letzten Jahrzehnts uns eines Besseren belehrt. Durch Schaffung zuerst eines speziellen und später eines allgemeinen Relativitätsprinzips hat Einstein unsere Anschauungen über Raum, Zeit und Materie völlig umgemodelt. Die Schwere und Trägheit, welche vorher beispielsweise nur der Materie zugewiesen wurde, kommt jetzt auch den Licht- und Wärmestrahlen, sowie anderen Energieformen zu. Die neuen Einsteinschen Bewegungsgesetze für die Planeten leisten nicht nur dasselbe wie das alte Newtonsche Gravitationsgesetz, sondern geben befriedigenden Aufschluß über die bis dahin ungeklärte Abweichung der Perihelbewegung von Merkur, die in einem Jahrhundert auf 43 Bogensekunden answoll, wie auch über die kleineren Beträge bei den Planeten Venus, Erde und Mars.

Einstein hat aber auch noch andere Folgerungen aus seiner neuen Theorie gezogen. Es muß eine relative Verschiebung der Spektrallinien zweier Lichtquellen, die ihr Licht in verschiedenen Gravitationsfeldern aussenden, auftreten. Hierüber ist eingehend im „Weltall“, Jg. 19, S. 165, nach einem Vortrage von Dr. Freundlich berichtet worden. Insbesondere konnte durch den Vergleich der Linienverschiebung bei den B-Sternen und dem Nebel im Orion festgestellt werden, daß die Rot-Verschiebung im Betrage von 6 km nicht auf den Doppler-Effekt sondern auf die besonderen Gravitationsbedingungen der Sterne zurückzuführen ist.

Eine andere Möglichkeit, die allgemeine Relativitätstheorie auf ihre Richtigkeit zu prüfen, war noch durch den Nachweis der Ablenkung eines Lichtstrahles beim Durchgange durch ein Gravitationsfeld gegeben. Hierzu bot sich bei der Sonnenfinsternis am

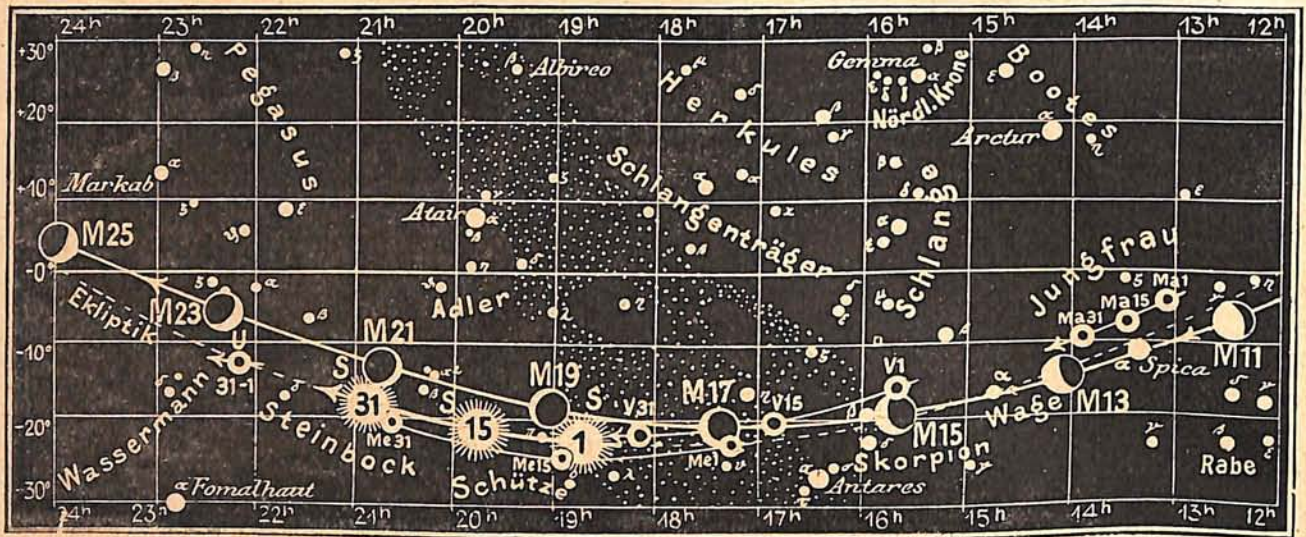






**Lauf von Sonne, Mond und Planeten**

Abb. 1b



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

**M o n d.**

Jan.	Rektasz.	Deklin.	Jan.	Rektasz.	Deklin.	Jan.	Rektasz.	Deklin.	Jan.	Rektasz.	Deklin.
	h m	o /		h m	o /		h m	o /		h m	o /
1	2 55,0	+17 24	9	10 50,7	+ 2 10	17	17 20,6	-20 45	25	23 58,8	+ 4 6
2	3 56,4	19 45	10	11 39,8	- 2 29	18	18 11,5	20 10	26	0 49,8	8 37
3	5 0,1	20 47	11	12 27,7	6 52	19	19 2,4	18 39	27	1 42,8	12 46
4	6 4,5	20 20	12	13 15,2	10 51	20	19 52,8	16 17	28	2 38,4	16 18
5	7 7,7	18 27	13	14 2,7	14 18	21	20 42,6	13 8	29	3 36,7	18 56
6	8 8,3	15 21	14	14 50,9	17 7	22	21 31,7	9 21	30	4 37,4	20 24
7	9 5,5	11 22	15	15 40,0	19 11	23	22 20,4	5 5	31	5 39,5	+20 33
8	9 59,5	+ 6 52	16	16 29,9	-20 25	24	23 9,3	- 0 32			

Der Mond ist mit seinen Lichtgestalten von zwei zu zwei Tagen für die Mitternachtszeit in unsere Karten 1a und 1b eingetragen. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Vollmond: Jan. 5. 10<sup>h</sup> abends  
 Letztes Viertel: „ 13. 1<sup>h</sup> nachts  
 Neumond: Jan. 21. 6<sup>h</sup> morgens  
 Erstes Viertel: „ 28. 4<sup>h</sup> nachmittags

Im Monat Januar bedeckt der Mond auf seinem Laufe über Berlin nur einen helleren Stern:

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Winkel	Austritt M. E. Z.	Winkel	Bemerkungen
Jan. 4	$\chi_2$ Orionis	4,7	5 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> 10 <sup>s</sup>	+20 <sup>o</sup> 8',5	10 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup> ,0 abends	27 <sup>o</sup>	11 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> ,2 abends	342 <sup>o</sup>	—

**Die Planeten.**

*Mercur* (Feld 17<sup>1/4</sup><sup>h</sup> bis 20<sup>3/4</sup><sup>h</sup>) ist nur noch in den ersten Tagen des Monats in tiefer Stellung am Morgenhimmel sichtbar.

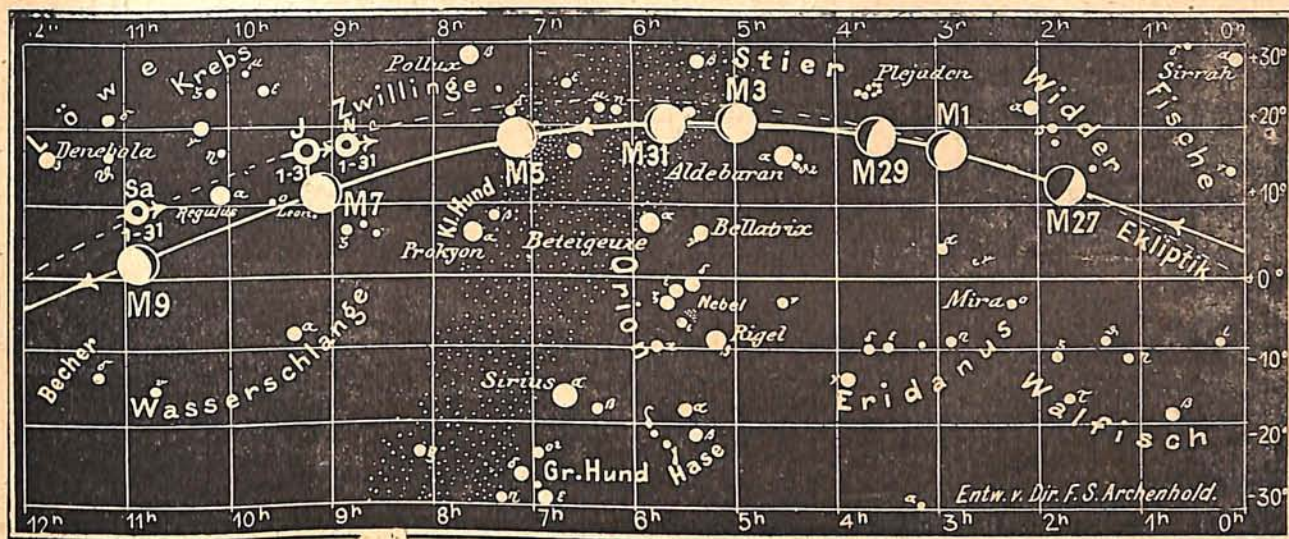
*Venus* (Feld 15<sup>3/4</sup><sup>h</sup> bis 18<sup>1/4</sup><sup>h</sup>) ist zu Anfang des Monats noch drei Stunden als Morgenstern im Südosten sichtbar, am Ende jedoch nur noch 1<sup>3/4</sup> Stunden lang. Obgleich die Dichte der Venusatmosphäre uns ihre Oberfläche verhüllt, wollen einige Beobachter



für den Monat Januar 1920

Abb. 1a

Nachdruck verboten



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

aus dem unregelmäßigen Verlauf des inneren Randes der Venussichel auf starke Unebenheiten der Venusoberfläche schließen.

Mars (Feld 13<sup>h</sup> bis 14<sup>h</sup>) ist zuerst sechs und zuletzt schon 6<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Stunden lang sichtbar. Er kommt in einem viertel Jahre in Erdnähe.

Jupiter (Feld 9<sup>1</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup>) ist zu Anfang bereits zwölf Stunden lang, am Ende während der ganzen Nacht sichtbar. Er ist der größte aller Planeten. Sein Durchmesser übertrifft den der Erde elf mal, seine Oberfläche die der Erde sogar 120 mal. 1300 Erden ließen sich in dem Jupiterkörper unterbringen. Seine Dichte beträgt aber nur den vierten Teil von der der Erde. Es liegt dies daran, daß seine Oberfläche noch nicht durch die Abkühlung zur Erstarrung gebracht worden ist. Daher bietet dieselbe auch den wechselvollen Anblick von verschieden gefärbten Flecken, Streifen und unregelmäßig geformten Wolkengebilden dar, deren Temperatur selten unter 300° sinkt.

Saturn (Feld 11<sup>h</sup>) ist zu Anfang des Monats 9<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Stunden und am Ende schon 11<sup>1</sup>/<sub>4</sub> Stunden lang sichtbar. Obgleich die Masse des Saturns 100 mal so groß ist wie die der Erde, wird am Aequator des Planeten die Schwere infolge der starken Zentrifugalkraft nur ebenso groß sein, wie auf der Erde. Saturn dreht sich in 10<sup>1</sup>/<sub>4</sub> Stunden um seine Achse. Er hat die geringste Dichtigkeit unter allen Planeten; sie erreicht noch nicht einmal die Dichte des Wassers und beträgt nur 1/7 von der der Erde.

Uranus (Feld 22<sup>1</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup>) ist zu Anfang des Monats zwei Stunden lang nach Sonnenuntergang, aber nur in Fernrohren, zu beobachten. Obgleich sein Durchmesser 4 mal so groß ist wie der der Erde, erscheint er wegen seiner großen Entfernung von uns — ein Schnellzug, der 28 m in einer Sekunde zurücklegt, würde ihn erst in 3000jähriger Fahrt erreicht haben — nur wie ein kleines Scheibchen ohne Einzelheiten,

Neptun (Feld 8<sup>3</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup>) ist unweit Jupiters, und wie dieser, während der ganzen Nacht zu beobachten. Da seine Bahn alle Planetenbahnen umschließt, so entfernen sich diese, von Neptun aus gesehen, nur um ein Geringes von der Sonne. So kann beispielsweise Mars nur 3° nach beiden Seiten hin von ihr absteigen; selbst Uranus erscheint noch als Abend- und Morgenstern und entfernt sich nicht einmal so weit von der Sonne, nur 32<sup>1</sup>/<sub>2</sub>°, wie die Venus in ihrer größten östlichen und westlichen Abweichung von der Erde aus gesehen.



Planetenörter.				Die vier hellen Jupitersmonde.									
				Verfinsterungen		Stellungen							
Januar	Rektasz.	Deklin.	Ob. Kulm.	Januar	Rektasz.	Deklin.	Ob. Kulm.	Januar	M. E. Z.	Mond	Januar	14 h M. E. Z.	
	h m	o	h m		h m	o	h m		h m				
Merkur				Mars				0	17	26,4	I E	1	○1423
1	17 18,4	-22 25	22 41	21	13 39,0	- 8 3	17 39	0	22	36,3	IV E	2	○243
3	17 30,4	22 51	22 45	23	13 42,1	8 20	17 34	1	2	24,6	II E	3	21○34
5	17 42,7	23 14	22 50	25	13 45,2	8 37	17 29	1	3	22,2	IV A	4	32○14
7	17 55,2	23 33	22 54	27	13 48,2	8 53	17 24	2	11	54,8	I E	5	31○24
9	18 8,0	23 47	22 59	29	13 51,2	9 9	17 20	4	6	23,2	I E	6	3○14
11	18 21,1	23 56	23 5	31	13 54,0	- 9 24	17 15	4	15	42,5	II E	7	21○34
13	18 34,2	24 1	23 10					6	0	51,6	I E	8	○1243
15	18 47,6	24 0	23 16					7	4	46,6	III E	9	④23
Jupiter				Saturn				7	19	20,0	I E	10	42○3
17	19 1,1	23 54	23 21	2	9 18,3	+16 33	14 32	8	4	59,8	II E	11	432○1
19	19 14,7	23 43	23 27	6	9 16,9	16 40	14 15	9	13	48,4	I E	12	431○2
21	19 28,4	23 27	23 33	10	9 15,3	16 48	13 58	11	8	16,9	I E	13	43○1
23	19 42,2	23 4	23 39	14	9 13,5	16 57	13 40	11	18	17,6	II E	14	421○
25	19 56,0	22 36	23 45	18	9 11,6	17 6	13 23	13	2	45,3	I E	15	4○213
27	20 9,9	22 3	23 51	22	9 9,7	17 15	13 5	14	8	45,4	III E	16	41○23
29	20 23,9	21 23	23 57	26	9 7,6	17 25	12 47	14	21	13,8	I E	17	24○3
31	20 37,9	-20 37	0 00	30	9 5,5	+17 35	12 29	15	7	35,0	II E	18	32○14
								16	15	42,2	I E	19	31○24
								17	16	36,6	IV E	20	3○214
								18	10	10,7	I E	21	21○4
								18	20	52,7	II E	22	○2134
								20	4	39,2	I E	23	1○234
								21	12	44,2	III E	24	21○34
								21	23	7,7	I E	25	23○4
								22	10	10,1	II E	26	341○2
								23	17	36,2	I E	27	34○21
								25	12	4,7	I E	28	4213○
								25	23	27,8	II E	29	4○13
								27	6	33,2	III E	30	41○23
								28	16	43,6	I E	31	42○13
								29	1	1,8	I E		
								29	12	45,2	II E		
								30	19	30,3	I E		
Uranus				Neptun									
1	15 39,7	-16 57	21 1	2	10 54,8	+ 8 54	16 9	4	8	53,3	+17 29	14 0	
3	15 49,2	17 31	21 3	6	10 54,5	8 57	15 53	12	8	52,5	17 32	13 27	
5	15 58,8	18 3	21 4	10	10 54,1	9 0	15 37	20	8	51,6	17 36	12 55	
7	16 8,5	18 34	21 6	14	10 53,6	9 4	15 20	28	8	50,7	+17 40	12 23	
9	16 18,3	19 3	21 8	18	10 53,0	9 9	15 4						
11	16 28,2	19 30	21 10	22	10 52,3	9 14	14 47						
13	16 38,1	19 55	21 12	26	10 51,5	9 20	14 31						
15	16 48,1	20 18	21 14	30	10 50,6	+ 9 26	14 14						
17	16 58,2	20 39	21 17										
19	17 8,4	20 59	21 19										
21	17 18,6	21 15	21 21										
23	17 28,9	21 30	21 24										
25	17 39,2	21 42	21 26										
27	17 49,6	21 52	21 29										
29	18 0,0	21 59	21 31										
31	18 10,5	-22 4	21 34										
Mars				Neptun									
1	13 4,7	- 4 47	18 24	22	22 9,3	12 10	2 7						
3	13 8,4	5 9	18 19	26	22 10,2	12 5	1 52						
5	13 11,9	5 30	18 15	30	22 11,0	-12 0	1 37						
7	13 15,5	5 50	18 11										
9	13 19,0	6 10	18 6										
11	13 22,4	6 30	18 2										
13	13 25,8	6 50	17 57										
15	13 29,2	7 9	17 53										
17	13 32,5	7 27	17 48										
19	13 35,8	- 7 45	17 44										

E = Eintritt,  
A = Austritt.

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

**Bemerkenswerte Konstellationen:**

- Januar 8. 6<sup>h</sup> morgens Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- „ 10. 3<sup>h</sup> morgens Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- „ 13. 6<sup>h</sup> morgens Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- „ 17. 3<sup>h</sup> nachm. Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- „ 20. 10<sup>h</sup> vorm. Merkur in Konjunktion mit dem Monde.



### Kleine Mitteilungen.

**Nova Sagittae.** Das erste Zirkular der Harvard-Sternwarte vom 18. September 1919, welches uns wieder erreicht, enthält die Mitteilung, daß ein neuer Stern in  $\alpha = 20^h 3^m 4^s$ ,  $\delta = + 17^\circ 24',3$  im November 1913 erschienen ist. Miß Mackie hat ihn gelegentlich ihrer systematischen Prüfung der Photographien der Milchstraße entdeckt. Durch einen günstigen Zufall ist der Stern am 22. November 1913 in seiner größten Helligkeit als ein Stern 7,2. Größe auf zwei Platten erschienen. In der vorhergehenden Nacht war er nur 10. Größe. In den darauffolgenden sechs Wochen ist er auf Platten sichtbar geworden, die mit einzölligen und halbzölligen Objektiven photographiert worden sind. Im Sommer 1914 erschien er bereits als ein Stern 14. Größe und seit dieser Zeit ist er überhaupt auf keiner Platte mehr zum Vorschein gekommen. Es ist zu bedauern, daß keine Spektralaufnahmen vorliegen, jedoch zeigt der ganze Helligkeitsverlauf die typische Lichtkurve der neuen Sterne.

F. S. A.

**Eine außerordentlich hohe Protuberanz von säulenförmigem Aussehen** hat Pater Fényi in Kalocsa am 23. Dezember 1915 am Ostrande der Sonne beobachtet. Sie wurde vormittags  $10^h 10^m$  sichtbar und erreichte zunächst Höhen von 167". Einzelne Teile wurden bis in gewaltige Höhen geschleudert. Als größte maß Fényi um  $1^h 25^m$  eine solche von 730" über dem Sonnenrand (A. N. 4833), das sind  $12' 10''$ , also mehr als  $\frac{7}{10}$  des Sonnenhalbmessers. Große Protuberanzen pflegen das Herannahen des Maximums der Sonnentätigkeit anzudeuten, was auch in diesem Falle zutreffend war.

F. S. A.

#### Wasservorrat der Erde = 1304068550 cbm.

Wasser der Ozeane . . . . .	1 300 000 000 cbm
Wasser im Polareis . . . . .	3 500 000 "
Wasser in stehenden Gewässern (Seen, Teiche, Tümpel)	250 000 "
Grundwasser . . . . .	250 000 "
Wasser in Flüssen . . . . .	50 000 "
Atmosphärisches Wasser . . . . .	12 300 "
Wasser in Sümpfen . . . . .	6 000 "
Schnee auf der Erde . . . . .	250 "

Nicht eingerechnet sind die in Salzen usw. chemisch gebundenen Wasser, es sind ganz annähernde Werte. Nach Clarkes Messungen umfaßt von den 510000000 qkm der Erdoberfläche  $\frac{74}{100}$  das Wasser.

**Die Anwendungen der Bildtelegraphie<sup>1)</sup>** sind recht mannigfaltig und zwar: 1. für Zwecke der illustrierten Presse, welche dadurch zur illustrierten Tagespresse werden kann und in Bildern die telegraphischen Berichte von Ereignissen aus fernen Gegenden zu bringen imstande ist. Verschiedene große Zeitungen haben denn auch schon pressetelegraphische Bildübertragungen gebracht. — 2. Dem Erkennungsdienst ermöglicht die Bildtelegraphie die telegraphische Übermittlung der Portraits von Übeltätern, charakteristische Kennzeichen möglichst schnell bildlich weithin zu verbreiten. — 3. Der Handel kann mit Hilfe der Bildtelegraphie Unterschriften, allgemeine Schriften, Stenographie und Geheimschrift, technische Zeichnungen in kürzester Zeit auf große Entfernungen übertragen. Dadurch läßt sich das telegraphierte Portrait, die telegraphierte Unterschrift und damit sehr schnell eine telegraphische Identifizierung bewirken unter Beifügung eines an der Sendestation aufgegebenen notariellen Siegels. — 4. Übertragen ließen sich bildtelegraphisch auch militärische Karten und Skizzen, Mitteilungen vom Sender eines Lenkballons aus. — 5. Meteorologische Karten und Aufnahmen wissenschaftlichen Inhalts ließen sich auf diese Weise telegraphisch an die verschiedenen anderen Stationen übermitteln, anderen Forschungsstätten zusenden.

Die Lösung des Fernsehproblems ist größtenteils noch der Zukunft vorbehalten, immerhin berechtigen die Erfolge, die Entwicklung der bildtelegraphischen Methoden einen hoffnungsvollen Ausblick in die Zukunft.

Dr. Bl.

<sup>1)</sup> Korn, A., und Glatzel, B., Handbuch der Phototelegraphie und Teleautographie mit zahlreichen Abbildungen, Verlag O. Nemnich, Leipzig, Preis M. 28,—, behandelt die verschiedenen Kopier- oder Teleautographen, die Fernschreiber oder Teleautographie, die photoelektrischen Erscheinungen, besonders die Lichtempfindlichkeit des Selens und die verschiedenen photoelektrischen Übertragungsmethoden. Ein interessant geschriebenes Buch über ein äußerst interessantes Thema.



## Personalien.

**Professor Dr. Viktor Knorre** † (geboren am 4. Oktober 1840 zu Nikolajew, gestorben am 25. August 1919 zu Berlin-Lichterfelde). Viktor Knorre entstammte einer alten Astronomenfamilie. Nachdem er seinem Vater zwei Jahre lang bei der Bedienung der Instrumente in Nikolajew zur Hand gegangen war, bezog er im Jahre 1862 die Universität Berlin. Nach fünfjährigem Studium und einer kurzen rechnerischen Tätigkeit an der Pulkowaer Sternwarte wurde er im Jahre 1873 von Professor Förster als Observator an der Berliner Sternwarte angestellt. Hier hat er sich besonders durch seine zahlreichen Beobachtungen von kleinen Planeten, Kometen und Doppelsternen am Fraunhoferschen Refraktor verdient gemacht. Hierbei entdeckte er auch 4 kleine Planeten und konstruierte einen Deklinographen, der besonders gute Dienste bei der Auffindung kleiner Planeten leistete. Besondere Verdienste hat sich Knorre noch um die Verbesserung des Wellmannschen Doppelbild-Mikrometers erworben, das er selbst bei seinen



vielen Doppelsternbeobachtungen mit großem Erfolg anwandte.

Vielen Astronomen, die bis zum Jahre 1906, Knorres Abgangsjahr von der Berliner Sternwarte, ihre ersten Beobachtungen am Refraktor unternahmen, ist er ein stets treuer Berater und Helfer gewesen. Gleich nach der Begründung des Vereins von Freunden der Treptow-Sternwarte im Jahre 1898 trat er demselben als Mitglied bei und wurde zum stellvertretenden Vorsitzenden erwählt, welches Amt er bis zu seinem Tode beibehielt. Er wird in den Annalen der astronomischen Wissenschaft und in denen der Treptow-Sternwarte unvergessen sein.

F. S. A.

**Leo Arons** †. Leo Arons wurde in Berlin am 15. Februar 1860 geboren. Nach seiner Gymnasialzeit widmete er sich dem Studium der Physik, promovierte 1894 in Straßburg, war daselbst und später in Berlin Assistent am physikalischen Institut und hielt als Privatdozent Vorlesungen, in welchen er seine Hörer durch eine glänzende Darstellungsgabe zu fesseln wußte.

Seine Assistenten- und Dozentenjahre waren reich an fruchtbringender Arbeit. Er konstruierte u. a. die Quecksilberbogenlampe, die „Arons'sche Schwingungsröhre“ zum Nachweis elektrischer Wellen und veröffentlichte wichtige Arbeiten aus dem Gebiet der Optik und Wärmelehre, sowie genaue Untersuchungen über den Lichtbogen. Weit über 20 sorgfältige Experimentalarbeiten stammen aus der Zeit von 1885 bis 1900. Mit diesem Jahr aber ist die wissenschaftliche Tätigkeit, bis auf eine Untersuchung über den Farbenweiser<sup>1)</sup> plötzlich beendet. Die Ursache für dieses Ende des Physikers ist in den Idealen des Menschen Arons zu suchen.

Sein Herz war immer bei denen gewesen, die im Dunklen leben, denen schwere körperliche Arbeit jede Fähigkeit zu geistiger Beschäftigung nimmt. Sie wollte er Teil haben lassen an den Geistes-schätzen, welche er besaß. Solche Ansichten ließen sich damals mit der Stellung eines Privatdozenten nicht vereinen. Ihm wurde die *venia legendi* entzogen, und er mußte seine Assistentenstelle aufgeben. Damit verlor er alle zu experimenteller Arbeit notwendigen Hilfsmittel. Er nahm Abschied von den Sälen der Universität und stellte seine große Lehrbefähigung ganz in den Dienst der Arbeiterbildung.

Dr. V. Engelhardt.

<sup>1)</sup> Eingehende Beschreibung dieses Apparates im „Weltall“ Jg. 11, S. 182.

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.—, 1/10 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. Wolken-Raumbildaufnahmen vom Flugzeug aus. Von Lt. d. R. Flugzeugführer W. Klemperer . . . . .	57	großer und kleiner Eigenbewegung.) Von Dr. F. S. Archenhold . . . . .	68
2. Die Lufthülle der Erde. Von Studienassessor Julius Albrecht . . . . .	63	5. Bücherschau: Pulfrich, C., Ueber Photogrammetrie aus Luftfahrzeugen und die ihr dienenden Instru- mente. — Pulfrich, C., Stereoskopisches Sehen und Messen . . . . .	74
3. Vom positiven Kern der Atome. Von Dr. Harry Schmidt . . . . .	66	6. Druckfehlerberichtigung . . . . .	74
4. Der gestirnte Himmel im Monat Februar 1920. (Untersuchungen über die Spektren der Sterne von Nachdruck ohne Genehmigung der Schriftleitung verboten. — Auszüge nur mit genauer Quellenangabe gestattet.		7. An unsere Leser . . . . .	74

## Wolken-Raumbildaufnahmen vom Flugzeug aus.

Von Lt. d. R. Flugzeugführer W. Klemperer.

(Mit einer Beilage.)

Mit zu den interessantesten und prächtigsten Eindrücken des Fliegers gehört die Begegnung mit scharfbegrenzten, kontrastreich beleuchteten kompakten Wolkengebilden. Welcher Genuß ist es, knapp über einer dichten Stratusdecke dahinfliegend, sich zwischen den kleinen Unebenheiten hindurchzuschlängeln. Kaum kann man sich oftmals der Versuchung erwehren, auf die weiche Wolkenwiese auszusteigen, um in Ruhe die herrliche, überirdisch einsame Naturschönheit zu genießen. Unvergleichlich endlich sind die Eindrücke bei der Begegnung mit gewaltigen Kumulusformationen. Ein ungeahnter Einblick in die Struktur dieser mächtigen, eisbergähnlichen Gebilde wird uns in abwechslungsreicher Fülle geboten. Da drängt es uns, dem Forscherarchiv wie dem Künstlerauge die Bilder in ihrer gigantischen Plastik festzuhalten, welche uns diese Erscheinungen im Fluge zu unvergeßlichen Erlebnissen macht. Aber die einfache Monophotographie ist hierfür kein ausreichendes Mittel. Aus der von ihr gelieferten Planprojektion kann sich mangels konkreter Erfahrung auch die regste Phantasie nicht den richtigen körperlichen Eindruck dieser märchenhaften Gebilde rekonstruieren.

Die plastische Wirkung der Wolkengebirge für das Auge des Fliegers beruht nicht auf dem stereoskopischen Effekt des zweiäugigen Sehens. Bei dem geringen Abstand der menschlichen Augen verschwindet vielmehr jede binokularstereoskopische Wirkung bei der Betrachtung der Objekte aus mehr als 500 m Entfernung vollkommen, was verschiedene genaue Messungen ebenso bestätigt haben als nach Überlegungen auf Grund des Wertes der unteren Wahrnehmungsschwelle kleinster Gesichtseindrücke geschlossen werden kann. So fein ist die Gliederung der Wolkenstruktur selten, daß bei einer Betrachtung aus derart geringer Entfernung sich die gegliederten Gebilde übersehen lassen, daß gleichzeitig der stereoskopische Effekt der verschiedenen Netzhautbilder zur Geltung kommen kann.

Wir werden daher zu der Annahme geführt, daß der plastische Eindruck in unserem Falle im allgemeinen indirekt durch mehr oder minder unbewußtes Schlußfolgern aus den relativen Verschiebungen, welche die einzelnen Partien der Netzhautbilder der Wolkengliederung in zeitlicher Folge erfahren, zustande gebracht wird. Daher gewinnen wir aus einer kinematographischen Aufnahme eines Wolkengebildes aus dem fliegenden Flugzeug bereits ein trefflich plastisches Bild. Jedoch haftet einem solchen, wie allen kinematographischen Aufnahmen, der Nachteil an, daß es unmöglich ist, das Bild zu genauerer Betrachtung auch nur vorübergehend festzuhalten, ohne daß die Plastik des Eindrucks verloren geht.



Nun besitzen wir in der Raumbildaufnahme ein recht vollkommenes Mittel, diese Aufgabe mit jeder gewünschten Vollendung zu lösen. Dieses Verfahren erfordert die zweimalige, möglichst gleichzeitige Aufnahme desselben Objekts von zwei verschiedenen Standorten aus. Die beiden Teilbilder werden nebeneinander kopiert bzw. zwei sich deckende Ausschnitte aus beiden zusammengestellt und in einem der bekannten Handstereoskope den beiden Augen des Beschauers getrennt dargeboten. Moderne Spiegelstereoskope gestatten die Betrachtung von Bildern größeren Formats. Es möge noch darauf hingewiesen werden, daß auch verschiedene Methoden sich bewährt haben, um einem größeren Publikum im Lichtbild den binokularstereoskopischen Effekt zu vermitteln.<sup>1)</sup>

Der plastische Eindruck bei der binokularen Betrachtung von Raumbildern ist etwa derselbe, welcher sich einem Scherenfernrohrbeobachter darbieten würde. Genauer gesprochen ist die scheinbare Vergrößerung der Plastik die gleiche, wie diejenige bei der Nahbetrachtung einer verkleinerten, räumlich getreuen Modellnachbildung des photographierten Gebildes, wobei das gleiche Verhältnis zwischen den Größen sowohl als den Betrachtungsweiten von Modell und Original, bzw. von Augen- und Aufnahmestandorteabstand, besteht. Zur Vermeidung der sogenannten Kulissenwirkung und Erzielung maßstäblich richtiger vergleichsfähiger Eindrücke von Breiten- und Tiefenausdehnung ist es zweckmäßig, auch die Brennweiten von Aufnahmekammer<sup>2)</sup> und Betrachtungsapparat in Einklang zu bringen.

Von dem wunderbaren Einblick in die Wolkenarchitektur, den uns die Raumbilder vermitteln, sollen die in der Beilage wiedergegebenen Raumbilder Zeugnis ablegen. Zur Betrachtung ist jedes Handstereoskop geeignet. Die Aufnahmen wurden im August 1917 über dem Karstplateau in der Gegend von St. Peter in Krain gemacht. Die Wolkenhöhe betrug ungefähr 2500 bis 3500 m. Die Bilder 1 und 2 stellen dasselbe Wolkengebilde dar. Zwischen beiden Aufnahmen liegen nur einige Minuten Zeitintervall. Dasselbe gilt von den Bildern 3 und 4.

Die Hauptsache zur Erzielung eines guten Effektes ist die möglichst gleichzeitige Exposition der beiden Aufnahmen. In den Wolkenformationen ist Bewegung. Sie verändern fortwährend ihre Gestalt, selbst bei den geringsten

<sup>1)</sup> Die beiden Teilbilder werden durch zwei getrennte Projektionslampen oder eine Lampe mit zwei Kondensoren auf eine Projektionswand geworfen, sodaß sie sich etwa im Mittelgrunde möglichst decken und nicht gegeneinander verkantet sind. Um nun jedem der beiden Augen nur das für es bestimmte Bild sichtbar zu machen, werden in den Strahlengang der beiden Lampen komplementärfarbige Lichtfilter eingeschaltet oder die Diapositive selbst so eingefärbt. Jeder Beschauer bedient sich nun zur Betrachtung einer Brille, deren beide Gläser in denselben komplementären Farben gehalten sind. Hierdurch wird jedem Auge das für das andere bestimmte Bild unsichtbar gemacht. Im Anfang wirkt der Wettstreit der Farben etwas störend und verursacht einen eigentümlichen Glanz des Bildes. Aber nach kurzer Gewöhnung (1 bis 2 Minuten) an die Verschiedenfarbigkeit der beiden Netzhautbilder verschwindet dieser Übelstand vollkommen; umso mehr als das Bewußtsein von der Farblosigkeit der Wolkenlandschaft (im allgemeinen wenigstens) über eine ungewollte Illusion hinweghilft.

Die Verwendung von verschieden polarisierten Lichtquellen an Stelle von komplementärfarbigem und entsprechend analysierenden Brillen zur Betrachtung ist zwar vollkommener in der Wirkung, aber wesentlich umständlicher in der Durchführung.

Beachtlich ist, daß verhältnismäßig viele Personen infolge ungleicher Vollkommenheit beider Augen der Wahrnehmung der binokularstereoskopischen Effekte — öftmals ohne daß sie von diesem Fehler Kenntnis haben — nicht fähig sind.

<sup>2)</sup> Kammer = deutsch für Kamera.



Windstärken. Daher haben Versuche, beide Teilaufnahmen von einem Flugzeuge aus in zeitlicher Folge nacheinander zu machen, zu wenig befriedigenden Ergebnissen geführt. Wenn die Basis genügend groß gewählt wird, so lassen sich die Teilbilder für beide Augen wegen der zu langen Zwischenzeit nicht zu einem einheitlichen Eindruck im Stereoskop zur Deckung bringen. Das gegebene Verfahren ist daher die Verwendung zweier Flugzeuge, deren Besatzungen freilich gut aufeinander eingespielt sein müssen. Bezüglich des Zeitpunktes der Exposition ist eine zuverlässige exakte Verständigung zwischen beiden Flugzeugen erforderlich. Zweckmäßig ist es, wenn das eine Flugzeug sowohl die navigatorische Führung als auch die Wahl der Expositionszeitpunkte übernimmt. Als einfachstes und zuverlässigstes Verständigungsmittel dient das Abschießen einer Leuchtkugel (oder Rauchpatrone) vom Führerflugzeug aus. Praktisch ist es, die Leuchtpistole nach schräg aufwärts in den Sektor abzuschießen, welcher dem zweiten Flugzeug zwischen Aufnahmerrichtung und Führerflugzeug erscheint; jedoch natürlich so, daß die Leuchtkugel und der Rauch nicht mit photographiert werden. Als Augenblick für den Abzug des Kammerverschlusses wird vorteilhaft der Moment vereinbart, in welchem die Leuchtkugel den Horizont zu passieren scheint. (Der Augenblick des Platzens einer Sternpatrone o. dergl. ist nicht so prägnant zu verwerten, da man auf diesen Moment nicht so gut durch Schätzung vorbereitet ist wie auf das Horizontpassieren eines fallenden Körpers.) Eine Genauigkeit der Gleichzeitigkeit beider Aufnahmen von einer Sekunde ist leicht erreichbar und im allgemeinen ausreichend. Ein genaueres Zusammenarbeiten als mit Hilfe von Leuchtsignalen wird durch eine funkentelegraphische Verbindung beider Flugzeuge gewährleistet.

Von größter Wichtigkeit ist die Wahl der Standlinie (Basis), d. h. die relative räumliche Zuordnung der beiden Aufnahmestandorte (Flugzeuge). Die Basis soll horizontal liegen, d. h. die Standorte in gleicher Höhe, damit bei der Betrachtung der Bilder ohne Verkantung des Bildhorizonts ein natürlicher Eindruck empfangen werden kann. Die Basis soll ferner möglichst senkrecht auf der mittleren Blickrichtung stehen. Dies bedeutet, daß das Dreieck aus den beiden optischen Achsen und der Basis möglichst ein gleichschenkliges sein soll. Sonst würde bei der orthogonalen Betrachtung sich eine Maßstabverzerrung unangenehm bemerkbar machen.

Als Flugformation kommt in erster Linie die Kiellinie in Betracht, bei welcher das Begleitflugzeug im Abstände der Standlinie hinter dem Führerflugzeug in gleicher Höhe herfliegt. Diese Formation hat den Vorteil, daß sie sich bei allen Steuermanövern am leichtesten dauernd einhalten läßt. Auch das Innehalten der gleichen Flughöhe bietet navigatorisch keine Schwierigkeiten, nur müssen beide Flugzeuge möglichst von gleicher Flugleistungsfähigkeit und gleichen Flugeigenschaften sein. Allenfalls muß das Begleitflugzeug das navigatorisch stärkere sein, damit es stets in der Lage ist, kleine Fehler in der Führung zu korrigieren und sofort wieder am richtigen Platze zu sein. Einige Schwierigkeit bietet dem Anfänger das Einhalten des richtigen Standlinienabstandes, besonders wenn dieser groß sein soll. Gute Dienste leistet da eine Visiermarke von bestimmter Größe, die in solcher Entfernung vor dem Auge des Führers auf der Karosserie des Begleitflugzeugs angebracht wird, daß sie ihm ebenso groß erscheint wie das Führerflugzeug bei Einhaltung des richtigen Abstandes. Erscheint ihm dann letzteres einmal zu groß, so ist der Abstand zu



vergrößern und umgekehrt. Auch die Verwendung von Zielfernrohren mit einer ähnlich eingerichteten Strichmarkierung, wie sie für den Luftkampf sich bewährt haben, ist nicht unvorteilhaft.

Nicht jede Wölkenslandschaft ist in der stereoskopischen Wiedergabe dankbar. Vorteilhaft sind gliederungsreiche, scharf konturierte, in die Tiefe (Ferne) ausgedehnte Gebilde. Gute Wahl des Standortes mit Rücksicht auf die Beleuchtung ist für den Erfolg mit ausschlaggebend. Die Aufnahme genau in Richtung der Beleuchtung empfiehlt sich wenig. Eine mehr seitliche Beleuchtung gewährt eine wirksamere Verteilung der Lichter und Schatten. Kontrastreiche Objekte gestatten feinstes Durcharbeiten. Denn die bei der terrestrischen Photographie für die Feinheit der Zeichnung nicht unwichtigen Farbenunterschiede fehlen in der Wölkenslandschaft. Daher bedürfen die Beleuchtungseffekte einer erhöhten Beachtung.

Große Sorgfalt ist darauf zu verwenden, daß beide Kammern tatsächlich dasselbe Objekt photographieren oder daß doch mindestens ein die stereoskopische Betrachtung lohnender Ausschnitt aus beiden Bildern zur Deckung gebracht werden kann. Die Übereinstimmung in dieser Hinsicht kann als ausreichend angesehen werden, wenn — das übliche Plattenformat  $13 \times 18$  cm vorausgesetzt — sich der Objektpunkt, welcher auf einem der Teilbilder mit dem Plattenmittelpunkt zusammenfällt, auf dem anderen nicht weiter als etwa 3 cm der Höhe nach und 6 cm der Breite nach von der Plattenmitte entfernt abbildet.

Eine solche Genauigkeit der Identität ist bei einigem Verständnis für die Aufgabe nach kurzer Übung der Besatzungen leicht zu erreichen. Bei nicht starr im Flugzeug eingebauter Kammer wird die Einvisierung derselben durch die Beobachter bewirkt, wobei entweder eine ausführliche vorherige Vereinbarung oder eine funkentelegraphische Verständigung mit abgekürzten symbolischen Zeichen Platz greifen muß. Die seitliche Übereinstimmung läßt sich leicht erreichen, wenn der Winkel zwischen Visierlinie und Standlinie vorher verabredet ist. Die Anbringung eines kleinen Spiegels neben dem Kammer sucher unter solchem Winkel, daß darin das andere Flugzeug erscheinen muß, ist nicht unpraktisch. Schwieriger ist meist die Übereinstimmung in der Elevation der Visierlinie. Daher empfiehlt es sich nicht selten, insbesondere bei Aufnahme hoher Kumulustürme, Hochkantformat anzuwenden, wobei man dann der Höhe nach mehr Freiheit hat.

Bei starrem Kammereinbau, mit welchem sich sehr gute Resultate erzielen lassen, hängt die Identität der Teilbilder, wie überhaupt die ganze Zielarbeit, von der Geschicklichkeit der Flugzeugführer ab. Die Kammern werden zweckmäßig horizontal, quer (nach rechts oder links herausphotographierend oder aus der einen in die andere Lage umklappbar) starr im Flugzeugrumpf, am besten hinter der Besatzung, eingebaut. Die Übereinstimmung der Elevation der optischen Achsen muß dadurch gewährleistet werden, daß der Führer des Begleitflugzeuges trachtet, während der Aufnahme die Tragflächen seines Apparats parallel zu denen des Führerflugzeuges zu halten. Dieses wiederum kann durch seitliches Neigen des Flugzeuges jede beliebige Neigung oder Erhebung der Aufnahme richtung hervorbringen. In seitlicher Richtung kann im allgemeinen auf einen von der Normalen zur Flugzeugrumpfachse (von der „Holmachse“) abweichenden Einbau der Kammer verzichtet werden, weil durch das mehr oder minder willkürliche Umfliegen des Aufnahmeobjektes in leichter Kurve ohnehin schon eine gewisse hinreichende Konvergenz der optischen Achsen bedingt wird.





Abb. 1.

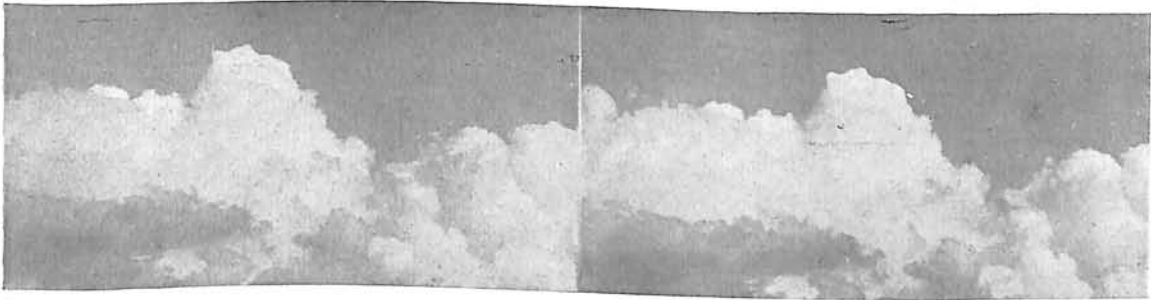


Abb. 2.

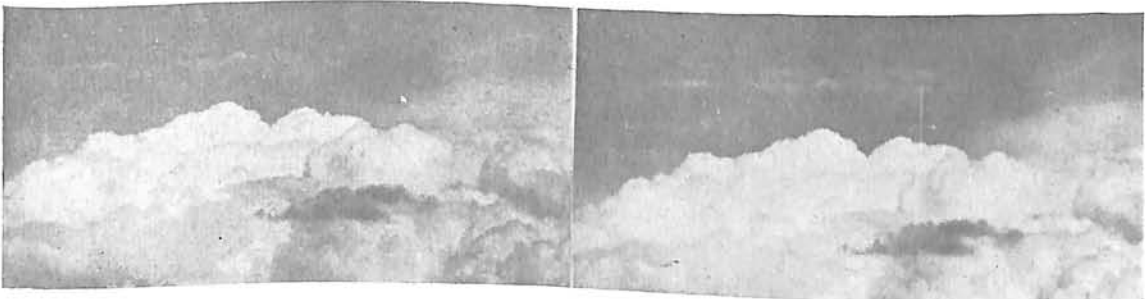


Abb. 3.

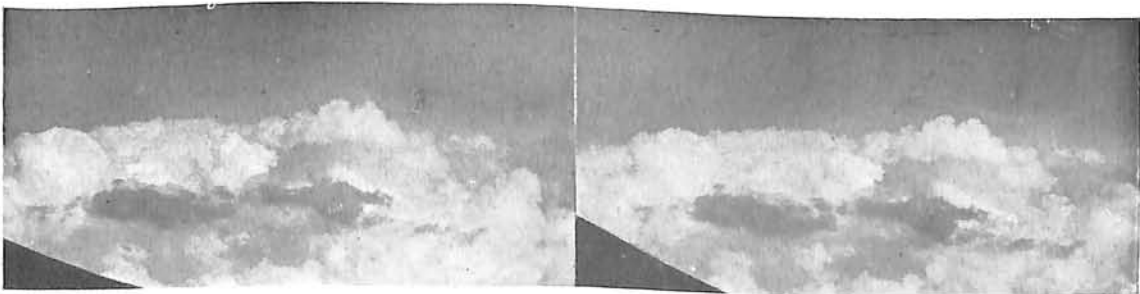
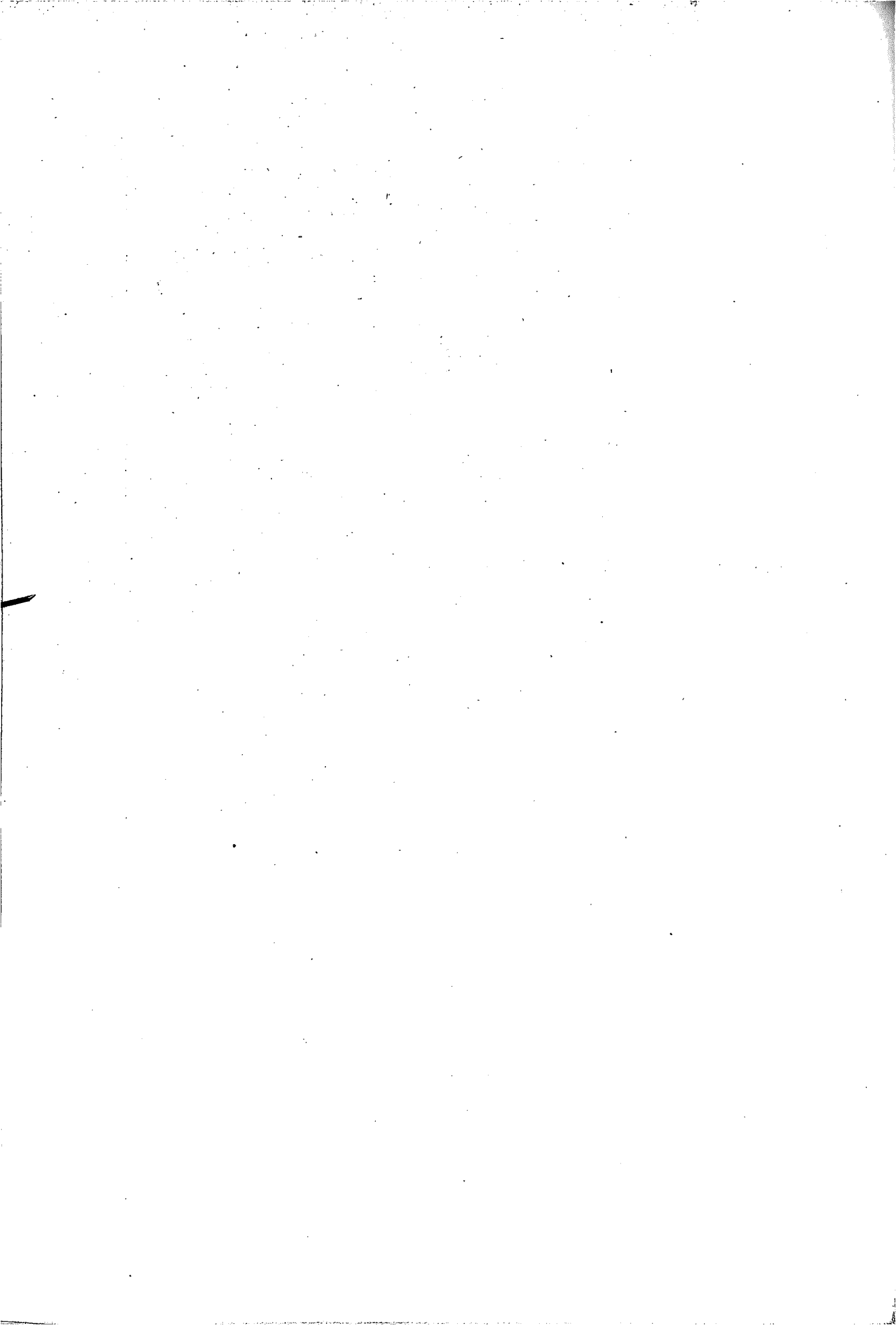


Abb. 4.

Raumbildaufnahmen von Wolken in 2500 bis 3500 m Höhe über dem Karstplateau  
in der Gegend von St. Peter in Krain im August 1917.







Die Plastik des Eindrucks der Bilder wird durch das Verhältnis der Standlinie zum Objektstand wesentlich bestimmt. Der Effekt ist erfahrungsgemäß dann am befriedigendsten, wenn dieses Verhältnis etwa gleich ist demjenigen des menschlichen Augenabstandes zur deutlichen Sehweite, also etwa 1 : 4 bis 1 : 6. Im allgemeinen sollte man daher eine Konvergenz von etwa 1 : 5 anstreben. Außerordentlich schwierig ist für den Anfänger das Schätzen der Entfernung einer Wolkenfront oder eines einzelnen Wolkenturmes. Doch darin gewinnt man rasch genügende Übung, wenn man ein paar Mal bis zu einem solchen Wolkenberge o. dergl. hinfliegt und dann sich unter Beobachtung einer Stoppuhr wieder entfernt. Bizarre Formationen wird man zweckmäßig aus etwa  $\frac{1}{2}$  bis 1 km Entfernung mit einer Basis von 100 bis 200 m photographieren. Größere Kumuli kommen aus 1 bis 2 km Entfernung mit einer Basis von 200 bis 400 m am besten zur Geltung. Bei Übersichtsaufnahmen von Stratusdecken nach schräg abwärts ist möglichst große Basis (500 m und mehr) vorzuziehen. Aus solchen Bildern offenbaren sich in wunderbarer Weise die geheimnisvollen Zusammenhänge zwischen Wolkenlöchern und Wolkenbergen und den Formationen des darunter liegenden Geländes. Zur Lösung solcher Aufgaben ist größere Übung erforderlich. Denn bei so großer Entfernung der Flugzeuge voneinander ist das navigatorische Zusammenarbeiten außerordentlich erschwert, Leuchtsignalverständigung ausgeschlossen und Funkentelegraphie unerlässlich. Dagegen bleibe nicht unerwähnt, daß geschulte Besatzungen sich ohne weiteres ab und zu vorübergehend so nahe anfliegen können, daß eine Verständigung durch Zeichen mit dem Arme in sehr hohem Maße sich durchführen läßt.

Eine genaue Kenntnis der Größe der Basis ist im allgemeinen nicht erforderlich. Wohl aber bildet sie die Grundlage zu einer Wolkenvermessung auf Grund der Raumbilder, was als eine besonders lockende Forschungsaufgabe erscheint. Zur Messung der Entfernung beider Flugzeuge wird folgendes Verfahren vorgeschlagen: Die Aufnahmekammern werden in den Flugzeugen querschiffs starr eingebaut. Außerdem wird in einem der Flugzeuge, oder besser noch in beiden, je eine weitere Standlinienmeßkammer, ebenfalls starr, eingebaut, und zwar so, daß diese das andere Flugzeug photographiert. Der Abzug aller Kammern muß gleichzeitig erfolgen. Vielleicht läßt sich auf funkentelegraphischem Wege auch ein gleichzeitiger Fernabzug aller Kammern vom Führerflugzeug aus ausbilden. Aus der Größe und Lage der Abbildung des anderen Flugzeuges lassen sich dann alle Daten ohne Schwierigkeiten errechnen, die zu einer Vermessung und Auswertung des Doppelbildes nach bekannten Verfahren (Prof. Hegershoff) von Nöten sind.

Als Aufnahmekammern können die normalen Fliegerkammern, die im Kriege zu hoher Vollendung entwickelt worden sind, verwendet werden. Die verzerrende Wirkung des Schlitzverschlusses kommt, der Natur unserer Aufgabe nach, nicht weiter schädlich zur Geltung, umsomehr wenn beide Kammern gleicher Bauart sind, was anzustreben ist. Die Gelbscheibe ist unentbehrlich. Es versteht sich von selbst, daß die Gelbfilter beider Aufnahmeapparate gleich dicht, die Expositionsdauern gleich lang (vor dem Fluge verabredet) sein müssen; meistens zwischen  $\frac{1}{200}$  und  $\frac{1}{1000}$  Sekunde, möglichst mit größter Federspannung (Einstellung der Belichtungszeit mittelst Schlitzbreitenveränderung). Ebenso muß Sorgfalt auf gleich tiefes Entwickeln und Kopieren der Teilbilder verwendet werden. Allzugroße Brennweite ist wegen des kleineren Gesichtsfeldes nicht empfehlenswert. 30 bis 40 cm dürften der praktischste Brennweitenbereich sein.



Die geeignetste Plattengröße ist die normale von  $13 \times 18$  cm. Für die Standlinienmeßkammern genügt 15 cm Brennweite bei  $9 \times 12$  cm Plattengröße. Die gebräuchlichen 6plattigen Wechselkassetten eignen sich gut. Automatische Apparate, Reihenbildner u. dergl., wie sie für zusammenhängende Aufnahmen im Kriege ausgebildet wurden, sind weniger vorteilhaft, da eine jede Raumbildaufnahme individuell gemacht werden muß. Die übersichtliche Anordnung eines Suchers an der Kammer, oder im Falle des starren Einbaues am Flugzeug selbst, ist Grundbedingung für den Erfolg des Anvisierens. Besondere Zielfernrohre als Sucherinstrumente bieten keinen Vorteil.

Nicht ohne Bedeutung ist die Auswahl des Flugzeugtyps. Von der angenäherten Gleichheit der Flugleistungen und der Flugeigenschaften der zusammen arbeitenden Flugzeuge war bereits die Rede. Die verwendeten Flugzeuge selbst sollen steigefähig sein, um rasch auf die erforderliche Höhe kommen und auch erforderlichenfalls rasch die Höhe wechseln zu können. Wendigkeit ist notwendig, um die für günstig erkannten Standorte auch sofort und ohne Umwege aufsuchen zu können. Dagegen ist besonders große Fluggeschwindigkeit unerwünscht. Einmal wird durch die Erhöhung des Fahrtwindes das Photographieren erschwert, zweitens wird das richtige Erfassen des Expositionsmomentes unsicherer, damit schließlich auch die Standlinienfehler größer, ganz abgesehen von der größeren navigatorischen Schwierigkeit im Zusammenarbeiten. Guter freier Ausblick ist sehr erwünscht. Stabilität und Vibrationsfreiheit sind zu fordern. Ein Drosseln des Motors während der Expositionsdauer erhöht die Schärfe der Aufnahme, ist aber keineswegs erforderlich. Im übrigen sind die bekannten Erfahrungen der Geländeluftbildtechnik auch hier maßgebend.

Die Kosten der wolkenstereographischen Aufnahmen werden beim heutigen Stande der Technik und des Marktes wohl in erster Linie durch den Brennstoffverbrauch, in zweiter durch die Abnutzung bzw. die Amortisation der Flugzeuge, Motoren und Kammern, und endlich durch die Kosten des photographischen Verbrauchsmaterials bestimmt. Zweifellos wird es aber stets lohnend sein, von jedem Fluge eine möglichst große Anzahl von Doppelaufnahmen mit heimzubringen. Dagegen wird Wert darauf zu legen sein, daß die Flüge auf solche Tage und Tagesstunden beschränkt bleiben, an denen die Bewölkungs- und Beleuchtungsverhältnisse eine wirklich dankbare Bildausbeute versprechen.

Die Wolkenraumbildaufnahme kann sowohl vom zweisitzigen als vom einsitzigen Flugzeuge aus betrieben werden. Mehrsitzige Großflugzeuge bieten keine erkennbaren Vorteile. Am bequemsten arbeitet es sich im Zweisitzer. Der Beobachter bedient die Kammer und die Verständigungsmittel (Leuchtpistole oder funkentelegraphische Anlage). Der Beobachter des vorderen Flugzeugs dirigiert seinen Führer mit der Hand oder mittelst eines Richtungsweiseapparates. Einen solchen hat u. a. die Firma C. P. Goerz in brauchbarer Ausführung herausgebracht. Er besteht aus einem Sender, dessen Handgriff auf einen elektrischen Widerstand einwirkt, und einem Empfänger, den ein elektrisches Feinmeßgerät in Brückenschaltung darstellt. Ein bei Stromeinschaltung erscheinendes Signalkreuz benachrichtigt den Piloten von der Inbetriebnahme dieses Steuertelegraphen. Der Pilot des Begleitflugzeugs kann selbständig einigermaßen den beabsichtigten, vorher besprochenen relativen Standpunkt einhalten und allenfalls auf Weisung seines Beobachters den Abstand vom Führerflugzeug verringern oder vergrößern. Bei Verwendung einsitziger Flugzeuge ist starrer Kammereinbau Grundbedingung.



Dem Piloten obliegt dann sowohl die Steuerung des Flugzeuges, die Navigation, die Beobachtung, die Bedienung des Plattenwechsel-, des Expositions- und des Verschußspann-Mechanismusses, wie die Verständigung mit dem anderen Flugzeuge und endlich die Heimfindung, welche bei wolkigem Wetter und aufmerksamem Studium der aufzunehmenden Objekte nicht immer leicht ist. Für die funkentelegraphische Verständigung sind kleine, leichte, einfache Einsitzerstationen mit starrer Rahmenantenne bereits vorhanden. Jedenfalls erfordert diese Methode ein hervorragendes Verständnis der Aufgabe, große Übung und Geschicklichkeit der Besatzung. Aber vielleicht gerade deshalb, weil hier mit dem wissenschaftlichen Wert der herrlichste Naturgenuß und der sportliche Reiz sich verbindet, eröffnet sich in der Wolkenraumbildaufnahme ein dankbares Betätigungsfeld für den begeisterten Sportflieger.

### **Die Lufthülle der Erde.**

Von Studienassessor Julius Albrecht.

Bei der Betrachtung der atmosphärischen Hülle der Erde können wir dieselbe mit einem gewaltigen Ozean vergleichen, auf dessen Grunde wir leben. Dabei übertrifft dieses Luftmeer an Mächtigkeit die tiefsten Wassermeeere bei weitem, und nirgends erhebt sich eine feste Landmasse als Insel über seine Oberfläche. Zu einer gewissen Ohnmacht verdammt sitzen wir auf dem Grunde dieses gewaltigen Ozeans und blicken sehnsuchtsvoll hinauf in das Blau des Himmels. Erst die Luftschiffahrt hat in den letzten Jahrzehnten uns gestattet, einen etwas genaueren Einblick in die Struktur der unteren Luftschichten zu erlangen, und in der jüngsten Zeit sind auf Grund der kinetischen Gastheorie neue Ansichten über die Zusammensetzung der Atmosphäre in größeren Höhen entwickelt worden.

Für die Ermittlung der Höhe unserer Atmosphäre sind in erster Linie die Dämmerungserscheinungen von Wichtigkeit. Steht die Sonne noch unter dem Horizont, so sehen wir bereits die Luft von ihrem Lichte durchstrahlt. Bei dieser Erscheinung, die man als Dämmerung bezeichnet, lassen sich zwei sogenannte Dämmerungsbogen am Himmel unterscheiden. Dies ist erstens der sogenannte Hauptdämmerungsbogen, der einer durchstrahlten atmosphärischen Schicht von etwa 70 km Höhe, und darin zweitens das helle Segment, das einer Schicht von rund 11 km Höhe entspricht. Nach dem Verschwinden des Hauptdämmerungsbogens bleibt für den aufmerksamen Beobachter noch ein Bogen eines äußerst feinen, blauen Lichtes zu sehen, und die Berechnungen über dieses blaue Licht ergaben eine Schichthöhe von 200 km. Außerdem wird die Annahme dieser Höhe unserer Atmosphäre noch durch andere Erscheinungen bestätigt. So spielen sich die Leuchterscheinungen der Sternschnuppen in den Grenzen zwischen rund 200 und 80 km Höhe ab. Ebenso treten auch die Nordlichter in Höhen von 200 bis rund 60 km auf.

Während wir bei der Erforschung dieser höchsten Schichten auf die optischen Erscheinungen und Berechnungen angewiesen sind, ist der untere Teil der Atmosphäre durch Aufstiege von Ballons und Drachen der direkten Betrachtung zugänglich. Von besonderer Bedeutung sind die Berliner wissenschaftlichen Ballonfahrten, und hierbei erreichten Berson und Süring am 31. Juli 1901 die enorme Höhe von 10800 m, eine Leistung, die bis heute noch



unübertroffen dasteht. Im unbemannten Registrierballon sind schon Höhen bis 30 km und mit Drachenaufstiegen in Lindenberg auch schon Höhen von mehr als 8 und 9 km erreicht worden. So verfügen wir heute über ein ansehnliches aerologisches Material, und die mit unseren Hilfsmitteln erreichten Höhen genügen für unsere Wetterkunde vollkommen, denn es hat sich gezeigt, daß alle Vorgänge, die wir unter dem Begriff Wetter zusammenfassen, sich in einer Schicht von etwa 11 km Dicke abspielen. Diese Schicht, der Teisserenc de Bort den Namen Troposphäre gibt, wird von der Erdoberfläche aus erwärmt, und daher nimmt in dieser Schicht die Temperatur mit zunehmender Entfernung von der Erdoberfläche rasch ab, um an ihrer oberen Grenze etwa  $-55^{\circ}$  zu erreichen. Darüber hinaus findet dann wahrscheinlich noch eine weitere, ganz langsame Abnahme der Temperatur statt. Diese darüberliegende Schicht bezeichnet Teisserenc de Bort als Stratosphäre, da sich hier die einzelnen Gase ungestört durch vertikale Strömungen, ihrer Schwere entsprechend, übereinanderlagern, sodaß diese Sphäre also eine geschichtete Struktur besitzt. Wie aus den Beobachtungen der „Leuchtenden Nachtwolken“ hervorgeht, finden in dieser Höhe horizontale Bewegungen der Luftschichten statt, und zwar machen diese Schichten die Rotation der Erde nicht mehr ganz mit und bleiben hinter den unteren Schichten, die sich mit der Erde von Westen nach Osten drehen, zurück.

Bei der Untersuchung der Zusammensetzung der Atmosphäre ergibt sich, daß in den unteren Schichten, die unserer Beobachtung direkt zugänglich sind, keine wesentliche Änderung in der Zusammensetzung stattfindet. Hier besteht die Luft aus etwa 78% Stickstoff, 21% Sauerstoff und 1% Argon nebst Beimischungen von anderen Edelgasen und Kohlensäure.

Für die größeren Höhen können wir die Zusammensetzung der Atmosphäre mit Hilfe des Daltonschen Gesetzes und der barometrischen Höhenformel berechnen. Das Daltonsche Gesetz besagt folgendes: „Befinden sich mehrere Gase in einem und demselben Raume, so verhält sich jedes einzelne Gas so, als ob es allein in dem Raume vorhanden wäre. Der Gesamtdruck des Gasgemenges ist gleich der Summe der Partialdrucke der einzelnen Gase und diese Partialdrucke sind für die einzelnen Gase dieselben, als ob die Gase einzeln ganz allein den Raum erfüllten.“

Wenn wir uns nun denken, wir könnten aus unserer Atmosphäre in einer beliebigen Höhe einen Würfel herausschneiden und dann untersuchen, so finden wir, die Luft in dem Würfel steht unter dem Druck, der dem Luftdruck der Höhe entspricht, aus welcher wir den Luftwürfel herausgeschnitten haben, und jedes einzelne Gas beteiligt sich an diesem Luftdruck mit seinem Partialdruck. Dieser Anteil am Druck ist dem Anteil an der Zusammensetzung proportional, und wenn wir für eine gewisse Höhe die Drucke der einzelnen Bestandteile der Luft berechnen können, so können wir daraus in einfachster Weise die prozentuale Zusammensetzung der Luft ermitteln. Diese Bestimmung der Drucke ist mit Hilfe der barometrischen Höhenformel möglich, die ich hier in folgender Form schreiben möchte:

$$\log p_0 - \log p = \frac{h \cdot 0,43429}{RT}$$

Hierin bedeutet R eine für jedes Gas eigentümliche Konstante, T die absolute Temperatur, h die Höhe,  $p_0$  den Partialdruck des Gases an der Erdoberfläche



und  $p$  denselben Druck in der Höhe  $h$ . Hat man aus dieser Formel für eine gewisse Höhe  $h$  die Partialdrucke der einzelnen Bestandteile ermittelt, so braucht man sie nur zu addieren, um den Gesamtdruck in dieser Höhe zu erhalten. Indem man den Partialdruck eines Bestandteils durch den Gesamtdruck dividiert und den erhaltenen Quotienten mit 100 multipliziert, erhält man den Anteil dieses Bestandteiles ausgedrückt in Volumprozenten. Führt man diese Rechnung für die Gase Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Argon für verschiedene Höhen durch, so findet man, daß Sauerstoff und Argon nach oben hin beständig abnehmen und bei etwa 100 bzw. 30 km Höhe verschwinden. Der Stickstoffgehalt nimmt zunächst nach oben hin zu, um in einer Höhe von 40 bis 50 km sein Maximum zu erreichen. Bis in etwa 90 km Höhe nimmt dann dieses Gas schnell ab, um dem leichteren Wasserstoff Platz zu machen, der in etwa 70 bis 80 km Höhe zum vorherrschenden Bestandteil der Atmosphäre wird und sich bis etwa 200 km Höhe erstreckt.

Prof. A. Wegener nimmt noch ein leichteres Gas zu den Bestandteilen der Atmosphäre hinzu und bezeichnet es mit dem Namen Geocoronium. Dieses Gas ist vermutlich mit dem Coronium der Sonnenatmosphäre identisch, von dem Mendelejeff nach seinem periodischen System vermutet, daß es das Atomgewicht 0,4 besitzt. Da man aus dem Atomgewicht leicht die Gaskonstante  $R$  berechnen kann, so läßt sich auch für dieses Gas die Anteilnahme an der Zusammensetzung unserer Atmosphäre berechnen, und Wegener kommt zu den folgenden Ergebnissen<sup>1)</sup>:

#### Zusammensetzung der Atmosphäre

in 80 km Höhe:

Geocoronium 19%, Wasserstoff 55%, Helium 4%, Stickstoff 21%, Sauerstoff 1%;

in 100 km Höhe:

Geocoronium 29%, Wasserstoff 67%, Helium 4%;

in 200 km Höhe:

Geocoronium 50%, Wasserstoff 50%;

in 500 km Höhe:

Geocoronium 93%, Wasserstoff 7%.

Vergleichen wir nun diese Ergebnisse mit den am Anfange beschriebenen optischen Erscheinungen, so ergibt sich, daß der Hauptdämmerungsbogen der durchstrahlten Stickstoffsphäre und das helle Segment der Troposphäre entspricht. Das zuletzt noch sichtbare blaue Licht ist auf das Vorhandensein der Wasserstoffsphäre zurückzuführen. In dieser Sphäre werden auch die Sternschnuppen und Meteore<sup>2)</sup> sichtbar, während sie in der Geocoroniumsphäre noch zu wenig Widerstand finden um aufzuleuchten. Für das Vorhandensein der Geocoroniumsphäre spricht das Auftreten von besonderen Nordlichterscheinungen, den sogenannten homogenen Bogen, die Paulsen<sup>3)</sup> in Island beobachtet hat und deren Höhe er auf 400 bis 500 km berechnete.

Es sind aber nicht nur optische, sondern in letzter Zeit auch akustische Erscheinungen zum Studium der Struktur der Atmosphäre herangezogen worden.

1) A. Wegener, Thermodynamik der Atmosphäre. Leipzig 1911.

2) Vergl. Dr. Archenhold, Farbenwechsel großer Meteore. „Weltall“ Jg. 19, Heft 19/20.

3) Paulsen, Sur les récentes Théories de l'aurore polaire. Bull. de l'Académie des Sciences de Danemark 1906.



So hat man aus der Hörbarkeit großer Explosionen sowie des Kanonendonners gefunden, daß an der Grenze der Stickstoff- und Wasserstoffosphäre eine Zurückwerfung der Schallstrahlen stattfindet. Alle diese Erscheinungen scheinen also die Richtigkeit der angegebenen Ergebnisse der Berechnungen über die Zusammensetzung der Atmosphäre in größeren Höhen zu bestätigen.

## Vom positiven Kern der Atome.

Von Dr. Harry Schmidt.

Die physikalischen Forschungen des letzten Jahrzehnts haben in Bezug auf die Frage nach dem inneren Aufbau eines chemischen Atoms die erstaunlichsten Fortschritte gezeitigt. Dürften doch heutzutage kaum noch Zweifel daran geäußert werden, daß das gewaltige Bild, das die Astronomie uns aus dem Reich der Himmelskörper entworfen hat, in der Welt der Atome in unendlich verkleinertem Maßstab wiederkehrt. Genau wie in unserem Sonnensystem das glühende Zentralgestirn von der Schar seiner Planeten umkreist wird, ziehen im chemischen Atom die negativ elektrisch geladenen Elektronen ihre Bahnen um einen positiven Kern. Ja, es hat sogar den Anschein, als ob diese Ähnlichkeit mehr als eine lediglich äußere sei. Indem nämlich Professor Sommerfeld von der Münchener Universität die bekannten drei Gesetze, die Kepler für die Bewegung der Planeten vor nunmehr drei Jahrhunderten aufgefunden hat, bei den kreisenden Elektronen eines Wasserstoffatoms in Anwendung brachte, gelangte er auf rein theoretischem Wege zu Resultaten, die mit gut gesicherten experimentellen Erfahrungstatsachen in der besten Übereinstimmung stehen.

Erfolge dieser Art ermutigen naturgemäß zu immer weitergehender Arbeit. Und so schwillt seit einigen Jahren in ständig gesteigertem Maße die Literatur über den Elektronenkosmos im Atom. Nur von dem positiven Kern der Atome wurde bisher wenig gesprochen. Man begnügte sich zumeist mit der Bemerkung seines Vorhandenseins, wie dieses erstmals von Rutherford aus gewissen experimentellen Beobachtungen beim Durchgang radioaktiver Strahlungen durch Materie erschlossen worden war. Warum diese stiefmütterliche Behandlung jenes wichtigen Problems? Selbstverständlich hat sie ihre guten Gründe! Es fehlte bislang an sicheren Anhaltspunkten, die zur Prüfung theoretischer Folgerungen hätten dienen können. Sehr bald nämlich hatte man ermittelt, daß die große Mehrheit der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Atome lediglich bedingt wird durch die Zahl und die gegenseitige Anordnung der Elektronen, daß dagegen der Einfluß des Kerns — falls überhaupt vorhanden! — zum mindesten ein außerordentlich geringfügiger ist. Nur gewisse radioaktive Erscheinungen sowie alle diejenigen Eigenschaften des Atoms, die einzig und allein von seiner Masse abhängig sind, müssen in ihren Ursachen auf den Kern zurückgeführt werden. Beispielsweise also die Aussendung der sogenannten  $\alpha$ -Strahlen bei den Radioelementen; weiter das Atomgewicht, Diffusionserscheinungen und die Absorptionsfähigkeit für Kathodenstrahlung. Von alledem war nun wenig Bestimmtes zu sagen, was Fingerzeige für die Kernforschung hätte abgeben können. Das hat sich aber heute ein wenig geändert, dank unermüdlicher Studien mit den gewaltigen Mitteln, wie sie unseren modernen Forschungsinstituten zur Verfügung stehen. In den folgenden Zeilen soll versucht werden, dem Leser das wichtigste davon zum Verständnis zu bringen.



Zunächst freilich muß kurz die Rede von Dingen sein, deren Erkenntnis schon vor längeren Jahren erfolgte. Denken wir uns eine elektrische Ladung losgelöst von jeglicher Materie sich bewegen. Dann ist sie nach bekanntem Gesetz der Elektrodynamik von einem Magnetfeld umgeben, das ihr im Zustand der Ruhe fehlt. Da ein Magnetfeld aber stets Energie darstellt, muß zu dem Übergang aus der Ruhe in die Bewegung ein bestimmter Aufwand an Energie erforderlich sein, und die Durchführung einer einfachen rechnerischen Überlegung ergibt, daß derselbe dem Quadrat der zu erzeugenden Geschwindigkeit proportional sein muß. Genau das gleiche ist der Fall, wenn man eine ruhende Masse in Bewegung setzen will; oder mit anderen Worten: jede elektrische Ladung besitzt eine sogenannte scheinbare oder elektromagnetische Masse. Dieses Resultat legt den Gedanken nahe, unserem physikalischen Weltbild eine ungeheure Vereinfachung dadurch zu erteilen, daß wir den Begriff einer besonderen rein mechanischen Masse fallen lassen und künftig lediglich mit dem Begriff der elektromagnetischen Masse arbeiten. Damit wird uns die Materie zu einer bloßen Anordnung von positiver und negativer Elektrizität; auch ihre Masseneigenschaften wären durch rein elektrische Vorgänge zu erklären.

Von einschneidender Bedeutung für das Problem des Atomkerns ist die Erscheinung der Isotopie. Darunter ist das Folgende zu verstehen. Während man früher annahm, daß das Atomgewicht eines und desselben chemischen Elementes immer durchaus das gleiche ist, weiß man heute mit voller Gewißheit, daß davon keine Rede mehr sein kann. Vielmehr gibt es Elemente, die sich in der größten Mehrzahl ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften nicht im geringsten voneinander unterscheiden, die aber trotzdem ein beträchtlich verschiedenes Atomgewicht besitzen. Außerdem weichen sie in allen von der Masse abhängigen sowie den radioaktiven Eigenschaften voneinander ab, d. h. also gerade darin, was wir oben als Kerneigenschaften eines Atoms bereits charakterisiert hatten. Damit offenbart sich in der vollsten Klarheit die Tatsache, daß auch dem positiven Kern eines chemischen Atoms eine besondere Struktur zugeschrieben werden muß. Fragt sich nur welche.

Einen ersten Versuch in dieser Richtung hat Professor Haas in Leipzig unternommen. Er denkt sich die Zusammensetzung des Kerns in der nachstehend beschriebenen Weise. Nennen wir  $N$  das auf ganze Zahlen abgerundete Atomgewicht des betreffenden Elementes, so wird der Kern von  $N$  positiven Elektronen gebildet. Jedes einzelne dieser Elektronen hat eine elektromagnetische Masse 1, mithin ihre Gesamtheit  $N \times 1$  oder  $N$ , so daß also das Atomgewicht, entsprechend unseren obigen Ausführungen, rein elektromagnetisch erklärt wird. Naturgemäß würden diese Elektronen infolge der Abstoßungskräfte, die sie wegen ihrer gleichnamigen elektrischen Ladungen aufeinander ausüben müssen, sich schnell voneinander entfernen, wenn sie nicht durch eine Gegenwirkung zusammengehalten würden. Diese Gegenwirkung geht von einer negativ geladenen Kugel aus, in deren Innern sich die positiven Elektronen bewegen. Das Wechselspiel ihrer gegenseitigen Abstoßung einerseits und der Anziehung seitens der negativen Kugelladung andererseits zwingt die positiven Elektronen, innerhalb der negativen Kugel ganz bestimmte Gleichgewichtslagen einzunehmen. Selbstverständlich hebt die negative Kugelladung einen ganz bestimmten Teil der elektrischen Wirkung der positiven Elektronen nach außen hin auf; ihre Größe aber ist gerade so beschaffen, daß die positive Wirkung des gesamten Gebildes gleich der ganzen negativen Ladung ist, welche die kreisenden Außenelektronen mit sich



führen. Auf diese Weise muß jedes Atom im gewöhnlichen Zustand nach außen elektrisch neutral sein, da ja die Summe aller seiner negativen Ladungen genau gleich der Summe aller positiven Ladungen ist.

Um nun diese Haas'sche Vorstellung auf ihre Richtigkeit prüfen zu können, wird man zunächst versuchen, über die Anordnungen der positiven Elektronen im Innern der negativen Kugel etwas Näheres zu erfahren. Der Verfasser dieser Zeilen hat sich unlängst dieser Aufgabe unterzogen. Auf Grund theoretischer Überlegungen, deren genauere Wiedergabe hier unmöglich ist, gelang es ihm, den Nachweis zu erbringen, daß aus der großen Fülle der an sich möglichen Gruppierungen die Mehrzahl nicht in Betracht kommen kann. Sie würden nämlich instabile Anordnungen darstellen, die bei der allergeringsten Störung zu einem Atomzerfall führen müßten. Vielmehr erwiesen sich als stabil nur einige wenige Spezialfälle, und weitere Forschungen werden zu entscheiden haben, ob sie wirklich brauchbare Kernbilder für bestimmte Atome abzugeben imstande sind. Insbesondere scheint die verlockende Möglichkeit zu bestehen, die geringen Abweichungen der meisten Atomgewichte von der Ganzzahligkeit auf strenge Gesetzmäßigkeiten zurückzuführen, welche ihren letzten Grund in der elektrischen Natur der Materie haben. —

Ein gewaltiges Bild fürwahr, das die moderne Physik uns entrollt hat. Das Atom des Chemikers, jenes Nichts im All der Gestirne, als Sonnensystem in doppelter Hinsicht! Einmal der positive Kern als Sonne, die negativen Elektronen als treue Trabanten. Dann wieder der Kern selbst eine Welt, in der positive Elektronen festgefügte Wege wandern. Nach ewigen, ehernen Gesetzen hier wie dort — bei den Sternen und bei den Elektronen.

## Der gestirnte Himmel im Monat Februar 1920.

Von Dr. F. S. Archenhold.

### Untersuchungen über die Spektren der Sterne von großer und kleiner Eigenbewegung.

Die verschiedenen Bewegungen der Erde und der Sonne im Raume rufen scheinbare Ortsveränderungen der Sterne hervor, die von ihren wirklichen Bewegungen streng zu unterscheiden sind. Wir dürfen im allgemeinen annehmen, daß ein Stern, der weiter von uns entfernt ist, im Durchschnitt eine kleinere Eigenbewegung zeigt, selbst wenn sie in Wirklichkeit größer ist, als ein uns näher stehender Stern.

Solche Ueberlegungen haben Kapteyn veranlaßt, die Beantwortung der Frage nach der Absorption des Lichtes im Raume durch Vergleich der Intensität der verschiedenen Wellenlängen der Spektren von Sternen mit großer und kleiner Eigenbewegung vorzuschlagen. Adams hat nun den Versuch gemacht, diesen Vorschlag praktisch auszuführen (Astrophys. Journ. Bd. 39, S. 89). Es war bekannt, daß sich die Wirkung der allgemeinen Lichtabsorption im Raume am stärksten bei den kürzeren Wellenlängen bemerkbar macht. Wenn diese Anschauung richtig ist, so kann man annehmen, daß die Spektren der entfernteren Sterne — also solcher von kleiner Eigenbewegung — an ihren violetten Enden schneller abfallen als die der näherliegenden Sterne.

Es wurde bei den Vergleichsaufnahmen die Vorsicht gebraucht, die Spektren der beiden Sterne von verschiedener Eigenbewegung auf einer Platte zu photographieren, damit man unter den gleichen Bedingungen die beiden Spektren entwickeln konnte. Man ging so am besten den Schwierigkeiten aus dem Wege, die auftreten, wenn die aufgenommenen Spektren der Sterne unter verschiedenen äußeren Umständen entwickelt werden müssen.



Bei den Photographien, die wir in unserer Abb. 1 wiedergeben, wurde auf zweierlei Arten verfahren. Bei a und e sehen wir die beiden Sternspektrenpaare unmittelbar übereinander in der Mitte liegen, oberhalb und unterhalb von ihnen, um die Wellenlängen zu bestimmen, je ein Vergleichsspektrum. Die anderen drei Aufnahmen, b, c und d, zeigen das Spektrum des einen Sternes in der Mitte und zwei Spektren des anderen Sternes mit verschiedenen Expositionszeiten darüber und darunter. Der photographierte Teil der Spektren liegt zwischen  $\lambda$  4000 bis  $\lambda$  5000. Um das Abklingen der Spektren nach der violetten Seite zu besser sehen zu können, wurde bei den Aufnahmen Wert darauf gelegt, eine möglichst gleichmäßige Intensität der Abbildung an dem entgegengesetzten Ende des Spektrums zu erhalten.

Jedesmal ist der Stern, welcher an dem violetten Ende des Spektrums relativ schwach erscheint, der Stern mit geringerer Eigenbewegung. Bei a und e ist das obere Sternspektrum das des Sternes mit geringer Eigenbewegung. Bei d sehen wir auch ohne weiteres, daß der Stern in der Mitte mit der größten Absorption im violetten Teil der von geringer Eigenbewegung ist. Bei b und c ist das Umgekehrte der Fall; jedoch ist bei dem letzteren der Unterschied bedeutend größer.

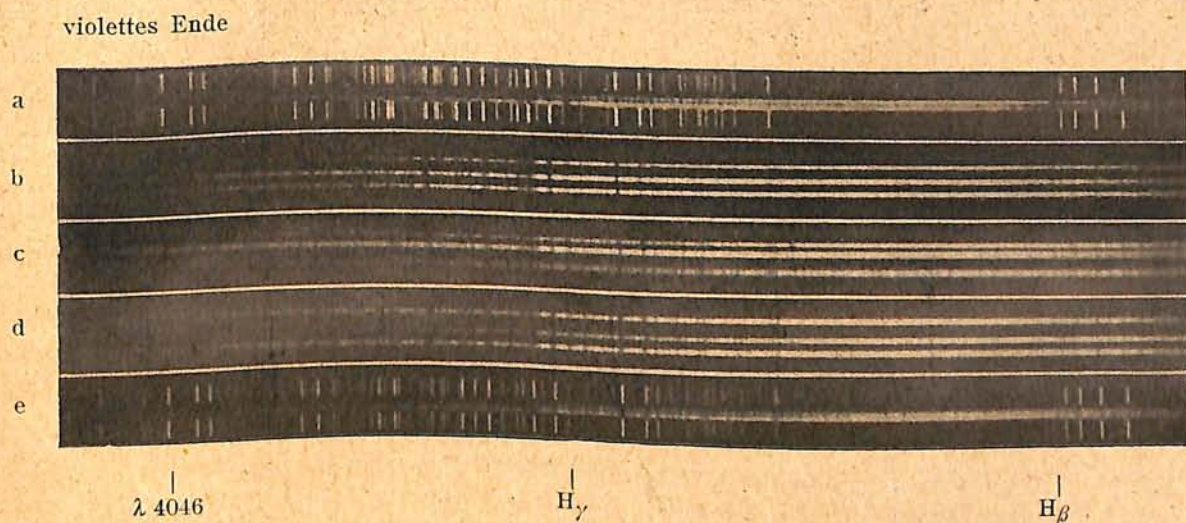


Abb. 1.

Vergleich der Intensitäten im violetten Teil des Spektrums von Sternen großer und kleiner Eigenbewegung.

Von 20 beobachteten Sternpaaren haben 14 im ganzen eine deutliche Verschiedenheit gezeigt. In keinem Falle war der entferntere Stern in dem violetten Teil des Spektrums relativ stärker, jedoch in einer beträchtlichen Mehrheit von Fällen schwächer.

Zwei Bedingungen müssen erfüllt werden, wenn solche Vergleiche Wert haben sollen: es müssen 1. die Spektraltypen der beiden Sterne identisch sein, und 2. die Aufnahmen der Sterne in ungefähr derselben Zenitentfernung und bei gleicher Helligkeit des Himmelsuntergrundes gemacht werden. Diese Vorsichtsmaßregel ist bei den Spektalaufnahmen, die wir oben wiedergegeben haben, erfüllt. Die verglichenen Sterne im Felde a gehören dem Spektraltyp F 7, im Felde b und c dem K 0, im Felde d dem K 4 und im Feld e G 5 an.

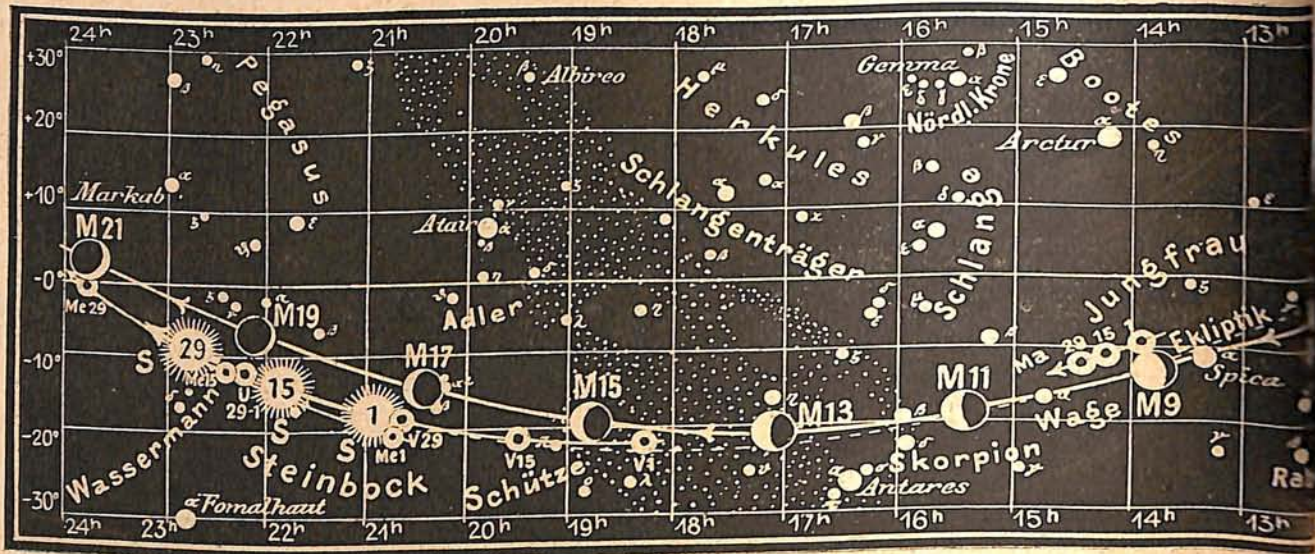
Eine Wiederholung dieser interessanten Vergleichsaufnahmen bei einer größeren Zahl von Sternen dürfte uns weiteren Aufschluß über die wichtige Frage nach dem Wesen der Absorption des Lichtes im Raume geben.

### Die Sterne.

Unsere Sternkarte gibt den Anblick des Sternenhimmels für den 1. Februar abends 10<sup>h</sup>, den 15. abends 9<sup>h</sup>, den 29. abends 8<sup>h</sup> usw. wieder. Der Meridian durchschneidet



Abb. 2b



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

um diese Zeit im Süden den großen Hund, geht dann am kleinen Hund vorbei zu den Zwillingen und durch den kleinen Bären und den Drachen hinunter zum Sternbild der Leier. Dem hellsten Stern des Himmels, dem Sirius, im Süden liegt um diese Zeit im Norden tief unten am Horizont die Wega grade gegenüber. Ihr Licht braucht etwa 40 Jahre, bevor es zu uns kommt. In gleicher Entfernung von uns steht der Polarstern und die Kapella. Der rötlich schimmernde Aldebaran im Stier ist noch 4 Lichtjahre weiter entfernt, wohingegen das Licht des Sirius nur 9 Jahre braucht, um uns zu erreichen. Die alten Ägypter erspähten mit großem Eifer die erste Sichtbarkeit dieses Gestirns morgens vor Sonnenaufgang, da sie nach viel hundertjährigen Erfahrungen hieraus die größte Höhe der Nilüberschwemmung erkannten.

Nur  $\frac{1}{2}$  Lichtjahr weiter als der Sirius steht der hellste Stern im kleinen Hunde, Prokyon, von uns. Regulus im Löwen, Mizar im großen Bären, Beteigeuze im Orion und Kastor in den Zwillingen sind schon über 110 Lichtjahre von uns entfernt. Die hellsten Sterne sind nicht immer die uns nächsten Gestirne. So sind Spika in der Jungfrau, Deneb und Albireo im Schwan über 500 Lichtjahre von uns entfernt. Von mehr als 100 Sternen liegen schon genaue Entfernungsbestimmungen vor. Die Entfernung der vielen Millionen von Sternen in der Milchstraße zählt nach tausenden von Lichtjahren. Da es auch neuerdings gelungen ist, Entfernungsbestimmungen einzelner Nebelwelten zu erhalten, so hellt sich für uns die Anordnung der Materie im Raume, der Bau des Weltalls, immer mehr auf.

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

Febr. 1.	1 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> nachm	Febr. 13.	12 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup> nachts	Febr. 21.	3 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup> nachm.
" 4.	10 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> vorm.	" 15.	9 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> abends	" 24.	12 <sup>h</sup> 2 <sup>m</sup> mittags
" 7.	7 <sup>h</sup> 8 <sup>m</sup> "	" 18.	6 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup> "	" 27.	8 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup> vorm.
" 10.	3 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup> morgens				

Nachstehende veränderliche Sterne langer Periode stehen im Februar im Maximum:







M o n d.

Febr.	Rektasz. h m	Deklin. o ' /	Febr.	Rektasz. h m	Deklin. o ' /	Febr.	Rektasz. h m	Deklin. o ' /	Febr.	Rektasz. h m	Deklin. o ' /
1	6 41,6	+19 20	9	13 46,7	-12 56	17	20 26,8	-14 10	25	3 23,5	+18 10
2	7 42,2	16 49	10	14 35,3	16 0	18	21 16,7	10 35	26	4 22,7	19 55
3	8 40,5	13 17	11	15 24,4	18 21	19	22 6,3	6 27	27	5 23,0	20 25
4	9 36,1	9 1	12	16 14,2	19 53	20	22 56,0	-1 55	28	6 23,4	19 37
5	10 29,1	+ 4 21	13	17 4,6	20 32	21	23 46,3	+ 2 46	29	7 22,7	+17 36
6	11 20,1	- 0 24	14	17 55,3	20 17	22	0 37,8	7 22			
7	12 9,6	4 59	15	18 46,1	19 6	23	1 31,0	11 39			
8	12 58,2	- 9 13	16	19 36,6	-17 3	24	2 26,1	+15 20			

Der Mond ist mit seinen Lichtgestalten von zwei zu zwei Tagen für die Mitternachtszeit in unsere Karten 2a und 2b eingetragen. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Vollmond: Febr. 4. 9<sup>3/4</sup><sup>h</sup> morgens                      Neumond: Febr. 19. 10<sup>1/2</sup><sup>h</sup> abends  
 Letztes Viertel: „ 11. 9<sup>3/4</sup><sup>h</sup> abends                      Erstes Viertel: „ 26. 12<sup>3/4</sup><sup>h</sup> nachts

Für Berlin findet die Bedeckung eines helleren Sternes durch den Mond statt:

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Winkel	Austritt M. E. Z.	Winkel	Bemerkungen
Febr. 15.	$\mu$ Sagittarii	3,9	18 <sup>h</sup> 8 <sup>m</sup> 59 <sup>s</sup>	-21° 4',9	6 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> ,5 morgens	134°	7 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> ,8 morgens	225°	Sonnenaufgang 7 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup>

Die Planeten.

*Merkur* (Feld 20<sup>3/4</sup><sup>h</sup> bis 23<sup>3/4</sup><sup>h</sup>) ist in den ersten drei Wochen wegen allzu großer Sonnennähe unsichtbar, wird aber in der letzten Woche bis zu 3/4 Stunden lang am Abendhimmel sichtbar.

*Venus* (Feld 18<sup>1/4</sup><sup>h</sup> bis 20<sup>3/4</sup><sup>h</sup>) ist zuerst noch 1<sup>3/4</sup> Stunden, zuletzt nur noch 1/2 Stunde lang am Morgenhimmel sichtbar. Ihr Durchmesser nimmt von 14",2 auf 12",4 ab.

*Mars* (Feld 14<sup>h</sup> bis 14<sup>1/2</sup><sup>h</sup>) ist zuerst 6<sup>1/2</sup> Stunden und zuletzt fast 7 Stunden lang sichtbar. Sein Durchmesser nimmt von 8",2 auf 10",5 zu und erreicht Ende April sein Maximum mit 16". Man darf gespannt sein, ob die von Slipher kurz vor Beginn des Weltkrieges unternommenen spektralanalytischen Untersuchungen der Marsatmosphäre bei der bevorstehenden Erdnähe eine Bestätigung erfahren werden. Er fand, daß durch Verbesserung des Spektralapparates des Lowell-Observatoriums eine verschiedene Stärke des Wasserdampfbandes  $\alpha$  in verschiedenen Breitengraden des Mars zu bemerken war. Die Aequatorgegend war verhältnismäßig arm an Feuchtigkeit, während in der Nähe der schmelzenden Eiskalotten eine Verstärkung der Feuchtigkeit um das Vierfache festzustellen war. Der Sauerstoffgehalt der Marsatmosphäre betrug nach den Beobachtungen Sliphers nur die Hälfte von dem der Erdhülle.

*Jupiter* (Feld 9<sup>h</sup>) tritt am 3. d. M. in Opposition mit der Sonne und ist während der ganzen Nacht im Februar sichtbar. Sein Aequatorialdurchmesser ist 45", sein Polardurchmesser nur 42" groß. Picard hat im Jahre 1673 zuerst die meßbare Abplattung von Jupiter bemerkt; es war dies überhaupt das erste Mal, daß bei einem Himmelskörper eine Abplattung festgestellt werden konnte. Die äußersten Schichten des Jupiters, die für uns das Bild seiner Oberfläche ausmachen, sind beständigem Gestaltswechsel ausgesetzt. Seine schnelle Achsendrehung verursacht schon in 2<sup>1/2</sup> Stunden eine Verschiebung der einzelnen Gebilde von der Mitte nach dem Rande hin, sodaß bei der zeichnerischen Wiedergabe derselben sehr schnell vorgegangen werden muß. Es kommt noch hinzu, daß am Rande die einzelnen Erscheinungen Verzerrungen und erhöhter Absorption ausgesetzt sind.

*Saturn* (Feld 10<sup>3/4</sup><sup>h</sup>) kommt am 28. Februar in Opposition mit der Sonne, ist aber schon von der Mitte des Monats an während der ganzen Nacht sichtbar. Seine Ober-







*Neptun* (Feld  $8\frac{3}{4}^h$ ) steht in unmittelbarer Nähe von Jupiter und ist sehr günstig während der ganzen Nacht zu beobachten. Zu Anfang des Monats steht er der Erde am nächsten; seine Entfernung beträgt alsdann 4332 Millionen km. Anfang August erreicht er seine Erdferne mit 4631 Millionen km. Seine Dichte beträgt nur den fünften Teil der Erddichte. Obgleich sein Durchmesser den der Erde um fast den  $4\frac{1}{2}$ -fachen Betrag übertrifft — er beträgt mehr als 55 000 km —, so erreicht sein scheinbarer Durchmesser von der Erde aus noch nicht einmal  $3''$ , sodaß es nur feinsten Beobachtungskunst möglich geworden ist, auf seiner Oberfläche Andeutungen von Streifen zu erkennen.

Bemerkenswerte Konstellationen:

- Februar 4.  $11^h$  morgens Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.  
" 5.  $9^h$  abends Merkur in oberer Konjunktion mit der Sonne.  
" 6.  $10^h$  morgens Saturn in Konjunktion mit dem Monde.  
" 10.  $11^h$  morgens Mars in Konjunktion mit dem Monde.  
" 16.  $1^h$  nachts Venus in Konjunktion mit dem Monde.  
" 20.  $3^h$  nachts Merkur in Konjunktion mit dem Monde.  
" 21.  $3^h$  nachmittags Uranus in Konjunktion mit der Sonne.

**Bücherschau.\*)**

**Pulfrich, C., Ueber Photogrammetrie aus Luftfahrzeugen und die ihr dienenden Instrumente.** Mit 16 Abbildungen im Text. Verlag von Gustav Fischer, Jena 1919.

Verfasser beschreibt die Instrumente des Zeißwerkes für die photogrammetrische Vermessung der Erdoberfläche vom Freiballon aus, also den sogen. Ballon-Phototheodolit und den von Koppe konstruierten sogen. Photo-Meßtisch, welcher jetzt Bildmeß-Theodolit genannt wird. Er geht näher auf das Fischersche Verfahren ein, welches sich durch größte Einfachheit auszeichnet und dem sogen. Pyramidenverfahren weit überlegen ist.

In einer anderen Schrift desselben Verlages behandelt

**Pulfrich, C., Stereoskopisches Sehen und Messen.** Mit 17 Figuren im Text und einem Literatur-Verzeichnis seit 1900.

In gedrängter Kürze und allgemein verständlicher Form gibt der Verfasser einen Überblick über die physiologisch-optischen Grundlagen des stereoskopischen Sehens und über das Wesen und die Entwicklung der stereoskopischen Beobachtungs- und Meßinstrumente. Das Literatur-Verzeichnis reicht von 1900 bis 1911, frühere derartige Arbeiten, und zwar die stereoskopischen Arbeiten des vorigen Jahrhunderts, enthält das Quellenwerk von M. von Rohr „Die binokularen Instrumente“, Berlin 1907.

Dr. Bl.

**Druckfehlerberichtigung.**

Im letzten Doppelheft 5/6 des „Weltall“ lese man auf S. 55 in der kleinen Mitteilung „Wasservorrat der Erde“ cbkm anstatt cbm.

**An unsere Leser!**

Infolge der ungeheuren Preissteigerungen für den Druck und die Beschaffung des Papiers unserer Zeitschrift „Das Weltall“ haben wir uns zu unserem Bedauern genötigt gesehen, den Bezugspreis auf 18 M., für das Ausland auf 30 M., zu erhöhen. Wir bitten unsere verehrten Leser, den Zeitverhältnissen Rechnung zu tragen und auch fernerhin dem „Weltall“ treu zu bleiben.

Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow.

\*) Alle wissenschaftlichen Werke, insbesondere die Schriften, die in unserer Bücherschau besprochen werden, sind bis zum 15. Februar auch von unserer Auskunfts- und Verkaufsstelle, Berlin W. 9, Potsdamer Straße 138a, zu beziehen.

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. Ableitung des dritten Keplerschen Gesetzes aus der Birotationstheorie. Von Hans Passarge, Königsberg i. Pr. . . . .	75	5. Kleine Mitteilungen: Ein Apparat zur Messung der atmosphärischen Sicht. — Ein neues optisches Pyrometer . . . . .	90
2. Physikalische Rundschau. Von Dr. Walter Block . . . . .	79	6. Bücherschau: Bücher der Naturwissenschaft. — Der „Naturforscher“. — Stefan Kaltenbrunner, Wetterregeln in alphabetischer Reihenfolge; „Tageskalender und Wetterkalender“. — F. Bolte, Die Nautik in elementarer Behandlung . . . . .	91
3. Das Milchstraßensystem. Von Dipl.-Ing. Gumal Knopp . . . . .	83		
4. Der gestirnte Himmel im Monat März 1920. (Das Wandern der Sterne.) Von Dr. F. S. Archenhold . . . . .	84		

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

## Ableitung des dritten Keplerschen Gesetzes aus der Birotationstheorie.

Von Hans Passarge, Königsberg i. Pr.

Das dritte Keplersche Gesetz, demzufolge sich die Quadrate der Umlaufzeiten je zweier Planeten zueinander verhalten wie die Kuben ihrer mittleren Entfernungen von der Sonne, ist ein Erfahrungsgesetz, an dessen allgemeingültiger Richtigkeit als Weltgesetz zwar keine Zweifel bestehen, dessen eigentlicher Ursprung aber bisher nicht bekannt ist. Hier soll ganz kurz der Nachweis erbracht werden, daß das dritte Keplersche Gesetz mit der Birotationstheorie in Übereinstimmung ist oder vielmehr aus dieser Theorie abgeleitet werden muß.

In der kleinen Abhandlung „Neue Beziehungen im System Erde-Mond“<sup>1)</sup>, die übrigens in einigen Punkten noch der Berichtigung bedarf, war einiges über die Bedeutung der Doppelsterne gesagt und ausgeführt worden, zu welchen Ergebnissen man gelangt, wenn man die Bewegung des Mondes um die Erde von dem Gesichtspunkt aus analysiert, daß man das System Erde-Mond als Doppelstern betrachtet und im Sinne der Birotationstheorie die Schwerkraft des Mondes aus seiner Bewegung ableitet. Es ergab sich dort die Relation

$$2\pi RV = G^3 Tt,$$

worin R den Abstand des Mondes vom Schwerpunkt des Systems,  $V = 1^3$  das Volumen des Mondes, G die auf die Sternzeit reduzierte Schwerebeschleunigung der Erde, T einen Sterntag in Sekunden und t eine synodische Lunation in mittleren Sonnentagen bedeutet. Das Hauptergebnis war die Bestätigung des aus der Birotationstheorie folgenden Satzes, wonach der Begriff einer unterschiedlichen Dichte für die Himmelskörper überhaupt hinfällig wird, vielmehr alle Himmelskörper von gleicher mittlerer Dichte sind wie die Erde. Dadurch bekommt aber auch der Begriff „Masse“ einen anderen Inhalt. Nur die Erstarrungsrinden entsprechen mit ihren Dichtigkeiten dem geläufigen Begriff Masse, d. h. dem mathematisch als Produkt von Volumen und Dichte bestimmten Begriff Masse, insofern, als die Ableitung der auf den ganzen Himmelskörper bezogenen, gemäß dem Newtonschen Gravitationsgesetz ermittelten Dichteverhältnisse für sie zutrifft. Hieran muß zum Verständnis des Folgenden erinnert werden.

Es liegt nämlich nahe, die in jener Abhandlung in Bezug auf das System Erde-Mond aufgestellten Betrachtungen zu verallgemeinern und zu untersuchen, zu welchen Ergebnissen es führt, wenn man das System Sonne-Erde als Grenzfall eines Doppelsterns auffaßt; als Grenzfall deshalb, weil der Abstand des Systemschwerpunktes vom Mittelpunkt der Sonne gegenüber dem Abstand der Erde vom Systemschwerpunkt verschwindend klein und die Komponente Erde gegenüber der Komponente Sonne von verschwindend kleinem

<sup>1)</sup> Weltall Jg. 1919, Heft 15/16.



Volumen ist. Es sei unter solcher Annahme  $\rho$  der Abstand des Systemschwerpunktes vom Mittelpunkt der Sonne,  $R$  der Abstand des Systemschwerpunktes von der Erde,  $t$  die Umlaufszeit der Erde in mittleren Sonnentagen,  $T$  die Anzahl Sekunden einer Erdumdrehung, d. h. eines mittleren Sonnentages,  $V = 1^3$  das Volumen der Sonne im Verhältnis zum Volumen der Erde,  $\mu$  die Masse der Erde und endlich  $\gamma$  die nach Strecke zunächst noch unbekannte Anziehungskraft der Sonne an ihrer Oberfläche, dann können wir entsprechend der Ableitung im System Erde-Mond für das System Sonne-Erde schreiben:

$$1) \gamma^3 = \frac{2\pi R\mu}{Tt}$$

$$2) \gamma^3 = \frac{2\pi \rho \cdot 1^3}{Tt}$$

In Gleichung 2) sind  $\rho$  und  $1^3$  von verschiedener Größenordnung, dagegen sind  $1^3$  und  $R$  von derselben Größenordnung. Multipliziert man beide Gleichungen miteinander, so erhält man:

$$\gamma^6 = \frac{4\pi^2 R^3 \rho \mu}{T^2 t^2}$$

Gibt man nun der gegen  $R$  verschwindend kleinen Strecke  $\rho$  den Wert 1 Meter, dann geht auch  $R$  in eine nach Metern zu bestimmende Strecke über und  $\gamma$  muß ebenfalls in Metern ausgedrückt, d. h. gleich der auf der Sonnenoberfläche wirkenden Schwerbeschleunigung gesetzt werden. Es ist also, wenn  $G$  diese Schwerbeschleunigung in Metern/sek.<sup>2</sup> ausdrückt:

$$3) G^6 = \frac{4\pi^2 R^3 \mu}{T^2 t^2}$$

Hieraus folgt unmittelbar:

$$\frac{R^3}{t^2} = \frac{G^6 T^2}{4\pi^2 \mu}$$

oder unter Vernachlässigung von  $\mu$  und wenn man zugleich auf die astronomische Einheit zurückgeht:

$$\frac{R^3}{t^2} = \text{constans.}$$

Nichts anderes aber sagt das dritte Keplersche Gesetz aus.

Aus Gleichung 3 ist die astronomische Einheit, d. h. die mittlere Entfernung Sonne-Erde

$$R = G^2 \sqrt[3]{\frac{T^2 t^2}{4\pi^2 \mu}}$$

oder in einfacherer Form, wenn man unter der Wurzel statt der Masse der Erde  $\mu$  im Nenner die Masse  $M$  der Sonne in den Zähler setzt und berücksichtigt, daß  $\frac{t^2}{4\pi^2}$  annähernd genau der reziproke Wert der Gaußschen Konstante  $k^2$  ist:

$$R = G^2 \sqrt[3]{\frac{T^2 M}{k^2}}$$

Von der Richtigkeit überzeugt man sich leicht durch Ausrechnung. Die Zahlenwerte sind:  $G = 271,4$  Meter,  $T = 86400$  Sekunden,  $t = 365,2563574$  mittlere Sonnentage,  $M = 329390$ ,  $k = 0,01720209 \dots$  Das Ergebnis der Ausrechnung ist  $R = 149191700$  Kilometer in bester Übereinstimmung mit der Berechnung der Sonnenentfernung aus der Parallaxe der Sonne und aus anderen Methoden.



Es gibt noch ein anderes Verfahren, um auf rein rechnerischem Wege den Wert der astronomischen Einheit zu ermitteln. Läßt man nämlich die Anziehung der Erde auf die Sonne außer Betracht, dann kann man die Gaußsche Konstante  $k$  gleich setzen der mittleren siderischen Bewegung der Erde. Dann ist  $\frac{k}{T}$  der von der Erde in einer Sekunde in der Bahn um die Sonne zurückgelegte Weg.

Nach der Birotations- und Doppelsterntheorie muß aber auch sein  $\gamma^3 = \frac{k}{T}$  wenn  $\gamma$  die Beschleunigung bedeutet, die einem Körper in der Entfernung 1 durch die Anziehung der Sonne erteilt wird. Der Wert der Beschleunigung, die die Erde in einer Sekunde von der Sonne erfährt, ist aber  $\frac{k^2}{T^2}$ ; wir dürfen also schreiben

$$\left(\frac{k^2}{T^2}\right)^3 R^3 = \frac{k}{T}$$

und hieraus ist

$$R = \sqrt[3]{\frac{T^5}{k^5}}$$

Die Ausrechnung ergibt einen etwas geringeren Wert für die astronomische Einheit, nämlich  $R = 147\,306\,000$  Kilometer, der aber wahrscheinlich der richtige ist, weil nur zwei ganz genau bekannte Werte in die Rechnung eingehen, während man sonst der Kenntnis des Sonnendurchmessers bedarf, der nicht mit Sicherheit zu bestimmen ist.

Durch Kombination beider Formeln für  $R$  mit dem mathematischen Ausdruck des Newtonschen Gravitationsgesetzes ergeben sich weiter folgende Relationen für astronomische Konstanten:

Radius der Sonne

$$r = \sqrt{\frac{T^3}{k^3 G}}$$

wenn  $T$  und  $k$ , wie oben angegeben, und  $G$  die Schwerkraft der Sonne bedeutet.

Radius der Erde

$$r = \gamma^3 \sqrt{g^5}$$

wenn  $\gamma$  die Schwerkraft der Sonne im Verhältnis zur Schwerkraft der Erde und  $g$  die Schwerkraft der Erde ist.

Masse der Sonne

$$M = \frac{r^2}{G^5}$$

wenn  $r$  der Radius und  $G$  die Schwerkraft der Sonne ist.

Die gewöhnliche Theorie der Zentralbewegung, die sonst mit der Analyse der Keplerschen Gesetze eng verbunden wird, fällt bei unserer Betrachtungsweise vollkommen aus. Mit gutem Grund, denn so Bedeutendes diese Theorie für die Entwicklung unserer Erkenntnis geleistet hat, so ist sie doch nicht frei von schweren Widersprüchen und logischen Unvollkommenheiten in ihren Grundannahmen. Diese Widersprüche und Unvollkommenheiten laufen alle auf die durchaus unzulängliche Definition des Begriffs „Masse“ hinaus. Sie im einzelnen hier offen zu legen, würde zu weit führen. Statt dessen berufen wir uns lieber auf ein so vollwertiges Zeugnis wie das von Heinrich Hertz, der in seinen „Prinzipien der Mechanik“<sup>1)</sup> sagt:

<sup>1)</sup> Heinrich Hertz, Die Prinzipien der Mechanik in neuem Zusammenhange dargestellt. Leipzig 1894, S. 6 f.



In jedem Falle muß es billig gleich im Anfang Wunder nehmen, wie leicht es ist, Betrachtungen an die Grundgesetze anzuknüpfen, welche sich ganz in der üblichen Redeweise der Mechanik bewegen und welche doch das klare Denken unzweifelhaft in Verlegenheit setzen. Versuchen wir dies zunächst an einem Beispiel zu zeigen. Wir schwingen einen Stein an einer Schnur im Kreise herum; wir üben dabei bewußtermaßen eine Kraft auf den Stein aus; diese Kraft lenkt den Stein beständig von der geraden Bahn ab, und wenn wir diese Kraft, die Masse des Steines und die Länge der Schnur verändern, so finden wir, daß die Bewegung des Steines in der Tat stets in Übereinstimmung mit dem zweiten Newtonschen Gesetz erfolgt. Nun aber verlangt das dritte Gesetz eine Gegenkraft zu der Kraft, welche von unserer Hand auf den Stein ausgeübt wird. Auf die Frage nach dieser Gegenkraft lautet die jedem geläufige Antwort: es wirke der Stein auf die Hand infolge der Schwungkraft zurück, und diese Schwungkraft sei der von uns ausgeübten Kraft in der Tat genau entgegengesetzt gleich. Ist nun diese Ausdrucksweise zulässig? Ist das, was wir jetzt Schwungkraft oder Zentrifugalkraft nennen, etwas anderes als die Trägheit des Steines? Dürfen wir, ohne die Klarheit unserer Vorstellungen zu zerstören, die Wirkung der Trägheit doppelt in Rechnung stellen, nämlich einmal als Masse, zweitens als Kraft? In unseren Bewegungsgesetzen war die Kraft die vor der Bewegung vorhandene Ursache der Bewegung. Dürfen wir, ohne unsere Begriffe zu verwirren, jetzt auf einmal von Kräften reden, welche erst durch die Bewegung entstehen, welche eine Folge der Bewegung sind? Dürfen wir uns den Anschein geben, als hätten wir über diese neue Art von Kräften in unseren Gesetzen schon etwas ausgesagt, als könnten wir ihnen mit dem Namen „Kraft“ auch die Eigenschaften der Kräfte verleihen? Alle diese Fragen sind offenbar zu verneinen, es bleibt uns nichts übrig als zu erläutern: Die Bezeichnung der Schwungkraft als eine Kraft sei eine uneigentliche, ihr Name sei wie der Name der lebendigen Kraft als eine historische Überlieferung hinzunehmen und die Beibehaltung dieses Namens sei aus Nützlichkeitsgründen mehr zu entschuldigen als zu rechtfertigen. Aber wo bleiben alsdann die Ansprüche des dritten Gesetzes, welches eine Kraft erfordert, die der tote Stein auf die Hand ausübt und welches durch eine wirkliche Kraft, nicht durch einen bloßen Namen, befriedigt sein will?

Und etwas weiter unten:

Ich meine, Newton selbst müsse diese Verlegenheit empfunden haben, wenn er die Masse etwas gewalttätig definiert als Produkt aus Volumen und Dichtigkeit. Ich meine, die Herren Thomson und Tait müssen ihm nachempfunden haben, wenn sie anmerken, dies sei eigentlich mehr eine Definition der Dichtigkeit als der Masse, und sich gleichwohl mit derselben als einzigen Definition der Masse begnügen. Auch Lagrange, denke ich, müsse jene Verlegenheit und den Wunsch, um jeden Preis vorwärts zu kommen, verspürt haben, als er seine Mechanik kurzerhand mit der Erklärung einleitete, eine Kraft sei eine Ursache, welche einem Körper eine Bewegung erteilt „oder zu erteilen strebt“; gewiß nicht ohne die logische Härte einer solchen Überbestimmung zu empfinden.



## Physikalische Rundschau.

Von Dr. Walter Block.

### Die Temperaturskala.

Alle Maßeinheiten beruhen auf willkürlichen Festsetzungen. Auch die Temperaturskala macht davon keine Ausnahme. Allgemein setzt man die Temperatur des schmelzenden Eises zu  $0^{\circ}$  an, die des siedenden Wassers (mit einigen wichtigen Zusatzfestsetzungen, z. B. bei einem Druck von 760 mm, usw.) zu  $100^{\circ}$ , und den Abstand dieser zwei festen Punkte teilt man in 100 gleiche Teile und bezeichnet jeden Teil als einen Grad. Wohlgedenkt in gleiche Teile; denn wenn man sich z. B. ein Quecksilberthermometer herstellt mit einer streng zylindrischen Kapillare, auf ihm die Punkte  $0^{\circ}$  und  $100^{\circ}$  markiert und ihren Abstand in 100 genau gleiche Teile teilt, so fallen diese Teile anders aus, wenn man ein gleichartiges Thermometer mit Alkohol statt Quecksilber herstellt usw. Die genauere experimentelle Untersuchung lehrt, daß alle solche Flüssigkeitsthermometer sich voneinander unterscheiden, daß man aber dann ganz wesentlich bessere Übereinstimmung erzielt, wenn man die Flüssigkeiten durch Gase ersetzt; praktisch verwirklicht man das so, daß man z. B. einen Glasballon in ein Rohr auslaufen läßt, den Ballon mit dem betreffenden Gas und das Rohr mit Quecksilber füllt. Je nach dem Druck des eingeschlossenen Gases, d. h. je nach seiner Temperatur, wird sich die Säule verschieden einstellen und so einen Schluß auf die Temperatur zulassen. Man bezeichnet diese Einrichtung als Gasthermometer.

Auch hierbei zeigt es sich, daß die einzelnen Gase sich noch nicht ganz gleichartig verhalten. Es wurde festgestellt, daß nur solche in Frage kommen, die elementaren Charakter haben, also Kohlensäure nicht, und daß diejenigen am günstigsten sind, deren Verflüssigung am schwierigsten ist. Man einigte sich auf Wasserstoff. Ob, falls eine solche Wahl nochmals in Frage käme — sie liegt bereits einige Jahrzehnte zurück — dieses nochmals ausgewählt wird, erscheint fraglich. So wurde bis vor kurzem das Gasthermometer mit Wasserstofffüllung mit einigen Nebenbedingungen als Normal der Temperaturskala angesehen.

Die ideale Temperaturskala wird durch ein ideales Gas dargestellt, das nicht zu verflüssigen ist, das den einfachen Gasgesetzen, dem Boyle-Mariotteschen (der Druck des Gases ändert sich bei konstanter Temperatur genau umgekehrt proportional seinem Volumen) und dem Gay Lussacschen Gesetz (die Temperaturendeckung ist unabhängig von der Höhe der Temperatur), folgt, dessen Moleküle keinen Raum beanspruchen usw. Ein solches Gas bezeichnet man als ein ideales Gas. Wasserstoff kommt ihm sehr nahe, ebenso Helium, Sauerstoff, Stickstoff und demnach auch Luft; es besteht nun die Möglichkeit, aus Versuchen ganz anderer Art, die im wesentlichen auf theoretischen Überlegungen beruhen, festzustellen, welche Abweichungen die einzelnen Gase von dem idealen Gase aufweisen. Man führt dies meistens nach dem alten von William Thomson und Joule herrührenden Verfahren aus: Strömt ein ideales Gas in ein vollkommenes Vakuum aus, so darf es dabei seine Temperatur nicht ändern. Die tatsächlich vorhandenen Temperaturänderungen mißt man und kann daraus die Abweichungen des betreffenden Gases von einem idealen Gase berechnen. Nahezu alle Gase kühlen sich dabei ab, nur Wasserstoff macht eine Ausnahme, indem er sich erwärmt. Aus den so beobachteten Ab-



weichungen des Gases von einem vollkommenen Zustand kann man weiterhin berechnen, wie die Angaben eines Gasthermometers, das mit diesem Gase gefüllt ist, von denen eines Thermometers mit einem vollkommenen Gase abweichen würden. Die Temperaturskala eines Gasthermometers mit einem vollkommenen Gase bezeichnet man als thermodynamische Skala. Diese Skala ist jetzt die gebräuchliche. Sie weicht im übrigen von der Skala des Wasserstoffthermometers nur so wenig ab, daß man diese Unterschiede praktisch fast stets vernachlässigen kann, wenigstens soweit die üblichen Temperaturen in Frage kommen.

Diese gasthermometrische Temperaturskala, von der im übrigen noch erwähnt sein mag, daß sie praktisch identisch mit der Celsiusskala ist, ist nun nicht immer einfach anwendbar. Abgesehen davon, daß eine Temperaturmessung mit dem Gasthermometer sehr umständlich und schwierig ist, versagt es bei höheren Temperaturen, da die Gefäßwände leiden oder die heißen Gase durch sie leicht hindurchdiffundieren. Auch bei niedrigen Temperaturen entstehen Schwierigkeiten, da die Füllgase des Thermometers sich dann allzu sehr ihrem Verflüssigungspunkt nähern und, je näher sie ihm kommen, um so mehr von dem idealen Gasgesetz abweichen. Für das praktische Arbeiten geht man dann so vor, daß man ein für alle Mal eine größere Anzahl fester Temperaturpunkte gasthermometrisch festlegt und mit Hilfe dieser andere Thermometer ganz anderer Art eicht. Als solche Punkte gelten z. B. die Schmelzpunkte von Quecksilber ( $-38,89^{\circ}$ ), Zinn ( $+231,84^{\circ}$ ), Kadmium ( $+320,9^{\circ}$ ), Zink ( $+419,4^{\circ}$ ), Schwefel, der sehr genau untersucht ist ( $+444,55^{\circ}$ ), und ähnlich die Siedepunkte von flüssiger Kohlensäure ( $-78,5^{\circ}$ ), flüssigem Sauerstoff ( $-183,0^{\circ}$ ) usw.

In welcher Weise nun praktisch bei Temperaturmessungen vorgegangen wird, soll später einmal beschrieben werden.

#### Kapillare Kräfte an Flüssigkeitsoberflächen.

Daß die Erscheinungen der Kapillarität mit nicht ganz unbedeutenden Kräften verbunden sind, ist ja daher hinlänglich bekannt, daß in engen Röhren Flüssigkeiten recht hoch steigen können. Im nachfolgenden soll ein ganz einfacher, ziemlich unbekannter Versuch beschrieben werden, der das ebenfalls deutlich zeigt; er lehrt auch gleich noch etwas anderes.

Man nehme ein möglichst dünnwandiges Glasröhrchen von etwa 2—3 mm Dicke, das man an einem Ende zuschmilzt. Durch Hineinwerfen von einigen Schrotkörnchen oder dergl. gleicht man das Gewicht des Röhrchens so ab, daß es in Wasser halb eingetaucht senkrecht schwimmt. Man kann es dann der Sicherheit wegen oben auch noch zuschmelzen. Man säubert nun das Röhrchen sehr gründlich von jeder Spur von Fett, am besten mit etwas Spiritus, und senkt es in Wasser mit ganz reiner Oberfläche. Dabei kann man nun sofort feststellen, daß es äußerst schwierig ist, eine wirklich reine Wasseroberfläche herzustellen, rein insofern, als sie keine Spur von Fett, Öl oder dergl. enthalten soll. Alle zu dem Versuch benutzten Gefäße müssen peinlich sauber sein, und man erhält eine genügend reine Oberfläche auf die Methode, daß man aus einem zweiten, ebenfalls peinlich sauberen Gefäß dauernd Wasser langsam nachgießt, so daß es einige Zeit über den Rand des Gefäßes überfließt. Man erkennt, daß die Oberfläche ganz rein ist, daß das Stäbchen, das man zweckmäßig an der Eintauchstelle mit ein wenig Spiritus anfeuchtet, möglichst tief eintaucht. Man bringt, um das gut beobachten zu können, in seinem Innern



eine Skala auf Papier an. Reines Wasser hat nämlich von den üblichen Flüssigkeiten die höchste Kapillarkonstante, die die Höhe des an dem Stäbchen sich bildenden Flüssigkeitswulstes bestimmt, und dieser an dem Stäbchen hängende Wulst wirkt gewissermaßen wie ein an ihm hängendes Gewicht, das es nach unten zieht.

Man kann so also ziemlich einfach feststellen, daß man eine reine Wasseroberfläche vor sich hat. Verunreinigt man nun diese mit etwas Öl, so wird man sehen, wie das Stäbchen sprungartig um mehrere Millimeter emporschießt. Die Höhe dieser Einstellungsänderung läßt sich berechnen. Sie ist gleich dem vierfachen Unterschied der Kapillarkonstante, dividiert durch den Durchmesser des Stäbchens. Die Kapillarkonstanten des Wassers und Öls sind etwa 7,5 und 4,0, man erhält also bei einem Stäbchendurchmesser von 3 mm eine Einstellungsänderung von  $\frac{4 \times 3,5}{3} = 4,7$  mm. Das beweist gleichzeitig, daß die Oberfläche der Flüssigkeit als eine Öloberfläche anzusehen ist. Es ist sehr interessant festzustellen, wie geringe Ölmengen schon genügen, um den Effekt hervorzurufen. Ein feiner Draht, in Öl getaucht und zwischen den Fingern kräftig durchgezogen, um alles Öl abzustreifen, besitzt noch genügend Öl, so daß ein Berühren der Wasserfläche mit seiner Spitze genügt, um die Einstellungsänderung in einem Glase von etwa 10 cm Durchmesser hervorzurufen. Man kann auch feststellen, daß ein nochmaliges Berühren der Oberfläche mit dem Draht nichts mehr daran ändert.

Man sieht aus dem Versuch, daß eine winzige Ölmenge genügt, um über eine Wasseroberfläche eine Haut zu ziehen, die dem Wasser die kapillaren Eigenschaften von Öl gibt. Es ist nun nicht ohne Interesse, festzustellen, wie dick eine solche Ölschicht ist. Man löst zu diesem Zweck eine sehr geringe, gewogene Menge Öl in einer großen Menge Benzol auf. Man kann dann das durchschnittliche Gewicht eines Tropfens dieser Öllösung feststellen und weiß gleichzeitig, wieviel Öl in einem Tropfen enthalten ist. Läßt man einen Tropfen auf die völlig reine Wasseroberfläche fallen, so verdunstet das Benzol, und das Öl allein bleibt zurück und überzieht die Wasserfläche. Aus deren Größe kann man dann wiederum die Dicke der Ölschicht berechnen. Man liest nun, nachdem man immer von neuem einen Tropfen herauffallen läßt, die Einstellungsänderung des Stäbchens ab und weiß dann, wenn ein neuer Tropfen seine Einstellung nicht mehr ändert, daß man die Grenzschicht der Dicke erreicht hat, die der Wasseroberfläche die Eigenschaft von Öl gibt. Es hat sich herausgestellt, daß diese Schichtdicke in der Gegend von einigen Millionstel Millimeter liegt. Es ist möglich, Schichten von merkbarer kapillarer Wirkung herzustellen, die etwa ein halbes Millionstel Millimeter dick sind.

Es soll nun noch kurz gezeigt werden, welche Ölmengen erforderlich sind, um solche Schichten zu erzeugen. Ein Glas von 10 cm Durchmesser hat ganz roh gerechnet eine Oberfläche von  $30 \text{ qcm} = 3000 \text{ qmm}$ . Um diese Fläche mit einer Ölschicht von 1 Millionstel Millimeter zu überdecken, bedarf man  $0,003 \text{ cbmm}$  Öl, d. h.  $0,003 \text{ mg}$ , einer Größe, die die feinsten Wagen kaum noch abzuwiegen gestatten, abgesehen von den sogenannten Mikrowagen. Das Gewicht eines Tropfens Flüssigkeit kann man ganz rund zu  $50 \text{ mg}$  ansetzen. Will man also durch einen Tropfen einer Benzol-Öl-Lösung auf jenem Gefäß eine Ölschicht jener Dicke erzeugen, so muß man eine Lösung verwenden, die in  $50 \text{ mg}$   $0,003 \text{ mg}$  Öl enthält, d. h. in einem Liter etwa  $60 \text{ mg}$ , also etwas mehr als



einen Tropfen Öl. Ein Tropfen Öl, d. h. also etwa 50 mg Öl, genügt, um auf einer Oberfläche von 50 qm jene Schichtdicke hervorzurufen, d. h. z. B. auf einem Quadrat von über 7 m Seitenlänge oder auf einem Kreis von nahezu 8 m Durchmesser.

#### Die Zusammensetzung der Luft.

Man lernt immer, daß die Lufthülle der Erde aus etwa einem Viertel Sauerstoff, drei Vierteln Stickstoff und daneben noch Spuren anderer Gase zusammengesetzt ist, von denen das wichtigste Kohlensäure ist. Jedes Physik- oder Chemiebuch gibt die genauen Zahlen der Zusammensetzung an und berichtet auch darüber, daß der Stickstoff der Luft nicht eigentlich als Stickstoff bezeichnet werden kann, daß er vielmehr wohl zum weitaus größten Teile aus Stickstoff besteht, daneben aber noch eine große Menge anderer, chemisch ihm sehr nahestehender Gase enthält, z. B. Argon und andere.

Abgesehen von dem etwas wechselnden Gehalt an Kohlensäure, der durch industrielle Anlagen und auch durch den Pflanzenwuchs merklich beeinflußt wird und der sich auch verhältnismäßig leicht bestimmen läßt, gilt die Luft als ein völlig einheitlicher Körper, dessen Zusammensetzung überall genau die gleiche ist, wenigstens in den unteren Schichten der Atmosphäre. Daß es in größeren Höhen anders ist, ist wohlbekannt.

Nun sind neuerdings eine große Menge Messungen über das Gewicht der Luft angestellt worden, und diese Versuche haben das Ergebnis gehabt, daß die Zusammensetzung der Luft, immer von der Kohlensäure abgesehen, durchaus nicht überall und zu allen Zeiten gleich ist. Zwei Orte, die nahe zusammen liegen, können merklich verschiedene Luftgewichte haben, und der gleiche Ort zu verschiedenen Zeiten ebenfalls merklich wechselnde. Auch an der gleichen Stelle, aber in verschiedenen Höhen, kann das Luftgewicht ebensogut genau gleich wie ein wenig verschieden sein. Man nimmt jetzt an, daß ein Liter trockener Luft, die völlig frei von Kohlensäure ist, im Durchschnitt bei einer Temperatur von 0° und einem Barometerstand von 760 mm 1,29285 g wiegt. Der normale Kohlensäuregehalt erhöht dieses Gewicht um rund 0,27 mg, die stets vorhandene Feuchtigkeit setzt es etwas herunter. Die bisher an verschiedenen Stellen und zu verschiedenen Zeiten bestimmten Luftgewichte lehren, daß dieser Wert um einige Zehntel eines Milligramms schwanken kann.

Dieses Ergebnis scheint reichlich belanglos zu sein. Indessen ist es in einem besonderen Falle recht wichtig, nämlich dann, wenn es sich um feinste Wägungen handelt. Es ist ja bekannt, daß das Kilogramm durch ein Gewichtsstück aus Platiniridium dargestellt wird. Für den praktischen Gebrauch, auch bei den feinsten Wägungen, verwendet man aber fast niemals Gewichte aus diesem teuren Stoffe, sondern aus dem ja viel billigeren Messing, das bei Vergoldung oder Vernickelung ihm an Zuverlässigkeit nicht nachsteht, ihn anscheinend sogar noch übertrifft. Man weiß nun auch, daß bei feinen Wägungen stets der wechselnde Einfluß des Luftauftriebs auf die Gewichtsstücke in Rechnung gesetzt werden muß. Der Luftauftrieb wechselt, da das Gewicht der Luft stark von der zufälligen Temperatur und dem Barometerstand abhängig ist. Vergleicht man zwei Kilogramme aus Messing miteinander, so weiß man, daß beide nahezu das gleiche Volumen haben müssen. Der Luftauftrieb wird auf beide fast völlig gleich wirken, unabhängig davon, welches der zufällige Wert des Luftgewichts ist. Ist das Messing des einen Gewichtes stark gepreßt und deswegen dichter als das des andern, so wird zwischen beiden



eine kleine Volumendifferenz bestehen und demnach der Luftauftrieb auf beide nicht ganz gleich sein, aber eine schon angenäherte Kenntnis des Luftgewichts genügt, um diesen Unterschied mit ausreichender Sicherheit zu berechnen.

Nun soll man aber ein Platin-Kilogramm mit einem Messing-Kilogramm vergleichen. Platin hat die Dichte 22, Messing 8,5. Also hat jenes Kilogramm einen Raumgehalt von  $\frac{1000}{22}$  ccm, dieses von  $\frac{1000}{8,5}$  ccm, d. h. etwa 45 ccm bzw. 118 ccm. Dieser Unterschied von 73 ccm ist nun sehr wichtig. Führen wir z. B. die Wägung bei genau 0° und 760 mm Druck aus, so ist oben gesagt, daß das Luftgewicht überhaupt schon um einige Zehntel Milligramm, für ein Liter gerechnet, unsicher ist, etwa um 0,3 mg für das Liter und 0,0003 mg für das Kubikzentimeter. Diese Unsicherheit macht dann also im vorliegenden Falle eine Unsicherheit der Wägung von  $73 \cdot 0,0003 \text{ mg} = 0,02 \text{ mg}$  aus. Aus anderweitigen praktischen Erfahrungen weiß man nun, daß gewisse Fehler in der Bestimmung der Lufttemperatur und des Luftdrucks, Unsicherheiten in der Bestimmung des Feuchtigkeitsgehalts und in der Annahme über den Kohlensäuregehalt vorhanden sind, was alles insgesamt zur Folge hat, daß jener Wert von 0,0003 mg stets größer ausfällt. Das hat also zur Folge, daß man überhaupt nicht in der Lage ist, eine solche Gewichtsvergleiche genauer als auf etwa 0,05 mg auszuführen, während man tatsächlich in der Lage ist, zwei Platin- oder zwei Messing-Kilogramme untereinander, d. h. zwei Gewichte etwa gleichen Raumgehalts auf einige Tausendstel Milligramm miteinander zu vergleichen.

Man könnte nun theoretisch wohl so verfahren, daß man bei jeder derartigen Wägung das wahre Luftgewicht gesondert bestimmt. Praktisch ist das leider undurchführbar, da die Bestimmung des Luftgewichts mit großer Genauigkeit äußerst schwierig ist.

## Das Milchstraßensystem.

Von Dipl.-Ing. Gumal Knopp.

Die moderne Astronomie neigt wohl fast überall der Ansicht des holländischen Astronomen Easton zu, daß unsere Milchstraße — oder richtiger unser Milchstraßensystem — als Spiralnebel anzusprechen ist. Auch Prof. Bohlin definiert sie als einen Spiralnebel, genauer als einen Ringnebel, der aus einem planetarisch-ellipsoidischen Nebel dadurch entstanden ist, daß gasförmige Materie von dessen Polen zum Äquator niedergetrieben wurde.

Die sogenannten Spiralnebel — fast die meisten Nebel lösen sich in solche auf — besitzen fast ausschließlich ein kontinuierliches Spektrum, ein Zeichen, daß das Licht, welches von ihnen zu uns gelangt, von keinen Gasnebeln bzw. Nebelmassen, sondern vorwiegend von Sternen kommt, und werden daher als analoge ferne Milchstraßensysteme aufgefaßt. Besonders unterstützt wird diese Anschauung dadurch, daß die Spiralnebel meistens in der Gegend der Milchstraßenpole vorkommen, fast garnicht in der Milchstraßenebene.

Neuere Untersuchungen der Spiralnebel haben gezeigt, daß die äußeren Teile des Nebels nicht von den zentralen Teilen gefesselt werden, sondern in den Raum hinauswandern. Trotzdem bleibt jedes Milchstraßensystem als solches bestehen und ist demnach begrenzt. Es ist bis jetzt noch nicht gelungen, die Dimensionen unseres Milchstraßensystems, innerhalb welchem die Bewegungen resp. der Lauf der verschiedenen Sterntriften stattfindet, auszumessen. Jedoch liegen recht glaubwürdige Schätzungen von Wolf, Kapteyn, Pickering u. a. vor; danach hätte man sich unser Milchstraßensystem von der Form etwa zweier mit den Rändern aneinander gelegter Teller vorzustellen (Schwarz-



schild); die Dimensionen dürften in der Längsrichtung etwa 60 000, in der Querrichtung 5 bis 6 mal weniger, also ca. 10 000 Lichtjahre, betragen.

Messungen der Längs- und Querhöhlen für einige Spiralnebel von Wolf haben eine Parallaxe von zweihunderttausendstel Bogensekunden ergeben; dies würde etwa 170 000 Lichtjahren entsprechen, ein neuer Beweis, daß die Spiralnebel weitentfernte Milchstraßensysteme sind.

Es ist klar, daß jedes Milchstraßensystem, also auch unseres, sei es in sich auch noch so abgeschlossen, eine Wirkung auf seine benachbarten Milchstraßensysteme ausüben muß; oder richtiger: zwischen den einzelnen Milchstraßensystemen muß ein Zusammenhang bestehen. Dieser Zusammenhang äußert sich in erster Linie in ihrer Bewegung gegeneinander. Diese Bewegung muß eine relativ bedeutend größere sein als im Milchstraßensystem selbst; vielleicht 10 bis 100 oder noch mehr mal so groß. Tatsächlich besitzen auch die weitaus meisten Spiralnebel, soweit ihr Licht zur Untersuchung mit dem Spektrographen stark genug ist, eine große Geschwindigkeit in radialer Richtung, also auch sicher eine große wahre Bewegung. So bewegte sich ein von F. G. Pease untersuchter Nebel mit der ungeheuren Geschwindigkeit von 1180 km in der Sekunde und zwar von uns fort (solche Geschwindigkeiten werden wohl zu den Ausnahmen gehören).

Auch die Sternhaufen verhalten sich ähnlich. Neuere Untersuchungen von Shapley, Astronom an der Mount Wilson-Sternwarte, haben unzweifelhaft einen Zusammenhang von gewissen Sternhaufen mit unserem Milchstraßensystem nachgewiesen, wobei die Sternhaufen als solche in radialer Richtung ebenfalls ungeheure Geschwindigkeiten aufweisen.

Aus dem Obengesagten kommen wir daher zu folgendem Schluß: Wie sich unsere Erde und die anderen Planeten als kleines System um die Sonne bewegt (Planetensystem) und dieses wiederum als Sterntrift innerhalb unseres Milchstraßensystems, so bewegt sich auch unser Milchstraßensystem, als gesamtes, im Raume fort und zwar mit einer Geschwindigkeit, welche 10 bis 100 mal größer ist als die Bewegungen in ihr selbst.

Diese, meines Wissens hier zum erstenmal fest ausgesprochene Annahme kann natürlich erst dann endgültig bewiesen werden, wenn fast alle Spiralnebel und Sternhaufen auf ihre wahre Bewegung hin untersucht worden sind; aber eine geistige Anregung der rechnenden und messenden Astronomie kann sie schon heute sein.

## Der gestirnte Himmel im Monat März 1920.

Von Dr. F. S. Archenhold.

### Das Wandern der Sterne.

Würde ein Beobachter, dem Unsterblichkeit verliehen wäre, alle tausend Jahre den Sternenhimmel betrachten, so würden sich ihm alle Bewegungen der Sterne, die wir nur mühsam durch Vergleich der alten Kataloge mit den neuen herausfinden können, ohne weiteres offenbaren. Hätte er vor hunderttausend Jahren den Anblick des Sternenhimmels photographieren können, so würden wir erstaunt sein über die Veränderungen, welche der Stand der Sterne zu einander in dieser Zeit erlitten hätte. Trotzdem würde es aber auch möglich sein, daß sehr weit entfernte Sterne und solche, die nur sehr geringe Eigenbewegung haben, selbst in dieser großen Zwischenzeit ihren Ort nur unwesentlich verändert hätten.

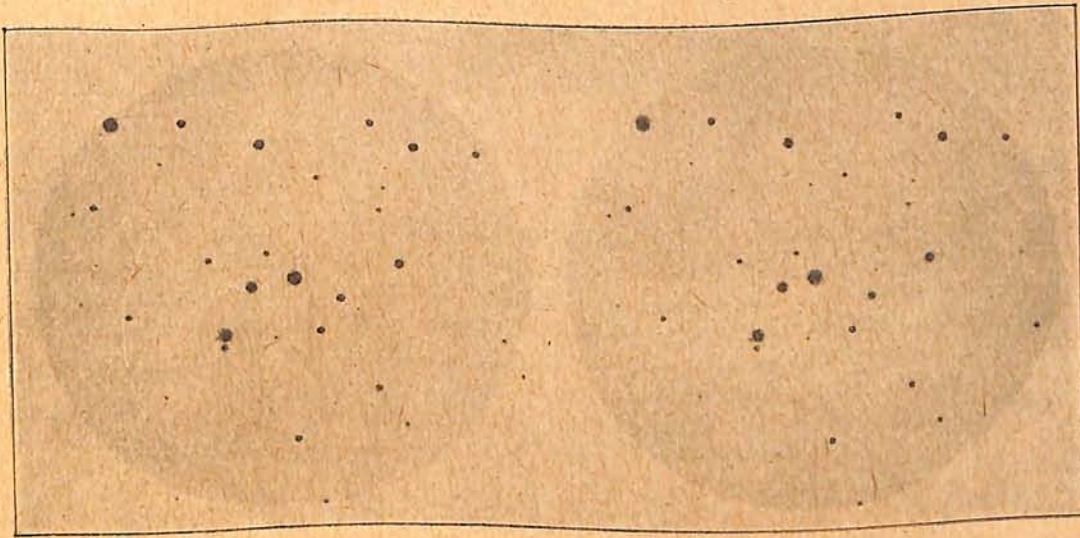
Einer der größten Schnellläufer unter den Sternen, der die Nummer 243 im Cordoba-Sternkatalog trägt und achter Größe ist, würde freilich in diesen hunderttausend Jahren eine Verschiebung am Himmel um  $100^{\circ}$  erlitten haben. Seine Bewegung beträgt  $8^{\prime\prime},7$  im Jahre, wobei er sich etwa um 240 km in jeder Sekunde in der Sehlinie von uns entfernt. Eine nicht ganz so große Eigenbewegung besitzt ein Stern 6,5. Größe, der die



Nummer 1830 im Groombridge-Katalog trägt; er bewegt sich aber immerhin  $7''$  im Jahr. Von den helleren Sternen bewegt sich Arktur  $2'',3$ , Sirius und Prokyon  $1'',3$  und Atair  $0'',7$  im Jahre.

Die moderne Photographie ermöglicht es uns, auch schon in kurzen Zwischenräumen die Bewegung der Sterne zu entdecken. Die Benutzung eines Stereokomparators ist besonders geeignet, die Auffindung der Eigenbewegung zu erleichtern. Wir haben früher über die Ableitung des Zielpunktes der Sonnenbewegung durch Wirtz und Hügeler aus 682 Sternen, von denen Wolf auf stereoskopischem Wege die Eigenbewegung bestimmt hatte, berichtet<sup>1)</sup>, und wollen heute ein solches Stereoskopbild, das Wolf in Heidelberg von Kobold Nr. 173, einem Stern neunter Größe, Rektaszension =  $13^h 39^m 1^s$ , Deklination =  $+18^\circ 28',8$  (Epoche 1875) in der Umgebung von  $\eta$  Bootes gemacht hat, betrachten (Abb. 1). Dieser Stern bewegt sich in 12 Jahren um  $22'',8$  in einem Positionswinkel von  $163^\circ$  vorwärts. In einem Jahre beträgt also die Bewegung  $1'',9$ . Die Aufnahme links ist am 20. April 1904, die Aufnahme rechts am 30. April 1916 mit dem Bruceschen Spiegelteleskop gemacht worden. Wir sehen deutlich, daß der Stern in der

Abb. 1. Stereoskopbild von M. Wolf des schnellbewegten Sternes Kobold 173.



1904 April 20.

1916 April 30.

Mitte auf der rechten Aufnahme nach links verschoben ist. Der bewegte Stern hat sich dem etwas schwächeren Nachbarn genähert. Die Bilder sind 5,22 mal vergrößert, so daß auf der Photographie ein Winkelwert von  $19'',5$  einem Millimeter entspricht. Die Aufnahmen sind zuerst in den Astronom. Nachrichten Nr. 4862 veröffentlicht. Wir geben dieselben mit freundlicher Erlaubnis von Prof. Kobold hier wieder.

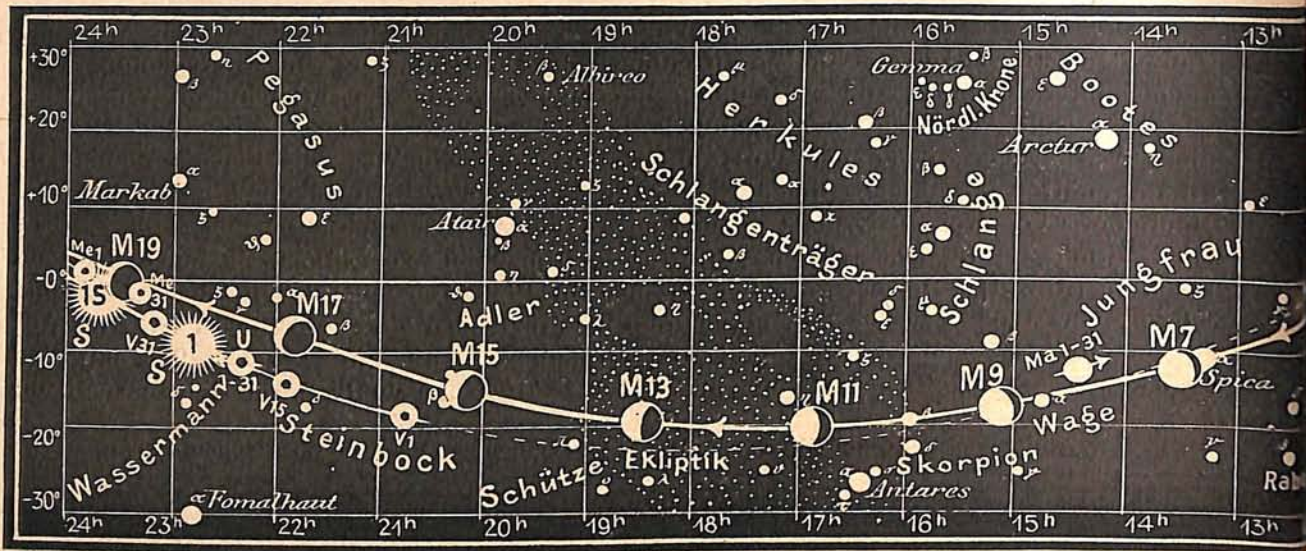
### Die Sterne.

Unsere Sternkarte gibt die Stellung der Sterne für den 1. März abends  $10^h$ , den 15. abends  $9^h$ , den 31. abends  $8^h$  usw. wieder. Der Meridian läuft vom Südpunkt des Himmels aus durch den Kopf der Wasserschlange, trifft auf die Ekliptik zwischen den Zwillingen und dem Löwen, geht dann durch die vorderen Tatzensterne des großen Bären und den Polarstern hindurch und weiter, parallel zu den beiden hellsten Sternen des Cepheus, am Deneb vorbei zum Nordpunkt des Horizontes. Ueber 20 Sterne erster und zweiter Größe stehen um diese Zeit über dem Horizont; die beiden hellsten stehen sich gerade gegenüber, Sirius im SSW und Wega im NNO. Auch die beiden nächsthellen Sterne Kapella im Fuhrmann und Arktur im Bootes stehen sich im Westen und Osten des Himmels gegenüber.

<sup>1)</sup> Vergl. „Weltall“ Jahrg. 19, S. 32, Dr. Archenhold, „Die Bewegung der Sterne im Raume“.



Abb. 2b



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

Der Kopf der Wasserschlange liegt um diese Zeit gerade im Meridian zwischen den beiden hellen Sternen Prokyon und Regulus. Der hellste Stern der Wasserschlange heißt „Alphard“, arabisch „El-ferd“, d. h. „der Isolierte“. Wir sehen auch auf unserer Karte, daß tatsächlich in der Nähe kein anderer heller Stern zu bemerken ist. Die Bezeichnung kommt schon in den Alphonsinischen Tafeln vor. Tycho Brahe nannte diesen Stern „das Herz der Wasserschlange“.

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

März 1.	5 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> morgens	März 12.	4 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> nachm.	März 24.	4 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup> morgens
„ 4.	2 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup> nachts	„ 15.	1 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup> „	„ 27.	1 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> nachts
„ 6.	11 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> abends	„ 18.	10 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup> vorm.	„ 29.	9 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup> abends
„ 9.	8 <sup>h</sup> 7 <sup>m</sup> „	„ 21.	7 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> „		

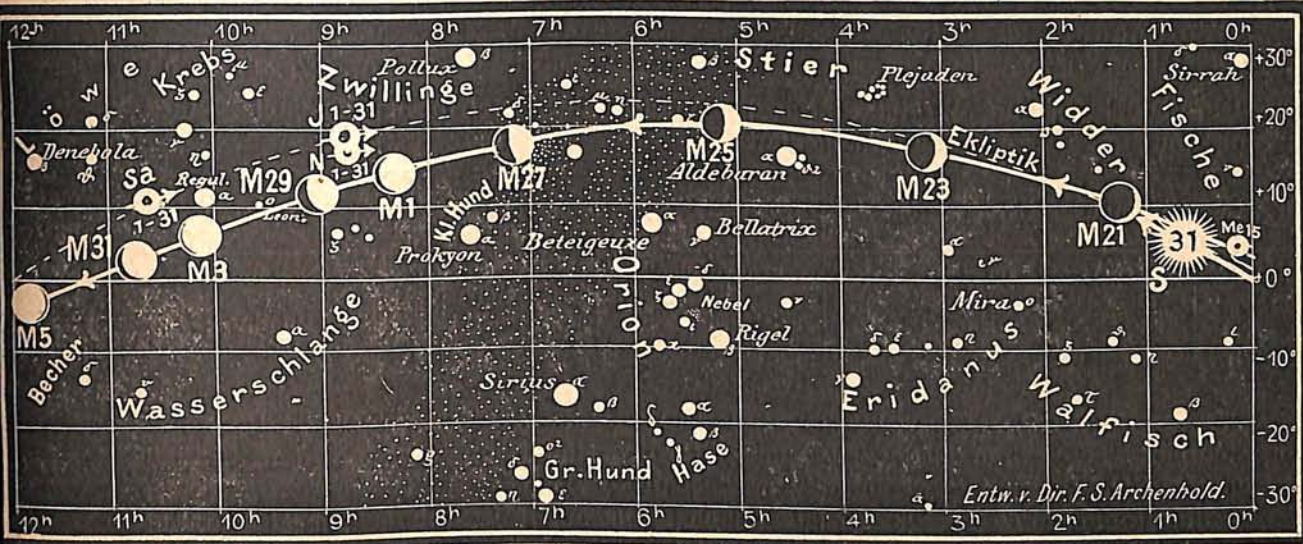
Nachstehende veränderliche Sterne langer Periode stehen im März im Maximum:

Name	Rekt.	Dekl.	Zeit	Größe im Max.	Größe im Minim.	Periode
T im Cepheus	21 <sup>h</sup> 8 <sup>m</sup> ,4	+ 68° 10'	Anf. März	5,2	10,8	387 Tage
R im Bootes	14 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup> ,7	+ 27° 5'	Mitte „	5,9	12,2	223 „
T im Wassermann	20 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> ,7	— 5° 27'	„ „	6,8	13,4	203 „
R im großen Bären	10 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> ,1	+ 69° 12'	Ende „	5,9	13,1	299 „

### 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 20. März vom Zeichen der Fische in das des Widders, wir haben Tag- und Nachtgleiche. Die Mittagshöhe beträgt am 1., 15. und 31. März 30°, 35<sup>1/4</sup>° und 41<sup>3/4</sup>°. Die Sonne geht am 1., 15. und 31. März um 6<sup>h</sup> 49<sup>m</sup>, 6<sup>h</sup> 17<sup>m</sup> und 5<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> auf und um 5<sup>h</sup> 37<sup>m</sup>, 6<sup>h</sup> 2<sup>m</sup> und 6<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> unter. Ihre Stellungen sind aus folgender Tabelle zu entnehmen:





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

S o n n e.

März	Rektasz.		Deklin.		Sternzeit Berliner Mittag		Zeitgleichung Mittlere Zeit minus Wahre Zeit		März	Rektasz.		Deklin.		Sternzeit Berliner Mittag		Zeitgleichung Mittlere Zeit minus Wahre Zeit	
	h	m	o	'	h	m	m	s		h	m	o	'	h	m	m	s
1	22	48,5	-	7 35	22	35,8	+12	31	17	23	47,5	-	1 21	23	38,9	+	8 30
2	22	52,2		7 12	22	39,7		12 19	18	23	51,2		0 57	23	42,8		8 13
3	22	55,9		6 49	22	43,7		12 7	19	23	54,8		0 34	23	46,8		7 55
4	22	59,7		6 26	22	47,6		11 54	20	23	58,5	-	0 10	23	50,7		7 38
5	23	3,4		6 3	22	51,6		11 40	21	0	2,1	+	0 14	23	54,7		7 20
6	23	7,1		5 40	22	55,5		11 26	22	0	5,8		0 38	23	58,6		7 2
7	23	10,8		5 17	22	59,5		11 12	23	0	9,4		1 1	0	2,5		6 43
8	23	14,5		4 53	23	3,4		10 57	24	0	13,0		1 25	0	6,5		6 25
9	23	18,2		4 30	23	7,3		10 42	25	0	16,7		1 48	0	10,4		6 7
10	23	21,9		4 6	23	11,3		10 26	26	0	20,3		2 12	0	14,4		5 49
11	23	25,6		3 43	23	15,2		10 11	27	0	24,0		2 35	0	18,3		5 30
12	23	29,2		3 19	23	19,2		9 55	28	0	27,6		2 59	0	22,3		5 12
13	23	32,9		2 56	23	23,1		9 38	29	0	31,2		3 22	0	26,2		4 54
14	23	36,6		2 32	23	27,1		9 22	30	0	34,9		3 46	0	30,1		4 35
15	23	40,2		2 8	23	31,0		9 5	31	0	38,5	+	4 9	0	34,1	+	4 17
16	23	43,9	-	1 45	23	34,9	+	8 48									

M o n d.

März	Rektasz.		Deklin.		März	Rektasz.		Deklin.		März	Rektasz.		Deklin.		März	Rektasz.		Deklin.	
	h	m	o	'		h	m	o	'		h	m	o	'		h	m	o	'
1	8	20,1	+14	31	9	15	7,4	-17	22	17	21	48,0	-	7 56	25	5	9,5	+20	11
2	9	15,4		10 38	10	15	57,3		19 11	18	22	38,0	-	3 33	26	6	9,9		19 42
3	10	8,6		6 13	11	16	47,6		20 9	19	23	28,8	+	1 6	27	7	8,9		17 58
4	11	0,0	+	1 34	12	17	38,1		20 13	20	0	20,9		5 49	28	8	5,9		15 12
5	11	50,1	-	3 4	13	18	28,5		19 23	21	1	14,8		10 17	29	9	0,6		11 37
6	12	39,5		7 27	14	19	18,7		17 40	22	2	10,9		14 14	30	9	53,1		7 27
7	13	28,6		11 24	15	20	8,6		15 8	23	3	9,0		17 21	31	10	43,9	+	2 59
8	14	17,8	-	14 44	16	20	58,3	-	11 51	24	4	8,9	+	19 24					



Der Mond ist mit seinen Lichtgestalten von zwei zu zwei Tagen für die Mitternachtszeit in unsere Karten 2a und 2b eingetragen. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Vollmond: März 4. 10<sup>1/4</sup><sup>h</sup> abends                      Neumond: März 20. 12<sup>h</sup> mittags  
 Letztes Viertel: „ 12. 7<sup>h</sup> „                      Erstes Viertel: „ 27. 7<sup>3/4</sup><sup>h</sup> morgens

Die Bedeckung von  $\psi$  Virginis durch den Mond findet in Berlin bereits nach Sonnenaufgang und kurz vor Monduntergang statt:

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Winkel	Austritt M. E. Z.	Winkel	Bemerkungen
März 7.	$\psi$ Virginis	5,0	12 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> 11 <sup>s</sup>	—9° 6',3	6 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup> ,4 morgens	62°	7 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> ,8 morgens	327°	Sonnenaufgang 6 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup> Monduntergang 7 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup> morgens

### Die Planeten.

*Merkur* (Feld 23<sup>3/4</sup><sup>h</sup> bis 0<sup>h</sup> bis 23<sup>1/2</sup><sup>h</sup>) ist abends am Westhimmel zuerst  $\frac{1}{2}$  Stunde lang sichtbar, verschwindet jedoch von der Mitte des Monats an wieder in den Strahlen der Sonne. Sein Durchmesser nimmt von 6'',8 auf 10'',3 zu.

*Venus* (Feld 20<sup>3/4</sup><sup>h</sup> bis 23<sup>1/2</sup><sup>h</sup>) ist zunächst nur noch  $\frac{1}{2}$  Stunde lang als Morgenstern zu beobachten, wird jedoch gegen Ende des Monats ganz unsichtbar. Ihr Durchmesser nimmt von 12'',4 auf 11'',2 ab.

*Mars* (Feld 14<sup>1/2</sup><sup>h</sup>) ist zunächst 6<sup>3/4</sup> Stunden und am Ende des Monats 7<sup>1/2</sup> Stunden lang sichtbar. Er geht dann schon um 9<sup>h</sup> abends auf. Sein Durchmesser nimmt von 10'',6 auf 14'',2 zu. In seiner diesmaligen Erdnähe wächst sein Durchmesser noch um 2''; seine Beobachtung ist jetzt aber schon als günstig zu bezeichnen. Seine größte Höhe im Meridian über dem Berliner Horizont beträgt 25°. Vor zwei Jahren stand er in seiner größten Erdnähe im Monat März in größerer Höhe, etwa 43<sup>1/2</sup>°, über dem Horizont, jedoch war sein Durchmesser 2'' kleiner. Seine rückläufige Bewegung, welche Mitte März einsetzt, führt ihn im April aus dem Sternbilde der Wage wieder in das Sternbild der Jungfrau zurück. Wenngleich auch in der Atmosphäre des Mars oft mancherlei Trübungen zu beobachten sind, so ist dieselbe doch im allgemeinen viel durchsichtiger, weil sie dünner ist, als unsere Erdatmosphäre. Aus diesem Grund treten die verschiedenen Färbungen und die Einzelheiten der Bodenbeschaffenheit des Mars auch deutlicher hervor.

Die gelblichen und rötlichen Gegenden auf dem Mars werden „Kontinente“ genannt im Gegensatz zu den dunkleren, schwärzgrauen „Meeren“. Die auch dunkel erscheinenden, fast immer gradlinig sich erstreckenden Linien, welche die Kontinente durchziehen, bezeichnet man als „Kanäle“. Die südliche Marshälfte ist hauptsächlich von Meeren bedeckt. Auf der nördlichen Marskugel herrschen lebhaft gefärbte Landmassen vor. An beiden Polen sind die mit den Jahreszeiten veränderlichen weißen Flecke, welche wir als Gefrierprodukte ansprechen müssen, sichtbar.

*Jupiter* (Feld 8<sup>3/4</sup><sup>h</sup>) ist zuerst noch 9<sup>1/2</sup> Stunden, am Ende des Monats nur noch 8<sup>1/2</sup> Stunden lang sichtbar. Am 2. und 29. tritt er in Konjunktion mit dem Monde. Sein Aequatorialdurchmesser nimmt von 44'',2 auf 40'',8 ab. Auf dem Jupiter gehen immer noch weiter starke Veränderungen in den Aequatorialstreifen vor sich. Dieselben zeigen jetzt eine beträchtliche Zahl von größeren und kleineren dunklen Flecken, welche oft schnellem Wechsel unterworfen sind. Der Jupiter erreicht in diesem Monat seine größte Höhe über dem Horizont mit 56<sup>1/2</sup>°.

*Saturn* (Feld 10<sup>3/4</sup><sup>h</sup>) ist während der ganzen Nacht sichtbar. Der Ring, welcher aus Millionen von kleinsten Körperchen von fast staubförmiger Beschaffenheit besteht, schließt sich immer mehr. Im nächsten Jahre ist er nur noch als schmale Linie zu sehen, dann öffnet er sich wieder und zeigt sich nach weiteren sieben Jahren wieder in günstigster Stellung.







Sein Spektrum zeigt sehr starke, breite Absorptionsbänder, die auf Wasserdampf, freien Wasserstoff und auf Gase hindeuten, die in unserer Atmosphäre nicht anzutreffen sind.

#### Bemerkenswerte Konstellationen:

- März 2. 2<sup>h</sup> nachm. Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.  
„ 3. 12<sup>h</sup> nachts Merkur in größter östlicher Abweichung (18° 11').  
„ 4. 4<sup>h</sup> nachmittags Saturn in Konjunktion mit dem Monde.  
„ 9. 6<sup>h</sup> morgens Mars in Konjunktion mit dem Monde.  
„ 18. 11<sup>h</sup> morgens Venus in Konjunktion mit dem Monde.  
„ 29. 5<sup>h</sup> nachmittags Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.  
„ 31. 8<sup>h</sup> abends Saturn in Konjunktion mit dem Monde.

### Kleine Mitteilungen.

**Ein Apparat zur Messung der atmosphärischen Sicht.** Bisher wurde der Grad der Sicht nur geschätzt, oft ohne Zugrundelegung fester Ziele. Nautische Kreise und Observatorien, welche an der See liegen, stellten wohl regelmäßige Sichtschätzungen an, während auf dem Lande, besonders im Gebirge, nur gelegentlich fortlaufende Schätzungen der Sicht ausgeführt wurden; deren Bestimmung lag bisher nicht im normalen Beobachtungsprogramm.

Nun wurden aber im Kriege für die verschiedensten militärischen Unternehmungen Sichtmessungen notwendig, und dabei zeigte sich die Ungenauigkeit des persönlichen Empfindens. Daher versuchte A. Wigand (Physikal. Ztschr. 20, 1919) einen Sichtmesser zu konstruieren, der möglichst unabhängig vom subjektiven Empfinden des Beobachters ist. Der Apparat enthält einen Satz Filtergläser mit linear abgestufter Trübung, die nun nacheinander auf einer drehbaren Scheibe vor das Auge gebracht werden. Dem Grad ihrer Trübung nach sind sie beziffert mit 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14. Dadurch, daß ein weiteres Filter mit dem Trübungsgrad 1 an einer zweiten drehbaren Scheibe sich vor das Auge schalten läßt, ist jede ganze Filterzahl zwischen 0 und 15 einschaltbar. Das Prinzip dieses Sichtmessers beruht also darauf, zu der Trübung der Luft noch eine künstliche Trübung hinzuzufügen, welche das Ziel (Turm, Haus, Schornstein, große Bäume) völlig auslöscht. Die Größe der künstlichen Trübung ist dann ein Maßstab für den Grad der Sicht. Bei dem außerordentlich einfachen Gebrauch des Apparates wird mit einem Auge beobachtet und solange Filter vorgeschoben, bis das anvisierte Ziel verschwunden ist. Dazu ist es vorteilhaft, Beobachtungen an zwei Zielen auszuführen mit 3 bis 5 km und 0,1 km Entfernung (letzteres für Nebel), die am besten im Norden gelegen sind und frei von irdischen Staubtrübungen (Fabrikanlagen) und nebelreichen Wiesen sein mögen.

Ist nun  $l$  die Zielentfernung,  $a$  der optische Trübungsgrad (Filterzahl) beim Verschwinden des Zieles,  $\alpha_m$  der optische Trübungsgrad für beste Sicht, dann ist  $S$ , der reziproke Wert des optischen Trübungsgrades, also:

$$S = \frac{l}{\alpha_m - a}$$

Zur Ermittlung der Filterzahl ( $\alpha_m$ ) für beste Sicht sind zahlreiche Messungen bei verschiedenen Sichtgraden und zwei verschiedenen Zielen mit den Entfernungen  $l_1$  und  $l_2$  anzustellen. Bei bedecktem Himmel ist nach Wigand das  $\alpha_m = 14,3$ , bei Sonnenschein die Sicht abhängig auch von der Beleuchtungsrichtung und daher müssen die Ziele in gleicher Richtung liegen.

Nach A. Peppler („Das Wetter“ 1919, S. 155) kommen bei diesem Sichtmesser je nach der Güte des Auges des Beobachters Abweichungen bis zu zwei Skalenteilen vor. Dr. Bl.

**Ein neues optisches Pyrometer** ist aus dem Laboratorium der Ormesby-Eisenwerke von Cochrane & Co., Middlesborough, hervorgegangen. Es beruht auf der Anwendung einer keilartig gestalteten Platte aus dunkelrotem Glas, durch die die zu prüfende Feuerstelle mit einem Fernrohr anvisiert wird. Sobald man das Fernrohr scharf eingestellt hat, verstellt man die Glasplatte solange, bis infolge ihrer zunehmenden Dicke das Bild der Feuerstelle verschwindet, und liest dann an einer Teilung die zugehörige Temperatur ab. Das Gerät beruht demnach auf der Annahme, daß die Strahlung, die z. B. von einer Stahlbirne oder dem Schauloch eines Hochofens ausgeht, ebenso als ein Maß für die Temperatur der Lichtquelle angesehen werden kann, wie die Strahlung des theore-



tischen schwarzen Körpers, was annähernd richtig sein dürfte. Die Ungenauigkeit, die durch den Beobachter in die Messung hineingetragen wird, soll, wie Erfahrungen ergeben haben, nicht größer sein als die Fehler, die auch bei andern Pyrometern in den Kauf genommen werden müssen. (The Engineer, 5. September 1919)

F. L.

## Bücherschau.

**Bücher der Naturwissenschaft** erscheinen seit einiger Zeit in Reclams Universal-Bibliothek im Verlag von Philipp Reclam jun. (Jede geheftete Einzelnummer derselben kostet jetzt 65 Pfg., ohne den Teuerungszuschlag des Sortiments.) Die Sammlung soll in das Gesamtgebiet der Naturwissenschaften einführen, jeder Band in gemeinverständlicher Darstellung ein abgeschlossenes Gebiet behandeln.

Der erste Band, die Nr. 4992—4993a, gibt einen „Grundriß der Naturphilosophie“ von W. Ostwald. Es liegt bereits die 3. neu bearbeitete Auflage vor mit dem Bildnis des Verfassers. Derselbe behandelt die allgemeine Erkenntnistheorie, die Mathetik, die Arbeitswissenschaften und Lebenswissenschaften. Der Name des großen Forschers genügt für die gründliche Durcharbeitung des höchst interessanten Stoffes.

Nr. 5228—5230 „Der Sternenhimmel“ von Prof. Dr. J. B. Messerschmidt. Mit dem Bildnis des Verfassers, 4 farbigen, 9 schwarzen Tafeln und 24 Zeichnungen im Text. Das Bändchen gibt die wichtigsten Resultate der Astronomie, die Gesetze der Bewegungen in unserem Sonnensystem, das Planetensystem, die Betrachtung des Fixsternhimmels und der Milchstraße. Auch die Beobachtungskunst ist nicht vergessen und in einem Überblick kurz wiedergegeben.

Mit der „Physik der Gestirne“ beschäftigt sich derselbe Verfasser in den Nrn. 5451 bis 5453a, welche mit 4 farbigen und 9 schwarzen Tafeln und 21 Zeichnungen im Text geschmückt sind. Der Titel kündigt uns schon in großen Umrissen den Inhalt an: Spektralanalyse und Spektroskop, Änderungen der Wellenlängen der Spektrallinien und die Spektren der Körper im Planetensystem, Sternspektren und Helligkeitsverhältnisse der Gestirne u. ä. m.

„Die chemischen Grundstoffe“ enthalten die Nr. 5269, 5270. Der Verf., Dr. M. Speter, führt uns ein in die Materie, die Zerlegung der Stoffe, die Kennzeichen und Verbreitung derselben, die Atom- und Molekulartheorie, die Beziehungen der Grundstoffe untereinander und das Periodische System. Das interessante Bändchen ist geschmückt mit 4 bunten, 6 schwarzen Tafeln, einer Atomgewichtstabelle und 10 Fig. im Text und liegt bereits in 2. Auflage vor.

„Licht und Farbe“ von Prof. Dr. R. Geigel, die Nr. 5188—5190, mit einem Porträt, 4 bunten Tafeln und 75 Zeichnungen im Text, auch in 2. Auflage, handelt über die Ausbreitung des Lichtes, praktische Optik, Farbe, das Wesen des Lichtes und seine Wirkung, die Optik der Atmosphäre und die Photometrie.

Auf zwei Bändchen verteilt ist „Die Elektrizität“ von Prof. F. Adami (I. Teil Nr. 5298, 5299 mit einem Porträt, 4 farbigen und 12 schwarzen Tafeln, 118 Textfiguren und II. Teil Nr. 5478 bis 5480 mit 4 farbigen und 8 schwarzen Tafeln, 89 Zeichnungen im Text und einem Gesamtregister für Teil I u. II). Der Verf. geht in systematischer Weise vom einfachsten Versuch zu den kompliziertesten Vorgängen über und sucht so das Wesen der Elektrizität zu erklären. Die besonders interessanten „Strahlungserscheinungen, Ionen, Elektronen und Radioaktivität“ werden in einem besonderen Bändchen abgehandelt (den Nrn. 5151, 5152 mit 4 Tafeln und 20 Zeichnungen im Text) von Dr. G. Bugge. Sie haben schon die vierte Auflage erlebt, und wir erfahren hier alles Wissenswerte über Ionen und Elektronen, Negative Strahlen, Positive Strahlen und Radioaktivität.

„Schnee und Eis der Erde“ behandelt Prof. Dr. H. Wieleitner in den Nrn. 5521—5523 mit 16 Tafeln und 26 Abbildungen im Text. Er schildert die Erscheinungsformen des Wassers im festen Zustande, den Einfluß von Schnee und Eis auf die Veränderungen der Erdkruste und die Ursachen dieses Einflusses. Physiogeographie nennt sich dieser Zweig der Geophysik.

Dr. Bl.

Der „Naturforscher“ aus dem Verlage von Theod. Thomas, Leipzig, sind Anleitungs-, Exkursions- und Bestimmungsbücher für erfolgreiche eigene Beobachtungen und Forschungen. Es sind abgeschlossene Bändchen in biegsamem Leinenband mit reicher Illustration im Preise von 3,85 M. bis 5,25 M.

Ich erwähne aus der Sammlung die „Geologie für Jedermann“ von Dr. A. Berg, welcher auch das Naturwissenschaftliche Wanderbuch für die Nordsee und Nordseeküste verfaßt



hat. Jenes Werk ist mit 154 Abbildungen, dieses mit 104 Abbildungen und 2 Karten geschmückt. Es ist ein naturwissenschaftlich-geographischer Führer durch deutsche Landschaften, schildert alle Naturverhältnisse in der Routenform und behandelt auf landeskundlicher Grundlage die naturwissenschaftliche Seite einer Landschaft inbezug auf Bodenbau, Pflanzen- und Tierleben u. ä. m.

• Dr. Bl.

**Stefan Kaltenbrunner** gibt zwei neue Schriftchen heraus, zunächst Wetterregeln in alphabetischer Reihenfolge, als Ergänzung zu seinen statistischen Tabellen gedacht. Die Regeln sind an sich nicht neu, die alphabetische Anordnung erleichtert aber ihren Gebrauch, so daß sie manchem Spaziergänger und Ausflügler von Nutzen sein werden.

Mit seiner zweiten Arbeit „Tageskalender und Wetterkalender“ kommt Kaltenbrunner einem wissenschaftlichen Bedürfnis entgegen. Von allen Fachmännern, die sich mit Kaltenbrunners statistischer Wetterprognose auseinandergesetzt haben, wurde darauf hingewiesen, daß man bestrebt sein müßte, die neue Methode mit der synoptischen in Verbindung zu bringen. Aus diesem Grunde haben auch Dr. Archenhold und der Referent schon vor über einem Jahr beschlossen, in die von der Treptow-Sternwarte herauszugebenden Tafeln für Deutschland das Datum des einzelnen Tages aufzunehmen, dessen Witterungsangaben herangezogen wurden. Schlägt man dann die einer beobachteten Zusammenstellung von Wetterelementen entsprechende Stelle auf, so findet man neben der Beschreibung des Wetters, das früher auf diese Kombination folgte, auch das Datum, an dem die betreffende Kombination in früheren Jahren auftrat. Man ist dann in der Lage, in alten Wetterkarten nach der zu Grunde liegenden Wetterlage oder in Beobachtungsjournalen nach einer genaueren Beschreibung zu forschen. Durch diese Möglichkeit werden die Tabellen der wissenschaftlichen Arbeit dienstbar gemacht. Kaltenbrunner hat solche Daten weder in seinen abgekürzten Tabellen aufgenommen, noch sind dieselben in den ausführlichen Tafeln der Wiener Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik zu finden. Aus diesem Grunde kann man es nur auf das Freudigste begrüßen, wenn er jetzt in gesonderten Tabellen diese Arbeit nachgeholt hat. Er schuf einen „Tageskalender“; das heißt, er legte sich nach Windrichtung, Bewölkung, Barometerstand und Luftdruckänderung geordnete Tafeln an, nach demselben Schema, das uns aus seinen statistischen Tabellen bereits bekannt ist, und trug in diese Tafeln an die einem bestimmten Wetter entsprechende Stelle das Datum ein, an dem die Wetterkombination auftrat. Wie man sieht, ist der „Tageskalender“ für die oben genannten wissenschaftlichen Zwecke damit vollkommen zu gebrauchen. Kaltenbrunner macht ihn aber gleichzeitig für die weiteren Kreise der Bevölkerung nützlich, indem er dem Tageskalender einen Wetterkalender beifügt, der einen kurzen Auszug aus den Beobachtungsjournalen der Wiener Zentralanstalt darstellt.

Durch diesen Auszug ist der Benutzer des „Tageskalenders“ in die Lage versetzt, sich ein genaueres Bild über den Wetterverlauf zu machen, der seiner beobachteten Wetterkombination in früheren Jahren entsprach. Namentlich kann er das Wetter der Vortage, das heißt den Gang des Wetters berücksichtigen, und dadurch seiner Prognose größere Sicherheit verschaffen.

Der Referent ist erfreut, durch diese Arbeit Kaltenbrunners die österreichischen Tabellen wesentlich verbessert anzutreffen — verbessert und mit Erweiterungen versehen, wie er sie im Verein mit Direktor Archenhold in der Bearbeitung der norddeutschen Tabellen bereits angewendet hat.

Dr. V. Engelhardt.

**F. Bolte, Die Nautik in elementarer Behandlung.** Einführung in die Schiffahrtskunde. Zur Förderung des Verständnisses der Schiffahrt in weiteren Kreisen sowie zum Unterricht an Lehranstalten. Mit 90 vollständig gelösten Beispielen, 260 analogen ungelösten Aufgaben mit den Ergebnissen, nebst 88 Figuren, sowie Erklärung der Kunstausdrücke der Seemannssprache. Verlag von L. v. Vangerow, Bremerhaven (Preis geb. 6 M.).

Verfasser beginnt zuerst mit den nautischen Grundbegriffen, behandelt dann die Küstenschiffahrt, die Schiffahrt nach der Besteckrechnung und astronomischen Beobachtungen und schließlich die nautischen Instrumente, wie Kompaß, Oktant und Sextant, das Lot, und deren Gebrauch. Jedem Abschnitt sind gelöste und ungelöste Aufgaben beigegeben, welche das Verständnis für die vorhergehenden Ausführungen wesentlich fördern und befestigen.

Dr. Bl.

*Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Bezugspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., 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. Planetenamulette. Von Dr. W. Ahrens (Rostock). . . 93 2. Der gestirnte Himmel im Monat April 1920. (Ueber die Einstein-Verschiebung im Gravitationsfeld der Sonne.) Von Dr. F. S. Archenhold. . . . . 100 3. Aus dem Leserkreise: Anleitung über Sonnenbeobachtungen mit einfachen Mitteln. Von Rittmeister Rudolf Wegner, Danzig-Langfuhr . . . . . 106 4. Bücherschau: Peters, Prof. Dr. J., Siebenstellige Werte	der trigonometrischen Funktionen von Tausendstel zu Tausendstel des Grades. — Chr. Ries, „Sehende Maschinen“. — Die Blindenlesemaschine von Finzenhagen und Ries. — B. Weinstein, Die Grundgesetze der Natur und die modernen Naturlehren. — J. B. Stallo, Die Begriffe und Theorien der modernen Physik. — A. H. Hughes, Die Lichtelektrizität. — Klimpert, R., Lehrbuch der Geschichte der Geometrie für Freunde der Mathematik . . . . . 109
---	---

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

## Planetenamulette.

Von Dr. W. Ahrens (Rostock).

In unseren öffentlichen Münzen- und Medallensammlungen, gewöhnlich in einer etwas entlegenen, wenig beachteten Abteilung, bisweilen auch in Museen und Sammlungen anderer Art, findet sich eine Art von Medaillen, für die auch die gelehrtesten Numismatiker zumeist recht wenig Interesse übrig haben und mit denen sie daher in der Regel nicht gar viel anzufangen wissen: es sind die Amulette, die nicht selten Form und Aussehen von Münzen besitzen und die, sofern dies zutrifft, begreiflicherweise gleich anderen Medaillen in Münzkabinetten gesammelt und aufbewahrt zu werden pflegen. Daß Amulette an sich, außer in Münzenform, noch in allen möglichen Gestalten und Erscheinungsformen vorkommen, ist gewiß allgemein bekannt und braucht daher hier nicht besonders hervorgehoben zu werden. Hat doch der Aberglaube zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten schon den allerverschiedensten Gegenständen — der Kaninchenpfote nicht minder als dem Bilde der Geliebten — Kraft und Ansehen eines wundertätigen Amuletts verliehen, und so ist denn beispielsweise auch Goethes Definition im „West-östlichen Divan“:

Amulete sind dergleichen  
Auf Papier geschriebne Zeichen

nichts weniger als erschöpfend und richtig. Doch, von allen diesen mannigfaltigen Amuletten soll hier natürlich nicht die Rede sein, und auch unter denjenigen, die in Medaillenform und, nach Münzenart aus Metall verfertigt, auftreten, soll uns hier nur eine Unterklasse beschäftigen, eine Art, die dadurch ausgezeichnet ist, daß ihr die Astrologie, der „hochvernünftigen Astronomia närrisches Töchterlin“, wie der große Kepler diese „Wissenschaft“ einmal genannt hat, und neben ihr die Arithmetik oder, vielleicht richtiger gesagt, eine gewisse Arithmologie oder Arithmomagie dienstbar gemacht sind, und die daher zu den in dieser Zeitschrift gepflegten Interessen in besonderen Beziehungen steht. Schon hiermit ist eigentlich bereits gesagt, daß diese — unter Anwendung von altastrologischen Lehren und arithmetischen Spitzfindigkeiten gebildeten! — Amulette sich von vielen anderen Amuletten und Talismanen auch dadurch unterscheiden, daß sie nicht aus dem Volk und seinem naiven Aberglauben hervorgegangen, sondern, wie wir im einzelnen übrigens noch deutlich näher erkennen werden, die Erzeugnisse einer ausgeklügelten „Wissenschaft“, die Erfindung der „Gelehrten“, eben jener in ihrer Art höchst gelahrten Priester der geheimen Wissenschaften, gewesen und erst durch diese Gelehrten und ihre Jünger unter das Volk gebracht sind, das diese Dinge im einzelnen überhaupt nie verstehen gelernt haben kann und wird.



„Planetenamulette“, so haben wir schon in der Titelüberschrift diese besondere Art von Amulettmedaillen genannt, die im Abendlande des 16. Jahrhunderts zuerst aufgekommen sind und im 17. Jahrhundert, dieser besonderen Blütezeit des Aberglaubens überhaupt, ihre größte Verbreitung erlebt haben, aber auch noch im 18. Jahrhundert vielfach, und vereinzelt vielleicht auch noch darüber hinaus praktisch, als Werkzeuge des Aberglaubens also, angewandt sind. Daß die „Planeten“ seit dem grauesten Altertum durch die vielen Jahrhunderte hindurch im Aberglauben stets eine ganz besondere Rolle gespielt haben, ist bekannt. Beruht doch die ganze Astrologie auf jenem Glauben, alles Geschehen auf der Erde, alle Schicksale der Menschen, glückliche und unglückliche, würden allein von den Planeten, die man sich als Götter vorstellte und die daher ja auch heute noch ihre Götternamen führen, bestimmt. Als „Planeten“ zählen dabei, den Anschauungen und Kenntnissen des Altertums und des Mittelalters gemäß, stets diese sieben: Mond, Merkur, Venus, Sonne, Mars, Jupiter, Saturn. In dieser Reihenfolge, geordnet nach den Zeiten der (scheinbaren) Umläufe um die Erde, werden auch wir hier die sieben planetarischen Sphären durchwandern, wobei wir jedoch aus rein praktischen Gründen die Wanderung in der gerade umgekehrten Richtung, beginnend also bei dem erdfernsten Planeten (Saturn) und schließend mit dem erdnächsten (Mond), ausführen wollen, so daß unsere Disposition mithin durch das bekannte Distichon:

Saturnus, dein Jupiter, hinc Mars, Solque Venusque,  
Mercurius, cui sic ultima Luna subest

vorgezeichnet wird.

Beginnen wir diesem Programm gemäß mit dem Saturn und führen wir, um möglichst schnell medias in res einzutreten, sogleich einige Saturnamulette hier im Bilde vor! Solche sind, wie wohl mit dem ganzen astrologisch-mythologischen Charakter dieses Gottes zusammenhängt, auch ehemals anscheinend keineswegs häufig gewesen und sind heute jedenfalls sehr selten. Weiß ich doch nach einer über die größten Sammlungen von ganz Europa — vor dem Kriege — erstreckten Umfrage kaum ein halbes Dutzend Saturnamulette nachzuweisen, während mir Venus- und Sonnenamulette zu Dutzenden vorgekommen sind. So stellen denn die drei Saturnamulette, die wir hier in Abb. 1, 2, 3 darbieten und die übrigens alle drei bisher noch nirgends abgebildet sind, bereits eine recht ansehnliche Kollektion dar.

Auf Abb. 1 erblicken wir einen alten Mann mit langem, struppigem Haupt- und Barthaar; in den Händen hält er einen Spaten, damit das Erdreich umzugraben. Es ist niemand anders als der Saturn, der den Altlatinern, wie noch sein von *sero*, *satum* hergeleiteter Name verrät, ein Gott des Feldbaues war und zu dessen häufigsten Attributen daher, wie hier, der Spaten gehört. Übrigens stellt uns unsere Abb. 1 den Greis auch ausdrücklich als SATU—RNUS vor; lesen wir doch so zu Häupten des Gottes, zu beiden Seiten des achtstrahligen



Abb. 1.

Sterns nämlich, ebenso wie auch das am linken Rande angebrachte, bekanntlich noch heute allgemein in der Astronomie gebräuchliche Zeichen ♄ uns über die Person des Dargestellten hinlängliche Aufklärung gewährt. Denselben spaten-



bewaffneten Greis nun, nur weniger gut erhalten, führt uns das Amulett Abb. 2 vor; auch hier lesen wir — über der rechten Schulter des Dargestellten — ausdrücklich „Saturn“, ebenso wie wir zu seinen Häupten, innerhalb des auch hier achtstrahligen Sterns, das Saturnzeichen ♄ finden. Auch die beiden Linienzüge oder Schnörkel, die wir zu den beiden Seiten des Spatengräbers sehen und die sich übrigens auch auf dem Stück Abb. 1, nur freilich auf der Rückseite (links und rechts am Rande), finden, geben für den Eingeweihten einen deutlichen Hinweis auf den Saturn. Bedeutet doch von diesen beiden Ornamenten, wie insbesondere Agrippa von Nettesheim in seiner „Occulta Philosophia“ (1533), der abendländischen Bibel des Okkultismus, lehrt, das eine das Zeichen oder den Charakter („signaculum sive character“) des Saturn und das andere den der sogenannten „Saturnintelligenz“ („Intelligentia Saturni“).

Der erwähnte, auf beiden Stücken vorkommende achtstrahlige Stern zu Häupten des Gottes soll offensichtlich nichts anderes als der Saturnstern selbst, der Planet also, sein, und eine solche Darstellung, wie hier: die Figur des Planetengottes mit dem zu seinen Häupten strahlenden Planetenstern, weisen sehr viele unserer Planetenamulette auf. Nicht selten freilich ist auch die Astralgottheit ganz zurückgetreten, und alsdann ist wohl, wie insbesondere bei



Abb. 2.



Abb. 3.

Sonnen- und Mondamuletten begreiflicherweise ziemlich viel vorkommt, dem Planeten selbst der Hauptteil der Vorderseite des Amuletts eingeräumt. Ein Beispiel hierfür in der Sphäre des Saturn bietet uns Abb. 3. Denn, was wir dort im Innern sehen, soll, wie die Umschrift SATURNU[S] und das freilich nur noch undeutlich erkennbare Zeichen ♄ im Zentrum unzweifelhaft verraten, den Planeten Saturn vorstellen. Dieser ist hier mit zwei großen seitlichen Henkeln und außerdem zwei kleineren oben und unten dargestellt, eine Darstellung, die uns heute zwar befremdet, die aber der Auffassung der Zeit vor Huygens entspricht. Das wechselnde Aussehen des Saturn hat den Astronomen ja in den ersten Jahrzehnten der Fernrohrbeobachtung nicht geringe Schwierigkeiten bereitet, bis eben Huygens mit seinem selbstverfertigten, für damalige Zeiten recht guten Fernrohr das Problem in Angriff nahm und nun für das im Laufe der Zeit sich wandelnde Aussehen des Saturnbildes die scharfsinnige Erklärung gab, daß der Planet von einem dünnen Ringe umgeben sei (1659). In den Jahrzehnten vorher dagegen hatten die Beobachter im wesentlichen die Auffassung gehabt, daß der Planet mit zwei Henkeln versehen sei, und zwar findet sich diese Darstellung zuerst unter denjenigen, die der neapolitanische Edelmann Francesco Fontana auf Grund seiner wiederholten, in den Jahren 1630 bis 1645 vorgenommenen Saturn-Beobachtungen und -Abzeichnungen gab. So entspricht das Saturnbild auf unserem Amulett in der Hauptsache der Auf-



fassung, die in den Jahrzehnten vor 1660 unter den Astronomen verbreitet war. Damit ist nun freilich nicht gesagt, daß unser Amulett gerade dieser Zeit entstammen muß, vielmehr könnte es ja, wenn auch natürlich nicht älter, so doch recht wohl jünger sein, sei es, daß der Amulettverfertiger einfach ältere Vorlagen kopierte, sei es, daß er selbst eine Darstellung des Planeten gab, die für alle gutunterrichteten Fachgelehrten schon damals etwas Überwundenes war. Eins der astronomischen Werke jener Zeit übrigens, in denen sich solche Saturn-Darstellungen mit zwei seitlichen Henkeln finden, ist Matthias Hirzgarter's „Detectio dioptrica corporum planetarum verorum. Das ist, von der wunderbaren, doch wesentlichen, wahren vnd natürlichen Bildnuß, vnd Körperlichen Form, vnd Gestalt der sieben Planetsternen“ — — — (Frankfurt a. M. 1643), und zwar sind dort dem Saturnbilde (p. 21) die Verse beigegeben:

Daß ich vngförmlich bin gestalt,  
Anzeigt mein Natur mannigfalt,

und, nachdem sodann die „große Kälte“ des Saturn erwähnt ist, geht es so fort:

Wenn ich näher wer bey der Erden,  
So müßt es alles gefroren werden,  
Ich schnid mit meinen Sichel ab  
Was wächst vnd lebt würff ich ins Grab,

wobei zu bemerken, daß diese Deutung der Henkel als „Sicheln“ um so näher lag, als die „Sichel“ ein altes Attribut des Gottes Saturn war.

Saturn ist groß, dem Auge fern und klein;  
Ihn als Metall verehren wir nicht sehr,  
An Wert gering, doch im Gewichte schwer.

So hören wir von dem „Astrologen“ des „Faust“. Wie bekannt, ordneten Astrologie und Alchemie jedem Planeten ein bestimmtes Metall zu in dem Sinne, daß, wie alles Geschehen auf der Erde von den Planeten abhing, man sich auch die Metalle im Schoße der Erde durch die verschiedenen Planeten erzeugt dachte, und da verstand es sich denn eigentlich von selbst, daß der Saturn, der so träge und langsam am Himmel vorrückende, schwerfällige Planet mit dem fahlen, schwarzen Aussehen nur der Herr und Erzeuger des schweren, schwarzen Bleis sein konnte, des Bleis, das freilich einem Goethe, der von einem Rohstoffhunger wie dem der Jetztzeit keine Vorstellung haben konnte, „an Wert gering“ erscheinen mochte. Da im allgemeinen für Planetenamulette begreiflicherweise die Vorschrift galt, daß jedes Amulett in dem Metall des betreffenden Planeten auszuführen sei, und da bei der Wohlfeilheit und den vorzüglichen Eigenschaften des Bleis gewiß kein Grund von dieser Regel abzuweichen vorlag, so werden Saturnamulette wohl stets aus Blei gefertigt sein, wie dies denn auch für die Originale unserer drei Abbildungen gilt. Dabei sei sogleich noch bemerkt, daß das Stück Abb. 1 dem Germanischen Nationalmuseum in Nürnberg gehört, während die der Abb. 2 und 3 in Eger am 2. November 1883 nach dem Brande des Gasthofs „Zur goldenen Sonne“, in dem übrigens Goethe bei seinen häufigen Durchreisen und Aufhalten regelmäßig gewohnt hat, und des „Türkenkopfs“ unter den Trümmern gefunden sind und sich heute im dortigen städtischen Museum befinden.

Richten wir unser Augenmerk jetzt auf die bisher völlig ignorierten Rückseiten unserer Saturnamulette, so springt uns auf jeder dieser drei zunächst



ein Zahlenquadrat von  $3 \times 3$  Feldern in die Augen. Es hat auf Abb. 1 das Aussehen der nachfolgenden Fig. 1, und die beiden anderen Stücke weisen dieselbe Figur, diese nur gespiegelt oder, anders ausgedrückt: mit Vertauschung der ersten und letzten Spalte (Vertikalreihe), auf. Auch wenn hier nicht bereits früher mehrfach (15. Jahrg., S. 81—88; 19. Jahrg., S. 101—105) von solchen Zahlengebilden die Rede gewesen wäre, würde der geneigte Leser vermutlich schon wissen, daß wir hier ein sogenanntes „magisches Quadrat“ vor uns haben, ein Quadrat nämlich, das in jeder seiner „Zeilen“ (Horizontalreihen), in jeder seiner „Spalten“ (Vertikalreihen) und ebenso in jeder der beiden Diagonalen übereinstimmend dieselbe Zahlensumme ergibt. Im vorliegenden Falle ist es ein magisches Quadrat erster Stufe, das kleinstmögliche überhaupt, das von  $3 \times 3$  Feldern, die mit den Zahlen 1 bis 9 so besetzt sind, daß sich in nicht weniger als 8 Reihen — 3 Zeilen, 3 Spalten, 2 Diagonalen — jedesmal die gleiche Summe 15, die sogenannte „Konstante“ des magischen Quadrats, ergibt. Wir werden sogleich sehen, daß dieses magische Quadrat der 9 Felder in einer besonderen Beziehung zum Saturn steht, die das Vorkommen gerade dieses Quadrats auf unseren drei Saturnamuletten erklärt.

4	9	2
3	5	7
8	1	6

Fig. 1.

Wie man nun aus  $3 \times 3$  Feldern und den Zahlen 1 bis 9 ein magisches Quadrat erster Stufe bilden kann, so läßt sich eins zweiter Stufe aus  $4 \times 4$  Feldern und den Zahlen 1 bis 16, eins dritter Stufe aus  $5 \times 5$  Feldern und den Zahlen 1 bis 25 herstellen, und so geht dies fort. Man versteht es nun leicht, daß diese Zahlengebilde mit der in allen Reihen sich wieder und wieder erneuernden gleichen Zahlensumme auf abergläubische Gemüter, insbesondere auf Menschen, die zu dem allgemein so weit verbreiteten Zahlenaberglauben neigten, einen geheimnisvollen Zauber ausübten, und da ist es nur allzu begreiflich, wenn auch diesen Zahlenquadraten allerlei übernatürliche Kräfte zugeschrieben wurden. Da man sie außerdem — anscheinend schon im Orient und in verhältnismäßig früher Zeit — zu den Planeten in besondere Beziehungen gesetzt

hatte, so war es eigentlich von selbst gegeben, daß sie im Abendlande bei der Bildung der Planetenamulette mit herangezogen wurden, die angeblichen Kräfte des Amuletts womöglich noch zu steigern und jedenfalls sein magisches Ansehen noch zu erhöhen. Dabei hat denn ein festes System geherrscht, nach dem jedem Planeten nur ein magisches Quadrat einer bestimmten Stufe zugeordnet werden durfte, und zwar war dieses Quadrat für den Saturn, wie schon kurz vorwegbemerkt wurde, das der  $3 \times 3$  Felder. „Saturn ist groß, dem Auge fern und klein“, so hörten wir ja bereits von dem Faust-Astrologen, und

Planet	Magisches Quadrat von	„Konstante“ des mag. Quadrats
♄ Saturn .	$3 \times 3 = 9$ Feldern	15
♃ Jupiter .	$4 \times 4 = 16$ „	34
♂ Mars . .	$5 \times 5 = 25$ „	65
☉ Sonne . .	$6 \times 6 = 36$ „	111
♀ Venus . .	$7 \times 7 = 49$ „	175
☿ Merkur .	$8 \times 8 = 64$ „	260
☾ Mond . .	$9 \times 9 = 81$ „	369



diese Erdferne, diese Kleinheit war wohl der Grund, aus dem man dem Saturn das kleinstmögliche magische Quadrat zuordnete. Hiernach gebührte dem Jupiter als dem nächstfernten Planeten das magische Quadrat zweiter Stufe, das von  $4 \times 4$  Feldern, und so entsand ein System der Planetenquadrate, das wir am besten tabellarisch vorstehend (S. 97) wiedergeben. Dabei haben wir denn bei den einzelnen magischen Quadraten auch sogleich ihre „Konstanten“ mitangemerkt, auf die wir im einzelnen später noch zurückkommen werden.

In engstem Zusammenhang mit diesem System der Planetenquadrate, der „Tabulae“ oder „Mensulae planetarum“, steht ein System von je 4 Zahlen, die jedem Planeten als zugeordnet, als geweiht, galten. Es sind dies:

1. die Anzahl der Felder jeder Reihe seines magischen Quadrats (für Saturn: 3),
2. die Gesamtzahl der Felder dieses Quadrats (für Saturn: 9),
3. die „Konstante“ des magischen Quadrats (für Saturn: 15),
4. die Gesamtsumme aller Zahlen des Quadrats (für Saturn: 45).

Wie sich so als die vier Saturnzahlen 3, 9, 15, 45 ergeben, so als die des Jupiter: 4, 16, 34, 136 und als die des Mars: 5, 25, 65, 325 usw., ohne daß jedoch für unsere Zwecke hier eine weitere Fortsetzung der Reihe erforderlich wäre.

Auch diese vier Zahlen des Saturn kommen nun auf unseren hier abgebildeten Saturnamuletten, wenn auch nicht in unmittelbar erkennbarer Form, vor. Da liest man auf der Rückseite der Abb. 2 und ebenso auf der mit ihr ja übereinstimmenden von Abb. 3 unterhalb des Zahlenquadrats ein hebräisches Wort, das aus zwei Buchstaben besteht. Es sind die beiden ersten Buchstaben des hebräischen Alphabets: aleph (a) und beth (b), so daß das Wort, in unsere Schriftzeichen transskribiert, *ab* lautet. Nun ist aber im Hebräischen, das, wie die meisten Sprachen des Altertums, besonderer Zahlzeichen entbehrt, jeder Buchstabe zugleich eine Zahl: der erste Buchstabe des Alphabets die 1, der zweite die 2 usw. Hiernach hat unser aus den beiden ersten Buchstaben des Alphabets bestehendes Wort *ab*, das übrigens auch eine Wortbedeutung — „Vater“ — besitzt, den Zahlenwert  $1 + 2 = 3$ , und das ist ja gerade die kleinste der vier Saturnzahlen, die somit durch das hebräische Wort repräsentiert wird. In diesem Sinne besitzt nun übrigens jedes hebräische Wort einen Zahlenwert, und solche Zahlenspielerien haben in der jüdischen Mystik eine große Rolle gespielt. „Jedes Wort ist eine Zahl und jede Zahl ist ein Wort“, das ist geradezu das Hauptgesetz jener unter dem Namen „Kabbala“ bekannten Geheimphilosophie der Juden. Diese Zahlenspielerien begegnen uns nun auch auf unseren Planetenamuletten auf Schritt und Tritt und, wie das Wort unterhalb des magischen Quadrats der Abb. 2 die kleinste der vier Saturnzahlen repräsentiert, so verkörpern die beiden hebräischen Worte links und rechts vom Zahlenquadrat die beiden folgenden Saturnzahlen, d. h. 9 und 15. Hiernach wird niemand mehr daran zweifeln, daß diese drei hebräischen Worte lediglich ob ihrer Zahlenwerte, ob dieser Hinweise auf den Saturn also, hier auf unseren Saturnamuletten einen Platz erhalten haben. Immerhin ist dazu noch eins zu bemerken: Die Zahl 15, die auf unseren Amuletten Abb. 2 und 3 repräsentiert wird durch ein Wort von zwei Buchstaben mit den Zahlenwerten 10 und 5, hätte natürlich ebensogut in der Weise  $9 + 6$  oder  $8 + 7$  oder  $10 + 4 + 1$  usw., von Vertauschungen in der Reihenfolge der Zahlen ganz abgesehen, dargestellt werden können. Unter allen solchen an sich möglichen verschiedenen Darstellungen und den so sich ergebenden Wortträgern einer bestimmten Zahl wählte man nun begreiflicherweise tunlichst ein solches Wort aus, das nicht bloß ein Buchstabenkonglomerat ist,



sondern das auch eine Wortbedeutung, möglichst sogar eine sinnreiche Wortbedeutung, hat, das also insbesondere etwas Mystisches oder Hochheiliges bedeutet. Dies trifft nun bei unserem Wort, durch das die Zahl 15 verkörpert wird, in besonderem Maße zu. Ist doch dieses Wort, das transskribiert *Jah* lautet, nichts anderes als die übliche Abkürzung jenes höchsten Namens, den wir zumeist, wenn auch fälschlich, Jehovah aussprechen, der richtiger jedoch wohl Jahweh zu sprechen wäre, der aber den Juden und insbesondere den Kabbalisten ein Gegenstand solcher Scheu war, daß ihn überhaupt auszusprechen für eine Todsünde galt, und der daher entweder durch Umschreibungen oder aber durch Abkürzungen, und zwar alsdann vorzugsweise durch unser *Jah*, angedeutet wurde.

So sehen wir, um dies zu rekapitulieren, auf unseren Saturnamuletten Abb. 2 und 3 die drei kleinsten Saturnzahlen 3, 9, 15, jede durch ein besonderes hebräisches Wort, dargestellt. Es sind genau die drei Worte, die auch Agrippa von Nettesheim in seiner schon oben erwähnten „Occulta Philosophia“ für diesen selben Zweck angibt, wie überhaupt dieses Werk für die Gestaltung der Planetenamulette vielfach, wenn nicht zumeist, richtweisend und maßgebend gewesen ist. Dabei sei denn sogleich noch bemerkt, daß auch die hebräische Umschrift der Bildseite von Abb. 2 wieder unsere drei hebräischen Worte aufweist; der dann noch verbleibende Rest dieser Umschrift besteht in der Hauptsache — auf die genaue Zergliederung glaube ich hier verzichten zu sollen — aus einem gleichfalls von Agrippa angegebenen Gefüge von vier hebräischen Worten, und dieses ergibt als Zahlenwert 45, die uns bisher noch fehlende vierte und größte der Saturnzahlen. Will man diese 45 jedoch durch ein Wort darstellen, so wird hierfür in der Regel — gleichfalls mit und nach Agrippa — das Wort *Agiel* gewählt: a (aleph) = 1, g (gimel) = 3, i (jod) = 10, e = a (aleph) = 1, l (lamed) = 30, in Summa 45. Ob dieser Beziehung zum Saturn, ob dieser Verkörperung der größten Saturnzahl 45, wird das „Agiel“, das seiner Zusammensetzung resp. Endung nach — Agi-el — recht wohl für einen Engelnamen, wie Micha-el, Rapha-el usw., passieren kann, als ein Saturngeist, präziser als die „Intelligentia Saturni“, bezeichnet. Den Linienzug, das „Signaculum“, dieser Saturnintelligenz lernten wir bereits oben kennen. Aber auch die „Intelligenz“ selbst, das „Agiel“ also, ist auf unseren Amuletten, wenn auch nicht gerade in hebräischer Sprache, vertreten. Liest man doch auf der Rückseite der Abb. 1 oberhalb des Zahlenquadrats zunächst: DER GROSE ORIPHIEL und dahinter AGIEL. Dabei mag denn auch noch sogleich bemerkt werden, daß auch dieses „Oriphiel“ in einer besonderen Beziehung zum Saturn steht, derenwegen es denn auch gleichfalls auf Abb. 2 (Bildseite, rechts von der Saturngestalt) vorkommt; es bedeutet dies Wort nämlich — wenigstens in einem der verschiedenen hierfür existierenden Systeme — den Engel des „Saturnstages“, und dieser „Saturnstag“ ist bekanntlich der Sonnabend. Noch heute bezeichnen ja die englische wie die holländische Sprache diesen Tag unserer siebenteiligen Planetenwoche deutlich und unverkennbar als „Saturnstag“, als „Saturday“ bzw. „Zaturdag“ nämlich, und auch unser „Samstag“ wird wohl, wie ich glauben möchte, so zu erklären sein<sup>1)</sup>, wenn auch die Fachgelehrten, beispielsweise die des Grimmschen Wörterbuchs, diese Herleitung, wie es scheint, noch nicht akzeptiert haben.

<sup>1)</sup> Während in diesen Sprachen der Wochentag nach dem Planeten, dem Saturn also, genannt ist, hat umgekehrt in der hebräischen oder vielmehr rabbinischen Sprache der Wochentag, der Sabbat, dem Planeten den Namen gegeben; heißt dieser doch dort Schabbathai, d. i. in freier Wiedergabe etwa „Sabbatstern“.



Schon überreichlich lange verweilten wir im Reiche des Saturns, das doch unserem Programm gemäß nur eins der sieben Gebiete ist, die wir durchwandern wollen, und doch haben wir trotz dieses langen Verweilens keineswegs alles, was unsere drei Saturnamulette an wunderlichen Namen und Zeichen aufweisen, besprochen und erklärt. Insbesondere das Stück Abb. 1 ist auf seiner Bildseite mit solchen Namen geradezu überladen. Ich muß freilich bekennen, daß ich garnicht imstande sein würde, alle diese Namen und Zeichen restlos zu erklären, und ich wage zu bezweifeln, ob überhaupt jemand dies ohne große Schwierigkeit heute noch vermag. Es lohnt natürlich auch gar nicht, allen diesen Bizarrerien im einzelnen nachzugehen und diese längst begrabene Pseudowissenschaft bis in alle Einzelheiten von neuem auferstehen zu lassen, ganz abgesehen davon, daß hier auch schwerlich irgend ein Leser auf einer solchen längeren Wanderung durch dieses abstruse Gestrüpp hindurch zu folgen geneigt sein würde. Vielmehr wird sich die Erklärung auf diejenigen Momente beschränken müssen, die charakteristisch oder aus irgend einem anderen Grunde besonders wichtig oder interessant sind, und dieser Gesichtspunkt soll uns auch fernerhin hier leiten. Wer also noch genauer über alle diese sekundären und tertiären Bestandteile unterrichtet sein will, deren manche übrigens recht willkürlich auf die Amulette geraten sind, während andere wieder nur in fehlerhaft korrumpierter Form auftreten, — der mag auf einsamen Bahnen zu diesem Ziel vorzudringen suchen. Wir anderen dürfen nunmehr die Saturnsphäre verlassen und dürfen daher, wenn auch in etwas anderem Sinne, mit Schillers Wallenstein sprechen:

Saturnus' Reich ist aus . . . .  
Nicht Zeit ist's mehr, zu brüten und zu sinnen,  
Denn Jupiter, der glänzende, regiert . . . .

Wenden auch wir uns daher „Jupiter, dem glänzenden“, nunmehr zu!

(Fortsetzung folgt.)

## Der gestirnte Himmel im Monat April 1920.

Von Dr. F. S. Archenhold.

### Ueber die Einstein-Verschiebung im Gravitationsfeld der Sonne.

Wir haben schon früher über verschiedene astronomische Bestätigungen der Einsteinschen Relativitätstheorie berichtet. Die Perihel-Bewegung von Merkur in Größe von  $43''$ , die kleineren Abweichungen bei den Planeten Venus, Erde, Mars, die Rotverschiebung im Spektrum der B-Sterne und des Orionnebels im Betrage von 6 km, die bei der letzten Sonnenfinsternis am 29. Mai 1919 gefundene Gravitations-Verschiebung der Sterne am Sonnenrande in Größe von  $1''{,}7$  konnten alle als eine Bestätigung der Einsteinschen Relativitätstheorie angesehen werden. Nur eine Voraussage der Einsteinschen Gravitationstheorie, nämlich eine Verschiebung von etwa 0,6 km pro Sekunde nach der roten Seite des Spektrums, konnte bisher durch Beobachtung an Sonnenlinien nicht festgestellt werden. Jetzt ist durch eine wichtige Arbeit der Herren Grebe und Bachem (Zeitschrift für Physik, 1. Bd. Seite 51) unter Benutzung eines Kochschen registrierenden Mikro-Photometers eine Aufklärung der bisherigen Widersprüche gefunden worden. Der unsymmetrische Bau der Spektrallinien hatte verursacht, daß die Rotverschiebung von 36 dem Stickstoff zugehörenden Linien auf der Sonne im Mittel nur den Betrag von 0,3 km pro Sekunde ergab, während die Einsteinsche Theorie eine Verschiebung von 0,6 km nach der roten Seite des Spektrums hin forderte. Die Untersuchung hat ergeben, daß für die Messung kleinerer Verschiebungseffekte im linienreichen Spektrum eine viel



größere Vorsicht geboten ist, als sie bisher im allgemeinen angewandt worden ist. Es beeinflussen sich nämlich in ihrer Wirkung auf die photographische Platte nahe beisammenliegende Linien in der Weise, daß sie eine Verbreiterung in Richtung auf die Nachbarlinien hin verursachen. Grebe und Bachem haben nun auf Grund mikrophotometrischer Aufnahmen die Reinheit der benutzten 36 Stickstofflinien sorgfältig geprüft, woraus sich ergab, daß die zu benutzenden Linien sowohl im Sonnenspektrum als auch im Vergleichspektrum hinreichend weit von den Nachbarlinien entfernt sein müssen. Im anderen Falle können ganz unkontrollierbare scheinbare Verschiebungen auftreten, deren Größe natürlich immer innerhalb der Linienbreite liegen muß. Hierdurch ist mit einem mal die Verschiedenheit der in den bisherigen Messungen für Linien gleicher Herkunft gefundenen Verschiebungen klar. Nur 9 Linien von den 36 erfüllten die obige Bedingung. Eine Untersuchung der früheren Messungen dieser einwandfreien Linien von Schwarzschild, Evershed und Royds haben genau den gewünschten Einstein-Effekt von 0,6 pro Sekunde ergeben. Selbst wenn man die abweichende Messung von St. John von 5 Linien, die nur 0,3 km ergab, mit berücksichtigt, so ist noch das Mittel aus allen Messungen 0,54 km pro Sekunde. Die Untersuchung zeigte sonach, daß die Einsteinsche Gravitations-Verschiebung im Sonnenbild sowohl der Richtung wie auch der Größe nach wirklich vorhanden ist. Hiermit können wir alle Zweifel, die bisher an der Richtigkeit der Relativitäts-Theorie noch vorhanden waren, durch die genauen Beobachtungen für überwunden erklären.

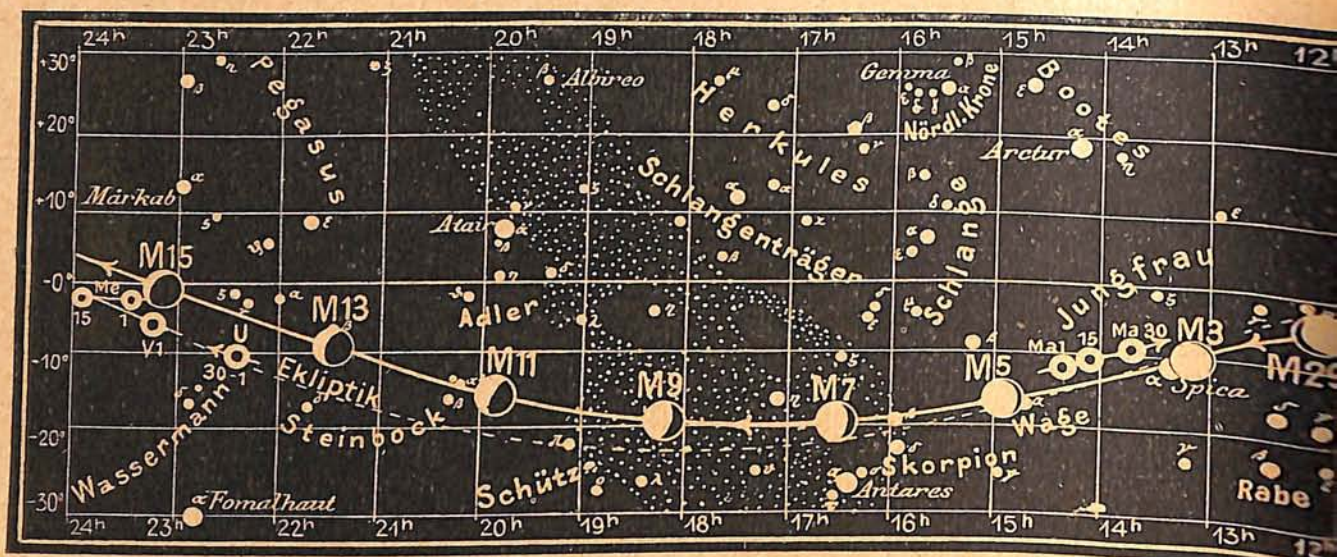
### Die Sterne.

Unsere Sternkarte gibt den Stand der Sterne für den 1. April abends 10<sup>h</sup>, für den 15. April abends 9<sup>h</sup>, für den 1. Mai abends 8<sup>h</sup> usw. wieder. Das Wintergestirn, der Orion, sinkt im Westen unter den Horizont, mit ihm erreicht die Milchstraße ihre tiefste Stellung. Gegenüber, im Osten, erhebt sich das Sternbild der Schlange gerade über den Horizont. Der Meridian durchschneidet um diese Zeit das Sternbild des Löwen, in der Mitte zwischen Regulus und Denebola, geht durch den großen Bären hindurch, am kleinen Bären vorbei, durch die Cepheus-Sterne zwischen Kassiopeia und Schwan zum Nordpunkt hinunter. Im Südwesten ist der hellste Stern des Himmels, der Sirius, gerade im Begriff unterzugehen, und im Südosten hat der hellste Stern der Jungfrau, Spika, schon die gleiche Höhe wie das benachbarte Sternbild der Rabe (Corvus) erreicht. Es sind nur 17 Sterne, die in diesem kleinen Sternbildchen dem freien Auge sichtbar sind. Die hellsten  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$  sind in unsere Sternkarte eingezeichnet und bilden ein unregelmäßiges Viereck. Der höchste Stern  $\delta$  in Rekt. = 12<sup>h</sup> 23<sup>m</sup> 40<sup>s</sup> (1880) Dekl. = — 15° 51' ist ein Doppelstern, der aus einem Stern 3. Größe von gelblicher Farbe und einem rötlichen Begleiter von 8,7. Größe in 24",3 Abstand besteht. Wegen der schönen Farbe wird er jetzt allabendlich mit den kleineren Fernrohren auf der Plattform der Treptow-Sternwarte den Besuchern gezeigt. Die gemeinsame Eigenbewegung beider Sterne spricht für die Doppelsternnatur derselben, für ihren physischen Zusammenhang, obgleich seit 1866 weder in dem Positionswinkel, der 214° beträgt, noch in der Distanz eine Aenderung zu beobachten war. Ein anderer Doppelstern in Rekt. = 12<sup>h</sup> 35<sup>m</sup>, Dekl. = — 12° 21' besteht aus zwei gleich hellen Sternen 6,5. Größe, die 5",7 auseinanderstehen und einen Positionswinkel von 306° miteinander bilden. Die Farben sind weiß mit einem Stich ins Gelbliche. Dieser Doppelstern ist wegen der gleichen Helligkeit der Komponenten leichter zu trennen als der zuerst erwähnte. Noch ein Doppelstern, dessen Hauptstern 6,4. Größe und dessen Begleiter 10. Größe ist, steht in Rekt. = 12<sup>h</sup> 24<sup>m</sup>, Dekl. = — 12° 44', nicht weit von dem letzteren ab. Der Positionswinkel betrug im Jahre 1905 12° und die Entfernung 2",2.

Im Jahre 1867 wurde von Karlinski ein veränderlicher Stern R Corvi in Rekt. = 12<sup>h</sup> 14<sup>m</sup>, Dekl. = — 18° 42' entdeckt, der in seinem größten Licht die Helligkeit 6,8. bis 7,7. Größe erreicht und in seinem kleinsten Licht unter 11,5. Größe heruntersinkt. Den Lichtwechsel vollführt er in einer Periode von 318,5 Tagen. Nicht weit von ihm ab steht ein Nebel in Rekt. = 12<sup>h</sup> 19<sup>m</sup>, Dekl. = — 18° 13', der am 2. Februar 1785 von



Abb. 1b



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

W. Herschel entdeckt und als auflösbar bezeichnet wurde. Es ist ein großer, runder Nebel, sehr hell, mit einem hellen, etwas länglich ausgezogenen Kern. Er bildet mit den beiden Sternen  $\gamma$  und  $\delta$  ein gleichseitiges Dreieck, dessen Spitze in das oben beschriebene unregelmäßige Viereck fällt. Doppelt so nahe an den Stern  $\beta$  wie dieser Nebel im Raben, aber in südlicher Richtung, steht ein Nebel, zu dem Sternbild der Hydra (Wasserschlange) gehörig, in Rekt. =  $12^h 34^m$ , Dekl. =  $-26^\circ 12'$ . Dieser ist am 9. April 1780 von Messier entdeckt worden, der ihn als einen sehr schwachen Nebel ohne Stern beschrieb, jedoch steht ein Stern 6. Größe in der Nähe. Der neueste Katalog von Dreyer beschreibt diesen Nebel als vollständig auflösbar. Er besteht aus Sternen 12. Größe und ist von kugelförmiger Gestalt.

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

April 1.	6 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup> abends	April 13.	5 <sup>h</sup> 54 <sup>m</sup> morgens	April 24.	5 <sup>h</sup> 9 <sup>m</sup> nachm.
" 4.	3 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> nachm.	" 16.	2 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup> nachts	" 27.	1 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup> "
" 7.	12 <sup>h</sup> 16 <sup>m</sup> mittags	" 18.	11 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> abends	" 30.	10 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup> vorm.
" 10.	9 <sup>h</sup> 5 <sup>m</sup> morgens	" 21.	8 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> "		

Nachstehende veränderliche Sterne langer Periode stehen im April im Maximum:

Name	Rekt.	Dekl.	Zeit	Größe im Max.	Größe im Minim.	Periode
R in der Schlange	15 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup> ,0	+ 15° 22'	Anf. April	5,8	13,0	357 Tage
R im Drachen	16 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> ,4	+ 66° 56'	Mitte "	6,4	13,0	245 "

### Der Lauf von Sonne und Mond.

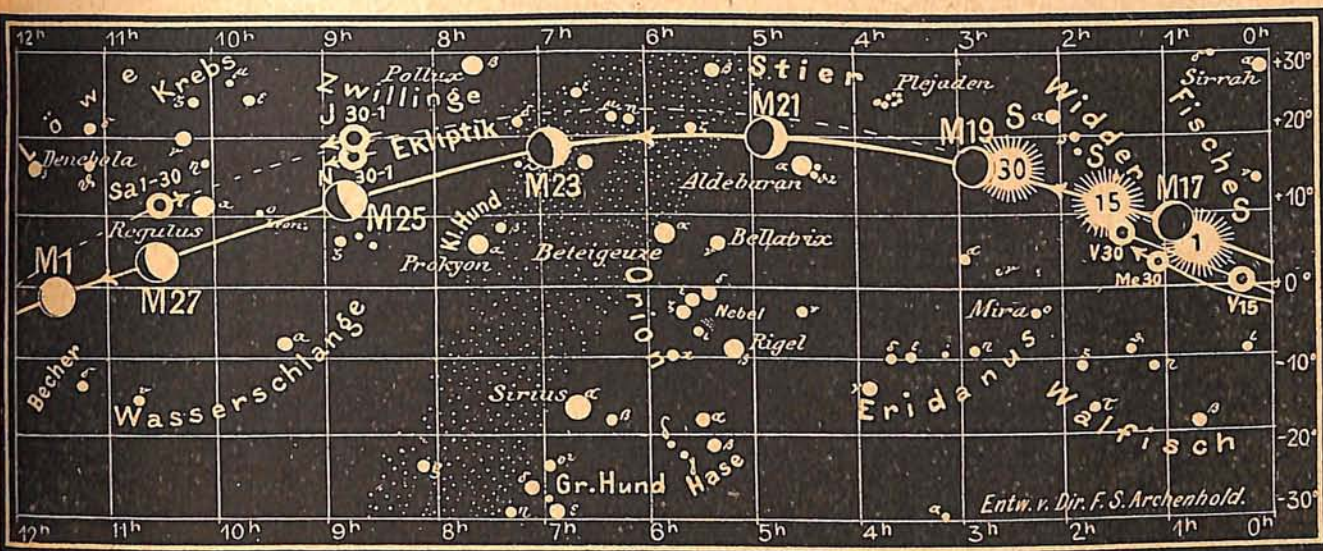
Die Sonne (Feld  $3/4^h$  bis  $2 1/2^h$ ) tritt am 20. April vom Zeichen des Widders in das des Stieres. Ihre Mittagshöhe beträgt am 1., 15. und 30. April  $42^\circ$ ,  $47 1/4^\circ$  und  $52 1/4^\circ$ . Ebenso nimmt die Tageslänge während des ganzen Monats um  $1^h 54^m$  zu. Die Sonne geht am 1., 15. und 30. April um  $5^h 37^m$ ,  $5^h 5^m$  und  $4^h 33^m$  auf und um  $6^h 32^m$ ,  $6^h 56^m$  und  $7^h 22^m$  unter. Ihre Stellungen sind aus folgender Tabelle zu entnehmen:



für den Monat April 1920

Abb. 1a

Nachdruck verboten



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

S o n n e.

April	Rektasz.		Deklin.	Sternzeit Berliner Mittag		Zeitgleichung Mittlere Zeit minus Wahre Zeit		April	Rektasz.		Deklin.	Sternzeit Berliner Mittag		Zeitgleichung Mittlere Zeit minus Wahre Zeit	
	h	m		h	m	m	s		h	m		h	m	m	s
1	0	42,1	+ 4 32	0	38,0	+ 3	59	16	1	37,1	+10 7	1	37,2	- 0	10
2	0	45,8	4 55	0	42,0	3	41	17	1	40,8	10 28	1	41,1	0	24
3	0	49,4	5 18	0	45,9	3	23	18	1	44,6	10 49	1	45,0	0	38
4	0	53,1	5 41	0	49,8	3	5	19	1	48,3	11 10	1	49,0	0	52
5	0	56,7	6 4	0	53,8	2	47	20	1	52,0	11 31	1	52,9	1	5
6	1	0,4	6 27	0	57,7	2	30	21	1	55,7	11 51	1	56,9	1	17
7	1	4,0	6 49	1	1,7	2	13	22	1	59,5	12 11	2	0,8	1	29
8	1	7,7	7 12	1	5,6	1	55	23	2	3,2	12 31	2	4,8	1	41
9	1	11,4	7 34	1	9,6	1	39	24	2	7,0	12 51	2	8,7	1	52
10	1	15,0	7 56	1	13,5	1	22	25	2	10,7	13 11	2	12,6	2	3
11	1	18,7	8 18	1	17,4	1	6	26	2	14,5	13 30	2	16,6	2	13
12	1	22,4	8 40	1	21,4	0	50	27	2	18,3	13 50	2	20,5	2	23
13	1	26,1	9 2	1	25,3	0	34	28	2	22,1	14 9	2	24,5	2	33
14	1	29,7	9 24	1	29,3	0	19	29	2	25,9	14 27	2	28,4	2	41
15	1	33,4	+ 9 45	1	33,2	+ 0	4	30	2	29,7	+14 46	2	32,4	- 2	50

M o n d.

April	Rektasz.		Deklin.	April	Rektasz.		Deklin.	April	Rektasz.		Deklin.	April	Rektasz.		Deklin.
	h	m				h		m				h	m		
1	11	33,6	- 1 34	9	18	11,7	-19 35	17	0	53,1	+ 8 33	25	8	48,3	+12 22
2	12	22,6	5 58	10	19	1,5	18 10	18	1	49,2	12 47	26	9	41,1	8 21
3	13	11,6	10 1	11	19	50,9	15 57	19	2	48,1	16 18	27	10	31,8	+ 3 59
4	14	0,7	13 33	12	20	39,9	12 59	20	3	49,2	18 47	28	11	21,0	- 0 29
5	14	50,4	16 25	13	21	28,8	9 23	21	4	51,6	19 59	29	12	9,4	4 51
6	15	40,5	18 31	14	22	17,9	5 15	22	5	53,9	19 50	30	12	57,7	- 8 56
7	16	30,9	19 46	15	23	8,0	- 0 44	23	6	54,6	18 23				
8	17	21,4	-20 7	16	23	59,5	+ 3 57	24	7	52,9	+15 49				



Der Mond ist mit seinen Lichtgestalten von zwei zu zwei Tagen für die Mitternachtszeit in unsere Karten 1a und 1b eingetragen. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Vollmond: April 3. 12<sup>h</sup> mittags                      Neumond: April 18. 10<sup>3/4</sup><sup>h</sup> abends  
Letztes Viertel: „ 11. 2<sup>1/2</sup><sup>h</sup> nachm.      Erstes Viertel: „ 25. 2<sup>1/2</sup><sup>h</sup> nachm.

### Die Planeten.

*Merkur* (Feld 23<sup>1/2</sup><sup>h</sup> bis 1<sup>h</sup>) ist während des ganzen Monats unsichtbar. Sein Durchmesser nimmt von 10<sup>3/4</sup> auf 6<sup>3/4</sup> ab. Sein Albedo ist neuerdings von Russel auf 0,07 bestimmt worden. Dieselbe Größe hat sich auch für die beiden kleinen Planeten Ceres und Pallas ergeben.

*Venus* (Feld 23<sup>1/4</sup><sup>h</sup> bis 1<sup>1/2</sup><sup>h</sup>) ist während des ganzen Monats für das unbewaffnete Auge nicht sichtbar. Im Fernrohr kann man erkennen, daß ihr Durchmesser von 11<sup>3/4</sup> bis 10<sup>3/4</sup> abnimmt. Die Polarflecke sind von Nelson im Sommer vorigen Jahres in gleicher Weiße wie der Mondkrater Aristarch gesehen worden. Aus verschiedenen Beobachtungen geht hervor, daß sowohl die Helligkeit wie die Ausdehnung am nördlichen und südlichen Polarfleck stark veränderlich ist.

Nach Arrhenius berechnet sich die Mitteltemperatur auf der Venus auf 47<sup>o</sup>, die Feuchtigkeit ist etwa 6 mal so groß im Durchschnitt wie auf der Erde, sodaß sie in 5 km Höhe so groß wie bei uns am Erdboden ist. Entsprechend groß ist auch die Bewölkung. Regenwolken in einer Höhe von 10 km werden nicht allzu selten sein. So erklärt es sich, daß wir von der Oberfläche der Venus nichts zu sehen bekommen. Die Wärmeunterschiede zwischen Pol und Aequator werden infolge der dichten Bewölkung und starken Strömungen in den hohen Luftschichten fast vollkommen ausgeglichen sein, sodaß das Klima auf der ganzen Venus ein gleichförmiges sein muß, wie es in den wärmsten Zeiten auch auf der Erde war. Die weißen Polarflecke können meiner Meinung nach deshalb nur als Gefrierprodukte der äußersten Wolkenschichten gedeutet werden. Hieraus erklärt sich auch ihr plötzliches Auftreten und ihre schnelle Veränderung.

*Mars* (Feld 14<sup>1/2</sup><sup>h</sup> bis 13<sup>3/4</sup><sup>h</sup>). Sein Durchmesser beträgt zu Anfang des Monats 14<sup>3/4</sup> und erreicht Ende des Monats in der Opposition sein Maximum mit 16<sup>3/4</sup>. Er ist schon von Mitte des Monats ab während der ganzen Nacht sichtbar. Im Gegensatz zur Venus sind auf dem Mars die Umrise der Polarflecke ziemlich regelmäßiger Gestaltung, abgesehen von einigen Einschnitten an ihrem Rande. In der letzten Opposition zeigten die in der Nähe des Nordpales liegenden Moraste interessante Veränderungen. So fand Lau das „Mare Acidalium“ im März 1918 grün, im Mai dagegen schon dunkelgrau, ohne eine Spur von grün. Am 15. März war die ganze Gegend vom Mare Acidalium bis zum Aequator hell am Rande. Der schwächere Morast „Propontis“ lief 1917/18 in 2 Streifen aus. Die östliche Hälfte des Propontis-Morastes war am 27. März hell am Rande. Die Rosette von Kanälen, welche auf der Südseite des Morastes entspringt und noch 2 Jahre vorher sichtbar war, konnte nicht beobachtet werden. Der „Utopia-Morast“ zeigte 1917/18 seine gewöhnliche dreieckige Gestalt, nur war er im ganzen blasser geworden und die großen Seen von 1914 waren verschwunden. Auch waren hier die Kanäle, welche vom Südende des Morastes ausgehen, unsichtbar. Die Uebereinstimmung in den Veränderungen der 3 Polarmoraste (Mare Acidalium, Propontis und Utopia) hat in den gleichen klimatischen Verhältnissen ihren Grund. Die Moraste sind offenbar für die Bildung von Nebel und Gewölk besonders geeignet.

*Jupiter* (Feld 8<sup>3/4</sup><sup>h</sup>) ist zu Anfang des Monats noch 8 Stunden, am Ende nur noch 5<sup>1/2</sup> Stunden lang sichtbar. Er steht in der Mitte zwischen Pollux und Regulus und tritt am 25. in Konjunktion mit dem Monde. Sein Aequatorialdurchmesser nimmt von 40<sup>3/4</sup> auf 37<sup>3/4</sup> ab. Der Polardurchmesser ist um  $\frac{1}{15}$  kleiner. Das Gewicht eines Körpers beträgt am Pol des Jupiters 120 kg, wenn es am Aequator desselben Planeten 100 kg groß ist. Auf der Erde würde derselbe Körper nur 43 kg wiegen.







alle Punkte seiner Oberfläche bis zum 82. Breitengrade 2 mal jährlich im Zenit stehen. Am Pol des Uranus wird sich daher die Sonne auch bis 82° über dem Horizont erheben, im Gegensatz zu Jupiter, auf dem wegen seiner geringen Schiefe der Ekliptik die Sonne sich am Pol nur wenige Grade über dem Horizont erheben kann.

*Neptun* (Feld  $8\frac{3}{4}^h$ ) wird am 17. April nur 57' südlich von Jupiter in gleicher Rektaszension aufzufinden sein. Wegen seiner großen Entfernung ist es bisher nicht gelungen, für Neptun eine Rotationszeit aus der Beobachtung selbst zu bestimmen, jedoch hat H. Struve aus theoretischen Gründen eine solche von 10 bis 15 Stunden (A. N. 207) abgeleitet. Die andere Möglichkeit von 24 Stunden Rotationszeit erscheint aus Analogieschlüssen wegen der Aehnlichkeit der Größe- und Dichteverhältnisse mit Jupiter, Saturn und Uranus unwahrscheinlich. Die Abplattung des Planeten bewegt sich aller Wahrscheinlichkeit nach in der Größenordnung  $\frac{1}{30}$  bis  $\frac{1}{100}$ . Bei dieser Gelegenheit wird die Neigung der Bahn des Trabanten gegen den Aequator des Planeten zu 20° und eine Umlaufperiode des Poles der Trabantenbahn um den Planetenpol von 665 Jahren bestimmt, was in naher Uebereinstimmung mit den früher von Dyson und Edney aus Greenwicher Beobachtungen abgeleiteten Daten ist (22°, 600 Jahre).

#### Bemerkenswerte Konstellationen:

- April 5. 3<sup>h</sup> morgens Merkur in Konjunktion mit Venus (Merkur 1° 12' N.).
- „ 5. 10<sup>h</sup> vormittags Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- „ 17. 2<sup>h</sup> nachts Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- „ 17. 6<sup>h</sup> morgens Merkur in größter westlicher Abweichung (27° 31').
- „ 17. 1<sup>h</sup> nachmittags Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- „ 21. 10<sup>h</sup> morgens Mars in Opposition mit der Sonne.
- „ 25. 12<sup>h</sup> nachts Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- „ 27. 12<sup>h</sup> nachts Saturn in Konjunktion mit dem Monde.

### Aus dem Leserkreise.

#### Anleitung für Sonnenbeobachtungen mit einfachen Mitteln.

Manche Freunde der Astronomie, die nur kleine Ferngläser besitzen, möchten gerne mit diesen die Sonne beobachten, aber sie wissen nicht recht, wie sie es anstellen sollen, um dadurch sich und der Wissenschaft einen Nutzen zu bringen.

Ich selbst beschäftige mich mit Sonnenbeobachtungen seit Mai 1912, theoretisch und praktisch und verweise auf meinen kleinen Artikel in den Mitteilungen der V. A. P. von 1917, Heft 6, über Sonnenfleckbeobachtungen.

Folgende Zeilen sollen den orientieren, der nur über einfache Instrumente verfügt, d. h. über solche, die nicht fest montiert sind und geringe Vergrößerungen haben, z. B. etwa 20 fach; spektroskopische Beobachtungen kommen hier garnicht in Frage.

Es handelt sich bei folgenden Anweisungen nur um eine allgemeine Statistik der Sonnenflecke und Sonnenfackeln, die sich ersteren oft eng anschließen.

Wir wollen uns daher zunächst fragen, was eigentlich Sonnenflecke und -Fackeln sind. Darüber sind nun die Ansichten sehr verschieden.

Man nimmt allgemein an, daß jene trichterförmige Vertiefungen bis zu 8000 km im Maximum auf der Photosphäre bilden. Gasausbrüche aus dem Innern der Sonne bilden diese Löcher. Die Flecke sind als Felder elektrisch geladener Materie anzusehen, und der Sitz magnetischer Kräfte. Wir können sie mit den Zyklonen unserer Erde vergleichen. In ihnen zirkulieren glühende, sich verdichtende, lichtabsorbierende Gase, hauptsächlich Kalzium, Wasserstoff und Eisen mit Geschwindigkeiten bis zu mehreren 100 km in der Sekunde. Andere halten die Flecke für Wolkenmassen, die auf der gasförmigen Sonnenatmosphäre schwimmen, als wenn sie von Strömungen fortgetragen würden



die nicht nur der Richtung der Rotation folgen, sondern auch Bewegungen nach den Polen und dem Äquator hin vollführen.

Die Sonnenfackeln halten sich meist in der Nähe der Flecke auf und stehen daher wohl mit ihnen im engen Zusammenhange. Am besten lassen sie sich am Sonnenrande beobachten, weil sie die Helligkeit der Photosphäre übertreffen. Die Flecke bilden oft Vertiefungen, die Fackeln dagegen Erhöhungen, welche als die durch Ausbrüche zur Seite gedrängten Teile der Sonnenoberfläche anzusehen sind. Sie sind vielfach mit den Protuberanzen identisch. Kalzium spielt bei ihnen die Hauptrolle.

Das Vorkommen der Flecke beschränkt sich auf eine Zone von höchstens 40 Grad Breite beiderseits des Sonnenäquators. Die Fackeln können überall auf der Sonne auftreten, doch liegt ihre größere Häufigkeit auch in der Fleckenzone. Das Wandern der Flecke über die Sonne in westlicher Richtung läßt auf eine Rotationsdauer der letzteren von etwa 25 bis 28 Tagen schließen. Wegen der Vertiefung der Flecke erkennen wir am Sonnenrande perspektivisch meist nur den demselben zugekehrten Penumbrarand, den Kern selbst sehen wir als einen schmalen, schwarzen Streifen auf der entgegengesetzten Seite, nach etwa 13 Tagen verschwinden die Flecke am Westrande. Sie ändern täglich ihr Aussehen und erreichen Größen, die unsere Erde oft vielfach übertreffen. Der größte bisher beobachtete Fleck war 230 000 km breit, 18 mal so groß als der Erddurchmesser. Flecke von 40 000 km sind gerade noch mit dem bloßen Auge zu erkennen; ein solcher Fleck ist dann etwa 3 mal so groß als unsere Erde. Gleich nach Erfindung des Fernrohres 1611 wurden die Flecke eingehend beobachtet, aber schon aus dem Jahre 807 haben wir eine Beobachtung; die Flecke hielt man damals für Planeten.

Nach einem Flecken - Maximum tauchen die ersten neuen Flecke gewöhnlich in einer heliographischen Breite von ungefähr 30 Grad auf, dann rückt die Zone der beginnenden Fleckenhäufigkeit allmählich dem Äquator näher, bis nach dem nun folgenden Minimum dieselben Erscheinungen wieder in der angegebenen Gegend beginnen.

Ich empfehle den Sonnenbeobachtern sehr das kleine Schriftchen aus Natur und Geisteswelt: A. Krause, „Die Sonne“, welches genau und kurz alles Wissenswerte über die Sonne schildert. Sehr warm kann ich das eingehende Werk über die „Physik der Sonne“ von dem verstorbenen Professor Pringsheim empfehlen, welches aber ziemlich teuer ist.

Wenden wir uns jetzt zu den eigentlichen praktischen Beobachtungen.

Ich sprach vorhin vom Flecken-Minimum und -Maximum. Die mittlere Periode in der Fleckentätigkeit beträgt 11,124 Jahre. Die einzelnen Perioden schwanken zwischen 7 bis 17 Jahren. Das mittlere Intervall vom Minimum zum Maximum beträgt 5,16 Jahre, das vom Maximum zum Minimum 5,96 Jahre. Das letzte Maximum war im August 1917, das letzte Minimum im Mai 1913. Die Bahnen der Flecke stellen auf der Sonne Breitenkreise dar und sind für uns ein Mittel, die Lage des Sonnenäquators zu finden. Dieser schließt mit der Ekliptik einen Winkel von  $7\frac{1}{2}$  Grad ein. Zweimal im Jahre muß die Erde in der Ebene des Sonnenäquators stehen, und es sind daher die Wege der Flecken gerade Linien; das geschieht Anfang Juni und Dezember. In der Zeit von Juni bis Dezember ist uns der nördliche Teil der Sonne mehr zugewandt, es beschreiben daher die Flecke Ellipsen, die nach dem Nordpole offen sind, in dem anderen Halbjahre ist es umgekehrt.<sup>1)</sup> Mit einem Handfernrohre kann man das sehr schön verfolgen. Zur Zeit des wahren Mittags können wir die genaue Lage des Sonnenäquators aus den Fleckenbahnen erkennen, zu anderen Zeiten sieht es manchmal so aus, als ob die Flecke am Pole der Sonne oder in Breiten auftreten, die für sie garnicht in Frage kommen können. Sollte die Sonne nun am Mittag scheinen, so empfehle ich aus obigem Grunde die Beobachtung vorzunehmen.

Was sollen wir nun eigentlich an den Flecken beobachten? Was hat es für einen Zweck?

<sup>1)</sup> Vgl. hierzu die Abbildungen sowie den Aufsatz von Prof Keller im „Weltall“ Jg. 18, S. 2.



Die genaue Lage der Flecke können wir selbstverständlich nicht angeben, dazu fehlt uns das entsprechende und parallaktisch aufgestellte Instrument. Wir können nur sagen, ob sie sich nördlich oder südlich des Sonnenäquators befinden, und auch dies nicht immer. Rohe Zeichnungen und Beschreibungen der Flecke und Fackeln bleiben uns nur übrig; auch soll man angeben, ob man Flecke oder Gruppen mit freiem Auge hat sehen können; aber die Zahl der Fleckengruppen und Einzelflecke können wir angeben, und das ist für die Statistik der Flecke wichtig. Man hat in neuester Zeit nicht nur eine Sonnenfleckenperiode, sondern eine Folge verschiedener Perioden erkannt, und unsere Zählung soll dazu beitragen, um weitere etwaige Nebenperioden zu finden. Auch kann man niemals im voraus wissen, was bei solchen Beobachtungen schließlich herauskommen wird. Die einzelnen Fleckenperioden verlaufen bekanntlich fast nie ganz programmäßig; gerade die unregelmäßig verlaufenden Perioden weisen am deutlichsten auf Zusammenhänge hin, die z. Zt. noch unbekannt sind.

Bedenkt man, daß ein Fleck in etwa 13 Tagen über die Sonne wandert, so kann man den Abstand vom West- oder Ostrande bzw. von der Mitte ganz gut in Tagesmärschen (= d) ausdrücken. Also z. B.: Nordhalbkugel. 1) 3 d vom Westrande Gruppe aus einem mittelgroßen Hof mit Kern und drei kleinen schwarzen Flecken ohne Hof. 2) 1 d vor dem Mittelmeridian Gruppe: Ein kleiner Hof mit Kern und zwei schwarzen Poren; usw.

Auf den Sternwarten hat man oft nicht immer Zeit, solche Zählungen zu machen, da werden andere Sachen bearbeitet. Der Liebhaberastronom soll dazu helfen, um auch seine Steine zu diesem Bauwerke zu setzen und beizutragen, die durch Witterungseinflüsse usw. nicht lückenlose große Beobachtungsreihe der Züricher Sternwarte, die sich fast ausschließlich mit der Sonne beschäftigt, durch seine Beobachtungen möglichst lückenlos zu machen. An welchen Tagen in Zürich nicht beobachtet werden konnte, kann man sehr gut aus der Meteorologischen Zeitschrift feststellen, die vierteljährlich die Züricher Reihen bringt.

Wie man die Flecke zählen soll, hat uns der derzeitige Direktor der Sternwarte Zürichs, Rudolf Wolf, angegeben. Er führte eine sogenannte Sonnenfleckenrelativzahl ein, nämlich  $r = k(10g + f)$ ; darin bedeutet  $g$  die Anzahl der auf der Sonne an einem Tage sichtbaren Fleckengruppen und  $f$  die Gesamtzahl der einzelnen Flecke der Gruppen.  $k$  ist ein von der Person des Beobachters und von dessen Instrument abhängiger Faktor, der durch Vergleich mit Normalbeobachtungen gefunden wird. Sehen wir z. B. fünf Gruppen, der ihnen zwanzig Flecke und ferner noch vier Einzelflecke, so wird folgendermaßen gerechnet: 5 Gruppen gibt  $10 \times 5 g$ , also 50, jeder Einzelfleck rechnet auch als besondere Gruppe, also  $4 \times 10 = 40$ , das sind 9 Gruppen = 90. In den Gruppen sind 20 Flecke und jeder Einzelfleck rechnet auch noch als Fleck besonders, so haben wir 24 Flecken. Die Summe ergibt daher  $90 + 24 = 114 = r$ . Es darf nie vergessen werden, jeden Einzelfleck als Gruppe zu rechnen. Ist z. B. nur ein einziger Fleck zu sehen, so heißt die  $r$ -Zahl 11, nämlich  $10 \times 1 + 1$ . Nimmt man die Monatssumme der  $r$ -Zahlen, so läßt sich durch Division mit der Anzahl der Beobachtungstage das Monatsmittel ausrechnen. Entsprechend wird das Jahresmittel berechnet. Im Maximumjahr 1917 betrug  $r$  nach Züricher Angaben 98,8, im Minimum von 1913 dagegen 1,4. Die höchste bekannte Maximalzahl war 154,4, im Jahre 1778, die niedrigste Minimalzahl 0,0 im Jahre 1810. Die größte Monatsrelativzahl erreichte der Mai 1778 mit 238,9.

Um das Gesetzmäßige der Erscheinung herauszuholen und die kurzperiodischen Schwankungen des Fleckenphänomens zum Verschwinden zu bringen, empfiehlt sich das Wolfsche Ausgleichsverfahren: „Man nimmt aus 12 aufeinanderfolgenden Monatsmitteln das Gesamtmittel, dasselbe wiederholt man unter Hinzufügung des nächsten und Fortlassung des ersten Monats, dann ist das Mittel der beiden Gesamtmittel die ausgeglichene Relativzahl des mittelsten der 13 Monate; so fährt man dann weiter fort.“ Jedoch muß man hier so oft als möglich im Jahre beobachten, um genügende Mittelwerte zu erhalten.



Oft ist es schwer zu entscheiden, wieviel Gruppen, namentlich wenn sie dicht bei einander liegen, vorhanden sind, ob es nur eine oder mehrere sind; aber auch das läßt sich bei genaueren Beobachtungen feststellen, ob sie in einem inneren Zusammenhange stehen oder nicht. In vielen Fällen muß das Gefühl mitsprechen, man mache es sich aber zur Regel, in Zweifelfällen einen abstehenden Fleck immer als besondere Gruppe anzusprechen. Es gibt auch andere Zählungsarten, aber die Wolfsche wird fast allgemein angewandt und hat die schönsten Erfolge erzielt.

Bei den Fackeln zählt man nicht die einzelnen Adern, sondern bezeichnet einen zusammenhängenden Komplex als eine Fackelgruppe.

Die Hauptsache ist, daß man alle Zählungen und Schätzungen mit demselben Instrumente, derselben Vergrößerung und demselben Blendglase ausführt. Ferner soll man nur bei klarem Wetter beobachten, wenn die Sonne von keiner Wolke bedeckt ist, sonst wird die Zählung ungenau. Manchmal allerdings ist ein dünnes Gewölk der Zählung von Vorteil, indem dasselbe außer dem Blendglas das Sonnenlicht für das Auge noch erträglicher macht.

Es ist besser, wenn man seine Beobachtungen über den ganzen Monat verteilt, als daß man z. B. am 1. und 2. eines Monats beobachtet, dann lange Zeit nicht, und schließlich wieder am 26. und 27.; vorausgesetzt wird hierbei, daß in der Zwischenzeit klares Wetter geherrscht hat, wo man gut hätte die Sonne beobachten können.

Man kann mit seinem Glase auch die Sonne auf einen dahinter gestellten Schirm aus Papier oder Leinwand projizieren und das Sonnenbild bis auf 109 mm bringen; so bedeutet jeder Millimeter einen Erddurchmesser, da die Sonne an Durchmesser 109 mal größer als die Erde ist. Mit diesem Maßstab kann man sehr gut die Größe der Flecke messen, auch ihre Lage bestimmen, wenn man sein Instrument nach dem Himmelsäquator orientiert hat. Ich hatte mir s. Zt. für diese Zwecke ein parallaktisch angeordnetes Gestell anfertigen lassen, worauf ich mein Fernglas legte und durch Drehen am Okular, Schatteneffekte und Verstellen des Schirmes allmählich ein scharfes Bild hervorbrachte. Am schönsten wirkt diese Beobachtung in einem verdunkelten Zimmer, in welches man durch das Fernrohr die Sonnenstrahlen hineinfallen läßt. Jedoch visuelle Beobachtungen sind immer diesen vorzuziehen.

Man sieht also, wie interessant Sonnenbeobachtungen, selbst mit einfachen Mitteln sind, und wie der Eine oder der Andere der Wissenschaft auf diese Weise nützen kann.

Rittmeister Rudolf Wegner, Danzig-Langfuhr.

## Bücherschau.

**Peters, Prof. Dr. J.,** Observator am Astronomischen Recheninstitut zu Berlin, **Siebenstellige Werte der trigonometrischen Funktionen von Tausendstel zu Tausendstel des Grades.** Bearbeitet im Auftrage der Optischen Anstalt C. P. Görz Akt.-Ges. Verlag der Optischen Anstalt C. P. Görz Akt.-Ges., Berlin-Friedenau. 1918. 48 Mark.

Die Heranziehung der Rechenmaschine bei den astronomischen, geodätischen und optischen Rechnungen hat sich in der Praxis als nicht nur wünschenswert, sondern fast notwendig erwiesen. Sie ist jedoch dadurch, daß noch kein praktisches Tafelwerk für diesen Zweck zur Verfügung stand, bisher vereitelt worden. Das Opus palatinum, eine siebenstellige Tafel, welche bisher hierfür benutzt worden ist, enthält nur die Funktionswerte von sinus und cosinus.

Aus diesem Grunde hat die Optische Anstalt C. P. Görz sich entschlossen, eine Tafel der siebenstelligen Werte der trigonometrischen Funktionen durch Prof. J. Peters, der bereits andere große Tafelwerke mit besonderem Geschick bearbeitet hat, neu errechnen zu lassen.

Die neuen Tafeln geben die numerischen Werte der trigonometrischen Funktionen für jedes Tausendstel eines Grades an, so daß auch bei fortgesetzten Winkeladditionen die Rechenmaschine unter Zugrundelegung dieser Tafeln bequem benutzt werden kann. Besondere Tafeln erleichtern die gegenseitige Verwandlung von Bogenminuten und -sekunden in Dezimalteile des Grades.

Die gute Lesbarkeit der Typen, die ja beim praktischen Gebrauch der Tafeln die Sicherheit der Rechnungen erhöhen hilft, läßt erkennen, daß Herausgeber und Verlag weder Mühe noch Kosten



gescheut haben, um trotz der jetzigen Schwierigkeiten Ausstattung und Druck möglichst vollkommen zu gestalten. Die Tafel wird sich viele Freunde erwerben.

F. S. A.

In Jos. C. Hubers Verlag, Dießen vor München, sind in letzter Zeit einige höchst interessante Bücher erschienen, welche auf Untersuchungen mit Selen basieren, so von **Chr. Ries**, „**Sehende Maschinen**“. Eine kurze Abhandlung über die geheimnisvollen Eigenschaften der lichtempfindlichen Stoffe und die staunenswerten Leistungen der sehenden Maschinen. Mit 95 Abbildungen. In der Tat geheimnisvoll sind die Eigenschaften der lichtempfindlichen Stoffe und staunenswert die Leistungen der sehenden Maschinen, es sind wunderbare Probleme, die noch der Lösung harren. Merkwürdig ist die Wirkung des Lichtes auf Selen, Schwefelsilber, Silberhaloidsalze, Antimonit u. a. m. Darauf basieren dann die automatischen Signal- und Registrierapparate, die Zeitbestimmung auf Tausendstel einer Sekunde, die drahtlose Lichttelephonie und -telegraphie, das Optophon, die elektrische Bildtelegraphie, das Fernsehen.

Eine solche sehende Maschine enthält eine Einrichtung bezw. eine Substanz, die Lichtenergie in eine andere Energieform, z. B. Elektrizität, umwandelt, also eine lichtempfindliche Substanz. Für derartige Zwecke eignet sich zur Zeit nur die Selenzelle, das elektrische Auge. Diese benutzt nun der Verfasser, um den Blinden das Lesen von gewöhnlicher Schrift zu ermöglichen in seiner mit M. Finzenhagen erfundenen Blindenlesemaschine mit zugehörigen Apparaten und beschreibt sie in seiner Schrift:

**Die Blindenlesemaschine von Finzenhagen und Ries.** Mit 43 Abbildungen. Darin berichtet er über das Selen, Schaltungen von Selenzellen, das Relais und die Einrichtungen der Blindenlesemaschine. Zugleich gibt er kurze Bemerkungen über Versuche mit einem neuen Optophon.

Einen höchst interessanten Einblick in den gegenwärtigen Stand unserer Naturerkenntnis geben uns die folgenden Bücher, welche die Untersuchungen der modernen Physik vortragen und die ungestüm anstürmenden neuen Ideen derselben zeigen. So manches Naturgesetz erscheint nur noch als praktische Regel, die unter besonderen Verhältnissen ihre Gültigkeit annähernd behalten hat. Kaum ein Gesetz kann, wie B. Weinstein sagt, noch als feststehend angesehen werden, und die Physik baut jetzt „auf einem völligen Trümmerfeld Gebäude, die einstweilen noch leichte Fachwerke sind“. So sagt mit Recht im Vorwort

**B. Weinstein** in „**Die Grundgesetze der Natur und die modernen Naturlehren**“. (Preis 9 M.) Verfasser bietet alles Wissenswerte in bezug der heutigen Grundanschauungen, der Gesetze der Substanz, der Kräfte und der Energien, der Erscheinungen und Geschehnisse und Vorgänge. Er zeigt uns die Gesetze der Beschaffenheit und der Zustände in der Welt sowie deren Verfassung und Entwicklung, wie das Weltgebäude, den Gang der Welt und das Leben.

**J. B. Stallo** (Übersetzung von H. Kleinpeter, mit Vorwort von E. Mach) lehrt uns „**Die Begriffe und Theorien der modernen Physik**“ (Preis 10,50 M.), so z. B. die Grundprinzipien der mechanischen Weltanschauung, den Satz von der atomistischen Konstitution der Materie, die kinetische Gastheorie, die Theorie von der absoluten Endlichkeit der Welt und des Raumes, führt uns in kosmologische und kosmogonische Spekulationen ein u. a. m. Während

**A. H. Hughes** (Deutsch von M. Iklé) den lichtelektrischen Effekt „**Die Lichtelektrizität**“ behandelt (Preis 8,40 M.), darunter die Emissionsgeschwindigkeit der Lichtelektronen, die lichtelektrischen Eigenschaften dünner Metallschichten, nicht metallischer Elemente und anorganischer Verbindungen, von Farbstoffen, fluoreszierenden und phosphoreszierenden Substanzen u. a. m.

Der Verlag dieser drei naturwissenschaftlichen Bücher ist: Johann Ambrosius Barth, Leipzig.

**Klimpert, R., Lehrbuch der Geschichte der Geometrie für Freunde der Mathematik.** Mit 100 in den Text gedruckten Figuren. Verlag von L. v. Vangerow (Preis 4 M.).

In chronologischem Zusammenhang werden die interessanten und für die Praxis wichtigen Entdeckungen der Geometrie geschildert, so diejenigen der Ägypter, Babylonier, Griechen (der jonischen, pythagoräischen, platonischen, alexandrinischen Schule), Inder, Araber, Römer. Darauf die Geometrie der Occidentale im Mittelalter, des 16. und 17. Jahrhunderts und endlich der Neuzeit. Wünschenswert wären ein Sach- und Namenverzeichnis, sie würden ein rasches Nachschlagen und Auffinden gesuchter Daten ermöglichen.

Dr. Bl.

---

*Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Bezugspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 4.50 M. (Ausland 7.50 M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Doppelnummer 2.— M. — 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. Ueber einige Grundfragen der wissenschaftlichen Meßkunde. Von Dr. Walter Block . . . . . 111<br>2. Planetenamulette. Von Dr. W. Ahrens (Rostock) (Schluß) . . . . . 114<br>3. Der gestirnte Himmel im Monat Mai 1920. (Die kleinen Planeten.) Von Dr. F. S. Archenhold . . . 124<br>4. Kleine Mitteilungen: Der Gottorpsche Globus . . . 129 | 5. Bücherschau: Perrin, J., Die Atome. — Urbain, G., Einführung in die Spektrochemie. — Blondlot, R., Einführung in die Thermodynamik. — Kleyers Enzyklopädie der gesamten technischen und exakten Natur-Wissenschaften. — Simon Newcombs Astronomie für jedermann. — Miethe, A., Die Selbsterstellung eines Spiegelteleskops . . . . . 129 |
|---|---|

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

## Ueber einige Grundfragen der wissenschaftlichen Meßkunde.

Von Dr. Walter Block.

Die naturwissenschaftlichen Gesetze lassen sich in zwei große Klassen teilen, in qualitative und quantitative. Beispiele erster Art findet man am häufigsten in den Gebieten der Naturwissenschaft, die man fälschlich vielfach als beschreibende bezeichnet, die treffender vielleicht als biologische benannt werden können, solche zweiter Art in den physikalisch-chemischen, die auch astronomische, technische Gebiete mitumfassen. An sich ist damit kein Rangunterschied festgelegt. Beide Arten von Gesetzen sind gleichwertig. Vielfach verläuft die Entwicklung der Wissenschaft so, daß es zunächst nur möglich ist, ein Gesetz erster Art aufzustellen, dem dann erst eine Umwandlung in ein Gesetz zweiter Art folgt, dann nämlich, wenn es gelingt, die beobachteten, dem Gesetz folgenden Vorgänge messend zu verfolgen.

Es scheint sich immer mehr herauszustellen, und immer neue Bestätigungen finden sich dafür, daß die Gesetze der physikalischen Wissenschaft, um unter diesem Sammelnamen auch die übrigen dazu gehörigen Naturwissenschaften zusammenzufassen, was man auch vielleicht unter dem Namen der allgemeinen Naturwissenschaft tun kann, völlig streng auch für die biologischen Gebiete gelten. Bei dem heutigen Stande der Wissenschaft ist es nur nicht immer möglich, das völlig einwandfrei nachzuweisen, da die physikalischen Vorgänge, also die in der unbelebten Natur, einfacher verlaufen, während sie in der belebten Natur durch die stets parallel laufenden Lebensvorgänge unübersichtlicher vor sich gehen. Es ist klar und bedarf weiter keines Beweises, daß es viel einfacher ist, gesetzmäßige Beziehungen aufzustellen, wenn man Versuche an unbelebten Körpern ausführt, als wenn man an lebenden Wesen mancherlei Art arbeitet, bei denen der Versuch die Vernichtung des Lebens zur Folge hat, oder bei denen der Lebensvorgang den Absichten des Experimentators bewußt oder unbewußt Widerstand leistet.

Auch in der physikalischen Wissenschaft treten bisweilen Erscheinungen zutage, die stark an ähnliche biologische Vorgänge erinnern. So ist bekannt, daß die Erscheinungen der Elastizität und Festigkeit vielfach durch die Vorbehandlung der Materialien beeinflußt werden — man spricht von Ermüdungserscheinungen — und ähnliches ist in der Chemie ganz bekannt, z. B. daß manche Reaktionen fast momentan, andere dagegen, ohne daß ein Grund dafür angegeben werden kann, äußerst träge verlaufen.

Zur Prüfung der qualitativen Gesetze bedarf man im Gegensatz zu den quantitativen keiner Messungen. Diese sind demnach eines der wichtigsten Hilfsmittel der physikalischen Wissenschaft. Zur Ausführung von Messungen bedarf man fast immer der Anwendung von Meßapparaten.

Alle physikalischen Apparate dienen nur dazu, die Naturvorgänge unseren Sinnen in geeigneter Form zugänglich zu machen oder unsere Sinne zu unter-



stützen und vollkommener zu machen. Ohne einen Spiegel wären wir nie in der Lage, unser eigenes Gesicht zu sehen, er dient also dazu, uns Gegenstände sichtbar zu machen, die wir unserer Körperbeschaffenheit nach nicht sehen könnten. Ebenso dient das Mikroskop dazu, uns Gegenstände zu zeigen, die außerhalb der Empfindlichkeit unserer Augen liegen, der photographische Apparat dazu, uns Bilder von Dingen und Vorgängen zu zeigen, die zeitlich und örtlich von uns getrennt sind. Die elektrischen Meßinstrumente dienen dazu, uns Erscheinungen merkbar zu machen, für die wir Sinneseinrichtungen praktisch nicht besitzen, und so lassen sich die Beispiele ins Ungemessene vermehren.

Es erscheint zunächst völlig ungereimt, einen Unterschied zwischen wissenschaftlichen und technischen Meßgeräten ausfindig machen zu wollen, und es ist auch im Grunde genommen keiner vorhanden. Die Praxis zeigt indessen, daß doch gewisse Unterschiede bestehen. Sie sind ebenso vorhanden, wie man vielleicht von einem Unterschied zwischen wissenschaftlicher und technischer Meßkunst reden kann. Es ist vielleicht möglich, diesen Unterschied in folgende zwei Sätze zusammenzufassen: Die Technik legt Wert darauf, nicht zu rechnen, und will möglichst Zeit sparen. Daneben kann vielleicht noch ein Unterschied so herausgefunden werden, daß der wissenschaftliche Arbeiter genauere Ergebnisse erzielen will, was indessen schon nicht immer zutreffend ist.

Der Unterschied in der Arbeitsweise beider Richtungen kann so bezeichnet werden, daß der Wissenschaftler bestimmte Größen nur gelegentlich mißt, der Techniker regelmäßig. Diese Regelmäßigkeit der Wiederholung an sich gleichartiger Messungen macht zur Ersparnis an Arbeitskraft die Bedingung, daß die Messung sich möglichst einfach ausführen läßt, daß möglichst ein Blick auf den Apparat das Ergebnis fertig abzulesen gestattet. Eine vielfältige Erfahrung zeigt überdies, daß dem Techniker, ganz abgesehen von dem damit verbundenen Zeitverlust, die Fähigkeit abgeht, Rechnungen schnell und richtig auszuführen. Selbstverständlich hat das seinen Grund nicht in unzureichenden Kenntnissen und mangelnden Fähigkeiten, sondern allein in einer darin fehlenden Übung.

Jeder Apparat hat bestimmte Fehler, die die Kunst des Mechanikers nicht beseitigen kann oder deren Behebung praktisch zu mühsam ist. Deswegen wird jeder Wissenschaftler an seinem Apparat diese unvermeidlichen Fehler genauer untersuchen und an seinen Beobachtungen Korrekturen anbringen bzw. die Versuche so ausführen, daß diese Fehler beseitigt werden. Es wird niemals möglich sein, die beiden Arme einer Wage genau gleich lang zu machen. Man kann aber ihr Verhältnis zueinander sehr genau bestimmen und das Wägergebnis damit verbessern, oder man kann durch zwei Wägungen ein Ergebnis erhalten, das streng von diesem Fehler befreit ist. Ein Techniker arbeitet nicht so. Er wird von dem Mechaniker verlangen, daß er alle seine Kunst darauf verwendet, diese Fehler soviel wie möglich zu verkleinern, so daß er ohne jede besondere Arbeit ein zuverlässiges Ergebnis erhält. Die Genauigkeit dieses Ergebnisses wird wohl kleiner sein als die, die ein Wissenschaftler mit der gleichen Wage erzielen könnte, aber das kümmert ihn nicht, da dazu bei jeder Wägung eine längere Rechnung und etwa die doppelte Zeit notwendig wäre. Der Physiker mißt die brechende Kraft von optischen Glasproben u. dgl. am Spektrometer und rechnet sie aus den gemessenen Ablenkungswinkeln aus. Der praktische Optiker hat dazu besondere Apparate, allerdings ungenauere, die sie unmittelbar abzulesen gestatten.



Es gibt Apparate und Versuchsanordnungen, die für technische Zwecke völlig unbrauchbar sind. Die beste und genaueste Messung von elektrischen Stromstärken erfolgt, wie es auch die gesetzliche Festlegung vorsieht, mit dem Silbervoltmeter. Der zu messende Strom scheidet in einer bestimmten zu messenden Zeit aus einer Silbernitratlösung eine gewisse Menge metallischen Silbers ab; diese Menge wird gewogen und daraus und aus der Zeit des Stromdurchganges wird die Stromstärke berechnet. Für den Techniker ist dieses Verfahren eine Unmöglichkeit. Er verwendet statt dessen besondere Meßinstrumente, die aus einer Zeigerablesung unmittelbar die Stromstärke geben und die mittelbar oder unmittelbar durch das Silbervoltmeter geeicht sind.

Aus solchen Beispielen kann man entnehmen, daß der Wissenschaftler mit schlechteren Apparaten bessere Ergebnisse als der Techniker erzielen kann. Er untersucht seine Apparate genauer und berücksichtigt alle dabei herausgefundenen Fehler. Die Genauigkeit, die der Techniker anstrebt, ist nicht immer geringer als die des Wissenschaftlers, im Gegenteil, es gibt genügend Fälle, in denen es der Wissenschaft nicht leicht gemacht ist, Apparate und Anordnungen zu finden, die eine genügende Genauigkeit bieten und nach den praktisch möglichen Gesichtspunkten gebaut sind.

Die Technik bedarf, so weit sie fortschreitet, stets genauerer Meßmethoden und Apparate. Und damit tritt gleichzeitig ein neuer Vorteil hervor. Die Apparatebauer müssen bei allen ihren Konstruktionen darauf sinnen, diese wesentlich zu verbessern und zu verfeinern, um unnötige Fehler zu vermeiden. An die Präzisionsmechanik werden immer höhere Anforderungen gestellt. Ein Beispiel dafür ist die Herstellung von Kreisteilungen. Dem Astronomen macht es nicht allzuviel aus, die Fehler seiner Kreisteilungen zu berücksichtigen oder durch die Anordnung der Messungen zu beseitigen. Der Techniker verlangt richtige Kreise, und die Fortschritte der Präzisionsmechanik liefern sie ihm jetzt in einer Güte, die früher undenkbar erschien.

Die Technik bedarf weiter Apparate, die von äußeren Einflüssen möglichst unabhängig sind, insbesondere von Temperatureinflüssen. Ein Elektrizitätswerk kann in seinen Prüfräumen und an seinen Schalttafeln nicht Meßinstrumente verwenden, die durch vorbeifließende Ströme in benachbarten Leitungen stark beeinflusst werden; in physikalischen Laboratorien wäre dieses wohl auch unerwünscht, aber schließlich vermeidbar, eventuell durch besondere Messungen zu berücksichtigen.

Aus solchen Beispielen sieht man, wie verschiedenartig die Ansprüche an die Meßgeräte von Wissenschaft und Technik sind. Kurz zusammengefaßt kann man den Unterschied vielleicht so charakterisieren, daß die Wissenschaft mehr Wert auf gleichmäßiges, zuverlässiges Arbeiten der Apparate legt, und daß etwaige Fehler sich getrennt bestimmen und demnach berücksichtigen lassen, während die Technik wünscht, innerhalb bestimmter Grenzen richtig zeigende Apparate zu besitzen, die in der Anwendung Rechnungen sparen.

Es gab Zeiten, in denen in wissenschaftlichen Laboratorien die Anwendung der damals schon üblichen technischen Meßgeräte als eine Sünde gegen den heiligen Geist der Wissenschaft angesehen wurde, wo z. B. die Benutzung einer Rechenmaschine zur Erleichterung langer Zahlenrechnungen verpönt war. Diese Zeiten sind glücklicherweise vorbei. Ebenso die Zeit, wo Wissenschaftler aus den denkbar primitivsten Hilfsmitteln sich die genauesten Apparate zusammenbauten. Die fortschreitenden Ansprüche der Technik an ihre Meßgeräte und



die immer enger werdende Verbindung zwischen Wissenschaft und Praxis lehrte überzeugend, daß jene Hilfsmittel der Messung auch bei den feinsten Untersuchungen gut Anwendung finden können und die Arbeit des Wissenschaftlers gewaltig erleichtern. Das Ergebnis ist, daß heute das Laboratorium des wissenschaftlich arbeitenden Physikers und des reinen technischen Praktikers in der Apparateausstattung recht gleichartig aussieht, nicht zum Schaden für beide und durchaus nicht zum Schaden für die reine Wissenschaft.

### Planetenamulette.

Von Dr. W. Ahrens (Rostock).

(Schluß.)

Das Amulett der Abb. 4 ist schon durch das in der Mitte stehende Zeichen  $\text{♃}$  mit dem darunter stehenden IOVIS, dem Genitiv von Jupiter, als Jupiteramulett gekennzeichnet, und wir werden hier alsbald der deutlichen Hinweise auf Jupiter noch mehr erkennen. Werfen wir zuvor einen Blick auf die

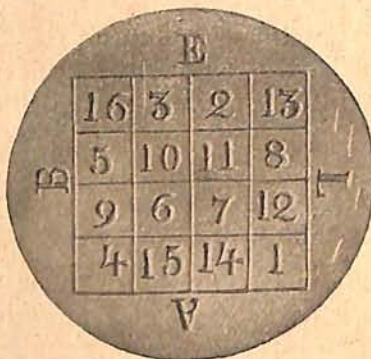


Abb. 4.

Rückseite, so finden wir dort das dem Jupiter geweihte magische Quadrat der  $4 \times 4$  Felder, das Quadrat also, das in jeder seiner 4 Zeilen, in jeder seiner 4 Spalten und in jeder seiner Diagonalen dieselbe Zahlensumme ergibt. Wie groß diese Zahlensumme, die „Konstante“ unseres Quadrats also, ist, sagen

uns gewissermaßen die um das Quadrat herumgeschriebenen Buchstaben. Denkt man sich diese großen lateinischen Buchstaben nämlich durch die entsprechenden hebräischen ersetzt, so ergeben diese Worte „el ab“, zu deutsch „Gott Vater“, den Zahlenwert 34 (aleph = 1, lamed = 30, aleph = 1, beth = 2), die „Konstante“ des magischen Quadrats, die dritte der vier Jupiterzahlen. Auch die vierte Jupiterzahl, die Summe aller Zahlen des magischen Quadrats also, d. h.  $4 \cdot 34 = 136$ , fehlt auf unserem Amulett nicht. Wird sie doch repräsentiert durch das IOHPHIEL der Bildseite, das, hebräisch geschrieben, den Zahlenwert 136 besitzt. Daß unter den vielen Möglichkeiten, die Zahl 136 durch ein Wort darzustellen, gerade dieses „Iohphiel“ ausgewählt wurde, hat offenbar darin seinen Grund, daß dieses Wort neben dem durch seinen Zahlenwert 136 bewirkten arithmologischen Hinweis auf Jupiter zugleich auch sprachlich auf den Planetengott hindeutet, indem das hebräische Wort mit einiger Freiheit Jovi-el, zu deutsch etwa Geist des Jupiter, gelesen werden darf. So hat das „Iohphiel“ im Reiche des Jupiter denselben Platz erhalten, den das „Agiel“ in dem des Saturn hat (s. S. 99), und ist demzufolge zur „Intelligenz des Jupiter“ ernannt worden.

Noch ein Vorkommnis auf unserem Amulett, das übrigens, in Zinn, dem Metall des Jupiter, gefertigt, der Wiener Münzen- und Medaillensammlung, weitaus der



reichsten auf diesem Gebiet der Planetenamulette, angehört, scheint einer näheren Besprechung in besonderem Maße würdig zu sein. Links und rechts vom Jupiterzeichen ♃ sehen wir die Zeichen ♐ und ♓, die noch heute in der Astro- nomie allgemein für die Sternbilder des „Schützen“ und der „Fische“ gebraucht werden. Was haben sie, so fragt man sich, auf unserem Jupiteramulett zu tun? Ein altes handschriftlich-xylographisches Planetenbuch aus der vorgutenbergischen oder der frühgutenbergischen Zeit, eine besondere Kostbarkeit des Berliner Kupferstichkabinetts, mag uns die Antwort geben.

Czwe czeichen seint die hewser mein  
Die fische der schutze mit gutem schein,

so läßt es den Jupiter sprechen, und schon den Astrologen des Altertums hatten „Fische“ und „Schütze“ als die „Häuser“ des Jupiter gegolten. Identifizierte man die Planeten mit Göttern, stellte man sie sich persönlich, lebend, vor, so war es schließlich nur konsequent, wenn man ihnen auch menschliche Bedürf- nisse, menschliche Gefühle und Neigungen zuschrieb. So nahm man denn an, daß die Planeten für bestimmte unter den Sternbildern, die sie auf ihrer Bahn durcheilten, der eine für dieses, der andere für jenes, eine besondere Vorliebe hegten, und solche bevorzugten Sternbilder, in denen der Planetengott sich besonders wohl fühlte, sah man als die „Wohnungen“, als die „Häuser“ des betreffenden Planeten an. Natürlich mußten diese Wohnungen im Tierkreis liegen, dem Gürtel des Himmels, der die Ekliptik, die Sonnenbahn, einschließt und der die scheinbaren Bewegungen aller den Alten bekannten Planeten um- faßt. Doch der Tierkreis hat entsprechend der Zwölftteilung des Sonnenjahres zwölf Sternbilder, und der „Planeten“ kannte man im Altertum nur sieben. Erteilte man jedem Planeten ein Haus, so blieben also fünf Sternbilder des Zodiakus unbesetzt, unbewohnt. Immerhin, diese Unstimmigkeit vermochte die Erfindungsgabe der Astrologen nicht ernstlich in Verlegenheit zu setzen. Man gab einfach den fünf Planeten, die auch uns heute noch „Planeten“ sind, Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn also, je zwei Häuser, eins für den Tag, das andere für die Nacht, während die beiden großen Lichter des Himmels, Sonne und Mond, nur je ein Haus erhielten. Wozu auch, so dachte man wohl, braucht die Sonne, das Gestirn des Tages, ein Haus für die Nacht? Wozu der Mond, das Licht der Nacht, ein solches für den Tag? Damit war denn der Tierkreis vollbesetzt, und so entstand schon im Altertum eine Lehre, die wir, ohne dabei auf Einzelheiten eingehen zu wollen, am besten durch neben- stehende tabellarische Übersicht ver- anschaulichen.

In jener Zeit, als unsere Planeten- amulette aufkamen, stand diese Astro- logendoktrin von den Planetenhäusern bereits in mehr als tausendjähriger un- wandelbarer Gültigkeit, und so ist es nicht wunderbar, daß wir diesen „Häusern“ auf unseren Amuletten wieder und wieder begegnen. In der Tat ist dieses System der

Planet	Haus des Tages	Haus der Nacht
☉ Sonne	♌ Löwe	
☾ Mond		♋ Krebs
♄ Saturn	♑ Steinbock	♏ Wassermann
♃ Jupiter	♐ Schütze	♓ Fische
♂ Mars	♏ Skorpion	♈ Widder
♀ Venus	♎ Wage	♉ Stier
☿ Merkur	♍ Jungfrau	♊ Zwillinge



Planetenhäuser für das Verständnis unserer Amulette kaum weniger unentbehrlich als das der magischen Quadrate, und so mußten wir hier unbedingt näher darauf eingehen, nachdem wir früher, bei Besprechung der Saturnamulette, zunächst noch geflissentlich darüber hinweggegangen waren. Auch dort nämlich schon, auf der Rückseite der Abb. 1 (S. 94) oberhalb des magischen Quadrats, finden sich die wohlbekanntenen Zeichen der beiden Sternbilder, über die wir in dem obenerwähnten alten Planetenbuche aus dem Munde des Saturn das folgende vernehmen:

So ich yn meinen hewsern stan  
In dem steinbocke vnd wasserman  
Den thu ich schaden an der welt  
Mit wasser vnd mit großer kelt.

Dabei wäre denn — zu den letzten beiden Zeilen — etwa noch zu bemerken, daß Saturn, der bleiche und fahle Planet, ebenso wie der „tück'sche Mars, der alte Schadenstifter“, wie Schillers Wallenstein den rötlichen, schon durch seine Farbe an Blut, an Krieg, an Unheil gemahnenden Planeten nennt, den Astrologen als überwiegend schadenbringendes Gestirn galt. Zur Abwehr schädlicher planetarischer Einflüsse war übrigens möglicherweise auch das Amulett unserer Abb. 5 bestimmt, das ich einem Folianten von 1653, dem „Oedipus Aegyptiacus“



Abb. 5.

(Bd. II, Teil II) des Jesuiten Athanasius Kircher, entnehme und das sich in Substanz heute vielleicht nirgends mehr findet. Das magische Quadrat ist hier genau dasselbe wie auf Abb. 4 und ist jedenfalls eine „Mensula Jovis“, zumal über dem Quadrat an erster Stelle das Jupiterzeichen und zu beiden Seiten des

Quadrats die Zeichen der beiden Jupiterhäuser stehen. Gleichwohl ist das ganze Amulett kein reines Jupiteramulett, vielmehr weist schon die Rückseite außer den genannten Zeichen noch das des Mondes und, gerade darunter, das des Mondhauses (Krebs), schließlich auch noch das des Löwen, auf. So könnte man, allein nach der Rückseite zu urteilen, annehmen, das Amulett sei geprägt auf eine Jupiter-Mond-Konjunktion, die etwa im Sternbilde des Löwen stattfinden sollte. Jedoch solche Planetenkonjunktionen mit dem Monde gehören bekanntlich zu den alltäglichen oder doch allmonatlichen Himmelsereignissen und lassen schon wegen dieser Häufigkeit kaum die Prägung eines besonderen Konjunktionsamuletts gerechtfertigt erscheinen; vor allem aber würde auch die Bildseite des Amuletts mit dieser Auffassung nicht in Einklang zu bringen sein. Sehen wir doch hier „in schönem Kranz“ alle sieben Planeten und im Innern Bild und Zeichen der „Fische“. Hiernach möchte man doch glauben, daß der Amulettverfertiger eine Konjunktion aller Planeten im Sternbilde der „Fische“ im Auge hatte; vielleicht erwartete er von ihr großes Unheil für die Welt, das denn eben unser Amulett für seinen glücklichen Besitzer abwehren sollte. Da die gefürchtete Konjunktion in den „Fischen“, dem einen Jupiterhause, stattfinden sollte, so mochte der Amulettverfertiger besondere Unterstützung gerade von diesem Gott, der ohnehin zu den glückbringenden Planeten gehörte, erwarten, und so gab er denn der Rückseite in der Hauptsache den Charakter eines Jupiteramuletts und stellte das Stück daher auch wohl, wie die Rückseite zu künden scheint, zu der Zeit einer Jupiterkonjunktion — mit dem Monde —, die im Sternbilde des „Löwen“ stattfand, her. Dabei sei mit Bezug auf die Bild-



seite des Amuletts und seine eigentliche Bestimmung noch folgendes bemerkt: Daß die Astrologen ungewöhnlichen Konjunktionen von zwei oder mehreren Planeten stets besondere Bedeutung im guten wie im bösen Sinne beilegten, ist ja bekannt und, da es sich hier um eine Konjunktion in den „Fischen“ handelt, so darf wohl insbesondere an jenes berühmte und krasse Beispiel des 20. Februar 1524 erinnert werden; für den lediglich deswegen, weil für ihn eine Konjunktion der drei oberen Planeten (Saturn, Jupiter, Mars) in den „Fischen“ bevorstand, eine Sintflut vorhergesagt war, eine Prophezeiung, die nun eine allgemeine Panik hervorrief und die wunderlichsten Auswüchse zeitigte. Wurde doch in Toulouse z. B. eine kunstgerechte Arche gebaut, flüchteten doch viele Menschen auf die Berge und wurde doch dem Kaiser Karl V. allen Ernstes der Rat gegeben, seine Armeen rechtzeitig in Gebirgsgegenden zu verlegen und dort Magazine zu errichten. — Ob nun unser Amulett Abb. 5 in diesem hier vermuteten oder einem anderen Sinne gedacht war, jedenfalls wird man es als eine Art kombinierten Planetenamuletts ansehen müssen, auf dem jedoch der Jupiter den ersten Platz einnimmt.

Damit verlassen wir Jupiters Reich, um uns nun einem Gebiet zuzuwenden, in dem es, wie im „Wallenstein“, heißt: Mars regiert die Stunde. Auf jedem unserer Marsamulette Abb. 6

und 7 sehen wir den Kriegsgott mit dem Schwert in der Rechten, dem Schild in der Linken. Auf Abb. 7 (Rückseite) ist er dabei, wie gewöhnlich, als Fußgänger — als Mars Gradivus (Schreiter) —, auf Abb. 6 als Wagenkämpfer dargestellt. Daneben zeigt uns Abb. 7

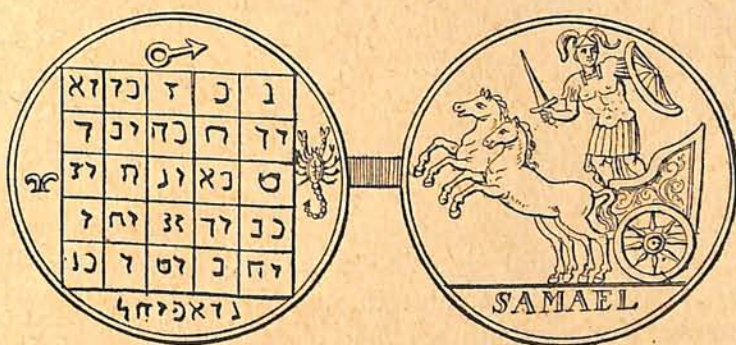


Abb. 6.

eine zweite Darstellung des Furchtbaren: statt des Schildes hält er in der Linken ein abgeschlagenes Männerhaupt, und dieses sowohl wie der kraftvoll und dräuend einerschreitende Leu, auf dem der Gott reitet, haben natürlich keine andere Bedeutung als die, der ganzen Erscheinung etwas besonders Furchtbares, Schreckenerregendes zu geben. Das Zeichen ♂ zu Häupten des Löwenreiters belehrt uns, was freilich nicht mehr nötig, über die Person des Dargestellten. Die leider nicht gut lesbare Umschrift lautet: ADSINT OMNES MARTIS INTELLIGENTIA (gemeint ist jedenfalls: Intelligentiae), und auf der Rückseite heißt es als Fortsetzung dazu: INFVNDANTQVE MARTIS VIRTUTES HVIC IMAGINI, zu deutsch also etwa: „Möchten alle Geister (Intelligenzen) des Mars zugegen sein und möchten sie auf dieses Amulett die Kräfte des Mars ausgießen!“

Das magische Quadrat ist auf beiden Marsamuletten genau dasselbe<sup>1)</sup>. Da es auf Abb. 6 hebräisch, auf Abb. 7 schlecht lesbar ist, so mag es hier in Fig. 2 (S. 118) nochmals angegeben werden. Das Gesetz, nach dem dies magische Quadrat gebildet ist, ist sehr leicht zu durchschauen, wenn man, bei 1 beginnend, die

<sup>1)</sup> Zwei andere Marsquadrate, zwar natürlich auch von 5 × 5 Feldern und von derselben „Konstanten“, aber doch anders geformt, habe ich hier schon früher (s. 15. Jahrg., S. 84/85, Fig. 3 und 4 nebst Abb. 1 und 2 der Bildertafel) angegeben. An sich ist in diesem Gebiet der 5 × 5 Felder bereits eine außerordentlich große Mannigfaltigkeit der Formen möglich.



Zahlen ihrer Größe nach verfolgt: 1 steht in dem Felde unmittelbar unterhalb des Mittelfeldes (13); an 1 schließt sich in diagonaler Richtung nach unten hin 2 an, und nun würde in derselben diagonalen Richtung weiter 3 folgen, wenn wir nicht den unteren Rand bereits erreicht hätten. Jedesmal nämlich, wenn der untere Rand erreicht wird, fährt man am oberen, und zwar in der rechts anschließenden Spalte, fort und jedesmal, wenn der rechte Rand — wie jetzt bei 3 — erreicht ist, fährt man am linken Rande, und zwar in der nächsttieferen Zeile, fort. Ist weiteres Fortschreiten unmöglich, weil das neue Feld bereits besetzt ist, wie es z. B. beim Verlassen von Feld 5 eintritt, so springt man von der zuletzt untergebrachten Zahl (5) in derselben Spalte zwei Felder nach unten, setzt dort die folgende Zahl (6) ein und fährt alsdann von hier aus in alter Weise fort. — Nach diesem Bildungsgesetz kann man stets dann ein magisches Quadrat herstellen,



Abb. 7.



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

Fig. 2.

wenn die Anzahl der Felder des Quadrats in jeder Reihe — hier 5 — eine ungerade Zahl ist, und in der Tat sind, wie hier sogleich bemerkt sei, auch unsere Venusquadrate (Abb. 10 und 11) mit ihren  $7 \times 7$  und ebenso unsere Mondquadrate (Abb. 14 und 15) mit ihren  $9 \times 9$  Feldern nach genau demselben Gesetz gebildet. Von diesen Zahlenquadraten ist freilich das der Abb. 11 nicht gut lesbar, und die der Abb. 10 und 14 sind, wenn auch sehr deutlich lesbar, hebräisch. Aber auch für den des Hebräischen unkundigen Leser ist durch Abb. 15 genügend Sorge getragen, und an diesem Zahlenquadrat wolle man daher das hier soeben beschriebene Bildungsgesetz besonders studieren<sup>1)</sup>.

Unsere Marsquadrate, um zu ihnen nochmals zurückzukehren, ergeben, wie an Fig. 2 ja leicht zu bestätigen, in jeder Zeile, Spalte und Diagonale, also in insgesamt 12 verschiedenen Reihen, übereinstimmend die Zahlensumme 65, und 5, 25, 65, 325 sind hiernach, wie übrigens früher (S. 98) schon angemerkt wurde, die vier Marszahlen. Sie alle vier hat nun der Amulettverfertiger auf dem Stück Abb. 7 angebracht, auf dem denn die Zahlenspielerei und Zahlenmystik in der Tat wahre Triumphe feiert. Zunächst liest man auf der Zahlenseite oberhalb des Schwertgriffes HE. Gemeint ist der hebräische Buchstabe, den wir als „he“ bezeichnen; er ist der fünfte des Alphabets und hat demzufolge den Zahlenwert 5. So bedeutet das HE unseres Amuletts nichts anderes als 5, die kleinste der vier Marszahlen. Wenden wir uns zu der andern Seite des

<sup>1)</sup> Das Venusquadrat in bequem lesbarer Form zu geben, müssen wir uns hier aus Gründen des Raum Mangels versagen; die Figur ist zudem schon im 15. Jahrg., S. 86 (Fig. 5) gegeben. — In dem hebräischen Quadrat der Abb. 10 stehen übrigens — mit einer Ausnahme — die Zehner nicht, wie sonst üblich, rechts, sondern links von den Einern.



Amuletts, so finden wir dort neben dem Schwertgriff, sogar in gewöhnlicher Schreibweise, 25, die zweite der Marszahlen. Über dem Zahlenquadrat wiederum lesen wir sodann: 65 ADONAI, und zwar ergibt dieses „Adonai“, das bekanntlich die Wortbedeutung „mein Herr“ hat, hebräisch geschrieben, den danebenstehenden Zahlwert 65, d. h. die dritte der Marszahlen. Schließlich liest man auf derselben Zahlenseite oberhalb des Marsschildes noch: <sup>325</sup>GRAPHIEL, und auch dieses „Graphiel“ ergibt, hebräisch geschrieben, als Zahlenwert nur die dabeistehende Zahl 325, die größte der vier Marszahlen. Hiernach hat das „Graphiel“, das sich übrigens, zwar mangelhaft und hebräisch geschrieben, auch auf Abb. 6 — unterhalb des Zahlenquadrats — findet, für die Marssphäre offenbar genau dieselbe Bedeutung wie das uns schon bekannte „Agiel“ für die des Saturn und das gleichfalls hier besprochene „Johphiel“ für die des Jupiter. Wurden diese als „Intelligenz des Saturn“ bzw. „des Jupiter“ bezeichnet, so ist es nur konsequent, wenn „Graphiel“ von den Astrologen zur „Intelligenz des Mars“ erhoben wird. Man sieht: „Ist es schon Tollheit, hat es doch Methode!“

Auch über das so groß und auffallend angegebene „Samael“ der Abb. 6 wird der Leser vermutlich noch Aufklärung wünschen. Es hat für die Marssphäre eine ganz entsprechende Bedeutung wie das von uns freilich mit Still-schweigen übergangene „Sachiel“ der Abb. 4 für das Reich des Jupiter und das früher (S. 99) besprochene „Oriphiel“ für das des Saturn. War dies der Engel des Saturn-tages, so ist Samael hier zu bewerten als Engel des Marstages, d. h. des Diens-tags (mardi = Martis dies). — Daß das auf Abb. 6 oberhalb des Zahlenquadrats stehende Zeichen das Marszeichen ist und zu beiden Seiten des Quadrats die beiden Marshäuser Widder und Skorpion durch Zeichen resp. Bild angebracht sind, wird der Leser bereits selbst bemerkt und erkannt haben.

Schließlich noch ein Wort über die Herkunft unserer beiden Marsamulette! Abb. 7 stellt ein Stück des Medaillenkabinetts der Bibliothèque Nationale in Paris dar, und zwar ist unsere Abbildung nach einem Gipsabguß des Originals hergestellt. Dagegen entnahm ich Abb. 6 dem Werke „Le Cabinet de la Bibliothèque de Sainte Geneviève“ von Claude du Molinet (1692); das Original dieses Stückes befand sich zu jener Zeit in der Sammlung der Bibliothek „Sainte-Geneviève“, ist aber später mit vielen anderen Objekten dieser Sammlung an die Bibliothèque Nationale übergegangen, wo es sich heute noch befindet. Dabei besteht das Original von Abb. 6 aus Silber, das von Abb. 7 aus Kupfer; das eigentliche Metall des Kriegsgottes ist ja Eisen, immerhin haben diese Lehren geschwankt, und insbesondere ein rotes Mischmetall findet sich mehrfach in den Vorschriften für Mars angegeben. Das Silber in dem Falle der Abb. 6 erklärt sich wohl so, daß man geflissentlich statt des wohlfeilen Eisens ein so kostbares Material wählte, um dadurch das magische Ansehen des Amuletts zu erhöhen.

Umgekehrt, als minder kostbares Material, um die Herstellung also zu verbilligen, findet man das Silber nicht selten angewandt bei Sonnen-amuletten. „Die Sonne selbst, sie ist ein autres Gold“, so hören wir von dem Faust-Astrologen, und da ist denn, zumal bei größeren Stücken, nicht selten Gold-„Ersatz“ genommen und hierfür, um das Ansehen des Amuletts nicht all-zusehr zu schmälern, das zwar weniger kostbare, aber immer noch recht wert-volle Silber gewählt worden. Kleinere Sonnenamulette findet man freilich recht viel in dem eigentlichen Metall des goldgelben „Planeten“ ausgeführt. So be-



sitzt das Münzkabinett in Gotha ein goldenes Sonnenamulett nach Art unserer Abb. 8; ein ebensolches, jedoch bleierne Stück, nach dem unsere Abbildung hergestellt ist, befindet sich in der schon oben erwähnten Wiener Sammlung. Die Besprechung des Stücks, das auf der einen Seite ja nur ein Sonnenbild (mit Strahlenkranz) mit der Umschrift SOL (Sonne) aufweist, gestaltet sich sehr einfach, und nur das magische Quadrat verdient noch eine genauere Betrachtung, da es von besonderer Art ist. Ist doch dieses Quadrat der  $6 \times 6 = 36$  Felder so gebaut, daß es in seinem Innern wieder ein magisches Quadrat, von  $4 \times 4 = 16$  Feldern nämlich, einschließt. Ich gebe dieses letztere, herausgeschält, der besseren Deutlichkeit halber nochmals in Fig. 3 an, und der Leser sieht, daß



Abb. 8.

26	13	12	23
19	16	17	22
15	20	21	18
14	25	24	11

Fig. 3.

jede der 4 Zeilen, jede der 4 Spalten und jede der beiden Diagonalen dort die Summe 74 ergibt. Legt man um dieses Kernquadrat (Fig. 3) den natürlich besonders eingerichteten Rand des Quadrats Abb. 8 herum, so erfährt eben jede Zeile, Spalte und Diagonale hierdurch einen Summenzuwachs von übereinstimmend 37, und das ganze Sonnenquadrat (Abb. 8) hat die „Konstante“  $74 + 37 = 111$ .

Ein hebräisches Wortäquivalent dieser Zahl 111 ist „Nakiel“: n (nun) = 50, k (koph) = 20, i (jod) = 10, e (aleph) = 1, l (lamed) = 30. Dieses „Nakiel“ resp. „Nachiel“ — die „Intelligenz der Sonne“, wie nach dem früher Gesagten keiner Erläuterung bedarf, — findet sich denn auch auf Abb. 9, Bildseite, und sogar,

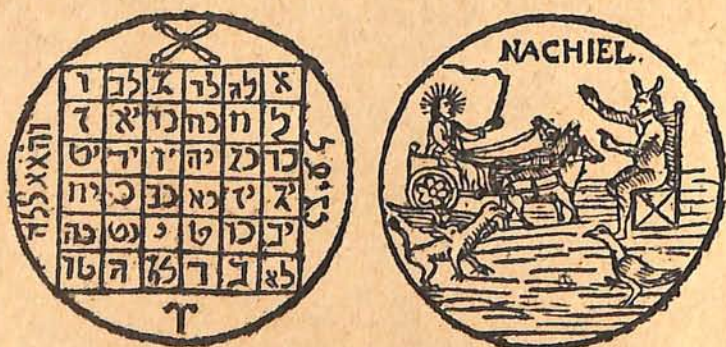


Abb. 9.

freilich hebräisch und zwar recht mangelhaft geschrieben, noch ein zweites Mal auf dem Stück: rechts von dem Zahlenquadrat. Die hebräischen Zeichen links von dem Zahlenquadrat stellen die kleineren Sonnenzahlen 6 (zweimal) und 36 dar. Das hebräische Zahlenquadrat selbst ist zwar ein durchaus korrektes

Sonnenquadrat, ist aber von anderer Anordnung der Zahlen als das Quadrat der Abb. 8, ohne daß wir jedoch hierauf näher eingehen. Das Widderzeichen ♈ unterhalb des Zahlenquadrats erklärt sich so, daß nach einer wunderlichen Lehre der Astrologie die Sonne in diesem Sternbilde ihr sogenanntes „Hypsoma“ (ἵψωμα) hatte. Wir gehen auch auf diese Lehre und diesen etwas unklaren Begriff, mit dem die Astrologie wohl vorzugsweise die Vorstellung von einer



Steigerung, einem Wachsen der betreffenden planetarischen Einflüsse verband, nicht näher ein und bemerken nur, daß dieses „Hypsoma“ der Astrologie mit dem der Astronomie, d. h. mit dem Maximum nördlicher Deklination, das für die Sonne bekanntlich im Sternbilde des Krebses liegt, nichts gemein hat.

Schließlich noch ein kurzes Wort über die Bildseite der Abb. 9. Auf einem von vier Pferden — Anspielung auf die vier Jahreszeiten! — gezogenen Wagen sehen wir den Sonnengott, dessen Haupt von einem Strahlenkranze umgeben ist, dahineilen. Die andere Gestalt, der die Sonne entgegeneilt und die sich zu ihrem Empfange anschickt, ist vermutlich der Jupiter; zur Seite seines Thrones eins seiner häufigsten Attribute, der hier freilich sehr wenig königlich aussehende Adler. So stellt das Stück ein Sonnenamulett, geprägt auf eine Konjunktion der Sonne mit dem Jupiter, dar. Ich entnahm das Bild einem anderen Werke, der „Arithmologia“ (1665), des schon oben genannten Athanasius Kircher, der seiner Angabe nach ein solches Sonnenamulett — in Gold — von einem Fürsten zur Deutung zugesandt erhalten hatte.

Das Venusamulett Abb. 10, das ich Julius Reichelts „Exercitatio de amuletis“ (Straßburg 1676) entnehme, zeigt uns die Göttin, unbekleidet, wie zu meist, dargestellt, mit langherabwallendem Haar; der große Liebespfeil in ihrer

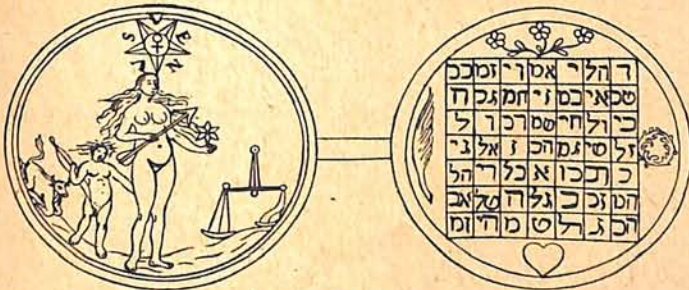


Abb. 10.



Abb. 11.

Rechten, der bogenbewaffnete Amor zu ihrer Seite erinnern uns daran, daß wir die Göttin der Liebe vor uns haben. Über ihrer linken Hand blitzt der Venusstern, und über ihrem Haupt strahlt er nochmals, durch ♀ und die Umschrift zwischen den Strahlen hinlänglich gekennzeichnet. Auch die beiden Venushäuser dürfen auf unserem Amulett nicht fehlen:

Czwe hewser synt mir vnderton  
Der ochse die woge dorinne ich han  
Frolichs leben vnd lostes vil  
So mars mit mir nicht crigen wil,

so hören wir in dem schon mehrfach zitierten alten Berliner Planetenbuche die Göttin der Freude, der Lust, sprechen.

Die beiden Venushäuser, zwar nicht die Bilder, sondern die bekannten Zeichen, finden wir auch auf Abb. 11, und über ihnen einen Venus-Charakter und über diesem wieder das bekannte Venuszeichen. Auf die mancherlei sonstigen „Charaktere“ dieses Stückes gehe ich nicht ein; von dem auf Abb. 11 in derselben Form wie auf Abb. 10 auftretenden magischen Quadrat war schon oben (S. 118) die Rede, und so haben wir nur noch zu bemerken, daß das Original der Abb. 11 der Privatsammlung des Herrn Geheimrat Prof. Dr. Verworn in Bonn angehört und aus Kupfer, dem Metall der Venus, besteht, das ja seinen Namen von der Insel Zypern, der Hauptfundstätte des Altertums für dieses Metall und zugleich einer Hauptkultstätte der („zyprischen“) Göttin erhalten hat.



Auf dem Merkuramulett Abb. 12 erblicken wir den Gott in der üblichen Darstellung: in der Hand den Caduceus, den schlangenumringelten Heroldstab; an den Füßen, an den Schultern, am Hut, dem bekannten „Pilos“, trägt er, der Götterbote, Flügel; zu seinen Häupten der Name und der Merkurstern. Auf der Rückseite die „Tabula Mercurii“, auf die wir nicht näher eingehen; es ist das übliche Merkurquadrat der 64 Felder mit der „Konstanten“ 260. Ein literales Aequivalent dieser Zahl 260 nun ist das hebräische „Tiriël“: t (teth) = 9, i (jod) = 10, r (resch) = 200, i (jod) = 10, e (aleph) = 1, l (lamed) = 30. Dieses „Tiriël“, demzufolge als „Intelligenz des Merkur“ bezeichnet, findet sich denn auch auf Abb. 13 und zwar sowohl in lateinischen Buchstaben — unter anderen Gottes- und Engelnamen (Elohim, Sabaoth, Michael, Gabriel) —, wie auch, recht mangelhaft zwar geschrieben, in hebräischen Zeichen. Die Gestalt dort mit den großen Flügeln an den Schultern ist, wie auch die „Charaktere“ zu ihren beiden Seiten verkünden, der Merkur. In seinem Schoße ruht ein Jüngling von ermüdender



Abb. 12.



Abb. 13.

Wanderschaft aus; Hut und Stock hat er beiseite gelegt. Auf der Brust des Jünglings liest man „Wahre Träume“, ebenso wie es oberhalb der Merkurgestalt heißt: „offenbarung zukünftiger Dinge u. Geheimnisse“. Merkur, der Gott der Reisenden, gewährt dem müden Wanderer eine Ruhestätte; er schenkt ihm erquickenden Schlaf und schickt ihm zugleich durch eine Taube (?) zukunftserschließende Träume. Denn Merkur-Hermes ist nicht nur der Führer der Toten und der Seelen, der *ψυχαγωγός*, sondern bei der nahen Verwandtschaft von Tod und Schlaf, von Seelen und Traumbildern, auch der Schlafspender (*ύπνοδότης*) und der Traumführer (*ήγήτωρ ύνερων*), der Traumsender (*ύνειροπομπός*); seinem Heroldstab schreibt schon Homer einschläfernde Wirkung zu.

Das Amulett Abb. 13, dessen Rückseite glatt und leer ist — möglicherweise wußte der Amulettverfertiger mit dem relativ schwierigen 64-zelligen magischen Quadrat nicht fertig zu werden —, ist zu gleicher Zeit und am gleichen Ort mit unseren Saturnamuletten Abb. 2 und 3 gefunden worden und befindet sich daher gleich diesen heute im städtischen Museum in Eger. Das Merkuramulett Abb. 12 dagegen gehört dem Gothaer Münzkabinett und zwar bildet es dort nur einen Teil eines hochinteressanten und wohl in seiner Art einzigen Besitzstückes: in einem Originalsetui erblickt man, öffnet man es, sieben verschiedene runde Fächer und in jedem dieser ruht ein Planetenamulett. Jedes Amulett ist in dem Metall seines Planeten ausgeführt und jedes Fach ist ausgelegt mit einem



Seidenstoff, der die „Farbe“ des betreffenden Planeten — denn auch bestimmte Farben ordnete man den Planeten zu — trägt. So ruht denn in der Mitte des Etais auf goldgelbem Polster das goldene Sonnenamulett, und um die Sonne, den König der Planeten, sind die übrigen herumgruppiert: das aus eisenhaltigem Metall verfertigte Marsamulett, ruhend auf rosafarbigem Lager (Purpur war die Farbe des Mars); das kupferne Venusamulett auf grünem Seidenrunde; das silberne Mondamulett auf hellem, silberweißem Polster usw. Eins dieser Fächer, blau ausgelegt, birgt denn unser Merkuramulett Abb. 12, das, soweit möglich, aus dem Metall des Gottes, dem Quecksilber, aus stark quecksilberhaltigem Amalgam also, hergestellt ist.

Von den beiden Mondamuletten Abb. 14 und 15 zeigt uns das erstere die Mondgöttin mit dem Halbmond in der Rechten; zu ihren Füßen der Krebs, das Haus des Mondes. Dagegen erblicken wir auf Abb. 15 eine Mondkarte und innerhalb dieser eine winzige weibliche Gestalt: Frau Luna, wie uns auch

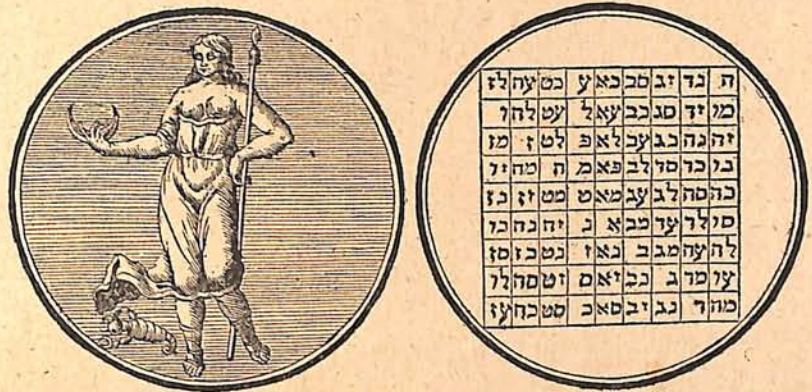


Abb. 14.

die in großen Buchstaben gehaltene äußere Umschrift LUNA sagt; im übrigen lesen und sehen wir auf diesem Rande die Namen „Gabriel“ und „Zephyrus“ (jener der Engel, dieser der Wind des Mondtages), sowie — unten — das bekannte Zeichen des „Krebses“ und — rechts und links — zwei Mondcharaktere. Von dem magischen Quadrat, das auf beiden Mondamuletten dieselbe Zahlenanordnung hat, wurde bereits oben gesprochen. —

Wenn ich Abb. 14 auch der Literatur, Julius Bartolucci's „Bibliotheca magna rabbinica“ (IV, 1693) nämlich, entnahm, so existieren doch noch mindestens zwei Mondamulette dieser Art in Sammlungsbesitz: eins im Stuttgarter Münzkabinett, das andere in der Bibliothèque Nationale in Paris, beide in Bronze. Abb. 15

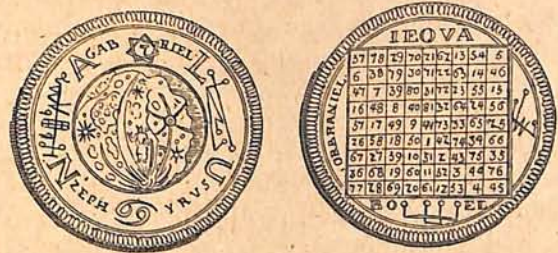


Abb. 15.

entstammt J. C. W. Moehsen's „Beiträgen zur Geschichte der Wissenschaften in der Mark Brandenburg“ (1783); ein genau ebensolches Stück ist mir zwar in Sammlungsbesitz nicht vorgekommen, doch findet sich ein nur wenig abweichendes in der Sammlung des Herrn Hofrat A. M. Pachinger in Linz a. D., und Stücke wie dieses letztere scheinen, nach anderen Literatur- und Katalogvorkommnissen zu schließen, auch anderswo zu existieren oder doch existiert zu haben.



## Der gestirnte Himmel im Monat Mai 1920.

Von Dr. F. S. Archenhold.

### Die kleinen Planeten.

Wir geben im folgenden einen Ueberblick über die Zahl der seit Anfang des vergangenen Jahrhunderts entdeckten kleinen Planeten, die sich im allgemeinen zwischen den Bahnen von Jupiter und Mars bewegen. Nur einige von ihnen, wie Eros, Achilles und Hektor, gehen über die Mars- bzw. Jupiterbahn etwas hinaus. Bis Anfang November 1919 sind im ganzen 914 kleine Planeten entdeckt worden. Sie sind alle nur im Fernrohr zu sehen, und die meisten sind so lichtschwach, daß sie erst unter Zuhilfenahme der Photographie entdeckt werden konnten. Folgende Tafel läßt erkennen, daß die ersten 4 in den Jahren 1801—1807, alsdann bis zum Jahre 1845 kein einziger entdeckt wurde. Von da an hat die Zahl der entdeckten Planeten zugenommen.

Zeit der Entdeckung	Zahl	Zeit der Entdeckung	Zahl
1801—1807 . . . . .	4	1871—1880 . . . . .	107
1808—1844 . . . . .	0	1881—1890 . . . . .	83
1845—1850 . . . . .	9	1891—1900 . . . . .	162
1851—1860 . . . . .	49	1901—1910 . . . . .	250
1861—1870 . . . . .	50	1911—1919 . . . . .	200

Bald wird die Zahl der bekannten kleinen Planeten 1000 erreichen. Da für jeden derselben eine Bahn errechnet werden muß, so kann der Leser ermessen, welche Arbeit die Verfolgung dieser kleinen Welten den rechnenden Astronomen verursacht.

### Die Sterne.

Unsere Sternkarte gibt den Anblick des Sternenhimmels für den 1. Mai abends 10<sup>h</sup>, den 15. Mai abends 9<sup>h</sup>, den 31. Mai abends 8<sup>h</sup> usw. wieder. Der Meridian verläuft vom Südpunkt an der Grenze des Raben durch die Mitte der Jungfrau, parallel mit den Sternen des Haares der Berenice, durch den Zenit, großen Bären, zweiten Schwanzstern des Drachen, den Polarstern und hellsten Stern der Cassiopeja hindurch zum Nordpunkt des Horizontes. Die um diese Zeit sichtbare Milchstraße lagert in fast zwei gleichen Hälften in der Nähe des Horizontes. Die in ihr liegenden Sternbilder Adler und Schwan sind im Nordosten, Cassiopeja im Norden und Perseus und Stier im Nordwesten in nur geringer Höhe sichtbar. Zwischen der Wage und dem Löwen steht gerade um diese Zeit das Sternbild der Jungfrau mit seinen 110, dem unbewaffneten Auge sichtbaren Sternen im Meridian. Der hellste Stern, die Spika, gehört zu den spektroskopischen Doppelsternen, die in einer Periode von etwas mehr als 4 Tagen sich um ein gemeinsames Zentrum bewegen. Im nordwestlichen Teil, der von den Sternen  $\epsilon$ ,  $\delta$ ,  $\gamma$ ,  $\eta$  und  $\beta$  auf unserer Karte eingerahmt wird, findet sich eine so große Zahl von Nebeln zusammen, daß man ihn sogar die „Nebelregion“ des Himmels nennt. Hier findet sich der Nebel Nr. 4192 des neuen General-Kataloges von Dreyer in  $\alpha = 12^h 9^m$ ,  $\delta = 15^\circ 27'$ , ein großer, blasser Nebel, 15' lang, mit sternartiger Mitte, der von Méchain 1782 entdeckt wurde und bei Messier unter Nr. 98 verzeichnet ist. Südlich sah Tempel noch einen kleinen runden Nebel. Ein auch in der Mitte verdichteter, 9—10' langer Nebel, N. G.-C. Nr. 4216 ( $\alpha = 12^h 11^m$ ,  $\delta = +13^\circ 42'$ ), ist 1784 von W. Herschel entdeckt. Herschel hat noch zwei schwache Begleitnebel, einen südlich, einen nördlich von ihm, aufgefunden. — In  $\alpha = 12^h 14^m$ ,  $\delta = +14^\circ 58'$ , N. G.-C. Nr. 4254, hat Méchain zwischen zwei Fixsternen 7. und 8. Größe 1781 einen Nebel entdeckt, den später Rosse in seinem Teleskop in spiraliger Anordnung erkannt hat. Schon bei 200maliger Vergrößerung tritt die spiralige Struktur deutlich hervor. — Messier entdeckte im Jahre 1779, N. G.-C. Nr. 4303 (Messier 61), in  $\alpha = 12^h 17^m$ ,  $\delta = +5^\circ 2'$  einen schwachen Nebel, in dem später Herschel zwei Kerne erkannt hat. — Ein 5. Nebel in  $\alpha = 12^h 21^m$ ,  $\delta = +13^\circ 30'$ ,



hell, 4' Ausdehnung, den Messier 1781 auffand, trägt in dessen Katalog die Nr. 86, bei Dreyer die Nr. 4406. In lichtstarken Instrumenten ist er später als ein mehrfacher Nebel erkannt worden. — Noch weitere drei Nebel hat Messier in dieser Gegend entdeckt, die in seinem Katalog die Nr. 49, 88 und 60 tragen (Dreyer, N. G.-C. 4472, 4501 und 4646), so daß von den 99 Nebeln seines Kataloges, der den bei uns sichtbaren Himmel umfaßt, allein 7 Nebel hier dicht beieinanderstehen.

Nachstehende veränderliche Sterne langer Periode stehen im Mai im Maximum:

Name	Rekt.	Dekl.	Zeit	Größe im Max.	Größe im Minim.	Periode
R im Hasen	4 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> ,0	— 14° 56'	Anf. Mai	6,0	10,4	439 Tage
U im Walfisch	2 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup> ,9	— 13° 30'	Mitte "	6,6	13,0	235 "
R im Fuhrmann	5 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> ,8	+ 53° 30'	" "	6,5	13,3	448 "
V im Einhorn	6 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> ,7	— 2° 10'	" "	6,5	13,2	332 "
X im Schlangenträger	18 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> ,5	+ 8° 46'	" "	6,5	9,5	335 "
S im Herkules	16 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> ,3	+ 15° 4'	Ende "	5,9	13,1	307 "

### Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne (Feld 2<sup>1/2</sup><sup>h</sup> bis 4<sup>1/2</sup><sup>h</sup>) tritt am 21. Mai vom Zeichen des Stieres in das der Zwillinge. Die Mittagshöhe beträgt am 1., 15. und 31. Mai 52<sup>1/2</sup><sup>o</sup>, 56<sup>1/2</sup><sup>o</sup> und 59<sup>1/2</sup><sup>o</sup>. Die Sonne geht am 1., 15. und 31. Mai um 4<sup>h</sup> 31<sup>m</sup>, 4<sup>h</sup> 6<sup>m</sup> und 3<sup>h</sup> 46<sup>m</sup> auf und um 7<sup>h</sup> 24<sup>m</sup>, 7<sup>h</sup> 47<sup>m</sup> und 8<sup>h</sup> 9<sup>m</sup> unter, so daß die Tageslänge im Laufe des Monats um 1<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> wächst. Ihre Stellungen sind aus folgender Tabelle zu entnehmen:

#### S o n n e.

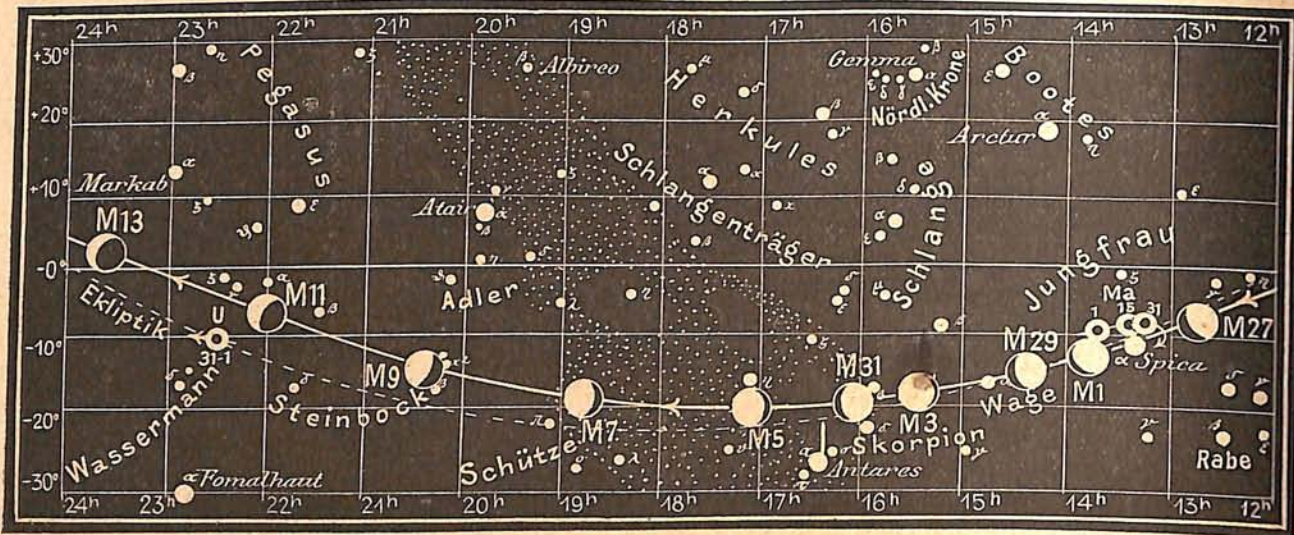
Mai	Rektasz.		Deklin.		Sternzeit Berliner Mittag		Zeitgleichung Mittlere Zeit minus Wahre Zeit		Mai	Rektasz.		Deklin.		Sternzeit Berliner Mittag		Zeitgleichung Mittlere Zeit minus Wahre Zeit	
	h	m	o	'	h	m	m	s		h	m	o	'	h	m	m	s
1	2	33,5	+15	4	2	36,3	— 2	58	17	3	35,8	+19	19	3	39,4	— 3	46
2	2	37,3	15	22	2	40,2	3	5	18	3	39,7	19	33	3	43,3	3	44
3	2	41,1	15	40	2	44,2	3	12	19	3	43,7	19	46	3	47,3	3	42
4	2	45,0	15	57	2	48,1	3	18	20	3	47,7	19	58	3	51,2	3	39
5	2	48,8	16	15	2	52,1	3	24	21	3	51,7	20	11	3	55,1	3	35
6	2	52,7	16	32	2	56,0	3	29	22	3	55,7	20	23	3	59,1	3	31
7	2	56,5	16	48	3	0,0	3	33	23	3	59,7	20	34	4	3,0	3	27
8	3	0,4	17	5	3	3,9	3	37	24	4	3,8	20	46	4	7,0	3	22
9	3	4,3	17	21	3	7,8	3	41	25	4	7,8	20	57	4	10,9	3	16
10	3	8,2	17	37	3	11,8	3	43	26	4	11,8	21	7	4	14,9	3	10
11	3	12,1	17	52	3	15,7	3	46	27	4	15,9	21	18	4	18,8	3	4
12	3	16,0	18	8	3	19,7	3	47	28	4	20,0	21	27	4	22,7	2	57
13	3	20,0	18	23	3	23,6	3	48	29	4	24,0	21	37	4	26,7	2	49
14	3	23,9	18	37	3	27,6	3	49	30	4	28,1	21	46	4	30,6	2	41
15	3	27,8	18	52	3	31,5	3	48	31	4	32,2	+21	55	4	34,6	— 2	33
16	3	31,8	+19	6	3	35,4	— 3	48									

#### M o n d.

Mai	Rektasz.		Deklin.		Mai	Rektasz.		Deklin.		Mai	Rektasz.		Deklin.		Mai	Rektasz.		Deklin.	
	h	m	o	'		h	m	o	'		h	m	o	'		h	m	o	'
1	13	46,3	—12	35	9	20	24,1	—13	59	17	3	23,1	+17	52	25	11	9,8	+ 0	34
2	14	35,4	15	38	10	21	12,1	10	38	18	4	26,4	19	40	26	11	58,3	— 3	51
3	15	25,2	17	57	11	22	0,0	6	46	19	5	30,7	20	3	27	12	46,3	8	0
4	16	15,6	19	27	12	22	48,5	— 2	29	20	6	34,1	19	1	28	13	34,4	11	44
5	17	6,1	20	4	13	23	38,3	+ 2	3	21	7	35,3	16	43	29	14	23,0	14	55
6	17	56,5	19	47	14	0	30,0	6	38	22	8	33,3	18	24	30	15	12,2	17	25
7	18	46,4	18	39	15	1	24,5	11	1	23	9	28,0	9	25	31	16	2,2	—19	9
8	19	35,6	—16	41	16	2	22,2	+14	53	24	10	20,0	+ 5	4					



Abb. 1b



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

Der Mond ist mit seinen Lichtgestalten von zwei zu zwei Tagen für die Mitternachtszeit in die Karten 1a und 1b eingetragen. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Vollmond:	Mai 2.	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>h</sup> nachts,	Neumond:	Mai 18.	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>h</sup> morgens,
Letztes Viertel:	„ 11.	7 <sup>h</sup> morgens,	Erstes Viertel:	„ 24.	10 <sup>h</sup> abends.

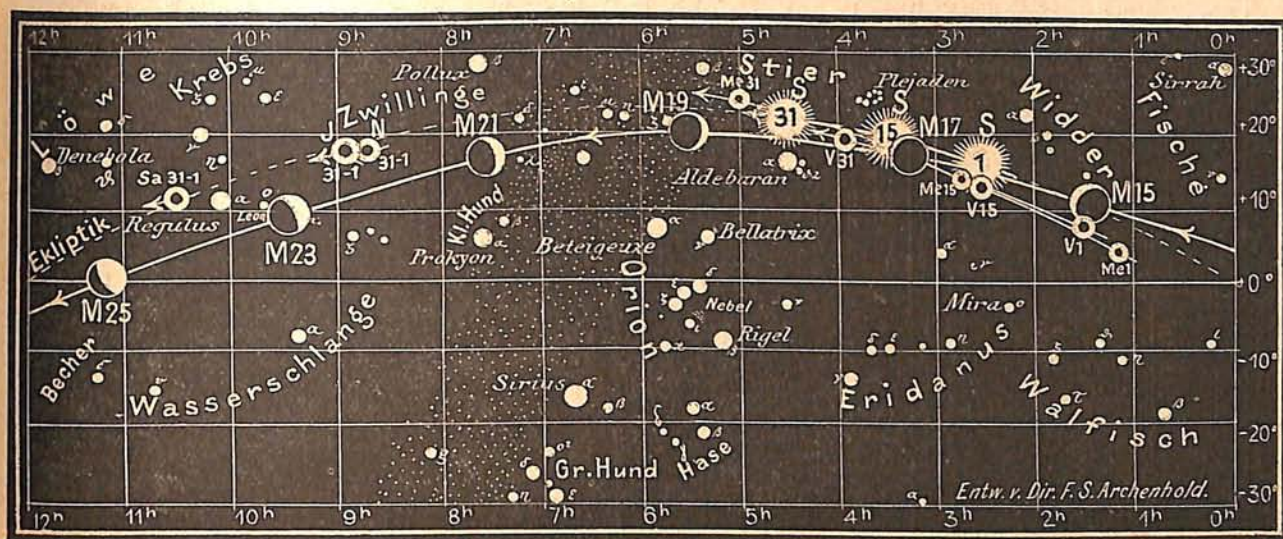
### Die Planeten.

*Merkur* (Feld 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup> bis 5<sup>h</sup>) ist während des ganzen Monats für das unbewaffnete Auge unsichtbar. Sein Durchmesser nimmt von 6",4 auf 5",2 ab. Am 13. Mai erscheint Merkur im Gesichtsfelde eines kleinen Fernrohres zugleich mit der Venus, da er nur 22' südlich von ihr steht.

*Venus* (Feld 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub><sup>h</sup> bis 4<sup>h</sup>) ist wegen ihrer Sonnennähe während des ganzen Monats nur mit dem Fernrohr zu beobachten. Ihr Durchmesser nimmt von 10",4 auf 9",8 ab. Eine genaue Zusammenstellung der Polarfleckenbeobachtungen der Venus läßt erkennen, daß die Veränderungen ihrer Helligkeit und Größe sich mit keiner anderen Erklärung verträgt als mit der, daß die weißen Polarflecken Erscheinungen in der Atmosphäre der Venus sind, wie ich in Heft 11/12, S. 104, bereits andeutete.

*Mars* (Feld 13<sup>3</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup> bis 13<sup>1</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup>). Die Dauer der Sichtbarkeit nimmt von 6 Stunden auf 4 Stunden ab, sein Durchmesser von 15",8 auf 13",9. Er ist während des ganzen Monats rückläufig und umkreist die Spika. Am 1. und 28. steht er in Konjunktion mit dem Monde. In der diesmaligen Erdnähe bestätigt sich wieder die alte Erfahrung bei der Marsbeobachtung, daß er eine Atmosphäre besitzt, in der freilich Wolkenerscheinungen, wie bei uns auf der Erde, nur sehr selten vorkommen, allgemeine Trübungen jedoch sehr häufig sind. So ist es allen Beobachtern 1909 aufgefallen, daß die Einzelheiten der Oberflächenercheinungen des Planeten sehr stark verschleiert erschienen. Das Verschlucken der Marsatmosphäre macht sich natürlich besonders bei den Gebilden am Rande bemerkbar, da zwischen ihnen und unserem Auge eine größere Schicht der Marsatmosphäre liegt. Trotz aller Schwierigkeiten kann jedoch der Laie mit unserem großen Fernrohre jetzt all die interessanten Einzelheiten auf der Marsoberfläche, wie die sogenannten Meeresflächen, Eiskalotten, Kanäle, Seen usw., gut beobachten.





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

*Jupiter* (Feld  $8\frac{3}{4}^h$  bis  $9^h$ ) ist zu Anfang des Monats noch 5 Stunden, am Ende nur noch  $2\frac{1}{2}$  Stunden lang sichtbar. Sein Aequatorialdurchmesser nimmt von  $37''{,}5$  auf  $34''{,}5$  ab. Die starken Veränderungen, welche sich auf dem Jupiter durch Neubildungen von Flecken bemerkbar machten, scheinen zur Ruhe gekommen zu sein. Der sogenannte rote Fleck ist wieder ganz schwach sichtbar geworden. Auf dem dritten Jupitermonde haben Bottlinger und Bernewitz am 11. Dezember 1919 bei ausgezeichneter Luft mit dem 65 cm Neubabelsberger Refraktor einen grauen Streifen erkannt, der annähernd parallel zur Ebene des Jupiteräquators und der Trabantenebene lag. Er befand sich nicht im Aequator, sondern lag um  $\frac{1}{3}$  des Radius des Trabanten nach dem Nordrande der Scheibe zu. Die Erscheinung war bei 800 facher Vergrößerung bereits zu sehen, aber am deutlichsten bei 1500 facher Vergrößerung.

*Saturn* (Feld  $10\frac{1}{2}^h$ ) ist  $1\frac{1}{2}$  Stunden länger zu sehen als Jupiter. Er steht in der Verbindungslinie von Denebola und Regulus, nahe beim letzteren im großen Löwen. Während eines Umlaufs um die Sonne dreht sich Saturn 24 620 Mal um sich selbst. Ein Saturnsjahr enthält 10 759 Erdenjahre. Die heißen und kalten Zonen sind wegen der größeren Schiefe der Ekliptik auf dem Saturn breiter, die gemäßigten schmaler als auf der Erde.

*Uranus* (Feld  $22\frac{1}{2}^h$ ) ist wegen seiner tiefen Stellung jetzt nicht günstig zu beobachten. Die Sonne erscheint von ihm aus nur noch unter einem Durchmesser von  $1\frac{2}{3}$  Bogenminuten. Ohne Fernrohr würde also ein menschliches Auge die Sonne von dort aus nur als einen hellen Stern, nicht mehr als eine Scheibe, erkennen. Trotzdem ist die Beleuchtung, die der Uranus von der Sonne erhält, immer noch etwa 2000 Mal stärker als die der Erde durch den Vollmond.

*Neptun* (Feld  $8\frac{3}{4}^h$ ) ist immer noch bequem durch die Nähe des Jupiter aufzufinden. Seine Entfernung von der Erde beträgt  $4\frac{1}{2}$  Milliarden Kilometer. Diese Strecke würde von einem Schnellzuge noch nicht in 8000 Jahren zurückgelegt werden. Trotz dieser für uns fast unvorstellbaren Entfernung wird noch außerhalb der Neptunbahn nach neuen Planeten gesucht, die sich bereits durch die störende Einwirkung ihrer Anziehung auf den Lauf des Neptun in seiner Bahn bemerkbar machen.



Planetenörter.				Die vier hellen Jupitermonde.									
				Verfinsterungen		Stellungen							
Mai	Rektasz.	Deklin.	Ob. Kulm.	Mai	Rektasz.	Deklin.	Ob. Kulm.	Mai	M. E. Z.	Mond	Mai	10 <sup>h</sup> 45 m M. E. Z.	
	h m	o ' /	h m		h m	o ' /	h m		h m				
Merkur				Mars				1	1	11,0	II A	1	10 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> 4
1	1	9,3	+ 4 24	22 34	21	13 21,7	- 8 19	9 25	1	22 44,1	I A	2	0 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 34
3	1	20,7	5 40	22 38	23	13 20,6	8 18	9 16	3	17 13,0	I A	3	21 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 34
5	1	32,6	7 0	22 42	25	13 19,7	8 18	9 7	4	14 28,4	II A	4	3 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 14
7	1	45,1	8 23	22 47	27	13 19,0	8 19	8 58	5	11 41,8	I A	5	34 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 2
9	1	58,1	9 48	22 53	29	13 18,6	8 21	8 50	7	6 10,7	I A	6	34 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 0
11	2	11,6	11 16	22 59	31	13 18,3	- 8 25	8 42	8	0 37,8	III E	7	42 <sup>h</sup> 3 <sup>m</sup> 01
13	2	25,8	12 45	23 5	Jupiter				8	3 45,7	II A	8	41 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 23
15	2	40,6	14 14	23 13	1	8 47,7	+18 47	6 10	8	4 16,7	III A	9	4 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 213
17	2	56,1	15 44	23 20	5	8 49,1	18 41	5 56	9	0 39,5	I A	10	42 <sup>h</sup> 1 <sup>m</sup> 03
19	3	12,2	17 11	23 29	9	8 50,7	18 34	5 42	10	19 8,4	I A	11	42 <sup>h</sup> 3 <sup>m</sup> 01
21	3	29,1	18 36	23 38	13	8 52,4	18 27	5 28	11	17 3,1	II A	12	34 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 2
23	3	46,5	19 57	23 48	17	8 54,3	18 19	5 14	12	13 37,2	I A	13	32 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup> 0
25	4	4,5	21 11	23 59	21	8 56,3	18 11	5 0	13	22 54,1	IV E	14	32 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 14
27	4	22,8	22 18	0 4	25	8 58,4	18 2	4 47	14	3 48,0	IV A	15	1 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 324
29	4	41,5	23 16	0 15	29	9 0,7	+17 52	4 33	15	8 6,1	I A	16	0 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup> 34
31	5	0,1	+24 3	0 25	Saturn				15	4 37,7	III E	17	21 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 34
1	1	30,4	+ 7 53	22 55	1	10 29,6	+11 32	7 52	15	6 20,4	II A	18	2 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 314
3	1	39,6	8 48	22 56	5	10 29,5	11 32	7 36	16	8 16,3	III A	19	31 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 24
5	1	48,8	9 43	22 57	9	10 29,5	11 32	7 20	17	2 34,9	I A	20	3 <sup>h</sup> (12) 4
7	1	58,1	10 36	22 59	13	10 29,6	11 30	7 5	18	21 3,8	I A	21	32 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 14
9	2	7,4	11 29	23 0	17	10 29,8	11 29	6 49	19	19 37,8	II A	22	41 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 32
11	2	16,8	12 20	23 0	21	10 30,2	11 26	6 34	20	15 32,6	I A	23	4 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 123
13	2	26,3	13 11	23 3	25	10 30,6	11 23	6 18	21	10 1,5	I A	24	42 <sup>h</sup> 1 <sup>m</sup> 03
15	2	35,8	14 0	23 5	29	10 31,1	+11 19	6 3	22	8 37,2	III E	25	42 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 31
17	2	45,4	14 48	23 7	Uranus				22	8 55,1	II A	26	43 <sup>h</sup> 1 <sup>m</sup> 02
19	2	55,0	15 34	23 8	1	22 28,6	-10 21	19 49	23	12 15,6	III A	27	43 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 12
21	3	4,7	16 19	23 10	5	22 29,1	10 19	19 34	24	4 30,3	I A	28	43 <sup>h</sup> 2 <sup>m</sup> 0
23	3	14,5	17 2	23 12	9	22 29,5	10 17	19 18	25	22 59,2	I A	29	41 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 0
25	3	24,4	17 44	23 14	13	22 29,9	10 15	19 3	26	22 12,6	II A	30	0 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup> 3
27	3	34,3	18 24	23 16	17	22 30,2	10 13	18 48	27	17 28,0	I A	31	12 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 43
29	3	44,3	19 1	23 18	21	22 30,4	10 12	18 32	28	11 56,9	I A	Die Stellung der Monde ist in ihrer Reihenfolge so angegeben, wie sie im umkehrenden astronomischen Fernrohr erscheint. Der Jupiter selbst ist durch einen Kreis dargestellt. Steht der Mond vor der Scheibe, so ist seine Nummer in den Kreis hineingesetzt; befindet er sich hinter dem Jupiter oder wird er durch den Schatten des Planeten verfinstert, so ist seine Ziffer fortgelassen.	
31	3	54,4	+19 37	23 21	25	22 30,7	10 11	18 17	29	11 29,9	II A		
1	13	42,6	- 9 25	11 4	29	22 30,8	-10 10	18 1	30	12 36,6	III E		
3	13	39,8	9 15	10 53	Neptun				30	16 14,7	III A	22	41 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 3
5	13	37,2	9 5	10 43	3	8 44,9	+18 4	6 0	30	6 25,6	I A	25	42 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 31
7	13	34,7	8 56	10 32	11	8 45,2	18 2	5 28	30	16 57,8	IV E	26	43 <sup>h</sup> 1 <sup>m</sup> 02
9	13	32,3	8 48	10 22	15	8 45,7	18 1	4 57	30	21 51,3	IV A	27	43 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 12
11	13	30,1	8 41	10 12	19	8 46,3	+17 59	4 27				28	43 <sup>h</sup> 2 <sup>m</sup> 0
13	13	28,0	8 35	10 2								29	41 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 0
15	13	26,1	8 29	9 52								30	41 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 0
17	13	24,4	8 25	9 43								31	0 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup> 3
19	13	22,9	- 8 21	9 34									0 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup> 3

Bemerkenswerte Konstellationen:

- Mai 1. 11<sup>h</sup> abends Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- „ 13. 5<sup>h</sup> nachmittags Merkur in Konjunktion mit Venus (Merkur 0<sup>o</sup> 22',5).
- „ 17. 10<sup>h</sup> morgens Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- „ 17. 3<sup>h</sup> nachmittags Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- „ 23. 11<sup>h</sup> morgens Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- „ 25. 6<sup>h</sup> morgens Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- „ 25. 3<sup>h</sup> nachts Merkur in oberer Konjunktion mit der Sonne.
- „ 27. 11<sup>h</sup> abends Merkur im Perihel.
- „ 28. 5<sup>h</sup> nachmittags Mars in Konjunktion mit dem Monde.



## Kleine Mitteilungen.

**Der Gottorpsche Globus.** Anlässlich der Grenzregulierung mit Dänemark, da sich alle Blicke nach Schleswig-Holstein richten, sei daran erinnert, daß die Stadt Schleswig einst ein berühmtes astronomisches Kunstwerk beherbergte, das auch jetzt noch existiert aber leider ins Ausland gekommen ist. In einer alten Chronik<sup>1)</sup> der Stadt Schleswig befindet sich die Beschreibung dieses Kunstwerks, das der kunstsinnige Herzog Friedrich III. von Schleswig-Holstein-Gottorp (reg. 1616—1659) in dem Garten seines Schlosses Gottorp<sup>2)</sup> hatte errichten lassen. Es ist ein zweifacher Globus, der nach Angaben des Hofmathematikers des Herzogs, Adam Olearius, von dem berühmten Mechaniker Büsch in Limburg angefertigt und in einem für diesen Zweck besonders errichteten Gebäude, dessen Keller das Räderwerk des Mechanismus aufnahm, untergebracht wurde.

Olearius gibt von dem Kunstwerk folgende Beschreibung<sup>3)</sup>:

„Der Globus ist von Kupfer, mit einer weißen festen Materie überzogen, im Durchmesser 11 Fuß Holsteinisch Maaß, stellet auswendig die Geographie des ganzen Erdkreises vor, und von innen den Himmel mit allen bekannten Sternen von vergoldetem Silber in schönen Figuren verfasset. Inwendig im Globo an der Axe hängt ein runder Tisch, so mit einer Bank umgeben, auf welcher 10 Personen gemächlich sitzen und den Auf- und Untergang der Gestirne mit Lust sehen können; das Centrum des Globi ist mit einer absonderlich vergoldeten Erdkugel umgeben. — Dieses Werk wird vom Wasser getrieben, aus einer nahe gelegenen Quelle, welche so stark fließet, daß es nach dem Himmelslauf seine Bewegung und Umgang in den gehörigen 24 Stunden haben kann. Wobey sonderlich dies rare Kunststück zu finden ist, daß die Sonne (von einer wohlgeschnittenen Crystallen) nicht aus dem Centro der Erde, wie in anderen Globis, sondern aus ihrem eigenen Centrum in eigener Bewegung ihren täglichen Fortgang, jährliche Umwälzung mit der Himmels-Sonne gleich, haben kann. Man kann auch, wenn man will, leicht das ganze Werk durch die Schraube ohne Ende in Bewegung setzen.“

Dieses kostbare Werk, welches Olearius damals für einzig in Europa hielt, wurde im Jahre 1713 dem Zaren Peter dem Großen zum Geschenk gemacht, der es 1714 nach Petersburg bringen ließ. Es konnte aber nicht gleich wieder aufgestellt werden und wurde im Jahre 1747 durch eine Feuersbrunst fast ganz zerstört, aber 1754 mit großen Kosten wieder hergestellt und, wie s. Zt. in Schleswig, in einem besonders dazu erbauten Hause aufgerichtet. (Siehe Büschings Erdbeschreibung I. Teil, S. 290 und 865.) Jetzt soll es sich in Zarskoje-Selo befinden.

In der sog. „Kunstkammer“ des Schlosses Gottorp befand sich noch ein ähnlicher Globus von 4 Fuß Durchmesser, der die „Sphaera Copernici“ genannt wurde. Olearius gibt dies Werk für eine eigene Erfindung des Herzogs Friedrich III., sich selbst als den Direktor und den Mechaniker Büsch in Limburg als den Verfertiger aus. Die Maschine war als ein Uhrwerk gemacht, welches die Sonne im Zentrum, und alle damals bekannten Planeten, nach den in der Astronomie ihnen gegebenen Figuren in Silber verfertigt, enthielt, und die Bewegung der Planeten mit ihren Monden um die Sonne herum in richtiger Zeit darstellte. Oben über dem Globus war das Ptolemäische System dargestellt. — Dieses Werk soll mit der „Kunstkammer“ nach Kopenhagen gekommen sein.

K. L.

## Bücherschau.

**Perrin, J., Die Atome.** Übersetzt von A. Lottermoser. Mit dreizehn Textfiguren. 2. Aufl. Preis 5 M. und Zuschlag. Verlag von Theodor Steinkopff, Dresden und Leipzig. 1920.

Leichtfaßlich und übersichtlich wird das aktuelle Thema vorgetragen, zuerst in der „Atomtheorie und die Chemie“. Wir lernen die Moleküle, Atome und Struktur der Moleküle kennen und erfahren im nächsten (II.) Kapitel von der Molekularbewegung, im folgenden (III.) von der Brownschen Bewegung und deren Gesetzen. Das Licht und die Quanten (VI. Kapitel) interessiert uns hier besonders, und damit der schwarze Körper und die Quantentheorie, über die wir alles Wesentliche vorfinden. Von besonderem Interesse ist auch das Atom der Elektrizität (Kapitel VII.), wie Kathoden-

<sup>1)</sup> Nicolaus Helduaders Chronik der Stadt Schleswig vom Jahre 1603 bis zum Jahre 1822 fortgeführt und mit Anmerkungen und Ergänzungen versehen von Joh. Chr. Jürgensen. Schleswig 1822.

<sup>2)</sup> Seit 1848 erst dänische dann preußische Kaserne, welchem Zwecke es auch heute noch dient.

<sup>3)</sup> Christ. Solini und Ad. Olearii Geschichte der Herzöge zu Schleswig, vollkommener Stammbaum und Gottorpsche Kunstkammer. 1703. S. 136.



und X-Strahlen und die atomistische Struktur der Elektrizität. In dem Abschnitt (VIII.) über „Auf- und Abbau der Atome“ werden wir bekannt mit Atomverwandlungen, Atomzählung u. dergl. Auch über die Einsteinsche Theorie finden wir höchst wissenswerte Angaben (S. 101 bis 123) und Aufschlüsse. So bietet das ganze Werk jedem Leser einen Einblick in unsere derzeitigen Kenntnisse auf dem Gebiete der Physik bezw. physikalischen Chemie. Das gleiche gilt von (im gleichen Verlage erschienen):

**Urbain, G., Einführung in die Spektrochemie.** Übersetzt von W. Meyer. Mit 67 Figuren und 9 Tafeln. Ich verweise nur auf einiges aus dem reichen Inhalt, so die Spektren der Geißler-Röhren, die Rolle der Strahlungen beim Leuchten der Gase, die Lumineszenz (Phosphoreszenz), Kathodolumineszenz u. ä., um schon dadurch das Interesse jedes Wissensdurstigen wachzurufen. Dieser beschäftigt sich nicht minder gern mit den Formen der Energie und diese findet er in:

**Blondlot, R., Einführung in die Thermodynamik** (derselbe Verlag). Sie gibt die beiden Prinzipien der Thermodynamik, nebst Anwendung ihrer Hauptsätze und schließt mit dem Abschnitt über die Energie, deren verschiedene Formen, Erhaltung und Anwendung auf die Thermochemie, sowie der inneren Energie der Gase. Dr. Bl.

Für Zwecke des Selbststudiums sei wieder verwiesen auf **Kleyers Encyclopädie der gesamten technischen und exakten Natur-Wissenschaften** (Verlag L. v. Vangerow, Bremerhaven), und zwar vor allem auf das Lehrbuch der

1. allgemeinen Physik, welches die Grundbegriffe und Grundsätze der Physik in Fragen und Antworten gibt mit 549 Erklärungen, 84 in den Text gedruckten Figuren und einem Formelverzeichnis. Eine Sammlung von gelösten und ungelösten Aufgaben erleichtern das Verständnis und zeigen die Anwendung der physikalischen Gesetze in dem praktischen Leben.

2. anorganischen Experimental-Chemie. I. Band: Die Metalloide. Mit 2208 Erklärungen, 332 Experimenten und 366 in den Text gedruckten Figuren. II. Band: Die Metalle. Mit 573 Erklärungen, 174 Experimenten und 33 in den Text gedruckten Figuren.

Verfasser bringt in der Form von Frage und Antwort alles Wesentliche auf diesem Gebiete, er setzt dabei nur elementare Schulbildung voraus. Alle Strebenden können sich mit Hilfe dieser Bücher durch Selbststudium leicht diejenigen chemischen Kenntnisse erwerben, die sie für ihren Beruf, für das tägliche Leben brauchen. Dr. Bl.

**Simon Newcombs Astronomie für jedermann.** Eine allgemeinverständliche Darstellung der Erscheinungen des Himmels. Nach der Übersetzung von F. Gäser bearbeitet von R. Schorr und K. Graff. Mit einem Titelbild, 3 Tafeln, 3 Sternkarten und 79 Abbildungen im Text. 3. Auflage. Verlag von Gustav Fischer in Jena 1920. Preis broschiert 9 M., gebunden 13 M.

Als vortreffliche Einführung in die Himmelskunde erwies sich das vorliegende Werk (3. Auflage) und gibt demzufolge keine erschöpfende Darstellung aller Einzelheiten derselben. Der inzwischen verstorbene Verfasser betätigte sich auf fast allen Gebieten der Astronomie und verstand es, die Ergebnisse der Himmelsforschung in allgemein verständlicher, eigenartiger Darstellung größeren Kreisen zugänglich zu machen, auch solchen, denen mathematische Anschauungen und Ausdrücke weniger geläufig sind. Das Porträt von Newcomb im Titelbild ist entnommen seiner Autobiographie: *The Reminiscences of an Astronomer* (London 1903). Viele Freunde hat sich bisher das Werk erworben und viele andere werden sicherlich noch hinzukommen. Dr. Bl.

**Miethe, A., Die Selbstherstellung eines Spiegelteleskops.** Mit 1 Titelbild: Ringgebirge Kopernikus auf dem Mond, und 24 Abbildungen im Text. Preis geheftet 4,80 M., gebunden 7,50 M. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart. 1920.

Zur Herstellung des Instrumentes (die Gegenstände dazu können durch Vermittlung der Franckh'schen Verlagshandlung bezogen werden) gehört Fleiß und eine gewisse Geschicklichkeit. Verwendbar ist dasselbe zur Beobachtung der fünf hellsten Monde des Saturn, seiner Ringteilung, der Streifensysteme auf dem Jupiter und dessen vier großen Monden. Der Orionnebel und das Trapez läßt sich damit beobachten, die Sternhaufen im Herkules und Perseus, die Plejaden, sowie viele schöne Doppelsterne. Auf der Sonne lassen sich feine Einzelheiten in den Flecken und ihrem Halbschatten verfolgen, aber auch Fackeln und Granulation. Dr. Bl.

---

*Diese Zeitschrift erscheint einmal monatlich in einem Doppelheft. — Bezugspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 4.50 M. (Ausland 7.50 M.) durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Doppelnummer 2.— M. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 140.— M., 1/2 Seite 75.—, 1/4 Seite 40.—, 1/8 Seite 25.—, 1/16 Seite 15.—. Bei Wiederholungen Rabatt.*

Für die Schriftleitung verantwortl.: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; f. d. Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW, Blücherstr. 22  
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW



## INHALT

1. Einleitungen zu arabischen astronomischen Werken. Von Geheimrat Prof. Dr. Eilhard Wiedemann in Erlangen . . . . .	131	3. Der gestirnte Himmel im Monat Juni 1920. (Hellig- keitsschwankungen des Uranus.) Von Dr. F. S. Archenhold . . . . .	139
2. Schwerkraftstörungen der Erdrinde. Von Hermann Radestock . . . . .	134	4. Druckfehlerberichtigung . . . . .	146

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

## Einleitungen zu arabischen astronomischen Werken.

Von Geheimrat Prof. Dr. Eilhard Wiedemann in Erlangen.

(Zweite Mitteilung.)

Früher habe ich die Einleitung zu einem Werke *Birünis* mitteilen dürfen, in dem die verschiedenen Methoden zur Konstruktion des Astrolabs beschrieben sind. In einem anderen Werke<sup>1)</sup> „Abhandlung über das Astrolab“ teilt *Birünî* nach einer kurzen Einleitung und einer Beschreibung des Instrumentes (vgl. Beiträge XVIII, 35) zahlreiche Anwendungen mit, deren es fähig ist. Die Einleitung, die die früher veröffentlichte ergänzt, lautet folgendermaßen:

### III.

Einleitung zu der Abhandlung *Birünis* über das Astrolab.

Es sagt der *Scheich*, der Herr, der treffliche *Abul Raih ân Muhammed b. Ahmed al Birünî*.

Das Astrolab ist das hervorragendste in der Kunst der Sterne (Astrologie) angewandte Instrument. Es zeichnet sich besonders dadurch unter ihnen aus, daß man es leicht mit sich führen und verwenden kann<sup>2)</sup>. Dabei führt es schnell zu den gesuchten Ergebnissen, die sich einmal auf die unveränderlichen Zustände der Sphäre beziehen und dann auf diejenigen, bei denen Veränderungen in den örtlichen und zeitlichen Verschiedenheiten auftreten. Dabei kommen bei ihm die sonderbaren Methoden zur Anwendung, durch die man zur Projektion der Kugel gelangt. — Ueber die mit dem Astrolab zusammenhängenden Gegenstände schrieben die Astronomen zahlreiche Werke und machten seine Anwendung allgemein bekannt. Es gibt aber einerseits Leute, die sich in der Wiedergabe von all dem, was man mit dem Astrolab ermitteln kann, sehr kurz fassen, und andererseits solche, die in der Beschreibung seiner Anwendungen zu ausführlich sind; bald wiederholen sie Dinge, die sie schon einmal gesagt haben, oder sie behandeln die Umkehrung [gewisser Verfahren], die an sich klar ist, bald führen sie mit dem Astrolab lange Rechnungen aus, die mit den mit dem Astrolab zusammenhängenden Anwendungen nur sehr wenig zu tun haben<sup>3)</sup>, ferner fügen sie seinen eigentlichen Anwendungen solche hinzu, die nicht zu ihm passen<sup>4)</sup>, da sie von seinem Zweck weit entfernt sind; sie tun dies, um sie sich nahe zu bringen und zu erleichtern.

<sup>1)</sup> Ich habe durch das Entgegenkommen von Herrn Professor Dr. Weil die Berliner Handschrift Pet. 672 (Katalog von Ahlwardt No. 5794) in Erlangen benutzen können. Hierfür möchte ich ihm auch an dieser Stelle bestens danken.

<sup>2)</sup> *Birünî* betont auch in dem früher besprochenen Werk, daß das Astrolab leicht zu transportieren sei. Man hatte Instrumente, die nur die Größe eines *Dirham*, also etwa einer Mark, besaßen.

<sup>3)</sup> Für den Quadranten, das andere Hauptinstrument der mittelalterlichen Astronomen, sind Verfahren angegeben, um mittelst der auf ihm befindlichen Teilungen Größen mit einander zu multiplizieren, durch einander zu dividieren usw., so von *Sibt al Maridîni* (1423/24—1494/95) (vgl. u. a. Beiträge XVIII S. 57). Für das Astrolab ist mir derartiges nicht bekannt geworden; doch steht einer solchen Anwendung nichts im Wege.

<sup>4)</sup> Eine solche Aufgabe ist z. B. die Einteilung der Erde in fünf Zonen, die schon Theon und später Severus Sebokt unter die Aufgaben aufgenommen haben, die mit dem Astrolab zu lösen sind. Hierher gehört auch die Umwandlung einer Zeitrechnung in die andere, z. B. der ägypt.



Als einer, der der Wissenschaft ergeben war, hierauf stieß, und es ihm schwierig war, den Gegenstand systematisch darzustellen und anzuordnen, bat er mich<sup>1)</sup>, ihm die Zwecke des Astrolabs so darzustellen, daß er alles, was über diesen Gegenstand gemacht war, in genügender Weise vor sich hätte. Dabei erstrebte er nicht das [streng] Richtige (d. h. er wollte keine mathematische Begründung)<sup>2)</sup>. Ich tat dies, indem ich die Pflicht der Neueren [Gelehrten] erfüllte, die Verfahren der Früheren zu verbessern und deren Kenntnisse systematisch darzustellen.

Gott ist der, der allem Streben Erfolg gibt und der jedes [zunächst verborgene] Licht enthüllt.

#### IV.

Einleitung<sup>3)</sup> zu der umfassenden Tafel<sup>4)</sup> (*al zîg al gâmi'*)  
von *Abûl Hasan Kuschjâr b. Labbân b. Bâschahrî al Gîlî* (aus *Gîlân*)<sup>5)</sup>.

Die im folgenden mitzuteilende Einleitung gibt ein gutes Bild von dem Streben der arabischen Astronomen, ihre Tafeln möglichst vollkommen zu gestalten. Unser Gelehrter sagt:

Als ich die für die Astronomie (Astrologie *sinâ'a al tangîm*) verfaßten und zusammengestellten Tafeln eingehend betrachtete und prüfte, da fanden sich bei einigen Fehler, die man berichtigen mußte; einige waren lang und auseinandergezogen, diese mußte man zusammenziehen, bei einigen fehlte etwas, das mußte man ergänzen und ebenso das, was von ihnen [Tabellen] im *Almagest* fehlte. Bei allen war die Berechnung eine nachlässige, sie wurde nicht auf eine befriedigende Darlegung zurückgeführt und nicht durch einen genügenden Beweis gestützt.

Meine Absicht war es, eine Tafel [Tabellenwerk] herzustellen, die Theorie und Praxis vereinigte, in der ich das Fehlerhafte berichtigte, das Weitabliegende näherrückte, das Fehlende ergänzte und die Bedeutung eines jeden Ausdruckes enthüllte, so daß ich ihn erläuterte und jede in ihr vorkommende Rechnung begründete, indem ich sie genau aufstellte. Der Unterschied zwischen dieser [meiner] Tafel und andern findet sich bei den verschiedensten Dingen; er besteht darin, daß Fehler berichtet werden, daß Entferntes näher gebracht wird und daß Fehlendes ergänzt wird. Ich lasse die Anwendung der Theorie vorausgehen, damit der Anfänger leicht zu ihr gelangt und er schnell ihren Nutzen erfaßt. Ich teile die Tafel in vier *Maqôla* (Bücher) ein: 1. Ueber die Rechnung der Pforten (*bâb*)<sup>6)</sup>, 2. Ueber die Tabellen, 3. Ueber die Erklärung der Gestalt (Astronomie), 4. Ueber den Beweis für die Richtigkeit der Rechnung der Pforten.

tischen in die griechische oder die Bestimmung des Grades der Ekliptik, in dem sich die Sonne an irgend einem historischen Datum befand. Hieromonachus Macarius, der Bruder des im 14. Jahrhundert lebenden Nicephorus Gregorius, überliefert solche Aufgaben bei der Besprechung des Astrolabs, die er wohl antiken Quellen entnommen hat.

<sup>1)</sup> Wir haben hier einen der vielen Fälle, daß Schriften auf Veranlassung von Freunden, hohen Beamten und Fürsten über bereits bekannte Dinge verfaßt werden. Es hängt das damit zusammen, daß in jenen Zeiten auch die ursprünglichen Werke nur handschriftlich verbreitet werden konnten.

<sup>2)</sup> Der Wunsch, daß bei der Darstellung mathematische Betrachtungen vermieden werden, ist der gleiche, den *Abû Sahl* aussprach (s. die vorige Mitteilung S. 24).

<sup>3)</sup> Die Einleitung ist arabisch mitgeteilt in dem Katalog der arabischen Handschriften in Leiden Bd. 3, S. 84.

<sup>4)</sup> Unter *zîg*, das Sachau (*Chronologie* von *al Birûnî* S. 368) mit Kanon übersetzt, ist meist ein Tafelwerk mit einer Anzahl von Tabellen (*gadwâl*) zu verstehen. — Eine Reihe von Stellen aus dieser Tafel hat Ideler veröffentlicht, s. unten.

<sup>5)</sup> Dieser Gelehrte, ein bedeutender Mathematiker, Astronom und Astrolog, lebte etwa 971 bis 1029 (vgl. Suter No. 192 und E. Wiedemann, *Beiträge* XX, No. 43).

<sup>6)</sup> Die Rechnung der „*bâb*“ (Pforte, wohl = Einleitung) behandelt die für das weitere nötigen Vorkenntnisse und zwar: 1. Die Chronologischen Tafeln (s. Ideler, *Handbuch der math. u. techn. Chronologie* Bd. 2, 623), 2. Die Sinus und Kotangenten, 3. Die Neigungen und Rektaszensionen, 4. Die Ephemeride der Gestirne und deren Verhalten (*ahwâl*), 5. Die Finsternisse und was damit zusammenhängt, 6. Die den Judizien [aus den Gestirnen] eigentümlichen Verfahren, 7. Über sonstige verschiedene Vorkenntnisse.



V.

Einleitung zu einer Schrift von *al Chalchâli*.

Im folgenden teile ich die Einleitung des Herausgebers einer Schrift von *Husain b. al Husainî al Chalchâli*<sup>1)</sup> mit, die den indischen Kreis behandelt. Dieser besteht aus einem Gnomon, der in der Mitte eines Kreises steht. Die Eintrittsstelle des Schattens des Gnomons in den Kreis und die Austrittsstelle aus diesem werden durch Zeichen auf ihm festgelegt und deren Verbindungslinie halbiert. Die Linie vom Mittelpunkt des Kreises zum Halbierungspunkt ist die Mittagslinie, daran anschließend werden auch die Gebetszeiten und die Richtung der Qibla ermittelt (vgl. E. Wiedemann, Mitteilungen zur Geschichte der Medizin und Naturwissenschaften Bd. 10, S. 252, 1912).

Benutzt habe ich die Handschrift in Gotha (Katalog No. 1417 Bd. 3, 68), für deren Überlassung ich Herrn Oberbibliothekar Dr. Ehwald zu besonderem Danke verpflichtet bin. Andere Handschriften des Werkes selbst sind im Katalog von Ahlwardt No. 5701 und 5702 aufgeführt. Das Werk ist ziemlich spät verfaßt, daher der schwulstige Ton, der sich aber auch bei älteren Werken nicht selten findet.

Die Einleitung lautet:

Im Namen Gottes des Allbarmherzigen.

Lob sei Gott dem Herrn der Welten und Gebet und Heil über seinen Propheten *Muhammed*, den Herrn der Früheren und Späteren, und über seine Familie und seine Genossen und Heil [über sie]. Es sagt der Vollkommene, der Wahrheitsuchende, der Treffliche, der, der genau prüft, das Muster der Trefflichen, die Säule (Stütze) der Gelehrten, der Erbe des Propheten, das Vorbild der Vorsteher, das Beweismittel der *Mutakallimûn* (Dialektiker), der Beweis der Gelehrten, der den Seiten (Richtungen) der Wissenschaft die Grenzen setzt, der Mittelpunkt des Kreises der Vernunft und des Verstehens, der Vollmond des Himmels, des Glaubens und der Religion, das Gestirn der Sphären, der Wahrheit und der Gewißheit, d. h. unser Herr, der trefflichste der Früheren und der Ruhm der Späteren, unser Herr und unser Würdigster *Husain b. al Husainî al Chalchâli*, Gott erbarme sich seiner. Gott lasse seinen erhabenen Schatten dauernd liegen auf den Schultern aller Menschen, vor allem auf den Häuptern derer, die (die Wissenschaft) erwerben, die in der Mischel des Hauses des Studiums wie die Perle wohnen und die Taucher, die in dem Meere der Unterrichtsstätten der von ihm stammenden Lehren herumirren, und derer, die den Weg seiner Anweisungen beschreiten, ferner derer, die mit den ernstesten Sorgen (um diese Gegenstände) sich kümmern, und derer, die seine Anweisungen weitergeben. Im höchsten Maße<sup>2)</sup> muß man dem Glauben Gehorsam zollen, dann (den Vorschriften über) das Gebet. *Allâh* hat uns dies befohlen und seine Zeit bestimmt. Er sagt (*Sûre* 17, 80): Verrichte das Gebet zur Zeit des *Dulûk* der Sonne bis zum Nachtdunkel (*Gazak*) und die Lesung der Zeit der Morgendämmerung<sup>3)</sup>.

Die Kommentatoren haben verschiedene Ansichten über den *Dulûk* der Sonne. Einige sagen, daß der *Dulûk* ihr Untergang ist; die meisten geben an, daß ihr *Dulûk* dann

1) Der Verfasser wird mehrfach im bio-bibliographischen Wörterbuch von *H. Chalfa* erwähnt; meist wird sein Todesjahr zu 1014 (1604/05), einmal zu 1030 (1619/20) angegeben. Er hat sich mit Koranwissenschaft usw. beschäftigt. Das Werk von *Chalchâli* trägt einmal den Titel: „Über den indischen Kreis“ und dann „Abhandlung über die Gebetszeiten“.

2) Hier beginnt, wie sich aus dem Ahlwardtschen Katalog Nr. 5701 ergibt, die Schrift von *al Chalchâli* selbst.

3) Die Angabe hängt damit zusammen, daß *Muhammed* außer den fünf offiziellen Gebeten auch noch das Lesen bestimmter Koranstellen zur Zeit der Morgendämmerung vorgeschrieben hat. Man hat auf Grund der betreffenden Stellen wichtige Schlüsse auf die allmähliche Entwicklung des muhammedanischen Ritus gezogen.



eintritt, wenn sie (die Sonne) von der Mitte (*Kabd*) des Himmels herabsinkt. Das ist die wahrscheinlichste Ansicht. Denn der Koranvers bezieht sich hier auf alle fünf Gebete, im Gegensatz zu dem, was dem Sonnenuntergang beigelegt wird; in diesem Fall handelt es sich nur um drei Gebete, nämlich beim Sonnenuntergang, beim Abend, 'Ischâ', und bei der Morgendämmerung. Die Rede Gottes ist am besten auf das zu beziehen, was einen größeren Nutzen bringt, daher muß der *Dulûk* der Sonne sich auf den *Zawâl* (d. h. die Zeit, zu der die Sonne zu sinken beginnt) beziehen<sup>1)</sup>. Entsprechend beiden Bedeutungen (*taqdir*) muß man die Zeit bestimmen, zu der er (*al Dulûk*) eintritt. Dazu gibt es zahlreiche Methoden. Meine Methode ist diejenige, welche die Beobachter sorgfältig erwogen haben, und auf die sich die Rechtsgelehrten stützen; das Wohlgefallen Gottes, erhaben ist er, ist über ihnen allen; es ist diejenige, die erwähnt ist in dem Kommentar der *Wiqâja*<sup>2)</sup> von dem Herrn, dem großen Gelehrten, dem Vollmond des Himmels, der Schule der Hanafiten, dem Führer (*Sadr*) der Gelehrten, des wahrhaften Religionsgesetzes (*al Schari'a*). Es ist auf Problemen mancher Gebiete aufgebaut, um das die Spinnennetze der Vergessenheit gewoben waren, so daß es von den meisten Gelehrten dieser Zeit nicht erwähnt wurde. Daher baten mich die Freunde, die glaubten, daß ich in diesen Gebieten bewandert sei, inständig, daß ich für sie einen Kommentar schriebe, der ihnen und allen Freunden einen Einblick (in dies Gebiet) verschaffte. Ich kam ihnen entgegen, Dank der Hilfe des Herrn. Siehe, er ist die beste Hilfe, er, den man um Hilfe anruft.

## Schwerkraftstörungen der Erdrinde.

Von Hermann Radestock.

Mehr denn je sind wir in unserem an Übertagstoffen verarmten Vaterland darauf angewiesen, nach unterirdischen Bodenschätzen zu suchen, trotz der großen Schwierigkeiten, die hierbei zu überwinden sind. Der Wünschelrute verdanken wir eine Anzahl schöner Erfolge beim Suchen und Finden neuer Wasseradern. Allein, die für uns jetzt wichtigeren Kohlen, Salze und Erze lagern meist in so großen Tiefen, daß sie die übrigens teilweise noch immer stark bezweifelte und angefochtene Empfindungskraft der Rutengänger kaum beeinflussen dürften. Diese Kraft, das müssen auch deren leidenschaftlichste Verfechter zugeben, ist überdies an wenige ausgesucht sensitive und dabei völlig gesunde Personen gebunden. Jede kleine Störung im Befinden, wie Kopfweg und Schnupfen, hemmt das Beobachten und Angeben. Auf die Rute selbst, auf ihr Material, ihre Form und Feinheit, kommt es, wie versichert wird, gar nicht an.

Nun besteht wohl kein Zweifel darüber, daß feine Instrumente auf allen Gebieten der Technik sonst unseren Sinnes- und Empfindungsorganen an Erfassungsschärfe und Zuverlässigkeit in der Regel weit überlegen sind. Das hat sich ganz besonders bei der wissenschaftlich-technischen „Wünschelrute“, der Drehwage, gezeigt. Ihr Bau beruht auf der geistreichen Fortentwicklung einer bereits im Jahre 1672 von dem französischen Astronomen J. Richer gemachten Beobachtung. Dieser fand nämlich, daß seine mit einem Sekundenpendel versehene Pendeluhr in Cayenne, also nahe dem Äquator, täglich um 2 $\frac{1}{2}$  Minuten zurückblieb, während sie in Paris, also 48 Grad nördl. Breite, richtig gegangen

<sup>1)</sup> Hier kommt eine kurze Stelle grammatikalen Inhalts, die ich fortlasse.

<sup>2)</sup> Es handelt sich um den Kommentar von *Sadr al Schari'a* zu dem weitverbreiteten Werk *Wiqâjat al Riwâja*, Bewachung der Tradition über Fragen des Werkes *Hidâja* (*Hidâja* bedeutet die rechte Führung und ist der Titel eines juristischen Werkes). Der Verfasser der *Wiqâja* ist *al Maginâni* († 593/1197, Brockelmann 1, 376).



war. Er mußte daher das Pendel in Cayenne um drei Millimeter verkürzen, es aber in Paris nach seiner Rückkehr wieder um ebensoviel verlängern, da die Uhr hier täglich um  $2\frac{1}{2}$  Minuten vorging. Durch die verschiedene Temperatur an beiden Orten konnte diese auffallende Änderung nicht erklärt werden. Da wies der große englische Gelehrte I. Newton nach, daß sie auf der Abweichung der Kugelgestalt der Erde beruhe. Newton hatte kurz zuvor durch sein Gravitationsgesetz entdeckt, daß die Anziehung zweier Körper im direkten Verhältnis zu ihren Massen und im umgekehrten Verhältnis zum Quadrat ihrer Entfernung erfolgt, daß also z. B. beim Fallen der betreffende leichtere Gegenstand immer rascher sinkt, je näher er dem schwereren kommt. Die Schwerkraft der Erde, d. h. die Anziehung aller irdischen Teile und Gegenstände nach dem Mittelpunkt der Erde, muß nun, vom Äquator, wo sie am kleinsten ist, ausgehend, nach den Polen zu immer stärker werden, da die Erde durch die Rotation, um ihre durch die Pole gehende Achse keine regelrechte Kugel, sondern unter dem Gesetz der Schwerkraft zu einem in der Äquatorlinie aufgewölbten Ellipsoid geworden ist. Die Gestalt eines solchen bringt es aber mit sich, daß die nördliche und südliche Erdoberfläche zu Gunsten der Mitte, des dicken Äquatorwulstes, an Masse einbüßen, abgeplattet werden mußten, und daß die dort befindlichen Teile und Orte mit allem, was sich darauf und darüber befindet, dem Erdzentrum näher gerückt und von ihm stärker angezogen werden. Daher mußte also Richer sein Uhrenpendel am Äquator verkürzen und in Paris verlängern. Denn die Kugel am unteren Ende eines Pendels ist gewissermaßen ein fallender Körper, dessen gerade Bewegungsrichtung nach unten nur durch den ihn schwingen lassenden Faden in eine nach rechts und links aufwärts gewölbte Kurve verwandelt ist. Wären nicht die verschiedenen Reibungswiderstände der Aufhängebefestigung, der Luft usw. hindernd im Wege, das Pendel würde als Perpetuum mobile mit stets gleich großem Ausschlag immer weiter schwingen. Denn noch besser als die in einen Kessel hinabrollende Kugel durch Einwirkung der Schwerkraft ihre Bewegung, getreu dem Gravitations- und Fallgesetze, schließlich dermaßen beschleunigt, daß sie noch ein Stück die jenseitige Kesselwand hinaufrollt, tut dies in seiner Art das Pendel. Das Zurückrollen bezw. Zurückschwingen aber ist ebenfalls weiter nichts als der Einfluß der Schwerkraft. Man kann also mittels einfachen Pendels im Groben bereits die jeweilige Abplattungsstörung eines Ortes gegenüber dem Äquator, d. h. seine größere oder geringere Annäherung an das Schwerkraftzentrum der Erde, durch die größere oder kleinere Schwingungskurve des Pendels messen.

Neben dieser allgemeinen Erdkugelstörung besteht für viele Orte jedoch noch eine örtliche durch kompakte größere Massen über oder unter der Erde. Auch diese ziehen kleinere Körper, wie in unserem Falle die Pendelkugel, im Sinne von Newtons Gravitationsgesetz mehr oder weniger an. Es handelt sich dabei natürlich um viel kleinere Kraftbeträge. Um sie zu erfassen, mußte man daher das Pendel verbessern, empfindlicher machen. Das geschah über eine Reihe unvollkommener Apparate hinweg durch die Drehwaage. Bei ihr hängt an dem aus unelastischem Metall hergestellten Pendelfaden nicht eine Kugel, sondern ein horizontaler Aluminiumstab, also ein Wagbalken. An diesem wieder hängt auf der einen Seite ein ruhendes Gewicht, auf der anderen ein zweiter Pendelfaden, an dessen unterem Ende erst das gleich schwere Gegengewicht, ebenfalls in Ruhelage, hängt. Dieses letztere ist also dem zu suchenden



Schwerkraftszentrum einer Masse um seine Fadenlänge näher. Es kann aber, wenn sich nun eine Kraft meldet, seine „Empfindung“ nicht wie das einfache schwingende Pendel durch eine veränderte Schwingungskurve offenbaren, sondern es zieht den Horizontalstab etwas hinab, wodurch die so entstandene und auch so genannte „Horizontalwage“ sich langsam in der Ebene zu bewegen, d. h. sich zu drehen beginnt. Dem kürzlich verstorbenen Professor R. v. Eötvös in Budapest ist es gelungen, seine Doppeldrehwage, das Schwerevariometer, so zu verfeinern, daß eine einzige Drehung volle 23 Minuten dauerte. Die einzelnen Drehungen werden durch einen photographischen Registrierapparat an einer Skala aufgezeichnet und gemessen. In seinem Laboratorium konnte er so z. B. sehr gut die Massenverteilung des ganzen Gebäudes, insbesondere den Einfluß des großen Kellerhohlraumes, am Apparat ablesen. Im Freien wurde z. B. ein etwa 3000 m langes und 1000 m dickes Erzlager, das sich 100 bis 200 m tief unter der Erdoberfläche hinzog, dadurch festgestellt, daß es seine Dichte und Schwere, die nur um  $\frac{3}{10}$  größer als die ihrer Umgebung war, durch den kleinen, natürlich gegen störende Wettereinflüsse wohl gesicherten Apparat verriet. In der Lüneburger Heide entdeckte er, um noch ein Beispiel anzuführen, einen Salzhorst; der anfängliche Abweichungsfehler betrug nur 50 m, und eine einzige Bohrung genügte, um technisch das gewonnene Resultat zu bestätigen.

Zeigt uns dieser Apparat seine große, unmittelbare Bedeutung für Technik und Wirtschaft, so haben uns seine unvollkommeneren Vorgänger doch bereits eine ganze Reihe wichtiger Kenntnisse über das vermutliche Aussehen unserer Erdkrinde bis zu 120 km Tiefe verschafft. Jenseits dieser Tiefe ist, wenigstens für den ganzen Kontinent von Amerika, keine nennenswerte Störung durch einzelne schwerere Massenkomplexe, große Hohlräume u. dergl. festzustellen, sondern der ganze übrige Erdkern erwies sich mindestens um  $2\frac{1}{2}$  mal so dicht und kompakt wie Stahl.

Die Abplattung, d. h. der Verlust der übrigen Erdmasse gegenüber dem dicken Äquatorwulst, wurde von verschiedenen Forschern mittels verschiedener Rechnungsmethoden und bestätigender Messungen auf  $\frac{1}{298}$  der Äquatormasse festgestellt. Auf dieser Grundlage wurden an mehr als 3000 Orten der ganzen Erde Erkundungsmessungen des Erdinnern vorgenommen. Dabei zeigte es sich allgemein, daß den zu Gebirgen aufgewölbten Erdkrustenteilen mächtige, unter ihnen sich hinziehende Hohlräume entsprechen. So befindet sich z. B. unter den Tiroler Alpen ein Massendefekt zwischen Innsbruck, Landeck, Stilfserjoch und Bozen von 1500 m, unter dem St. Gotthard ein solcher von 1200 m Durchmesser. Andere große Hohlräume verrieten sich am Südrande des Kaukasus, bei Pisa, Moskau und — Berlin. Ob man sich an Stelle der beiden letzteren, jetzt in berglosen Ebenen liegenden Städte in grauer Vorzeit Gebirge zu denken hat, die inzwischen verschwunden sind, die aber ihre unterirdischen Hohlräume als Zeugen zurückgelassen haben, muß dahingestellt bleiben. In den Gebirgen selbst beeinflussen nicht nur die einzelnen Bergspitzen die Schwerkraft. Diese muß bei normalen Verhältnissen, wie wir gesehen haben, den Berg hinauf immer geringer werden, oft ist's aber fast umgekehrt, z. B. im Harz. Besteigt man von Ilseburg her den ganz aus Granit bestehenden Brocken, so findet man unten eine Schwerkraftbetätigung von +11, auf dem Gipfel ganz ähnlich eine solche von +9 Bogensekunden. Dies ändert sich auch nicht beim Abstieg nach Süden, aber nach vierstündiger Wanderung sinkt die Schwerkraftswirkung bei



Hohegeiss im Diabas-Gestein fast plötzlich auf — 1, bei Tettenborn, ganz am Südrande des Gebirges, gar auf — 5 Bogensekunden.

Auf dem offenen Ozean, z. B. dem Atlantischen, herrscht nahezu gleichmäßige, normale Schwere, doch gibt es auch da gewisse lokale Störungsgebiete, so in der Nähe der tiefen Gräben, wie über der Tongarinne nördlich von Neuseeland, wo die Schwere um 0,25 cm zu klein gefunden wurde, also ein starker Massendefekt vorhanden ist, während das angrenzende Tongaplateau eine zu große Schwere, nämlich einen Massenüberschuß von 0,17 cm aufweist. Sonst aber nimmt man jetzt auf Grund übereinstimmender Forschungsergebnisse der Professoren J. H. Pratt, H. Faye und F. R. Helmert als sicher an, daß die Erdkruste unter dem Meeresboden dicker als unter den Kontinenten ist; die größere Anziehung nach dem Erdzentrum kommt nur wegen des die Schwere herabmindernden spezifisch leichteren Wassers auf der Oberfläche der Gewässer nicht zur Geltung. H. Faye erklärt die Verdickung aus den Gesetzen der Wärmetheorie, wonach die Abkühlung der Erdkruste einst unter den sich bildenden Meeren rascher vorwärts ging als unter den Kontinenten, was eine stärkere Zusammenziehung zur Folge hatte, während die Abkühlung unter den Kontinenten wegen der geringeren Wärmeleitung des Erdreichs nur sehr langsam vorschreiten konnte.

Außer durch ihr eigenes Schwerezentrum wird nun ferner die Schwerkraft der Erdrinde nicht unwesentlich gestört durch den Einfluß von Sonne und Mond. Die Anziehungskraft des Mondes beträgt ja nur den elfmillionsten Teil der irdischen Schwerkraft, aber sie genügt doch, um in unseren Meeren das leichtbewegliche Wasser zweimal am Tage hoch emporzuwölben zur sogenannten Flut. Das erste Mal geschieht dies, wenn der Mond sich dem Zenit nähert, das zweite Mal, zwölf Stunden später, wenn er sich auf der Höhe der Gegenseite befindet. Der aufwölbenden Flut entspricht, ebenfalls zweimal täglich, die ausschöpfende Ebbe für die rechts und links von den beiden Flutgebieten liegenden Erdviertel, und zwar sobald der Mond am Horizont erscheint bzw. dort untergeht. Besonders auffallend ist die Höhe der Flut an solchen Küsten, wo die Mondanziehung noch von der irdischen Schwerkraftanziehung durch hohe Gebirge verstärkt wird, so an der Westküste von Südamerika durch die Anden oder im Golf von Bengalen durch den Himalaja; hier beträgt die Aufwölbung Hunderte von Metern.

Aber auch das feste Land nimmt teil an Flut und Ebbe. Im Geodätischen Institut zu Potsdam befindet sich in einem 25 m tiefen, vor jeder Erschütterung sicheren Brunnenschacht ein von Professor E. v. Rebeur-Paschwitz erfundenes, äußerst empfindliches Horizontalpendel. An ihm kann man sogar zwei verschiedene Schwerkraftstörungen beobachten. Die eine geht aus von den Strahlen der Sonne und berührt nur die oberen Teile der Erdkruste, die zweite wird hervorgebracht durch den Mond. Genau wie auf dem Meere wechseln auch auf dem Festlande alle sechs Stunden Ebbe und Flut. Beim Erscheinen des Mondes am Horizont wandert der Zeiger des Apparates, wie durch Geisterhände bewegt, vom Nullpunkt der Skala nach links, bis er nach sechs Stunden am äußersten Ende der Skala, dem Höhepunkt der Flut, stillsteht, weil der Mond den Zenit erreicht hat. Hierauf vollzieht sich die Umkehr, die Ebbe des Bodens, in ebenfalls sechsständiger Dauer, zurück zum Nullpunkt. Die größte Aufwölbung zur Flutzeit erreicht in Potsdam immerhin eine Höhe von 30 cm! Nur gut, daß wir diese Bodenhebung bei der großen Weglänge, auf die sie sich verteilt, gar



nicht merken. Wir nicht, aber unser Apparat, auf den wir wahrhaftig stolz sein können.

Während die vom Mond ausgehenden Schwerkraftstörungen sich jetzt ganz klar und bestimmt nachweisen lassen, ist dies bei den von der Sonne bewirkten weit weniger der Fall. Sie sind ziemlich verwickelt und teilweise noch unerforscht. Außer der bereits erwähnten Oberflächenstörung mit täglicher Periode haben Professor Meissner-Potsdam und andere unlängst noch eine sogenannte mikroseismische Bewegung nachgewiesen, von der man früher angenommen hatte, daß sie durch den heftigen Seegang und Wogenanprall an der Südküste Norwegens hervorgerufen werde. Kurz vor dem Kriege hat man jene Bewegung aber sogar in Pulkowa bei Petersburg, Taschkent und Irkutsk durch Apparate festgestellt. Auch wurde in Potsdam ein deutliches An- und Abschwellen sowie ein oft mehrere Tage in großer Stärke anhaltendes Beben besonders während der Monate September bis April beobachtet. Nur 25 Tage während des Sommers erwiesen sich als ganz bebenfrei. Vermutlich handelt es sich bei diesen Störungen um Angriffe von Luftdruck und Winden, die ja letzten Endes auf der Sonnenstrahlung beruhen; wenigstens konnte in Potsdam ein deutlicher Einfluß durch den Windangriff der Bäume des Parkes von Sanssouci auf die, wie gesagt, vor jedem Lufthauch geschützten Horizontalpendelapparate nachgewiesen werden.

Zu diesen schon an und für sich verwickelten, durch die Strahlen hervorgerufenen Bewegungen kommt nun noch die große Störung, welche die Sonne durch ihre Masse bewirkt. Die Sonne greift wie der Mond die Erde an ihrem Äquatorwulst an und versucht andauernd, ihre Achse ganz aus der Richtung zu bringen. Zum Glück gelingt ihr das nicht: die Erde als schwächere gibt nach, weicht aus, und zwar, vermöge ihrer eigenen raschen Rotation, unter Beibehaltung ihres Winkels zu der festliegenden Ebene der Erdbahn um die Sonne. Dieses Ausweichen und Verschieben hat eine periodische Dauer von 26000 Jahren; nach deren Ablauf hat die Erde eine große geschlossene Kegelinie durchmessen und kehrt nun in ihre ursprüngliche Lage zurück.

Eine wichtige, bisher noch ungelöste Frage erschwert — das darf schließlich nicht verschwiegen werden — alle diese Forschungen: das Wesen, die Art und Materie der Schwerkraft ist uns noch völlig unbekannt. Eine neue Hypothese des Wiener Professors Sahulka hat viel Bestechendes und Wahrscheinliches für sich, bedarf aber noch eingehender wissenschaftlicher Prüfung. Sahulka nimmt folgendes an: Der Weltäther, der wie das Licht 300000 km in der Sekunde zurücklegt, dringt mit seinen kleinen, beweglichen und elastischen Molekülen in die Hohlräume aller Himmelskörper, also auch der Erde. Bei dieser langen Wanderung durch die Erde geben die Moleküle viel Stoff und Kraft, die sich in Wärme, Elektrizität usw. umsetzen, ab und treten mit bedeutend vermindelter Energie und Geschwindigkeit wieder zu Tage. Da nun die frei von außen kommenden Ätherteilchen mit ungeschwächter Energie nach innen drücken, so entsteht ein überlegen in die Tiefe strebender Druck, die alle Himmelskörper miteinander verbindende Schwerkraft. Fürwahr, ein kühner Gedanke, aber vorerst noch unbewiesen.



## Der gestirnte Himmel im Monat Juni 1920.

Von Dr. F. S. Archenhold.

### Helligkeitsschwankungen des Uranus.

W. Herschel, der größte Astronom des 18. Jahrhunderts, welcher sich als Liebhaber der Himmelskunde und durch Selbstanfertigung seiner Spiegelteleskope schon frühzeitig große Verdienste erworben hatte, entdeckte im Jahre 1781 den Planeten Uranus. Er nannte ihn nach seinem Gönner, dem König Georg III. von England, den „Georgstern“. Dieser Name ist aber von den Fachastronomen zurückgewiesen worden. Herschel war von Hannover als armer Musiker nach England eingewandert. Da er und seine Schwester Karoline Herschel mit den selbstgefertigten Spiegelteleskopen viele Kometen entdeckt hatten, so glaubte Herschel zuerst, daß dies hier wieder der Fall sei, weil sich das neue Gestirn von den es umgebenden Fixsternen nur durch seine kleine runde Scheibe unterschied. Aber schon am 8. Mai, etwa zwei Monate nach Entdeckung des neuen Objektes, stellte Saron fest, daß es noch 14 Erdbahn-Radien in seiner Sonnennähe von der Erde entfernt blieb. Da die Kometen in solcher Entfernung überhaupt unsichtbar bleiben, so war schon zu vermuten, daß das neue Gestirn kein Komet sei.

Laplace hat denn auch bereits am 17. August 1781 erkannt, daß seine mittlere Entfernung von der Sonne etwa den 19fachen Betrag von der der Erde ausmacht. Goethe ließ ihn im Jahre 1784 in seinem „Planetentanz“ unter dem Namen „Kybele“, den Poinsonet vorgeschlagen hatte, auftreten und widmete ihm folgende vier Verse:

#### Kybele.

Im fernen Raum, wohin kein menschlich Auge drang,  
Wo ich der Sterne reine Bahn erblickte  
Und mich ihr lieblicher Gesang  
Zu höhern Himmeln aufentzückte,

Dort schwebt' ich einsam ungenannt,  
Seit vielen tausend tausend Jahren,  
Ich war der Erde unbekannt  
Und hatte nichts von ihr erfahren.

Nun rufen mich verwandte Sphären:  
„O Schwester, bleib allein nicht fern!  
Zum erstmal, ein neuer Stern,  
Komm auch herab, sie zu verehren!“ —

Bei deinem Feste scheint mein stilles Licht;  
Zwar stieg ich halb mit Widerwillen nieder,  
Allein vor dir und deinem Angesicht  
Find' ich den ganzen Himmel wieder.

Aber auch Kybele, der Name einer phrygischen Göttin, wurde nicht anerkannt. Es siegte der Name „Uranus“, den Bode in Vorschlag gebracht hatte, der aber erst im Jahre 1851 allgemein angenommen wurde.

Ueber den Stand unserer Kenntnisse von Uranus hat Arendt im „Weltall“ Jg. 2, S. 277, eingehend berichtet. Uns interessiert hier besonders die Neigung der Rotationsachse von Uranus gegen die Ekliptik. Sie beträgt  $98^\circ$ . Die Rotationsachse des Nachbarplaneten Saturn hat nur eine Neigung von  $27^\circ$  gegen die Ekliptik. Abgesehen von der großen Neigung ist noch die schnelle Umdrehung um seine Achse bemerkenswert, die nach theoretischen Ueberlegungen von See nur  $10^4 6^m$  betragen soll. In der größten Erdnähe hat Uranus die Helligkeit eines Sternes 5,5. bis 5,6. Größe <sup>1)</sup>, in seiner größten Erdentfernung nimmt die Größe jedoch bis auf 6,3 ab. In mittlerer Erdnähe hat er auf Grund einer zehnjährigen Messungsreihe von G. Müller die Helligkeit von 5,86. Da die Albedo der Uranus-Oberfläche, d. i. die lichtreflektierende Kraft, nach den neuesten Bestimmungen 0,8 beträgt <sup>2)</sup>, kann geschlossen werden, daß Uranus von einer dichten Atmosphäre umgeben ist. Eine Absorption der Sonnenstrahlen in der den Uranus ein-

<sup>1)</sup> Mittels Keilphotometers hat Padowa im Jahre 1910 Helligkeitsmessungen des Uranus angestellt, die einen Wert von 5,7 für Uranus ergaben.

<sup>2)</sup> Olbers hat die Albedo, er nennt sie auch „Weiße“, von Uranus halb so groß wie Seeliger, auf  $\frac{2}{5}$ , bestimmt, worüber er in einem Artikel „Mars und Aldebaran“ in „Zachs Monatliche Korrespondenz“, Bd. 8 S. 293, berichtet. Er bemerkt hierbei, daß Uranus im Jahre 1801 merklich heller als Flamsteeds Stern „n“ in der Jungfrau war, der ganz nahe bei  $\eta$  steht (unweit des Herbstschnittpunktes von Äquator und Ekliptik). Nach dem Flamsteedschen Katalog ist der Stern  $n = 6$ . Größe und steht in Rekt. =  $12^h 2^m 48^s$  und in Dekl. =  $+0^\circ 55' 50''$ .



hüllenden Atmosphäre ruft fünf dunkle Banden im Spektrum desselben hervor. Es wird vermutet, daß Ozon dieses Verschlucken des Lichtes verursacht, jedoch bedarf es noch weiterer spektralanalytischer Untersuchungen im Laboratorium, um endgültig den absorbierenden Stoff festzustellen. Der Uranus hat eine auffallend große Abplattung — nach Mädler  $\frac{1}{10}$  — während die unserer Erde nur  $\frac{1}{298}$  beträgt. Die Schwankungen der Uranushelligkeit betragen in den verschiedenen Oppositionen wegen der verschiedenen Exzentrizitäten der Erd- und Uranusbahn 0,4 Größenklassen. Im Jahre 1884 erreichte die Helligkeit nach G. Müller das Maximum von 5,5—5,6 und in der Nähe der Konjunktion kann unter Umständen die Helligkeit bis auf 6,3 Größe herabsinken. Ein gutes Auge kann daher den Planeten immer ohne Hilfsmittel beobachten. Der Phasenwert beträgt nur 3<sup>o</sup>,1 und kann daher bei der Helligkeitsbestimmung vernachlässigt werden. Freilich dürften die neuerdings angewandten Elster-Geitelschen Zellen, die eine Helligkeitsbestimmung bis auf  $\frac{1}{100}$  Größenklasse gestatten, eine Einwirkung der Phase auf die Lichtstärke deutlich ergeben, zumal schon Zöllner ein Anwachsen der Helligkeit nach der Opposition vermutet hat. Bemerkenswert ist, daß Müller in seinem wertvollen Buch „Die Photometrie der Gestirne“ schon folgendes anführt:

„Seeliger<sup>1)</sup> hat noch auf einen Punkt hingewiesen, der beim Uranus Beachtung verdient. Bekanntlich ist die Frage noch nicht entschieden, ob die Rotationsachse des Planeten nahe in der Ekliptik liegt,<sup>2)</sup> und ferner, ob derselbe eine merkliche Abplattung besitzt. Wäre das erstere der Fall und erreichte außerdem die Abplattung den von einigen Beobachtern angegebenen Wert 0,1, so müßte nach Seeligers Berechnung die Helligkeit des Uranus je nach der Stellung in seiner Bahn um etwa 0,17 Größenklassen verschieden sein können, ein Betrag, der durch sehr sorgfältige Messungen noch sehr wohl konstatiert werden könnte. Maximum und Minimum der Lichtstärke würden um  $\frac{1}{4}$  der Umlaufzeit des Uranus, also etwa um 21 Jahre, auseinanderliegen müssen. Die bisherigen photometrischen Bestimmungen entscheiden eher zu Ungunsten als zu Gunsten dieser Hypothese; doch ist dies nicht maßgebend, weil das Beobachtungsmaterial nicht vollständig homogen ist und die am weitesten zurückliegenden Zöllnerschen Messungen viel zu wenig zahlreich sind. Die Frage verdient jedenfalls noch weiter verfolgt zu werden.“

Dies war der Stand der Photometrie des Uranus bis Leon Campbell, um irgendwelche Aenderungen in der Helligkeit des Sonnenlichtes zu bestimmen, eine Reihe von photometrischen Beobachtungen des Uranuslichtes auf der Harvard-Sternwarte unternahm, worüber er im Cirk. 200 des „Harv. Colleg. Obs.“ kurz berichtet.

Er hat dabei die Entdeckung gemacht, daß der Planet um 0,15 Größenklassen in einer Periode von 0,451 Tagen, d. s. 10 Stunden und 49 Minuten, sein Licht verändert. Den Campbellschen Beobachtungen ist eine besondere Genauigkeit zuzusprechen, da für diese das größte Photometer T, welches die Harvard-Sternwarte besitzt, am 15zölligen Aequatorial benutzt worden ist. Es ist im „Astrophys. Journal“ Bd. 2, S. 89, und in den „Annales of Harv. Obs.“ Bd. 69, S. 3, beschrieben und beruht auf dem Prinzip der Polarisation. Durch Bewegung zweier achromatischer Prismen kann man die zu vergleichenden Objekte im Gesichtsfeld des Fernrohres nahe zusammenbringen. Wenn die beiden Objekte verschiedene Helligkeit haben, kann man sie dadurch auf die gleiche bringen, daß man das hellere durch ein im Brennpunkt aufgestelltes Wollastonsches und ein sogen. Nikolsches Quarzprisma, die sich zwischen Auge und Okular des Beobachters befinden, abschwächt. Ein in Grade eingeteilter Kreis gestattet die Ablesung des Polarisationswinkels, und nach dem Maluschen Gesetz der Polarisation kann man die Helligkeit ganz genau bestimmen. Mit diesem Apparat läßt sich noch die Helligkeit von Sternen bis 15. Größe messen.

<sup>1)</sup> Abhandlungen der K. Bayer. Akad. d. Wiss. Klasse II, Bd. 16, S. 435.

<sup>2)</sup> Das Buch von Müller ist bereits im Jahre 1897 erschienen und damals war die Lage der Rotationsachse noch nicht bestimmt. D. Red.



Es ist von besonderem Interesse, daß die von Campbell bestimmte Periode mit der von Prof. Lowell und Dr. Slipher auf dem Lowell-Observatorium auf spektroskopischem Wege<sup>1)</sup> festgesetzten Umdrehungszeit auf  $10^h 50^m$  übereinstimmt. Diese letztere Bestimmung ist mit dem vorzüglichen Spektroskop des Lowell-Observatoriums, welches im „Bulletin des Harv.-Obs. Nr. 53“ beschrieben ist, gemacht worden. Aus der Uebereinstimmung der beiden auf verschiedenen Wegen abgeleiteten Umdrehungszeiten können wir schließen, daß die Lichtschwankungen ungleicher Helligkeit verschiedenen Teilen der Planetenoberfläche zuzuschreiben sind und daß durch spätere photometrische Messungen die Periode mit einem hohen Grade von Genauigkeit noch festgestellt werden kann, wenn die Lichtveränderungen sich als beständig herausstellen. Daß Flecken auf dem Uranus zu sehen sind, haben schon verschiedene Beobachter bestätigt.

So hat Buffham bei guten Luftverhältnissen am 25. Januar 1870 schon bei 132maliger Vergrößerung festgestellt, daß die Scheibe nicht gleichmäßig war und dann bei einer Vergrößerung von 212 und 320 zwei runde helle Flecke gesehen. Zwei Tage später hat er trotz diesiger Luft beide Flecke wiedergesehen. Er benutzte den 9zölligen With-Browning-Reflektor mit achromatischem Okular und konnte aus seinen Beobachtungen auf eine 12stündige Umlaufszeit und eine Neigung von  $80^\circ$  schließen (Monthly Not. 33).

Da die neuesten Beobachtungen das Auftreten von Flecken und Streifen bestätigt haben, gewinnen genaue Helligkeitsbestimmungen des Planeten immer mehr an Bedeutung. Hierbei wird die außerordentliche Genauigkeit der Lichtmessungen mit den Elster-Geitelschen Zellen, die das ermüdende Auge des Beobachters ausschließen und das Galvanometer an seine Stelle setzen, eine große Rolle spielen.

### Die Sterne.

Unsere Sternkarte gibt den Anblick des Sternenhimmels für den 1. Juni abends  $10^h$ , für den 15. abends  $9^h$ , für den 30. abends  $8^h$  usw. wieder. Der Meridian verläuft, im Norden beim veränderlichen Stern Algol beginnend, zwischen Perseus und Cassiopeja durch die Milchstraße, den kleinen Bären, Drachen, Bootes, Wage und endet zwischen dem Skorpion und Centauren im Südpunkt. Die Milchstraße ist wegen ihrer tiefen Lage und der hellen Nächte im Monat Juni nur schwach zu sehen. Um die Mitternachtszeit ist der Teil der Milchstraße, welcher an der Grenze zwischen Schützen und Schlangenträger liegt, am besten zu beobachten, da der Dämmerungskreis der Sonne diese Stelle am wenigsten aufhellt. Hier liegt ein interessanter Nebel, der die Bezeichnung Trifid-Nebel erhalten hat und von mehreren dunklen Streifen durchzogen wird. Er steht in  $\alpha = 17^h 56^m$ ,  $\delta = -23^\circ 2'$ . Er hat eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Eta-Argus-Nebel und gehört, wie der Orionnebel, zu den sogen. unregelmäßigen Nebeln. Sehr wahrscheinlich entsteht die Dunkelheit durch vorgelagerte Kalziumwolken. — Wir geben für unsere Leser umstehend eine Abbildung wieder, die am 6. Juli 1899 in dreistündiger Aufnahme von Keeler auf der Lick-Sternwarte mit dem Crossley-Reflektor gemacht worden ist. Der Nebel ist bereits am 5. Juni 1764 von Messier beobachtet worden, in dessen Katalog er die Nr. 20 trägt. Die verschiedenen späteren Zeichnungen von John Herschel, Mason, Smith und Lassell weichen stark voneinander ab. Holden, der diesen Nebel mit dem 26-zölligen Refraktor zu Washington beobachtet hat, bestätigt die starken Veränderungen des Nebels. Sein Spektrum ist von Keeler als kontinuierlich bezeichnet worden. Besser verbürgt ist die Veränderlichkeit des bekannten Hindschen Nebels im Stier (N. G.-C. 1555), der in der Nähe des veränderlichen Sternes T Tauri in  $\alpha = 4^h 16^m$ ,  $\delta = +19^\circ 17'$  im Jahre 1852 aufgefunden worden ist. Er konnte bis zum Jahre 1858 gut gesehen werden, war jedoch 1861 wieder vollständig verschwunden. Erst Ende März

<sup>1)</sup> Ich habe hierüber schon im „Weltall“, Jg. 12, S. 291, in einer kurzen Mitteilung „Spektroskopische Entdeckung der Umdrehungsgeschwindigkeit des Uranus“ berichtet. Die Methode beruht auf dem Dopplerschen Prinzip der Verschiebung der Spektrallinien. Das benutzte Instrument war das bekannte 24-zöllige Clarksche des Flagstaff-Observatoriums. Diese Beobachtungen werden sich im Jahre 1923 noch günstiger als damals anstellen lassen.



1862 wurde er wieder gesehen. Das Sichtbarwerden und Verschwinden hat sich später mehrfach wiederholt. Vielleicht erklären sich bei einzelnen Nebeln geringe Lichtveränderungen durch die neuerdings vielfach festgestellte Drehung der Nebelmassen.



Abb. 1. Trifid-Nebel im Schützen. Messier 20, N. G. C. 6514.

Wir werden von jetzt an eine Liste aller veränderlichen Sterne langer Periode geben, die im Maximum die Helligkeit 7.5. Größe erreichen. Wer von unseren Lesern Interesse an noch lichtschwächeren Veränderlichen langer Periode hat, dem stellen wir auch diese Liste gern zur Verfügung.

Von den vier veränderlichen Sternen langer Periode, die im Juni im Maximum stehen, empfehlen wir besonders die Ueberwachung des Sternes  $\chi$  Cygni, da er erst wieder in  $1\frac{1}{3}$  Jahren sein Maximum erreichen wird.

Name	Rekt.	Dekl.	Zeit	Größe im Max.	Größe im Minim.	Periode
S Herculis	16 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> ,2	+ 5 <sup>o</sup> 4'	Juni 10.	5,9	13,1	308 Tage
R Virginis	12 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> ,2	+ 7 <sup>o</sup> 26'	„ 11.	6,2	11,1	145 „
R Vulpeculae	21 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> ,8	+ 23 <sup>o</sup> 29'	„ 11.	7,1	13,6	136 „
$\chi$ Cygni	19 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup> ,5	+ 32 <sup>o</sup> 43'	„ 29.	4,2	13,2	406 „

### Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne (Feld  $4\frac{1}{2}^h$  bis  $6\frac{1}{2}^h$ ) tritt am 21. Juni vom Zeichen der Zwillinge in das Zeichen des Krebses. Ihre Mittagshöhe erreicht an diesem Tage ihren höchsten Wert,



60° 57', und die Tageslänge ihre maximale Größe mit 16<sup>h</sup> 45<sup>m</sup>. Die Sonne geht am 1., 15. und 30. Juni um 3<sup>h</sup> 46<sup>m</sup>, 3<sup>h</sup> 39<sup>m</sup> und 3<sup>h</sup> 43<sup>m</sup> auf und um 8<sup>h</sup> 10<sup>m</sup>, 8<sup>h</sup> 22<sup>m</sup> und 8<sup>h</sup> 24<sup>m</sup> unter.

**S o n n e.**

Juni	Rektasz.	Deklin.	Sternzeit Berliner Mittag	Zeitgleichung Mittlere Zeit minus Wahre Zeit	Juni	Rektasz.	Deklin.	Sternzeit Berliner Mittag	Zeitgleichung Mittlere Zeit minus Wahre Zeit
	h m	° ' "	h m	m s		h m	° ' "	h m	m s
1	4 36,3	+22. 3	4 38,5	- 2 24	16	5 38,2	+23 21	5 37,7	+ 0 25
2	4 40,4	22 11	4 42,5	2 15	17	5 42,4	23 23	5 41,6	0 38
3	4 44,5	22 19	4 46,4	2 6	18	5 46,5	23 25	5 45,5	0 51
4	4 48,6	22 26	4 50,3	1 56	19	5 50,7	23 26	5 49,5	1 4
5	4 52,7	22 33	4 54,3	1 46	20	5 54,9	23 27	5 53,4	1 17
6	4 56,8	22 39	4 58,2	1 35	21	5 59,0	23 27	5 57,4	1 30
7	5 0,9	22 45	5 2,2	1 24	22	6 3,2	23 27	6 1,3	1 43
8	5 5,0	22 51	5 6,1	1 13	23	6 7,3	23 26	6 5,3	1 56
9	5 9,2	22 56	5 10,1	1 2	24	6 11,5	23 25	6 9,2	2 9
10	5 13,3	23 1	5 14,0	0 50	25	6 15,6	23 24	6 13,1	2 22
11	5 17,5	23 5	5 17,9	0 38	26	6 19,8	23 22	6 17,1	2 34
12	5 21,6	23 9	5 21,9	0 26	27	6 24,0	23 20	6 21,0	2 47
13	5 25,8	23 13	5 25,8	0 13	28	6 28,1	23 17	6 25,0	2 59
14	5 29,9	23 16	5 29,8	- 0 1	29	6 32,2	23 14	6 28,9	3 11
15	5 34,1	+23 19	5 33,7	+ 0 12	30	6 36,4	+23 11	6 32,9	+ 3 23

**M o n d.**

Juni	Rektasz.	Deklin.	Juni	Rektasz.	Deklin.	Juni	Rektasz.	Deklin.	Juni	Rektasz.	Deklin.
	h m	° ' "		h m	° ' "		h m	° ' "		h m	° ' "
1	16 52,6	-20 1	9	22 21,4	+ 0 25	17	7 10,6	+17 52	25	14 11,3	-14 7
2	17 43,1	19 59	10	0 10,9	4 53	18	8 11,7	14 51	26	15 0,3	16 48
3	18 33,2	19 5	11	1 2,8	9 16	19	9 9,5	10 58	27	15 49,9	18 45
4	19 22,5	17 20	12	1 57,7	13 17	20	10 4,1	6 34	28	16 40,0	19 51
5	20 11,1	14 51	13	2 56,1	16 39	21	10 55,9	+ 1 59	29	17 30,1	20 5
6	20 58,8	11 42	14	3 57,8	19 0	22	11 45,8	- 2 34	30	18 20,7	-19 25
7	21 46,1	8 2	15	5 2,0	20 4	23	12 34,6	6 52			
8	22 33,4	- 3 57	16	6 6,9	+19 41	24	13 22,9	-10 46			

Der Mond ist mit seinen Lichtgestalten von zwei zu zwei Tagen für die Mitternachtszeit in die Karten 2a und 2b eingetragen. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Vollmond: Juni 1. 6<sup>1</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup> abends, Neumond: Juni 16. 2<sup>3</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup> nachm.,  
 Letztes Viertel: „ 9. 8<sup>h</sup> abends, Erstes Viertel: „ 23. 7<sup>3</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup> morgens.

**Die Planeten.**

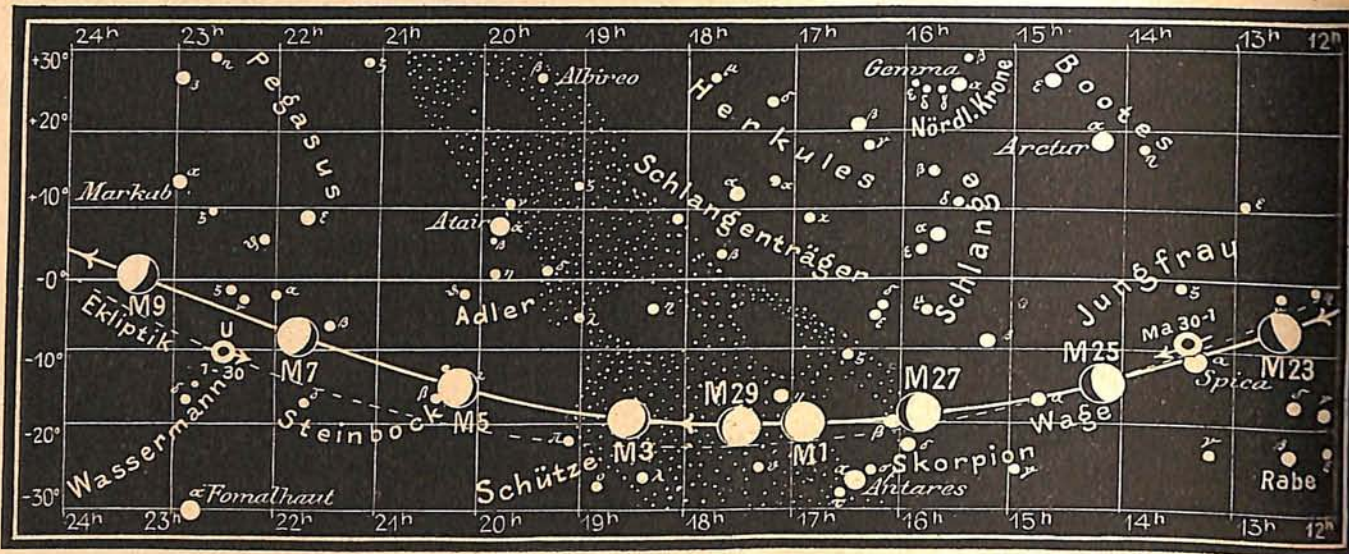
*Merkur* (Feld 5<sup>1</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup> bis 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub><sup>h</sup>) wird gegen Ende des Monats auf kurze Zeit sichtbar. Sein Durchmesser nimmt von 5<sup>''</sup>,2 auf 8<sup>''</sup>,1 zu. Am 29. nachmittags 2<sup>h</sup> steht er in größter östlicher Abweichung (25° 41') von der Sonne.

*Venus* (Feld 4<sup>h</sup> bis 6<sup>1</sup>/<sub>2</sub><sup>h</sup>) ist während des ganzen Monats unsichtbar. Ihr Durchmesser nimmt von 9<sup>''</sup>,8 auf 9<sup>''</sup>,6 ab.

*Mars* (Feld 13<sup>1</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup> bis 13<sup>1</sup>/<sub>2</sub><sup>h</sup>). Die Dauer der Sichtbarkeit nimmt von 4<sup>h</sup> auf 1<sup>3</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup>, sein Durchmesser von 13<sup>''</sup>,8 auf 10<sup>''</sup>,2 ab. Seine rötliche Farbe fällt besonders im Gegensatz zu der bläulichen Farbe des in der Nähe stehenden hellsten Sternes in der Jungfrau, Spika, auf. Die auf seiner Oberfläche wahrzunehmenden Veränderungen hängen ohne Zweifel mit dem Wechsel der Jahreszeiten zusammen. Hierüber sind sich alle Beobachter einig, wenn sie auch in der Deutung der Erscheinungen selbst oft entgegengesetzter



Abb. 2b



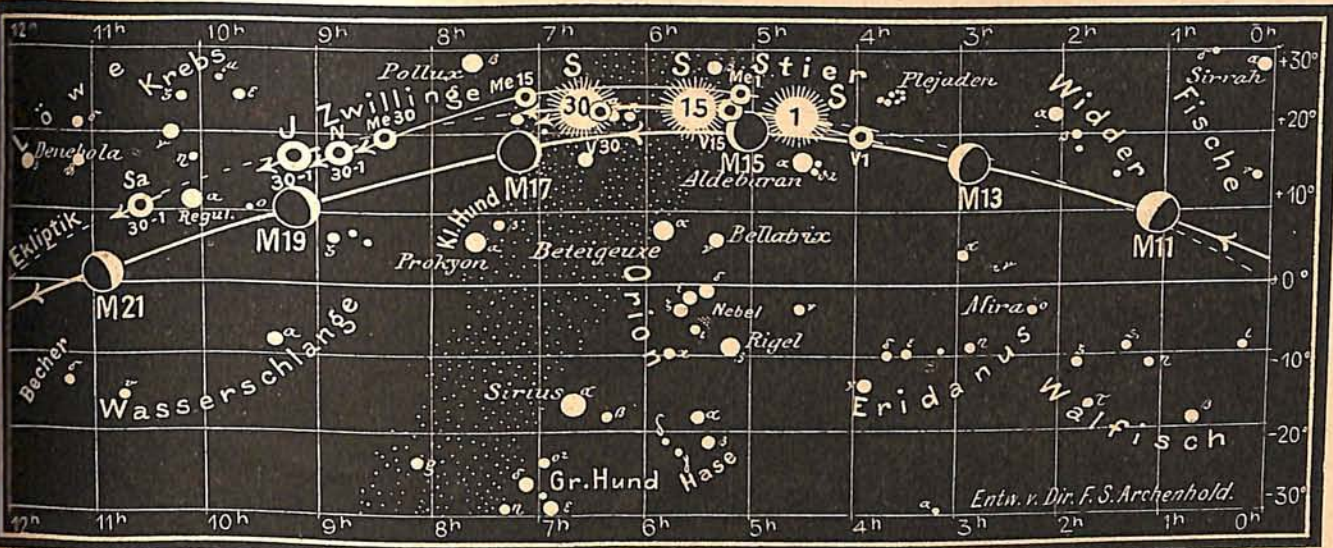
S = Sonne M = Mond Me = Merkur V = Venus Ma = Mars

Ansicht sind. Das rasche Schmelzen der die Pole umlagernden Gefrierprodukte würde verhängnisvolle Ueberschwemmungen auf dem Mars hervorrufen, wenn nicht für Abfluß der Schmelzwasser durch systematische Anlagen auf den Kontinenten gesorgt wäre. Auf unserer Erde sind erstens die Schmelzprozesse in der nördlichen und südlichen Polarzone viel geringer als auf dem Mars, wo Flächen von 3000 km Durchmesser im Frühjahr zur Schmelze gebracht werden, und dann sind noch bei uns auf der Erde die beiden Pole durch Ozeane direkt miteinander verbunden. Wir dürfen uns daher auch nicht wundern, daß auf dem Mars Ueberschwemmungen niedrig liegender Flächenteile häufig auftreten, die wir auch deutlich von der Erde aus wahrnehmen können. Bezeichnend ist, daß die Wiedertrockenlegung dieser überschwemmten Gebiete sich oft über viele Jahre erstreckt.

*Jupiter* (Feld  $9\frac{1}{4}^h$ ) ist zu Anfang des Monats 2 Stunden, gegen Ende nur noch  $\frac{1}{2}$  Stunde lang am Abendhimmel sichtbar. Sein Aequatorialdurchmesser nimmt von  $34''{,}5$  auf  $32''{,}2$  ab. Die zahlreichen schwarzen, weißen und gefärbten Flecke und die vielfachen Veränderungen der einzelnen Aequatorialstreifen bieten jetzt einen wechselvollen Anblick dar. Wie immer ist die Umgebung des sogen. roten Fleckes, der jetzt nur eine blaßgraue Farbe zeigt, nach der Begegnung mit dem schwarzen Schleier stark verändert worden. Es dürfte sich empfehlen, sowohl den schwarzen Schleier wie den großen ovalen Fleck jetzt ständig zu überwachen, da sich auch die Bewegungen beider Erscheinungen zumeist nach dem Zusammentreffen stark ändern.

*Saturn* (Feld  $10\frac{1}{2}^h$ ) ist zu Anfang des Monats  $3\frac{1}{2}$  Stunden und am Ende nur noch 1 Stunde lang vor seinem Untergang sichtbar. Der Ring des Saturn ist jetzt schon so weit geschlossen, daß Streifen am Aequator deutlich hervortreten und der Schatten des Ringsystems selbst auf der Saturnkugel verfolgt werden kann. Man wird auch bald erkennen können, umso mehr, je schmaler der Ring selbst wird, daß er nicht regelmäßig begrenzt ist. Die Projektion des Ringes auf der Kugel nimmt alsdann eine konvexe bzw. oft eine unregelmäßig eingebogene, ganz kurzgewellte Gestalt an. — Jetzt werden allabendlich schon von Dunkelwerden an der Reihe nach Jupiter, Saturn und Mars den Besuchern der Treptow-Sternwarte mit dem großen Fernrohr gezeigt.





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

Uranus (Feld  $22\frac{1}{2}^h$ ) ist nur am Morgenhimmel zu beobachten. Wegen des kleinen Durchmessers von  $3\frac{1}{2}''$  sind auf der Uranus-Scheibe nur sehr schwer in den größten Fernrohren einige Andeutungen von dunklen und hellen Flecken zu erkennen. Die Farbe erscheint meeresgrün mit einem Stich ins bläuliche.

Neptun (Feld  $8\frac{3}{4}^h$ ) steht in der Nähe des Jupiter und zeigt daher dieselben Sichtbarkeitsverhältnisse wie dieser. W. H. Pickering hat die Aufmerksamkeit der Astronomen auf die in neuerer Zeit stärkeren Abweichungen des vorausberechneten Ortes von dem wirklichen Orte des Neptuns hingelenkt, eine Abweichung, die nur erklärt werden kann durch Störungen, die ein noch unbekannter entfernterer Planet auf Neptun ausübt. Prof. Russel hat durch Messungen von Harvard-Platten eine Abweichung von  $2''$  festgestellt. Die Abweichung ist so gering, weil der unbekannte Planet sowohl sehr klein als sehr entfernt sein muß. Pickering nimmt an, daß der störende Körper nicht viel größer als unsere Erde ist und mindestens doppelt so weit von der Sonne entfernt ist wie Neptun. Seine Auffindung ist deshalb besonders sehr schwer, weil er jetzt nach den Berechnungen etwa in  $\alpha = 6^h 35^m$  und  $\delta = +23^\circ$  steht, und seine Helligkeit etwa 15. Größe ist. Wie wir aus unserer Karte ersehen, liegt der unbekannte Planet in der Milchstraße, wo zahllose Sterne größerer und gleicher Helligkeit stehen, unter denen er nur schwer zu entdecken ist. Wenn auch die Auffindung dieses transneptunischen Planeten noch nicht gelingt, so ist es doch sehr wichtig, genaue Ortsbestimmungen vom Neptun selbst zu erhalten, um die Masse des unbekanntes Planeten berechnen zu können. Eine gleich günstige Gelegenheit wird sich erst in 300 Jahren bei seiner nächsten Konjunktion mit Neptun wieder finden.

**Bemerkenswerte Konstellationen:**

- Juni 16.  $6^h$  morgens Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- „ 18.  $6^h$  morgens Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- „ 19.  $3^h$  nachts Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- „ 21.  $4^h$  nachmittags Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- „ 25.  $5^h$  morgens Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- „ 29.  $2^h$  nachmittags Merkur in größter östlicher Abweichung ( $25^\circ 41'$ ).







## INHALT

1. Die Gleichgewichtsfiguren rotierender Flüssigkeitsmassen. Von Dr. Josef Lense . . . . .	147	4. Bücherschau: Huber, M., Im Reiche der Pharaonen — Arlt, Th., Die Entwicklung der Kontinente und ihrer Lebewelt. — Neander, W. G., „Der Mensch und seine Entwicklung“. — Guenther, K., Einführung in die Tropenwelt. — Baumgartner, Alex., Im hohen Norden . . . . .	160
2. Eine Sonnenfinsternis, ein Erdbeben, ein Meteor und ein Meteorstein nach arabischen Quellen. Von Geheimrat Prof. Dr. Eilhard Wiedemann . . . . .	154	5. Mitteilungen an unsere Leser . . . . .	162
3. Der gestirnte Himmel im Monat Juli 1920. (Entfernungsbestimmungen bekannter Sternhaufen und Nebel.) Von Dr. F. S. Archenhold . . . . .	155		

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

## Die Gleichgewichtsfiguren rotierender Flüssigkeitsmassen.

Von Dr. Josef Lense.

### III.

#### Stabilitätsbetrachtungen.

Wir wollen uns in diesem Aufsätze mit der Stabilität der Gleichgewichtsfiguren beschäftigen. Ich möchte jedoch, bevor ich diese Fragen behandle, folgende Bemerkung einfügen. Kein Teil der Lehre von den Gleichgewichtsfiguren ist schwieriger als derjenige, in welchem ihre Stabilität untersucht wird. Die betreffenden mathematischen Untersuchungen sind nämlich hier derart kompliziert, daß ihnen nur ein mit dem notwendigen mathematischen Rüstzeug hinlänglich vertrauter Leser mit Verständnis folgen kann, und überdies in voller Strenge bis heute noch zu keinem Abschluß gebracht. Ich werde mich daher in diesem Abschnitt unserer Betrachtungen bei der Entwicklung der Gedankengänge nur auf ganz allgemeine Gesichtspunkte beschränken, um die erhaltenen Resultate plausibel erscheinen zu lassen, im übrigen jedoch auf eine Andeutung des Beweises, im Gegensatz zu dem in den beiden vorigen Aufsätzen eingeschlagenen Wege, verzichten.

Ich beginne mit der Definition des Rotationsmomentes der Bewegung. Bedeutet  $m$  die Masse eines Flüssigkeitsteilchens,  $r$  seine Entfernung von der Rotationsachse,  $\omega$  die Winkelgeschwindigkeit der Rotation, so versteht man unter dem Rotationsmoment  $c$  die über sämtliche Teilchen der Flüssigkeitsmasse erstreckte Summe  $\sum m \omega r^2$ .  $\sum m r^2$  bezeichnet man auch als das Trägheitsmoment  $J$  der Figur bezüglich der Rotationsachse, so daß die Gleichung gibt:

$$c = \omega J.$$

Ferner brauchen wir den Begriff der Energie unserer Masse. Sie setzt sich zusammen aus der kinetischen und potentiellen Energie. Jene ist definiert durch das Produkt aus dem halben Quadrat der Winkelgeschwindigkeit und dem Trägheitsmoment, diese durch diejenige Arbeit, welche gegen die Attraktionskräfte geleistet werden müßte, wenn man alle Teilchen aus ihren wirklichen Lagen bis zu unendlicher Zerstreung voneinander entfernte. Der sogenannte Flächen- und Energiesatz der Mechanik lehrt die Konstanz von Rotationsmoment und Energie der Figur.

Wir nennen eine Gleichgewichtsfigur stabil, wenn sich auf kleine Stöße und Deformationen hin Gestalt, Rotationsachse und -geschwindigkeit der Flüssigkeitsmasse für alle Zeiten beliebig wenig von ihren Anfangswerten unterscheiden, sobald nur die Stöße und Deformationen hinreichend klein sind. Wir setzen im folgenden immer reibende oder visköse Flüssigkeiten voraus, d. h. solche, deren Teilchen Reibungswirkungen aufeinander ausüben. Diese verlieren daher bei der inneren Bewegung der Teilchen fortwährend mechanische Energie, die in-



folge der Reibung in Wärme übergeht. Im Laufe der Zeit tritt infolge der Reibung der Teilchen aneinander ein Ausgleich dieser inneren Bewegungen ein, so daß die ganze Masse schließlich wie ein starrer Körper um die Achse des ursprünglich größten Rotationsmomentes rotiert. Für solche Flüssigkeiten gilt folgender Satz, den man das Stabilitätsprinzip nennt:

Ist eine Gleichgewichtsfigur gegeben, die zum Rotationsmoment  $c$  gehört, so berechne man für sie unter Beibehaltung desselben Wertes von  $c$  auch für alle möglichen benachbarten, durch mäßige Deformationen aus der ursprünglichen Figur entstehenden Massenordnungen den Wert der Energie. Die Gleichgewichtsfigur ist dann und nur dann stabil, wenn ihre Energie im Verhältnis zu der aller möglichen benachbarten Massenordnungen ein Minimum ist.

Ferner lassen sich noch folgende Sätze beweisen:

1. Wenn zu einem Werte  $c$  des Rotationsmomentes eine Gleichgewichtsfigur  $G$  existiert, deren Energie ein Minimum ist, so gibt es auch zu jedem von  $c$  wenig abweichenden Wert  $c'$  eine von  $G$  wenig verschiedene Figur  $G'$ , deren Energie ebenfalls ein Minimum ist.
2. Eine Massenordnung ist dann und nur dann eine zum Werte  $c$  des Rotationsmomentes gehörige Gleichgewichtsfigur, wenn bei dem betreffenden Wert von  $c$  ihre Energie stationär ist. Darunter versteht man folgendes: Man stelle benachbarte Massenordnungen her, indem man auf die ursprüngliche dünne Schichten auflegt oder von ihr wegnimmt. Wir messen die Größe der Deformation durch die durchschnittliche Dicke der aufgelegten oder weggenommenen Schicht. Die Energie heißt stationär, wenn das Verhältnis ihrer Änderung bei jeder solchen Deformation zur Größe der Deformation Null wird, sobald die Deformation selbst unendlich klein wird.

Wir haben also, um über die Stabilität einer Figur eine Entscheidung treffen zu können, die Energie einer beliebigen Nachbarfigur zu berechnen und davon die der ursprünglichen zu subtrahieren; ist diese Differenz für alle möglichen Deformationen positiv, so ist die Energie der gegebenen Figur ein Minimum, diese selbst stabil. Es läßt sich nun diese Differenz in erster Näherung in der Gestalt

$$\Delta E = \lambda_1 y_1^2 + \lambda_2 y_2^2 + \lambda_3 y_3^2 + \dots$$

darstellen. Dabei sind die  $\lambda$  gewisse Zahlen, die von der geometrischen Gestalt der Figur und ihrem Rotationsmoment abhängen, die  $y$  kleine, von den Deformationen abhängige Größen. Die  $\lambda$  führen den Namen Stabilitätskoeffizienten der Gleichgewichtsfigur. Folgendes kann jetzt leicht erkannt werden: Da die  $y$  nur im Quadrat auftreten, ist  $\Delta E$  sicher positiv, wenn sämtliche  $\lambda$  positiv sind. Daraus fließt folgender Satz: Eine Gleichgewichtsfigur ist stabil, wenn alle ihre Stabilitätskoeffizienten positiv sind, sie ist instabil, wenn einer oder mehrere negativ sind, während der Fall, daß ein oder mehrere Stabilitätskoeffizienten Null und alle übrigen positiv sind, einer besonderen Untersuchung bedarf. Sind nämlich ein oder mehrere dieser Koeffizienten negativ, so denke man sich eine solche Deformation ausgeführt, daß alle  $y$  mit positiven Koeffizienten verschwinden; dann wird  $\Delta E$  negativ, also die Energie kein Minimum, die Figur ist instabil. Ist ein Stabilitätskoeffizient Null, z. B.  $\lambda_1 = 0$ , während alle übrigen positiv sind, so wählen wir eine Deformation derart, daß alle  $y$  verschwinden mit Ausnahme von  $y_1$ ; jetzt wird unser gesamter Ausdruck Null, d. h. die be-



rechnete erste Näherung genügt nicht, wir haben zur Entscheidung der Stabilitätsfrage Glieder höherer Ordnung zu berücksichtigen, was eben nur durch eine spezielle Untersuchung zu erreichen ist.

Man nennt eine Gleichgewichtsfigur, deren Stabilitätskoeffizienten alle von Null verschieden sind, ordinär, eine solche, für die dieser Fall nicht eintritt, singular. Zwei Gleichgewichtsfiguren sollen vom selben Stabilitätscharakter heißen, wenn für sie die zu demselben Index gehörigen Stabilitätskoeffizienten gleiches Vorzeichen haben, wobei diese sämtlich der Größe nach geordnet gedacht sind. Es gilt folgendes allgemeines Theorem über die Kontinuität der Gleichgewichtsfiguren: Die zu einer stetigen Reihe von Werten des Rotationsmomentes gehörigen Gleichgewichtsfiguren sind in kontinuierlichen Reihen angeordnet. Jede dieser Reihen kann man in Stücke zerlegen, deren Endpunkte durch singuläre Figuren gebildet werden. Jedes solche Stück enthält nur ordinäre Figuren von demselben Stabilitätscharakter und verläuft isoliert, ohne Berührung mit anderen Reihen. Ein derartiges Zusammentreffen mit anderen Reihen kann nur in den singulären Figuren stattfinden, deshalb kann die ganze Reihe nur in solchen Figuren anfangen oder aufhören. Der Satz erleidet einige Einschränkungen dadurch, daß es nämlich isolierte Gleichgewichtsfiguren geben könnte, die dann natürlich singular sein müßten, und auch Reihen von lauter singulären Figuren, an die sich überall andere Reihen von Gleichgewichtsfiguren anschließen könnten.

Eine Reihe von Gleichgewichtsfiguren, die sich von einer singulären Figur beginnend nur nach einer Richtung erstreckt, heißt ein Arm von Gleichgewichtsfiguren. Über die Existenz neuer Gleichgewichtsfiguren läßt sich folgendes Theorem aussprechen: An jede singuläre Figur innerhalb einer gegebenen Reihe, bei der ein Stabilitätskoeffizient sein Zeichen wechselt, schließen sich neue Reihen von Gleichgewichtsfiguren an; die betreffende Figur ist eine Verzweigungsfigur. Die Anzahl der von ihr ausgehenden Arme ist stets gerade. Eine Reihe von Gleichgewichtsfiguren kann nur aufhören, indem sie sich mit einer anderen Reihe vereinigt. Ferner gelten folgende zwei wichtige, als Prinzip des Umtausches der Stabilität und Theorem über die Stabilität zweier Arme bezeichnete Sätze:

1. Kreuzen sich zwei Reihen von Gleichgewichtsfiguren, welche beide je einen Arm zu größeren wie zu kleineren Werten des Rotationsmomentes entsenden, und ist die eine Reihe vor der Kreuzung stabil, nachher instabil, so ist die andere Reihe vorher instabil, nach der Kreuzung stabil. Es findet bei der Kreuzung Umtausch der Stabilität statt.
2. Gehen von einer Figur nur zwei Arme aus, so sind sie vom selben Stabilitätscharakter, wenn sie zu verschiedenen, und von verschiedenem Stabilitätscharakter, wenn sie zu demselben Werte des Rotationsmomentes hinführen.

Ich habe mich bisher in der Darstellung der Stabilitätsfragen an die Formulierung gehalten, die ihnen K. Schwarzschild in seiner in den Abhandlungen der Münchener Akademie erschienenen Dissertation im Anschluß an die Originalarbeiten von H. Poincaré gegeben hat. Die dabei gebrauchten mathematischen Hilfsmittel sind solche, wie sie dem praktischen Astronomen geläufig sind, während Poincaré die feineren Hilfsmittel der Analysis verwendet. Doch auch in der erleichterten Schwarzschild'schen Form ist es unmöglich, dem mathematisch nicht geschulten Leser die vorgetragenen Sätze in halbwegs



strenger Weise abzuleiten oder auch nur den Gedankengang der Beweise anzudeuten. Ich habe mich daher, wie schon anfangs erwähnt, darauf beschränkt, die betreffenden Definitionen und Lehrsätze anzuführen, ohne mich mit ihrer mathematischen Begründung aufzuhalten.

Bin ich also in diesem Teil unserer Betrachtungen von dem aufgestellten Programm abgewichen, so geschah dies nur deshalb, weil hier die Gedankengänge der Beweise ohne Kenntnis des mathematischen Kalküls nicht zu durchschauen sind, was bei den einfachen, aber weittragenden Schlüssen in der ersten und zweiten Abhandlung verhältnismäßig leicht fiel. Überdies erreichen die Stabilitätsuntersuchungen einen derartigen Grad von Kompliziertheit, wenn man neben reibenden auch reibungslose Flüssigkeiten in Betracht zieht, daß bis heute keine strenge allgemeine Theorie vorliegt. Nur in speziellen Fällen, nämlich bei den ellipsoidischen Gleichgewichtsfiguren, sind die entsprechenden Entwicklungen in voller Strenge durchgeführt. Die betreffenden Untersuchungen stammen von dem russischen Mathematiker A. Liapounoff, der sie in französischer Sprache in einer Reihe groß angelegter Arbeiten in den Schriften der St. Petersburger Akademie veröffentlicht hat.

#### IV.

##### Spezielle Gleichgewichtsfiguren. Kugel, Ellipsoid, ringförmige Figuren.

Nachdem in den vorigen Aufsätzen die wichtigsten allgemeinen Eigenschaften der Gleichgewichtsfiguren besprochen wurden, können wir jetzt dazu übergehen, die bisher bekannten Formen zu betrachten. Ist die Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  der Rotation Null, so ist sicherlich die Kugel eine Gleichgewichtsfigur. Denn da keine Fliehkraft vorhanden ist, wird die Resultierende der Gravitationskräfte mit der Schwerkraft identisch. Sie steht normal auf der Oberfläche, d. h. die Kugel ist eine Gleichgewichtsfigur. Sie ist aber auch die einzige Figur dieser Art von endlichen Abmessungen, wo  $\omega = 0$ . Ein äußerst einfacher Beweis dafür wurde von T. Carleman erbracht. Sein Gedankengang ist ungefähr folgender: Wir denken uns durch den Schwerpunkt der Figur eine beliebige Ebene  $XX'$  gelegt (Fig. 1) und zerlegen den Körper in lauter dünne Säulen, die auf dieser Ebene senkrecht stehen, ähnlich wie wir es im zweiten Aufsätze taten. Wir halbieren ferner sämtliche Sehnen  $AA'$ ,  $BB'$  usw. durch die Punkte  $M$ ,  $N$  usw. Die höchste Sehnenmitte sei  $M$ . Das Potential unseres Körpers setzt sich zusammen aus den Potentialen der einzelnen Säulen. Nun ist aber z. B. das Potential der Säule  $BB'$  im Punkte  $A$  kleiner als im Punkte  $A'$ , weil  $A'$  näher zur Mitte  $N$  der Säule liegt als  $A$ . Nur wenn beide Mitten in gleicher Höhe liegen, hat das Potential in beiden Punkten denselben Wert. Dasselbe gilt von allen übrigen Säulen, also auch von ihrer Summe, d. h. dem Potential des ganzen Körpers. Da aber wegen des Verschwindens der Fliehkraft in allen Punkten der Oberfläche der Figur gleiches Attraktionspotential vorhanden sein muß, müssen sämtliche Sehnenmitten in einer Ebene liegen, die dann natürlich auch durch den Schwerpunkt gehen muß, also mit der Ebene  $XX'$  zusammenfällt. Liegt der Punkt  $M$  am Rande, so können wir diesen Schluß nicht ziehen, weil dann die beiden Punkte  $A$  und  $A'$  zusammenfallen. In diesem Fall legen wir durch  $M$  (Fig. 2) eine zu  $XX'$  parallele Ebene und spiegeln den oberhalb gelegenen Teil des Körpers an ihr. Der schraffierte Teil der Gleichgewichtsfigur liefert im Punkte  $M$  keine in die Richtung  $AA'$  fallende Kom-



ponente der Gravitationskraft, wohl aber der übrige Teil der Figur. Da aber bei einer Gleichgewichtsfigur die Schwerkraft (in diesem Fall wegen des Verschwindens der Fliehkraft die Gravitationskraft) normal auf der Tangente  $AA'$  stehen muß, ist auch dieser Fall unmöglich.

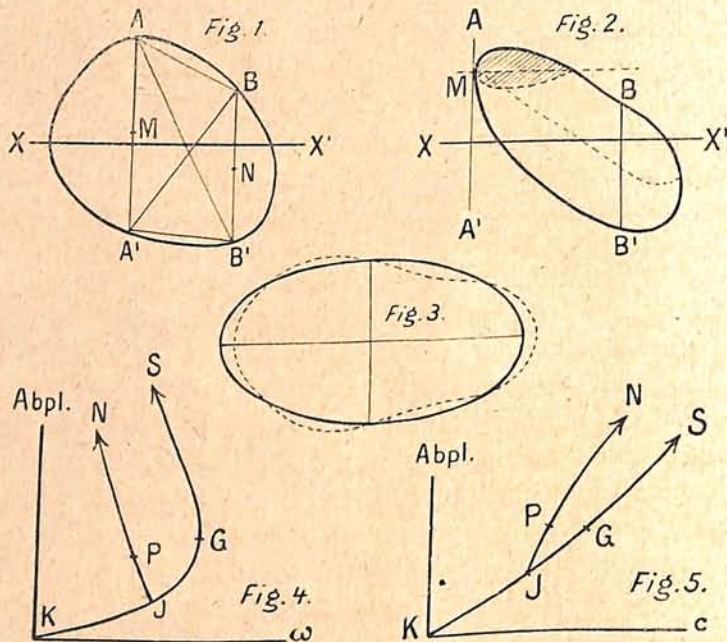
Wir erhalten hiernach folgendes Resultat: Jede durch den Schwerpunkt einer nicht rotierenden Gleichgewichtsfigur gelegte Ebene enthält sämtliche Sehnenmitten, d. h. die Gleichgewichtsfigur ist eine Kugel. Die Kugel ist sonach die einzige nicht rotierende Gleichgewichtsfigur von endlichen Dimensionen. Ich füge absichtlich hinzu „von endlichen Dimensionen“, weil wir später Figuren kennen lernen werden, die ebenfalls nicht rotieren, die sich jedoch ins Unendliche erstrecken. Wir fragen uns nun nach der Stabilität der Kugel. Wir haben die Energie der Kugel und die eines andern Körpers von gleichem Volumen zu berechnen, der durch beliebige, kleine Deformationen aus ihr hervorgeht, eines sogenannten Sphäroids, und die Differenz zu bilden. Die Rechnung gelingt in diesem Fall leicht durch Einführung der sogenannten Kugelfunktionen und liefert das Resultat: Sämtliche Stabilitätskoeffizienten der Kugel sind positiv, ihre Energie ist ein Minimum, sie ist infolgedessen stabil.

Nachdem nun die Kugel als einfachste Gleichgewichtsfigur erledigt ist, betrachten wir die nächst kompliziertere Fläche, das Ellipsoid, und zwar zuerst das Rotationsellipsoid. Die Rechnung lehrt uns, daß zu jedem Wert der Winkelgeschwindigkeit innerhalb eines bestimmten Intervalls zwei solche Ellipsoide existieren, die Gleichgewichtsfiguren sind, ein schwächer und ein stärker abgeplattetes. Sie heißen nach ihrem Entdecker Maclaurinsche Ellipsoide. Die Rotation findet um die Drehachse des Ellipsoids statt. Wenn wir die Winkelgeschwindigkeit von Null an wachsen lassen, so erhalten wir zwei Reihen von Rotationsellipsoiden. Die eine beginnt mit der Kugel und führt zu immer stärker abgeplatteten Ellipsoiden, die andere mit einer unendlich dünnen, unendlich ausgebreiteten Kreisscheibe und führt zu immer schwächer abgeplatteten Ellipsoiden, deren Abplattung jedoch immer noch stärker ist, als die der ersteren. Beide Reihen vereinigen sich beim Werte  $\omega = 64,3'' \cdot \sqrt{q}$  pro sec ( $q =$  Dichte) in einem Rotationsellipsoid mit der Abplattung 0,364, dem sogenannten Grenzellipsoid. Für größere Werte von  $\omega$  existiert kein Rotationsellipsoid als Gleichgewichtsfigur. Wenn man die Reihen in einem Zug von der Kugel zum Grenzellipsoid und von da zur unendlich dünnen Scheibe durchläuft, so nimmt dabei das Rotationsmoment der Bewegung sämtliche Werte von Null bis Unendlich an.

Keineswegs jedoch sind alle diese Ellipsoide stabile Figuren. Diese sind beschränkt auf den Teil der Reihe der weniger abgeplatteten Ellipsoide, von der Kugel angefangen bis zum sogenannten Jacobischen Ellipsoid mit der Abplattung 0,583 bei  $\omega = 58,5'' \sqrt{q}$  pro sec. Der übrige Teil dieser Reihe und die Reihe der stärker abgeplatteten Ellipsoide enthalten sämtlich instabile Figuren. Unter den Maclaurinschen Ellipsoiden gibt es unendlich viele Verzweigungsfiguren, d. h. solche, an die sich möglicherweise neue Reihen anschließen. Die erste dieser Figuren ist das Jacobische Ellipsoid. Die übrigen wurden nicht untersucht, weil sie alle im instabilen Gebiet liegen. An das Jacobische Ellipsoid schließt sich ein neuer stabiler Zweig an, die Reihe der dreiaxigen Ellipsoide. Daß auch derartige Ellipsoide Gleichgewichtsfiguren sein können, wurde zuerst von Jacobi erkannt; deshalb werden ihm zu Ehren diese Ellipsoide auch Jacobische Ellipsoide genannt. Sie verlaufen von dem Wert der Winkel-



geschwindigkeit, der dem erwähnten Jacobischen Verzweigungsellipsoid entspricht, zu immer kleineren Werten von  $\omega$  bis  $\omega = 0$ . Zu jedem Wert der Rotationsgeschwindigkeit in diesem Intervall gibt es ein derartiges Ellipsoid mit einem ganz bestimmten Achsenverhältnis. Für  $\omega = 0$  erhalten wir eine unendlich lange, unendlich dünne Nadel. Das Rotationsmoment wächst längs dieser Reihe bis zu unendlich großen Werten. Die Stabilität des Zweiges erlischt bei einem Ellipsoid, dessen Achsenverhältnis 1,89 : 0,81 : 0,65 beträgt, das zugleich die erste Verzweigungsfigur dieser Reihe vorstellt. Hier schließt sich eine neue Reihe an, nämlich die der nach ihrem Entdecker so genannten Poincaréschen birnenförmigen Gleichgewichtsfiguren. Sie entstehen durch seitliche Einkerbung aus dem Ellipsoid (Fig. 3). Die Fortsetzung dieser Reihe ist wegen der hierzu not-



$\omega$  = Winkelgeschwindigkeit.  
 $c$  = Rotationsmoment der Bewegung.  
 $K$  = Kugel.  
 $J$  = Jacobisches Ellipsoid.  
 $G$  = Grenzellipsoid.  
 $S$  = Kreisscheibe.

$P$  = Verzweigungsellipsoid der Poincaréschen Birne.  
 $N$  = Unendlich dünne Nadel.  
 $KJGS$  = Reihe d. Maclaurinschen (Rotations-) Ellipsoide.  
 $JPN$  = Reihe der Jacobischen (dreiaxigen) Ellipsoide.  
 Von  $P$  zweigen die Poincaréschen Birnen ab.

wendigen, äußerst komplizierten und langwierigen Rechnungen bis jetzt nicht untersucht worden. Wahrscheinlich reichen die jetzt zu Gebote stehenden mathematischen Hilfsmittel nicht aus, um über die genaue Gestalt dieser Figuren eine Entscheidung zu treffen. Ebenso wenig ist die Stabilitätsfrage entschieden. Nach G. H. Darwin sind sie stabil, nach A. Liapounoff dagegen nicht. Nur soviel wurde von H. Poincaré festgestellt, daß sie zu den stabilen Figuren gehören, wenn ihre Reihe zu größeren Werten des Rotationsmomentes führt, dagegen zu instabilen, wenn die betreffenden Werte des Rotationsmomentes kleiner



sind als die des Verzweigungsellipsoids. Außer dieser ersten gibt es noch unendlich viele andere Verzweigungsfiguren in der Reihe der dreiachsigen Ellipsoide, die jedoch ebenfalls noch nicht Gegenstand eines genaueren Studiums waren. Eine schematische Darstellung der dargelegten Verhältnisse bringen Fig. 4 und 5.

Außer den ellipsoidischen Gleichgewichtsfiguren wurden noch ringförmige Figuren von beliebigem Querschnitt studiert. Der Saturnring war der natürliche Anlaß dazu. Die Voraussetzungen des Problems sind folgende: Der Ring soll unter dem Einflusse seiner eigenen Anziehung und der eines Zentralkörpers um eine Achse rotieren, die durch den Schwerpunkt des Hauptkörpers geht und auf der Äquatorebene des Ringes senkrecht steht. Er soll ferner einen im Verhältnis zu seinem Umfang sehr kleinen Querschnitt von überall gleicher Gestalt haben.

T. Levi-Civita bewies, daß es nicht nur unendlich viele derartige kreisförmige Ringe von beliebigem Halbmesser geben könne, sondern auch unendlich viele andere, die eine von der kreisförmigen Gestalt abweichende Form besitzen. Dabei wurde allerdings der Querschnitt des Ringes, wie erwähnt, sozusagen unendlich klein vorausgesetzt, d. h. der Ring sollte sich auf eine mit Masse belegte Linie oder auf einen biegsamen, unausdehnbaren ringförmigen Faden reduzieren. Im Falle eines flüssigen Ringes von homogener Dichte tritt noch eine Druckbedingung am Rande hinzu, so daß jetzt nur mehr kreisförmige Ringe möglich sind.

Solche Ringe von kreisförmigem oder elliptischem Querschnitte wurden von Laplace und Poincaré untersucht. Es gilt der Satz: Die Winkelgeschwindigkeit eines kreisförmigen Ringes von kreisförmigem Querschnitt, der klein ist gegenüber der Entfernung vom Zentralkörper, also eines dünnen Torus (Kreiswulstes), ist dieselbe wie die eines Satelliten, der in derselben Entfernung in einer Kreisbahn um den Hauptkörper läuft. Frau v. Kowalewski zog kreisförmige Ringe in Betracht, deren Querschnitt ein wenig von der Ellipse abweicht, und auch solche ohne Zentralkörper. A. Viterbi studierte fadenförmige, von der Kreisgestalt wenig abweichende Ringe, deren Ebene nicht auf der Rotationsachse senkrecht steht, sondern durch sie hindurch geht. Auch solche Konfigurationen sind mögliche Gleichgewichtsformen. In allen diesen Untersuchungen wird jedoch keineswegs auf die Stabilität Rücksicht genommen. Stellt man auch diese Forderung, so erhält man weitere Bedingungen über Querschnitt und Dichte der Ringe. Für den Saturnring fließt hieraus das bekannte Ergebnis: Der Ring dieses Planeten ist nicht als ein zusammenhängender fester oder flüssiger Körper anzusehen, sondern als ein Haufe oder Schwarm von sehr vielen kleinen Satelliten, die um den Zentralkörper kreisen und von der Erde aus gesehen den Eindruck eines oder mehrerer zusammenhängender Ringe hervorrufen.

Die genaueren mathematischen Untersuchungen hierüber verdanken wir Cl. Maxwell.



## Eine Sonnenfinsternis, ein Erdbeben, ein Meteor und ein Meteorstein nach arabischen Quellen.

Von Geheimrat Prof. Dr. Eilhard Wiedemann.

1. Über eine Sonnenfinsternis, die er selbst erlebt hat, berichtet ganz interessant *Ibn al Athir* (1160 bis 1234), der bekannte Historiker, in seiner Universalgeschichte (ed. Tornberg Bd. 11, S. 287) folgendes: Im *Ramadân* dieses Jahres 571 wurde die Sonne vollkommen verfinstert und die Erde war so dunkel, daß es zu dieser Zeit gleichsam finstere Nacht war und man die Sterne sah. Es war aber Frühstückszeit (*Duhwa*) am Freitag<sup>1)</sup> (*Jawm al Gum'a*) den 29. des Monats (11. April 1176). Ich war damals ein Jüngling und befand mich außerhalb von *Gazîra Ibn 'Omar* (seinem Geburtsort, einer Stadt in Mesopotamien am Tigris, etwa 37° 10' Breite und 42° 5' Länge) bei einem unserer Scheiche, einem Gelehrten. Bei ihm studierte ich Arithmetik (*Hisâb*). Als ich jenes sah, fürchtete ich mich sehr und hielt mich an ihm fest. Er aber sprach mir Mut zu; er war auch in den Sternen erfahren und sagte zu mir: Jetzt siehst Du all dies; es wird aber schnell vorüber gehen. —

2. Aus demselben Jahre (a. a. O. S. 227) wird von einem Erdbeben berichtet: In diesem Jahre erbebt Persien in der Gegend des *'Iraq* bis jenseits *Rajj* (in der Nähe von Teheran). Dabei gingen viele Menschen zu Grunde und viele Häuser stürzten, vor allem in *Rajj*, ein.

3. Von einem Meteor, das, wie andere solche Gebilde, die Araber lebhaft interessierte, berichtet *Ibn al Athir* (Bd. 9, S. 292) Im Jahre 572 d. H. (1176/77) fiel ein Stein herab, der die Erde lebhaft beleuchtete. Man hörte von ihm einen gewaltigen Schall. Während einer Stunde blieb seine Spur am Himmel sichtbar; dann verschwand sie.

Herr Pfarrer Hattendorf in Neetze, ein Sohn des hervorragenden Mathematikers und Herausgebers der Riemannschen Vorlesungen, macht mich auf einen Vorschlag von *Farghânî* (diese Zeitschrift 1919 S. 21) zur Verwendung der Sternschnuppen aufmerksam. Im dritten Kapitel seiner Elemente bespricht er die Bestimmung der Längenunterschiede zweier Orte aus dem Unterschied in den Ortszeiten beim Eintritt der Mondfinsternisse, und fährt dann fort:

Gesetzt den Fall, es würde zu einer Zeit der Fall einer großen Sternschnuppe beobachtet und die betreffende Stunde an zwei von einander abstehenden Orten ermittelt, so wäre die Zahl der Stunden an dem östlichen Ort größer als an dem westlichen. Diese Verschiedenheit in den Zeiten findet man an allen bewohnten Orten, die zwischen dem Osten und Westen liegen. Sie ergibt nach entsprechender Rechnung genau den Abstand zwischen den beiden Orten.

4. Von einem Meteorstein erzählt der berühmte Geograph *Ibn Battûta* (1303 bis 1377) in seinem Werk (Bd. 2, S. 306): Als ich in der Stadt Birki in Kleinasien war, da frug der Fürst mich eines Tages bei der Versammlung, ob ich jemals einen Stein gesehen hätte, der vom Himmel herabgekommen war. Ich antwortete: Nein; ich habe weder einen solchen gesehen noch von ihm gehört.

<sup>1)</sup> Die Angabe ist nicht richtig; es handelt sich um einen Sonntag. Herr Professor Hartwig in Bamberg war so gütig, mir folgendes mitzuteilen: Die Sonnenfinsternis vom 11. April 1176, einem Sonntag, nach der Ära des Hîgra 29 Ramadân, war total zentral für nördlichere Punkte als dem angegebenen. Trapezunt lag in ihrem Wege. Für einen Ort am Tigris kann sie nicht zentral gewesen sein, aber jedenfalls sehr eindrucksvoll durch ihre Größe. Sie fand am Vormittag etwa um 8 Uhr statt für die dortige Gegend.



Da sagte er: Wahrlich, ein solcher Stein ist außerhalb unseres Ortes vom Himmel herabgekommen. Dann rief er Leute herbei, denen er befahl, den Stein herbeizubringen. Sie brachten einen schwarzen, massiven, sehr harten, glänzenden Stein; ich schätzte, daß sein Gewicht einen Quintar (einen Zentner) erreichte. Dann befahl der Sultan, es sollten die Steinschneider (Klopfer) kommen; es kamen ihrer vier. Ihnen befahl er, auf den Stein zu schlagen. Sie schlugen alle zusammen auf ihn und zwar vier Mal mit eisernen Hämmern. Sie konnten aber auf ihn keinen Eindruck machen. Ich wunderte mich darüber. Er befahl dann, den Stein an seinen Ort zurück zu bringen.

## Der gestirnte Himmel im Monat Juli 1920.

Von Dr. F. S. Archenhold.

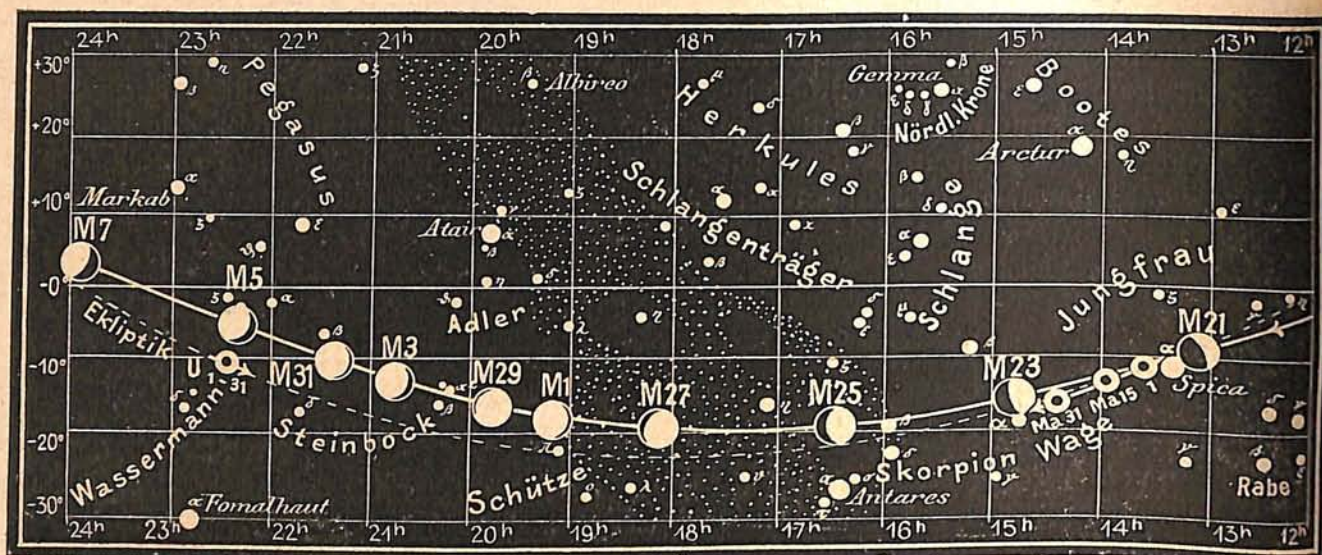
### Entfernungsbestimmungen bekannter Sternhaufen und Nebel.

Auf der Harvard-Sternwarte sind in letzter Zeit mehrere Arbeiten in Angriff genommen worden, um aus photometrischen Messungen und Beobachtungen der Sternspektren mit Hilfe statistischer Zusammenstellungen die Entfernungen von Sternhaufen und Nebelwelten zu bestimmen. Insbesondere hat Prof. H. W. Pickering für die Sterne im Orionnebel diese Arbeit geleistet. Wir wollen hier einige Einzelheiten über diese musterhafte Arbeit, die ein glänzendes Beispiel deduktiven Denkens ist, mitteilen.

Durch Vergleich der Bondschen photometrischen Durchmusterung der Orionregion mit den Pickeringschen photographischen Aufnahmen (Harvard Annals, Bd. 32) ergab sich eine Abweichung der photographischen Helligkeit einiger Sterne von ihrer visuellen. In manchen Fällen erreichte der Unterschied 1,4 bis 2,9 Sterngrößen. Diese Abweichungen sind lediglich auf die verschiedenen Farben der Sterne zurückzuführen, einige Sterne senden hauptsächlich chemische Strahlen aus, und erscheinen daher auf der photographischen Platte heller. Es sind dies besonders die der Spektralklasse B zugehörigen blauen Sterne. Prof. Pickering berechnete die Unterschiede zwischen der photometrischen und photographischen Helligkeit für etwa 600 Sterne einer Region von  $2\frac{1}{2}$  Quadratgraden, in deren Mitte der Orionnebel liegt. Die weißen Sterne sind nach beiden Messungen gleich hell und gleich zahlreich, wohingegen die Helligkeit und die Zahl der blauen Sterne in der Nebelregion zunimmt, woraus man schließen kann, daß letztere zu dem Nebel gehören. Aber nicht alle Sterne, die in dem Nebel gezählt sind, gehören zum Nebelsystem. Manche können nur zufällig vorgelagert sein. Um sie ausschließen zu können, nimmt Pickering an, daß ihre Dichte dieselbe ist, wie in der ganzen Region. Um die Zahl der wirklich zum Nebel gehörigen Sterne feststellen zu können, multipliziert er die Zahl der Sterne im ganzen Gebiet mit der Verhältniszahl der Nebelregionen zu der gesamten untersuchten Fläche. Auf diese Weise erhält er eine korrigierte Zahl, die nicht mehr die zufällig vorgelagerten Sterne einschließt. Er leitet hierbei noch für die blauen Sterne eine mittlere Helligkeit von 10,5, für die weißen eine solche von 11,3 ab. Eine graphische Darstellung der tabellarischen Resultate hat ergeben, daß die blauen Sterne die 15. Größenklasse nicht überschreiten. Es liegt dies nicht an der Lichtschwäche des Fernrohres, sondern daran, daß in Wirklichkeit schwächere blaue Sterne nicht vorhanden sind. Aus einer Aufnahme, die im Jahre 1890 mit einer Porträtlinse auf Mount Wilson gemacht ist, welche nicht nur die mittleren Partien des Nebels, sondern auch die das ganze Orion-Sternbild einhüllende Spirale wiedergibt, geht hervor, daß der Nebel senkrecht zu unserer Gesichtslinie liegt, mithin alle Teile desselben gleich weit von uns entfernt sind. Der helle Stern Jota Orionis, der in der Mitte des Nebels liegt, steht uns daher nicht näher als alle anderen schwächeren Sterne, woraus man schließen muß, da seine Helligkeit um 11 Größen-



Abb. 1b.



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

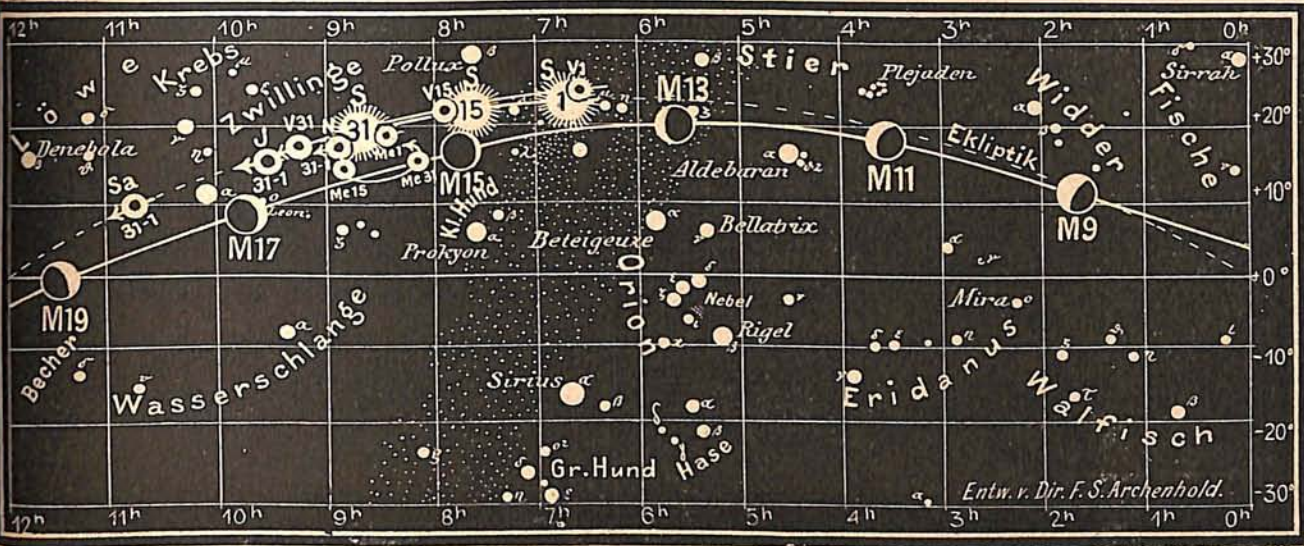
klassen größer ist als die der andern blauen Sterne, daß auch seine Leuchtkraft 25000 mal so groß ist, wie die der anderen. Er gehört also zu den Riesensternen. Pickering wendet alsdann die Russellsche Formel an, welche eine Abhängigkeit der absoluten Größe der Sterne von ihrer Spektralklasse darstellt. Diese Formel lautet:

$$M = 0,6 + 2,1(t - 2)$$

wobei M die absolute Größe und t den Spektraltypus bedeutet. Und zwar wird angenommen, daß die B-Sterne = 1, die A-Sterne = 2, F = 3, G = 4 und K = 5 sind. Nach dieser Formel erhalten wir für die B-Sterne des Orionnebels  $M = -1,5$ . Nach Russell ist für die Sonne  $M = +4,8$ . In Verbindung mit der scheinbaren Helligkeit der blauen Sterne, die Pickering auf 10,5. Größe bestimmt hat, und der Tatsache, daß sie dem Orionnebel angehören, kann man auf die Entfernung des Nebels selbst schließen. Pickering erhält hierfür eine Parallaxe von nur  $0,0005$ , das bedeutet 6520 Lichtjahre. Man kann hieraus noch einige interessante Schlüsse ziehen. In dieser Entfernung bedeutet  $1' = 1,89$  Lichtjahre und  $1'' = 113$  Lichtjahre. Da nun der Durchmesser der großen Spirale des Orionnebels  $15''$  beträgt, so bedeutet das, daß das Licht von der einen Seite zur anderen 1700 Jahre unterwegs ist. Der mittlere Durchmesser der helleren Huygen'schen Region im Nebel, der  $200''$  groß ist, entspricht 6,3 Lichtjahren. Die beiden Trapez-Sterne A und B sind  $21,5''$  voneinander entfernt, das bedeutet 0,68 Lichtjahre, was ungefähr dem 63000 fachen Erdbahnradius entspricht.

Nach Russell ist der Sirius 20 mal so hell wie die Sonne, er ist ja der hellste Stern des Himmels. Diese große Helligkeit verdankt er jedoch nur seiner großen Erdnähe. In Wirklichkeit gibt es viel hellere Sterne. So erfahren wir, daß Antares 3500 und Canopus nach Walkey sogar 50000 mal so hell wie unsere Sonne ist. Aber alle diese Helligkeiten verschwinden noch im Vergleich zu denen der Orion-Sterne. Nach Russell haben die blauen Sterne im Orionnebel eine 5,8 mal größere absolute Helligkeit als unsere Sonne, sodaß sie schon, obgleich sie nur eine mittlere Helligkeit von 11,5 haben, 210 mal heller als unsere Sonne sind. Der Stern Jota ist 1000 mal so hell wie die Sterne von Durchschnittshelligkeit und Beta im Orion sogar noch 10 mal heller als Jota. Hieraus folgt, daß er 2100000 mal so hell ist als unsere Sonne.





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

Eine andere Untersuchung ergibt für die Plejaden wiederum durch Anwendung der Russellschen Formel aus deren scheinbarer Helligkeit folgende Resultate: der Abstand der ganzen Gruppe ist auf 656 Lichtjahre zu setzen, der Durchmesser auf ungefähr 70. Da die absolute Größe der Alkyone =  $-3,5$  ergibt, so ist Alkyone 2100 mal heller als die Sonne.

Für den Sternhaufen im Haar der Berenice beträgt die Entfernung nach Pickering 301 Lichtjahre, und da der scheinbare Durchmesser der Gruppe  $4^{\circ}$  beträgt, kann man den wahren Durchmesser auf 25 Lichtjahre schätzen. Die Sterne im Haar der Berenice gehören nicht zu den Riesensternen, sie sind nur 29 mal so groß wie unsere Sonne. Obgleich diese Berechnungen sich nur auf eine auf Erfahrung abgeleitete Formel stützen, so ist doch die Bestimmung der Entfernung höchstens  $\frac{1}{7}$  des errechneten Betrages ungenau. In diesen ungeheuren Entfernungen, in denen die Sternhaufen und Nebelwelten von uns stehen, bedeutet die Aufstellung der Russellschen Formel einen großen Fortschritt. Sie bildet vorläufig die einzige Unterlage für unsere Vorstellung über die Ausdehnung und Entfernungen in den Tiefen des Weltenozeanes.

### Die Sterne.

Unsere Sternkarte gibt den Stand der Sterne für den 1. Juli abends  $10^h$ , für den 15. abends  $9^h$ , für den 30. abends  $8^h$  usw. wieder. Der Meridian geht im Süden zwischen Schütze und Skorpion durch den Schlangenträger und Herkules zum Zenit, durchschneidet alsdann den Drachen, verläuft parallel mit den drei Schwanzsternen des kleinen Bären und erreicht den Nordpunkt in der Milchstraße, von der um diese Zeit nur der Teil zwischen Schützen und Perseus sichtbar ist, zwischen Perseus und Fuhrmann. Infolge der lang anhaltenden Dämmerung treten die Sterne erst abends gegen 10 Uhr deutlich hervor. An hellen Sternen sehen wir die bläuliche Spika in der Jungfrau, in deren Nähe der rötliche Mars aufzufinden ist. Denebola und Regulus stehen um diese Zeit über dem West-Horizont. Ueber ihnen finden wir Arktur im Bootes und die hellen Sterne des großen Bären. Auf der Ostseite ist das berühmte rechtwinklige Dreieck, in dessen Ecken Denebola im Schwan, Wega in der Leyer und Atair im Adler steht. Im Süden ist der hellste Stern Antares im Skorpion und im Norden die Capella im Fuhrmann zu sehen.



Nachstehende sechs veränderliche Sterne langer Periode stehen im Juli im Maximum:

Name	Rekt. 1920	Dekl. 1920	Zeit	Größe im Max.	Größe im Minim.	Periode
RU Herculis	16 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup> ,8	+25° 17'	Juli 2.	7,0	14,2	483 Tage
o Ceti (Mira)	2 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> ,2	— 3° 56'	„ 5.	2,0	9,6	331 „
V Cygni	20 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup> ,7	+ 47° 51'	„ 5.	6,8	13,8	418 „
R Can. Venatic.	13 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> ,5	+ 39° 56'	„ 9.	7,4	12,2	328 „
RT Cygni	19 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup> ,3	+ 48° 35'	„ 20.	6,6	12,2	189,7 „
RF Librae	15 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> ,6	— 22° 9'	„ 24.	7,1	13,0	217 „

### Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne (Feld 6<sup>3/4</sup><sup>h</sup> bis 8<sup>3/4</sup><sup>h</sup>) tritt am 23. Juli vom Zeichen des Krebses in das des Löwen. Ihre Mittagshöhe nimmt wieder langsam ab. Sie beträgt am 1., 16. und 31. Juli 60<sup>1/2</sup>°, 59° und 55<sup>3/4</sup>°. Am 1., 16. und 31. Juli geht die Sonne um 3<sup>h</sup> 43<sup>m</sup>, 3<sup>h</sup> 58<sup>m</sup>, 4<sup>h</sup> 19<sup>m</sup> auf und um 8<sup>h</sup> 24<sup>m</sup>, 8<sup>h</sup> 13<sup>m</sup>, 7<sup>h</sup> 52<sup>m</sup> unter. Ihre Stellungen sind aus folgender Tabelle zu entnehmen:

#### S o n n e.

Juli	Rektasz.		Deklin.		Sternzeit Berliner Mittag	Zeitgleichung Mittlere Zeit minus Wahre Zeit	Juli	Rektasz.		Deklin.		Sternzeit Berliner Mittag	Zeitgleichung Mittlere Zeit minus Wahre Zeit							
	h	m	o	'				h	m	o	'			h	m	m	s			
1	6	40,5	+23	7	6	36,8	+	3	35	17	7	45,9	+21	13	7	39,9	+	5	55	
2	6	44,7		23	3	40,7		3	46	18	7	50,0		21	3	7	43,8		6	0
3	6	48,8		22	58	44,7		3	57	19	7	54,0		20	52	7	47,8		6	5
4	6	52,9		22	53	48,6		4	8	20	7	58,0		20	41	7	51,7		6	8
5	6	57,0		22	48	52,6		4	19	21	8	2,0		20	29	7	55,6		6	12
6	7	1,1		22	42	56,5		4	29	22	8	6,0		20	18	7	59,6		6	15
7	7	5,2		22	36	0,5		4	39	23	8	10,0		20	6	8	3,5		6	17
8	7	9,3		22	29	4,4		4	48	24	8	13,9		19	53	8	7,5		6	18
9	7	13,4		22	22	8,3		4	57	25	8	17,9		19	41	8	11,4		6	19
10	7	17,5		22	15	12,3		5	6	26	8	21,8		19	27	8	15,4		6	20
11	7	21,6		22	7	16,2		5	14	27	8	25,8		19	14	8	19,3		6	19
12	7	25,7		21	59	20,2		5	22	28	8	29,7		19	0	8	23,2		6	19
13	7	29,8		21	51	24,1		5	30	29	8	33,6		18	46	8	27,2		6	17
14	7	33,8		21	42	28,1		5	37	30	8	37,5		18	32	8	31,1		6	15
15	7	37,9		21	33	32,0		5	43	31	8	41,4		+18	17	8	35,1		+ 6	12
16	7	41,9	+21	23	7	35,9	+	5	50											

#### M o n d.

Juli	Rektasz.		Deklin.		Juli	Rektasz.		Deklin.		Juli	Rektasz.		Deklin.		Juli	Rektasz.		Deklin.	
	h	m	o	'		h	m	o	'		h	m	o	'		h	m	o	'
1	19	10,4	—17	55	9	1	39,2	+11	50	17	9	42,7	+ 8	32	25	16	27,0	—19	30
2	19	59,3	15	37	10	2	34,5	15	22	18	10	37,0	+ 3	53	26	17	17,3	19	59
3	20	47,4	12	39	11	3	33,1	18	5	19	11	29,1	— 0	50	27	18	7,6	19	36
4	21	34,8	9	7	12	4	34,8	19	42	20	12	19,5	5	20	28	18	57,5	18	21
5	22	21,8	5	9	13	5	38,5	19	59	21	13	9,0	9	27	29	19	46,9	16	17
6	23	9,0	— 0	55	14	6	42,5	18	51	22	13	58,2	13	2	30	20	35,5	13	30
7	23	57,2	+ 3	27	15	7	45,2	16	22	23	14	47,4	15	58	31	21	23,4	—10	7
8	0	47,0	+ 7	47	16	8	45,4	+12	49	24	15	37,0	—18	8					

Der Mond ist mit seinen Lichtgestalten von zwei zu zwei Tagen für die Mitternachtszeit in die Karten 1 a und 1 b eingetragen.

Die Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Vollmond: Juli 1. 9<sup>3/4</sup><sup>h</sup> morgens, Neumond: Juli 15. 9<sup>1/2</sup><sup>h</sup> abends,  
 Letztes Viertel: „ 9. 6<sup>h</sup> morgens, Erstes Viertel: „ 22. 8<sup>1/2</sup><sup>h</sup> abends,  
 Vollmond: Juli 30. 12<sup>1/4</sup><sup>h</sup> nachts.



Die Planeten.

*Merkur* (Feld  $8\frac{1}{2}^h$  bis  $8\frac{1}{4}^h$ ) ist während des ganzen Monats unsichtbar. Er tritt am 27. Juli mit der Sonne in untere Konjunktion.

*Venus* (Feld  $6\frac{3}{4}^h$  bis  $9\frac{1}{4}^h$ ) tritt am 3. Juli in obere Konjunktion mit der Sonne und bleibt daher während des ganzen Monats unsichtbar.

*Mars* (Feld  $13\frac{1}{2}^h$  bis  $14\frac{1}{2}^h$ ) ist bis Mitte des Monats noch 2 Stunden, zuletzt nur noch 1 Stunde lang sichtbar. Er rückt nun schnell von der Spika ab, so daß er Ende des Monats in der Nähe des hellsten Sternes der Wage steht. Sein Durchmesser nimmt von 11" auf 9" ab. Da auf dem Planeten bereits die Herbstzeit eingetreten ist, so haben die Gefrierprodukte am Pol schon eine große Ausdehnung angenommen.

Planetenerörter.										Die vier hellen Jupitermonde.																				
										Verfinsterungen			Stellungen																	
Juli	Rektasz.		Deklin.		Ob. Kulm.		Juli	Rektasz.		Deklin.		Ob. Kulm.		Juli	M. E. Z.		Mond	Juli	9 h 15 m M. E. Z.											
	h	m	o	'	h	m		h	m	o	'	h	m		h	m														
<b>Merkur</b>																														
1	8	28,8	+18	53	1	52	21	14	7,5	-14	20	6	11	1	3	3,7	I	A	1	43	12									
3	8	34,8	18	5	1	50	23	14	11,1	14	41	6	7	2	21	32,5	I	A	2	34	12									
5	8	39,7	17	19	1	47	25	14	14,8	15	1	6	3	3	5	3,0	IV	E	3	32	14									
7	8	43,5	16	35	1	43	27	14	18,6	15	22	5	59	4	9	54,5	IV	A	4	1	24									
9	8	46,1	15	55	1	37	29	14	22,4	15	43	5	55	5	0	23,7	II	A	5	1	234									
11	8	47,5	15	19	1	31	31	14	26,4	-16	4	5	51	6	12	12,5	III	A	6	2	34									
13	8	47,7	14	48	1	23	<b>Jupiter</b>										7	4	16	I	A	7	12	34						
15	8	46,6	14	23	1	14	2	9	23,9	+16	8	2	43	8	10	30,0	I	A	8	3	124									
17	8	44,3	14	5	1	4	6	9	27,0	15	53	2	30	9	13	41,1	II	A	9	3	12									
19	8	40,8	13	54	0	53	10	9	30,1	15	39	2	17	10	4	58,6	I	A	10	32	14									
21	8	36,4	13	52	0	40	14	9	33,3	15	23	2	5	11	23	27,4	I	A	11	31	2									
23	8	31,1	13	57	0	27	18	9	36,5	15	7	1	52	12	2	58,6	II	A	12	4	123									
25	8	25,4	14	10	0	14	22	9	39,7	14	51	1	40	13	16	11,0	III	A	13	42	13									
27	8	19,6	14	30	0	0	26	9	43,0	14	35	1	27	14	17	56,0	I	A	14	42	13									
29	8	14,1	14	55	23	40	30	9	46,3	+14	18	1	15	15	12	24,8	I	A	15	43	12									
31	8	9,4	+15	24	23	28	<b>Saturn</b>										16	16	16,0	II	A	16	43	1						
1	6	37,8	+23	41	0	1	2	10	39,2	+10	27	3	58	17	6	53,4	I	A	17	43	1									
3	6	48,6	23	35	0	4	6	10	40,5	10	19	3	43	18	1	22,2	I	A	18	41	2									
5	6	59,3	23	25	0	7	10	10	41,9	10	11	3	29	19	5	33,6	II	A	19	4	123									
7	7	9,9	23	13	0	9	14	10	43,4	10	1	3	15	20	19	50,8	I	A	20	21	43									
9	7	20,6	22	58	0	12	18	10	44,9	9	52	3	0	21	20	9,6	III	A	21	2	34									
11	7	31,2	22	40	0	15	22	10	46,4	9	42	2	46	22	23	5,7	IV	E	22	3	124									
13	7	41,7	22	20	0	17	26	10	48,1	9	33	2	32	23	3	55,9	IV	A	23	31	24									
15	7	52,2	21	57	0	20	30	10	49,7	+9	22	2	18	24	14	19,5	I	A	24	32	14									
17	8	2,7	21	31	0	23	<b>Uranus</b>										25	18	51,0	II	A	25	13	24						
19	8	13,1	21	3	0	25	2	22	30,3	-10	14	15	47	26	8	48,1	I	A	26	13	24									
21	8	23,4	20	33	0	28	6	22	30,0	10	16	15	31	27	3	16,8	I	A	27	21	43									
23	8	33,6	20	0	0	30	10	22	29,7	10	18	15	15	28	8	8,5	H	A	28	21	43									
25	8	43,8	19	25	0	32	14	22	29,4	10	20	14	59	29	21	45,4	I	A	29	21	43									
27	8	53,9	18	48	0	34	18	22	29,0	10	22	14	42	30	0	8,1	III	A	30	21	43									
29	9	3,9	18	9	0	37	22	22	28,5	10	25	14	26	31	16	14,1	I	A	31	21	43									
31	9	13,9	+17	27	0	39	26	22	28,1	10	28	14	10	<b>Neptun</b>																
1	13	37,4	-11	13	7	0	30	22	27,6	-10	31	13	54	2	8	50,2	+17	43	2	9	<b>Mars</b>									
3	13	39,9	11	30	6	54	<b>Neptun</b>										3	13	39,9	11	30	6	54							
5	13	42,5	11	47	6	49	10	8	51,3	17	39	1	39	5	13	42,5	11	47	6	49										
7	13	45,2	12	5	6	44	18	8	52,5	17	35	1	8	7	13	45,2	12	5	6	44										
9	13	48,1	12	24	6	39	26	8	53,7	+17	30	0	38	9	13	48,1	12	24	6	39										
11	13	51,0	12	42	6	34	<b>Neptun</b>										11	13	51,0	12	42	6	34							
13	13	54,1	13	1	6	29	2	8	50,2	+17	43	2	9	13	13	54,1	13	1	6	29										
15	13	57,3	13	21	6	24	10	8	51,3	17	39	1	39	15	13	57,3	13	21	6	24										
17	14	0,6	13	40	6	20	18	8	52,5	17	35	1	8	17	14	0,6	13	40	6	20										
19	14	4,0	-14	0	6	15	26	8	53,7	+17	30	0	38	19	14	4,0	-14	0	6	15										

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

E = Eintritt,  
A = Austritt.

1) Der Jupiter wird auf kurze Zeit unsichtbar, und steht am 21. August in Konjunktion mit der Sonne.



*Jupiter* (Feld  $9\frac{1}{2}^h$  bis  $9\frac{3}{4}^h$ ) ist zu Anfang des Monats nur noch  $\frac{1}{2}$  Stunde und am Ende des Monats garnicht mehr sichtbar.

*Saturn* (Feld  $10\frac{3}{4}^h$ ) wird auch Ende des Monats unsichtbar.

*Uranus* (Feld  $22\frac{1}{2}^h$ ) ist während der ganzen Nacht zu beobachten. Sein Durchmesser beträgt  $3\frac{1}{2}''$ .

*Neptun* (Feld  $8\frac{3}{4}^h$ ) steht Ende des Monats in unmittelbarer Nähe der Sonne und ist später nur noch am Morgenhimmel zu beobachten. Wir gehen einer planetenlosen Zeit entgegen.

#### Bemerkenswerte Konstellationen:

- Juli 3. 9<sup>h</sup> abends Venus in oberer Konjunktion mit der Sonne.  
" 10. 10<sup>h</sup> abends Merkur in Erdferne.  
" 16. 5<sup>h</sup> morgens Venus in Konjunktion mit dem Monde.  
" 16. 1<sup>h</sup> nachts Merkur in Konjunktion mit dem Monde.  
" 17. 10<sup>h</sup> abends Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.  
" 19. 5<sup>h</sup> morgens Saturn in Konjunktion mit dem Monde.  
" 21. 6<sup>h</sup> abends Venus in Erdnähe.  
" 23. 7<sup>h</sup> morgens Mars in Konjunktion mit dem Monde.  
" 27. 8<sup>h</sup> morgens Merkur in unterer Konjunktion mit der Sonne.

### Bücherschau.\*)

**Huber, M., Im Reiche der Pharaonen.** 2 Bände. Mit 54 Bildern und 1 Karte. Aus der Sammlung „Aus aller Welt“. Eine neue Bücherei der Länder- und Völkerkunde. Herdersche Verlags- handlung, Freiburg im Breisgau. Preis 10 M. brosch., 19,50 M. geb.

Wie viele träumen nicht von einer Reise nach Ägypten, dem Wunderland der Pyramiden? Viele, viele sind es, doch nur wenige sind dazu auserwählt! Denen, die nicht dazu gehören, bietet das vorliegende Werk einen guten Ersatz, eine richtige lebhaft Schilderung, wie es auf einer Reise nach dort zugeht, und welche Wunderwerke und Erlebnisse dabei erlebt werden können. Ich erinnere nur an die Darstellung von der Stadt Alexanders des Großen, an den Abschnitt „Bei den Wüstenvätern“, im Reiche der Toten, im Banne der Pyramiden, vor der Mumie Ramses II., Memphis einst und jetzt. Eigenartigen Reiz besitzt: „Der göttliche Flüchtling im Lande der Pharaonen“. Im 2. Band ziehen wir „südwärts den Nil hinauf“ und sehen uns „im hunderttorigen Theben“ um, stehen vor dem „Weltwunder von Karnak“ und in den Totengrüften des Königstales. Wir erleben das Märchen von Theben, ein Frühlingsfest in Kairo usw. Gute Abbildungen verschönern das Ganze und geben der lebhaften, interessant geschriebenen Schilderung die rechte Darstellung von Sehenswürdigkeiten, Land und Leuten. Alle, welche die zwei Bändchen zur Hand nehmen, werden sie sicherlich mit großem Interesse lesen und ihre Kenntnisse von dem Reiche der Pharaonen sehr vertiefen.

Dr. Bl.

**Art, Th., Die Entwicklung der Kontinente und ihrer Lebewelt.** Ein Beitrag zur vergleichenden Erdgeschichte. Mit 17 Figuren und 23 Karten. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig. Preis geh. 20 M.

Verfasser suchte eine Geschichte der Kontinente zu entwerfen und die Methoden der Paläogeographie zu entwickeln. Darauf fußend entwickelt er die Erforschung der paläogeographischen Verhältnisse kleinerer Einzelgebiete, die Bestimmung des genaueren Verlaufs alter Gebirge, Ströme, Meeresströmungen, die Untersuchungen alter Klimate, die Aufklärung der früheren biogeographischen Verhältnisse und die Ausbreitungsgeschichte an wichtigeren Tiergruppen. So behandelt er im allgemeinen Teil: Die Permanenz der Ozeane und Kontinente, die Methoden der Paläogeographie, im systematischen Teil: die Biogeographie der Jetztzeit und Vorzeit, Geologisches, allgemeine Entwicklungsgesetze und die ältesten Ereignisse der Erdgeschichte. Der historische Teil zergliedert sich in: die Urzeit, das Altertum, das Mittelalter und die Neuzeit der Erde und endet

\*) Alle wissenschaftlichen Werke, insbesondere die Schriften, die in unserer „Bücherschau“ besprochen werden, sind von unserer Auskunfts- und Verkaufsstelle, Berlin-Treptow-Sternwarte, oder Berlin, Unter den Linden 6, zu beziehen.



mit einem: Schlußabschnitt. Den Schluß bilden ein Literaturverzeichnis, Autoren-, Tier- und Pflanzen-Register, Orts- und Sach-Register. Diese reiche Gliederung in den alphabetischen Registern erleichtert sehr die Benutzung des mannigfaltigen Tatsachenmaterials und hebt außerordentlich den Wert des ganzen Werkes.

Dr. Bl.

**Neander, W. G., „Der Mensch und seine Entwicklung“.** I. Die Steinzeit. Mit 81 Abbildungen. II. Die Pfahlbauzeit, Steinsteinzeit, Kjökkemöddingerperiode, Bronzezeit bis zum Beginne der Eisenzeit in Europa. Mit 195 Abbildungen. III. Mu-Atlantis und Mât-Sumerim. Mit 12 Abbildungen. Schlesische Buchdruckerei, Kunst- und Verlags-Anstalt von S. Schottlaender, Breslau. Preis brosch. 7,30 M. + Zuschlag.

Verfasser versucht eine Kulturgeschichte in allgemeinverständlicher Form und zwar in ethnologischen, archäologischen und kulturhistorischen Romanen, Novellen, Erzählungen und Skizzen, welche die Entwicklung der Gesamt-Menschheit, der Kultur, Technik und Kunst schildern vom Urbeginn bis auf unsere Zeit auf Grund der neuesten Forschungsergebnisse der Wissenschaft. Die drei vorliegenden Bändchen bilden die I. Reihe (vorgeschichtliche Zeit) und schildern Urmenschheit und Urtechnik in äußerst fesselnder und anschaulicher Weise, wozu noch die zahlreichen Abbildungen das rechte Verständnis und die Vorstellung erleichtern. Skizzen aus der Tertiär-, Chelles-, Eiszeit, der Aurignac- und Solutré-Periode, der Magdelénienzeit schildern die Steinzeit, denen solche aus der Neusteinzeit und die Pfahlbauzeit folgen. Mu-Atlantis ist eine Erzählung aus der Zeit der Sintfluten, Mât-Sumerim ein Roman aus dem Lande Sumer. Jeder wird die Schilderungen mit großem Interesse lesen und sich dann eine Vorstellung machen können von jenen längstvergangenen Zeiten.

Dr. Bl.

**Guenther, K., Einführung in die Tropenwelt.** Erlebnisse, Beobachtungen und Betrachtungen eines Naturforschers auf Ceylon. Mit 107 Abbildungen und 1 Karte von Ceylon. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig. Preis geb. 4,80 M. + 70 % Zuschlag.

Wir erhalten ein abgerundetes und im einzelnen durchgearbeitetes Bild von der Tropenwelt und zwar von Ceylon, einer der schönsten Perlen im äquatorialen Gürtel der Erde. Die Tiere und Pflanzen, Landschaften und Kulturen, Menschen und deren Geschichte lernen wir von dieser grünen Insel kennen in ihrer Eigenart und tropischen Umgebung. Der Verfasser vergleicht u. a. auch europäische und tropische Landschaft, um das rechte Verständnis für die uns fremdartige Natur der Tropen zu wecken. Seine Schilderungen sind farbenreiche und lebendige Bilder der Tropenwelt, vom tropischen Urwald, Hochland, vom Mangrovesee und versunkenen Städten u. a. Dazu kommen noch die zahlreichen Abbildungen, Reproduktionen eigener Aufnahmen mit dem Polyskop größtenteils in Originalgröße, teilweise zweimal (linear) vergrößert. Den Freunden der Wunderwelt der Tropen ist das so gut ausgestattete Werk sehr zur Lektüre anzuraten, es vermittelt ihnen naturwissenschaftliche Kenntnisse dieser Gegenden und zeigt Tiere und Pflanzen, kurz die Naturschätze und das Wesentliche und Schönste von Ceylon.

Dr. Bl.

**Baumgartner, Alex., Im hohen Norden.** Reiseskizzen aus Schottland, Island, Skandinavien und St. Petersburg. Herausgegeben von J. Kreitmeyer. Mit 10 Bildern. Aus der Sammlung: „Aus aller Welt“. Eine neue Bücherei der Länder- und Völkerkunde. Herdersche Verlagshandlung, Freiburg im Breisgau. Preis brosch. 6 M., geb. 11 M.

Das vorliegende Bändchen bildet einen Auszug aus dem großen dreibändigen Reisewerk „Nordische Fahrten“ von Alex. Baumgartner und bringt diejenigen Abschnitte, welche mehr wissenschaftlichen Wertes sind, so neben landschaftlichen Bildern von hohem Reiz auch literatur-, kultur- und kunstgeschichtliche Schilderungen, altnordische Sagen, Soziales, Szenen aus dem Völkerleben usw. Wir lernen die Fingalshöhle kennen, die Ruinen von Melrose, das Schloß von Walter Scott, den Tiergarten und das Tivoli zu Kopenhagen, Thorshavn auf den Faröer, Island mit Reykjavik, die Geysir und Hekla. Wir wandern nach dem Hardangerfjord, nach dem Trollhättan, den Alandsinseln, Helsingfors und St. Petersburg. Eine interessante Reise, illustriert mit guten Abbildungen, eine fesselnde Schilderung von Land und Leuten jener Gegenden, eine anregende Lektüre für alle Freunde der Länder- und Völkerkunde.

Dr. Bl.



## Mitteilungen an unsere Leser.

==== Fernrohre, neue und gebrauchte, ====  
werden ständig von uns für den jetzt eingerichteten

„Ueberwachungsdienst der Milchstrasse“  
benötigt. Wir bitten um gefl. äußerste Angebote unter genauer Angabe der Größe, Brennweite usw.

Gleichzeitig bitten wir Interessenten, die an dem „Überwachungsdienst“ zwecks Auffindung neuer Sterne sich beteiligen wollen, um gefl. Angabe ihrer Namen.

Es sollen auch **2000 Einheits-Fernrohre** angefertigt werden, die an die Mitglieder des Überwachungsdienstes billig abgegeben werden können. Der Preis wird sich auf 800 bis 1000 Mark stellen. — Bestellungen wolle man schon jetzt unverbindlich an die Schriftleitung des „Weltall“ richten.

---

## Erhöhung des Bezugspreises.

Durch die ungeheuren Erhöhungen für Papier, Druck, Porto usw. sehen wir uns zu unserem größten Bedauern veranlaßt, den Bezugspreis für „Das Weltall“ ab Heft 19/20, Jg. 20 auf 30 M. jährlich zu erhöhen. Wir bitten unsere verehrten Leser, die notwendige Forderung anzuerkennen und unserem Postscheckkonto Berlin 4015 die Differenz zwischen dem bereits gezahlten Vierteljahresbetrag von 4,50 und 7,50 M., also 3 M., freundlichst einzusenden. Der ursprüngliche Bezugspreis des „Weltall“ betrug 12 M. Seitdem sind die Preise um das 12 bis 15fache gestiegen. Dies würde einem jährlichen Bezugspreis von 144 bis 180 M. entsprechen. Mit Rücksicht auf die schwierige Lage mancher Bezieher können wir diesen vollen Preis nicht verlangen. Wir setzen daher nur 30 M. fest, bitten jedoch alle die Leser, die dazu in der Lage sind, freiwillig einen höheren Betrag zu zahlen. Je höher die Auflage wird, um so mehr verringern sich die Unkosten für das einzelne Exemplar. Wir dürfen daher auch die Bitte aussprechen, in Freundes- und Bekannten-Kreisen neue Bezieher zu werben bzw. uns die Namen der Interessenten freundlichst mitzuteilen.

---

## Dringende Bitte!

Wenn einem unserer Mitglieder oder Bezieher ein Heft des „Weltall“ unregelmäßig zugestellt wird, bitten wir dringend, dies zuerst möglichst schriftlich

==== bei dem zuständigen Postamt beanstanden ====  
zu wollen und nicht bei uns. Wir versenden hier regelmäßig; gewöhnlich werden die Hefte Ende des Monats mit dem „Gestirnten Himmel“ für den darauffolgenden Monat versandt. Die mangelhafte Beförderung liegt also meistens an der Postbestellanstalt.

Erst wenn wiederholte Beschwerden erfolglos sind, ersuchen wir um gefl. Nachricht an uns; wir gehen dann beschwerdeführend an das Postzeitungsamt.

Die Postämter sind verpflichtet, fehlende Nummern kostenlos unverzüglich auf Anfordern nachzuliefern.

„Das Weltall“.

---

*Diese Zeitschrift erscheint einmal monatlich in einem Doppelheft. — Bezugspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 4.50 M. (Ausland 7.50 M.) durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelheft 2.— M. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 250.— M., 1/2 Seite 130.—, 1/4 Seite 70.—, 1/8 Seite 40.—, 1/16 Seite 25.—. Bei Wiederholungen Rabatt.*

Für die Schriftleitung verantwortl.: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; f. d. Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW, Blücherstr. 22  
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW



INHALT

<p>1. Die Gleichgewichtsfiguren rotierender Flüssigkeitsmassen. Von Dr. Josef Lense . . . . . 163</p> <p>2. Beobachtungen mit kleineren und größeren Fernrohren. Von Dr. Karl Strehl in Hof. . . . . 166</p> <p>3. Die Lehre von den Kolloiden und ihre Anwendung</p>	<p>4. Der gestirnte Himmel im Monat August 1920. (Ueber die Entdeckung von neuen Sternen in der Milchstraße) Von Dr. F. S. Archenhold . . . . . 174</p>
---	---

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

### Die Gleichgewichtsfiguren rotierender Flüssigkeitsmassen.

Von Dr. Josef Lense.

#### V.

#### Gleichgewichtsfiguren kleiner Monde.

#### Bedeutung der Gleichgewichtsfiguren für die Kosmogonie.

#### Heterogene Gleichgewichtsfiguren.

Unter den Gleichgewichtsfiguren kleiner Monde ist folgende Konfiguration gemeint: Ein kleiner Trabant, der aus einer homogenen Flüssigkeit gebildet ist, bewege sich in einer Kreisbahn um den Zentralplaneten; die Ebene dieser Bahn falle mit der Äquatorebene des Planeten zusammen, welche letzterer als ein wenig abgeplattetes Rotationsellipsoid vorausgesetzt wird. Der Mond soll dem Hauptkörper immer dieselbe Seite zuwenden, also keine Eigenrotation besitzen, sondern seine Rotation mit seiner Revolution gleichzeitig erfolgen. Schon Laplace bemerkte, daß bei hinreichender Entfernung vom Zentralkörper die Gleichgewichtsfigur des Satelliten nahezu ein dreiaxsiges Ellipsoid ist, dessen größte Achse auf den Planeten hinweist. Das Problem wurde später von Roche genau studiert, wobei sich folgende Resultate ergaben: Auch bei geringerem Abstand vom Hauptkörper und größerer Rotationsgeschwindigkeit des Mondes existieren ellipsoidische Gleichgewichtsfiguren, solange nur der größte Durchmesser des Trabanten im Verhältnis zu seinem Abstand vom Planeten so klein ist, daß man die dritte Potenz dieses Verhältnisses vernachlässigen kann. Ist die Distanz des Mondes vom Hauptkörper sehr groß und daher nach dem dritten Keplerschen Gesetz seine Rotationsgeschwindigkeit sehr klein, so existieren zwei ellipsoidische Gleichgewichtsfiguren, von denen die eine nahezu eine Kugel, die andere eine unendlich dünne nach dem Zentralkörper gerichtete Nadel ist. Vermindert sich die Entfernung und wächst die Rotationsgeschwindigkeit, so geht die Kugel in ein sich mehr und mehr abplattendes dreiaxsiges Ellipsoid über, das um die kleinste Achse rotiert, während die größte dem Planeten zugewendet ist. Das nadelförmige Ellipsoid hingegen verkürzt sich immer mehr und schließlich vereinigen sich beide Reihen in einem Grenzellipsoid, über welches hinaus keine weiteren Gleichgewichtsfiguren existieren. Bedeuten  $\omega$  die Rotations- oder Revolutionsgeschwindigkeit des Mondes,  $\rho$  seine Dichte,  $D$  seine Entfernung vom Zentralkörper,  $\sigma$  das Verhältnis der Dichte des Planeten zu der des Mondes und  $R$  den Radius einer mit dem Hauptkörper inhaltsgleichen Kugel, so gelten nach Roche für das Grenzellipsoid folgende Beziehungen:

$$\omega = 39,8'' \sqrt{\rho} \text{ pro sec, } D = 2,44 R \sqrt[3]{\sigma}.$$

Dieses Ellipsoid weist also die Maximalgeschwindigkeit eines kleinen Mondes und die Minimaldistanz vom Planeten auf. K. Schwarzschild gelangte anläßlich der Untersuchung des Stabilitätscharakters dieser Figuren zu folgenden



Ergebnissen: Von den Rocheschen Ellipsoiden ist die Reihe der weniger abgeplatteten stabil, die der stärker abgeplatteten instabil. An keine von beiden Reihen schließen sich andere stabile Gleichgewichtsfiguren an; an die weniger abgeplatteten und dem Grenzellipsoid benachbarten stärker abgeplatteten schließen sich überhaupt keine anderen Gleichgewichtsfiguren an. Soviel über die kleinen Monde.

Nachdem ich nun dem Leser die bisher untersuchten Formen des Gleichgewichts einer homogenen Flüssigkeitsmasse vorgeführt habe, will ich noch kurz die Bedeutung besprechen, die unser Problem für die Kosmogonie hat. Ich schließe mich dabei, ähnlich wie bei den kleinen Monden, ganz an die Darstellung an, die uns Schwarzschild in seiner Dissertation gegeben hat. Eine strenge Begründung der Laplaceschen Kosmogonie würde die Angabe der Gleichgewichtsformen erfordern, die eine sich abkühlende und zusammenziehende, rotierende, inhomogene Masse durchmacht. Als eine erste Annäherung an dieses Problem kann man jedoch voraussetzen, daß die Masse inkompressibel, im Anfange von überall gleicher Temperatur und Dichte sei und daß die Abkühlung durch die ganze Masse gleichmäßig erfolge, mithin ihre Dichte auch später konstant bleibe. Es zeigt nun Schwarzschild, daß das Problem in dieser Beschränkung, also bei der Betrachtung einer sich abkühlenden Masse von wachsender Dichte und konstantem Rotationsmoment gleichwertig ist mit dem Studium von Gleichgewichtsfiguren von konstanter Dichte bei wachsendem Rotationsmoment. Ist die Reibung in der Flüssigkeit hinlänglich stark, um die ganze Masse nach jeder Temperaturänderung wieder in relativem Gleichgewicht zur Ruhe zu bringen, bevor die Temperatur merklich weiter sinkt, so kann man nach den im vorigen Hefte vorgeführten Stabilitätsbetrachtungen über Ellipsoide folgenden Prozeß erkennen:

Eine ursprünglich langsam rotierende, nahezu kugelförmige Flüssigkeitsmasse plattet sich mit zunehmender Kontraktion zunächst zu einem Rotationsellipsoid ab, dessen Abplattung später immer stärker wird, bis das Achsenverhältnis 0,583 erreicht ist; sinkt die Temperatur weiter, so verliert die Masse auf den geringsten Anstoß hin die Rotationssymmetrie und geht in ein Jacobisches Ellipsoid über. Eine kleine Unregelmäßigkeit, wie sie in der Natur immer vorhanden ist, muß also hinzukommen, um das Verlassen der Rotationsform herbeizuführen, und dabei bleibt es noch der Natur dieser Unregelmäßigkeit überlassen, welche Stelle des Äquators sich zum Scheitel der großen Achse des dreiachsigen Ellipsoids ausbildet. Bei weiterer Zusammenziehung durchläuft nun die Masse den stabilen Teil der Reihe der Jacobischen Ellipsoide. Was dann geschieht, ist noch nicht genauer bekannt. Wahrscheinlich tritt ein kleiner Teil der Masse am einen oder anderen Ende der großen Achse aus der ellipsoidischen Form heraus und die Masse nimmt die birnenförmige Gestalt an, worauf eine stärker und stärker werdende Einkerbung und zuletzt vermutlich eine Spaltung der Masse in zwei ungleiche Teile erfolgen wird. Dies wäre der Fall, wenn die Poincaréschen Birnen stabilen Charakter hätten. Sind sie instabil, so wird bei weiterem Sinken der Temperatur auf einen geringen, in der Natur stets vorhandenen Anstoß, die ganze Masse in Wallung geraten, was schließlich ebenfalls zur Spaltung in mehrere Teile führen muß. Vielleicht haben wir hier die Entstehung eines Mondes aus einem Planeten vor uns. Es sind nämlich dabei drei Fälle möglich: Entweder ist ein direkter stabiler Übergang überhaupt nicht vorhanden. Dieser Fall tritt sicher für einen sehr kleinen Mond ein, da,



wie wir gesehen haben, derartige Satelliten erst außerhalb einer gewissen Minimaldistanz vom Zentralkörper stabile Formen bilden. Nach G. H. Darwin gilt die Richtigkeit dieses Satzes auch für größere Monde bis etwa  $\frac{1}{30}$  der Masse des Hauptkörpers. Bei einem größeren Massenverhältnis tritt vielleicht ein Übergang durch eine Art von birnförmig eingekerbten Gleichgewichtsfiguren ein, die freilich auch nicht stabil zu sein brauchen. Unter allen Umständen wäre ein stabiler Übergang ausgeschlossen, wenn die Poincaréschen Birnen instabil wären. Sollten sie dagegen stabile Formen des Gleichgewichts vorstellen, so könnte eine immer stärkere Einschnürung zur schließlichen Trennung führen, wobei sich dann ein ganz bestimmtes Verhältnis zwischen der Masse des Mondes und der des Planeten als notwendiges Resultat der Entwicklung ergeben würde. Dies ist der zweite Fall. Und schließlich könnte drittens eventuell für eine singuläre Figur in der Poincaréschen oder erst in einer an diese anschließenden Reihe eine Verzweigung mit mehreren verschwindenden Stabilitätskoeffizienten eintreten, wobei von dieser Figur unendlich viele verschiedene Reihen neuer Gleichgewichtsfiguren ausgingen, die zu allen möglichen Werten des Massenverhältnisses (oberhalb des Darwinschen Wertes  $\frac{1}{30}$ ) führten und von denen die wirkliche Masse nach dem Gebote des Zufalls die eine oder andere durchlaufen würde.

So äußert sich Schwarzschild über diese, wie man sieht, noch ziemlich ungeklärten Probleme. Einige Worte wären nun noch über die Figuren zu sagen, die nicht aus einer, sondern mehreren verschiedenen Flüssigkeiten bestehen, die sich nicht mischen. In diesem Falle haben wir Gleichgewichtsfiguren zu betrachten, die aus mehreren verschiedenen Flüssigkeitsschichten aufgebaut sind, deren Trennungsflächen im Gleichgewichtszustande als Äquipotentialflächen auftreten werden. Untersuchungen über derartige heterogene Körper gibt es nicht viele und nur wenige Resultate, hauptsächlich negativer Natur, sind bekannt, d. h. man hat nur festgestellt, daß gewisse Anordnungen von Flüssigkeitsschichten solche Gleichgewichtsfiguren nicht bilden können. Bloß eine Klasse von Figuren war Gegenstand genaueren Studiums, nämlich eine von der Kugel wenig abweichende Figur, das sogenannte Sphäroid, aber nicht von konstanter, sondern stetig von innen nach außen abnehmender Dichte. Die Planeten boten das Beispiel hierzu. Man muß sich aber darüber klar werden, daß damit der Bereich der aus Flüssigkeiten bestehenden Gleichgewichtsfiguren eigentlich schon überschritten wird, außer man faßt das Wort Flüssigkeit im weiteren Sinne. Denn eine inkompressible Flüssigkeit kann eine Gleichgewichtsfigur überall nur mit homogener Dichte erfüllen. Lassen wir eine stetig variable Dichte zu, so haben wir schon eine Gasmasse vor uns. Dann tritt aber eine neue Variable in den Kreis der Betrachtungen ein, nämlich die Temperatur. Äußerst genaue und interessante Studien über Gaskugeln verdanken wir R. Emden. Das eben erwähnte Sphäroid von heterogener Dichte ließe sich höchstens als Grenzfall einer flüssigen Gleichgewichtsfigur auffassen, nämlich als einen aus sehr vielen, äußerst dünnen Schichten von verschiedener Dichte bestehenden Körper. In diesem Sinne wurde er von Clairaut, Poincaré und anderen mathematisch untersucht. Es ergaben sich dabei folgende Resultate: Die Flächen gleicher Dichte fallen mit den Niveauflächen zusammen, d. h. es herrscht Isostasie, und sind ebenso wie die äußere Begrenzungsfläche wenig abgeplattete Rotationsellipsoide. Dichte und Abplattung variieren vom Zentrum bis zum Rand. Bezeichnet man das Verhältnis der Differenz der Schwere am



Sternbilder; gröbere Sternhaufen. Randeinstellung bei einem 25 mm V 8 um 2 Dioptr. einwärts.

4. Gewöhnliche Handfernrohre. Einmal Jupiterscheibe, Monde; Saturnring.

5. Feldstecher 2 Zoll Dollond in Papprohr, wechselbare V bis 8; irdisch soviel wie neues Prismenglas 20 mm V 8.

6. 4 cm : 30 cm ??? zeigt angeblich eben so viele (schwache) Sterne wie der 7-Zöller (stimmt nicht zu der Theorie von Dr. Köhl).

7. 41 mm : 216 mm 3teilig verkittetes Objektiv: Mondkrater V 24 leidlich, V 43 undeutlich (bei bester Einstellung leidlich schlecht in dickem grünem Nebel; bei Verschwinden des Nebels ganz undeutlich); Saturn patzig, Ring von Kugel kaum getrennt; Sterne patzig oder in grünlichem Nebel. Zonen, verspannt?

8. Gebrochenes Passagen-Universal 2 Zoll; Polarstern länglich (Hypotenusenfläche zylindrisch?).

9. 54 mm : 65 cm V 24 und 96 Reinfelder, vor fast 30 Jahren für Gymnasium Landau bestellt; projizierte Sonnenflecken stark violett (kurze Brennweite, sek. Spektrum); V 96 Jupiter mehrere Streifen; Saturnring und Orionnebel schön; Trapez.

10. Alter  $2\frac{1}{2}$ -Zöller Steinheil, Realschule Erlangen; mit ihm sah ich 1882 ohne Blendglas (Sonne hinter Schneewolken) den Venusdurchgang; diente zu beugungstheoretischen Studien.

11. Neuer langbrennweitiger 61 mm : 1250 mm Steinheil zeigte in kleiner (= Saturnscheibe) runder Mauerlücke den beugungstheoretisch geforderten dunklen Fleck. V 120 kleiner Krater im Innern von Herkules deutlich; Mond nicht so kräftig plastisch, Jupiter schwach ähnlich wie in N 19; in Jupiterstreifen noch Detail; V 260 gelegentlich sogar Blutwurstkette; 11. April 1906 10 Zonen bzw. Streifen; Streifenwolken rauchartig hell (verdünnt) schwarzblau, Zonen weiß mit chromgelber Schattierung V 120; V 260 Schatten auf Saturnring eben noch; Cassini-Spalte nicht; einmal quer durch (ringlosen) Saturn dunkles Band; Trapez deutlich;  $\alpha$  Gem. und  $\gamma$  Leon. getrennt; Bedeckung von Regulus durch Mond: beugungstheoretisch geforderte Lichtbrücke beim Austritt am hellen Rand, physiologisch gefordertes Hervorspringen (hierauf gleichmäßig langsames Entfernen).

12. 78 mm Fraunhofer: Große Syrte (= durchgezogenem Scheitel; Mars trübsüchtig); Orionnebel grünlich.

13. Alter 78 mm Merz: Cassini-Spalte kaum; fischförmige Meereszone auf Mars, Südpol vermutet;  $\epsilon$  und 5 Lyrae getrennt. Prüfung vor 2 Jahren nach Reinigung und Justierung (ohne Rohr zufällig geglückt) des Objektivs: Kleine Beugungsscheibe, schöne Ringe; Saturn Crap-Ring vor Kugel, gekräuselter Streifen.

14. 3 Zoll Reinfelder, Sucher am Bamberger Refraktor; läßt bei schwacher V sehr viel Monddetail ahnen; V 100 Jupiter fast soviel Streifen wie im 10-Zöller selbst.

15. 81 mm : 146 cm 2teiliger Apochromat Steinheil leistet merklich mehr als 4 Zoll N 17. Sonne: Streifung der Penumbra (Lichtgarben aus Kalziumwolken) deutlich. — Mond: Bild ähnlich N 24; am Rand Profil der Berge und Täler deutlich (einmal prachtvoll im 1 m großen projizierten Bild der Sonnensichel bei Finsternis). Messier-Streifen sehe ich (auch auf guten Photographien)



unter mindestens  $5^{\circ}$  gegeneinander geneigt (Klein zeichnet im Führer am Sternenhimmel 2 parallele Streifen mit fast parallelen Rändern?); Bergschatten in Plato, Rillen usw. prachtvoll. — Jupiter: bis zu 17 Zonen und Streifen; letztere oft guirlandenartig verdickt, in Äquatorzone weiße Wolkenballen-Reihen angedeutet. Bilder gelegentlich welchen im Lickrefraktor entfernt ähnlich. — Saturn ver trägt V 300 (Farbe stellenweise weißlich grün); mindestens 3 Monde; 23. September 1909 (20"; 46":9") Äquatorzone weißgelb, Ring (grünlich) goldgelb; Crap-Ring vor Kugel schwärzlich, kräuselig Streifen dunkelbraun; 8. Februar 1912: V 135 Kugel und Hauptring rein gelb, äußerer grünlich; Cassini-Spalte blaugrün (beugungstheoretisch physiologisch erlaubt) auf den Henkeln; Haube dunkelgrau mit hellem Fleck; Crap-Ring vor Kugel braunrot; 1 (2) Zonenstreifen kräuselig dunkelrot; Kugelschatten auf Ring konkav, am inneren rechten Ringhenkel 2 dunkle Buchten (die bekannten optischen Täuschungen); Mai 1920: Crap-Ring vor Kugel tief dunkelbraun, kräuselig Streifen unsichtbar? begrenzt gelbliche südlich gemäßigte Zone. Leo Brenner hat Recht, Saturn ist kein himmlisches Zebra. — Mars ver trägt V 300 kaum (einmal glaubte ich Buchten an der Küste und von ihnen aus Kanäle zu sehen, Täuschung oder Überreizung?), Farbe nicht mehr goldgelb. V 162, 23. September 1909: Scheibe 24" goldgelb; Bild einem durch den Lickrefraktor in der populären Astronomie von Bruno Bürgel mindestens gleich; Südpolschneekappe, ringsum dunkle Schmelzwasserzone, Mare Cimmerium, Hesperia, Mare Tyrrhenum, sekundenweise feuriger Kupferglanz südlich ersterem, nördlich letzterem (= bengalischem Freudenfeuer, wohl plötzliche Luftaufhellung der Erde), Syrtis major, auch Trivium Charontis, Mare Hadriacum, in SOS dunkler krummer Doppelstreifen, vermutet Atlantis nebst Mare Sirenum; Wüstensturm (staubige Verschleierung) in der Gegend von Hellas; 18. Oktober 1909: Kanal Alpheus halb, See inmitten Hellas; feuriger Glanz östlich von Syrtis major; Japygia major? Wüstensturm über Hellas und Mare Erythraeum. Da ich die Marsmeere in diesem Apochromat und im Spiegelteleskop N 19 grün sah, so wundere ich mich über die stahlgraue oder gar bräunliche Farbe, von der Leo Brenner schreibt. — Orionnebel prachtvoll, Pons Schröter; Trapez spielend;  $\sigma$  Orionis 7 fach; Rigel in Dämmerung;  $\gamma$  Leon. Durchmesser Hauptstern: Breite Lücke: Durchmesser Begleiter = 10:2:9 geschätzt. — Zu beugungstheoretischen Studien machte ich eine Haube mit siebartigen, dreieckigen, sektorenförmigen, sternartigen, zonenweisen, exzentrischen Blenden; bis jetzt gelang mir nicht, die Bildschärfe für Planeten (!) noch weiter zu steigern.

16. 10 cm : 80? cm Kometensucher, Ausschuß; Jupiter besser als 7-Zöller, breit grünblauer Rand; weiße Wega grün.

17. Neuer 108 mm : 162 cm; Objektiv astigmatisch (verspannt, verpoliert? Sonnenbildchen auf Porzellannäpfchen je nach Einstellung wagrecht oder senkrecht; Korrektionsschrauben nützen nichts). Zwar auffallend wenig Farben (vgl. N 21), aber Monddetail samtartig weich (Zonen? vgl. N 24), Planetendetail nicht gestochen scharf, Doppelsterne mäßig gut (bei halbwegs schlechtem Wetter flirrende, strahlige Bilder), schwache Sterne schwieriger.

18. Straßenastronom: 3(4)-Zöller; V 80 Mond leidlich gut; do. 5-Zöller: Mondkrater mit rotem und blauem Rand.

19. 13 cm : 130 cm Spiegel (Planfangspiegel) B. Schmidt; mindestens 15 Jahre alt, noch gut. Mond, Planeten prachtvoll; ver trägt V 260. Begleiter vom Polarstern bei Stäbchensehen (Nichtfixieren) violettgraublau (sog. aschfarbig; physiologisch richtig).



20. Alter 6 Zoll Kometensucher; Jupitermonde bei wechselnder Einstellung stark astigmatisch; vom Direktor meinem Auge (1 Dioptrie cyl.), von mir dem Rand des großen Gesichtsfeldes (oder Objektiv?) zugeschoben.

21. 17 cm : 250? cm im Ausland; Zonen, kein Brennpunkt; zwar fast farblos, aber wenig Definition (Messier-Streifen matt); Jupiter verschleiert von grünlichem Nebel, Streifenfarbe kaum klar; Saturnring und Marsrand schlecht (Luft durchsichtig, stark wallend).

22. Heliometer 7 Zoll Merz zu Bamberg; V 360: Jupiter recht schön; Eintritt, Schatten von Mond. Beugungsringe an sehr hellen Sternen nicht erinnerlich (zuviel verlangt).

23. 10 Zoll Silberspiegel (Planfangspiegel) B. Schmidt; auf ersten Blick klarer als N 21; V 200: Mond verträgt exzentrisch 10 cm; Messier-Schweif gesprengelt mit hellen Strichen; Jupiterstreifen chokoladblauviolett, sog. Blutwurstkette, heller Fleck (heller als Scheibe) von mir für Einbuchtung gehalten (Leo Brenner zeichnet alle hellen und dunklen Flecken rund, weil sie sich nach B. Schmidt als Beugungsscheibchen abbilden); Saturn 2 dunkle Streifen, Ringkanten blaugrün. Mars zu tief (rot-gelb-grüne Scheibe). Luft ungünstig

24. 25 cm : 250 cm Silberspiegel B. Schmidt (Frontschau, Spiegel an Baum gelehnt, kommt nur auf Güte an, Mikroskopokulare in freier Hand). Monddetail reliefartig, gleich frischem, reißend scharfem Metallgu (volle Farblosigkeit und vollendete Form). Jupiterscheibe Rand photographiehnlich; Streifen zopfartig geflochten, blauviolett (violettgrau); in N 11 und N 19 im Frühjahr 1906 rotviolett; verträgt exzentrisch 10 cm; Monde (fast auch Streifen) mit bloßem Auge, d. h. im Spiegel ohne Okulare.

25. 25 cm : 250 cm Silberspiegel (Planfangspiegel; improvisierte Latte auf Stuhl gelehnt) B. Schmidt. Prachtvolle Bilder am 3. November 1906: Jupiterstreifen schieferblau, breite Äquatorialzone ockergelb, gemäßigte Zonen weiß V 300; außer mir nur Secchi (Natur und Kultur 1908); 4. November 1906 bei wallender Luft Streifen lavendelartig irisierend, Scheibe rosacrme V 200. Die moosgrnen (!) dunklen Punkte (und rosabraunen Streifen) auf Jupiter (Rheden-Wien, Clark 30 cm) schreibe ich starker (ziemlich richtiger) sekundärer Farbenabweichung zu.

26. 10 Zoll Refraktor Hugo Schröder zu Bamberg; Sterne 4. Gr. schöne Beugungsringe; Mond und Mars (halb rot, halb blau) zu tief; Jupiter-Streifen sehr derb gleich Rauchqualm (zopfartig!) aus Fabrikschornstein, stark blauer Rand. Saturn sehr hell grünlich weiß, Cassini-Spalte ringsum, Detail nicht erinnerlich.

\* . \* \* \*

Vorstehende gelegentliche Wahrnehmungen sollen lediglich Liebhabern der edlen Himmelskunde Mut machen und zeigen, daß man auch mit kleineren deutschen Instrumenten schöne und ernste Beobachtungen machen kann und größere nicht ausnahmslos und nicht zu jeder Zeit und an jedem Ort auf den ersten Blick überlegen sein müssen.



## Die Lehre von den Kolloiden und ihre Anwendung auf atmosphärische Erscheinungen.

Von Oberlehrer Julius Albrecht.

In der Meteorologie dürften sich in der nächsten Zeit infolge der Entwicklung der Kolloidchemie neue Anschauungen bahnbrechen, und es ist zu hoffen, daß manche Vorgänge, die sich heute noch der Erklärung entziehen, dadurch ihre Deutung finden, daß man die Atmosphäre als eine kolloide Lösung auffaßt und die Ergebnisse der Kolloidchemie auf sie anwendet.

Unter einer Lösung soll im folgenden eine gleichmäßige, homogene Verteilung eines Körpers innerhalb eines anderen verstanden werden. Hierbei soll die Forderung der Homogenität nur soweit gehen, daß sich die Bestandteile nicht durch mechanische Verfahren wie Filtrieren und Dekantieren voneinander trennen lassen. Th. Graham fand bei seinen Versuchen über Diffusion im Jahre 1861, daß sich die Lösungen in zwei Gruppen scheiden lassen, erstens in Lösungen von Stoffen, die aus dem Lösungsmittel auskristallisieren und durch eine tierische Membran leicht hindurch diffundieren, und zweitens in Lösungen amorpher Stoffe, denen die Eigenschaft der Diffusion gar nicht oder nur in sehr beschränktem Maße zukommt. Er bezeichnete die Stoffe der ersten Gruppe als kristalloide und die der zweiten Gruppe als kolloide Stoffe (von *κόλλα* = Leim), und entsprechend scheidet man die Lösungen in kristalloide und kolloide Lösungen.

Bei einem kristalloid gelösten Stoff treten die Kohäsionskräfte zwischen den Molekülen ganz zurück, und die Molekeln verteilen sich innerhalb des Lösungsmittels wie die Molekeln eines Gases. Sie verbreiten sich durch den ganzen zur Verfügung stehenden Raum, und der hierdurch auf die Oberfläche des Lösungsmittels ausgeübte osmotische Druck ist nach dem Gesetz von van't Hoff gleich dem Druck, mit dem die Molekeln bei gleicher Temperatur und gleicher Konzentration im gasförmigen Zustande auf die Gefäßwände drücken würden. Infolge der großen Dämpfung innerhalb des Lösungsmittels findet die Verteilung der Molekeln erheblich langsamer als bei gasförmigen Körpern statt.

In den kolloiden Lösungen sind nicht die einzelnen Molekeln sondern größere Teilchen, ganze Molekülkomplexe im Lösungsmittel verteilt, die aber immer noch klein genug sind, um durch die Stöße der Moleküle des Lösungsmittels in der Schwebe gehalten zu werden. Es ist Siedentopf und Zsigmondy gelungen, diese Teilchen durch die Erfindung des Ultramikroskops sichtbar zu machen. Die Teilchen führen in ihrem Lösungsmittel wirbelnde Bewegungen aus, die schon der Botaniker Brown 1827 an Pollenkörnern beobachtet hat, und die man daher als Brownsche Bewegungen bezeichnet.

Zu den von Graham zunächst untersuchten Kolloiden fügten dann andere Forscher weitere Kolloide hinzu, und man kam bald zu der Ansicht, daß der kolloide Zustand als ein besonderer Zustand der Materie aufzufassen sei. Es kommt nur darauf an, den Stoff in ein Lösungsmittel, in dem er gar nicht oder nur schwer kristalloid lösbar ist, in hinreichend feiner Verteilung einzutragen. So läßt sich z. B. von Kochsalz in Benzol eine kolloide Lösung herstellen, da Kochsalz nur schwer in Benzol löslich ist. Nach dem Bredigschen Verfahren lassen sich kolloide Lösungen von Metallen in Wasser herstellen. Es wird hierbei zwischen zwei Drähten des betreffenden Metalls unter Wasser ein



elektrischer Flammenbogen erzeugt, der eine hinreichend feine Zerstäubung der Metallteilchen verursacht. Von Kalium und Natrium lassen sich durch dasselbe Verfahren kolloide Lösungen in Äthyläther herstellen. In Amerika bemüht man sich, Kohle in Heizölen kolloid zu lösen, um auf diese Weise ein hochwertiges Heizmaterial zu erlangen. Hierzu bedient man sich sogenannter Schutzkolloide, das sind Zusatzmittel, die zur Stabilisierung des Kolloids dienen und die Trennung des gelösten Stoffes vom Lösungsmittel durch Sedimentation verhindern sollen.

Wie man den Begriff der kristalloiden Lösung auch auf feste und gasförmige Körper ausdehnen kann, läßt sich auch der Begriff der kolloiden Lösung auf feste und gasförmige Körper ausdehnen, und man kann somit auch die Lehre von den Kolloiden auf unsere Atmosphäre anwenden. Für diese Betrachtungen sind besonders die optischen und elektrischen Vorgänge in den kolloiden Lösungen von Interesse. Geht ein Lichtstrahl durch ein vollkommen reines, staubfreies Gas oder durch eine kristalloide Lösung, so ist er für die seitlich stehenden Beschauer unsichtbar, man sagt auch, das Medium ist optisch leer. Wird aber ein Gas durch suspendierte Teilchen getrübt, so wird der Durchgang des Lichtstrahls von der Seite sichtbar (Tyndallsches Phänomen), und man spricht von einem trüben Medium. Zu den optisch trüben Medien gehören die Kolloide und auch unsere Atmosphäre, die durch fein verteilte Stäubchen und Wassertröpfchen getrübt ist. Betrachtet man ein Kolloid, z. B. verdünnte Milch, im durchfallenden Licht, so erscheint das Licht gelbrot gefärbt. Dieselbe Erscheinung beobachten wir beim Morgen- und Abendrot an unserer Atmosphäre. Die feinen Teilchen des trüben Mediums werden durch die Lichtstrahlen zum Mitschwingen erregt. Hierbei absorbieren sie hauptsächlich das violette und blaue Licht, um es seitlich wieder auszustrahlen, während das gelbe und rote Licht am wenigsten geschwächt hindurchgeht. Auf das seitlich ausgestrahlte blaue Licht der trüben Medien ist die blaue Färbung verdünnter Milch, sowie auch das Blau des Himmels zurückzuführen. Nach der Theorie von Lord Rayleigh sind an der diffusen Zerstreuung des blauen Himmelslichts nicht nur die in der Atmosphäre schwebenden Teilchen sondern auch die Gasmolekeln selbst beteiligt, deren Einfluß bei der großen in Betracht kommenden Schichtdicke und dem vollkommen dunklen Hintergrund, als den wir den Weltraum ansprechen dürfen, sich ebenfalls bemerkbar macht. Untersucht man das seitlich ausgestrahlte Licht, so findet man, daß es polarisiert ist und zwar am stärksten in der Ebene, die auf dem durchgehenden Strahl senkrecht steht. Die Polarisation des Himmelslichts ist bereits 1809 von Arago entdeckt worden, und er fand auch schon, daß die Polarisation in der zu den Sonnenstrahlen senkrechten Ebene am stärksten ist. Diese optischen Erscheinungen entdeckte man zuerst an der Atmosphäre und suchte dann im Laboratorium nach dem analogen optischen Verhalten der kolloiden Lösungen. Heute sind die Untersuchungen an den Kolloiden im Laboratorium weiter fortgeschritten, und es ist nun Angelegenheit der Meteorologen, die gefundenen Ergebnisse wieder auf die Deutung der atmosphärischen Erscheinungen anzuwenden.

Prof. Schmauss führt in einer Abhandlung<sup>1)</sup> „Kolloidchemie und Meteorologie“ den Vergleich der Atmosphäre mit einer kolloiden Lösung an Hand des Lehrbuches der Kolloidchemie von Zsigmondy<sup>2)</sup> durch. Die Atmosphäre ist

1) A. Schmauss, Kolloidchemie und Meteorologie. „Meteorologische Zeitschrift“ 1920 Heft 1/2.

2) O. Spamer 1918.



hiernach als Lösungsmittel aufzufassen, in dem Wasser- und Staubeilchen kolloid gelöst sind. Entsprechend der Bezeichnung Hydrosol und Alkosol für kolloide Lösungen in Wasser bzw. Alkohol führt Schmauss den Namen Aerosol ein. Die suspendierten Wasserteilchen können sowohl als kristalloide Lösung in Form von Wasserdampf, wie auch als kolloide Lösung in Form von Dunst oder Wolken auftreten. Während bei den Hydrosolen eine kolloide Lösung nur bei geringer oder fehlender kristalloiden Löslichkeit möglich ist, haben wir hier beim Aerosol kristalloide und kolloide Lösung nebeneinander und die Bildung der kolloiden Lösung von Wasser in Luft geht, abgesehen von der mechanischen Zerstäubung, immer erst durch den Zustand der kristalloiden Lösung hindurch.

Da die suspendierten Teilchen in der kolloiden Lösung durch die Stöße der Molekeln des Lösungsmittels der Wirkung der Schwerkraft entzogen werden und die Konzentration der Luftmolekeln mit der Höhe abnimmt, so werden sich in den höheren Schichten nur kleinere Teilchen suspendiert erhalten können als in den tieferen. Es wird also in den Zirren das Wasser sich in feinerer Verteilung finden, als in den mittleren und tieferen Wolkenschichten. Wie man z. B. beim kolloiden Gold von den amikroskopischen Teilchen, deren Größe nicht wahrnehmbar ist, bis zu den Teilchen, die aus dem Lösungsmittel sedimentieren, viele Übergangsgrößen kennt, so sind auch die Wasserteilchen in der Luft in verschiedenen Größen vorhanden, und die Fähigkeit dieser Teilchen, sich im kolloiden Lösungszustande zu erhalten, ist von der Dichte bzw. der Höhenlage der Luftschicht, in der die Teilchen schweben, abhängig. Es werden sich also die Teilchen ihrer Größe entsprechend in verschiedenen Höhenlagen in einem Sedimentationsgleichgewicht befinden. Die Ausbildung von Wolkenetagen und wolkenfreien Räumen läßt sich vielleicht auf eine un stetige, sprungweise Größenänderung der Wasserteilchen zurückführen.

Bei manchen Kolloiden findet durch Abkühlung eine Vereinigung der Teilchen zu größeren statt, die als Niederschlag ausfallen, man sagt das Kolloid koaguliert. Eine entsprechende Koagulation tritt auch bei den Wolken durch Abkühlung ein. Für die Koagulation kommen bei den kolloiden Lösungen auch noch elektrische Erscheinungen in Betracht. So scheiden sich unter Einwirkung eines starken Stromes die Kolloide an einer der beiden Elektroden aus, und es entsteht um die Elektrode ein kolloidfreier Raum. Dieser Vorgang unterscheidet sich von der Elektrolyse dadurch, daß hier durch den Strom eine Trennung des gelösten Stoffes einerseits vom Lösungsmittel andererseits bewirkt wird. Die entsprechende Erscheinung haben wir im Aerosol bei der Auflösung von Nebel durch Anlegen eines elektrischen Feldes. Viele Kolloide sind auch gegen die Einführung eines Elektrolyten sehr empfindlich. So wird z. B. aus Arsentrioxyd durch Schwefelwasserstoff das Sulfid in Form eines Kolloids ausgeschieden, fügt man aber etwas Salzsäure hinzu, so findet die Ausscheidung des Sulfids als Niederschlag statt. Dieser Vorgang läßt sich dadurch erklären, daß diese kolloiden Lösungen durch elektrische Ladungen der suspendierten Teilchen stabilisiert werden. Durch die elektrolytische Dissoziation der hinzugefügten Säure findet eine Entladung der Teilchen statt, und es tritt eine Störung des Gleichgewichts ein. Schmauss hält diesen Vorgang der Koagulation für die Deutung der plötzlichen Auslösung der Regenbildung für besonders wertvoll. Wodurch die Entladung der in den Wolken suspendierten Teilchen bewirkt wird, läßt sich heute noch nicht sagen, aber es ist auch schon von anderen Forschern



gemutmaßt worden, daß die spontane Niederschlagsbildung, die oft an schweren Regenwolken zu beobachten ist, auf elektrischen Erscheinungen beruht.

Aus den hier angeführten Vergleichen läßt sich schon die Fruchtbarkeit der Anwendung der Lehre von den Kolloiden auf die atmosphärischen Erscheinungen ahnen. Jedenfalls ist zu erwarten, daß sich hier ein neues, weites Feld für die Tätigkeit der Meteorologie auftut, und daß die noch junge Wissenschaft von den Kolloiden neben der Dynamik und Thermodynamik, die bis jetzt in erster Linie zur Erklärung der meteorologischen Erscheinungen herangezogen wurden, sich eine vielleicht gleichberechtigte Stellung in der Meteorologie erwerben wird.

## Der gestirnte Himmel im Monat August 1920.

Von Dr. F. S. Archenhold.

### Ueber die Entdeckung von neuen Sternen in der Milchstraße.

Fast alle Zirkulare der Harvard-Sternwarte, die uns seit Wiederaufnahme der wissenschaftlichen Beziehungen zu Amerika zugegangen sind, enthalten Mitteilungen über die Entdeckung von neuen oder veränderlichen Sternen. Sie wurden dort von drei tüchtigen Astronominnen, Miß Cannon, Miß Mackie und Miß Woods, bei der Bearbeitung der photographischen Platten der Harvard-Sternwarte entdeckt, indem sie neu aufgenommene Platten mit alten Platten derselben Gegend verglichen, von denen die Sternwarte eine außerordentlich große Sammlung besitzt.

So entdeckte Miß Woods im April 1919 einen neuen Stern in der Nähe von  $\delta$ Sagittarii in Rekt. =  $18^{\text{h}} 24^{\text{m}} 6^{\text{s}}$ , Dekl. =  $-29^{\circ} 28',9$  (1875). Der Stern war früher ungefähr 14. Größe mit kleinen Schwankungen, zeigte aber eine Helligkeitszunahme von 3 Größenklassen im Jahre 1901. Am 24. April 1919 war er sogar 7. Größe, während er jetzt ungefähr 12. Größe ist. Auf einer Platte vom September 1919 erschien er deutlich neblig.

Im August 1919 gelang Miß Mackie als Resultat einer systematischen Untersuchung die Entdeckung eines Sterns im Ophiuchus. Er ist auf keiner Platte vor dem 20. August 1919 zu sehen, an welchem Tage er 9,4. Größe war. Am 13. September 1919 war er 7,5. Größe. Seitdem zeigt er starke Schwankungen. Miß Cannon fand das Spektrum sehr bemerkenswert: zahlreiche helle Linien, in etwas denen der Eta Carinae ähnlich. Die Stellung ist Rekt. =  $18^{\text{h}} 9^{\text{m}} 27^{\text{s}}$ , Dekl. =  $+11^{\circ} 35',1$  (1900). Die Spektrogramme, die im April 1920 aufgenommen sind, zeigen das für Nebel typische Spektrum.

Im Dezember 1919 fand wieder Miß Mackie eine Nova im Sternbilde der Leier, die, wie fast alle anderen neuen Sterne, auch in der Ebene der Milchstraße liegt (Rekt. =  $18^{\text{h}} 49^{\text{m}} 30^{\text{s}}$ , Dekl. =  $+29^{\circ} 6',3$ ) (1900). Das Spektrum war das für eine Nova charakteristische, nämlich auf kontinuierlichem Grunde zahlreiche helle Linien und dunkle Absorptionsbanden. Zwischen dem 4. und 6. Dezember ist ein gewaltiger Sprung der Helligkeit von der 16. auf die 6,5. Größe geschehen. Seitdem hat der Stern unter Schwankungen der Helligkeit abgenommen. Er ist jetzt 8,5. Größe. Die Besitzer von kleinen Fernrohren von 2 bis 3 Zoll Oeffnung können den Stern schon beobachten und eventl. weitere Helligkeitsschwankungen verfolgen. Das Spektrum der Nova Lyrae zeigte nach Adams und Joy Anfangs Februar 1920 im Spektrographen des Mount Wilson-Observatoriums in Kalifornien breite helle Wasserstoffbanden und andere Banden, wie eine Andeutung der Hauptnebellinie. Die Wasserstoffabsorptionslinien waren doppelt und um 15 bis 30 Angström verschoben.

Der nächste neue Stern wurde von Miß Woods Anfangs 1920 auf alten Platten der Harvard-Sternwarte im Schützen entdeckt. Die Geschichte dieses Sternes ist sehr interessant. Vor dem Jahre 1917 war er auf Platten, die sogar Sterne bis zu 17. Größe zeigen, unsichtbar. Noch auf einer Platte vom 18. April 1917 war er nicht zu sehen, während er einige Tage darauf, am 25. April, als ein Stern 6,5. Größe erschien. Seine Position ist Rekt.



=  $16^{\text{h}} 48^{\text{m}} 24^{\text{s}}$ , Dekl. =  $-29^{\circ} 27',8$ . Bis zum August fanden große Helligkeitsschwankungen statt. Auf späteren Platten war dann der Stern nicht mehr zu sehen, auch nicht auf einer Photographie aus dem Juni 1919, die Sterne bis 13,4. Größe zeigt.

Eine andere Nova im Schützen, in der Nähe der ersteren (Rekt. =  $18^{\text{h}} 2^{\text{m}} 31^{\text{s}}$ , Dekl. =  $-32^{\circ} 29',1$ ) war am 24. Juli 1905 nur 12. Größe, am 26. Juli 8,8. und am 27. Juli schon 7,1. Größe. Sie nahm schnell an Helligkeit ab und war im August 1905 nur noch 10. Größe. Auf späteren Platten ist sie nicht mehr sichtbar.

Diese fünf neuen Sterne bilden eine merkwürdige Gruppe. Sie liegen alle in der Milchstraße und zwar zwischen  $16^{\text{h}} 48^{\text{m}}$  und  $20^{\text{h}}$ . Die Maxima erreichen 7., 7,5., 6,5., 6,5., 7,1. Gr. Die Helligkeit ist also für einen Liebhaberastronomen schon sehr zugänglich. Wenn er eine bestimmte Region der Milchstraße genau kennt, so wird er sicher einen neuen Stern 6. bis 8. Größe bemerken, wenn ein solcher dort aufleuchtet. Wie wir sehen, ist die Gelegenheit für eine solche Entdeckung garnicht so selten und hoffnungslos. Die fleißige und systematische Beobachtung einer bestimmten Region der Milchstraße mit kleinen Fernrohren und aufmerksame Prüfung aller sichtbaren Sterne bei Benutzung eines jeden klaren Abends, gestatten einem Liebhaberastronomen, eine gleichberechtigte Stelle unter wissenschaftlich arbeitenden Astronomen einzunehmen und der Wissenschaft einen großen Dienst zu leisten.

Eine Organisation zur Ueberwachung der Milchstraße ist in der letzten Zeit auf der Treptow-Sternwarte entstanden. Sie stellt die Aufgabe ständiger systematischer Beobachtungen der Milchstraße in bezug auf neue Sterne. Ihre Hauptziele sind Organisation der Liebhaberastronomen und Erleichterungen bei Beschaffung von Instrumenten durch Anfertigung von 2000 Einheitsfernrohren, wodurch der Preis bedeutend vermindert und gleichzeitig die Homogenität der einzelnen Beobachtungen erreicht wird.

Wenn sich erst 2000 deutsche Augen zum Himmel erheben werden, dann kann uns Deutschen kein neuer Stern mehr entgehen.

### Die Sterne.

Unsere Sternkarte gibt den Stand der Sterne für den 1. August, abends  $10^{\text{h}}$ , an, gilt auch für den 15. August, abends  $9^{\text{h}}$ , und für den 1. September, abends  $8^{\text{h}}$ . Wenn wir unser Auge vom Meridian aus über den Himmel von Süden nach Norden wandern lassen, so erblicken wir im Süden den Schützen, hoch im Zenit die Leier mit der hellen Wega. Im Südosten steht der Wassermann, im Nordosten der Widder, Perseus und Fuhrmann nur wenig über dem Horizont. Im Nordwesten steht der Große Bär ziemlich tief, der Löwe ist schon zum Teil unter dem Horizont verschwunden, im Südwesten finden wir Jungfrau und Skorpion. In den Tagen vom 8.—12. August sind die Perseiden wieder zu erwarten, deren Beobachtung besonders in den ersten Tagen günstig sein wird, da der Mond am 7. August im letzten Viertel steht.

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

Aug. 3.	$1^{\text{h}} 42^{\text{m}}$ nachts	Aug. 14.	$12^{\text{h}} 57^{\text{m}}$ mittags	Aug. 26.	$12^{\text{h}} 13^{\text{m}}$ nachts
„ 5.	$10^{\text{h}} 31^{\text{m}}$ abends	„ 17.	$9^{\text{h}} 46^{\text{m}}$ morgens	„ 28.	$9^{\text{h}} 2^{\text{m}}$ abends
„ 8.	$7^{\text{h}} 20^{\text{m}}$ abends	„ 20.	$6^{\text{h}} 35^{\text{m}}$ morgens	„ 31.	$5^{\text{h}} 51^{\text{m}}$ abends
„ 11.	$4^{\text{h}} 9^{\text{m}}$ nachm.	„ 23.	$3^{\text{h}} 24^{\text{m}}$ nachts		

### Der Lauf von Sonne und Mond.

Die Sonne (Feld  $8\frac{3}{4}^{\text{h}}$  bis  $10\frac{1}{2}^{\text{h}}$ ) tritt am 23. August vom Zeichen des Löwen in das der Jungfrau. Ihre Mittagshöhe nimmt weiter langsam ab. Sie beträgt am 1., 16. und 31. August  $55\frac{1}{2}^{\circ}$ ,  $51\frac{1}{4}^{\circ}$  und  $46\frac{1}{4}^{\circ}$ . An diesen Tagen geht die Sonne um  $4^{\text{h}} 21^{\text{m}}$ ,  $4^{\text{h}} 45^{\text{m}}$ ,  $5^{\text{h}} 10^{\text{m}}$  auf und um  $7^{\text{h}} 50^{\text{m}}$ ,  $7^{\text{h}} 22^{\text{m}}$ ,  $6^{\text{h}} 49^{\text{m}}$  unter.

Ihre Stellungen sind aus folgender Tabelle zu entnehmen:



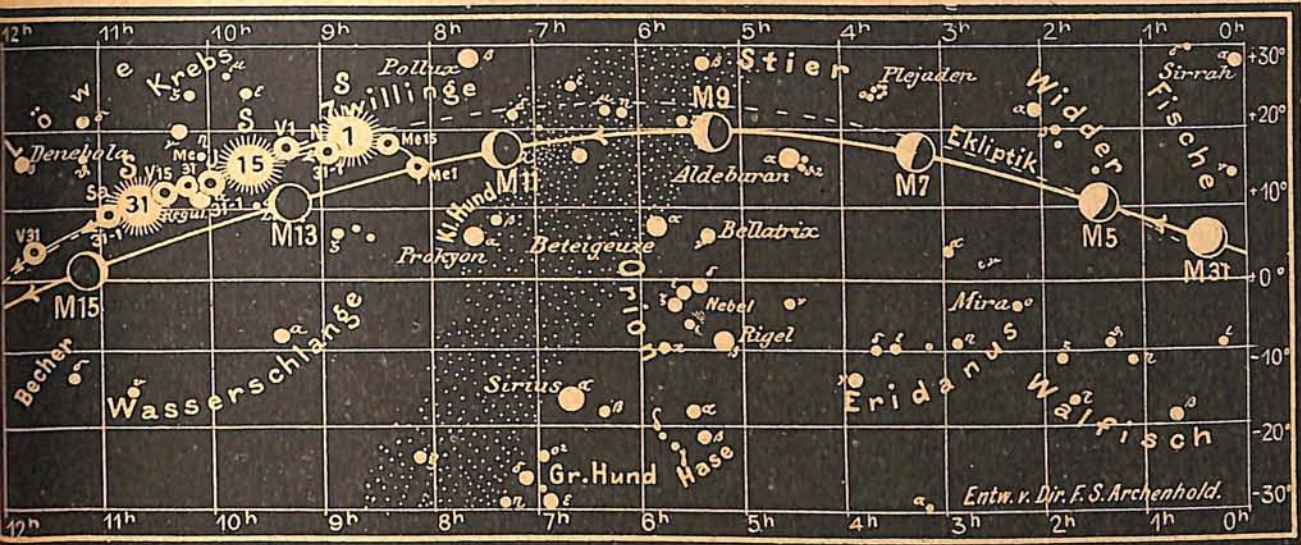




für den Monat August 1920

Abb. 1a

Nachdruck verboten



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

Der Mond ist mit seinen Lichtgestalten von zwei zu zwei Tagen für die Mitternachtszeit in die Karten 1 a und 1 b eingetragen.

Die Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Letztes Viertel: Aug. 7. 1<sup>3</sup>/<sub>4</sub>h nachm., Erstes Viertel: Aug. 21. 12h mittags,  
 Neumond: „ 14. 4<sup>3</sup>/<sub>4</sub>h morgens, Vollmond: „ 29. 2h nachm.

Für Berlin findet die Bedeckung eines helleren Sternes durch den Mond statt:

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Winkel	Austritt M. E. Z.	Winkel	Bemerkungen
Aug. 18.	$\alpha$ Virginis (Spika)	1,2	13h 21m,0	-10° 45'	2h 15m,6	74° 5'	3h 12m,8	333° 9'	Eintritt von der dunklen Seite des Mondes

### Die Planeten.

**Merkur** (Feld 8<sup>h</sup> bis 10<sup>h</sup>) erreicht am 14. August seine größte westliche Abweichung von der Sonne (18° 42') und ist im Morgenrot zu beobachten. Vom 10. August bis zur Zeit der Elongation nimmt die Beobachtungsdauer bis <sup>3</sup>/<sub>4</sub> Stunden zu. Am 12. August steht Merkur in der Nähe der schmalen Mondsichel und ist daher leicht aufzufinden. In unseren Breiten, wo die Tageskurve schräg zum Horizont liegt, steht Merkur, trotz seiner großen scheinbaren Entfernung von der Sonne, bei Sonnen-Auf- und Untergang immer nur sehr tief am Horizont und ist infolgedessen bei uns selten sichtbar.

**Venus** (Feld 9<sup>1</sup>/<sub>4</sub>h bis 11<sup>3</sup>/<sub>4</sub>h) ist als Abendstern Ende des Monats sichtbar. Seit ihrer oberen Konjunktion mit der Sonne am 3. Juli tritt sie immer weiter aus den Sonnenstrahlen heraus, um später ein prachtvoller Schmuck unseres herbstlichen Abendhimmels zu werden.

**Mars** (Feld 14<sup>1</sup>/<sub>2</sub>h bis 15<sup>3</sup>/<sub>4</sub>h) ist zu Anfang des Monats etwa 1 Stunde zu beobachten. Er bewegt sich rechtläufig durch das Sternbild der Waage. Sein scheinbarer Durchmesser nimmt auf 8" ab bei einer Entfernung von der Erde von über 170 Millionen Kilometer.

**Jupiter** (Feld 9<sup>3</sup>/<sub>4</sub>h bis 10<sup>1</sup>/<sub>4</sub>h) tritt am 22. August in Konjunktion mit der Sonne und ist während des ganzen Monats unsichtbar.



Planetenörter.

August	Rektasz.		Deklin.		Ob. Kulm.		August	Rektasz.		Deklin.		Ob. Kulm.	
	h	m	o	'	h	m		h	m	o	'	h	m
Merkur													
1	8	7,3	+15	39	23	23	21	15	13,0	-19	40	5	15
3	8	4,3	16	11	23	12	23	15	17,9	19	59	5	12
5	8	2,8	16	43	23	4	25	15	22,9	20	18	5	9
7	8	3,0	17	14	22	57	27	15	27,9	20	37	5	6
9	8	5,1	17	41	22	52	29	15	33,0	20	56	5	3
11	8	9,1	18	3	22	49	31	15	38,2	-21	14	5	0
13	8	15,1	18	18	22	48							
15	8	22,8	18	26	22	49							
17	8	32,4	18	25	22	51	1	9	48,0	+14	10	1	9
19	8	43,5	18	13	22	55	5	9	51,3	13	52	0	56
21	8	55,9	17	50	23	0	9	9	54,7	13	35	0	44
23	9	9,4	17	16	23	6	13	9	58,1	13	17	0	31
25	9	23,7	16	31	23	13	17	10	1,4	13	0	0	19
27	9	38,5	15	35	23	20	21	10	4,8	12	42	0	7
29	9	53,7	14	29	23	28	25	10	8,1	12	24	23	51
31	10	8,8	+13	16	23	35	29	10	11,5	+12	5	23	39
Mars													
1	14	28,4	-16	14	5	49	21	22	24,5	10	49	12	24
3	14	32,5	16	35	5	45	25	22	23,9	10	53	12	8
5	14	36,7	16	56	5	41	29	22	23,3	-10	56	11	52
7	14	40,9	17	17	5	38							
9	14	45,3	17	38	5	34							
11	14	49,7	17	59	5	31	3	8	54,9	+17	25	0	8
13	14	54,2	18	19	5	27	11	8	56,1	17	20	23	34
15	14	58,8	18	40	5	24	19	8	57,2	17	15	23	3
17	15	3,5	19	0	5	21	27	8	58,4	+17	11	22	33
19	15	8,2	-19	20	5	18							
Jupiter													
1	9	48,0	+14	10	1	9	1	10	50,5	+9	17	2	11
5	9	51,3	13	52	0	56	5	10	52,3	9	7	1	57
9	9	54,7	13	35	0	44	9	10	54,0	8	56	1	43
13	9	58,1	13	17	0	31	13	10	55,8	8	45	1	29
17	10	1,4	13	0	0	19	17	10	57,6	8	34	1	15
21	10	4,8	12	42	0	7	21	10	59,4	8	22	1	1
25	10	8,1	12	24	23	51	25	11	1,3	8	11	0	47
29	10	11,5	+12	5	23	39	29	11	3,1	+8	0	0	33
Saturn													
1	22	27,3	-10	32	13	46	1	22	27,3	-10	32	13	46
5	22	26,8	10	36	13	30	5	22	26,8	10	36	13	30
9	22	26,2	10	39	13	13	9	22	26,2	10	39	13	13
13	22	25,7	10	42	12	57	13	22	25,7	10	42	12	57
17	22	25,1	10	46	12	41	17	22	25,1	10	46	12	41
21	22	24,5	10	49	12	24	21	22	24,5	10	49	12	24
25	22	23,9	10	53	12	8	25	22	23,9	10	53	12	8
29	22	23,3	-10	56	11	52	29	22	23,3	-10	56	11	52
Uranus													
1	8	54,9	+17	25	0	8	1	8	54,9	+17	25	0	8
5	8	56,1	17	20	23	34	5	8	56,1	17	20	23	34
9	8	57,2	17	15	23	3	9	8	57,2	17	15	23	3
13	8	58,4	+17	11	22	33	13	8	58,4	+17	11	22	33
Neptun													
1	10	50,5	+9	17	2	11	1	10	50,5	+9	17	2	11
5	10	52,3	9	7	1	57	5	10	52,3	9	7	1	57
9	10	54,0	8	56	1	43	9	10	54,0	8	56	1	43
13	10	55,8	8	45	1	29	13	10	55,8	8	45	1	29
17	10	57,6	8	34	1	15	17	10	57,6	8	34	1	15
21	10	59,4	8	22	1	1	21	10	59,4	8	22	1	1
25	11	1,3	8	11	0	47	25	11	1,3	8	11	0	47
29	11	3,1	+8	0	0	33	29	11	3,1	+8	0	0	33

Die vier hellen Jupitersmonde sind erst von Mitte September ab zu beobachten.

- August 15. 5<sup>h</sup> morgens Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- „ 15. 8<sup>h</sup> abends Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- „ 20. 5<sup>h</sup> abends Jupiter in Konjunktion mit  $\alpha$  Leonis (Jupiter 24' nördlich).
- „ 20. 8<sup>h</sup> abends Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- „ 22. 10<sup>h</sup> morgens Jupiter in Konjunktion mit der Sonne.
- „ 22. 9<sup>h</sup> abends Venus in Konjunktion mit Saturn (Venus 23' südlich).
- „ 27. 8<sup>h</sup> morgens Uranus in Opposition mit der Sonne.

Diese Zeitschrift erscheint einmal monatlich in einem Doppelheft. — Bezugspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 7.50 M. (Ausland 12.50 M.) durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelheft 3.— M. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 250.— M., 1/2 Seite 130.—, 1/4 Seite 70.—, 1/8 Seite 40.—, 1/16 Seite 25.—. Bei Wiederholungen Rabatt.

Für die Schriftleitung verantwortl.: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; f. d. Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW, Blücherstr. 22  
 Druck von Emil Dreyer, Berlin SW

Saturn (Feld 11<sup>h</sup>) steht während des ganzen Monats sehr dicht bei der Sonne, da seine Konjunktion schon am 8. September stattfinden wird.

Uranus (Feld 22<sup>1/2</sup><sup>h</sup>) ist im August gut zu beobachten. Er befindet sich im Sternbilde des Wassermanns, und mitternachts steht er im Meridian. Besitzer von kleinen Fernrohren oder schon von guten Operngläsern können den Planeten immer auffinden, da der Uranus ein Stern sechster Größe ist. Man braucht dazu nur den Ort, wo er steht (siehe unsere Planetentafel) mit sämtlichen kleinen Sternen, die in dieser Region sichtbar sind, aufzuzeichnen und diese Beobachtung einige Tage lang zu wiederholen. Nach einer Woche erkennt man dann den Uranus an seiner Bewegung von etwa 1' bis 2' unter den Sternen.

Neptun (Feld 9<sup>h</sup>) ist am 3. August in Konjunktion mit der Sonne und daher unsichtbar.

Bemerkenswerte

Konstellationen:

- August 3. 1<sup>h</sup> nachts Neptun in Konjunktion mit der Sonne.
- „ 8. 7<sup>h</sup> abends Venus in Konjunktion mit dem Jupiter (Venus 0° 39' nördlich vom Jupiter).
- „ 12. 10<sup>h</sup> abends Merkur in Konjunktion mit d. Monde.
- „ 14. 6<sup>h</sup> abends Jupiter in Konjunktion mit d. Monde.
- „ 14. 12<sup>h</sup> nachts Merkur in größter westlicher Elongation. 18° 42'.



## INHALT

- |   |  |
|---|--|
| 1. Prof. Adolf Berberich †. Von Dr. F. S. Archenhold 179<br>2. Ueber die angebliche Beobachtung eines Planeten-<br>durchganges durch Averroes und andre. Von<br>Geheimrat Prof. Dr. Eilhard Wiedemann . . . . . 180<br>3. Der gestirnte Himmel im Monat September 1920<br>(Mutmaßliche parallele Raumbewegung der Hyaden<br>und Praesepe). Von Dr. F. S. Archenhold . . . . . 181 | 4. Laienastronomische Neuigkeiten vom Planeten Mars.<br>Von Studienrat Richard Sommer . . . . . 187<br>5. Kleine Mitteilungen: Entdeckung eines neuen Sterns<br>im Sternbilde des Schwans, „Nova Cygni“. — Eine<br>Bahnbestimmung des Doppelsternes Krüger 60. —<br>Der neue Stern „Nova Ophiuchi“ . . . . . 192 |
|---|--|

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

## Prof. Adolf Berberich †.

Von Dr. F. S. Archenhold.

Am 27. April 1920 starb im Alter von 58 Jahren Professor Adolf Berberich, Observator am Staatsrecheninstitut. Er ist seit Begründung des „Vereins von Freunden der Treptow-Sternwarte“ im Jahre 1898 sein Vorstandsmitglied gewesen und hat sowohl durch seine Mitarbeit an unserer Zeitschrift „Das Weltall“<sup>1)</sup>, wie auch durch seine wissenschaftliche Beratung sein Interesse für unsere Bestrebungen kund getan.



nen er auch persönlich verkehrte. Ich erinnere mich noch aus der gemeinsamen Straßburger Studienzeit, daß er sich nur zu mir gesellte, wenn ich allein ging; gewöhnlich wählte er einen anderen Weg als die anderen Studenten, um sich ihnen nicht anschließen zu müssen. Es war mir daher vergönnt, aus eigener Anschauung einen Blick in seine außerordentliche Herzensgüte und lautere Gesinnung tun zu können. Seine

Es lag in seinem menschenscheuen Wesen, nicht selbst an die Öffentlichkeit zu treten. Mich verband seit meiner Studienzeit innige Freundschaft mit ihm; ich war einer der wenigen Astronomen, mit dem Menschencheu war nicht auf Menschenverachtung zurückzuführen, sondern beruhte auf allzugroßer Schüchternheit als Folge einer schweren Jugendzeit. Adolf Berberich war der schnellste und sicherste Rechner, der wohl jemals auf dem Gebiete astronomischer Rechenkunst gearbeitet hat. Wir verdanken ihm die Bahnberechnung von etwa 400 kleinen Planeten und vielen Kometenbahnen. Zu jeder Stunde des Tages und der Nacht war er bereit, aus der Beobachtung neuer Himmelsobjekte deren Bahn zu berechnen. Außer-

<sup>1)</sup> Wir erwähnen folgende Aufsätze:

- Jg. 1, S. 222: Die Wandlungen des Spektrums des neuen Sterns im Perseus.  
 Jg. 2, S. 40: Die Durchmessergrößen der Planeten. — S. 85: Doppelsterne. — S. 95: Die astronomische Theorie des Alters der Eiszeit. — S. 113: Die spektroskopischen Doppelsterne. — S. 133: Große Entfaltung des Leonidenphänomens in Kalifornien. — S. 151: Teilungen und Lichtausbrüche bei Kometen.  
 Jg. 3, S. 27: Die Entfernungen der nächsten Fixsterne von der Sonne. — S. 113: Die im Jahre 1903 wiederkehrenden periodischen Kometen. — S. 164: Das System der Saturnsmonde.  
 Jg. 4, S. 135: Verlorene Planeten. — S. 248: Merkwürdige Doppelsterne.  
 Jg. 6, S. 260: Neuer Planetoid Wolf 1906 T. G.



ordentliche Begabung und langjährige Erfahrung befähigten ihn, sofort zu erkennen, ob ein neu aufgefundener Planetoid oder Komet zu den verloren gegangenen zu zählen sei, oder wirklich vorher noch nicht bekannt war. Seine sterblichen Reste sind am 30. April auf dem St. Matthias-Friedhofe beigesetzt worden; in den Annalen der Wissenschaft ist sein Name mit leuchtenden Buchstaben eingetragen. Der „Verein von Freunden der Treptow-Sternwarte“, wie die Sternwarte selbst, verlieren in ihm einen ihrer treuesten und stets hilfsbereiten Förderer.

Prof. Berberich war in den Jahren 1906 bis 1910 Herausgeber des „Astronomischen Jahresberichtes“ (Bd. 7 bis 11) als Nachfolger von Prof. Wislicenus. Von seinen wissenschaftlichen Publikationen erwähnen wir noch die in den Schriften der Kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin erschienenen „Tafeln für die heliozentrischen Koordinaten von 307 kleinen Planeten“.

## Ueber die angebliche Beobachtung eines Planetendurchganges durch Averroes und andre.

Von Geheimrat Prof. Dr. Eilhard Wiedemann.

Von den muslimischen Völkern sind zahlreiche grundlegende Beobachtungen auf naturwissenschaftlichem Gebiet gemacht worden. Manches wird ihnen aber auch fälschlich zugeschrieben. Daß es mehr wie unwahrscheinlich ist, daß sie das Pendel zur Zeitmessung benutzt haben, habe ich in den Verhandlungen der physikalischen Gesellschaft Bd. 21, S. 663, 1919 nachgewiesen. Für die Beurteilung der Angabe von *Ibn Roschd*<sup>1)</sup> (dem bekannten Philosophen und Kommentator des Aristoteles, 1126 bis 1198 (99), daß er einen Merkurdurchgang beobachtet habe, dürfte folgende Mitteilung von Herrn Hofrat Professor Dr. Hartwig in Bamberg von Wert sein, die auch in dankenswerter Weise Angaben über sonstige Planetendurchgänge zur Zeit der Blüte islamischer Wissenschaft enthält:

Von Planetendurchgängen zwischen 800 und 1350 n. Chr. kommen die von Merkur gar nicht in Betracht, da sein Durchmesser zu klein ist, um mit bloßem Auge den schwarzen Punkt erkennen zu lassen. Die Behauptung von Averroes, im 12. Jahrhundert den Merkur vor der Sonne gesehen zu haben, ist sicher irrig. Er wird einen Sonnenfleck für den Merkur gehalten haben. Die Venusdurchgänge können mit bloßem Auge gesehen werden, wenn die Zeit des auf etwa sechs Stunden sich erstreckenden Vorüberganges bekannt ist. Solche Vorübergänge wurden erst seit der Erfindung des Fernrohrs beobachtet. Venusdurchgänge fanden in der genannten Zeit statt: 902 November 30, 910 November 28, 1032 Mai 30, 1040 Mai 28, 1145 Dezember 2, 1153 November 30, 1275 Juni 1,

<sup>1)</sup> *Ibn Roschd* sagt in seinem Kompendium des *Almagest* von Ptolemäus, er habe etwas schwarzes auf der Sonne gesehen, zu einer Zeit, für die nach den Tabellen eine Konjunktion von Sonne und Merkur stattgefunden hat (vgl. J. F. Weiler, *Historia Astronomiae* S. 216, 1741). Auch Kopernikus verweist auf diese Beobachtung (*Revolutio* Lib. I, cap. IV. Thorner Ausgabe S. 26). Herr Pfarrer Hattendorf weist auf folgende Stelle aus den sog. *Annalen von Einhard* hin (*Mon. Germaniae hist. Script. T. I, pag. 194*): Im Jahre 807 an die XVI kal. April. (= 17. März) sah man den Merkur auf der Sonne als einen kleinen schwarzen Fleck, der sich ein wenig oberhalb des Mittelpunktes dieses Gestirnes befand. Wir sahen ihn 8 Tage; wann er aber eintrat und austrat, konnten wir, da Wolken die Beobachtung hinderten, nicht angeben (vgl. Humboldt, *Kosmos* 3, 413).



1283 Mai 30. Die Durchgänge von 1388 Dezember 4 und 1396 Dezember 2 sind die ersten nach 1350 gewesen.

Eine interessante hierher gehörige Angabe teilt *Ibn al Qifti* S. 110 mit. Ein zum Islam übergetretener sabischer Historiker *Ghars al Ni'ma Muh. b. al Hilât b. al Muhassan* (geb. etwa 1016) gibt aus einer Abhandlung<sup>1)</sup> von *Ga'far*, Sohn des Chalifen *al Muktafi billâh* (902 bis 908), folgende Bemerkung wieder:

Im Jahre 225 (839/840) unter dem Chalifat von *al Mu'tasim* (833 bis 842) erschien auf der Sonne ein schwarzer Fleck nahe an deren Mitte, und zwar Dienstag, den 19. *Ragab* 225 d. H. (25. V. 840); zwei Tage nach diesem Datum, d. h. am 27. V. 840, traten die neuen Ereignisse ein. (Es bezieht sich dies wohl auf die Konflikte von *Mu'tasim* mit *Afschîn*.) *Al Kindî* (der um diese Zeit lebende Philosoph) berichtet, daß der Fleck 91 Tage auf der Sonne blieb<sup>2)</sup> und nach diesen starb *Mu'tasim*<sup>3)</sup>.

Vor dem Tod von *Mu'tasim* waren auch zwei Kometen erschienen, wie vor demjenigen von [*Harûn*] *al Raschîd* (786 bis 809) eine Anzahl von ihnen sich zeigte.

Weiter berichtet *al Kindî*, daß der Fleck einer Verfinsterung [eines Teiles] der Sonne durch die Venus entsprach und daß beide während der erwähnten Zeit eng verbunden sind.

Man sagt, daß es in Bezug auf den Willen Gottes in diesem Punkt (d. h. was Gott durch diese Erscheinung bezweckte) Erörterungen gibt, in denen man sich bemühte, die wahre Ursache dieses Fleckes genau kennen zu lernen. —

Ferner betrachtet er (*Ibn al Muktafi*) in dieser Abhandlung die Einflüsse der Kometen mit Rücksicht auf ihre Aufgänge in den einzelnen syrischen Monaten.

## Der gestirnte Himmel im Monat September 1920.

Von Dr. F. S. Archenhold.

### Mutmaßliche parallele Raumbewegung der Hyaden und Praesepe.

Eine Reihe von grundlegenden Arbeiten von Seeliger, Kapteyn, Schwarzschild und anderen haben uns interessante Aufschlüsse über die Bewegung und Verteilung der Sterne im Weltall gegeben. Neuerdings haben photometrisch-photographische Durchmusterungen einzelner Gegenden, insbesondere in Verbindung mit spektralanalytischen Vergleichen, wertvolle Resultate zutage gefördert, wie z. B. das letztthin geschilderte Pickering'sche Verfahren der Bestimmung von Entfernungen bekannter Sternhaufen und Nebel<sup>4)</sup>. In den „A. N.“, Nr. 5055, hat jetzt Kohlschütter eine Untersuchung über die Hyaden und Praesepe veröffentlicht, worüber wir im folgenden berichten wollen. Bekannte Parallaxenmessungen hatten für die Hyadensterne den Wert 0'',025 oder 132 Lichtjahre ergeben. Die scheinbare jährliche Eigenbewegung ist auf 0'',11 und die Radialgeschwindigkeit auf + 46,5 km in der Sekunde bestimmt worden. Alle Sterne der Hyadengruppe strömen in einem Konvergenzpunkt zusammen, der etwa

<sup>1)</sup> Die Schrift schildert nach *Ghars*, was sich bei den geschwänzten Sternen (Kometen) zu ihren Zeiten (d. h. wenn sie erscheinen) ereignet, und welchen Einfluß sie ausüben.

<sup>2)</sup> Ein Fleck kann natürlich nicht 91 Tage sichtbar bleiben, da die Umdrehungszeit der Sonne nur etwa 25 Tage beträgt.

<sup>3)</sup> Die Zahlen können unmöglich stimmen, da der Fleck 840 erschien und *Mu'tasim* erst 842 starb (vgl. hierzu Suter No. 142).

<sup>4)</sup> Vergl. „Weltall“, 20. Jg., S. 155.



30° von dem Mittelpunkt der Gruppe abliegt. Hertzsprung hat schon früher gezeigt, daß bei den Hyadensternen ein deutlicher Zusammenhang zwischen Farbe und Helligkeit besteht. Ordnet man die Sterne nach der Helligkeit, so nimmt der Farbenindex mit abnehmender Helligkeit fast in linearem Verhältnis zu. Nur die vier Sterne  $\gamma$  Tauri,  $\delta$  Tauri,  $\epsilon$  Tauri,  $\eta$  Tauri bilden eine merkwürdige Ausnahme, da ihre Helligkeit trotz des bedeutenden Farbenindex — sie sind alle intensiv gelb —, sehr groß ist. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß diese vier Sterne physisch zur Gesamtgruppe gehören. Wir haben es hier also mit sogenannten Riesensternen zu tun, die unter den übrigen Zwergen ohne allmählichen Uebergang herausragen.

Kohlschütter vermutete mit Recht, daß eine ähnliche Beziehung, wie sie zwischen Helligkeit und Farbenindex bei der Hyadengruppe aufgetreten war, auch zwischen Helligkeit und Spektraltyp bestehen müßte. Für seine Untersuchung benutzte er Hyadenaufnahmen, die Hertzsprung mit dem Objektivprisma am Zeiß-Triplet des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam im Jahre 1911 aufgenommen hatte. Zu diesem Zwecke hatte er die Intensität der einzelnen Linien in den Spektren der Hyadensterne nach einer besonderen Methode der Stufenschätzung verglichen und gelangte zu einer genauen Spektralcharakteristik der Sterne. Es wurde die Spektralregion  $H\gamma$  und  $H\eta$  im violetten Teile untersucht, und die Resultate der einzelnen Intensitätsschätzungen an jedem Linienpaar auf eine besondere Klassifikationsskala gebracht und in einer Tabelle zusammengefaßt. Aus dieser konnte dann abgeleitet werden, daß der Spektraltyp mit Ausnahme der eben genannten vier Sterne eine lineare Funktion der Helligkeit ist. Nennen wir den Spektraltyp  $S$ , die photographische Helligkeit  $m$ , so ergab sich unter Berücksichtigung aller Vergleichen nach der Methode der kleinsten Quadrate die Beziehung  $S = -0,303 + 0,103m$ . Nach dieser Formel konnte also nach der gemessenen Helligkeit  $m$  die Spektralklasse des Sternes abgeleitet werden und umgekehrt. Es ist bemerkenswert, daß auch für die Sonne diese Formel ihre Giltigkeit behält, was beweist, daß die Sonne ihrem Spektraltypus nach zu den Hyadensternen gehört und zwar von der Helligkeit 8,5. Größe. Sie würde also in der gleichen Entfernung der Hyaden als ein Stern 8,5. Größe gesehen werden können.

In gleicher Weise hat Kohlschütter auch die Spektraltypen der Praesepesterne bestimmt, wobei er eine Platte benutzte, die Münch im Jahre 1909 aufgenommen hat. Kohlschütter hat die von Schwarzschild im Jahre 1913 ausgesprochene Vermutung, daß Hyaden und Praesepe sich im Raum parallel und mit gleicher Geschwindigkeit bewegen, also zwischen beiden ein kosmischer Zusammenhang besteht, auf dreierlei Art untersucht. Zunächst muß in diesem Falle die Eigenbewegung der Praesepe nach dem Konvergenzpunkt der Hyadengruppe gerichtet sein. So stellte sich heraus, daß der Positionswinkel der Richtung von Praesepe-Mitte nach dem Hyaden-Konvergenzpunkt 254° beträgt, während der gemessene Positionswinkel 240° ausmacht. In Anbetracht der Unsicherheit des gemessenen Positionswinkels ist der Unterschied von 14° klein genug, um die parallele Raumbewegung der Hyaden und Praesepe wahrscheinlich zu machen.

Ein zweites Kriterium für die kosmische Zugehörigkeit bildet noch die Radialgeschwindigkeit der Praesepesterne. Nach Schwarzschild beträgt sie im Mittel aus 6 Sternen 36 km in der Sekunde. Die räumliche Geschwindigkeit der Hyaden beträgt nach Boß 46,5 km in der Sekunde. Ist es nun Tatsache, daß die Praesepe mit derselben räumlichen Geschwindigkeit nach demselben Konvergenzpunkt sich bewegt, so muß die Radialgeschwindigkeit der Praesepe = 46,5 multipliziert mit dem Kosinus des Winkelabstandes zwischen Mitte der Praesepe und Konvergenzpunkt der Hyadengruppe sein. Dieser Winkel ist 37°,7, so daß wir bei der Ausrechnung für die Radialgeschwindigkeit der Praesepe 36,1 km in der Sekunde erhalten, was also in diesem Falle eine vollständige Uebereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung ergibt.

Kohlschütter weist zum Schluß noch auf eine dritte Möglichkeit der Kontrolle der Hypothese kosmischer Zusammengehörigkeit beider Sternhaufen hin. Bei den



Hyaden entspricht der absoluten Helligkeit ein bestimmter Spektraltyp. Es ist nun anzunehmen, wenn wirklich Hyaden und Praesepe kosmisch zusammenhängen, daß sich auch die Praesepe-Sterne vollständig in die typische Reihe der Hyadensterne einordnen, in der Art, daß ein Praesepe-Stern von bestimmtem Spektraltyp auch dieselbe absolute Helligkeit haben wird, wie ein Hyaden-Stern von dem gleichen Spektraltyp. Die Parallaxe der Hyaden ist bekannt; daher kennt man auch die jedem Spektraltyp zukommende Helligkeit. Man braucht also nur die für die Hyaden geltende Zuordnung von Spektraltyp und absoluter Helligkeit auf die Praesepe übertragen, um aus dem beobachteten Spektraltyp auf die absolute Helligkeit, also auf die Parallaxe der Praesepe-Sterne, zu schließen. Es stellte sich heraus, daß tatsächlich die so erhaltene Parallaxe der Praesepe mit dem Parallaxenwert übereinstimmt, der rein geometrisch aus der Eigenbewegung folgte, indem man die räumliche Bewegung der Praesepe als gleich groß und gleich gerichtet mit der Hyadenbewegung annahm. Die Kohlschüttersche Spektralklassifikation der Sterne der beiden Gruppen ist mithin als eine Bestätigung der von Schwarzschild vermuteten kosmischen Zusammengehörigkeit der Hyaden- und Praesepegruppe anzusehen.

### Die Sterne.

Unsere Sternkarte gibt den Anblick des Sternenhimmels für den 1. September abends 10<sup>h</sup>, für den 15. abends 9<sup>h</sup> und für den 1. Oktober abends 8<sup>h</sup> usw. wieder. Der Meridian läuft um diese Zeit vom Südpunkt zwischen Steinbock und Wassermann durch den Delphin und Schwan zum Zenit, wo grade der neue Stern 1<sup>o</sup> nördlich von  $\psi$  Cygni steht; weiter geht der Meridian parallel zu den 3 hellsten Sternen im Cepheus zum Polarstern und in der Nähe der Hinterfüße des Großen Bären zum Nordpunkt des Horizontes. Von helleren Sternen sehen wir im Westen Wega und Arktur, im Nordost Capella und Aldebaran und am Südhimmel Deneb, Atair und Fomalhaut, der das „Maul des Fisches“ bedeutet. Er gibt für die Seefahrer in den nördlichen Gegenden, in denen er nur wenige Grade über den Horizont steigt, eine gute Orientierung, da er bei seiner Sichtbarkeit den „Südpunkt“ angibt.

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

Sept. 3.	2 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> nachm.	Sept. 15.	1 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> nachts	Sept. 26.	1 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup> nachm.
„ 6.	11 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup> morgens	„ 17.	10 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> abends	„ 29.	10 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> morgens.
„ 9.	8 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> „	„ 20.	7 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> „		
„ 12.	5 <sup>h</sup> 7 <sup>m</sup> „	„ 23.	4 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> nachm.		

Nachstehende veränderliche Sterne langer Periode stehen im September im Maximum:

Name	Rekt. 1920	Dekl. 1920	Zeit	Größe im Max.	Größe im Minim.	Periode
$\zeta$ Ursae Min.	15 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> ,34	+78 <sup>o</sup> 54',2	Sept. 2.	7,2	11,6	323 Tage
R Bootis	14 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup> ,40	+27 <sup>o</sup> 5',2	„ 23.	5,9	12,2	223 „
W Cancri	9 <sup>h</sup> 5 <sup>m</sup> ,13	+25 <sup>o</sup> 34',5	„ 30.	7,4	14,0	385 „

### Der Lauf von Sonne und Mond.

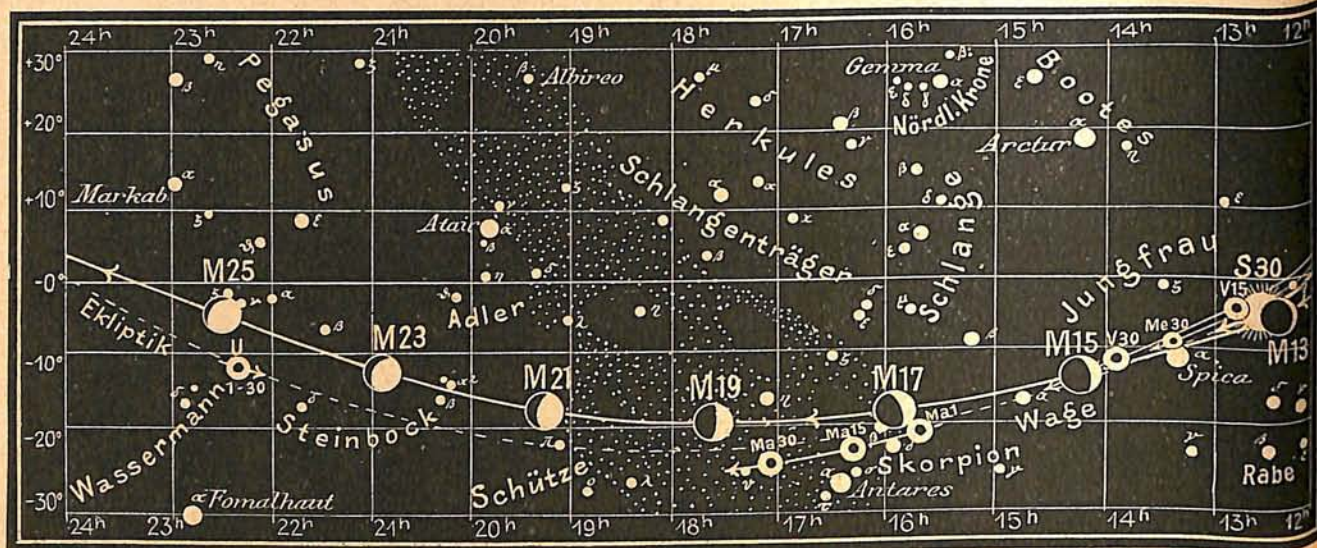
Die Sonne (Feld 10<sup>3/4</sup><sup>h</sup> bis 12<sup>1/2</sup><sup>h</sup>) tritt am 23. September vom Zeichen der Jungfrau in das Zeichen der Waage. Ihre Mittagshöhe nimmt weiter ab. Sie beträgt am 1., 15. und 30. September 45<sup>3/4</sup><sup>o</sup>, 40<sup>1/2</sup><sup>o</sup> und 34<sup>3/4</sup><sup>o</sup>. Die Tageslänge nimmt während des ganzen Monats fast um 2<sup>h</sup> ab. Die Sonne geht am 1., 15. und 30. September um 5<sup>h</sup> 12<sup>m</sup>, 5<sup>h</sup> 35<sup>m</sup>, 6<sup>h</sup> 0<sup>m</sup> auf und um 6<sup>h</sup> 47<sup>m</sup>, 6<sup>h</sup> 14<sup>m</sup>, 5<sup>h</sup> 39<sup>m</sup> unter.

Ihre Stellungen sind aus folgender Tabelle zu entnehmen:



Lauf von Sonne, Mond und Planeten

Abb. 1b



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

S o n n e .

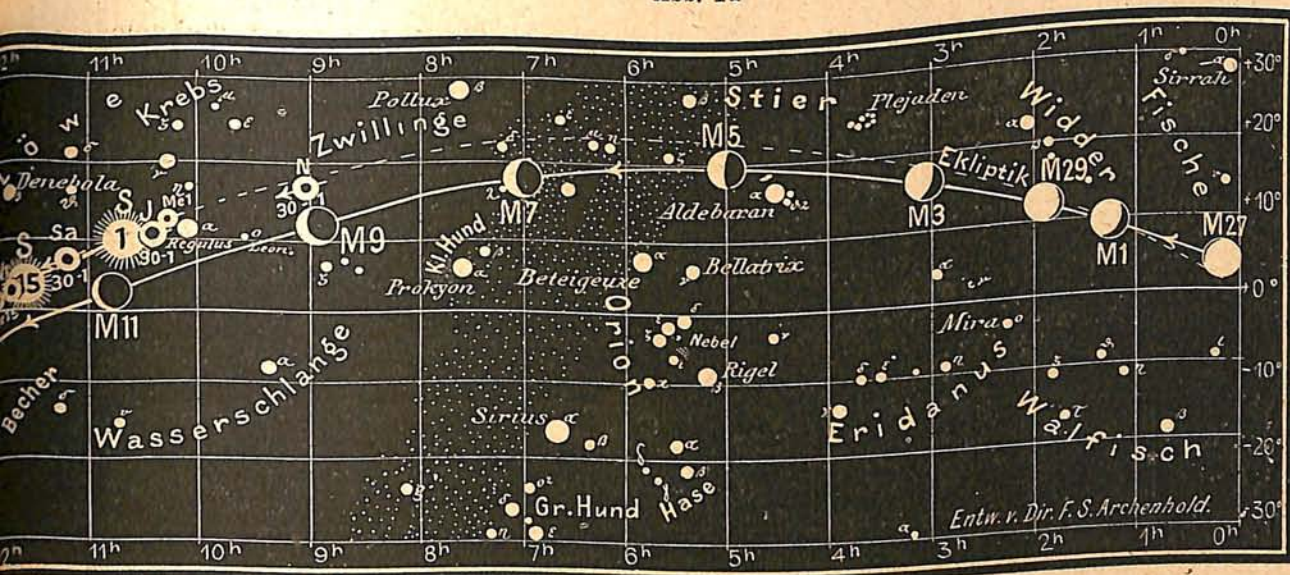
Sept.	Rektasz.		Deklin.		Sternzeit Berliner Mittag	Zeitgleichung Mittlere Zeit minus Wahre Zeit	Sept.	Rektasz.		Deklin.		Sternzeit Berliner Mittag	Zeitgleichung Mittlere Zeit minus Wahre Zeit
	h	m	o	'				h	m	h	m		
1	10	41,3	+ 8	18	10 41,2	- 0 2	16	11 35,4	+ 2	40	11 40,4	- 5 7	
2	10	45,0	7	56	10 45,2	0 21	17	11 39,0	2	16	11 44,3	5 29	
3	10	48,6	7	34	10 49,1	0 41	18	11 42,6	1	53	11 48,3	5 50	
4	10	52,2	7	12	10 53,1	1 0	19	11 46,2	1	30	11 52,2	6 11	
5	10	55,8	6	50	10 57,0	1 20	20	11 49,8	1	7	11 56,2	6 32	
6	10	59,4	6	28	11 0,9	1 40	21	11 53,3	0	43	12 0,1	6 53	
7	11	3,0	6	5	11 4,9	2 0	22	11 56,9	+ 0	20	12 4,0	7 14	
8	11	6,6	5	43	11 8,8	2 20	23	12 0,5	- 0	3	12 8,0	7 35	
9	11	10,2	5	20	11 12,8	2 41	24	12 4,1	0	27	12 11,9	7 56	
10	11	13,8	4	58	11 16,7	3 2	25	12 7,7	0	50	12 15,9	8 17	
11	11	17,4	4	35	11 20,7	3 22	26	12 11,3	1	14	12 19,8	8 38	
12	11	21,0	4	12	11 24,6	3 43	27	12 14,9	1	37	12 23,7	8 58	
13	11	24,6	3	49	11 28,6	4 4	28	12 18,5	2	0	12 27,7	9 18	
14	11	28,2	3	26	11 32,5	4 25	29	12 22,1	2	24	12 31,6	9 38	
15	11	31,8	+ 3	3	11 36,4	- 4 46	30	12 25,8	- 2	47	12 35,6	- 9 58	

M o n d .

Sept.	Rektasz.		Deklin.		Sept.	Rektasz.		Deklin.		Sept.	Rektasz.		Deklin.		
	h	m	o	'		h	m	o	'		h	m	o	'	
1	1	14,8	+ 9	33	9	8 57,0	+11	58	17	15 55,2	-18	16	25	22 29,8	- 4 38
2	2	7,8	13	17	10	9 52,7	7	46	18	16 46,1	19	20	26	23 18,6	- 0 21
3	3	2,9	16	20	11	10 46,8	+ 3	11	19	17 36,6	19	32	27	0 8,5	+ 4 2
4	4	0,3	18	30	12	11 39,5	- 1	29	20	18 26,7	18	51	28	1 0,0	8 19
5	4	59,6	19	34	13	12 31,2	5	59	21	19 16,2	17	21	29	1 53,4	12 14
6	5	59,8	19	25	14	13 22,4	10	4	22	20 5,1	15	5	30	2 49,1	+15 31
7	7	0,1	18	1	15	14 13,4	13	33	23	20 53,5	12	8			
8	7	59,3	+15	28	16	15 4,3	-16	19	24	21 41,6	- 8	36			



Abb. 1a



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

Der Mond ist mit seinen Lichtgestalten von zwei zu zwei Tagen für die Mitternachtszeit in die Karten 1 a und 1 b eingetragen.

Die Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Letztes Viertel: Sept. 5. 8<sup>h</sup> abends,      Erstes Viertel: Sept. 20. 6<sup>h</sup> morgens,  
 Neumond:    „ 12. 2<sup>h</sup> nachm.,              Vollmond:    „ 28. 3<sup>h</sup> morgens.

Für Berlin findet die Bedeckung eines helleren Sternes durch den Mond statt:

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Winkel	Austritt M. E. Z.	Winkel	Bemerkungen
Sept. 28.	ε Piscium	4,4	0 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup> ,8	+7° 28'	11 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup> ,5 abends	79° 0	12 <sup>h</sup> 59 <sup>m</sup> ,4 nachts	233° 1	—

### Die Planeten.

*Merkur* (Feld 10<sup>1</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup> bis 13<sup>1</sup>/<sub>2</sub><sup>h</sup>) steht während des ganzen Monats nahe bei der Sonne und ist unsichtbar. Ende des Monats rückt er in unmittelbare Nähe von Spica.

*Venus* (Feld 11<sup>3</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup> bis 14<sup>h</sup>) wird infolge ihres weiteren Abrückens von der Sonne am Abendhimmel im Westen wieder sichtbar, zu Anfang des Monats nur einige Minuten, am Ende schon eine Viertelstunde lang.

*Mars* (Feld 15<sup>3</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup> bis 17<sup>h</sup>) nähert sich in der ersten Hälfte des Monats auf seinem Laufe dem roten Stern „Antares“ im Skorpion, mit dem er am südwestlichen Himmel, tief am Horizont, zuerst eine Stunde lang sichtbar ist. Am Ende des Monats hat er den Antares schon um 12 Grad überholt und seine Sichtbarkeit ist auf 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub> Stunde gestiegen. Er müßte wegen seines großen Abstandes von der Sonne schon länger sichtbar sein, wenn er nicht in so großer südlicher Deklination stände.

*Jupiter* (Feld 10<sup>1</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup> bis 10<sup>1</sup>/<sub>2</sub><sup>h</sup>) taucht erst am Ende der ersten Woche wieder am Morgenhimmel aus den Strahlen der Sonne auf. Seine Monde sind erst wieder von Mitte des Monats an gut zu beobachten, so daß unsere Tabelle die Stellungen und Verfinsterungen



derselben nur vom 16. September an verzeichnet. Am Ende des Monats ist der Jupiter selbst schon wieder  $1\frac{3}{4}$  Stunden lang sichtbar.

*Saturn* (Feld  $11^h$  bis  $11\frac{1}{4}^h$ ) tritt am 8. September in Konjunktion mit der Sonne, wird aber schon vom 20. des Monats an wieder auf kurze Zeit im Osten am Morgenhimmel sichtbar. Das Ringsystem hat sich in der Zwischenzeit immer mehr für uns geschlossen, so daß es schon im Monat November das Aussehen einer schmalen Linie annehmen wird.

*Uranus* (Feld  $22\frac{1}{3}^h$ ) ist in diesem Monat noch sehr günstig zu beobachten. Am 27. August stand er noch der Sonne grade gegenüber; bleibt daher während der ganzen Nacht sichtbar.

*Neptun* (Feld  $9^h$ ) wird am Morgenhimmel wieder, wenn auch nur auf kurze Zeit und unter Benutzung eines größeren Fernrohrs, sichtbar.

Planetenörter.								Die vier hellen Jupitermonde.								
								Verfinsterungen		Stellungen						
Sept.	Rektasz.		Deklin.	Ob. Kulm.	Sept.	Rektasz.		Deklin.	Ob. Kulm.	Sept.	M. E. Z.	Mond	Sept.	18 <sup>h</sup> 0 m		
	h	m	o	h		m	h	m	o		h	m		h	m	M. E. Z.
<b>Merkur</b>																
1	10	16,3	+12 36	23 38	21	16	36,5	-23 51	4 36	16	12	38,7	II	E	16	1 ④ 23
3	10	31,3	11 13	23 45	23	16	42,4	24 2	4 34	16	21	43,8	I	E	17	4 ③ 12
5	10	45,9	9 45	23 52	25	16	48,3	24 13	4 32	18	16	12,2	I	E	18	432 ①
7	11	0,3	8 15	23 58	27	16	54,3	24 22	4 30	20	1	56,6	II	E	19	432 ①
9	11	14,2	6 41	0 1	29	17	0,3	-24 31	4 28	20	10	40,6	I	E	20	43 ① 12
11	11	27,8	5 7	0 7						21	4	22,6	III	E	21	41 ① 23
13	11	41,1	3 32	0 12						22	5	9,1	I	E	22	42 ① 13
15	11	54,0	1 57	0 17						23	15	14,0	II	E	23	41 ① 3
17	12	6,6	+ 0 23	0 22	2	10	14,8	+11 47	23 26	23	23	37,5	I	E	24	4 ③ 12
19	12	19,0	- 1 11	0 27	6	10	18,1	11 29	23 14	24	23	9,9	IV	E	25	32 ① 4
21	12	31,1	2 43	0 31	10	10	21,4	11 11	23 1	25	3	51,4	IV	A	26	32 ① 4
23	12	42,9	4 13	0 35	14	10	24,6	10 52	22 49	25	18	5,9	I	E	27	3 ① 124
25	12	54,6	5 42	0 39	18	10	27,9	10 34	22 36	27	4	32,0	II	E	28	1 ① 324
27	13	6,1	7 9	0 42	22	10	31,0	10 16	22 24	27	12	34,3	I	E	29	2 ① 134
29	13	17,5	- 8 33	0 46	26	10	34,2	9 58	22 11	28	8	21,0	III	E	30	1 ① 34
					30	10	37,3	+ 9 40	21 59	29	7	2,7	I	E		
										30	17	49,5	II	E		
<b>Venus</b>																
1	11	43,9	+ 3 7	1 3												
3	11	52,9	2 6	1 4	2	11	5,0	+ 7 48	0 20							
5	12	1,9	1 5	1 5	6	11	6,9	7 37	0 6							
7	12	10,9	+ 0 3	1 6	10	11	8,7	7 25	23 48							
9	12	19,9	- 0 58	1 7	14	11	10,6	7 14	23 34							
11	12	28,8	2 0	1 8	18	11	12,5	7 2	23 21							
13	12	37,8	3 2	1 9	22	11	14,3	6 51	23 7							
15	12	46,8	4 3	1 10	26	11	16,2	6 40	22 53							
17	12	55,8	5 4	1 11	30	11	18,0	+ 6 29	22 39							
19	13	4,9	6 5	1 13												
21	13	13,9	7 6	1 14												
23	13	23,1	8 5	1 15												
25	13	32,2	9 4	1 16	2	22	22,7	-11 0	11 35							
27	13	41,4	10 3	1 17	6	22	22,1	11 3	11 19							
29	13	50,6	-11 0	1 19	10	22	21,5	11 6	11 3							
<b>Saturn</b>																
					14	22	20,9	11 10	10 46							
					18	22	20,3	11 13	10 30							
					22	22	19,8	11 16	10 14							
					26	22	19,3	11 18	9 58							
					30	22	18,8	-11 21	9 41							
<b>Uranus</b>																
<b>Mars</b>																
1	15	40,8	-21 23	4 59												
3	15	46,1	21 40	4 56												
5	15	51,4	21 57	4 54												
7	15	56,8	22 13	4 51												
9	16	2,3	22 29	4 49												
11	16	7,8	22 44	4 47	4	8	59,5	+17 6	22 3							
13	16	13,4	22 59	4 44	12	9	0,5	17 2	21 32							
15	16	19,1	23 13	4 42	20	9	1,5	16 58	21 2							
17	16	24,8	23 26	4 40	28	9	2,4	+16 54	20 31							
19	16	30,6	-23 39	4 38												

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

E = Eintritt,  
A = Austritt.



Bemerkenswerte Konstellationen:

September 7.	1 <sup>h</sup> nachts Saturn in Konjunktion mit der Sonne.
„ 8.	3 <sup>h</sup> nachmittags Merkur in Konjunktion mit Saturn (Merkur 0° 6' südl.).
„ 8.	3 <sup>h</sup> nachts Merkur in oberer Konjunktion mit der Sonne.
„ 11.	2 <sup>h</sup> nachmittags Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
„ 12.	11 <sup>h</sup> morgens Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
„ 12.	12 <sup>h</sup> nachts Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
„ 14.	6 <sup>h</sup> morgens Venus in Konjunktion mit dem Monde.
„ 18.	5 <sup>h</sup> nachmittags Mars in Konjunktion mit dem Monde.

## Laienastronomische Neuigkeiten vom Planeten Mars.

Von Studienrat Richard Sommer.

Seit Fontenelle's Schrift „Entretiens sur la Pluralité des mondes“ (1686) und Swift's zutreffender Vorahnung der beiden Marsmonde in „Gullivers Reisen“ (1726) haben die „Marsbewohner“ es den Menschen angetan. Man braucht nicht gleich so weit zu gehen wie Pierquien 1744 in seinen „Oevres physiques et géographiques“, der aus Cassinis und Maraldis Zeichnungen von dunklen Flecken auf der Marsscheibe allen Ernstes die Umriss von Menschengestalten machte, es bleibt für die Phantasie immer noch genug Spielraum. Wohl wandte das Interesse des Publikums um 1800 sich mehr dem Mond zu, besonders nachdem Gruithuisen 1822 darauf allerlei Riesenbauwerke der Seleniten gesehen haben wollte; jedoch die kritischen Arbeiten von Mädler über die Mondtopographie und Bessels strenger Nachweis des Fehlens jeglicher Mondatmosphäre schreckten die Mondmenschen sucher gründlich ab, und Mars nahm wieder seine frühere, beherrschende Stellung ein. Neue Nahrung erhielt dieses Interesse durch Schiaparellis Entdeckung der „Marskanäle“ und ihrer bisher jeder Erklärung spottenden zeitweiligen Verdopplung (1877 bzw. 1882). Seitdem hat das Marsproblem den Laien keine Ruhe mehr gelassen, und alljährlich werden neue Erklärungen der Kanalrätsel, Schilderungen der Marszustände und der Marsbewohner bekannt gegeben. Manchmal betonen die Verfasser ausdrücklich als Zeichen, wie unbeeinflusst sie urteilen, daß sie den Planeten noch nie im Fernrohr betrachtet hätten! Im folgenden will ich eine Uebersicht der letztjährigen Veröffentlichungen geben, dabei aber den Begriff des „Marslaien“ weiterfassen und auf alle die ausdehnen, die nicht am Fernrohr systematisch Zeichnungen von Marsflecken und Kanälen angestellt haben.

„Ein Flug auf den Marsplaneten“ heißt das von Max Heinrichka im Freiverlag in Berlin 1919 erschienene Buch. Sein Untertitel: „Die Wunderwelt und das Leben auf dem Mars“ soll den Leser neugierig machen, aber schon der Anfang enttäuscht. Die Reise durch den Weltenraum denkt der Verfasser sich zu bequem; bei ihm genügt ein gewöhnliches Flugzeug ohne besondere Vorbereitungen. Aehnlich naiv konnte noch Czerwenka vor 100 Jahren im Luftballon oder Jules Verne in einer Granate zum Monde reisen, das heutige Publikum ist kritischer gestimmt. Das aufsteigende Mißbehagen verläßt den Leser auch dann nicht, wenn er am Schluß des Buches erfährt, daß die Fahrt nur im Traum stattgefunden haben soll. Wer Lasswitz' geniale Lösung der Raumschiffahrt in seinem Roman „Auf zwei Planeten“ kennt, oder auch Oskar Hoffmanns Erzählung „Unter Marsmenschen“, stellt höhere Ansprüche an die Phantasie. — Nachdem unser Reisender auf dem fremden Weltkörper glücklich gelandet ist, wird er von den 3 m großen Marsmenschen — deren Existenz selbstverständlich vorausgesetzt wird! — freundlich aufgenommen, erlernt sehr schnell ihre regelmäßig gebildete Sprache und macht dann eine Reise um den Mars. Wie im Vorwort angegeben, will der Verfasser



unter annähernder Berücksichtigung der modernen Forschungsergebnisse darzustellen versuchen, wie die ferne Welt wohl aus der Nähe erscheinen mag. Wenn dabei die Lebensverhältnisse der Martier als ungünstig geschildert werden, so soll darin für die deutschen Leser in dieser schweren Zeit ein schwacher Trost liegen. Indessen macht sich Heinrichka von Wunderschilderei nicht frei. Oft will es mir scheinen, als wenn der Titel: „Die Erde im Jahre 2000“ für das Buch passender wäre, denn allzu irdisch muten beträchtliche Teile der Darstellung an. Was sollen wir denken, wenn uns (S. 63) eine Hotelwohnung mit Fahrstuhl, elektrischem Licht, Telefon, Bad und allem Komfort der Neuzeit beschrieben wird? Auch alle Erfindungen der „Magnetotechnik“, welche die Marskultur beherrscht, können uns nicht in Spannung versetzen, weil sie uns zu bekannt vorkommen. Das Buch hat übrigens noch einen politischen Einschlag, insofern, als der Verfasser die Folgen eines „Weltkrieges“ schildert, der vor hundert Jahren auf dem Mars stattgefunden haben soll. Dessen Friedensbedingungen hat er dem Berliner Auswärtigen Amt für die Verhandlung in Versailles als Vorbild eingereicht. An dieser Stelle interessieren jedoch nur die Tatsachen, wie Heinrichka sich die physikalische Areographie denkt. Mars ist danach ein wesentlich von vulkanischen Gewalten beherrschter Körper. Der Planetenkern soll hohl (!) sein, infolge der sehr hohen Eigenwärme des Planeten auch von beträchtlicher Temperatur. Das in den Kern versickernde Oberflächenwasser wird, mit Salpeter- und Schwefeldämpfen vermischt, von zahlreichen großen Vulkanen in gewaltigen Eruptionen wieder ausgestoßen. In der Vorzeit waren die Krater noch viel furchtbarer tätig und haben riesige Mengen von Eisenbasalt ausgespieen. Diese schweren Massen sind infolge ihrer Trägheit gradlinig von der Ausbruchsstelle weggeflossen. Sie haben dabei in den damals noch weichen Boden tiefe Spuren von beträchtlicher Breite eingegraben. Wer erkennt darin nicht die berühmten Kanäle und in den Kratern die Marsseen? Die vertiefte Lage dieser Eisenbasaltstrahlen haben die Martier sich zu Nutze gemacht, indem sie darin ihre geringen Wasservorräte fortleiten und längs der Marsoberfläche verteilen. Wird wenige Wochen nach der polaren Schneeschmelze das Wasser sehr knapp, so beschränken sie es auf zwei schmale Rinnsale zu beiden Seiten des breiten Streifens. In dem noch verhältnismäßig gut bewässerten Zwischengebiet aber pflanzen sie dann ihre Hauptnahrung an: eine gelbe Pilzart. So wird die Verdopplung der Kanäle erklärt. Die zuerst von Lambert in den Berichten der Berliner Akademie der Wissenschaften 1769 ausgesprochene Hypothese, daß die gelbrote Farbe des Mars von seiner Vegetation herrührt, wendet Heinrichka jedoch nur auf die Kanalzwischenbezirke an; alle übrigen gelbroten Gebiete des Planeten erklärt er als Wüsten. Was der Verfasser sonst noch im Zusammenhang mit dem Marsvulkanismus von noch tätigen Geisiren und Feuerseen erzählt, hat einen allzu deutlichen Beigeschmack nach Island, Hawaii oder Neu Seeland. Mitunter will er zu kühn werden in seinen phantastischen Schilderungen und setzt sich dann mit unseren bisherigen physikalischen Kenntnissen in Widerspruch. So stellt er den solaren Magnetismus als Ursache der Planetenrotation hin und behauptet weiter, daß die roten Sonnenstrahlen magnetische Wirkungen ausüben. Wenn er ausführlich Ebbe und Flut auf Mars als bedeutend höher als auf der Erde beschreibt, so kann der kundige Leser ein leises Lächeln der Ueberlegenheit nicht unterdrücken. Woher sollen die Kräfte rühren, da doch die Sonnenflut wesentlich geringer als auf der Erde sein muß und die beiden Marsmonde Phobos und Deimos nur verschwindend geringe Massen haben? Die beiden Trabanten sind überhaupt nur ganz flüchtig erwähnt, ihr sonderbarer Lauf am Marshimmel und ihre vermutliche Verwendung als Mars-Chronometer sogar gänzlich übergangen. Alles in allem hat sich der Verfasser nicht frei machen können von seinen irdischen Vorbildern; er hat es nicht gewagt, den Martiern die Menschenähnlichkeit zu nehmen und das Problem der Marspflanzen und -tiere entwicklungs geschichtlich anzugreifen. Die Handlung ist ohne Spannung und der Stil oft übel. Als Proben, wie ich ähnliche Beispiele zahlreich gefunden habe, mögen die beiden folgenden dienen: S. 29 steht: „ich gebe den Wortlaut wörtlich wieder“ und S. 90: „so gern wir auch den Marsgelehrten die Hochzeitsrede hätten reden hören“.



Sonderbar wäre es, wenn das moderne Kino mit seinen oft unglaublichen Kunstgriffen, Unmögliches als wirklich auf die Leinwand zu zaubern, sich nicht des Marsstoffes bemächtigt hätte. Tatsächlich konnte man im letzten Jahr das „Himmelsschiff“, Zukunftsroman in 6 Akten von Sophus Michaelis, bewundern. Ein Nordpolforscher Avanti, Sohn des Astronomieprofessors Planetaros, baut ein Himmelsschiff, das halb einem starren Ballon und halb einem Flugzeug gleicht und findet aus allen Erdteilen freiwillige Teilnehmer an der Expedition. Trotz einer stündlichen Geschwindigkeit von 12 000 km hat das Schiff nach sechsmonatiger Fahrt noch nicht den Mars erreicht. Die Mannschaft meutert und gibt dem Führer nur noch einen Tag Frist, dann soll er umkehren. Zum Glück entdecken die Marsweisen gerade an diesem Tage das nahende Fahrzeug und ziehen es mit Hilfe von Magnetstrahlen an die Planetenoberfläche. Die Marsgeschöpfe, die körperlich den Menschen vollkommen gleichen, aber nur gut und edel sind, nehmen die Fremdlinge freundlich auf und bewirten sie mit Obst, dem einzigen Nahrungsmittel, das dort üblich ist. Avanti will zeigen, wie man auf der Erde speist und schießt auf einen vorüberfliegenden Vogel. Damit hat er die heilige Ruhe des Mars verletzt und soll festgenommen werden. Bei dem entstehenden Handgemenge wird schließlich ein Martier getötet. Schwere Strafe steht zu erwarten, jedoch der Tochter Marga des Marsältesten gelingt es, die schuldigen Fremdlinge zur Reue zu bringen, daß sie den weißen Mantel der Unschuld nehmen und fürderhin genau nach den Gesetzen des Mars leben. Nachdem durch Lichtsignale eine Verständigung mit der Erde erzielt worden ist, kehrt das Himmelsschiff zurück und Marga folgt dem Avanti als Gattin, um den Erdbewohnern eine höhere Kultur ohne Gewalt und Mord zu bringen. Der Verfasser des Films handelt in astronomischer Hinsicht laienhaft; er berührt kein Problem, wie etwa das Schiff und seine Mannschaft die veränderten Verhältnisse der Schwere und der Temperatur im Weltenraum und auf der Marsoberfläche überwinden. Die Martier sind vollendete, ideale Menschen, von Marswundern und Kanälen ist gar keine Rede; der Film brauchte keinerlei Korrektur, wenn man überall statt Mars Venus setzen würde. Der Vergleich mit der Entdeckungsfahrt des Kolumbus, insofern als die Mannschaft meutert, die Umkehr erzwingen will und im letzten Augenblick doch noch alles gut abläuft, ist recht schlecht gewählt, denn die Fahrtgenossen des Kolumbus wußten nichts vom nahen Land, die Himmelsschiffleute aber mußten doch bei ihrer sechsmonatigen Fahrt die beständig größer werdende Marsscheibe vor Augen haben und konnten über die Nähe des ersehnten Zieles nicht im Zweifel sein. Der Verfasser ist eben kein Astronom, sondern will nur Dichter sein.

Die Idee der Signalverbindung zwischen beiden Planeten benutzte im letzten Jahre Marconi wieder einmal, um seinen Namen den Zeitungslesern aller fünf Erdteile in gebührende Erinnerung zu bringen. Er stellte in der Zeitung „English Magazine“ die Behauptung auf, daß die regellosen Zeichen, welche die drahtlosen Stationen im Juni und Juli 1919 mehrfach empfangen, von den Marsmenschen herrühren sollten. Ausgerechnet befanden Mars und Erde sich damals fast genau auf entgegengesetzten Seiten der Sonne; sollten wirklich die Marsmenschen, wenn sie über so gewaltige Hilfsmittel verfügen, ihre Versuche nicht neun Monate zurückstellen können, bis beide Planeten in der Opposition sich auf den fünften Teil der ursprünglichen Entfernung genähert haben würden? Daß zudem die Sonne damals bemerkenswerte Fleckengruppen aufwies, die erfahrungsgemäß oft Störungen der irdischen Telegraphenlinien bewirken — Störungen die im vergangenen Juli von Stockholm, München, Madrid usw. gemeldet wurden — darum brauchte sich ein Marconi nicht zu kümmern. Seine Leistungen in der drahtlosen Telegraphie in allen Ehren, aber von astronomischen Dingen soll er seine Hände lassen! Auf welch schwachen Füßen seine Diagnose steht, geht daraus hervor, daß er gleichzeitig neben Mars auch Venus und den Mond in Verdacht hatte. Erheiternd wirkte die Geschichte, daß er aus der verringerten Schwere an der Marsoberfläche auf eine entsprechend höhere Gestalt der Martier schloß. Das Gesetz  $g \cdot l = \text{const.}$  für die verschiedenen Himmelskörper, worin  $g$  die Fallbeschleunigung pro Sekunde an der Oberfläche der fremden Weltkugel und



l die Größe der dortigen „Menschen“ bedeutet, ist unbestritten seine Erfindung. Ich wage nicht auszurechnen, ob nach Marconis Regel sich die etwaigen Phobosbewohner bei der so winzigen Trabantenmasse nicht so riesig ergeben, daß sie ihre Köpfe an der Marskugel einstoßen.

Im Februar d. J. hat nun die „Daily Mail“ eine neue Unterredung mit Marconi veröffentlicht, woraus hervorgeht, daß dieser noch immer die Marsmenschen als die Absender der Zeichen ansieht, ja sogar unter den regellos scheinenden Strichen und Punkten eine immer wiederkehrende Kombination (das Morse-S) erkennen will. Mit einer eigens für drahtlose Telegraphie gut ausgerüsteten Yacht „Elettra“ will er unter dem klaren Mittelmeerhimmel die Zeit der diesjährigen Marsopposition verbringen, um sofort bereit zu sein, wenn . . . Nun, bisher ist nichts bekannt geworden, daß sich die „Marsmenschen“ während der Gestirnsnähe erneut gemeldet haben; wenigstens könnte eine solche Tatsache bei Marconis guten Verbindungen mit der Presse nicht lange geheim bleiben.

Dieselbe Unwissenschaftlichkeit trifft man bei dem Weltuntergangsrummel im Dezember des letzten Jahres, bei dem Mars auch unter den Veranlassern sich befinden sollte. Der Amerikaner Posta war der geniale Entdecker. Seine Persönlichkeit ist in mystisches Dunkel gehüllt; in astronomischen Fachkreisen ist er unbekannt, nach einer Zeitungsnotiz soll er auf der Michigansternwarte beschäftigt sein, nach einer anderen betätigt er sich als Astrophysiker in Californien, wieder andere behaupten, daß er Wettermacher sei. Aus dem Anlaß, daß Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn auf derselben Seite der Sonne sich befänden, erwartete er für den 14. Dezember Vulkanausbrüche, Erdbeben und lang anhaltende strenge Kälte. Davon hat man in Deutschland nichts bemerkt, das Wetter war sogar in der ganzen Zeit vor und nach dem kritischen Tage recht milde. Nur eine weitverbreitete Berliner Zeitung stellte am 22. Dezember auf ihrer ersten Seite wörtlich fest: „Die Annäherung des Mars an die Venus hat zwar nicht den von einem amerikanischen Professor vorausgesagten Untergang (!) der Erde gebracht, aber die astronomische Konstellation ist von schweren atmosphärischen Störungen begleitet gewesen“ und anschließend wird von dem Untergang eines englischen Passagierdampfers mit 43 Personen berichtet. Der ganze Vorfall hätte übergangen werden können, wenn er nicht eine häßliche Bemerkung des verdienten Marsbiographen Flammarion zur Folge gehabt hätte. Aengstliche Pariser hatten sich an Flammarion mit der Bitte um Belehrung über die angesagte Weltkatastrophe gewandt; er erläuterte gebührend den Wert der astrologischen Voraussage und fügte hinzu: „Wenn eine Gefahr die Ruhe des Menschengeschlechts bedroht, so liegt sie uns viel näher, nämlich im preußischen Militarismus.“ Man kann diese Worte im Interesse der Wiederherstellung der friedlichen Beziehungen in der Gelehrtenwelt nur bedauern, denn wenn in irgend einer Wissenschaft, dann ist in der Astronomie zuerst internationale Zusammenarbeit erforderlich und möglich.

Wenden wir uns jetzt ernsthaften Marsforschungen zu, so richten wir den Blick auf Svante Arrhenius' Buch: „Der Lebenslauf der Planeten“ (deutsch Leipzig 1919). Hierin wird die Möglichkeit von Leben auf dem Mars bestritten. Was Lowell, der leider zu früh verstorbene Marsforscher auf Grund seiner langjährigen und mit den vollkommensten Hilfsmitteln der Neuzeit erhaltenen Beobachtungen mit idealer Begeisterung behauptete, daß nämlich die grüne Färbung gewisser Mare organisches Leben — Vegetation — vertrate, wird hier kurzerhand abgetan. Die dünne Atmosphäre, die möglicherweise ein Spürchen Sauerstoff enthält, die niedrige Temperatur — am Marsäquator weit unter 0 Grad —, der spärlich zugemessene Wasserdampf sollen ein unübersteigbares Hindernis für den Bestand auch des einfachsten Organismus bilden. Mars hätte ein Klima wie ein arktisches Hochland; es sei möglich, daß um die Mittagsstunde die Oberflächentemperatur ein wenig über den Gefrierpunkt käme, aber jedes Leben, das sich vielleicht entwickelte, würde unbarmherzig von dem grimmigen Nachtfrost vernichtet werden. Und die Kanäle? — Sind ganz einfach areologische (man kann nicht gut geologische sagen) Verwerfungsrisse! Alles ist von einer dünnen Reifschicht überdeckt; niederfallender Meteorstaub,



dessen Eisengehalt sich allmählich oxydiert, gibt die bekannte Rotfärbung — Rostfärbung — des Planeten.

Mars ist damit tot gesagt, aber trotzdem wird die Zahl der Kanalerklärungen weiter zunehmen. In den Astr. Nachr. 5026 machte kürzlich A. Kumm einen neuen geistreichen Deutungsversuch. Ein der Erscheinung der Marskanäle täuschend ähnliches Bild bietet die Oberfläche einer Tasse schwarzen heißen Kaffees, wenn die Strahlen der Morgensonne darauf fallen. Ueber der dunklen fettfreien Flüssigkeit bildet sich sehr bald eine gleichmäßige weiße Dampfschicht. Ganz plötzlich, ohne erkennbaren Anstoß, wird sie von dunklen Rissen durchheilt, die sich verdoppeln, wieder verschwinden, um sich sofort wieder zu bilden und in Bogen und Wirbel zusammenzubiegen, wenn eine ganz geringe Luftbewegung die Dampfschicht berührt. Zuweilen bilden sich Flecken (Seen), die man auch willkürlich erzeugen kann, wenn man mit angehaltenem Atem kleine Brotkrümchen vorsichtig auf die Oberfläche legt; es bilden sich dunkle Ränder, die vorzugsweise Ausgangspunkte neuer dunkler Linien werden. Wenn man mit Hilfe dieser Erscheinungen die Marskanäle deuten will, muß man annehmen, daß der Planet noch eine beträchtliche Eigenwärme hat, daß er größtenteils mit Wasser bedeckt ist, dessen Temperatur ziemlich hoch und gleichmäßig ist. Die im Verhältnis hierzu ganz geringfügige Sonnenbestrahlung darf höchstens schwächliche, vorübergehende Winde erzeugen. Durch starke Verdampfung bildet sich über der ganzen Oberfläche des Planeten eine dichte Dauernebelschicht von nur geringer Höhe, wie etwa die winterlichen Frostnebel im bottnischen Meerbusen der Ostsee, nur ohne jegliche Windbewegung. An flachen Festlandsmassen fehlt die intensive Verdampfung; da bricht die kühlere Atmosphärenmasse, welche über der Nebelschicht lagert, in den warmen Dunst ein, die anfänglich fast genau abwärts gerichtete Bewegung der kalten Luft stößt auf die Oberfläche und setzt sich in horizontale gradlinige Bewegung um, dabei die Rillen erzeugend, die sich sehr schnell verbreitern, weil fortdauernd kalte Luft nachfließt. Da der Anlaß zum Einbruch in die Nebelschicht durch die örtlichen, dauernden Verhältnisse bedingt ist, können sich solche Rillen, vorgelegentlichen Auflösungen abgesehen, lange Zeit hindurch an der gleichen Stelle erhalten.

Durch ähnliche Wasserdampfwolken-schichten will Kumm auch die Polarkalotten erklären, deren ziemlich ebene Oberfläche von den sehr schräg auffallenden Sonnenstrahlen blendend weiß erscheint und die infolgedessen bisher für besondere Bildungen (Eis, Schnee oder Reif?) gehalten worden sind.

Der springende Punkt liegt bei der Kumm'schen Hypothese in der Annahme einer hohen Eigenwärme des Mars, die zur Folge hätte, daß die Marsoberfläche wärmer wäre als die der Erde. Darüber aber wissen wir garnichts; bei den bisherigen Berechnungen der Oberflächentemperatur des Mars auf Grund des Strahlungsgesetzes von Wien, Stoney, Arrhenius, Scheiner u. a. ist sie stets außer Betracht geblieben, sodaß sich immer Werte zwischen — 30 und — 70 Grad ergaben. Nun setzt die Kumm'sche Hypothese aber nur eine geringe Wirkung der Sonnenstrahlung voraus und da kommt sie mit den Beobachtungen in Widerspruch. Mit jedem mittleren Fernrohr kann man leicht Wachstum und Abnahme der Polarkalotten verfolgen und feststellen, daß beide sich genau entsprechend den Jahreszeiten des Mars vollziehen. Diese sind aber eine Folge der Sonnenstrahlung. Da nun die Polarflecke manchmal bis in 50 Grad Breite hinabreichen, andererseits aber manchmal sich gänzlich auflösen, also sehr erheblichen Schwankungen unterliegen, so muß die Sonnenwirkung dementsprechend intensiv sein und kann nicht vernachlässigt werden. Damit ist aber der Kumm'schen Hypothese der Boden entzogen.



## Kleine Mitteilungen.

**Entdeckung eines neuen Sterns im Sternbilde des Schwans, „Nova Cygni“.** Nach einem Telegramm der Zentralstelle in Uccle, das am 22. August über Kopenhagen in Kiel einging, hat Denning bei  $299^{\circ}$  Rekt.,  $+53\frac{1}{2}^{\circ}$  Deklin. einen neuen Stern 3. Größe im Sternbilde des Schwans entdeckt, etwa  $1^{\circ}$  nördlich von  $\psi$  Cygni. Er bildet mit den Sternen Deneb,  $\gamma$ ,  $\delta$  Cygni ein Viereck, dessen längste Seite die Verbindung Deneb — neuer Stern ist. Nach Helligkeitsschätzungen, die in den Beobachtungszirkularen der „A. N.“ veröffentlicht sind, betrug am 21. August die Helligkeit 3,3., am 22. August 2,6., am 23. August 2,2., am 24. August 1,8. Größe. Alsdann nahm seine Helligkeit wieder ab, sodaß sie am 25. August 2,5., am 26. August 2,8. und am 27. August bereits 3,2. Größe war. Hiernach scheint die Helligkeitsabnahme eine sehr schnelle zu sein.

Am 24. August zeigte, nach Wolf in Heidelberg, das Spektrum einen noch fast reinen F-Typus, wenigstens für kurze Belichtungen, bei längeren waren schon die Aufhellungen neben den Absorptionsbanden kräftig zu erkennen. Man nimmt jetzt allgemein an, daß das plötzliche Aufleuchten der neuen Sterne nach der Seeligerschen Theorie durch das Eindringen eines stark abgekühlten Himmelskörpers in kosmische Staubmassen sich vollzieht. Die wechselnde Dichte einer solchen Staubwolke reicht vollständig aus, die zeitweise auftretenden unregelmäßigen Helligkeitsschwankungen des neuen Sterns zu erklären. Mit der Helligkeitsabnahme ist sehr oft ein Wechsel der Farbe des neuen Sterns verbunden. Zumeist vollzieht er sich in der Reihenfolge weiß, gelb, rot. Da sich in der Milchstraße die größte Zahl der Sterne, wie der kosmischen Staubwolken befindet, so ist es naturgemäß, daß fast alle neuen Sterne, wie auch diese Nova Cygni, in der Gegend der Milchstraße sichtbar werden.

F. S. A.

**Eine Bahnbestimmung des Doppelsternes Krüger 60,** der in  $\alpha = 22^{\text{h}} 24^{\text{m}} 26^{\text{s}}$ ,  $\delta = +57^{\circ} 12'$  steht, ist von Pavel und Bernewitz aus 40 Beobachtungen, die sich über die Zeit von 1890 bis 1919 verteilen, errechnet worden (A. N. 5047). Es hat sich eine verhältnismäßig kurze Umlaufzeit von 46,64 Jahren ergeben. Diese schnelle Bahnbewegung und eine große Eigenbewegung und Parallaxe machen diesen Doppelstern zu einem der interessantesten Systeme. Obgleich seit der Entdeckung durch Burnham im Jahre 1890 die Bewegung im Positionswinkel schon über  $140^{\circ}$  betrug, ist bisher noch keine Bahnbestimmung unternommen worden, was um so merkwürdiger erscheint, als noch ein dritter Stern, der nur optisch mit den beiden Komponenten des Doppelsternes verbunden ist, sich gut für eine Bestimmung des Massenverhältnisses eignet. Der Hauptstern erscheint wie ein Stern 9,3., der Begleiter wie 11,5. Größe. Wenn man als Mittel aus drei von Barnard, Schlesinger und Russell vorliegenden Parallaxenbestimmungen  $0'',252$  annimmt, so folgt für die halbe große Achse der wahren Bahn der zehnfache Wert der Entfernung der Erde von der Sonne. Die Massensumme  $m_1 + m_2$  der beiden Doppelsterne erreicht noch nicht die halbe Sonnenmasse. Zu der Bestimmung der einzelnen Massen sind nur die Anschlüsse des Hauptsternes an den optischen Begleiter, die mit größeren Fernrohren von Burnham, Barnard und den Berechnern selbst gemacht sind, benutzt worden. Das Resultat der Rechnung ergibt für den Hauptstern  $\frac{28}{100}$  Sonnenmasse und für den Begleiter  $\frac{22}{100}$  Sonnenmasse.

F. S. A.

**Der neue Stern „Nova Ophiuchi“,** der von Miß Mackie im August 1919 in  $\alpha = 18^{\text{h}} 10^{\text{m}} 20^{\text{s}},45$  und  $\delta = +11^{\circ} 35' 15'',8$  aufgefunden worden ist, worüber wir schon im vorigen „Weltall“-Heft berichtet haben, scheint ein sehr interessanter zu sein, wie folgende Beobachtungen von Prof. Barnard ergeben, die Prof. Frost, Direktor der Yerkes-Sternwarte, im Bulletin 723 der Harvard-Sternwarte mitteilt. Der Stern glüht im 40zölligen Refraktor eine Zeit lang einem kleinen hellen Sternnebel; das Bild des Sternes selbst verschwand in die ihn einhüllenden glühenden Nebelmassen. Am 13. Mai 1920 und in den folgenden Tagen war das Leuchten der einhüllenden Nebelmasse besonders bemerkenswert. Beim Fokussieren war kein Unterschied zwischen dem Nebelbild und dem eines gewöhnlichen Sternes zu bemerken. Am 10. Juni trat jedoch eine Differenz von 4 mm ein; der Fokus hatte sich um diese Größe gegenüber der gewöhnlichen Einstellung verlängert, was auf eine Farbenänderung des Gebildes hindeutet. Der Stern war etwa auf  $11\frac{1}{2}$ . Größe herabgesunken und in einen kleinen dichten Nebel eingebettet, der einen Durchmesser von  $2'',3$  hatte. Die geringe Helligkeit des Sternes ließ keine genauen spektroskopischen Untersuchungen mehr zu, aber dem Aussehen nach glüht der Stern den sogenannten Wolf-Rayet-Sternen, die ein kontinuierliches Spektrum mit zahlreichen hellen Linien und dunklen Absorptionsbanden besitzen. Die ersten Spektrogramme der Harvard-Sternwarte zeigten ein typisches Nebelspektrum.

F. S. A.

*Diese Zeitschrift erscheint einmal monatlich in einem Doppelheft. — Bezugspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 7.50 M. (Ausland 12.50 M.) durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelheft 3.— M. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 250.— M.,  $\frac{1}{2}$  Seite 130.—,  $\frac{1}{4}$  Seite 70.—,  $\frac{1}{8}$  Seite 40.—,  $\frac{1}{16}$  Seite 25.—. Bei Wiederholungen Rabatt.*

Für die Schriftleitung verantwortl.: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; f. d. Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW, Blücherstr. 22

Druck von Emil Dreyer, Berlin SW



## INHALT

1: Einsteins Relativitätstheorie. Versuch einer volkstümlichen Darstellung. Von Dr. F. Barnewitz . . . 193	2. Der gestirnte Himmel im Monat Oktober 1920 (Die Lage der Neuen Sterne im Weltenraume). Von Dr. F. S. Archenhold . . . . . 204
--	--

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

## Einsteins Relativitätstheorie.

Versuch einer volkstümlichen Darstellung.

Von Dr. F. Barnewitz.

Im Laufe der letzten Jahre haben wir mancherlei zuzulernen müssen zu dem Stoff, der uns im Physikunterricht während unserer Schulzeit gelehrt wurde. Röntgenstrahlen, Entdeckung des Radiums, die drahtlose Telegraphie — alles Erkenntnisse, die eine Erweiterung unseres bisherigen Wissens darstellten und die wir uns durch einfaches Hinzulernen aneigneten. Versuchen wir jedoch, in die Einsteinsche Relativitätstheorie einzudringen, so müssen wir eine Menge alter vertrauter Vorstellungen unterdrücken, ehe wir Einsteins Gedankengängen zu folgen vermögen. Wir müssen umlernen, so schwer es uns auch fallen mag. Aber ebenso wie auch unsere Vorfahren vieles aufgaben, von dessen Richtigkeit sie felsenfest überzeugt waren, als sie die Bekanntschaft mit den von Kopernikus, Kepler, Galilei und Newton entdeckten Gesetzen machten, so wollen wir auch unserem genialen Landsmann Einstein folgen, der sich ebenbürtig den eben genannten Naturforschern an die Seite stellt. Dafür winkt uns als Lohn eine erhebliche Bereicherung unseres Wissens von den Vorgängen in der Außenwelt. Die Mathematiker und Physiker bekommen eine Grundlage, von der aus sie immer tiefer in das Innere der Natur einzudringen vermögen, und wir Laien erhalten eine Fülle wichtiger und neuartiger Erkenntnisse übermittelt.

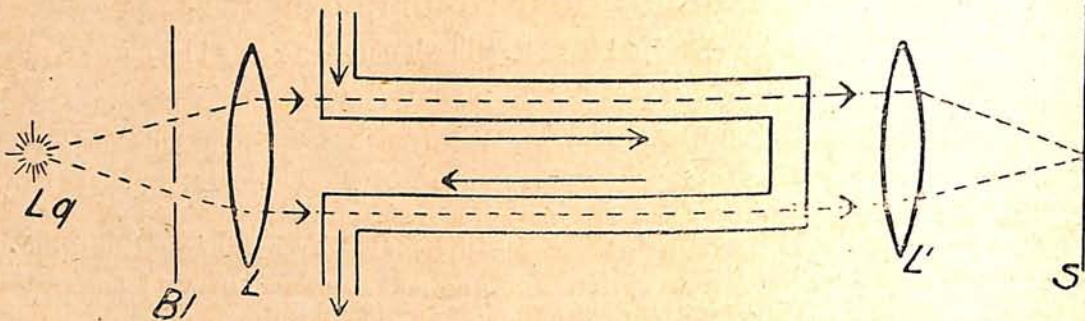
Bisher nahmen wir an, daß der Ablauf der Naturereignisse auf Körpern mit geradlinig-gleichförmiger Bewegung (sog. Trägheits-Körper) unabhängig von dem Bewegungszustande dieser Körper vor sich ginge. Als Beweis für diese Tatsache galt das Fallen eines Gegenstandes oder das Schwingen eines Pendels oder die Ausbreitung des Schalles, alles Erscheinungen, die sich stets gleich blieben, mochten sie nun auf der Erde, deren Bewegung man auf kurze Strecken für gleichförmig-geradlinig ansehen kann, oder auf einem mit gleichmäßig-geradliniger Geschwindigkeit fahrenden Wagen oder Schiff angestellt werden. Da auch alle anderen Vorgänge aus dem mechanischen Teil der Physik — hierunter fallen die Lehren vom Gleichgewicht und der Bewegung der Körper (Mechanik), ferner die Lehren von der Wärme und vom Schall — sich stets unabhängig von der Geschwindigkeit der Körper wiederholten, auf dem sie stattfanden, so glaubte man seit Galilei, daß nur solche Gesetzmäßigkeiten als Naturgesetze angenommen werden könnten, bei deren Beobachtung und Nachprüfung kein Schluß auf den Bewegungszustand des Beobachters gemacht werden könnte.

Nun versuchte man auch, diese Annahme auf den elektromagnetischen Teil der Physik — hierunter versteht man die Lehren von der Elektrizität, dem Magnetismus und vom Lichte — zu übertragen. Doch stellte sich hier ein Widerspruch heraus. Seit Huygens Versuchen (1690) glaubte man, daß das Licht eine Wellenbewegung des Äthers darstellte. Dieser Äther sollte ein unendlich feiner Stoff sein, der den ganzen Weltenraum erfüllen und alle Körper durch-

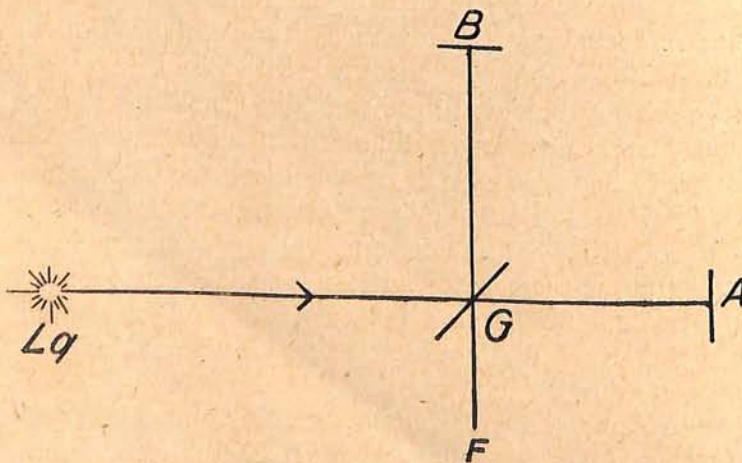


dringen sollte, man hielt ihn für den Träger der Lichtstrahlen. Eine einigermaßen genaue Vorstellung über den Äther fehlte vorläufig noch ganz. Um über den Bewegungszustand des Äthers etwas Näheres zu erfahren, stellte der französische Physiker Fizeau (1851) folgenden Versuch an:

Von einer Lichtquelle  $Lq$  gingen Strahlen durch eine an zwei Stellen durchlöchernte Blende  $Bl$ , wurden dann durch eine Sammellinse  $L$  zunächst in parallele



Bahnen gelenkt und von da durch die Schenkel eines durchsichtigen, U-förmig gebogenen Rohrs gesandt, in dem Luft oder Wasser mit großer Geschwindigkeit hindurchgepreßt wurde. Nach Verlassen des Rohrs wurden die Lichtstrahlen in einer zweiten Sammellinse  $L'$  wiederum abgelenkt und auf einem Schirm  $S$  aufgefangen. Nach den bisherigen Anschauungen wäre der eine Lichtstrahl um den Betrag der in der Röhre bewegten Luft gehemmt, der andere gefördert worden sein. Daher sollten auf dem Schirm die Schwingungen der beiden Lichtstrahlen je nach der Geschwindigkeit des Luftstroms oder des fließenden Wassers sich gegenseitig unterstützen oder nicht. Im ersten Fall würde Licht, im zweiten kein Licht auf dem Schirm sichtbar werden. Je nach dem Zustandekommen dieser Hell- und Dunkelstreifen, die man Interferenz-Streifen nennt, hätten Schlüsse auf das Maß der Hemmung oder Beschleunigung der Lichtfortpflanzung gezogen werden können. Die mit großer Sorgfalt angestellten Versuche ergaben, daß der Äther im Weltenraum ruhe, und im übrigen sich so verhielte, als ob er von den bewegten Körpern nur um ein wenig mitgerissen wurde.



Dieses Ergebnis griff 1881 der amerikanische Physiker Michelson auf, er wollte auf Grund der von Fizeau erkannten Tatsache die Geschwindigkeit der Erde gegen den Äther feststellen. Da die Erde sich auf ihrer Bahn um die Sonne mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 30 km in der Sekunde bewegt,

mußte der Erde dauernd ein „Äthersturm“ entgegenwehen. Würden nun Lichtstrahlen in Richtung der Erdbewegung  $GA$  gesandt, so hätten sie durch den Äthersturm eine meßbare Hemmung, auf einer gleich langen Strecke in einer anderen Richtung, z. B.  $GB$  keine Hemmung erfahren müssen, was nach Zurückspiegelung



der Lichtstrahlen in A und B für einen bei F stehenden Beobachter verschiedene Interferenz-Erscheinungen hervorgerufen hätte. Bei G war eine Glasplatte, die die Lichtstrahlen teils durchließ, teils zurückwarf. Die Abweichung hätte den zehntausendsten Teil des Betrages der Lichtgeschwindigkeit ausgemacht. Obwohl die Versuche so genau ausgeführt wurden, daß selbst der hundertste Teil des erwarteten Unterschiedes hätte sichtbar werden müssen, so zeigten aber die Versuche, auch als sie Michelson 1889 mit Morley wiederholte, zur größten Überraschung, daß die Geschwindigkeit des Lichtes nach allen Richtungen hin die gleiche sei, nämlich 300 000 km in der Sekunde, mithin daß man schließen müsse, daß die Erde den Äther vollständig mit sich führe.

Mehr als zwei Jahrzehnte standen die Physiker vor der Tatsache, daß zwei mit der größten Genauigkeit ausgeführte Versuche ein sich widersprechendes Ergebnis lieferten. Hier warf nun Einstein im Jahre 1905 die Frage auf, ob man denn auch bei Beurteilung der beiden Versuche den jedesmaligen Standpunkt des Beobachters berücksichtigt hätte. Beim Fizeau-Versuch nähme doch ein auf einem ruhenden Körper (Erde) befindlicher Beobachter einen sich in einem bewegten Körper (Luft im Rohr) abspielenden Vorgang wahr, beim Michelson-Versuch sei dagegen der Beobachter mitbewegt. Er wies darauf hin, daß für die Beurteilung irgendeines Naturvorganges der Bewegungszustand des Beobachters von ausschlaggebender Bedeutung sei.

Seit den Tagen des Kopernikus ist uns die Relativität des Raumes (im meßbar-physikalischen, nicht philosophischen Sinne) geläufig. Wohin hält ein auf der uns entgegengesetzten Hälfte lebender Mensch die Spitze seines Zeigefingers, wenn er oben und unten meint? Hat er mit seiner Auffassung nicht ebenso recht wie wir? Wir auf der nördlichen Halbkugel Lebenden dürfen uns in keiner Weise vor ihm für bevorzugt halten. Die Richtungen im Raum sind eben Begriffe, die je nach dem Standpunkt des Beobachters wechseln.

Genau so verhält es sich mit der Zeit (im physikalischen, nicht philosophischen Sinne), wir dürfen sie nicht als etwas Starres, Unabänderliches annehmen, auch bei ihr kommt es jedesmal auf den Bewegungszustand des Beobachters an. Der Ablauf der Zeit ist vom Bewegungszustand der Körper abhängig, und zwar geht die Aufeinanderfolge der einzelnen Naturereignisse, z. B. das Ticken einer Uhr, auf einem bewegten Körper für einen gegenüber zur Uhr ruhenden Beobachter langsamer vor sich. Danach sind zwei Ereignisse, die die Erde für gleichzeitig erklärt, für den mit dem anderen Körper bewegten Beobachter nicht gleichzeitig. Wann liegt überhaupt Gleichzeitigkeit zweier Ereignisse vor? Nur dann, wenn bei ihrem Eintritt die Zeigerstellung zweier Uhren die gleiche ist. Ob dies der Fall ist, könnte man leicht auf folgende Weise feststellen: Von zwei mit einer Uhr versehenen Leuchttürmen A und B werden nach einem Punkt M, der genau auf der Mitte der Strecke AB liegt, Lichtblitze in regelmäßigen Zwischenräumen gesandt. In M befindet sich ein Beobachter, der in zwei rechteckig zueinander gekehrten Spiegeln das Aufflammen der Lichtblitze feststellen kann. Nimmt er bei mehrfacher Wiederholung des Versuchs das Aufblitzen der Lichtstrahlen in den Spiegeln niemals nacheinander wahr, so hat er die Gewißheit, daß beide Leuchttürme ihre Lichtblitze jedesmal zu genau gleicher Zeit ausgesandt haben, d. h. die Uhren in A und B haben den gleichen Gang. Nun fährt vom Leuchtturm B ein Motorrennboot mit äußerster Kraft los. Sein Führer hat die gleiche Spiegelvorrichtung wie der Beobachter bei dem Punkte M. Befindet sich der Führer des Bootes mit dem Beobachter auf gleicher Höhe, wird auf beiden



Leuchttürmen je ein Lichtblitz erzeugt. Der Beobachter erblickt beide gleichzeitig, der Führer des Motorboots aber sieht den von A kommenden Blitz in seinen Spiegeln eher aufflammen als den von B. Bis nämlich der Lichtstrahl von A das Boot erreicht hat, ist das Boot ihm eine Strecke entgegengefahren, während es vor dem von B kommenden Blitz geflohen ist. Beide Beobachter haben recht, wenn sie ihre Wahrnehmungen für richtig halten, und wir sehen, daß für die Erde zwei Ereignisse gleichzeitig sind, die das Motorboot als aufeinanderfolgend erklärt, weil der Ablauf der Zeit in einem bewegten Körper (Motorboot) von einem ruhenden Körper (Erde) aus beurteilt langsamer vor sich geht.

Jetzt versucht der Erdbeobachter, die Länge eines sich gegenüber der Erde bewegenden Körpers zu messen; nehmen wir an, eines mit großer Geschwindigkeit fahrenden Eisenbahnzuges, dessen Anfang und Ende wir A und E nennen. Die Länge des Zuges kann von einem auf der Erde feststehenden Beobachter nun so gemessen werden, daß zwei Punkte auf dem Bahndamm X und Y festgelegt werden, über denen A und E zu gleicher Zeit von der Erde aus gesehen sich befinden. An dem Beispiel mit dem Motorboot haben wir aber erkannt, daß der Begriff der Gleichzeitigkeit je nach dem Bewegungszustand des Beobachters verschieden, d. h. relativ ist. Für den Erdbeobachter wird daher, wenn A mit X zusammenfällt, dasselbe durchaus nicht auch mit E und Y der Fall sein, sondern E befindet sich über einem dritten Punkt des Bahndamms Z. Er mißt daher die Strecke XZ, und nicht XY als Länge des Zuges. Die Rechnung ergibt nun, daß XZ bei wachsender Geschwindigkeit des Zuges immer kleiner wird, d. h. die Länge eines bewegten Körpers in seiner Bewegungsrichtung ist für einen ruhenden Beobachter um so kleiner, je schneller sich der Körper bewegt. Zu dem gleichen Ergebnis würden Erd- und Zugbeobachter wegen der Relativität der Gleichzeitigkeit auch dann kommen, wenn beide die Zuglänge errechnen wollten aus der Multiplikation der Geschwindigkeit des Zuges über den Bahndamm hin mit der Zeit, die der Zug zur Vorbeifahrt an einem unbeweglichen Punkt auf dem Bahndamm gebraucht.

Was nun hier mit Rücksicht auf die größere Anschaulichkeit vom Motorboot und fahrenden Zuge ausgesagt war, muß nun sinngemäß auf die im Raum bewegten Welten übertragen werden. Wir wissen also nun: Jeder Weltenkörper hat seine eigene Zeit und seinen eigenen Maßstab. Der auf der Erde herrschende Zeitablauf und Maßstab gilt nur für sie, nicht aber auch für einen anderen Teil des Weltenraums (sog. spezielle Relativitätstheorie). Zeitangaben sind nur dann verständlich, wenn auch der Weltenkörper angegeben wird, für den sie gemeint sind, oder mathematisch ausgedrückt: Wir leben im vierdimensionalen Raum, aber nicht etwa so, wie es die Spiritisten verstehen, sondern zu den drei Dimensionen des Raumes (Länge, Breite, Höhe) tritt noch als vierte völlig gleichwertige Dimension die Zeit hinzu. Dieses erkannte bereits 1908 der Göttinger Mathematiker Minkowski. Er sagte auf der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte zu Köln: „Von Stund an sollen Raum für sich und Zeit für sich völlig zu Schatten herabsinken, und nur noch eine Art Union der beiden soll Selbständigkeit bewahren.“ Mit anderen Worten, Zeit und Raum gehören unzertrennlich zusammen, eine zeitliche Aufeinanderfolge ist nur im Raum, eine räumliche Ausdehnung nur zu einer gewissen Zeit denkbar. Länge, Breite und Höhe werden in Metern ausgedrückt, ebenso auch die Zeit, und man versteht unter einem Meter Zeit die Zeitspanne, die ein Lichtstrahl zum Durcheilen eines Meters braucht, also den dreihundertmillionstel Teil einer Sekunde.



Dabei ergibt sich nun eine merkwürdige Tatsache, die widersinnig zu sein scheint, es aber gar nicht ist. Der Erdbeobachter kann sagen: „Ich auf der Erde stehe still, du Führer bewegst dich mit deinem Motorboot.“ Mit der gleichen Berechtigung erklärt aber auch der Führer: „Ich stehe still mit meinem Motorboot, die Erde bewegt sich unter mir fort.“ (Der Ausspruch des Reisenden, die Gegend fliegt an meinem Fenster vorüber, ist physikalisch durchaus zutreffend.) Wir haben oben gesehen, daß die Zeitspanne zwischen zwei räumlich getrennten Ereignissen auf einem bewegten Körper größer ist, d. h. daß die Uhr langsamer geht und der Meter etwas kleiner ist als im Zustande der Ruhe. Also erscheint beiden, dem Beobachter und dem Bootführer, die Uhr des anderen langsamer und der Maßstab des anderen kleiner zu sein. Keiner von ihnen darf aber die Bewegung des Körpers, auf dem er sich gerade befindet, für bevorzugt halten. Beide Bewegungen sind einander vollkommen gleichwertig. Hierin liegt die Relativität der Zeit und der räumlichen Entfernung, und die wissenschaftliche Erkenntnis (griechisch: theoria) dieser Tatsachen wird als Relativitätstheorie bezeichnet. „Speziell“ heißt sie deshalb, weil sie nur für den Spezialfall der gleichförmig-geradlinigen Bewegung der Körper gilt.

Alle Bewegungen im Raum sind einander gleichwertig; und nun gelangen wir auch zu einer anderen Ansicht über den Äther. Hatte man schon vorher immer wieder festgestellt, daß sich alle Naturvorgänge so abspielten, als ob es ihn nicht gäbe, so brachte die Relativitätstheorie nunmehr die Gewißheit, daß ein Äther nicht vorhanden sei, denn sonst hätte es ja eine bevorzugte, eine „absolute“ Bewegung gegeben, nämlich die Bewegung der Körper gegen den ruhenden Äther. An dem Beispiel von dem Beobachter und dem Führer haben wir aber gesehen, daß alle Bewegungen einander gleichwertig sind.

Wieweit sich nun Zeiten und Maßstäbe auf Himmelskörpern ändern, die eine von der Erde abweichende Geschwindigkeit haben, wird aus Übertragungsregeln abgeleitet, die der Professor an der Universität Leyden, H. A. Lorentz, angegeben hat (sog. Lorentz-Transformationen). Sie lauten:

$$\text{Eigensekunden} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \text{ Erdsekunden}$$

$$\text{Eigenmeter} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \text{ Erdmeter.}$$

Hierin bedeutet „Eigen“ die den mit anderer Geschwindigkeit als die Erde bewegten Körpern entsprechenden Maßeinheiten,  $v$  die jeweilige Geschwindigkeit des Körpers,  $c$  die Geschwindigkeit des Lichtes, beide in Sekunden-Kilometern. Aus den Formeln ergeben sich nun folgende ungefähre Werte:

Es beträgt bei einer Sekunden-Geschwindigkeit des Körpers von

	1000	100 000	200 000	259 806	290 000 sec./km
Die Länge von 1 Eigen-Sekunde	1,00002	1,0606	1,3416	2	3,9056 Erdsekunden
1 Eigen-Meter	999,98	942,82	745,35	500	256,04 Erdmillimeter

Bei sehr kleinen Geschwindigkeiten, wie z. B. der der Erde um die Sonne, sind die Unterschiede so gering (im Falle der Erde wäre  $\frac{v^2}{c^2}$  gleich einem Hundertmillionstel), daß sie vernachlässigt und das Eigenmaß gleich dem Erdmaß angenommen werden kann; d. h. die alte Newtonsche Mechanik gälte wieder: Sie ist nunmehr nur noch als ein Sonderfall der relativistischen Mechanik für kleine Geschwindigkeiten anzusehen. Auch für 1000 km sind die Abweichungen noch



sehr klein. Hat aber der Körper eine Geschwindigkeit, die sich stark der des Lichtes nähert, so muß die alte Mechanik verlassen und die Lorentz-Transformationen gebraucht werden. Auf einem Körper, der mit 259 806 km Geschwindigkeit in der Sekunde für einen Erdbeobachter durch den Weltenraum fliegt, würde also der Ablauf der Zeit nur halb so schnell vor sich gehen als auf der Erde. Eine Kerze, die auf der Erde eine Stunde bis zum Verlöschen brennt, leuchtet für einen Erdbeobachter, der ihr Abbrennen auf dem Stern verfolgt, doppelt so lange, nämlich zwei Stunden. Aus den immer kleineren Zahlen für das Eigen-Meter ersehen wir, daß eine Kugel, die auf dem schnell fliegenden Stern ruht, von der Erde aus gesehen bei wachsender Geschwindigkeit des Sterns immer schmaler erscheint, bis sie bei Lichtgeschwindigkeit des Sternes das Aussehen einer unendlich dünnen kreisförmigen Scheibe hat.

Wir haben nun schon einen kleinen Einblick in die Wirkungen bekommen, die die Relativitätstheorie auf den mechanischen Teil der Physik ausgeübt hat. Verfolgen wir Einsteins Gedankengänge auf diesem Gebiet weiter, so sehen wir, wie er auf eine ebenso geniale wie einfache Weise feststellt, daß die träge Masse eines Körpers, d. h. die Stoffmenge, die jeder Änderung ihres Bewegungszustandes Widerstand entgegengesetzt, und die Fähigkeit eines Körpers, Arbeit zu leisten, d. h. seine Energie, im Zusammenhang stehen. Er entdeckt in der Energie — mag sie uns als Energie der Spannung, der Bewegung, der Wärme, des Schalles, des Lichtes, als elektrische, chemische, magnetische Energie entgegen treten — Masseneigenschaften, indem er nachweist, daß man die Energie eines Körpers als einen außerordentlich kleinen Bruchteil seiner Stoffmenge und umgekehrt die Masse als eine ungeheuer große Energiemenge auffassen kann. Der Satz von der Erhaltung der Masse und der von der Erhaltung der Energie verschmelzen zu einem, nämlich: im Raum bleibt sich die Summe von Masse und Energie immer gleich. Beide können auf einen gemeinsamen, uns vorläufig noch nicht erkennbaren Ursprung zurückgeführt werden. Als eine weitere Folgerung ergibt es sich, daß die träge Masse eines Körpers nicht immer dieselbe ist, sondern durch Zuführung von Energie um winzige Unterschiede eines Gramms vergrößert, durch Abgabe ebenso verkleinert wird.

Werfen wir also einen Stein in die Höhe, so ist er in dem Augenblick, wo er meine Hand verläßt, um eine Kleinigkeit träger und damit auch schwerer als am Boden. Erwärmen wir eine Speise auf dem Herde, so vergrößert sich ihr Gewicht. Haben wir einer rollenden Kugel eine Beschleunigung von 5 auf 6 Sekundenmeter erteilt, so müssen wir mehr Kraft anwenden, um sie nun von neuem von 10 auf 11 Sekundenmeter anzutreiben, da ihre Trägheit mit wachsender Schnelligkeit sich vergrößert hat. Aus demselben Grunde erscheint dem Bahnwärter sein Erdkilogramm im fahrenden Zuge ein wenig schwerer, bei Lichtgeschwindigkeit des Zuges sogar unendlich groß. Drücken wir aus einer mit 10 Sekundenmeter fahrenden Lokomotive ein Gewehr ab, dessen Geschosß in der Sekunde 900 Meter zurücklegt, so erreicht das Geschosß nicht eine Gesamtgeschwindigkeit von 910 Metern, da seine Trägheit durch die ihm von der Lokomotive erteilte Beschleunigung sich vergrößert hat.

Alle diese Änderungen, die die Körper erfahren, können leicht mit Hilfe des Ausdruckes  $\frac{E}{c^2}$  festgestellt werden. Hierin bedeutet E die zugeführte Energie in Erg, c ist die Geschwindigkeit des Lichts während einer Sekunde, ausgedrückt in Centimetern. Infolge ihrer außerordentlichen Kleinheit hatte man diese Unterschiede bisher völlig übersehen. Sie haben auch für unser tägliches Leben keine



Bedeutung. Für ein Liter Wasser würde die Gewichtsvermehrung bei der Erwärmung von 0 auf 100° Cels. etwa den zweihundertmillionstel Teil eines Grammes ausmachen. Meßbar werden diese Änderungen erst dann, wenn die Körper eine Geschwindigkeit besitzen, die sich stark der des Lichtes nähert, was z. B. bei den von der Kathode einer Röntgenröhre mit einer Sekundengeschwindigkeit von 250 000 km ausgesandten Kathodenstrahlen der Fall ist. Die Bonner Professoren Bucherer und Kaufmann haben nun nachgewiesen, daß die von Einstein behaupteten Unterschiede tatsächlich vorhanden sind.

Haben wir nun die stofflichen Eigenschaften der Energie erkannt, so wollen wir diese Überlegungen auch auf den Stoff selbst übertragen, und wir erkennen, daß kein Stoff ohne Kraft ist. Die träge Masse eines Körpers ist ein gewaltiger Energiespeicher. Wir stellen mit Staunen fest, daß z. B. ein Kilogramm Kohle in seinen Atomen die ungeheure Menge von über 20 Billionen (großen) Kalorien enthält. Wenn wir die Masse der Kohlenatome veranlaßten, freiwillig in Energie zu zerfallen, so könnten wir mit einem Kilogramm Kohle die Kessel eines Kraftwerkes von 50 000 Pferdestärken 10 Jahre lang ununterbrochen heizen. Oder mit einer Kohlenmenge, die in einem Fingerhut Platz hätte, eine große Wohnung mehrere Winter hindurch warm halten. Nach Abgabe ihrer Energie wäre die Kohle dann restlos aufgebraucht. Aber leider sind wir noch nicht so weit, die Kohlenatome zu diesem freiwilligen Zerfall zu veranlassen. Das wird uns wahrscheinlich erst dann gelingen, wenn wir die Eigenschaften der kleinsten Stoffteilchen (Atome und Moleküle) und ihr Verhalten zu- und nebeneinander besser kennen als bisher.

Einstein's Forschungen über die Eigenschaften der Masse führten ihn dazu, die Folgerungen aus dem schon von Newton aufgestellten Satz von der Gleichheit der trägen und schweren Masse eines Körpers zu ziehen. Den Begriff der trägen Masse haben wir uns schon oben vergegenwärtigt, die schwere Masse eines Körpers ist die Stoffmenge, die der Schwerkraft von seiten eines anderen Körpers (z. B. der Erde) unterliegt. Dunkelheiten über das Wesen der Schwerkraft veranlaßten Einstein, dieselbe in den Kreis seiner Betrachtungen zu ziehen.

Bisher nahmen wir an, daß der kleine Hufeisenmagnet, mit dem die Kinder spielen, das Stückchen Eisen „anzöge“. Diese Auffassung genügte aber schon lange nicht mehr der Wissenschaft. Auf Grund von Versuchen, die der Engländer Faraday (gest. 1876) und andere Physiker machten, wie Maxwell und Hertz, nahm man vielmehr an, daß der Magnet je nach der Stärke der in ihm enthaltenen elektromagnetischen Kräfte die ihm benachbarten Raumteile beeinflusse und in ihnen ein Kräftefeld erzeuge, auch Schwere- oder Gravitationsfeld genannt. Käme das Stückchen Eisen in den Bereich dieses Feldes, so zeigte es das Bestreben, sich dem Magneten zu nähern. Besonders Newton hat die Gesetze der Massenanziehung erforscht, er stellte 1682 das Gravitationsgesetz auf, demzufolge wir annahmen, daß die Sonne die Planeten, darunter auch unsere Erde, mit umso größerer Kraft „anzöge“, je näher ihr die Planeten ständen, und daß die Schwerkraft mit bis jetzt unbekannter Geschwindigkeit von der Sonne aus auf die Planeten wirke.

Diese Auffassungen sind unhaltbar. Einstein überträgt den Begriff der Schwerefelder in den Weltenraum. Nach ihm ist jeder Körper im Weltenraume, ebenso wie der Magnet, der Ausgangspunkt eines Kräftefeldes, dessen Wirkungen um so stärker und ausgedehnter sind, je größer die Masse des Körpers ist. In



der Nähe der Körper macht sie sich am deutlichsten bemerkbar, nach den Fernen des Weltenraums hin wird sie schwächer, immerhin durchdringt die Gesamtheit der Kräftefelder den ganzen Weltenraum. Nun ändert der Raum unter dem Einfluß der elektro-magnetischen Kräfte eines Schwerefeldes seine Eigenschaften. Daher hat der Raum je nach der unaufhörlichen Bewegung der Körper gegeneinander und der wechselnden Stärke innerhalb der einzelnen Schwerkräftfelder, die auch ineinander übergehen und sich gegenseitig beeinflussen, nach Ort und Zeit ein abweichendes Aussehen. Die Weltenkörper bedingen also entsprechend ihrer Größe, Verteilung und Geschwindigkeit die Eigenschaften und das Aussehen des Raumes. Nicht nur Raum und Zeit gehören zusammen, wie es die spezielle Relativitätstheorie lehrt, sondern zu diesen beiden treten als Drittes noch die Dinge hinzu (soweit sie der Physiker ausmißt, nicht der Philosoph betrachtet): Wir leben in einer Raum-Zeit-Dingwelt (sog. *a l l g e m e i n e* Relativitätstheorie). Raum ist nur da möglich, wo neben einer zeitlichen Aufeinanderfolge auch Dinge sind. Zeit ist nur in Verbindung mit dem Raum und den Dingen denkbar. Dinge sind nur da vorhanden, wieweit die Vorstellung von Raum und Zeit reicht.

Unter dem Einfluß, den jeder Körper auf die ihn umgebenden Raumteile ausübt, muß auch die Erkenntnis der Raumeigenschaften, d. h. die Geometrie, je nach Ort und Zeit zu anderen Ergebnissen kommen. Damit sinkt die Geometrie zu einem Teil der Physik hinab, da sie ausschließlich von physikalischen Eigenschaften des Raumes abhängt. In unseren Schulen wird die Geometrie gelehrt, wie sie Euklides zu Alexandrien um 300 v. Chr. Geburt in seinen Schriften niederlegte. Diese Euklidische Raumlehre, die wir bisher als für den Weltenraum gültig betrachteten, kann aber nur für unsere Erde gebraucht werden. Einstein hat nämlich gezeigt, daß im Weltenraum infolge der Wirkung der von den Massen ausgehenden Schwerkräftfelder die Euklidische Geometrie nicht mehr streng gilt, sondern daß auf und in der Nähe jedes Himmelskörpers andere geometrische Verhältnisse als die Euklidischen vorherrschen. Im Weltenraum gelten, da jeder Körper entsprechend seiner Masse die geometrischen Verhältnisse der ihm benachbarten Raumteile verschieden stark ändert, unzählige, von der Euklidischen abweichende Geometrien. Auf diesen Himmelskörpern würden unsere geraden Linien und Ebenen keine Geraden und Ebenen, die Winkelsumme eines Dreiecks würde größer als zwei Rechte sein, zwischen den Seiten und Winkeln eines Dreiecks würden die Sätze gelten, die den Sätzen der sphärischen Trigonometrie entsprechen, und das Verhältnis zwischen Kreisumfang und Kreisdurchmesser, das in der Euklidischen Geometrie  $3,14159 \dots$  (Zahl  $\pi$ ) beträgt, würde kleiner sein, da der Kreisdurchmesser in einer Raumebene infolge ihrer Wölbung größer ist, als ein Durchmesser in der ebenen Fläche. Hier entwickelt Einstein Gedanken des Mathematikers Riemann fort, der bereits 1854 das Vorhandensein Nichteuklidischer Geometrien im Raume behauptete.

Hätten wir ein vierdimensionales Anschauungsvermögen, so könnten wir sagen, es gäbe — ebenso wie es gerade und krumme Linien, gerade und krumme Flächen gibt — gerade (Euklidische) und krumme (Nichteuklidische) Räume. Da wir aber nur dreidimensionale Vorstellungen haben, so bleibt der krumme Raum für uns ein rein mathematischer Begriff, nur ein Hilfsmittel, um die Eigenschaften des Raumes besser zu erkennen.

In einem gekrümmten Raum kann sich nun ein Trägheits-Körper nicht geradlinig-gleichförmig bewegen, sondern er wird infolge der stets von neuem eintreten-



den Änderung der geometrischen Verhältnisse in dem betreffenden Raumteil zu einer bestimmten Zeit immer wieder in eine krummlinige Bahn gezwungen. Die Rechnung ergibt nun, daß nicht bloß alle geradlinig-gleichförmigen Bewegungen einander gleichwertig sind — wie es die spezielle Relativitätstheorie nachweist —, sondern alle beliebigen Bewegungen der Körper sind einander gleichwertig, d. h. die spezielle wird zur „allgemeinen“ Theorie erweitert. Und jetzt werden wir verstehen, daß die Erde nicht deshalb die Sonne umkreist, weil sie von der Sonne „angezogen“ wird, sondern die Erde bewegt sich genau wie ein Trägheitskörper, doch wird sie im Kräftefeld der Sonne infolge ständigen Wechsels der geometrischen Verhältnisse der ihr benachbarten Raumteile zu einer bestimmten Zeit in eine krummlinige Bahn gezwungen. Sie ähnelt darin einer Lokomotive, die nicht von einer entfernten Station „angezogen“, sondern infolge der Krümmung der Schienen in ihrer bisherigen Laufrichtung gestört wird. Dabei ergibt sich nun, daß das von Newton aufgestellte Gesetz von der allgemeinen Massenanziehung nicht genau stimmt. Der der Sonne nächst stehende Planet Merkur hat keine gegenüber den Fixsternen feststehende Bahn. Der jedesmalige Punkt seiner Sonnennähe bewegt sich im Laufe eines Jahrhunderts um 43 Bogensekunden auf seiner Bahn vorwärts im Sinne der Umlaufbewegung (sog. Perihel-Bewegung des Merkur). Diese Tatsache war bereits im Jahre 1859 von dem Franzosen Leverrier festgestellt, ohne daß man für sie eine befriedigende Erklärung finden konnte. Einsteins Rechnungen haben sie aber restlos gegeben. Auch die übrigen Planetenbahnen weisen ähnliche Abweichungen auf, doch sind diese Unregelmäßigkeiten infolge der Entfernung der Gestirne von der Sonne so schwach, daß wir sie mit unseren jetzigen Meßwerkzeugen nicht wahrnehmen können.

Sowie wir nun gesehen haben, daß sich die Erde im Schwerefeld der Sonne bewegt; gibt es auch nicht mehr die Annahme der unvorstellbar großen Geschwindigkeit, mit der sich die Anziehungskraft durch den Weltenraum fortpflanzen soll. Kein Körper im Weltenraum kann eine größere Geschwindigkeit als die des Lichtes annehmen. Würden wir auf einem Luftschiff mit annähernder Lichtgeschwindigkeit durch den Raum fliegen und in der Fahrtrichtung eine Kugel abschießen, die vielleicht die Geschwindigkeit des Lichtes vom Standpunkte des Erdbeobachters überschreiten sollte, so würde uns das nicht gelingen. Infolge der dem Geschoß durch das Luftschiff erteilten Geschwindigkeit ist die Trägheit und damit auch das Gewicht des Geschosses so groß geworden, daß es keine Macht der Welt gibt, die dem Geschoß eine die des Lichtes überschreitende Geschwindigkeit erteilen könnte.

Der Nachweis für das Vorhandensein dieser Schwerefelder war nicht allzu schwierig. Wir hatten doch oben gesehen, daß die Energie — Licht ist schwingende Energie — Masseneigenschaften aufweist. Eine Masseneigenschaft ist es, daß die größere Stoffmenge bestrebt ist, die in den Wirkungsbereich ihres Kräftefeldes gelangte kleinere Stoffmenge zu beeinflussen. Daher muß ein Lichtstrahl, der durch das Schwerefeld der Sonne geht, eine Ablenkung zur Sonne hin erfahren; und zwar sollte der Betrag der Ablenkung durchschnittlich 1,7 Bogensekunden ausmachen, da die Ablenkung in der Nähe der Sonne am stärksten, weiter ab von ihr weniger in Erscheinung treten müßte. Eine Nachprüfung dieser Behauptung wäre möglich, wenn man eine photographische Aufnahme der Sonne und der ihr nahestehenden Sterne zu einer Zeit machte, wo die Sonnenstrahlen durch einen anderen Himmelskörper, z. B. den Mond, für einen Erdbeobachter vollständig abgeblendet seien, d. h. beim Eintritt einer totalen Sonnenfinsternis.



Vergleiche man nun die Stellung der Sterne in einer solchen Aufnahme mit einem Bilde von der gleichen Himmelsgegend, das man ein halbes Jahr früher oder später erhalten hätte, d. h. zur Zeit der Sonnenferne, so müßte eine Verschiebung der Sterne um 1,7 Bogensekunden sich feststellen lassen. Bereits auf der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte im September 1913 zu Wien forderte Einstein eine Aufnahme der Sonnenfinsternis, die im August 1914 zu erwarten war. Eine deutsche Expedition, die sich zu ihrer Beobachtung nach dem Kaukasus aufmachte, wurde bei Ausbruch des Krieges von den Russen gefangen genommen und konnte daher ihre Arbeit nicht beenden. Erst zwei englische Expeditionen, die zur Beobachtung der totalen Sonnenfinsternis am 29. Mai 1919 auszogen, die eine nach Sobral in Brasilien, die andere nach der Insel Principe an der Kamerun-Küste, stellten fest, daß Einsteins Voraussage mit den Tatsachen übereinstimmte. Für 13 Sterne (aus dem Sternbilde des Stiers), deren Lichtstrahlen in der Nähe der Sonne vorbeigingen, wurden die Messungen ausgeführt; sie ergaben einen Durchschnittswert von 1,78 Bogensekunden.

Wahrlich ein großartiger Triumph deutscher Wissenschaft!

Ferner sagte Einstein voraus, daß das Spektrum aller Sterne eine kleine Verschiebung nach rot infolge der Verlängerung der Schwingungsdauer der Lichtstrahlen im Schwerefeld der sie aussendenden Körper erfahren müßte. Daher hat glühendes Natrium, das auf der Erde leuchtend gelb brennt, d. h. in der Sekunde 550 Billionen Lichtwellen aussendet, im Spektrum eines Sterns, z. B. der Sonne, einen leichten Schimmer ins Rötliche. Doch ist diese Voraussage Einsteins bis heute wegen der außerordentlichen Kleinheit des festzustellenden Betrages noch nicht ganz sicher nachgewiesen, da außerdem die Umstände noch nicht näher erforscht sind, unter denen das Licht von der Sonnenoberfläche ausgestrahlt wird. Es ist aber zu erwarten daß bei entsprechender Verfeinerung der Hilfsmittel auch dieser Beweis bald erbracht werden wird.

Einsteins Gedankengänge nehmen aber einen noch viel höheren Flug an. Die so häufig aufgeworfene Frage nach der Unendlichkeit der Welt vermag Einstein auf Grund der allgemeinen Relativitätstheorie zu beantworten. Dabei gelangt er zu der Erkenntnis, daß der Weltenraum das vierdimensionale Seitenstück einer Kugeloberfläche ist. Der Weltenraum ist in sich geschlossen, kein Stoff, keine Energie kann aus dem Weltenraum jemals entweichen, auch wenn die Massen ja ständig in Bewegung sind. Der Raum ist endlich, aber doch ohne Grenzen. Endlich insofern, daß seine Ausdehnung wohl errechnet werden kann, und zwar wird die Größe seines Durchmessers auf zwei Trillionen ( $2 \cdot 10^{18}$ ) Lichtjahre, entsprechend 1,9 Quinquillionen ( $1,9 \cdot 10^{30}$ ) km angegeben. Sofort erhebt sich die Frage, was jenseits des Raumes wäre. Aber eine solche Frage ist müßig. Außerhalb des Weltenraumes gibt es keinen Raum im physikalischen Sinne, denn Raum ist nach der allgemeinen Relativitätstheorie nur da vorhanden, wo auch Stoff ist. Ohne Stoff ist kein Raum denkbar. Ferner ist der Raum ohne Grenzen. Was das bedeutet, mag ein Beispiel erläutern! Befinde ich mich auf irgend einem Punkte im Raume und werfe ich mit übermenschlicher Kraft an Schnüren befestigte Steine nach allen Richtungen hin, so sehe ich, wie die Schnüre anfangs auseinanderstreben, dann aber allmählich zusammenlaufen und sich in der Ferne wieder in einem Punkte vereinigen. Infolge der eigentümlichen geometrischen Verhältnisse (Krümmung) des Raumes werden die Steine niemals an seine Grenzen gelangen, stets werden sie in eine krummlinige Bahn gezwungen werden. Es bedarf aber noch eingehender Forscherarbeit, ehe alle Fragen über



das Wesen des Raumes geklärt sind. Ihre Lösung würde beträchtlich gefördert werden, wenn wir über die Art der Verteilung und die Dichtigkeit des Stoffes im Weltenraum besser unterrichtet wären. Doch müßten wir dazu erst einen größeren Teil des Raumes kennen, als wir ihn bis jetzt mit unseren mangelhaften Hilfsmitteln durchdrungen haben.

Wer ist nun Albert Einstein? Er wurde am 14. März 1879 zu Ulm als Sohn württembergischer Eltern geboren. Schon im Alter von sechs Wochen kam er nach München, wo er bei seinen Eltern bis zum Jahre 1894 blieb. Hier besuchte er das Luitpold-Gymnasium, und schon damals zeigte sich seine starke Begabung für die Naturwissenschaften. Dann zogen seine Eltern nach Mailand, er ging aber nach der Schweiz, besuchte das Gymnasium zu Aarau und begann dann seine Studien in Mathematik und Physik im Jahre 1895 an der Technischen Hochschule in Zürich. Nach Ablegung der vorgeschriebenen Prüfungen begann er im Jahre 1905 seine ersten Arbeiten über die spezielle Relativitätstheorie in Bern zu veröffentlichen. Einstein erzählt, daß er viele Wochen lang körperliches Unbehagen verspürte, nachdem seine Forschungen ihn zu Ergebnissen geführt hatten, die so sehr von den bisherigen Anschauungen abwichen. Möge sich also keiner abschrecken lassen, wenn es ihm bei der ersten Bekanntschaft mit der Relativitätstheorie ebenso geht! Selbst der Meister mußte sich erst an die neuen Gedankengänge gewöhnen. Bald darauf habilitierte er sich an der dortigen Universität. 1909 wurde er außerordentlicher Professor an der Universität Zürich, nach kurzem Aufenthalt in Prag 1912 ordentlicher Professor für theoretische Physik an der Technischen Hochschule in Zürich. Im Frühjahr 1914 wurde er von Kaiser Wilhelm II. als Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Physik und Mitglied der preußischen Akademie der Wissenschaften nach Berlin berufen. Hier in Berlin brachte er im Jahre 1915 das Lehrgebäude der allgemeinen Relativitätstheorie zum Abschluß.

Zwar ist die Theorie ihrem Inhalte nach vorläufig noch ein Besitz der Mathematiker und Physiker, und nur sie verstehen voll und ganz die Befreiung, die in der neuen Erkenntnis liegt. Aber für jedermann liegen die Vorzüge von Einsteins Lehren auf der Hand, wenn man bedenkt, daß Einstein bei seinen genialen Forschungen sich nicht darauf beschränkt hat, einige kühne Vermutungen aufzustellen, sondern daß er sofort auch die Möglichkeiten angegeben hat, seine Voraussagen nachzuprüfen. Zwar sind alle Beweismöglichkeiten noch nicht erschöpft, aber in zahlreichen wichtigen Punkten hat es sich bereits herausgestellt, daß die Beobachtungen mit den von Einstein errechneten Werten übereinstimmen, so daß wir nicht mehr die Richtigkeit seiner Gedankengänge bezweifeln können. In der vorliegenden Arbeit ist nur die Ablenkung der Lichtstrahlen im Schwerefeld der Sonne, die Perihel-Bewegung des Merkur und die Massenänderung bei schnell bewegten Körpern (Kathoden-Strahlen) erwähnt.

Was soll nun der Laie von der Theorie halten? Ist sie nur eine geistvolle wissenschaftliche Erörterung oder wird die Menschheit unmittelbaren Nutzen von ihr haben? Vorläufig ist diese Frage noch nicht zu entscheiden. Das hängt ganz davon ab, wieweit die Ergebnisse der Theorie im praktischen Leben angewandt werden können, z. B. ob es gelingen wird, die Kohle zu einer freiwilligen Energieabgabe zu veranlassen. Die wirtschaftlichen Umwälzungen wären unübersehbar, und ich glaube, wir sind nicht allzu leichtsinnig, wenn wir hoffen, daß uns die nächsten Jahrzehnte auch die Lösung dieser Frage bringen werden.

---



*Uranus* (Feld 22<sup>1/3</sup><sup>h</sup>) ist der einzige Planet, der im Oktober auch am Nachthimmel zu beobachten ist. Er steht fast in der Mitte zwischen den Sternen o und e im Wassermann und ist schon mit einem Opernglas aufzufinden. Um die Planetenscheibe selbst mit Sicherheit zu erkennen, muß man mindestens ein dreizölliges Fernrohr mit 100facher Vergrößerung zur Verfügung haben.

*Neptun* (Feld 9<sup>b</sup>) ist in etwas günstigere Beobachtungsverhältnisse gekommen — die Sonne ist wieder weiter von ihm abgerückt —, kann aber in kleineren Fernrohren noch nicht gesehen werden.

Planetenerörter.									Die vier hellen Jupitermonde.													
									Verfinsterungen		Stellungen											
Oktober	Rektasz.		Deklin.		Ob. Kulm.		Oktober	Rektasz.		Deklin.		Ob. Kulm.	Oktober	M. E. Z.		Mond	Oktober	17 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> M. E. Z.				
	h	m	o	'	h	m		h	m	o	'			h	m			h	m		h	m
Merkur									Mars													
1	13	28,7	-9	55	0	49	21	18	9,5	-25	9	4	11	1	1	31,0	I	E	1	○1324		
3	13	39,7	11	15	0	52	23	18	15,9	25	6	4	9	2	19	59,4	I	E	2	312○4		
5	13	50,7	12	32	0	55	25	18	22,4	25	2	4	8	4	7	7,5	II	E	3	32○41		
7	14	1,5	13	46	0	58	27	18	28,9	24	58	4	7	4	14	27,8	I	E	4	34○12		
9	14	12,3	14	56	1	1	29	18	35,4	24	52	4	5	5	12	19,7	III	E	5	41○2		
11	14	22,9	16	4	1	4	31	18	41,9	-24	46	4	4	6	8	56,2	I	E	6	42○13		
13	14	33,4	17	8	1	6								7	20	25,0	II	E	7	412○3		
15	14	43,7	18	8	1	9	Jupiter									8	3	24,5	I	E	8	4○132
17	14	53,8	19	4	1	11	2	10	38,8	+9	32	21	52	9	21	52,9	I	E	9	431○2		
19	15	3,6	19	55	1	13	6	10	41,8	+9	14	21	39	11	9	43,1	II	E	10	342○1		
21	15	13,1	20	42	1	15	10	10	44,7	8	57	21	27	11	16	21,2	I	E	11	34○2		
23	15	22,2	21	24	1	16	14	10	47,6	8	41	21	14	11	17	9,6	IV	E	12	13○42		
25	15	30,7	22	0	1	16	18	10	50,4	8	24	21	1	11	21	48,1	IV	A	13	2○134		
27	15	38,6	22	30	1	16	22	10	53,1	8	8	20	48	12	16	17,5	III	E	14	21○34		
29	15	45,5	22	53	1	15	26	10	55,8	7	53	20	35	13	10	49,5	I	E	15	○1234		
31	15	51,2	-23	8	1	13	30	10	58,3	+7	38	20	21	14	23	0,6	II	E	16	13○24		
Venus									Saturn													
1	13	59,9	-11	56	1	20								15	5	17,8	I	E	17	32○14		
3	14	9,3	12	52	1	22	2	11	18,9	+6	23	22	32	16	23	46,2	I	E	18	31○24		
5	14	18,7	13	46	1	23	6	11	20,7	6	13	22	18	18	12	18,8	II	E	19	3○42		
7	14	28,2	14	39	1	25	10	11	22,4	6	2	22	4	18	18	14,5	I	E	20	24○13		
9	14	37,8	15	30	1	27	14	11	24,1	5	52	21	50	19	20	15,1	III	E	21	421○3		
11	14	47,4	16	20	1	28	18	11	25,8	5	42	21	36	20	23	44,9	III	A	22	4○123		
13	14	57,1	17	8	1	30	22	11	27,4	5	32	21	22	20	12	42,8	I	E	23	41○32		
15	15	6,9	17	55	1	32	26	11	29,0	5	23	21	8	22	1	36,3	H	E	24	432○1		
17	15	16,8	18	40	1	34	30	11	30,5	+5	14	20	53	22	7	11,1	I	E	25	431○		
19	15	26,8	19	22	1	36								24	1	39,4	I	E	26	43○12		
21	15	36,8	20	3	1	38								25	14	54,5	II	E	27	42○3		
23	15	46,9	20	42	1	41	Uranus									25	20	7,7	I	E	28	214○3
25	15	57,1	21	18	1	43	2	22	18,6	-11	22	9	33	27	0	12,4	III	E	29	○1243		
27	16	7,4	21	53	1	45	6	22	18,1	11	25	9	17	27	3	41,8	III	A	30	1○324		
29	16	17,7	22	24	1	48	10	22	17,7	11	27	9	1	27	14	36,0	I	E	31	32○14		
31	16	28,1	-22	54	1	50	14	22	17,4	11	29	8	45	28	11	9,7	IV	A				
Mars									Neptun													
1	17	6,4	-24	39	4	27	22	22	16,8	11	32	8	13	28	15	45,0	IV	A				
3	17	12,6	24	46	4	25	26	22	16,6	11	33	7	57	29	4	12,0	II	E				
5	17	18,7	24	53	4	23	30	22	16,4	-11	34	7	11	29	9	4,3	I	E				
7	17	25,0	24	58	4	21								31	3	32,6	I	E				
9	17	31,2	25	2	4	20																
11	17	37,5	25	6	4	18	2	9	2,7	+16	53	20	16									
13	17	43,9	25	8	4	17	10	9	3,4	16	50	19	45									
15	17	50,2	25	10	4	15	18	9	4,0	16	48	19	14									
17	17	56,6	25	10	4	14	26	9	4,5	+16	46	18	43									
19	18	3,0	-25	10	4	12																

E = Eintritt,  
A = Austritt.

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

Diese Zeitschrift erscheint einmal monatlich in einem Doppelheft. — Bezugspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 7.50 M. (Ausland 12.50 M.) durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelheft 3.— M. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 250.— M., 1/2 Seite 130.—, 1/4 Seite 70.—, 1/8 Seite 40.—, 1/16 Seite 25.—. Bei Wiederholungen Rabatt.

Für die Schriftleitung verantwortl.: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; f. d. Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW, Blücherstr. 22  
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW



