

Das Weltall



16. Jahrgang.

Herausgegeben

VON

1915-1916

Dr. F. S. Archenhold.

6505

E

ARCHENHOLD-STERNWARTE
Berlin-Treptow Telefon: 674156

Das Weltall

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und
~~~~~ verwandte Gebiete ~~~~~

Herausgegeben unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen

von

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

„Die Astronomie zeigt uns das  
Verhältnis der Erde zu gleichen und  
ähnlichen Körpern des Weltraumes.“  
Goethe.


**16. Jahrgang**

==== Oktober 1915 bis September 1916 ====

Mit 2 Beilagen und 38 Abbildungen




Verlag der Treptow-Sternwarte  
Berlin - Treptow



---

Alle Rechte vorbehalten.

---





## Mitarbeiter.

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

|                                                                                                                                                                  | Seite             |                                                        | Seite      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------|------------|
| Ahrens, Dr. W. . . . .                                                                                                                                           | 129               | Hepperger, Prof. Dr. J. v. . . . .                     | 97, 118    |
| Archenhold, Dr. F. S 7, 25, 42, 73, 90, 108,<br>122, 142, 161, 163, 167, 183, 184, 187, 191, 195, 199                                                            |                   | Iklé, Dr. M. 12, 13, 31, 44, 60, 64, 80, 165, 167, 199 |            |
| Blaschke, Dr. M. (15), (28), 30, 32, (46), 48, 61,<br>64, 77, (79), (96), (112), 126, (128), (149), 150,<br>(151), (152), 164, 166, 167, 178, 180, 181, 196, 198 |                   | Kiesling, Prof. P. . . . .                             | 1, 113     |
| Block, Dr. W. . . . .                                                                                                                                            | 49, 65, 135, 173  | Krebs, W. . . . .                                      | 169, 185   |
| Fauth, Philipp . . . . .                                                                                                                                         | 148               | Nippoldt, Prof. Dr. A. . . . .                         | 17, 38, 57 |
| Franz, Dr. v. . . . .                                                                                                                                            | 77, 105, 177, 183 | Passarge, Hans . . . . .                               | 139, 191   |
| Hansen, Fritz . . . . .                                                                                                                                          | 95                | Rosendorn, Gertrud, Oberlehrerin . . . . .             | 200        |
|                                                                                                                                                                  |                   | Sebaldt-Steglitz, M. F., Bibliothek-Direktor . . . . . | 33         |
|                                                                                                                                                                  |                   | Thieme, B. . . . .                                     | 54, 69     |
|                                                                                                                                                                  |                   | Weinstein, Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Max R. . . . .      | 81, 153    |

## Verzeichnis der Abbildungen.

|                                                                                      | Seite              |                                                                                                                                     | Seite   |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Übungen am Himmelsglobus (2 Fig.) . . . . .                                          | 2, 114             | Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den<br>Monat Oktober 1916 (2 Fig.) . . . . .                                                  | 124/125 |
| Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den<br>Monat März 1916 (2 Fig.) . . . . .      | 10/11              | Sternkarte für den Monat Februar 1917 . . . . .                                                                                     | 143     |
| Der Kompaß in der Entwicklung unserer<br>Kultur (6 Figuren) . . . . .                | 19, 22, 25, 38, 41 | Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den<br>Monat November, Dezember 1916 (4 Fig.)                                                 | 144/145 |
| Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den<br>Monat April 1916 (2 Fig.) . . . . .     | 26/27              | Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den<br>Monat Januar, Februar 1917 (4 Fig.) . . . . .                                          | 146/147 |
| Astral-Bau- und Element-System . . . . .                                             | 36                 | Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den<br>Monat März 1917 (2 Fig.) . . . . .                                                     | 162/163 |
| Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den<br>Monat Juni 1916 (2 Fig.) . . . . .      | 44/45              | Erdbeben-Aufzeichnung der Magnetischen<br>Warte zu Bochum, 4. Jan. 1911 . . . . .                                                   | 170     |
| Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den<br>Monat Juli 1916 (2 Fig.) . . . . .      | 74/75              | Vergleich des Spektrums des veränderlichen<br>Sternes Mira (o Ceti) mit dem im Labora-<br>torium erhaltenen Spektrum des Titanoxyds | 192     |
| Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den<br>Monat August 1916 (2 Fig.) . . . . .    | 92/93              | Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den<br>Monat April 1917 (2 Fig.) . . . . .                                                    | 194/195 |
| Lauf von Sonne, Mond und Planeten für den<br>Monat September 1916 (2 Fig.) . . . . . | 110/111            |                                                                                                                                     |         |



## Verzeichnis der Beilagen.

|                                                                |                                                   |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Heft                                                           | Heft                                              |
| Sonnenfleckengruppen von 1914, April 28. bis<br>Mai 2. . . . . | Zustand Jupiters am 3., 4. und 5. Aug. 1916 17/18 |
| 11/12                                                          |                                                   |

## Inhaltsverzeichnis.

| Seite                                                                                                                                                     | Seite                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Übungen am Himmelsglobus. Von Prof. P. Kiesling (Bromberg) . . . . .                                                                                      | Im Monat September 1916 . . . . . 108                                |
| 1                                                                                                                                                         | Im Monat Oktober 1916 . . . . . 122                                  |
| Der Kompaß in der Entwicklung unserer Kultur. Nach einem Vortrag im Hörsaal der Treptow-Sternwarte. Von Prof. Dr. A. Nippoldt . . . . .                   | Im Monat November, Dezember 1916, Januar, Februar 1917 . . . . . 142 |
| 17, 38, 57                                                                                                                                                | Im Monat März 1917 . . . . . 161                                     |
| Welten-Bau und Element-System. Vergleichen vom Bibliothek-Direktor M. F. Sebaldt-Steglitz . . . . .                                                       | Im Monat April 1917 . . . . . 191                                    |
| 33                                                                                                                                                        |                                                                      |
| Physikalische Rundschau. Von Dr. Walter Block . . . . .                                                                                                   |                                                                      |
| 49                                                                                                                                                        |                                                                      |
| Funkentelegraphische meteorologische Stationen. Von B. Thieme . . . . .                                                                                   |                                                                      |
| 54, 69                                                                                                                                                    |                                                                      |
| Zur Relativitätstheorie. Von Dr. Walter Block                                                                                                             |                                                                      |
| 65                                                                                                                                                        |                                                                      |
| Das Wesen der Schwerkraft. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Weinstein . . . . .                                                                                |                                                                      |
| 81                                                                                                                                                        |                                                                      |
| Über spektroskopische Doppelsterne. Von Prof. Dr. J. v. Hepperger . . . . .                                                                               |                                                                      |
| 97, 118                                                                                                                                                   |                                                                      |
| Das Klima im besetzten Frankreich. Von Dr. V. Franz . . . . .                                                                                             |                                                                      |
| 105                                                                                                                                                       |                                                                      |
| Übungen am Himmelsglobus II. Von Prof. P. Kiesling (Bromberg) . . . . .                                                                                   |                                                                      |
| 113                                                                                                                                                       |                                                                      |
| Zahlenriesen. Von Dr. W. Ahrens (Rostock)                                                                                                                 |                                                                      |
| 129                                                                                                                                                       |                                                                      |
| Das Atomgewicht. Von Dr. Walter Block                                                                                                                     |                                                                      |
| 135                                                                                                                                                       |                                                                      |
| Launen der Schwerkraft. Von Hans Passarge                                                                                                                 |                                                                      |
| 139                                                                                                                                                       |                                                                      |
| Die moderne Lehre von der Relativität der Erscheinungen und der Bewegung. (Die Relativitätslehre.) Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Max R. Weinstein . . . . . |                                                                      |
| 153                                                                                                                                                       |                                                                      |
| Ein Rätsel des westphälischen Bodens. Versuch zu seiner Lösung. Von Wilhelm Krebs                                                                         |                                                                      |
| 169                                                                                                                                                       |                                                                      |
| Physikalische Rundschau. Von Dr. Walter Block . . . . .                                                                                                   |                                                                      |
| 173                                                                                                                                                       |                                                                      |
| Der Kanonendonner von Margate in Deutschland gehört? Von Wilhelm Krebs . . . . .                                                                          |                                                                      |
| 185                                                                                                                                                       |                                                                      |
| Das Algolsystem . . . . .                                                                                                                                 |                                                                      |
| 187                                                                                                                                                       |                                                                      |
| <b>Der gestirnte Himmel:</b>                                                                                                                              |                                                                      |
| Im Monat März 1916 . . . . .                                                                                                                              | 7                                                                    |
| Im Monat April 1916 . . . . .                                                                                                                             | 25                                                                   |
| Im Monat Juni 1916 . . . . .                                                                                                                              | 42                                                                   |
| Im Monat Juli 1916 . . . . .                                                                                                                              | 73                                                                   |
| Im Monat August 1916 (mit einer Beilage)                                                                                                                  | 90                                                                   |

## Kleine Mitteilungen.

Der Drehungssinn der Sonnenfleckenwirbel 12. — Laboratoriumsversuch über die Struktur der Sonnenflecken und der Flokkuli 13 — Die physiologischen Wirkungen des Höhenklimas 15. — Wodurch wird der wahrscheinliche durchschnittliche Wärmecharakter eines Sommers bedingt? 28. — Die Seltenheit der Nordlichterscheinungen in Süddeutschland und der Schweiz seit 1875 30. — Über sphärische Aberration bei astronomischen Objekten infolge von Temperaturschwankungen und über deren Beseitigung 31. — Die Photographie aus der Luft und ihre Verwendung im Kriege 32. — Ein Versuch zur Messung der freien Elektrizität in der Atmosphäre der Sonne 44. — Die örtlichen Unterschiede im durchschnittlichen jährlichen Niederschlag für Deutschland und ihre Erklärung 46. — Die Hörweite des Geschützdonners und das Rätsel von Spichern und seine Lösung 48. — Neue Bestimmungen der Solarkonstante 60. — Erklärung der Luft-Drainage 61. — Einige Wetterpropheten in der Natur 64. — Ein einfaches Hilfsmittel zur Speisung schallempfindlicher Flammen mit Gas 64. — Zwei nächtliche Regenbogen 77. — Welche Arten von Schallreflexion kommen für Donner in Betracht? 77. — Die Ausnutzung der Sonnenstrahlung durch die grünen Pflanzen 79. — Wird der Winter 1915/1916 mild? 79. — Ein einfaches Universalphotometer für astrophysikalische Zwecke 80. — Eine deutsche Sonnenfinsternis-Expedition im Kriegsjahre 1914. 95. — Über die Entstehungsursachen der Wolkenformen 96. — Über die Höhe der Atmosphäre 112. — Der Einfluß des Mondes auf die Wetterumschläge und

die atmosphärischen Störungen 126. — Über eine Beziehung zwischen Nebelhäufigkeit und Gehalt der Atmosphäre an radioaktiven Zerfallsprodukten 128. — Der Planet Jupiter (mit einer Beilage) 148. — Einige physikalische Eigenschaften der Atmosphäre 149. — Strenge und milde Winter 150. — Sankt Kunigund — Bringt d' Wärm' von unt! 151. — Über den Vorgang der Wolkenbildung 151. — Über die Eigenbewegung der Nebelflecke 163. — Die Oberflächentemperatur in Sand und Moor (Neu-Hammerstein in Pommern) 164. — Wirkt Acetylen auf Metalle ein? 165. — Über die virtuelle Temperatur des Himmels 166. — Tönende und singende Dünen 167. — Sonnenfleckenhäufigkeit und Temperatur auf der Erde 167. — Die sogenannte Sternschnuppengallerte 177. — Die durchdringende Strahlung der Atmosphäre 178. — Die Wärmeperioden des nördlichen Sommers 180. — Über Grundlagen und Theorien der Paläontoklimatologie 181. — Ein Nachtrag zur Katastrophe von Krakatau 183. — Neuer Komet 1917 a (Mellish) 195. — Der Elektrizitätshaushalt der Atmosphäre 196. — Pflanzenphänologie und Klimakunde 198. — Über Denkmäler und Blitzgefahr 199.

## Bücherschau.

Seite

|                                                                                                                                                |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Dreis, J., Die Wunder der Atmosphäre. Leipzig . . . . .                                                                                        | 152      |
| Bortels, A., Der Flugmeister. Was der Flugzeugführer und Beobachter von der Navigation wissen muß! Berlin 1916 . . . . .                       | 167      |
| Trabert, Prof. Dr. Wilhelm, Meteorologie. Berlin . . . . .                                                                                     | 183      |
| Warburg, E., Die Kultur der Gegenwart. III. Teil, III. Abt. I. Bd., Physik. Leipzig 1915. . . . .                                              | 184      |
| Fischli, Fr., „Aeronautische Meteorologie“. Bibliothek für Luftschiffahrt und Flugtechnik Bd. 7. Berlin 1913 . . . . .                         | 199      |
| Braun, Prof. Dr. Gustav, „Deutschland, dargestellt auf Grund eigener Beobachtung, der Karten und der Literatur.“ 2 Bände. Berlin 1916. . . . . | 200      |
| Trietsch, D., „Deutschland, Tatsachen und Ziffern.“ München 1916. . . . .                                                                      | 200      |
| Aus dem Leserkreise . . . . .                                                                                                                  | 190      |
| Berichtigungen . . . . .                                                                                                                       | 152      |
| Bücheranzeigen . . . . .                                                                                                                       | 152, 168 |

## Sach- und Namenregister.

|                                                               | Seite   |                                                    | Seite |                                                       | Seite    |
|---------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------------|----------|
| Abbott, C. G. . . . .                                         | 60      | Elektrizitätshaushalt . . . . .                    | 196   | Bortels, A. . . . .                                   | 167      |
| Aberration, sphärische, bei astronomischen Objekten . . . . . | 31      | Gehalt an radioaktiven Zerfallsprodukten . . . . . | 128   | Braun, G. . . . .                                     | 200      |
| Acetylen, Einwirkung auf Metalle . . . . .                    | 165     | Höhe der Atmosphäre . . . . .                      | 112   | Chandler . . . . .                                    | 188      |
| Aeronautische Meteorologie . . . . .                          | 199     | Leitungsvermögen . . . . .                         | 149   | Chemie, Einwirkung von Acetylen auf Metalle . . . . . | 165      |
| Ahnenberechnung . . . . .                                     | 134     | — der Sonne . . . . .                              | 44    | Carrington . . . . .                                  | 14       |
| Aitken, G. . . . .                                            | 97, 120 | Verhalten gegen Sonnenstrahlung . . . . .          | 149   | Chinesischer Kompaß . . . . .                         | 22       |
| Angströmscher Pyrheliometer . . . . .                         | 166     | Wunder der — . . . . .                             | 152   | Clark . . . . .                                       | 142      |
| Äther . . . . .                                               | 67, 153 | Atomgewicht . . . . .                              | 135   | Cortie . . . . .                                      | 13       |
| Algolsystem . . . . .                                         | 187     | Ausnutzung der Sonnenstrahlung . . . . .           | 79    | Denkmäler und Blitzgefahr . . . . .                   | 199      |
| Al Sufi . . . . .                                             | 74      | Ballonkamera . . . . .                             | 32    | „Deutschland“ . . . . .                               | 200      |
| Altenbeken, Einsturz des Eisenbahntunnels . . . . .           | 169     | Bauer, L. A. . . . .                               | 171   | —, Tatsachen und Ziffern . . . . .                    | 200      |
| Artillerietätigkeit, Einfluß auf Niederschläge . . . . .      | 108     | Beginn des Jahres bei den Ägyptern . . . . .       | 142   | —, jährlicher Niederschlag . . . . .                  | 46       |
| Astronomischer Unterricht . . . . .                           | 1       | Benzol . . . . .                                   | 54    | Donatischer Komet . . . . .                           | 122      |
| Atmosphäre:                                                   |         | Bergsturz von Altenbeken . . . . .                 | 169   | Donner, Art der Schallreflexion . . . . .             | 77       |
| Absorption . . . . .                                          | 150     | Bielascher Komet . . . . .                         | 122   | Doppelsterne:                                         |          |
| Durchdringende Strahlung . . . . .                            | 178     | Birotationstheorie der Planeten . . . . .          | 190   | Färbungen . . . . .                                   | 74       |
| Einfluß des Mondes . . . . .                                  | 126     | Blitzgefahr bei Denkmälern . . . . .               | 199   | Helligkeitsschätzungen . . . . .                      | 104      |
|                                                               |         | Bodenluft, Emanation . . . . .                     | 197   | Spektroskopische . . . . .                            | 97, 118  |
|                                                               |         |                                                    |       | Tafel . . . . .                                       | 101, 118 |
|                                                               |         |                                                    |       | Dopplersches Prinzip . . . . .                        | 67       |

|                                     | Seite              |                                     | Seite     |                                     | Seite      |
|-------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|-----------|-------------------------------------|------------|
| Dosenkompaß . . . . .               | 22                 | Gehalt der Atmosphäre, in           |           | Hookesches Gesetz der               |            |
| Drahtlose Telegraphie . . .         | 54                 | Beziehung zur Nebel-                |           | Elastizität . . . . .               | 173        |
| Drahtloser Luftfahrerdienst         | 70                 | häufigkeit . . . . .                | 128       | <b>Instrumente:</b>                 |            |
| Drehungssinn der Sonnen-            |                    | „Geoid und Erdellipsoid“ .          | 172       | Ausrüstung der Sonnen-              |            |
| fleckwirbel . . . . .               | 12                 | <b>Geologie:</b>                    |           | finsternis 1914 . . . . .           | 96         |
| Dreis, J. . . . .                   | 152                | Ein Rätsel des westfäli-            |           | Kompaß, in der Entwick-             |            |
| Dünen, tönende und sin-             |                    | schen Bodens . . . . .              | 169       | lung unserer Kultur 17, 38, 57      |            |
| gende . . . . .                     | 167                | <b>Geschichte der Astronomie:</b>   |           | Universalphotometer, ein            |            |
| Durchdringende Strahlung            |                    | Algolsystem . . . . .               | 187       | einfaches für astrophysi-           |            |
| der Atmosphäre . . . . .            | 178                | Al Sufi . . . . .                   | 74        | kalische Zwecke . . . . .           | 80         |
| Dynamomaschinen, Bau . . .          | 51                 | Einsteinsche Lehre . . . .          | 90        | Ionisation der Atmosphäre           | 198        |
| Dysprosium, ein neues Son-          |                    | Galilei . . . . .                   | 65        | Ionisierungsquellen . . . .         | 196        |
| nenelement . . . . .                | 25                 | Goethe und die Astronomie           | 7         | Ives . . . . .                      | 175        |
| <b>Echo, Stärke . . . . .</b>       | <b>78</b>          | Kant . . . . .                      | 82        | <b>Jahresbeginn bei den Ägyp-</b>   |            |
| <b>Eiffelturm, Zeitsignal-</b>      |                    | Newton . . . . .                    | 65, 82    | tern . . . . .                      | 142        |
| <b>station . . . . .</b>            | <b>73</b>          | Relativitätstheorie . . . .         | 65        | Jupiter . . . . .                   | 5          |
| <b>Eigenbewegung der Nebel-</b>     |                    | Ross, A. . . . .                    | 25        | Jupiter, Flecken . . . . .          | 148        |
| <b>flecke . . . . .</b>             | <b>163</b>         | <b>Geschützdonner, die Hör-</b>     |           | Jupiter — Zustand . . . . .         | 129        |
| <b>Einstein . . . . .</b>           | <b>68, 88, 155</b> | <b>weite . . . . .</b>              | <b>48</b> | <b>Kanonendonner von Mar-</b>       |            |
| <b>Emanation der Bodenluft .</b>    | <b>197</b>         | <b>Gestirnter Himmel im Monat:</b>  |           | <b>gate, Hörbarkeit in</b>          |            |
| <b>Elektrizität:</b>                |                    | <b>März 1916 . . . . .</b>          | <b>7</b>  | <b>Deutschland . . . . .</b>        | <b>185</b> |
| — in der Atmosphäre . . . .         | 196                | <b>April 1916 . . . . .</b>         | 25        | <b>Kant . . . . .</b>               | 81         |
| Luftelektrizität . . . . .          | 70                 | <b>Juni 1916 . . . . .</b>          | 42        | <b>Kartesius'sche Wirbellehre</b>   | 82         |
| —, freie, in der Sonne . . . .      | 44                 | <b>Juli 1916 . . . . .</b>          | 73        | <b>Katastrophe von Krakatau</b>     | 183        |
| <b>Elektrodynamik . . . . .</b>     | <b>66</b>          | <b>August 1916 . . . . .</b>        | 90        | <b>Klima im besetzten Frank-</b>    |            |
| <b>Elektrotechnik . . . . .</b>     | <b>50</b>          | <b>September 1916 . . . . .</b>     | 108       | <b>reich . . . . .</b>              | 105        |
| <b>Element-System und Welten-</b>   |                    | <b>Oktober 1916 . . . . .</b>       | 122       | <b>— der Erde . . . . .</b>         | 181        |
| <b>Bau . . . . .</b>                | <b>33</b>          | <b>November, Dezember 1916</b>      |           | <b>Klimakunde und Pflanzen-</b>     |            |
| <b>Enckescher Komet . . . . .</b>   | <b>122</b>         | <b>— Januar, Februar 1917</b>       | 142       | <b>phänologie . . . . .</b>         | 198        |
| <b>Energie und ihre verschiede-</b> |                    | <b>März 1917 . . . . .</b>          | 161       | <b>Kometen . . . . .</b>            | 7          |
| <b>nen Formen . . . . .</b>         | <b>49</b>          | <b>April 1917 . . . . .</b>         | 191       | <b>(Goetheäußerungen . . . . .</b>  | 7          |
| <b>Entstehungsursachen der</b>      |                    | <b>Gewitterregistrierungen .</b>    | <b>70</b> | <b>Donatischer . . . . .</b>        | 122        |
| <b>Wolkenformen . . . . .</b>       | <b>96</b>          | <b>Globus, Übungen am Him-</b>      |           | <b>Enckescher . . . . .</b>         | 122        |
| <b>Entwicklung der Sterne .</b>     | <b>108</b>         | <b>mels- — . . . . .</b>            | 113       | <b>Halleyscher . . . . .</b>        | 123        |
| <b>Erdbeben-Aufzeichnung .</b>      | <b>170</b>         | <b>Goethe und die Kometen .</b>     | <b>7</b>  | <b>Lexellscher . . . . .</b>        | 122        |
| <b>— vom 4. Jan. 1911 . . . . .</b> | <b>172</b>         | <b>Graff — Universalphoto-</b>      |           | <b>Masse . . . . .</b>              | 122        |
| <b>— von Messina am 28. Dez.</b>    |                    | <b>meter . . . . .</b>              | 80        | <b>Mellish (1917 a) . . . . .</b>   | 195        |
| <b>1908 . . . . .</b>               | <b>171</b>         | <b>Gravitationsgesetz . . . . .</b> | 65        | <b>Kompaß, in der Entwicklung</b>   |            |
| <b>— von San Franzisko am</b>       |                    | <b>Grubenkompaß . . . . .</b>       | 19        | <b>unserer Kultur . 17, 38, 57</b>  |            |
| <b>18. April 1906 . . . . .</b>     | <b>171</b>         | <b>Hale, G. E. . . . .</b>          | 12, 13    | <b>Krümmung der Lichtstrahlen</b>   | 69         |
| <b>Erde, Klima . . . . .</b>        | <b>181</b>         | <b>Helmert, F. R. . . . .</b>       | 172       | <b>Kuriositäten des Zahlen-</b>     |            |
| <b>Erdglobus, Übungen daran</b>     | <b>1</b>           | <b>Heraldik . . . . .</b>           | 40        | <b>reichs . . . . .</b>             | 129        |
| <b>Farbe der Sterne . . . . .</b>   | <b>74, 109</b>     | <b>Hertz . . . . .</b>              | 153       | <b>Laboratoriumsversuch über</b>    |            |
| <b>Fischli, Fr. . . . .</b>         | <b>199</b>         | <b>Himmel, virtuelle Tempe-</b>     |           | <b>die Struktur der Sonnen-</b>     |            |
| <b>Fizeausches Experiment . .</b>   | <b>67</b>          | <b>ratur . . . . .</b>              | 166       | <b>flecke . . . . .</b>             | 13         |
| <b>Flammen, schallempfind-</b>      |                    | <b>Himmelsglobus, Übungen</b>       |           | <b>Lexellscher Komet . . . . .</b>  | 122        |
| <b>liche, Speisung mit Gas .</b>    | <b>64</b>          | <b>am — . . . . .</b>               | 113       | <b>Lichtschwankungen des ver-</b>   |            |
| <b>Flökkuli und Sonnenflecken,</b>  |                    | <b>Himmelsmechanik . . . . .</b>    | 66        | <b>änderlichen Sternes Mira</b>     | 191        |
| <b>Struktur . . . . .</b>           | 13                 | <b>Höchste Berge der Welt .</b>     | 168       | <b>Lichtstärke, Messung . . . .</b> | 174        |
| <b>Flugmeister . . . . .</b>        | <b>167</b>         | <b>— Bauwerke der Welt . . . .</b>  | 168       | <b>Lietzmann . . . . .</b>          | 130        |
| <b>Funkentelegraphische mete-</b>   |                    | <b>Höhenklima, physiologische</b>   |           | <b>Luft, Radioaktivität . . . .</b> | 178        |
| <b>orologische Stationen .</b>      | <b>54</b>          | <b>Wirkungen . . . . .</b>          | 15        | <b>Luft-Drainage . . . . .</b>      | 61         |
| <b>Galilei . . . . .</b>            | <b>65</b>          | <b>Hörweite des Geschütz-</b>       |           | <b>Luftelektrizität . . . . .</b>   | 70         |
| <b>Gase und Dämpfe . . . . .</b>    | <b>53</b>          | <b>donners von Spichern . . . .</b> | 48        |                                     |            |
| <b>Gauss . . . . .</b>              | <b>68, 89, 129</b> | <b>— des Kanonendonners von</b>     |           |                                     |            |
|                                     |                    | <b>Margate . . . . .</b>            | 185       |                                     |            |

|                                       | Seite |                                             | Seite       |                                       | Seite   |
|---------------------------------------|-------|---------------------------------------------|-------------|---------------------------------------|---------|
| Luftschiffahrt:                       |       | Moor, Oberflächentempe-                     |             | Saturn . . . . .                      | 11      |
| Aeronautische Meteorolo-              |       | ratur . . . . .                             | 164         | Stand und Sichtbarkeit . . .          | 5       |
| logie . . . . .                       | 199   | Navigation, was der Flug-                   |             | Polverschiebungen . . . . .           | 182     |
| Drahtloser Luftfahrerdienst . . . . . | 70    | zeugführer wissen muß . . . . .             | 167         | Problem der Photometrie . . . . .     | 174     |
| Photographie aus der Luft . . . . .   | 32    | Nebelflecke, Eigenbewegun-                  |             | Primzahltabellen . . . . .            | 131     |
| Lufttemperaturabweichung              |       | gen . . . . .                               | 163         | Protuberanzen . . . . .               | 29      |
| der Sommer . . . . .                  | 29    | Nebelhäufigkeit, in Be-                     |             | Quadratur des Kreises . . . . .       | 130     |
| Magnetismus und Elektro-              |       | ziehung zum Gehalt der                      |             | Radioaktive Zerfallspro-              |         |
| technik . . . . .                     | 50    | Atmosphäre . . . . .                        | 128         | dukte im Gehalt der                   |         |
| Masse der Kometen . . . . .           | 122   | Newton . . . . .                            | 65, 82      | Atmosphäre . . . . .                  | 128     |
| Merkur . . . . .                      | 69    | Niederschlag für Deutsch-                   |             | Radioaktivität der Luft . . . . .     | 178     |
| Messung der Lichtstärke . . . . .     | 174   | land . . . . .                              | 46          | Rätsel des westfälischen              |         |
| Meteorologie . . . . .                | 183   | Niederschläge, Einfluß von                  |             | Bodens . . . . .                      | 169     |
| Aeronautische — . . . . .             | 199   | Artillerietätigkeit . . . . .               | 108         | Rakata, Vulkan . . . . .              | 183     |
| Elektrizitätshaushalt der             |       | Norddeich, Zeitsignalstation . . . . .      | 73          | Raum und Zeit . . . . .               | 85      |
| Atmosphäre . . . . .                  | 196   | Nordische Sommer . . . . .                  | 180         | Regenbogen, zwei nächtliche . . . . . | 77      |
| Entstehungsursachen der               |       | Nordlichterscheinungen in                   |             | Relativitätstheorie . . . . .         | 65, 153 |
| Wolkenformen . . . . .                | 96    | Süddeutschland und der                      |             | Riemann . . . . .                     | 88      |
| Funkentelegraphische Sta-             |       | Schweiz . . . . .                           | 31          | Ross, A. . . . .                      | 25      |
| tionen . . . . .                      | 51    | Oberflächentemperatur in                    |             | Sand und Moor, Oberflächen-           |         |
| Gewitterregistrierungen . . . . .     | 70    | Sand und Moor . . . . .                     | 164         | temperatur . . . . .                  | 164     |
| Jährlicher Niederschlag               |       | Objektive, sphärische Aber-                 |             | Saturn . . . . .                      | 11      |
| für Deutschland . . . . .             | 46    | ration bei Temperaturschwankungen . . . . . | 31          | Schallempfindliche Flam-              |         |
| Klima im besetzten Frank-             |       | Osmotischer Druck . . . . .                 | 176         | men, Speisung mit Gas . . . . .       | 64      |
| reich . . . . .                       | 105   | Paläontoklimatologie, Grund-                |             | Schallreflexion des Donners . . . . . | 77      |
| Luft-Drainage . . . . .               | 61    | lagen und Theorien . . . . .                | 181         | Schlesinger, Frank . . . . .          | 187     |
| Paläontoklimatologie . . . . .        | 181   | δ Persei . . . . .                          | 75          | Schück . . . . .                      | 40, 59  |
| Pflanzenphänologie und                |       | Pflanzenphänologie und                      |             | Schultz'sche Nebelberech-             |         |
| Klimakunde . . . . .                  | 198   | Klimakunde . . . . .                        | 198         | nung . . . . .                        | 163     |
| Physiologische Wirkungen              |       | Philosophie des „Als-ob.“ . . . . .         | 87          | Schweiz, Nordlichterschei-            |         |
| des Höhenklimas . . . . .             | 15    | Photographie, ihre Verwen-                  |             | nungen seit 1875 . . . . .            | 30      |
| Schallreflexion des Don-              |       | dung im Kriege . . . . .                    | 32          | Schwerkraft, Launen der —             |         |
| ners . . . . .                        | 77    | Photometrie . . . . .                       | 174         | 139, 190                              |         |
| Strenge und milde Winter              |       | Physikalische Rundschau . . . . .           | 173         | — Wesen der — . . . . .               | 81      |
| Volksregel . . . . .                  | 151   | Physik . . . . .                            | 184         | Schwimmkompaß . . . . .               | 40      |
| Wärmecharakter des Som-               |       | — des Äthers . . . . .                      | 66          | Seegert . . . . .                     | 95      |
| mers . . . . .                        | 28    | Eigenschaften der Atmo-                     |             | Sirius . . . . .                      | 74      |
| Wärmeperiode des nor-                 |       | sphäre . . . . .                            | 149         | Solarkonstante, neue Be-              |         |
| dischen Sommers . . . . .             | 180   | Laboratoriumsversuch                        |             | stimmungen . . . . .                  | 60      |
| Wetterpropheten in der                |       | über die Struktur der                       |             | Sommer, die durchschnitt-             |         |
| Natur . . . . .                       | 64    | Sonnenfleckes . . . . .                     | 13          | liche Wärme . . . . .                 | 28      |
| Windrose . . . . .                    | 38    | Moderne Lehre von der                       |             | Sonne . . . . .                       | 90      |
| Wird der Winter 1915/16               |       | Relativität der Be-                         |             | Ausnutzung der Strahlung              |         |
| mild? . . . . .                       | 79    | wegung . . . . .                            | 153         | durch die grünen Pflan-               |         |
| Wunder der Atmosphäre                 |       | Physikalische Rundschau . . . . .           | 49          | zen . . . . .                         | 79      |
| 152                                   |       | Relativitätstheorie . . . . .               | 65          | Bestimmung des Standes . . . . .      | 3       |
| Michelson . . . . .                   | 154   | Speisung schallempfind-                     |             | Messung der freien Elek-              |         |
| Michelsonscher Versuch . . . . .      | 66    | licher Flammen mit Gas . . . . .            | 64          | trizität . . . . .                    | 44      |
| Mira im Walfisch (o Ceti) . . . . .   | 191   | Planeten:                                   |             | Neues Element, entdeckt               |         |
| Molekulargewicht, Bestim-             |       | Berechnung . . . . .                        | 69          | von Ross . . . . .                    | 25      |
| mung . . . . .                        | 53    | Biotrotationstheorie . . . . .              | 190         | Spektralanalytische Unter-            |         |
| Mond, Bestimmung des                  |       | Jupiter . . . . .                           | 5, 129, 148 | suchungen der Sonnen-                 |         |
| Standes . . . . .                     | 4     | Merkur . . . . .                            | 69          | strahlen . . . . .                    | 29      |
| — Einfluß auf Wetterum-               |       | Sonnenekliptik . . . . .                    | 2           |                                       |         |
| schläge und atmosphä-                 |       |                                             |             |                                       |         |
| rische Störungen . . . . .            | 126   |                                             |             |                                       |         |
| Mondregenbogen . . . . .              | 77    |                                             |             |                                       |         |

|                                | Seite   |                                  | Seite |                                 | Seite |
|--------------------------------|---------|----------------------------------|-------|---------------------------------|-------|
| Sonnenfinsternis am 21. VIII.  |         | Sternschnuppengallerte . . .     | 177   | Vulkanische Katastrophe         |       |
| 1914 . . . . .                 | 72      | Sternzeit . . . . .              | 114   | von Krakatau . . . . .          | 183   |
| — Expedition 1914 . . . . .    | 95      | Süddeutschland, Nordlicht-       |       | Wärmecharakter des Som-         |       |
| Sonnenflecken . . . . .        | 26, 75  | erscheinungen seit 1875          | 31    | mers . . . . .                  | 28    |
| — Breitenbewegung . . . . .    | 14      | Temperatur auf der Erde . . .    | 167   | Wärmeperiode des nor-           |       |
| — häufigkeit und die Tem-      |         | —, virtuelle, des Himmels        | 166   | dischen Sommers . . . . .       | 180   |
| peratur auf der Erde . . . . . | 167     | Thermometertabelle . . . . .     | 168   | Wappenkunde . . . . .           | 40    |
| — Struktur . . . . .           | 13      | „Tönende“ Funken . . . . .       | 72    | Warburg, E. . . . .             | 184   |
| Sonnenfleckenwirbel . . . . .  | 12, 13  | — und singende Dünen . . . . .   | 167   | Wehner, H. . . . .              | 58    |
| Sonnenverehrung . . . . .      | 91      | Trabert, W. . . . .              | 183   | Weidert . . . . .               | 95    |
| Sonnenzeit . . . . .           | 114     | Trietsch, D. . . . .             | 200   | Welten-Bau und Element-         |       |
| Spektroskopische Doppel-       |         | Universalphotometer, ein         |       | System . . . . .                | 33    |
| sterne . . . . .               | 97, 118 | einfaches für astrophysi-        |       | Wetterpropheten in der          |       |
| Spichern, das Rätsel und       |         | kalische Zwecke . . . . .        | 80    | Natur . . . . .                 | 64    |
| seine Lösung . . . . .         | 48      | Unterricht, Übungen am           |       | Wetterumschläge, Einfluß        |       |
| Spektrum des veränder-         |         | Himmelsglobus . . . . .          | 1     | des Mondes . . . . .            | 126   |
| lichen Sternes Mira . . . . .  | 191     | Untersuchung der Spektra         |       | Windrose . . . . .              | 38    |
| Strahlung, durchdringende,     |         | der Doppelsterne . . . . .       | 120   | Winter 1915/16 . . . . .        | 79    |
| der Atmosphäre . . . . .       | 187     | Ursae Majoris . . . . .          | 74    | —, strenge und milde . . . . .  | 150   |
| Struktur der Sonnenflecken     |         | Vaihinger: Philosophie . . . . . | 87    | Wolkenbildung . . . . .         | 151   |
| und Flokkuli . . . . .         | 13      | Virtuelle Temperatur des         |       | Wolkenformen, über die          |       |
| Sterne . . . . .               | 142     | Himmels . . . . .                | 167   | Entstehungsursachen . . . . .   | 96    |
| Algol . . . . .                | 187     |                                  |       | Wunder der Atmosphäre . . . . . | 152   |
| Entwicklung . . . . .          | 108     |                                  |       | Zahlenriesen . . . . .          | 129   |
| Farbe . . . . .                | 74, 109 |                                  |       | Zeitsignalstationen . . . . .   | 73    |
| Mira im Walfisch . . . . .     | 191     |                                  |       |                                 |       |
| Spektroskopische . . . . .     | 97, 118 |                                  |       |                                 |       |



## INHALT

- |                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Übungen am Himmelsglobus. Von Prof. P. Kiesling, Bromberg . . . . . 1<br>2. Der gestirnte Himmel im Monat März 1916 (Goethe und die Kometen). Von Dr. F. S. Archenhold . . . . . 7 | 3. Kleine Mitteilungen: Der Drehungssinn der Sonnenfleckenwirbel. — Laboratoriumsversuch über die Struktur der Sonnenflecken und der Flokkuli. — Die physiologischen Wirkungen des Höhenklimas . . . . . 12 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

## Übungen am Himmelsglobus

Von Prof. P. Kiesling (Bromberg)

In vielen Herrenzimmern und Salons prangt ein Erdglobus als Zimmerschmuck. Seine Beliebtheit verdankt er wohl dem Umstand, daß sich in ihm das Nützliche mit dem Angenehmen verbindet. Dem Erdglobus gegenüber tritt der Himmelsglobus fast ganz in den Hintergrund. Das Schicksal, in wenige Gelehrtenstuben und in die Sammlungsräume der höheren Schulen verbannt zu sein, trägt er sehr zu Unrecht. Daß sein Anblick weniger ästhetisch wirkt als der des Erdglobus, wird niemand behaupten können, und was seine Nützlichkeit anbetrifft, so bietet er eine so reiche Gelegenheit zu interessanten Übungen und Belehrungen, daß die Fülle der Aufgaben, die sich mit seiner Hilfe verblüffend leicht lösen lassen, fast unerschöpflich genannt werden kann. Wenn er trotzdem verhältnismäßig selten angetroffen wird, so liegt das daran, daß sein Wert noch zu wenig erkannt ist, und daß der Mehrzahl der Gebildeten das Verständnis für das wirklich schöne und lehrreiche Instrument völlig fehlt. In der Schule zumal kann er als ein Universal-Anschauungsmittel für den Unterricht in der mathematischen Geographie betrachtet werden. Ohne den Wert anderer Anschauungsmittel, z. B. des Mangschen Apparates herabsetzen zu wollen, ziehe ich doch den Himmelsglobus allen übrigen Apparaten vor, und zwar deshalb, weil sich an ihm die verschiedensten Dinge und Aufgaben gleichzeitig übersehen lassen, so daß er dem idealsten Anschauungsmittel nämlich dem Himmel selbst, sehr nahe kommt. Die übrigen künstlichen Anschauungsmittel muß man dagegen, je nach der besonderen Aufgabe, erst aus einzelnen Teilen zusammensetzen. Sie leisten also gewissermaßen nur mit und neben dem Himmelsglobus gute Dienste. Für bestimmte Zwecke allerdings, z. B., um die Belichtungsverhältnisse auf der Erde darzustellen, oder zur Erklärung der Planetenbewegung, wird man spezielle Apparate, wie denjenigen von Mang oder ein Tellurium, nicht entbehren können. Auch kann der Himmelsglobus mit Nutzen erst verwendet werden, wenn es sich um reifere Schüler handelt, denen die Kunst der Abstraktion nicht mehr ganz fremd ist. Endlich wird der Himmelsglobus nur Gutes leisten, wenn er selbst gut ist; sein Preis ist aber auch bei besserer Qualität durchaus nicht unerschwinglich.

Zur Lösung von Aufgaben am Himmelsglobus sind einfache astronomische Tabellen (Ephemeriden der Sonne, des Mondes und der Planeten, Rektascension und Deklination der Gestirne) notwendig; diese sind für geringen Preis zu haben, z. B. das Nautische Jahrbuch (1,50 M. pro Jahrgang), der Astronom. Kalender (Wien, Gerold, 3 M.). —

Der Himmelsglobus ist eine Kugel, auf der die Bilder der Fixsterne in ihren charakteristischen Formen abgebildet sind. Sonne, Mond und Planeten fehlen, da diese ihren Stand am Himmel dauernd wechseln. Wie ihre Stellung am Globus für einen gegebenen Augenblick gefunden wird, soll weiter unten gezeigt werden.

Der Kreisring NS (Abb. 1) stellt den Horizont des Beobachtungsortes dar. Denken wir uns seine Fläche zu einem Vollkreise erweitert, so fällt sein Mittelpunkt M mit demjenigen des Globus zusammen. Hier in M müssen wir uns den Beobachter aufrecht stehend denken. Um M stellen wir uns noch eine kleine, zum Himmel konzentrische Kugel vor. Der Beobachter steht dann eigentlich auf dem höchsten Punkte Z dieser die Erde darstellenden kleinen Kugel. Da aber die Dimensionen der Erde gegen den unermesslichen Himmelsraum verschwindend sind, so kann der Beobachter auch im Mittelpunkt M gedacht werden, da er von diesem Standpunkt aus genau dieselbe Anschauung vom Himmel erhält wie vom höchsten Punkte der Erde aus. Die verlängerte Körperachse des Beobachters trifft die Himmelskugel in dem Punkte Z, der das Zenit genannt wird. Der meist in Messing ausgeführte und mit einer Winkelteilung versehene Kreis NPZSP' stellt den Meridian des Beobachtungsortes dar, und zwar ist der Punkt P der Nord-

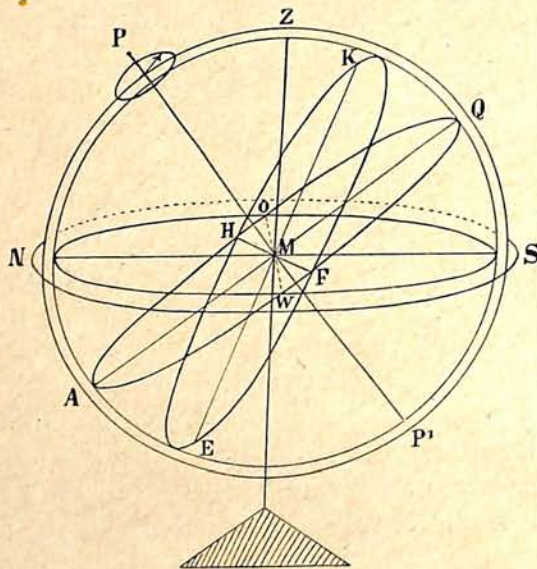


Abb. 1

pol des Himmels, in dessen unmittelbarer Nähe der bekannte Polarstern sich befindet. Der Globus ist um eine Achse PP' drehbar, die den Nordpol P des Himmels mit dem Südpol P' verbindet. Gleichzeitig mit dem Globus dreht sich ein in P angebrachter Zeiger auf einem Zifferblatt, welches „Rose“ genannt wird. Im Drehpunkt P des Zeigers befindet sich eine Schraube, bei deren Lockerung der Zeiger die Drehung des Globus nicht mitmacht. Bei ruhendem Globus und gelockerter Schraube kann daher der Zeiger auf jede beliebige Zahl des Zifferblattes, ähnlich dem Zeiger einer Uhr, eingestellt werden. Der Meridiankreis NPZS kann in seiner eigenen Ebene um eine horizontale Achse gedreht werden. Diese Drehung

macht der Globus mit, da er mit dem Meridiankreis fest verbunden ist. Der auf dem Globus abgebildete Kreis AWQO ist die auf der Himmelsachse PP' senkrecht stehende Äquator-Ebene. Der Umfang dieses Kreises ist in Bogengrade geteilt, von 0° bis 360°; der Anfangspunkt F der Teilung wird „Frühlingspunkt“, der ihm gegenüberliegende Punkt H (180°) „Herbstpunkt“ genannt. Man kann den Äquatorkreis auch in Stunden, Minuten und Sekunden einteilen. Da der Himmel bei seiner scheinbaren Bewegung um die Erde zu einer vollen Drehung von 360° die

Zeit von 24<sup>h</sup> gebraucht, so entspricht eine Stunde einer Drehung von  $\frac{360}{24} = 15^\circ$ .

Man kann also die Zeit leicht in Grade umrechnen und umgekehrt. Der Herbstpunkt z. B., bei dem die Zahl 180° steht, müßte, wenn der Äquator nach Stunden eingeteilt ist, durch die Zahl 12<sup>h</sup> gekennzeichnet werden.

Endlich ist auf dem Globus noch ein Kreis gezeichnet, dessen Ebene die Äquatorebene in der Geraden FH und unter einem Winkel von etwa 23½° schneidet. Er heißt „Ekliptik“ und ist der Kreis, den die Sonne scheinbar im Laufe eines Jahres um die Erde beschreibt. Am 21. März steht sie im Frühlingspunkt F, dann steigt sie allmählich auf dem Kreise in die Höhe, bis sie nach einer Wanderung von 90° am 21. Juni den höchsten Punkt K über dem Äquator

erreicht. Darauf steigt sie herab bis H, wo sie sich am 23. September befindet, und sinkt von da aus längs der Ekliptik um weitere  $90^\circ$ , wobei sie am 21. Dezember ihren tiefsten Stand in E einnimmt. Darauf steigt sie wieder an bis F usw. Da sie zum Durchwandern der ganzen Ekliptik ( $360^\circ$ ) die Zeit von 365 Tagen gebraucht, so legt sie im Laufe eines Tages nur einen kleinen Schritt (weniger als  $1^\circ$ ) zurück. Um den Stand der Sonne an einem bestimmten Tage angeben zu können, muß man zwei Größen kennen: die Rektascension (A.-R) und die Deklination ( $\delta$ ), und damit sind wir schon bei der ersten Aufgabe angelangt, die sich mit Hilfe des Himmelsglobus lösen läßt:

1. Wo stand die Sonne am 1. August 1915? In den astron. Tabellen finden wir für den 1. August 1915 die Rektascension der Sonne:

$$= 8\text{ h } 42\text{ m } 6\text{ s} = 8,7\text{ h} = 8,7 \cdot 15^\circ = 130,5.$$

Unter Rektascension versteht man nun die Entfernung der Sonne vom Frühlingspunkt F, gemessen auf dem Äquator (nach rechts hin). Wir suchen also auf dem Äquator die Zahl  $130,5^\circ$  (oder  $8\text{ h } 42\text{ m}$ , je nach der Art der Einteilung) und kleben an der betreffenden Stelle ein Stückchen Wachs fest. Gehen wir von dieser Stelle senkrecht zum Äquator auf die Ekliptik los, so gelangen wir gerade auf den Punkt, wo die Sonne am 1. August stand. Um das senkrechte Aufsteigen zur Ekliptik bequem bewerkstelligen zu können, drehen wir den Globus so weit, daß das Wachs genau unter dem Meridian liegt. Darauf entfernen wir das Wachs und begeben uns längs des Meridians zur Ekliptik. Hier befestigen wir das Wachs wieder und haben so den Ort der Sonne am 1. August gefunden. Der Weg, den wir dabei auf dem Meridian zurückgelegt haben und den wir an der Teilung des letzteren messen können, gibt uns zugleich die Deklination  $\delta$  der Sonne an dem genannten Tage, denn unter der Deklination eines Gestirnes versteht man dessen senkrechten Abstand vom Äquator. Die Tabellen geben uns für die Deklination der Sonne am 1. August die Zahl  $18^\circ 15'$ . Haben wir also alles richtig gemacht, so muß der auf dem Meridian gemessene Abstand der Ekliptik vom Äquator  $18^\circ 15'$  betragen. In genau derselben Weise können wir mittelst der Tabellen die Stellung des Mondes oder irgend eines Planeten auf dem Globus angeben.

Um die genannten Gestirne zu unterscheiden, schneiden wir uns aus Seidenpapier Kreise von verschiedener Größe und verschiedener Farbe aus und kleben diese anstatt des Wachses auf dem Globus fest, was leicht gelingt, wenn wir die Papierkreise in ihrer Mitte etwas anfeuchten. Wir gewinnen so einen Überblick über die gegenseitige Stellung von Sonne, Mond und Planeten an einem beliebigen Tage.

2. Den Himmelsglobus für einen bestimmten Ort der Erde zu „orientieren“. Diese Aufgabe beruht auf dem Satz, daß die Polhöhe gleich der geographischen Breite ist. Wollen wir also den Globus für Berlin orientieren, dessen geograph. Breite etwa  $52\frac{1}{2}^\circ$  beträgt, so müssen wir dafür sorgen, daß die Polhöhe PN (Abb. 1)  $= 52\frac{1}{2}^\circ$  ist. Zu diesem Zweck verschieben wir den Meridiankreis (und mit ihm den Globus) gerade so weit, daß an der auf dem Meridiankreis angebrachten Teilung PN  $= 52\frac{1}{2}^\circ$  abgelesen wird. Ferner drehen wir den Globus samt seinem Fußgestell so, daß der messingne Meridiankreis in die Richtung Nord-Süd zu liegen kommt, wobei natürlich der Nordpol P die Richtung nach Norden haben muß. Diese Stellung kann dem Globus mit Hilfe eines einfachen Kompasses, der häufig auch gleich am Fußgestell angebracht ist, leicht gegeben



werden. Am besten läßt man nun den Globus in dieser Lage ein für allemal stehen, er ist dann auch für alle ferneren Aufgaben orientiert (für Berlin).

3. Wann ging die Sonne in Berlin am 1. August 1915 auf und unter, und welchen Anblick bot der Himmel an diesem Tage um 9<sup>h</sup> abends?

Wir orientieren den Globus gemäß Aufgabe 2 und bestimmen den Stand der Sonne gemäß Aufgabe 1. Die Sonne wird durch eine Scheibe von weißem Seidenpapier dargestellt, diese mit dem Globus unter den Meridian gedreht, und der Zeiger der Rose auf 12<sup>h</sup> mittags gestellt. Denn wenn die Sonne im Meridian steht, ist es 12<sup>h</sup> mittags. Nunmehr drehen wir den Globus nach rechts herum, bis die Sonne in den östlichen Teil des Horizontes gelangt. Darauf lesen wir an der Rose ihre Aufgangszeit ab und finden 4<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> früh (ungefähr). Drehen wir nun den Globus nach links herum, bis die Sonne wieder im Horizont, und zwar in seinem westlichen Teile, steht, so können wir an der Rose die Zeit ihres Unterganges finden: 7<sup>1</sup>/<sub>2</sub><sup>h</sup> abends. Kennt man übrigens die Aufgangszeit, so läßt sich die Zeit des Unterganges auch im voraus berechnen, denn die Sonne geht immer ebensoviel Stunden nach 12<sup>h</sup> mittags unter, als sie vor 12<sup>h</sup> aufgeht. Ebenso kann man umgekehrt aus der Zeit des Unterganges diejenige des Aufganges finden. Auch die Länge des Tages und der Nacht läßt sich bestimmen: in unserem Falle dauert der Vormittag von 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub><sup>h</sup> bis 12<sup>h</sup>, also 7<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Stunden; ebenso lang ist der Nachmittag, die Tageslänge ergibt sich also zu 15 Stunden; für die Nacht bleiben dann 24 — 15 = 9 Stunden übrig. Endlich können wir während der Drehung des Globus auch sehr schön den Tagesbogen beobachten, den die Sonne am 1. August 1915 in Berlin beschrieb. Auch dient unser Versuch dazu, das Vorurteil auszurotten, daß die Sonne immer im Osten auf- und im Westen untergeht. Denn betrachten wir den Punkt des Horizontes, wo die Sonne aufgeht, so ist dies nicht der Ostpunkt, er liegt vielmehr zwischen Osten und Norden; ebenso überzeugen wir uns leicht, daß der Punkt, wo die Sonne am 1. August 1915 unterging, zwischen Westen und Norden liegt.

Jetzt drehen wir den Globus so, daß der Zeiger der Rose auf 9 Uhr abends zeigt, dann entsprechen die Sternbilder auf dem Globus genau denjenigen, die um diese Zeit am Himmel zu sehen sind. Suchen wir uns z. B. den großen Stern Wega im Sternbild der Leier auf dem Globus auf (in der Nähe des Meridians) und verbinden den Stern mit dem Mittelpunkt des Globus, so haben wir diese Verbindungslinie nur zu verlängern, bis sie den Himmel trifft, um an diesem Punkte die wirkliche Wega anzutreffen. Den letzteren Versuch macht man naturgemäß am besten unter freiem Himmel.

Wollen wir auch wissen, wo der Mond an diesem Abend zur genannten Zeit am Himmel steht, so verfahren wir ähnlich wie in Aufgabe 1. Den Tabellen entnehmen wir die Rektascension des Mondes am 1. August 1915: A. R. = 1<sup>h</sup> 14<sup>m</sup> 3<sup>s</sup> = 1,23<sup>h</sup> = 18°,45 und seine Deklination:  $\delta = 12^\circ 59',7 =$  ungefähr 13°.

Nun suchen wir auf dem Äquator die Zahl 18,45°, drehen sie unter den Meridian und gehen an dem Messingkreise um 13° in die Höhe. In dem so gefundenen Punkte kleben wir ein kreisrundes Stück Seidenpapier von grüner Farbe fest. Drehen wir nun den Globus wieder so weit, daß die Rose 9 Uhr abends zeigt, so sehen wir, wo der Mond um diese Zeit am Himmel steht. Wir erkennen, daß er sich links von der Sonne befindet, und zwar unter dem Horizont, der Mond ist also schon untergegangen und um 9 Uhr abends nicht mehr zu sehen. Die Verwendung des kreisrunden grünen Seidenpapiers darf uns aber nicht zu der Annahme verleiten, daß wir an diesem Tage Vollmond hatten, denn

unsere Aufgabe hat mit der Phase des Mondes nichts zu tun. Vergleichen wir die gegenseitige Stellung von Sonne und Mond, so sehen wir, daß die Sonne rechts vom Monde stand, und erkennen bei einiger Phantasie leicht, daß abnehmender Mond herrschte, weil nur der der Sonne zugekehrte Teil der Mondkugel leuchtete.

In ganz derselben Art können wir auch die Stellung irgend eines der vier bekannteren Planeten um 9<sup>h</sup> abends ermitteln. Als Beispiel benutzen wir den Jupiter. Es ist für ihn (siehe Tabellen)  $A. R. = 23^h 55^m 48^s = 23^h,93 = 358^{\circ},95 = 359^{\circ}$ .  $\delta = -2^{\circ} 1'$ .

Wir suchen daher auf dem Äquator die Zahl 359<sup>o</sup>, drehen sie unter den Meridian und gehen an diesem um etwa 2<sup>o</sup> hinunter. Wir müssen an dem Meridian diesmal nach unten gehen, weil die Deklination des Sternes negativ ist. In dem so gewonnenen Punkte kleben wir eine rote Papierscheibe an. Alsdann drehen wir den Globus so weit, daß die Rose 9<sup>h</sup> abends zeigt und sehen, daß Jupiter auf der östlichen Seite des Globus etwas unter dem Horizont sich befindet. Der Planet war also noch nicht aufgegangen. Wollen wir wissen, wann er aufging, so drehen wir den Globus, bis der Stern den Horizont erreicht, die Rose gibt uns dann die Aufgangszeit an: gegen 9<sup>1/2</sup> h abends. Drehen wir den Globus weiter, bis der Stern im Meridian steht, so lesen wir von der Rose die Kulminationszeit des Jupiter ab, d. h. die Zeit, zu welcher er seinen höchsten Stand über dem Horizont erreicht. Durch weiteres Drehen können wir auch die Zeit seines Unterganges an der Rose bestimmen.

Es sei hier gleich bemerkt, daß die Zeitangaben der Rose keinen Anspruch auf astronomische Genauigkeit haben. Vergleichen wir diese Angaben mit einer gut gehenden Uhr, so werden wir wesentliche Unterschiede finden, schon deshalb, weil die Rose wahre Zeit angibt, während unsere Uhren mitteleuropäische Zeit zeigen. Für den Zweck, den unsere Übungen haben, nämlich eine klare Anschauung von den Bewegungen der Gestirne und ihrer gegenseitigen Stellung zu gewinnen, reichen aber die Angaben des Globus völlig aus.

4. Welche von den vier bekanntesten Planeten waren am Silvesterabend (31. Dezember 1915) sichtbar?

Die Rektascension der Sonne war an dem genannten Tage = 18<sup>h</sup> 37<sup>m</sup> 51<sup>s</sup> = 279 45<sup>o</sup>. Bestimmen wir den Auf- und Untergang der Sonne, wie oben beschrieben, so finden wir an der Rose für den Aufgang etwa 8<sup>h</sup> vorm., für den Untergang 4<sup>h</sup> nachm. Mit bloßem Auge können wir die Planeten erst nach Sonnenuntergang, also etwa von 4<sup>1/2</sup> h nachm. an sehen. Wir verfahren mit ihnen ebenso wie vorhin mit der Sonne.

Die Rektascensionen waren von:

Venus: 20<sup>h</sup> 34<sup>m</sup> 14<sup>s</sup> = 308,55<sup>o</sup>  
Mars: 10<sup>h</sup> 12<sup>m</sup> 45<sup>s</sup> = 152,55<sup>o</sup>  
Jupiter: 23<sup>h</sup> 33<sup>m</sup> 3<sup>s</sup> = 353,40<sup>o</sup>  
Saturn: 6<sup>h</sup> 57<sup>m</sup> 56<sup>s</sup> = 104,55<sup>o</sup>

Die Deklinationen derselben Planeten waren:

$\delta = -20^{\circ} 30'$ ;  $\delta = +14^{\circ} 48'$ ;  $\delta = -4^{\circ} 17'$  und  $\delta = +22^{\circ} 17'$ .

Wir suchen in der bekannten Weise die Stellungen dieser vier Gestirne am Globus auf und bezeichnen sie durch verschieden gefärbte Papierscheiben. Darauf drehen wir den Globus so, daß der vorhin nach dem Stand der Sonne richtig gestellte Zeiger die Nachmittagsstunden von 4<sup>h</sup> ab durchläuft. Dann waren die-

jenigen Planeten sichtbar, deren Scheiben am Globus während der Drehung über dem Horizont erscheinen. Wir finden so, daß Venus kurze Zeit nach der Sonne unterging, während Mars etwa von 9<sup>h</sup> abends ab zu sehen war. Jupiter ging gegen 11<sup>h</sup> unter, war also den ganzen Nachmittag von 4<sup>1/2</sup> bis 11<sup>h</sup> sichtbar. Auch Saturn war die ganze Nacht über zu sehen. Untersuchen wir in derselben Weise noch den Mond (A. R. = 13<sup>h</sup> 55<sup>m</sup> 35<sup>s</sup>,  $\delta = -17^{\circ} 23'$ ), so erkennen wir, daß er in der fraglichen Zeit unsichtbar blieb, weil er schon gegen 12<sup>h</sup> mittags unterging.

Es ist interessant, sich an dem Tage von der Richtigkeit unserer Ergebnisse durch Betrachtung des Himmels zu überzeugen; dabei bietet sich dann auch Gelegenheit, die betreffenden Planeten kennen zu lernen. Beobachten wir den Himmel gegen 10 Uhr abends, so können wir auch die Lage der Ekliptik bestimmen. Verbinden wir nämlich die drei sichtbaren Gestirne Mars, Jupiter und Saturn, so gibt uns der so bestimmte Bogen am Himmel eine Anschauung von der Ekliptik, da sich die Planeten immer in der Nähe dieses Himmelskreises aufhalten. Selbstverständliche Voraussetzung für die Beobachtung des Himmels ist natürlich klares Wetter und freie Aussicht.

5. Die tägliche scheinbare Drehung der Sonne für Orte von verschiedener geograph. Breite darzustellen.

Der tägliche Lauf der Sonne ist für verschiedene Breiten verschieden. So unterscheiden sich bekanntlich die Längen der Tage und Nächte zu derselben Zeit an verschiedenen Orten der Erde wesentlich voneinander.

Um dies am Globus anschaulich zu machen, fassen wir wieder einen bestimmten Tag ins Auge, z. B. den 1. August 1915. Selbstverständlich kann auch jeder beliebige andere Tag als Beispiel gewählt werden.

Wir wollen nun untersuchen, wie der Äquatorbewohner die Sonne am 1. August sieht. Dazu müssen wir zunächst den Globus für die geogr. Breite  $\varphi = 0$  orientieren. Dies geschieht so, daß wir den messingnen Meridiankreis so weit nach unten verschieben, daß die Polhöhe  $PN = 0$  wird, wodurch der Nordpol P des Himmels in den Horizont zu liegen kommt und mit N zusammenfällt. Hierauf weist man wieder der Sonne ihren Platz am Globus an, wie es früher beschrieben wurde. Drehen wir nun den Globus langsam um seine Achse  $PP'$ , so sehen wir deutlich, daß die Sonne senkrecht zum Horizont aufsteigt und daß ihre Bahn auch im Augenblick des Unterganges senkrecht zum Horizont ist. Ferner erkennen wir mit Hilfe der Rose, daß Tag und Nacht gleich sind, daß also der Tagesbogen der Sonne ein Halbkreis ist. Dasselbe würden wir finden, wenn wir statt des 1. August einen beliebigen anderen Tag gewählt hätten. Also: am Äquator ist jeder Tag und jede Nacht von gleicher Länge (je 12 Stunden). Kleben wir das Sonnenscheibchen im Frühlingspunkt F oder im Herbstpunkt H am Globus fest, so sehen wir, daß am 21. März und am 23. September um 12 Uhr mittags die Sonne im Zenit des Äquatorbewohners steht, ihm also senkrecht auf den Kopf scheint. —

Nun machen wir denselben Versuch für den Polarbewohner. Für diesen ist  $\varphi = 90^{\circ}$ ; wir haben also den Meridiankreis so zu heben, daß der Bogen  $PN = 90^{\circ}$  wird, wobei der Nordpol P in das Zenit gelangt. Drehen wir dann den Globus in der üblichen Weise, nachdem wir das Sonnenscheibchen für irgend einen Tag am Globus befestigt haben, so wird uns sofort die bekannte Tatsache anschaulich gemacht, daß dem Polbewohner die Sonne täglich einen Kreis zu beschreiben scheint, welcher seinem Horizont parallel ist. Wählen wir einen Sommertag, so geht die Sonne überhaupt nicht unter, sondern bleibt den ganzen Tag über dem Horizont; während eines Wintertages dagegen geht sie garnicht auf, sondern

bleibt dauernd unter dem Horizont. Der Polbewohner hat daher ein halbes Jahr Tag und ein halbes Jahr Nacht.

In derselben Weise kann man den täglichen Lauf der Sonne für jede andere Breite der Erde zur Darstellung bringen. Von besonderem Interesse sind dabei die Orte, die auf dem Wendekreis des Krebses liegen, für welche die geographische Breite  $\varphi = 23\frac{1}{2}^\circ$  ist. Ebenso bringt man den Sonnenlauf für den nördlichen Polarkreis ( $\varphi = 66\frac{1}{2}^\circ$ ) zur Anschauung. Der südliche Wendekreis (des Steinbocks) und der südliche Polarkreis scheiden bei unserem Versuch leider aus, weil es aus rein äußerlichen, konstruktiven Gründen nicht möglich ist, den Nordpol P unter den Horizont zu bringen, was für  $\varphi = -23\frac{1}{2}^\circ$  und für  $\varphi = -66\frac{1}{2}^\circ$  notwendig wäre. Doch ist es nicht allzuschwer sich vorzustellen, wie die Verhältnisse sich für diese Kreise gestalten werden, und ich möchte diese Denkhübung der Selbsttätigkeit des Lesers überlassen. —

Die behandelten 5 Übungen lassen wohl deutlich die Nützlichkeit und vielseitige Verwendbarkeit des Himmelsglobus erkennen, mit ihnen sind aber die zahlreichen Verwendungsmöglichkeiten durchaus nicht erschöpft. Vielleicht ist es uns vergönnt, in einem späteren Aufsatz noch einige weniger bekannte Aufgaben mit Hilfe des Himmelsglobus zu lösen. Wenn es gelingt, durch die vorliegenden Zeilen dem Himmelsglobus einige neue Freunde zu gewinnen, so ist ihr Zweck völlig erfüllt.

## Der gestirnte Himmel im Monat März 1916

Von Dr. F. S. Archenhold

### Goethe und die Kometen

Goethes große Anteilnahme an den Naturwissenschaften findet in seinen vielen Schriften über Geologie, Meteorologie und Physik ihren beredten Ausdruck. In einem Gespräch mit Eckermann (Vergl. „Das Weltall“ Jg. 1, S. 96: „Goethes Aeußerungen über Astronomie“) erklärt der große Dichter, daß er sich mit Astronomie nie selbständig beschäftigt habe, weil seine Sinne hierzu allein nicht ausreichten.

Wir dürfen uns daher nicht wundern, daß in den gesammelten Werken Goethes keine einzige Schrift über Astronomie sich befindet, auch sind die Aeußerungen über Himmelserscheinungen nur sehr spärlich. Umsomehr dürfte folgende Zusammenstellung von Aeußerungen Goethes über Kometen uns interessieren, als sie beweisen, daß gerade diese Himmelserscheinungen, welche er mit unbewaffnetem Auge verfolgen konnte, seine ganz besondere Aufmerksamkeit erregten. Noch kurz vor seinem Tode am 26 Februar 1832 schrieb Goethe an Prof. Schrön, den derzeitigen Direktor der Jenaer Sternwarte, dessen scharfe Wolkenbeobachtungen von dem großen Dichter mehrmals gerühmt worden sind, er möge ihm doch alles Wissenswerte über den im Jahre 1834/35 zu erwartenden großen Kometen — es war dies die zweite vorausberechnete Wiederkehr des Halleyschen Kometen — zusammenstellen, „damit man einen so merkwürdigen Herrn wohl vorbereitet und würdig empfangen könne.“ Dieser Wunsch blieb Goethe versagt, da er bereits am 22. März 1832 starb.

In dem Schauspiel „Götz von Berlichingen mit der eisernen Hand“ finden wir zwei Stellen über einen Kometen, die sich sehr wahrscheinlich auf den Halleyschen Kometen aus dem Jahre 1531 beziehen.

Götz von Berlichingen, 4. Akt.

*Georg: Es sind bedenkliche Zeiten. Schon seit acht Tagen läßt sich ein fürchterlicher Komet sehen, und ganz Deutschland ist in Angst, es bedeute den Tod des Kaisers, der sehr krank ist.*

*Götz: Sehr krank! Unsere Bahn geht zu Ende.*

5. Akt.<sup>1)</sup>

*Metzler: Das Feuer leucht uns noch eine gute Strecke. Hast du den großen Kometen gesehen?*

*Link: Ja! Das ist ein grausam erschrecklich Zeichen! Wenn wir die Nacht durch ziehen, können wir ihn recht sehen. Er geht gegen Eins auf.*

*Metzler: Und bleibt nur fünf Viertelstunden. Wie ein gebogner Arm mit einem Schwert sieht er aus, so blutgelbrot.*

*Link: Hast du die drei Stern gesehen an des Schwerts Spitze und Seite?*

*Metzler: Und der breite wolkenfärbige Streif, mit tausend und tausend Striemen wie Spieß, und dazwischen wie kleine Schwerter.*

*Link: Mir hat's graust. Wie das alles so bleichrot, und darunter viel feurige helle Flammen, und dazwischen die grausamen Gesichter mit rauchen Häuption und Bärten!*

*Metzler: Hast du die auch gesehen? Und das zwitzert alles so durcheinander, als läg's in einem blutigen Meere, und arbeitet durcheinander, daß einem die Sinne vergehen!!*

*Link: Auf! Auf! (Ab)*

Goethe hat uns ein Fragment „Der Zauberflöte zweiter Teil“ hinterlassen, worin er gleich im Anfang die Königin folgendes sagen läßt:

*Schlingelt, ihr Blitze, mit wütendem Eilen,  
rastlos, die lastenden Nächte zu teilen!  
Strömet, Kometen, am Himmel hernieder!  
Wandelnde Flammen, begegnet euch wieder,  
leuchtet der hohen befriedigten Wut!*

Monostatos und der Chor antworten:

*Siehe! Kometen, sie steigen hernieder,  
wandelnde Flammen begegnen sich wieder,  
und von den Polen erhebt sich die Glut.*

*(Indem ein Nordlicht sich aus der Mitte verbreitet, steht die Königin wie in einer Glorie. In den Wolken kreuzen sich Kometen, Elmsfeuer und Lichtballen. Das Ganze muß durch Form und Farbe und geheime Symmetrie einen zwar grausenhaften, doch angenehmen Effekt machen.)*

Bemerkenswert ist Goethes Auffassung von den Kometen als Weltseele, die er im Anfang des gleichnamigen Gedichtes zum Ausdruck bringt:

*Verteilet euch nach allen Regionen von diesem heil'gen Schmaus!  
Begeistert reißt euch durch die nächsten Zonen ins All und füllt es aus!*

*Schon schwebet ihr in ungemessnen Fernen den sel'gen Göttertraum  
und leuchtet neu, gesellig, unter Sternen im lichtbesäten Raum.*

*Dann treibt ihr euch, gewaltige Kometen, ins Weit' und Weitr' hinan:  
das Labyrinth der Sonnen und Planeten durchschneidet eure Bahn.*

In den Schriften zur Geologie „Ueber die Bildung der Erde“ (1806) finden wir folgende Stelle:

<sup>1)</sup> Zu Grunde liegt die Beschreibung eines Kometen in Sebastian Franks „Chronica“ (Nürnberg 1531): „... einer unvermischten Blutfarb oder gleich gelbrot. Sein häupt oder anfang ist gewesen ein gebogner Arm, der hett in seiner Hand ein überaus groß Schwert . . . An dieses Schwerts spitzen und seyten drey fast [= sehr] große Sternen . . . Von diesen Sternen thet sich ein breiter Wolkenfarben striemeter Schwantz . . . Zu den Seiten sind gesehen worden vil streimen, als lange Spieß gestalt. Darzwischen vil kleiner Schwert vermischt, alles sich einer bleichroten farb vergleichende. Zwischen dem allem sahe man vil großer flammen, welche gantz hel und fewrig erschienen. Darzwischen waren hin und wieder eyngemengt vil angesichter grausams anblicks ganz harig an Haupt und Bart . . . Dies alles gieng feindtlich (als legs in blutstreimigem fließendem gewässer) durcheinander zwitzern und sich arbeiten, onmaßen grausam anzusehen, daß auch etlich, die es gesehen haben, schreckens und forcht halb gestorben sind.“ (Düntzer.)

*Wir wenden uns zuerst zu den astronomischen Ansichten.*

*Die Erde als ein Stern. Als ein Wandelstern.*

*Die neuen Erfahrungen zeigen das Universum selbst nicht als fertig.*

*Die Nebelsterne sieht man als Massen werdender Welten an. Ja den Jupiter als nicht erstarrt.*

*Die Kometen, die man ehemals als Weltenzerstörer ansah, betrachtet man als werdende Erdkörper.*

In dem Festspiel „Des Epimenides Erwachen“, 2. Aufzug, 6. Auftritt, spricht

*Epimenides: Und welch' Erwachen! wunderbar genug! Die Pforten öffnen sich bei düstrer Nacht. Täuscht mich der Genien sonst so treuer Dienst? Kein Stern am Himmel? (Es erscheint ein Komet, ungeheuer<sup>1)</sup>)*

*Welch ein furchtbar Zeichen erschreckt den Blick mit Rutenfeuerschein! Wo bin ich denn? — In eine Wüstenei, von Fels und Baum beschränkt, bin ich begraben.*

Im 2. Aufzug, 7. Auftritt spricht der Chor:

*Brüder, auf! die Welt zu befreien! Kometen winken, die Stund' ist groß.*

Unter den „Maximen und Reflexionen“, Gedichte-Anhang, finden wir den Ausspruch:

*Das längst Gefundene wird wieder verscharrt; wie bemühte sich Tycho, die Kometen zu regelmäßigen Körpern zu machen, wofür sie Seneca längst anerkannt.*

In seinem „Epilog zu Schillers Glocke“, den Goethe zum 10jährigen Todestag Schillers gedichtet hat, schreibt er in zwei Schlußversen:

*So feiert ihn! Denn, was dem Mann das Leben  
Nur halb erteilt, soll ganz die Nachwelt geben*

und weiter:

*Er glänzt uns vor, wie ein Komet entschwindend,  
unendlich Licht mit seinem Licht verbindend.*

Dieser Vergleich wird dadurch verständlich, daß Goethe den großen Kometen im Jahre 1811 in hellem Glanze hat leuchten und in den unendlichen Raum verschwinden sehen. Diese Beobachtung muß auf den Dichter einen gewaltigen Eindruck gemacht haben, den er noch im Jahre 1815 am 10jährigen Todestage Schillers in seinem Lobesgedicht auf Schiller in obigem Vergleich ausklingen läßt.

### Der Lauf von Sonne und Mond

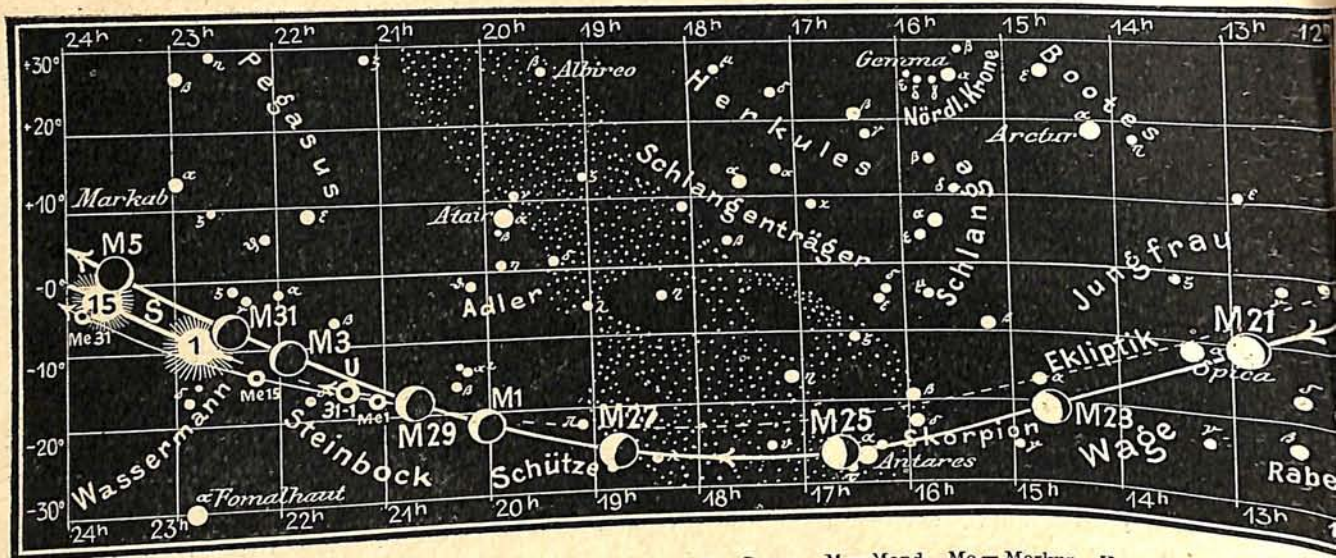
Die Sonne (Feld  $22\frac{3}{4}^{\text{h}}$  bis  $\frac{1}{2}^{\text{h}}$ ) tritt am 20. März aus dem Zeichen der Fische in das des Widder und erreicht den Aequator. Zum ersten Male im Jahre ist die Länge von Tag und Nacht wieder gleich, was den Beginn des Frühlings bedeutet. Mit dem Weiterücken der Sonne in der Ekliptik nehmen die Tage bis zum 21. Juni an Länge zu. Im Monat März wächst die Mittagshöhe der Sonne um  $11\frac{1}{2}^{\circ}$ .

| Sonne  | Deklination | Sonnenaufgang                  | Sonnenuntergang                | Mittagshöhe        |
|--------|-------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| März 1 | — 7° 36'    | 6 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> | 5 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> | 30°                |
| - 15   | — 2° 9'     | 6 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup> | 6 <sup>h</sup> 8 <sup>m</sup>  | 35 $\frac{1}{2}$ ° |
| - 31   | + 4° 8'     | 5 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup> | 6 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup> | 41 $\frac{1}{2}$ ° |

<sup>1)</sup> In der ersten Fassung enthielt die szenische Bemerkung nach „ungeheuer“ noch die Worte „und an Gestalt dem letzten ähnlich“. Dadurch wird die Beziehung auf den im Sommer 1811 erschienenen Kometen offenbar, der schon damals, wie berichtet wird, als ein Verkünder großer Ereignisse betrachtet wurde. (Goethe Cottasche Jubiläumsausgabe 9. Band, S. 403.) Von diesem großen, auch in seiner Form sehr merkwürdigen Kometen liegen von Argelander, Norbert Herz und andern Astronomen Bahnbestimmungen vor, die jedoch noch keine völlige Darstellung aller Beobachtungen ergeben. In den Annalen oder Tag- und Jahresberichten als Ergänzung seiner sonstigen Bekenntnisse (Jubiläums-Ausgabe 30. Band S. 262) schreibt Goethe von diesem Kometen:

*Nach diesem aufblickenden Lichtglanze durfte sich der herrliche langverweilende Komet wohl auch noch sehen lassen, unsere Augen entzücken und unseren inneren Sinn in das Weltall hinausfordern.*

Fig. 1b



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

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

Neumond: März 4. 4<sup>h</sup> vormittags  
 Vollmond: - 19. 5<sup>h</sup> nachmittags

Erstes Viertel: März 11. 6<sup>h</sup> abends  
 Letztes Viertel: - 26. 4<sup>h</sup> nachm.

### Die Planeten

**Merkur** (Feld 21<sup>h</sup> bis 23<sup>3/4</sup> h) rückt näher zur Sonne und bleibt daher während des ganzen Monats für das unbewaffnete Auge unsichtbar. Im Fernrohr sind auf seiner Oberfläche feine matte Streifen und Flecken beobachtet worden, ohne daß eine Veränderung ihres Ortes bemerkt werden konnte, woraus man wohl mit Recht schließen kann, daß auf dem Merkur im Gegensatz zur Venus eine dichte Atmosphäre nicht vorhanden sein kann. Sein Durchmesser nimmt im Monat März von 7",1 auf 5",2 ab und seine Entfernung von 141 auf 194 Millionen km zu.

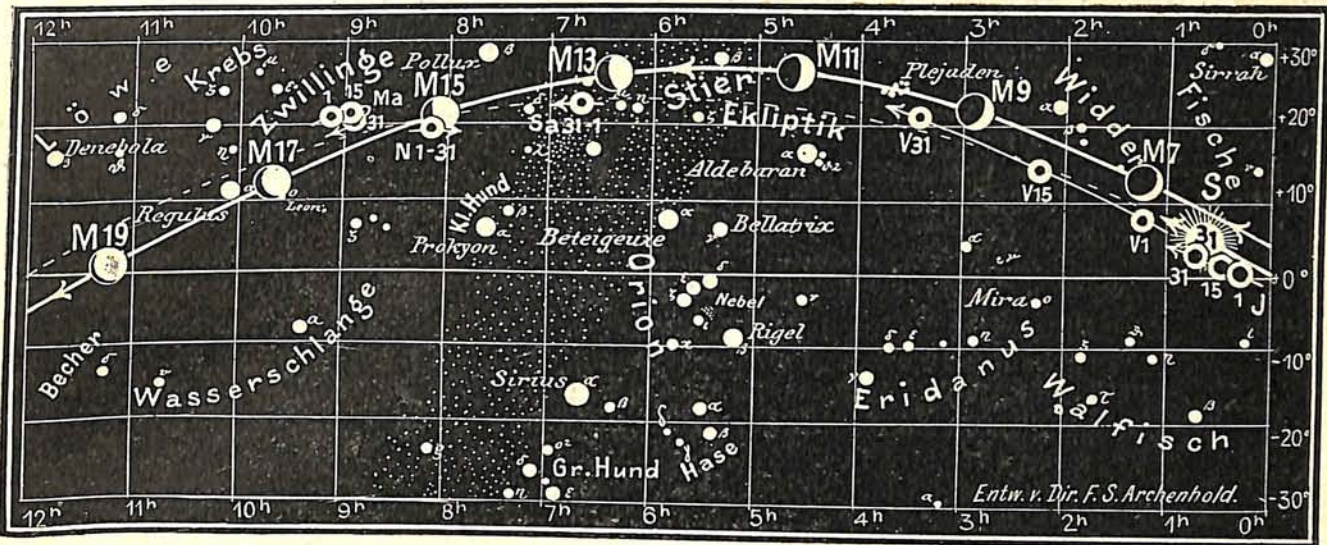
**Venus** (Feld 1<sup>1/4</sup> h bis 3<sup>1/2</sup> h) ist am westlichen Abendhimmel, am Ende des Monats, 4 Stunden lang als glänzendster Planet sichtbar. In ihrem scheinbaren Lauf rückt sie immer weiter ab vom Jupiter und steht am 31. März in der Nähe der Plejaden. Sie kommt in ihrer rückläufigen Bewegung erst Mitte Juni zum Stillstand und erreicht Ende Mai ihren größten Glanz. Ihr scheinbarer Durchmesser beträgt am 1. März 15",4 und am 31. März 19",0; ihre Entfernung von der Erde nimmt von 166 auf 134 Millionen km ab.

**Mars** (Feld 9<sup>h</sup> bis 8<sup>3/4</sup> h) kommt um die Mitte des Monats in seiner rückläufigen Bewegung zum Stillstand. Er ist noch während des ganzen Monats am Nachthimmel zu beobachten. Am 16. März steht er oberhalb des Mondes. Da seine Entfernung von der Erde von 108 auf 137 Millionen km zunimmt, so nimmt dementsprechend der scheinbare Durchmesser von 14",0 auf 11",0 ab. Durch sein ruhiges Licht unterscheidet er sich von dem ihm nahestehenden auch rötlich leuchtenden hellsten Stern „Regulus“ im Löwen.

**Jupiter** (Feld 1<sup>1/4</sup> h bis 3<sup>1/4</sup> h) ist nur noch in der ersten Hälfte des Monats sichtbar. Alsdann wird er von der Sonne überstrahlt, die ihn Ende des Monats, wie wir aus unserer Karte ersehen, erreicht. Sein Polardurchmesser beträgt am 31. März 31",6 und seine Entfernung von der Erde 890 Millionen km.

Fig. 1a

Nachdruck verboten



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

Saturn (Feld  $6\frac{3}{4}^h$ ) ist nach Sonnenuntergang schon hoch im Süden an der Grenze der Milchstraße im Sternbilde der Zwillinge zu erkennen und geht erst nach Mitternacht unter. Sein Polardurchmesser nimmt von  $18''{,}2$  um  $1''$  bis Ende des Monats ab, seine Entfernung von 1271 auf 1343 Millionen km zu. Auf seiner Oberfläche sind außer dunklen schwach rötlich gefärbten Streifen auch zuweilen fleckenartige Gebilde zu sehen. Aus diesen letzteren ist die Umdrehungszeit im Jahre 1876 von Asaph Hall zu  $10\frac{1}{4}$  Stunden bestimmt worden. Neuere Messungen haben jedoch zu einer Umdrehungszeit von 10 Stunden 38 Minuten geführt. Man muß vermuten, daß, ähnlich wie bei der Sonne und beim Jupiter, die Flecken, je nachdem sie am Aequator oder in höheren Breiten auftreten, schnellere oder geringere Bewegungen zeigen. Spektroskopische Beobachtungen der Ränder des Saturns werden diese Frage ebenso entscheiden, wie sie bereits dazu geführt haben, nachzuweisen, daß der Ring nicht von fester, sondern von staubförmiger Beschaffenheit ist. Wenn der Ring als zusammenhängendes Ganze sich um den Planeten herumwälzte, so müßten die äußeren Enden der Linien am stärksten, die inneren am geringsten verschoben sein. Es hat sich aber herausgestellt, daß am inneren Rande des Ringes die Geschwindigkeit größer als am äußeren ist, wie es das Keplersche Gesetz für einzelne ihren Schwerpunkt umkreisende Körper verlangt. Bewegen sich ja auch die der Sonne näheren Planeten schneller um sie als die entfernteren. Die 10 Monde, die den Saturn in wechselvollem Laufe umkreisen, haben Umlaufzeiten von einem Tage bis zu 550 Tagen. Zwei von ihnen, Themis und Hyperion, laufen sehr nahe beieinander in photographischem Wege noch weitere Monde auffinden lassen. Gerade jetzt ist der Ring noch weit geöffnet, sodaß der Saturn mit seinen Ringen und großen Monden, von denen der hellste, Titan, mit 4200 km fast den Durchmesser des Planeten Merkur erreicht, allabendlich im großen Fernrohr der Treptow-Sternwarte günstig zu beobachten ist.

Uranus (Feld  $21\frac{1}{2}^h$ ) wird jetzt Ende des Monats wieder von der Sonne freigegeben. Seine Entfernung beträgt am 31. März 3070 Millionen km und sein Durchmesser  $3''{,}2$ . Ein Schnellzug, der in einer Stunde 100 km zurücklegt, würde über 3500 Jahre brauchen, um die Entfernung von der Erde bis zum Uranus zu durchmessen, während das Licht



diesen Weg in noch nicht 3 Stunden zurücklegt. Die Beleuchtung des Uranus durch die Sonne ist 360 mal schwächer als die, die der Erde zu teil wird.

*Neptun* (Feld  $8\frac{1}{4}^h$ ) zeigt während des ganzen Monats ähnliche günstige Sichtbarkeitsverhältnisse wie Mars und Saturn, zwischen denen er steht. Er ist jedoch wegen seiner gewaltigen Entfernung von uns, 4430 Millionen km am Ende des Monats, nur in den größeren Fernrohren als ein kleines Gebilde von  $2'',6$  Durchmesser zu erkennen. Da er 165 Jahre zu einem vollen Umlaufe um die Sonne braucht, verweilt er in jedem Tierkreisbilde länger als 13 Jahre. Seine Dichte beträgt nur  $\frac{1}{5}$  der Erddichte, sodaß die Neptunskugel gerade noch auf Wasser schwimmen könnte. Wegen seiner geringen Helligkeit, die nur die eines Sternes 8. Größe beträgt, bleibt Neptun dem unbewaffneten Auge stets unsichtbar.

#### Bemerkenswerte Konstellationen:

- |      |     |                 |                                                                    |
|------|-----|-----------------|--------------------------------------------------------------------|
| März | 1.  | 12 <sup>h</sup> | Mitternacht Merkur in größter westlicher Abweichung von der Sonne. |
| -    | 2.  | 3 <sup>h</sup>  | nachmittags Merkur in Konjunktion mit dem Monde.                   |
| -    | 5.  | 10 <sup>h</sup> | abends Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.                       |
| -    | 7.  | 1 <sup>h</sup>  | morgens Venus in Konjunktion mit dem Monde.                        |
| -    | 13. | 8 <sup>h</sup>  | morgens Saturn in Konjunktion mit dem Monde.                       |
| -    | 16. | 1 <sup>h</sup>  | morgens Mars in Konjunktion mit dem Monde.                         |

### Kleine Mitteilungen

**Der Drehungssinn der Sonnenfleckenwirbel.** Die in der Erdatmosphäre auftretenden Wirbelstürme gehorchen einem wohlbekannten Gesetz: Auf der südlichen Halbkugel erfolgen sie rechtsläufig oder im Sinne des Uhrzeigers, auf der nördlichen Halbkugel in entgegengesetztem Sinne. Dies erklärt sich leicht aus der mit der Entfernung vom Pol zunehmenden Geschwindigkeit der Luftströmung. Da die Wirbel in den Sonnenflecken in vieler Hinsicht Analogien mit den Wirbelstürmen auf der Erde zeigen, bietet die Frage nach deren Drehungssinn großes Interesse, weil ihre Beantwortung uns vielleicht über die Natur und den Ursprung dieser Wirbel Aufschluß geben könnte. Bei Beobachtung des normalen Zeeman effektes in der Richtung der Magnetkraftlinien fehlt die mittlere Komponente, und die beiden seitlichen Komponenten erweisen sich als entgegengesetzt polarisiert. Setzt man vor den Spalt des Spektroskops eine Viertelwellenlängenplatte und ein Nicol, so kann man nach Belieben eine der beiden Seitenkomponenten zum Verschwinden bringen. Hat man das Nicol auf Verschwinden der einen dieser Komponenten eingestellt, so erscheint bei Umkehrung des Stromes im Elektromagnet diese Komponente wieder, während die andere ausgelöscht wird. Dieses Verfahren gibt uns also ein einfaches Mittel an die Hand, die Polarität eines Magnetfeldes zu bestimmen, das selbst bei einer Neigung der Sehlinie gegen die magnetischen Kraftlinien von  $60^\circ$  bis  $70^\circ$  noch angewandt werden kann. Allerdings tritt dann auch die Mittellinie des Triplets auf, und die Seitenkomponenten werden nicht vollkommen ausgelöscht. Nun zeigt jeder Sonnenfleck ein Magnetfeld, dessen Polarität durch den Drehungssinn der Elektronen in dem Wirbel bestimmt ist. Um diese Polarität und damit den Drehungssinn festzustellen, braucht man daher nur zu beobachten, ob der Polarisationsapparat die violette oder die rote Seitenkomponente des Triplets hindurchläßt. Herr George E. Hale vom Mount Wilson Solar Observatory hat bereits früher einige der größten Sonnenflecken untersucht, um an ihnen das Vorhandensein des Zeeman effektes einwandfrei nachzuweisen. Es schien damals sehr geringe Aussicht vorhanden, das Gesetz des Drehungssinnes festzustellen, da auf einer und derselben Sonnenhalbkugel Flecken mit entgegengesetzter Polarität beobachtet worden waren. Nach der inzwischen erfolgten Entdeckung der charakteristischen Eigenschaften bipolarer Sonnenflecken Gruppen hat nun Herr Hale die Forschung nach einem Gesetz für den Drehungssinn in den Flecken wieder aufgenommen. Über die in dieser Richtung bisher gewonnenen Ergebnisse berichtet Herr Hale in den Proceedings of the National Academy of Sciences (1, 382, 1915). Die typische Sonnenflecken Gruppe besteht aus zwei Flecken mit entgegengesetzter magnetischer Polarität, deren Verbindungslinie in der Regel nur wenig gegen den Sonnenäquator geneigt ist. Der eine dieser beiden Flecken kann durch eine Reihe kleinerer vertreten werden oder auch ganz fehlen; im letzteren Falle zeigen sich an seiner Stelle

Kalzium- und Wasserstoff-Flokkuli. Jeder der beiden Flecken kann auch von kleineren Flecken beiderlei Polarität begleitet sein. Das Charakteristikum der Gruppe ist das Vorhandensein entgegengesetzt polarer Magnetfelder in dem Gebiete zwischen Ost- und Westende der Gruppe. Über diese Gruppen schrieb bereits im Jahre 1901 auf Grund einer Untersuchung von etwa 3500 Sonnenfleckenaufnahmen Father Cortie im *Astrophysical Journal* (13, 261, 1901): „Der Haupttypus . . . ist die Bildung von Doppelflecken mit einer Reihe kleinerer Flecken zwischen den beiden Hauptflecken der Gruppe; dabei ordnet sich im allgemeinen die ganze Gruppe mehr oder weniger parallel zum Sonnenäquator. In dieser Form ist der Hauptfleck, der gelegentlich zu einem normalen Flecken mit regelmäßigen Umrissen wird, im allgemeinen der vorangehende Flecken; in manchen Fällen ist er indessen der nachfolgende, während zuweilen das Übergewicht hinsichtlich des Flächeninhaltes beim Durchgang der Gruppen über die Scheibe zwischen beiden wechselt. In noch selteneren Fällen entwickeln sich beide Hauptflecken als regelmäßige Flecken.“ — Herr Hale hat nun seine Beobachtungen an einer großen Anzahl von Doppelflecken vor und nach einem Sonnenfleckenminimum zusammengestellt und dabei gefunden, daß mit ganz geringen Ausnahmen vor dem Minimum der vorangehende Fleck der Gruppe auf der nördlichen Halbkugel durch die violette Komponente des Zeemantripletts charakterisiert war, auf der südlichen Halbkugel durch die rote. Nach dem Minimum fand Herr Hale zu seiner Überraschung, daß in beiden Hemisphären die Polarität der Flecken der vor dem Minimum beobachteten entgegengesetzt war. Der Grund hierfür liegt vermutlich darin, daß bei Beginn der neuen Fleckenperiode die Lage der Flecken eine Verschiebung in eine andere Breite erfährt. Während die letzten Flecken der alten Periode in niedriger Breite auftreten, erscheinen die ersten Flecken der neuen Periode in weit größerer Entfernung vom Äquator. Wir haben es sonach anscheinend mit zwei Sonnenfleckenzonen in mittleren Breiten von annähernd  $9^{\circ}$  und  $23^{\circ}$  zu tun, in denen die große Mehrzahl der Sonnenwirbel entgegengesetzten Drehungssinn aufweist. Nach allem bislang vorliegenden Material ist zu schließen, daß der Drehungssinn der Wirbel im vorangehenden Flecken in der dem Äquator näher gelegenen Zone auf der Nordhälfte der Sonne dem Uhrzeiger entgegengerichtet ist, gerade wie der Drehungssinn in einem Tornado auf der Erde. Auf der Südhälfte der Sonne ist gerade wie auf der Südhälfte der Erde der Drehungssinn jenem auf der Nordhälfte entgegen gerichtet. In der den Polen näheren Zonen ist der Drehungssinn gerade umgekehrt. — Vermutlich werden bei der weiteren Erforschung der Sonnenflecken die hier mitgeteilten Ergebnisse noch eine wertvolle Rolle spielen.

Iklé.

**Laboratoriumsversuch über die Struktur der Sonnenflecken und der Flokkuli.** Über die Natur der Sonnenflecken hat Herr George E. Hale im „Annual Report of the Director of the Mount Wilson Solar Observatory for 1912“ eine Arbeitshypothese aufgestellt, die sich etwa folgendermaßen ausdrücken läßt: Infolge einer Eruption oder irgendeiner anderen auf die Erzeugung einer schnellen Konvektion hinarbeitenden Ursache bewegt sich eine Gassäule aus dem Sonneninneren aufwärts der Oberfläche der Photosphäre zu. Durch Unterschiede in den Geschwindigkeiten benachbarter Flächen oder durch Strukturunregelmäßigkeiten entsteht eine Wirbelbewegung, die durch Konvektion aufrecht erhalten wird. Die Wirbelbewegung ist, wie bei einem Tornado auf der Erde, zunächst senkrecht aufwärts gerichtet, verläuft alsdann nach außen längs der Photosphäre. Durch Ausdehnung entsteht eine Abkühlung in der Mitte des Wirbels, und die Folge hiervon ist eine verhältnismäßig dunkle Fläche. Wie bei den Harkerschen Versuchen mit dem elektrischen Ofen tritt eine rasche Strömung negativer Ionen von den äußeren heißeren Gasmassen gegen die kälteren Gasmassen in der Mitte ein. Diese Ionen, die in dem Wirbel kreisen, erzeugen ein Magnetfeld, das sich durch die Verbreiterung und Auflösung der Linien im Spektrum der Sonnenflecken deutlich zu erkennen gibt. Bisher ist der Sonnenfleck als einzelnes Gebilde betrachtet worden. Die typische Sonnenfleckengruppe ist jedoch doppelt, wobei aber das eine Glied der Gruppe oder auch beide Glieder durch mehrere kleine Flecken vertreten sein kann. Die Achse der Gruppe bildet mit dem Sonnenäquator einen kleinen Winkel. Die beiden Glieder der Gruppe weisen entgegengesetzte magnetische Polarität auf. Eine derartige Gruppe kann dadurch zustande kommen, daß ein säulenförmiger Wirbel das Streben hat, sich aufwärts der Photosphäre zuzuwenden und dadurch einen halbkreisförmigen Wirbel bildet. Ein sekundärer Wirbel, der seine Entstehung dem Einflusse des tieferen Sonnenfleckenwirbels auf die Gase der darüber liegenden Sonnenatmosphäre verdankt, bestimmt zum Teil die Struktur der Wasserstoff-Flokkuli, die in höheren Schichten nach innen und in den oberen Schichten des Sonnenfleckenwirbels nach unten und nach außen gezogen werden. Die hierdurch bedingte hydrodynamische Struktur kann durch den Einfluß des Magnetfeldes im Flecken auf die Bahnen der inneren Ionen mehr oder minder stark verändert werden.

Durch das Vorhandensein von Magnetfeldern in allen Sonnenflecken und durch die Ergebnisse der spektroskopischen Beobachtungen von Evershed und St. John über die Drehung der Dämpfe in den Flecken scheint die Wirbelnatur der Flecken zweifellos erwiesen zu sein.

In den Proceedings of the National Academy of Sciences (1. 385, 1915) berichten die Herren George E. Hale und George P. Luckey über Laboratoriumsversuche, die geeignet erscheinen, über die Struktur von Sonnenflecken und Flokkuli weitere Aufschlüsse zu geben. Die genannten Herren benutzten eine eng gewickelte Messingdrahtspule, auf die zur Erhöhung der Reibung hölzerne Scheiben aufgezogen waren. Die Spule hing vertikal an der Achse eines Elektromotors und wurde mit mäßiger Geschwindigkeit in einem Bottich mit Wasser gedreht. Dabei entsteht ein säulenförmiger Wirbel, dessen Kern die Spule bildet. Solange die Winkelgeschwindigkeit gering ist, bleibt dieser Wirbel nahezu vertikal. Mit zunehmender Geschwindigkeit hebt sich das untere Ende der Spule allmählich. Schließlich bildet sich ein halbkreisförmiger Wirbelring, der gleich einem gewöhnlichen Rauchring eine zu seiner Ebene senkrechte Translationsbewegung zeigt, deren Richtung der Drehungsrichtung seines Innenrandes entspricht. Es ist interessant, die Senkungen und Wirbel im Wasser zu beobachten, die auftreten, wenn sich das Ende der Spule der Oberfläche nähert. Diese entsprechen den entstehenden Flecken in der obigen Hypothese, die nahe am Ende einer zweipoligen Fleckengruppe häufig auftreten und wieder verschwinden.

Recht lehrreich war auch der folgende Kontrollversuch: Außer der Spule wurde auch das Wasser in Drehung um die Spulenachse versetzt, ehe der Motor angelassen wurde. Nach Inbetriebsetzung des Motors steigt dann die Spule weit rascher als bei ruhendem Wasser, wenn der Drehungssinn des Wassers jenem der Spule entgegengesetzt ist, also jenem des zweiten Fleckens der Gruppe entspricht. Dreht sich indessen das Wasser im gleichen Sinne wie die Spule, so hebt sich diese nur sehr schwer oder behält gar ihre senkrechte Stellung unverändert bei. Demnach würde ein Sonnenfleckenwirbel, wenn er in einem Gebiete entsteht, das sich bereits in derselben Richtung dreht, seine Säulenform beibehalten, und der zweite Fleck der Gruppe würde sich nicht bilden. Auch noch andere Umstände können das Auftreten einzelner Flecken begünstigen, so geringe Winkelgeschwindigkeit des Wirbels, im Verhältnis zur Länge sehr großer Durchmesser, Vorhandensein dauernder Eruptionszentren in der Sonne, wie sie nach der häufigen Wiederkehr von Flecken in einem und demselben Gebiete der Photosphäre zu vermuten sind. Es ist nicht zu vergessen, daß auch Konvektion die Lebensdauer einzelner Flecken verlängern kann.

Wenn bipolare Flecken halbkreisförmige Wirbel sind, so müssen sie die charakteristische Eigenbewegung von Wirbelringen zeigen. Diese Bewegung ist senkrecht zur Ebene des Ringes gerichtet, und ihr Sinn entspricht jenem des inneren Wirbelrandes. Hale hat dargetan, daß die Drehungsrichtungen der Sonnenfleckenwirbel in den höheren Breiten jenen in den niederen Breiten entgegengesetzt sind (vergl. d. Heft S. 12). Diese Richtungen sind derart, daß sich die Gruppen in niederen Breiten gegen den Äquator zu bewegen, jene in höheren Breiten gegen die Pole hin.

Vor einer Reihe von Jahren hat Carrington die Breitenbewegung der Sonnenflecken untersucht und gefunden, daß in Breiten von mehr als  $20^\circ$  im allgemeinen die positive Bewegungsrichtung überwiegt, wenn auch ihr täglicher Betrag zwischen  $20^\circ$  und  $40^\circ$  Breite nicht größer als  $2'$  ist. Zwischen  $10^\circ$  und  $20^\circ$  ist die Breitenbewegung sehr gering, im allgemeinen aber negativ und etwa  $1'$  täglich groß. Unterhalb  $10^\circ$  endlich war eine Breitenbewegung überhaupt nicht sicher festzustellen. Diese Untersuchungen erstreckten sich sowohl auf einfache Flecken als auch auf doppelte und mehrfache. Ihre Ergebnisse sind neuerdings von Dyon und Maunder bestätigt worden. Diese beiden Forscher stützen sich auf die zu Greenwich von 1874 bis 1912 angestellten Sonnenfleckenmessungen und gelangten zu dem Schlusse, daß anscheinend die Flecken in höheren Breiten in beiden Hemisphären im allgemeinen eine geringe Tendenz zeigen, sich vom Äquator fort zu bewegen, während die Flecken in geringeren Breiten dem Äquator zustreben. Man darf indessen dieser scheinbaren Bestätigung der Hypothese kein allzu hohes Gewicht beilegen; es bleibt vielmehr noch festzustellen, ob bei Ausschaltung der einzeln auftretenden Flecken und gebührender Berücksichtigung der Polarität bipolarer Fleckenpaare die Ergebnisse für die Hypothese gleich günstig erscheinen. Diese Vorsicht ist um so notwendiger, als die beobachtete tägliche Breitenbewegung der Flecken erheblich geringer ist als die von der Theorie geforderte. Kelvin hat für die Translationsbewegung von Wirbelringen einen Näherungsausdruck aufgestellt, der durch die oben genannten Laboratoriumsversuche von Hale und Luckey bestätigt worden ist. Daraus folgt aber nicht unbedingt, daß derselbe Ausdruck auch auf die wesentlich anderen Verhältnisse anwendbar ist, die auf der Sonne herrschen, und es bedarf noch weiteren Materials, um eine quantitative Bestätigung der Theorie zu erhalten.

Es entsteht nun die Frage, ob sich nicht auf experimentellem Wege das schwierige Problem der Struktur der Wasserstoff-Flokkuli aufklären läßt. Die genannten Forscher fanden im Jahre 1908.

daß Sonnenflecken die Zentren von Wirbelvorgängen sind, die bei spektroheliographischen Sonnen-  
aufnahmen mit der Wasserstofflinie  $H\alpha$  deutlich zutage treten. Später haben dann aber Evershed  
und St. John gezeigt, daß es sich hierbei um sekundäre Wirbel handelt, die sich von der Wasser-  
stoffschicht, in der ihre Stromlinien sichtbar sind, durch die Sonnenatmosphäre hindurch abwärts zu  
dem tieferen Wirbel erstrecken, der den Flecken bildet und sein Magnetfeld erzeugt. Beruhen nun  
diese sekundären Wirbel auf hydrodynamischen Ursachen, wie St. John meint, oder rühren sie von  
der Einwirkung des Magnetfeldes auf die elektrisch geladenen Teilchen in der Sonnenatmosphäre  
her, wie es der Ansicht von Brewster, Deslandres und Störmer entspricht? Zweifellos  
wirken bei der Struktur der Sonnenatmosphäre sowohl hydrodynamische als auch elektromagnetische  
Vorgänge mit, doch fehlt es bisher noch an einer Möglichkeit, zwischen beiden zu unterscheiden.

Die Struktur der Wasserstoff-Flokkuli, wie sie sich in spektroheliographischen Aufnahmen  
zeigt, läßt sich mit Rauch in einem geschlossenen Glasgefäß nachahmen, in dem man Wirbel in  
Wasser erregt; man kann dann die Stromlinien in verschiedenen Schichten leicht photogra-  
phisch festlegen. Der interessanteste bisher beobachtete Fall ist der, daß man mittels zweier in ent-  
gegengesetzten Sinnen kreisender Rührer im Wasser an der Oberfläche eine Drehbewegung erzeugt,  
die jener einer bipolaren Sonnenfleckengruppe ähnelt. Blickt man dann von oben her senkrecht gegen  
das Wasser, so ähneln die Stromlinien in dem Rauche jenem eines Wirbelringes aus einer gefärbten  
Flüssigkeit, die aus der Mündung eines Rohres in Wasser aufsteigt. Beobachtet man hingegen die  
Stromlinien seitlich von einem in der Ebene des Ringes liegenden Punkte aus, so erscheinen sie auf der  
in ihrer Bewegungsrichtung vorn gelegenen oberen Seite geschlossen, während sich die überschüssige  
Flüssigkeit auf der Rückseite längs gerader Linien bewegt, die achsial von der Mitte des Ringes  
ausgehen und zu dessen beiden Seiten mehr und mehr konvex werden. Ähnliche Stromlinien er-  
scheinen in dem Rauche in horizontalen Ebenen und rufen den Eindruck eines Bogens auf der einen  
Seite der Linie hervor, welche die beiden „Flecken“ mit der ganz anderen Struktur auf der Rück-  
seite verbindet, die soeben beschrieben wurde. Dieses asymmetrische Bild scheinen einige der von  
Hale und Luckey gewonnenen photographischen Aufnahmen der um bipolare Sonnenflecken-  
gruppen auftretenden Flokkuli getreulich wiederzugeben. Sollte es sich herausstellen, daß diese  
Ähnlichkeit nicht bloß eine äußerliche ist, so würde das anscheinend besagen, daß hier der hydro-  
dynamische Einfluß der Sonnenfleckenwirbel ihren elektromagnetischen Einfluß auf die Struktur  
der Flokkuli überwiegt. Es ist auch zu beachten, daß die beobachtete nach innen gerichtete  
Strömung des Rauches in den höheren Schichten, seine abwärts gerichtete Strömung in den mitt-  
leren Schichten und seine nach außen gerichtete Strömung in den unteren Schichten mit den an  
der Sonne gemachten Beobachtungen in Einklang stehen. Ehe man aber aus diesen Versuchen  
endgültige Schlüsse auf die Struktur der Flokkuli und deren Ursache ziehen kann, wird man die  
Versuche noch unter veränderten Bedingungen wiederholen müssen. Dabei wird man tunlichst auch  
den auf der Sonne unzweifelhaft vorhandenen magnetischen Faktoren Rechnung tragen müssen.  
Zu diesem Zwecke schlagen die genannten Forscher vor, in die Flüssigkeitswirbel Magnete ein-  
zuführen und diese auf bewegte Rauchteilchen einwirken zu lassen, die durch Röntgenstrahlen  
ionisiert und auf elektrostatischem Wege getrennt worden sind. Der Umstand, daß andere photo-  
graphische Aufnahmen der bipolare Fleckengruppen umgebenden Wasserstoff-Flokkuli eine mehr  
symmetrische Struktur aufweisen, die den Kraftlinien um einen Stabmagneten ähneln, läßt die Ver-  
mutung zu, daß in diesen Fällen der elektromagnetische Einfluß den hydrodynamischen überwiegt,  
da ja auch keinerlei Beweis dafür vorliegt, daß der eine Fleck einer bipolaren Gruppe als Quelle,  
der andere als Senke aufgefaßt werden kann. Auch die Möglichkeit eines Einflusses elektrischer  
Felder in den Sonnenflecken oder in deren Umgebung müßte in Rechnung gezogen werden.

Scheinen sonach die Versuchsergebnisse der Herren Hale und Luckey auch nicht be-  
rufen, die vorliegenden Fragen erschöpfend zu beantworten, so eröffnen sie doch jedenfalls einen  
Weg, auf dem man zu einer Lösung zu gelangen hoffen darf. Iklé.

**Die physiologischen Wirkungen des Höhenklimas.** Einen erheblichen Wechsel des Luft-  
drucks und der Temperatur kann der Mensch wohl ertragen; nur fragt es sich, ob bei längerer Zeit  
des Wechsels dieser äußeren Bedingungen eine Anschmiegung oder strukturelle Anpassung eintritt.

Das heißere oder kältere Klima ertragen die Eingeborenen viel besser als die Eingewan-  
derten, deren venöses Blut in den Tropen heller rot sein soll als im gemäßigten Klima. Wohl  
passen sich die Nerven dem veränderten Klima an, sie werden aber empfindlicher gegen Tempe-  
raturen, welche sie vorher ohne Beschwerde ertragen haben. Dabei ist die Gewöhnung an ein  
heißeres oder kälteres Klima unvollkommen. Es erfolgt wohl eine dunkle Färbung der Haut unter  
der starken Lichtwirkung, welche in den lichtärmeren Klimaten verloren ging; aber die Färbung  
vererbt sich nicht und eine Anpassung tritt nicht ein. Anders ist es bei Muskelübungen, wie  
z. B. bei großen und andauernden Märschen, Bergbesteigungen. An solche Anstrengungen gewöhnt

sich das Herz, die Muskelmasse der betreffenden Ventrikelwandung verdickt sich und man kann eine deutliche Anpassung wahrnehmen.

Ein gesunder Mensch erträgt starke und plötzliche Schwankungen des Luftdrucks. Von einer wirklichen Anpassung kann aber nicht in Fällen wie bei Tauchern, Ballonfahrern usw. die Rede sein, welche innerhalb weniger Stunden große Luftdruckschwankungen aushalten. Bei Bergbewohnern ist der Bau etwas verschieden von denjenigen der Bewohner der Ebene; es fragt sich, ob eine Anpassung an den verminderten Luftdruck erfolgt und ob dadurch eine entsprechende Änderung des Organismus eintritt. Möglich wäre theoretisch ein Anschmiegen oder Anpassen an den verminderten O-Gehalt durch Verminderung der Muskeltätigkeit, Vertiefung der Atmung und Beschleunigung des Blutkreislaufs, durch Vermehrung der roten Blutkörperchen (also der atmenden Blutoberfläche) und ihres Hämoglobins, welches den Sauerstoff derselben bindet.

Hierüber stellte man zahlreiche Blutuntersuchungen an. P. Bert untersuchte in dieser Hinsicht eine Reihe von Säugetieren, welche in Bolivia in einer Höhe von nahe 4000 m lebten. Ihr Blut enthielt auf 100 ccm 17 bis 21 ccm Sauerstoff, im Gegensatz zu demjenigen der Tiere in der Tiefebene, welches nur gut die Hälfte Sauerstoff aufnehmen soll. Nach Vault enthält aber das Blut der Tiere der Ebene und der Höhe die gleiche Sauerstoffmenge. Im Blute des Menschen in der Ebene aber fand er 5 Millionen roter Blutkörperchen gegen 7 Millionen Blutkörperchen im Kubikmillimeter im Blute des in der Höhe lebenden Menschen.

Verschiedene Forscher beschäftigten sich mit der Frage der Anpassung des Menschen an den Höhengaufenthalt. Sie bestimmten die Zahl der Blutkörperchen, den Hämoglobingehalt des Blutes und den Eisengehalt des Körpers. Teilweise ergibt sich aus den Resultaten dieser Untersuchungen eine starke Anpassung, teilweise das Gegenteil.

In letzter Zeit hat K. Bürker die physiologischen Wirkungen des Höhenklimas (Zeitschr. f. Biologie, Bd. 61) untersucht. Er verwandte mehrere Jahre darauf, um die Methodik zu prüfen und zu verbessern. Er zählte von 5 Millionen Körperchen, welche sich in 1 cmm Blut finden, 1000. Hiernach sind  $\frac{1}{5000}$  cmm bis auf mindestens 1% genau abzumessen, um genügend sichere Resultate zu erhalten.

Das verdünnte Blut wird auf die quadrierte Glasfläche gegossen und innerhalb eines abgemessenen Raumes ausgezählt. Die Fehlerquellen entstehen bei den vielfachen Operationen von Entnahme des Blutes aus bestimmter Fingerkuppe bis zur Zählbereitschaft, namentlich durch das Senkungsbestreben der Körperchen. Alle Messungen und Zählungen führte Bürker selbst aus. Zur Bestimmung des Hämoglobins benutzte er einen besonders aufgebauten Spektralapparat. Durch Polarisierung wurden die Farbstreifen eines Spektrums konstanter Helligkeit so verdunkelt, daß sie gleich den Streifen der durch eine Blutlösung konstanter Dicke gefallenen Lichtquelle gleicher Intensität erschienen. Durch Rechnung wurde der Hämoglobingehalt des einzelnen Blutkörperchens ermittelt.

Die Untersuchungen erfolgten an drei Personen aus Tübingen und einer in der Schatzalp bei Davos. Für diese waren Nahrung, Zimmertemperatur und alle äußeren Bedingungen dieselben. Zunächst wurden die drei Personen drei Tage in Tübingen, darauf 28 Tage in der Schatzalp und dann wieder einige Tage in Tübingen untersucht. Sie wechselten also ihren Aufenthalt in Tübingen mit 314 m über dem Meere mit demjenigen auf der Schatzalp, 1874 m hoch. Es betrug somit der Unterschied des Luftdruckes im Mittel 124 mm Hg, wobei die Dichte des Sauerstoffs noch völlig genügt, um das Hämoglobin fast zu sättigen; denn die Bindung des Sauerstoffs durch dieses ist wesentlich chemisch.

Es ist anzunehmen, daß die Größe der Blutkörperchen kleine Veränderungen erlitt, da das Volumen des Plasmas unverändert blieb.

Nach den Versuchen übt das Höhenklima einen entschiedenen Einfluß auf das Blut aus; von ihm beeinflußt, geht die Erythrocytenzahl und der Hämoglobingehalt absolut in die Höhe; doch war die Zunahme der beiden weder so groß noch so klein, als man bisher angegeben hat. Gewisse Veränderungen lassen sich mit Nachwirkungen bezeichnen, welche noch zu erklären sind.

Die Untersuchungen ergeben die Wichtigkeit der Bestimmung der Zahl der Blutkörperchen neben dem Verhalten des Hämoglobins und zeigen objektiv die erheblichen Verschiedenheiten der Organismen der untersuchten Personen. Hieraus ließe sich vielleicht auch der Unterschied des Verhaltens der verschiedenen Menschen gegen die Bergkrankheit erklären.

---

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

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

## INHALT

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Der Kompaß in der Entwicklung unserer Kultur. Nach einem Vortrag im Hörsaal der Treptow-Sternwarte. Von Dr. A. Nippoldt . . . . . 17<br>2. Der gestirnte Himmel im Monat April 1916. Von Dr. F. S. Archenhold . . . . . 25<br>3. Kleine Mitteilungen: Wodurch wird der wahrscheinliche Nachdruck ohne Genehmigung der Schriftleitung verboten — Auszüge nur mit genauer Quellenangabe gestattet | durchschnittliche Wärmecharakter eines Sommers bedingt? — Die Seltenheit der Nordlichterscheinungen in Süddeutschland und der Schweiz seit 1875. — Über sphärische Aberration bei astronomischen Objektiven infolge von Temperaturschwankungen und über deren Beseitigung. — Die Photographie aus der Luft und ihre Verwendung im Kriege . . . . . 28 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## Der Kompaß in der Entwicklung unserer Kultur

Nach einem Vortrag im Hörsaal der Treptow-Sternwarte

Von Dr. A. Nippoldt

Unter der Fülle von Instrumenten, welche die Kunst unserer Mechaniker hervorbringt, nimmt der Kompaß eine fast bescheidene Stellung ein. Der Landbewohner kennt ihn wohl nur in der Form des kleinen Dosenkompaß, wohl gar nur als Anhängsel an die Uhrkette. Nur vom Hörensagen weiß er, daß das Instrument in der Seefahrt benutzt wird, um Schiffe danach zu steuern.

In der Tat ist die Verwendung des Kompaß an Land im Lauf der Zeiten gegen früher zurückgetreten, dies liegt aber nicht so wohl an ihm, als vielmehr an dem Ausbau der trigonometrischen Landesaufnahmen, und damit unseres Kartenwesens. So lange wir uns in einem Kulturlande befinden, sind wir auch ohne astronomische Messungen, nur an Hand der Karten und Trigonometersteine stets über die Lage der Himmelsrichtungen im klaren. Sobald wir uns jedoch in unkultivierte Länder begeben, heißt es, den Kompaß zu Rate ziehen; sind nicht etwa Wegemarken vorhanden, so gibt es heute noch kein anderes einfaches Mittel, die Richtung zu finden, in der man weiterwandern will, als den Kompaß. Ähnliches gilt, wenn man von den trigonometrischen Aufnahmen, sofern sie vorhanden sind, der Umstände wegen nicht gleich Gebrauch machen kann. So liegt es z. B. jetzt im Kriege; hier wird der Kompaß in ausgedehnter Weise benutzt. Um nur durch ein Beispiel zu zeigen, eine wie hohe Bedeutung Heerführer dem Instrument unter Umständen zu zollen bereit sind, erinnere ich daran, daß die Engländer im Burenkrieg, wo sie den Kompaß als Wegweiser in Gebrauch hatten, ihn als den einzigen Schuldigen hinstellten, der sie die Schlacht bei Colenso verlieren ließ. Er sollte sie über die Richtung getäuscht haben. Das war in der Tat wahr, denn es befinden sich dort eisenhaltige Gebirge, die ihn aus seiner Richtung ablenkten.

Jedoch auch in Kulturländern gibt es Gegenden, die nur unter großen Schwierigkeiten sich an die trigonometrischen Landesaufnahmen anschließen können, das sind die unterirdischen Strecken der Bergwerke. Auch diese wollen ja nach Lage, Richtung und Größe genau vermessen sein, handelt es sich doch dabei um Abgrenzung von Eigentum und Geldeswert. Hier findet der Kompaß auch heute noch, und zwar in der verfeinerten Gestalt des Grubentheodoliten, ein wichtiges Arbeitsfeld. Was er auf dem festen Lande verloren hat, ist er übrigens soeben im Begriff, in der freien Luft, in der Luftschiffahrt wieder zu gewinnen.

Wesentlicher als die heutige Bedeutung ist aber die Nachwirkung seiner früheren. Es ist für das heutige politische Bild der Erde von einschneidender Wichtigkeit, daß damals, als die europäische Menschheit in allein reif geworden war, an die Erschließung der ganzen Welt heranzutreten, daß damals zu Beginn der großen Entdeckungsfahrten der Kompaß erfunden und schon erprobt war. Wie

hätte ohne dies Hilfsmittel daran gedacht werden können, den atlantischen Ozean quer zu durchschiffen, und denkt man an den so sehnlichst gesuchten Weg nach Indien — konnte er auch ein gut Teil in Sicht der Küste gesucht werden — wie zeitsparend war es dennoch, wenigstens durch den indischen Ozean auf kürzestem Wege segeln zu können, von den Entdeckungen im Stillen Weltmeer gar nicht zu reden.

Abgesehen von der vorhandenen Tüchtigkeit der europäischen Kultur, ihrer Überlegenheit über jede andere, wären wir heute nicht die Herren der Erde ohne den Kompaß! Wenn europäische Kultur jetzt überall vorherrscht, so verdanken wir das ihm.

Damit ist die kulturelle Bedeutung des Kompaß nicht erschöpft. Was er zu Ausgang des Mittelalters für die Verbreitung unserer Kultur ausmachte, das bewirkte er Jahrhunderte vorher für die Italiener oder noch früher, wie es scheinen will, auch für die Normannen: er breitete ihre politische und ihre Handelsmacht aus.

Noch früher vermuten wir ihn als Werkzeug der Priester und Gelehrten, der Wahrsager und Magier. Immer spärlicher werden allerdings die Überlieferungen, je weiter wir in die Vorzeit zurückwandern. Aber es lohnt sich, die Spuren zu verfolgen, nicht nur um die Geschichte eines physikalischen Instruments zu erhellen, sondern auch, um eine ganze Zahl von Einzelwissenschaften neu zu befruchten, Wege zu weisen, auf denen Klarheit über viele der Grundlagen unserer heutigen Kultur zu erlangen sein wird.

Die Aufgabe des Kompaß ist es, den Unterschied einer bestimmten Richtung gegen die Himmelsrichtungen anzugeben, und zwar muß dies in einem Maß geschehen, also in Graden, Minuten und, wenn es nötig ist, Sekunden. Unter Himmelsrichtung versteht man hier die astronomischen. Heutzutage geht man von der Nordrichtung aus, was durch die Seefahrer erst allmählich eingeführt worden ist. Ursprünglich kannte man bei uns, bei den Arabern und bei den Chinesen nur südweisende Kompassse, das ergibt sich sowohl aus den alten Texten, wie auch aus der Gestalt der Magnetnadeln, die ihre Spitze im Süden hatten. Auf dem Lande hat sich das noch länger erhalten, denn hier war der Kompaß ein Ersatz für unständliche astronomische Bestimmungen des Meridians, etwa mit dem Schatten eines Stabs. Der höchste Stand der Sonne war hier das maßgebende und damit der Südpunkt. Auf See war es ganz einerlei, wie man den Schiffskurs ermittelte, und da man ein Werkzeug fand, das immer nach Nord wies, so nahm man die Nordrichtung zum Ausgang. In der Urzeit war dagegen der Ostpunkt das wichtigste als Aufgangspunkt der Sonne, der ja für die Gegenden der alten Kulturen nur wenig im Jahre von Osten abweicht.

Ein und dieselbe Aufgabe, die Richtungsunterschiede anzugeben, erfordert auf dem Lande ein ganz anderes Verfahren als auf See oder im Luftschiff. Auf dem Lande bleibt alles, d. h. sowohl der Beobachter wie der Kompaß mit seiner Teilung wie die einmal eingestellte Magnetnadel zu einander unbeweglich stehen, während auf dem See- oder Luftschiff Beobachter und Magnetgehäuse sich zwar zueinander nicht bewegen, wohl aber die Magnetnadel sich dreht, wenn das Fahrzeug sich dreht. So sieht es wenigstens für den Beobachter aus, während natürlich in Wahrheit der Magnet unbeirrt in der Nordrichtung verharret, und das Schiff sich wendet. Es kommt nun beim Steuern darauf an, der Kielrichtung oder der Längsachse eine bestimmte Richtung zu geben, deshalb muß der Schiffer die Richtung seiner Kielachse am Instrument erkennen können; man bringt daher

am Schiffskompaß die Kielmarke in Form eines Striches am Innenrand an. Die Verschiebung dieser Marke gegen die Skala soll den gesuchten Richtungswinkel angeben, folglich kann die Skala nicht auch fest mit dem Gehäuse verbunden sein, wie dies bei dem Dosenkompaß der Fall ist, denn da die Marke fest steht, so muß die Skala mit dem Magneten verbunden sein. Man zeichnet die Skala auf ein Kartenblatt, bringt den Magneten unter ihm an und kennzeichnet den Nordpunkt durch eine besondere Marke: die „Lilie“, auf die wir später noch ausführlich zu sprechen kommen. Der äußerste Rand trägt heute eine Teilung in Grade. Außerdem sind die Hauptrichtungen E S W und durch fortgesetztes Halbieren die Punkte SE, SW, NW, NE, SSE, WSW, ESE zu E usw. hervorgehoben, bis zu Winkeln von  $11\frac{1}{4}$  Grad. Ein solcher Winkel heißt ein „Strich“. Der ganze Umfang weist demnach 32 solcher Striche auf. Diese Skala ist sehr alt und geht auf die ältesten Seekarten der Mittelmeerländer zurück; der Landkompaß kennt sie nicht.

Hiermit werden wir gleich auf ein Gebiet alter Kultur geführt. Die alten Seekarten wurden nicht wie die heutigen durch Längen- und Breitengrade zerlegt,

sondern man verfuhr, wie folgt. Ein Kreis (Fig. 1) erhielt 16 gleich weit voneinander abstehende Punkte eingezeichnet, zu den neun am weitesten abliegenden Punkten zog man gerade Linien von den einzelnen Randpunkten aus, so daß ein eigentümliches Netzbild entstand, das am Rande Spitzen bekam und im Innern ein Gebilde aufwies, das eine gewisse Ähnlichkeit mit einer von oben betrachteten Rose zeigte. Diesem Umstand verdankt das Kartenblatt des Kompaß den Namen der „Rose“, daher spricht man von der „Kompaßrose“. Die Schiffer waren an dies Netz gewöhnt und gaben die gegenseitige Lage der Hafenorte stets nach dem gesägten Strich und der Reisedauer an. Die Hafenbehörden, namentlich die italienischen, sammelten alle diese Berichte und trugen sie in dies Rosennetz ein.

Da die magnetische Mißweisung früher dabei nie beachtet wurde, so konnten diese Seekarten nur verzerrte Abbilder der wahren geographischen Verhältnisse geben. Aus dem Unterschied gegen die Wirklichkeit sind wir nun heute im Stande, den Betrag der magnetischen Mißweisung, der Deklination für jene alten Zeiten abzuleiten, was dem Erdmagnetismus ein sehr wichtiges Material zubringt. Umgekehrt muß man die Mißweisung kennen, wenn man die Karten der neuen Welt, wie sie damals gezeichnet wurden, geographisch richtig deuten will. Das Verständnis unseres ganzen Kartenwesens der Entdeckerzeiten beruht auf der genauen Kenntnis der damaligen Kompaßgebräuche.

Eine ganz eigenartige Teilung besitzt der Grubenkompaß der Bergleute: er beruht auf einer Einteilung in 12 Stunden und läuft, wenn mit Himmelsrichtung versehen, zudem in umgekehrtem Sinn, indem W mit E, NW mit SE usw. vertauscht ist. Es hat das in den besonderen Zwecken des Bergbaues seinen Grund.

Das Wort Kompaß hat im Laufe der Zeiten verschiedene Bedeutungen gehabt. So wurde es nicht nur für unser Instrument angewandt, sondern bezeich-

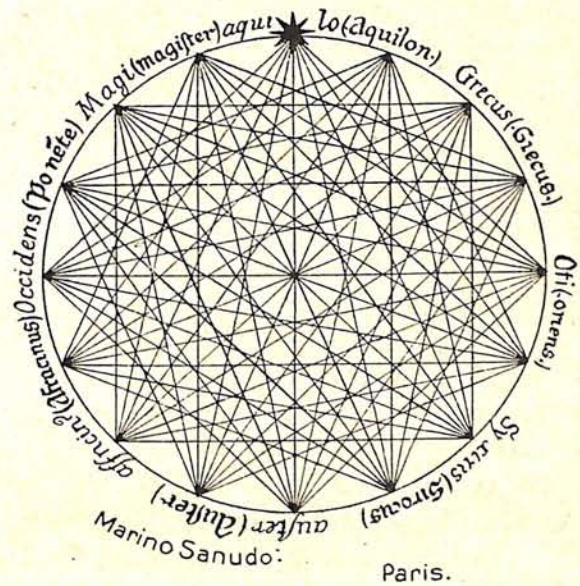


Fig. 1.



nete auch die Seekarten selbst, oder das Blatt mit der Teilung, die Rose, oder wie heute noch in England ein geteiltes Zifferblatt überhaupt, oder den Zirkel, mit dem solche Teilungen hergestellt wurden, oder tragbare Sonnenuhren, die einen Dosenkompaß als Beigabe erhielten. Im XV. und XVI. Jahrhundert waren derartige Sonnenuhren in allgemeinem Gebrauch; von ihnen aus scheint der Name Kompaß sich auf alle ähnlichen Instrumente übertragen zu haben.<sup>1)</sup> Der Sitz der Industrie war Nürnberg; es bestand dort neben den Zirkelschmieden eine eigene Zunft der „Conbastmacher“. <sup>2)</sup> Einige ihrer Erzeugnisse haben sich bis heute erhalten und gestatten, den Betrag der magnetischen Mißweisung bis auf 1451 zurück zu verfolgen, da die Falschweisung durch eine eigene Marke angegeben wurde.<sup>3)</sup> Für 1435 ist zum ersten Mal für einen reinen Kompaß der Name Kompaß bezeugt, und zwar in einem Inventarverzeichnis eines Hamburger Schiffs.<sup>4)</sup>

Über die Geschichte des Kompaß besitzen wir eine große Anzahl von Arbeiten; man kann die Gesamtzahl auf fast zweihundert ansetzen. Besonders reich an solchen ist die Zeit der Renaissance und das XIX. Jahrhundert. Die neuere Forschung setzt mit J. Klaproth's Brief an A. v. Humboldt „Über die Erfindung des Kompaß“ ein. (Paris 1834, deutsch von A. Wittstein). Die weitere Entwicklung knüpft sich dann besonders an die Namen W. Breusing, A. Bertelli, A. Wolkenhauer, E. Wiedemann, G. Hellmann, A. Schück u. a. m. Hellmann verdanken wir die Neuherausgabe der wichtigsten alten Originalarbeiten in seinen „Neudrucken“, <sup>5)</sup> wodurch deren Studium jedem ungemein erleichtert wird, und Schück hat — schon in einigen früheren Abhandlungen — namentlich aber in seinem großen Tafelwerk „Der Kompaß“ den größten Teil der seitherigen Literatur kritisch überarbeitet und in den beigegebenen 79 Tafeln an die 1100 figürliche Darstellungen aus der Entwicklung des Kompaß zusammengestellt. Diese Arbeiten entheben uns der Notwendigkeit, auf alle Fragen aufs neue einzugehen, die für die Geschichte unseres Instruments von Einfluß gewesen sind.

Wichtig ist hier nur, was nach diesen Forschungen als das Bleibende zu betrachten ist. Dies zieht sich auf vergleichsweise wenigen Daten zusammen.

Danach gilt bis jetzt als feststehend:

121 n. Chr. teilt Hiütschin in dem Wörterbuch Schuewen mit, daß ein bestimmtes chinesisches Wort bedeute „den Stein, mit dessen Hilfe man der Nadel die Richtung geben kann“. Dies ist die älteste verbürgte Meldung, daß die magnetisierte Nadel eine bestimmte Richtung einschlägt.

265—410 n. Chr., aus dieser Zeit wird erzählt, daß die Chinesen die Magnetnadel in größerem Umfang gebrauchen.

685 n. Chr. ist die Verbreitung auch in Japan gesichert.

1111—1117 n. Chr. wird in China zum ersten Mal die Tatsache der Mißweisung des Kompaß erwähnt; später haben die Chinesen diese Kenntnis wieder verloren.

1180—1186 erscheint Hugues de Bercy's „Bible“ mit der ersten abendländischen Erwähnung des Kompaß; um dieselbe Zeit beschreibt auch Alexander Neckam den Schwimmpkompaß.

<sup>1)</sup> G. Hellmann, Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde. 32. Berlin 1897.

<sup>2)</sup> H. Wagner, Nachr. Ges. d. W. Phil. hist. Kl. Göttingen 1901.

<sup>3)</sup> A. Wolkenhauer, Mitt. Geogr. Ges. München. 1. 1904. — G. Hellmann, Meteorologische Zeitschrift 23. 145. 1906.

<sup>4)</sup> A. Schück, Der Kompaß II. S. 46. 1. Hamburg 1915.

<sup>5)</sup> Bei Asher & Co., Berlin. 1898.

1252 gibt H. v. Krolewitz die erste deutsche Beschreibung.

1269 verfaßt Peter von Maricourt seinen berühmten Brief über den Magneten, worin er sowohl die Herstellung eines Schwimm- wie eines Trockenkompasses in exakt physikalischer Weise erläutert.

Vor Ende des XIII. Jahrhunderts findet sich in der Literatur keine Notiz über die Anwendung des Kompaß zur See für China.

1450 meldet Flavio Biondo, daß man den Erfinder des Kompaß nicht kenne.

Diese Bemerkung bezieht sich schon auf den seegerechten Kompaß; mit ihr beginnt die Geschichte der Entwicklung des Schiffskompaß.

Um die in dieser Übersicht angegebenen Daten als feste Kernpunkte gruppiert sich die Fülle der mehr oder weniger sicher begründeten Vermutungen über die geschichtliche Entwicklung unseres Instruments.

Schon diese Übersicht zeigt uns, daß, soweit schriftliche Angaben in Frage kommen, die Chinesen die Kenntnis der Richtkraft der magnetisierten Nadel früher als irgend ein anderes der alten Kulturvölker in Besitz hatten. Der erste, der darauf hinwies, war Goncales de Mendoza<sup>1)</sup> (1595). Verbürgt ist, wie wir aus unserer Liste sehen, der Gebrauch erst für das Jahr 121 n. Chr., zahlreich aber sind in der chinesischen Literatur die Hinweise auf eine noch frühere Kenntnis, doch kann man sagen, daß alle älteren Angaben recht unsicher, zum Teil sogar direkt mythenhaft sind. In ihrer Gesamtheit beweisen sie nur, daß der Magnet in China als Richtungsgeber schon in sehr alten Zeiten verwendet wurde, alt gegenüber der an sich alten chinesischen Literatur. Es wird auch schwer sein, neues Material beizubringen, da 213 v. Chr. der größte Teil der Bücherschätze auf Befehl eines Kaisers verbrannt wurde.

Sieht man alle Überlieferungen auf ihren tatsächlichen Inhalt hin durch, so findet man die Nadel als Richtungsgeber beim Haus- und Tempelbau und bei Reisen angegeben, und stets wird der Süden als die Himmelsgegend bezeichnet, auf welche die Nadel hindeute; der chinesische Kompaß ist ausnahmslos ein Südweiser. Sie besitzen alle drei Arten der Aufhängung: jene auf eine Spitze (Pinne), jene am Faden (also ein Vorläufer des Magnetometers) und den Schwimmkompaß; letzterer kommt auch bei Schiffsreisen vor, doch sind die Chinesen hier nie, und auch heute noch nicht besonders erfahren gewesen. Sie fuhren stets in Sicht von Land und haben so keinen großen Anlaß gehabt, das Fahren nach dem Kompaß und damit diesen selbst zu vervollkommen.<sup>2)</sup> Es scheint vielmehr so, daß, nachdem einmal eine gewisse Vollendung des Instruments erreicht war, ein Stillstand eingetreten ist, oder gar ein Rückschritt.

Zu den mythischen Überlieferungen gehört auch die Nachricht, daß die Chinesen sich für Landreisen magnetischer Wagen bedient haben sollen; es sind dies zweirädrige Gefährte, zwischen deren Deichseln sich den Abbildungen nach Figuren befunden haben sollen, die mit der ausgestreckten Hand nach Süden zeigten. Im Innern verborgen soll ein Magnet diesem Arm die Richtkraft gegeben haben. Diese Einrichtung ist nach jeder Hinsicht mechanisch unmöglich, denn es sind die Erschütterungen so groß, daß das stützende Lager in Bälde unbrauchbar geworden wäre, und zudem reicht das Drehmoment des Erdmagnetismus nicht aus, einem solchen großen Körper mit seiner starken Achsenreibung eine bestimmte

1) Historia de las cosas mas notables, ritos y costumbres del Gran Regno de la China, Kap. 11.

2) Mendoza l. c. sowie A. Herrmann, Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. S. 771. 1913. Berlin.

Ruhelage zu geben. Schück hat übrigens nach einer der alten Beschreibungen einen solchen Wagen bauen lassen, wobei sich dann die Berechtigung dieser Gedanken klar ergab. Er erklärt die Stellen wohl richtig, wenn er vermutet, daß in solchen Wagen Kompass verpackt mit auf Reisen genommen wurden, um dann irgendwo in Ruhe zur Bestimmung der Südrichtung ausgepackt zu werden.<sup>1)</sup> Schon bei diesen Stellen wird die mangelnde technische Sachkenntnis derjenigen, die des Instruments gedenken, Schuld an der mangelhaften Überlieferung tragen.

Auf diese Weise wird auch die Bezeichnung der chinesischen Kompass als „Gauklerkompass“ zustande gekommen sein: die alten Stellen sprechen von Wahrsagern, gemeint sind wohl Gelehrte, Priester oder Astronomen.

Die bekannten chinesischen Kompass (s. Fig. 2), wie sie unsere Museen, enthalten, sind alles Dosenkompass; einigen sind Sonnenuhren beigegeben, und von einigen wird bemerkt, daß sie zur See gebraucht seien, sie sind aber dafür nicht besonders eingerichtet. Nie schwebt die Nadel über der Teilung, wie bei unseren Dosenkompassen, sondern reicht nur an sie heran. Da nun die Teilung

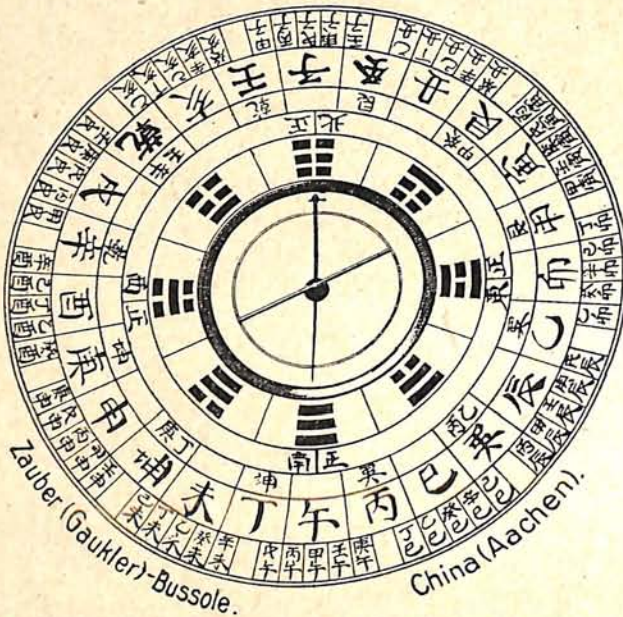


Fig. 2.

nur bei wenigen bis dicht an den Umfang der Dose zu stehen kommt, so muß es nicht leicht gewesen sein, den Stand der Nadel genau abzulesen. Meist ist die Dose mit lauter mit ihr konzentrischen Ringen umgeben, wovon jeder seine besonderen Zeichen führt. Der innerste enthält in alter Schriftart die acht Richtungen der bei uns heute üblichen Skala: N NE E SE usw. Als Hauptteilung aber gilt die immer vorhandene zwölfteilige nach ihr scheinen die Chinesen und übrigens auch die Japaner vorzugsweise zu beobachten. Sie entspricht zugleich den zwölf Bildern des Tierkreises und den zwölf Stunden des chinesischen Tags. Nach chinesischer Anschauung soll sie ihnen von den Türken übermittelte worden sein, die damals nördlich von ihnen

wohnten. Davon wird wohl nur richtig sein, daß sie ihnen von Westen her zugebracht wurde, denn wir wissen weit ältere Völker im Besitz der Zwölferteilung (Babylonier und wohl auch ihre Vorgänger, die Sumerier). Diese Überlieferung ist aber für die menschliche Kulturgeschichte deshalb von Wert, weil sie auf denselben Ausgangspunkt führt, wie unsere abendländische Kultur. Von Laot-se, der von 604 bis 523 v. Chr. lebte, wird erzählt, daß er weite Reisen nach Westen unternommen hat, vielleicht bis Assyrien. Erst 1275 n. Chr. kamen, mit den Mongolen, zahlreiche arabische Gelehrte nach China, allerdings schon 615 n. Chr. vereinzelt<sup>2)</sup>. Vielleicht gibt die eingehendere Erforschung der Frühgeschichte des Kompaß in China uns neue Beiträge zur Frage der Berührung der chinesischen mit der früh-morgenländischen Kultur, der Mutter der abendländischen!

<sup>1)</sup> Zentralz. f. Opt. u. Mech. 32. 1911.

<sup>2)</sup> M. Cantor, Geschichte d. Mathematik S. 665—666. Leipzig, G. B. Teubner. 1907.

Seit Klaproth's Abhandlung gilt China als die Wiege des Kompaß; von diesem Lande aus soll er uns Abendländern zugebracht worden sein. Dies scheint auch sehr wohl möglich, doch muß man immer festhalten, daß ein absoluter Beweis nicht vorliegt, ja nicht einmal überhaupt ein Beweis. Dafür spricht, daß das Instrument zweifellos schon früher in China vorhanden war, als es von irgend einem anderen Lande erwähnt wird, dagegen, daß die Beziehungen zwischen China und dem Westen nie sehr lebhaft waren. Immerhin haben sie bestanden, das beweisen schon die Funde alexandrinischer Münzen, die Sven Hedin in den vom Sande der Takla Makan verschütteten chinesischen Ruinen machte und die bekannten Erzverhandlungen von China nach Rom im II. Jahrh. v. Chr. Von letzterer Zeit wissen wir, daß der Kompaß erfunden war, aber auch im Zeitalter Alexander des Großen wird er schon gebraucht worden sein.

Als Übermittler galten lange Zeit die Araber. In jenen alten Zeiten kann dies nicht gut gewesen sein, denn der Verkehr zwischen Arabern oder überhaupt zwischen Afrika und China war damals nur ein mittelbarer<sup>1)</sup>; die Chinesen selbst beförderten ihre Waren nur bis Indien, wo sie dann umgeladen wurden. Dabei fand die chinesische Reise nur als hart an die Küste gebundene Fahrt statt, was nicht für die Benutzung des Kompaß spricht, während gerade die süd-arabischen Zwischenhändler den Ozean frei durchfuhren. Aber Schück, der die Rolle der Araber eingehend betrachtete, kann zusammenfassend feststellen, daß die Wahrscheinlichkeit viel größer ist, daß die Araber den Kompaß von den westlich von ihnen wohnenden Völkern überkommen haben, oder wenigstens doch überhaupt aus unserem Kulturkreis. Die erste moslemitische Beschreibung eines Kompaß stammt erst aus 1232, d. i. über hundert Jahre nach der westeuropäischen frühesten Erwähnung, und betrifft einen Schwimmkompaß ursprünglicher Gestalt. Der erste arabische Rosenkompaß wird erst 1400 beschrieben. Was dem Araber den Kompaß so wertvoll machte, war die Möglichkeit, auf Reisen stets die Richtung nach Mekka, nach dem heiligen Stein Kaaba zu finden. So sehen wir ihn denn auch hier bei der Grundlegung von Moscheen in Benutzung. Vorübergehend erblickte man in einem arabischen Text aus 854 n. Chr. eine Erwähnung der Kompaßnadel; aber erstens ist es jetzt nicht mehr zweifelhaft, daß die Stelle mit dem Magneten überhaupt nichts zu tun hat, und dann wäre damit auch noch gar keine Hindeutung auf den Kompaß gegeben. Von der ganzen moslemitischen Literatur bleiben als die frühesten Beschreibungen des Kompaß der Bericht des Persers Awfi aus 1232—33 und des Arabers Bailak aus 1282. Beide beschreiben den Schwimmkompaß (als künstlichen Fisch oder einen anderen Schwimmkörper mit eingestreckter Magnetenadel). Bailaks Text ist ziemlich sicher zudem eine Übersetzung aus älteren lateinischen Texten, nämlich des Thomas Catimpratis (1210—70) und des Vinzenz v. Beauvais (1250). Dazu kommt noch, daß sowohl die arabisch-türkischen Namen für den Kompaß, den Magneten wie für die einzelnen Teile den Westvölkern entlehnte Fremdworte sind. Die alte Anschauung, die Araber seien nicht nur die Übermittler, sondern gar die Erfinder des Kompaß, ist auf alle Fälle vollkommen falsch; und ihre Übermittlerrolle ist äußerst fraglich.

Verfolgen wir das Sichergestellte weiter, so kommen wir nunmehr zu den Überlieferungen unserer abendländischen Literatur.

Die ersten westeuropäischen Erwähnungen des Kompaß treten kurz hintereinander auf. Die früheste Stelle ist ein politisches Gedicht eines Franzosen, das

<sup>1)</sup> A. Herrmann, l. c.

sich mit allen Zeitereignissen auf z. T. ironische Weise befaßt und weil nur Wahrheit darin enthalten war, den Titel „Bibel“ bekam. Das Gedicht hat auch einen sprachlichen und einen historischen Wert, so daß die Persönlichkeit des Verfassers eine gewisse Bedeutung besitzt. Um so interessanter ist es, daß man sich darum stritt, ob es Hugues de Bercy oder Guyot de Provence geschrieben habe. Offenbar sind dies aber nur zwei verschiedene Schreibweisen ein und desselben Namens, indem Guyot eine Verkleinerungsform von Hugo ist, und der Zusatz Provence nur das Stammland des Bercy kennzeichnen sollte <sup>1)</sup> Genug, 1180—83 wird in dieser Bibel der einfache Schwimmkompaß beschrieben.

In der guten Verdeutschung durch Schück lautet das hier Wichtigste in diesem Poem:

..... Wißt,  
Ein Stein schwarz, unansehnlich ist,  
Der Eisen anzieht: dieser zeigt  
Den richtigen Punkt an, wenn man streicht  
Eine Nadel dran und diese legt  
Auf einen Strohalm, welchen trägt  
Dann Wasser wieder. Und nun schau:  
Der Nadel Spitze dreht genau  
Als bald sich hin nach jenem Stern, . . . .

Der hier beregte Stern ist der „Tramontaine“, der Polarstern. Schon diese wenigen Zeilen des Gedichtes zeigen, daß der Schiffer zu dem gewollten Zwecke sich die Vorrichtung erst herstellt.

Zur selben Zeit, möglicherweise etwas später, nämlich zwischen 1180 und 1190 wird der Kompaß auch von einem Fachgelehrten, dem Engländer Alexander Neckam in lateinischer Sprache beschrieben. Die Übersetzung bietet einige Schwierigkeiten wegen der physikalischen Deutung; es erklärt sich das vielleicht dadurch, daß Neckam ein solches Instrument nicht selbst unter Händen gehabt hat, sondern nach Berichten anderer mitteilt.

Sachlich ganz gleich sind die Beschreibungen von Thomas Catimpratis und Vincentius Bellocensis, und, wie wir oben bemerkt haben, des Arabers Bailak. Zudem erscheinen sie alle von Ende des XII. bis gegen Schluß des XIII. Jahrhunderts, also für damalige Zeiten rasch hintereinander. Daraus und aus einem genaueren Studium der ganzen Materie heraus muß man den Schluß ziehen, daß zu dieser Zeit der Schwimmkompaß schon einigermaßen verbreitet war. Zwar erklärt Hugues de Bercy seinen Kompaß noch in einer Weise, daß man sieht, er war noch nicht allgemein bekannt, aber er war ihm doch schon für seine poetischen Zwecke (als Sinn- und Vorbild des Richtungsgebers auf religiösem Gebiet, nämlich des Papstes) brauchbar erschienen; folglich konnte er um 1180 nicht mehr gänzlich unbekannt gewesen sein. Benutzt wurde der Schwimmkompaß, das liegt in der Natur der Sache, von den Seeleuten, also Männern der Praxis. Bis die Männer der Feder dazu kamen, das kleine Werkzeug zu beschreiben, sind sicher lange Zeiten dahingegangen, so daß das nur eine runde Zahl ist, wenn man heute sagt, der Kompaß sei im Mittelländischen Meer wahrscheinlich schon um das Jahr 1000 in Gebrauch gewesen. Es besteht durchaus die Möglichkeit, daß er auch schon vordem vorhanden war.

<sup>1)</sup> A. Schück, Kompaß II, S. 26 u. ff.

In dieselbe Zeit fällt Peter von Maricourts physikalisch strenge Abhandlung über den Magneten (1269), so daß fast zugleich mit der ersten Erwähnung des Kompaß in Westeuropa auch die Vorgeschichte des Instruments aufhört.

Alle diese Frühberichte schildern nur den Schwimmkompaß und zwar in einer so einfachen Gestalt, daß das Ganze nicht eigentlich den Namen eines Instruments verdient. Es wird ein natürlicher oder ein künstlicher Magnet auf einem Schwimmkörper befestigt und so in ein Gefäß auf Wasser gesetzt. Zwar stellt sich die Mittelachse des Magneten schließlich in den Meridian — abgesehen von der am Ort herrschenden Mißweisung — aber nirgends finden wir eine Möglichkeit, die Richtung zu erhalten, welche man sucht: den Schiffskurs! Nur für den seltenen Fall, daß der Schiffer gerade nach Nord oder Süd zu segeln vorhat, wäre es allenfalls möglich, das Fahrzeug nach einem so einfach gebauten Hilfsmittel zu steuern. Auch auf Land hätte man auf diese Weise nur gerade die Meridianrichtung. Dazu kommt, daß an Bord das Wasser in dem Gefäß um so mehr schwanken wird, als der Kompaß ja gerade in Fällen schlechten Wetters zu Rate gezogen wurde; dieser alte Schwimmkompaß war recht seeuntüchtig.

Ganz anders sind die beiden von Peter von Maricourt beschriebenen Instrumente, wovon das eine ein Trocken- das andere ein Schwimmkompaß ist, beide aber besitzen eine Teilung in Grade und eine Peilvorrichtung, einen Stab mit am Ende aufgesetzten Spitzen. Dreht man die Vorrichtung, bis für das visierende Auge beide nach der gesuchten Richtung eingestellt sind, so gibt der Winkelunterschied gegen die Magnetrichtung in Graden gemessen das magnetische Azimut, wie man damals meinte das wahre Azimut von Nord gezählt an. Bei dem Trockenkompaß (Fig. 3) war die Teilung am Rande der Büchse angebracht, bei dem Schwimmkompaß an dem Umfang eines kreisförmigen Kartenblattes das mit dem Magneten fest verbunden war. Der Trockenkompaß drehte sich zudem um eine feste Achse, die am Deckel und am Boden des Gefäßes je in einem Lager lief, ein Vorläufer der Pinne. Es sei nicht verhehlt, daß die Beschreibung, die nicht im Original überkommen ist, einige Unklarheiten enthält, vor allem scheint die Lagerreibung bei dem Trockenkompaß zu groß gegenüber dem kleinen Magneten, den die Zeichnung wiedergibt. Auch die Bemerkung, daß man bei dem Schwimmkompaß, nachdem man die eine Richtung genommen hat, die den Magneten enthaltende Schwimmdose mit der Hand festhalten soll, widerspricht der von Maricourt oft gemachten Angabe, er habe alles durch eigene Beobachtung selbst geprüft; er wird wohl anders verfahren sein.

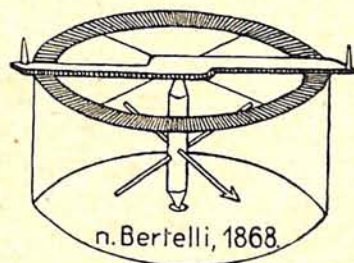


Fig. 3.

(Schluß folgt).

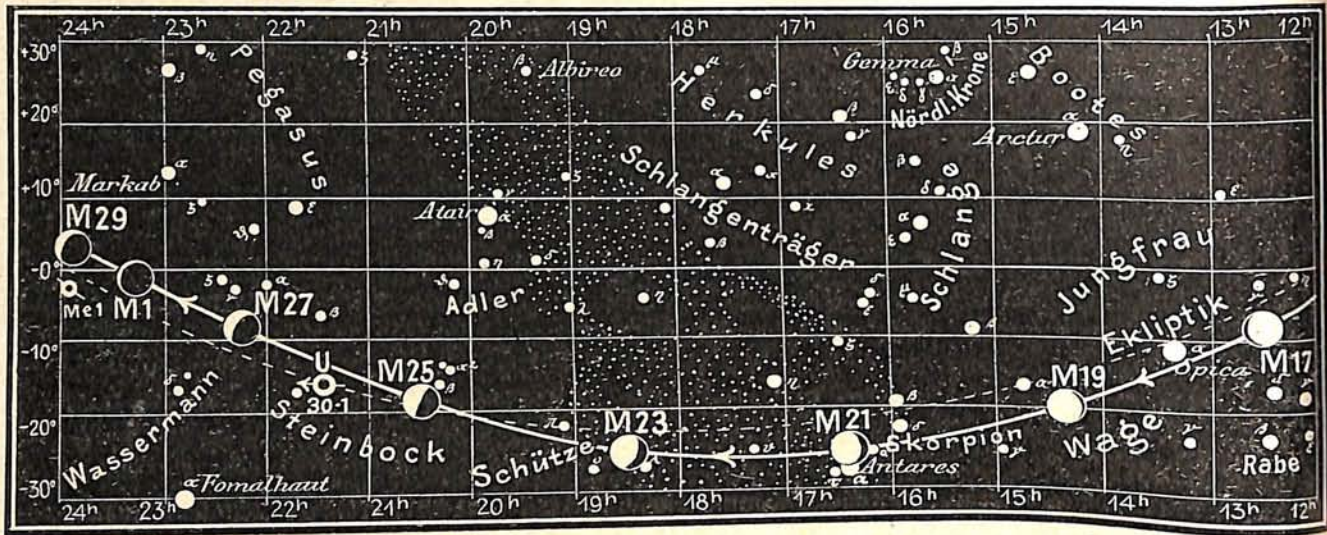
## Der gestirnte Himmel im Monat April 1916

Von Dr. F. S. Archenhold

### Der Lauf von Sonne und Mond

Die Sonne (Feld  $\frac{3}{4}^h$  bis  $2\frac{1}{2}^h$ ) tritt am 20. April aus dem Zeichen des Widders in das des Stiers. In ihrer Chromosphäre ist ein neues Element Dysprosium von Dr. Alexander Roß entdeckt worden. Schon Dyson hat während einer Sonnenfinsternis in dem Spektrum einige Linien dieses Elementes photographiert, jedoch gelang

Fig. 1b



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

erst jetzt der Beweis, daß diese Linien mit denen dieses auf der Erde so seltenen Elementes übereinstimmen.

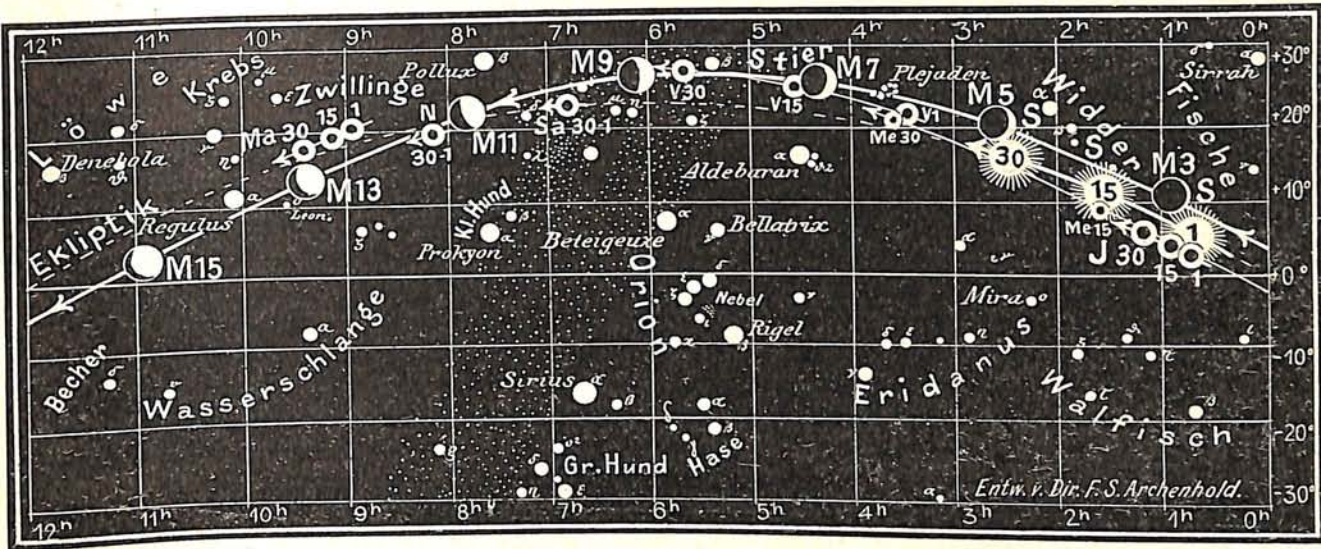
Gewaltige Fleckenerscheinungen sind jetzt fast täglich auf der Sonne zu beobachten. Gerade in den Zeiten größerer Fleckentätigkeit lassen sich an diesen Fleckengebilden merkwürdige Eigenbewegungen feststellen, die sowohl entgegengesetzt als auch in der Richtung der Rotation der Sonne, d. i. in östlicher Bewegung, auftreten können, jedoch überwiegen diese letzteren. Auch bei der Auflösung größerer Flecken mit Höfen zeigen die einzelnen sich abschnürenden Flecken beträchtliche Eigenbewegungen, die sich bei weiterer Auflösung der abgeschnürten Flecken oft noch mehrmals wiederholen. Besonders interessant sind die drehenden Bewegungen der Sonnenflecken. Die Flecken der nördlichen und südlichen Halbkugel verhalten sich in bezug auf die Richtung der Drehung verschiedenartig. Auch ist die durchschnittliche Größe der täglichen Drehung bei den einzelnen Flecken verschieden; sie schwankt zwischen 7 bis 37°, und zwar beträgt sie im Mittel für die Flecke der nördlichen Halbkugel 11°, für die der südlichen 20°. Die Drehungsrichtung entgegengesetzt der Drehung des Uhrzeigers überwiegt bei allen Flecken, bei denen der nördlichen sowohl wie der südlichen Halbkugel.

Unsere Karte gibt die Stellung der Sonne in der Ekliptik für den 1., 15. und 30. April wieder.

| Sonne   | Deklination | Sonnenaufgang | Sonnenuntergang | Mittagshöhe                      |
|---------|-------------|---------------|-----------------|----------------------------------|
| April 1 | + 4° 31'    | 5h 43m        | 6h 38m          | 42°                              |
| - 15    | + 9° 45'    | 5h 11m        | 7h 3m           | 47 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> ° |
| - 30    | + 14° 45'   | 4h 39m        | 7h 28m          | 52 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> ° |

Der Mond ist mit seinen Phasengestalten in unsere Karten 1a und 1b für den 1. bis 29. April eingetragen.

Hinks hat aus den photographischen Aufnahmen des Planetoiden Eros festgestellt, daß die Masse der Erde 81<sup>1</sup>/<sub>2</sub> mal so groß ist als die des Mondes. Eine neue Bestimmung der Mondentfernung hat ergeben, daß der Mittelpunkt des Mondes vom Mittelpunkt der Erde 60<sup>1</sup>/<sub>4</sub> Erddurchmesser abliegt. Der Neuberechnung ist eine Erdabplattung von 1 zu 294,4 zu Grunde gelegt.



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

Die Hauptphasen des Mondes fallen auf folgende Daten:

|                                              |                                                      |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Neumond: April 2. 5 <sup>h</sup> nachmittags | Erstes Viertel: April 10. 4 <sup>h</sup> nachmittags |
| Vollmond: - 18. 6 <sup>h</sup> morgens       | Letztes Viertel: - 24. 12 <sup>h</sup> Mitternacht   |

### Die Planeten

*Merkur* (Feld 24<sup>h</sup> bis 3<sup>1/2</sup><sup>h</sup>) ist in den letzten Tagen des Monats am Abendhimmel im Nordwesten eine halbe Stunde lang sichtbar. Am 30. April ist er sehr bequem nur wenige Grade südlich von den Plejaden aufzufinden. Obgleich Merkur unter den großen Planeten der kleinste ist, können wir auf ihm im Treptower Fernrohr selbst am Tage, wenn er neben der Sonne steht, interessante Wolkenscheinungen beobachten. Gerade zu den Zeiten des Sonnenfleckensmaximums tritt auch dann und wann auf der dunklen Seite des Merkurs — wir sehen bei ihm genau wie beim Monde „Lichtphasen“, — ein aschfarbenes Licht auf, welches ebenso wie das Leuchten der Nordlichter durch elektrische Strahlen der Sonne seine Erklärung finden dürfte.

*Venus* (Feld 3<sup>1/2</sup><sup>h</sup> bis 5<sup>1/2</sup><sup>h</sup>) ist am westlichen Abendhimmel während des ganzen Monats 4 Stunden lang als hellleuchtender Abendstern sichtbar. Am 30. April beträgt ihre Entfernung vom Saturn nur 32 Vollmondbreiten. Ebenso weit steht auf der anderen Seite Neptun von Saturn ab und von diesem wieder der Planet Mars, sodaß alle 4 Planeten in fast gleichem Abschnitt Ende des Monats zu gleicher Zeit am Himmel beobachtet werden können.

*Mars* (Feld 9<sup>h</sup> bis 9<sup>1/2</sup><sup>h</sup>) ist im Sternbilde des Löwen nicht weit vom rötlichen Stern Regulus am Himmel zu beobachten. Er geht bereits vor Tagesanbruch unter und ist am Ende des Monats noch 6 Stunden lang sichtbar. Seine beiden Monde, welche so klein sind, daß, wenn wir sie in die Mitte von Berlin hineinlegen könnten, ihre Ränder noch nicht einmal aus dem Weichbilde der Großstadt herausragen würden, sind gerade wegen ihrer Kleinheit erst im August 1877 von Hall entdeckt worden. Sie heißen „Phobos“ und „Deimos“. Der erstere ist nur 9 000 km von der Oberfläche seines Mutterplaneten entfernt und vollendet einen Umlauf in der kurzen Zeit von 7 Std. und 40 Min., sodaß er 3 mal während eines Marstages, der 24 Std. und 38 Min. beträgt, auf- und untergeht.



Vom Mars aus würde man das merkwürdige Schauspiel erleben können, daß entgegen aller Regel dieser Mond im Westen auf- und im Osten untergeht.

*Jupiter* (Feld  $\frac{3}{4}^h$  bis  $1\frac{1}{4}^h$ ) bleibt während des ganzen Monats wegen seiner großen Sonnennähe unsichtbar. Erst Ende des Monats wird man ihn in den allergrößten Fernrohren nur eine kurze Zeit neben der Sonne am Morgenhimmel beobachten können.

*Saturn* (Feld  $6\frac{3}{4}^h$ ) geht bereits in den frühen Morgenstunden unter und ist am Ende des Monats nur noch 4 Stunden lang am Abendhimmel sichtbar. Seine Ringe sind noch weit geöffnet und bilden zusammen mit den vielen Saturnsmonden trotz der gewaltigen Entfernung dieses Planeten in unserm großen Fernrohr einen interessanten Anblick. Vorübergänge der Monde vor der Saturnscheibe sind wegen der Bahnlage dieser Satelliten viel seltener zu sehen als im Jupitersystem.

*Uranus* (Feld  $21\frac{1}{2}^h$ ) kann gerade noch von einem scharfen Auge wahrgenommen werden. Nur bei günstigen Luftverhältnissen kann man in den Fernrohren geringe Spuren von Flecken auf seiner grünlich gefärbten Scheibe wahrnehmen.

*Neptun* (Feld  $8\frac{1}{4}^h$ ) ist zwischen Mars und Saturn mit dem großen Fernrohr bequem aufzufinden. Hingegen gehört der einzige Mond, den er besitzt, schon zu den schwierigen Himmelsobjekten, da er nur so hell erscheint wie ein Stern 14. Gr. Solange Menschaugen diesen entferntesten Planeten betrachten werden, kann er ihnen als Zeugnis dienen für die Richtigkeit des Anziehungsgesetzes, daß die Möglichkeit geboten hat, diesen Planeten am Schreibtisch zu errechnen, bevor er an dem denkwürdigen Tage des 23. September 1846 durch Beobachtung mit dem Fernrohr aufgefunden wurde.

#### Bemerkenswerte Konstellationen:

- |          |                 |                                                     |
|----------|-----------------|-----------------------------------------------------|
| April 1. | 2 <sup>h</sup>  | nachmittags Jupiter in Konjunktion mit der Sonne.   |
| - 1.     | 9 <sup>h</sup>  | abends Merkur in Konjunktion mit dem Monde.         |
| - 2.     | 7 <sup>h</sup>  | abends Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.        |
| - 6.     |                 | mittags Venus in Konjunktion mit der Sonne.         |
| - 9.     | 6 <sup>h</sup>  | nachmittags Saturn in Konjunktion mit dem Monde.    |
| - 12.    | 2 <sup>h</sup>  | nachmittags Mars in Konjunktion mit dem Monde.      |
| - 24.    | 10 <sup>h</sup> | morgens Venus in ihrer größten östlichen Abweichung |
| - 30.    | 3 <sup>h</sup>  | nachmittags Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.   |

### Kleine Mitteilungen

**Wodurch wird der wahrscheinliche durchschnittliche Wärmecharakter eines Sommers bedingt?**  
Das Jahr 1911 brachte uns einen sehr warmen Sommer mit einer großen Trockenperiode. Es fiel sehr nahe mit einem Fleckenminimum zusammen und bestätigt damit die für die gemäßigten Breiten geltende Beobachtung, daß Temperaturmaxima in Jahren der Sonnenfleckenminima, kühlere Temperaturen aber in Jahren mit Fleckenmaxima eintreten. Allerdings sind die Sommer erst unmittelbar oder einige Jahre nach dem Fleckenmaximum kühl, fast immer aber normal oder warm oder sogar sehr warm unmittelbar vor, oder eins bis zwei, manchmal drei Jahre vor einem Sonnenfleckenmaximum.

Von der Sonne erhält die Erdoberfläche fast alle Wärme; sie wird aber nicht gleichmäßig erwärmt und die Sonnenwärme nimmt auch nicht von Jahr zu Jahr gleichmäßig zu, sondern unterliegt gewissen Schwankungen, so daß auf wärmere wieder kältere Jahre folgen.

Diese Klimaschwankungen bringt man nun in Verbindung mit den Sonnenflecken, deren Zahl auf der Sonnenscheibe sehr verschieden ist. Durchschnittlich läßt sich eine elfjährige Periode in der Zu- und Abnahme derselben beobachten und alle Unregelmäßigkeiten der Erdtemperatur in den Fleckenkurven der Sonne wiederfinden.

Wahrscheinlich entstehen die Sonnenflecken selbst durch Abkühlung von Substanzen, welche in gasförmigem Zustand vorübergehend in die Sonnenatmosphäre geraten, aus dem Innern der Sonne mit einem Druck von mehreren 100 000 Atmosphären ausgestoßen werden. Sie kommen dabei aus Temperaturen von vielleicht 10 000° Hitze (Grenzschicht des Sonneninnern, während im Innern der Sonne noch weit höhere Temperaturen herrschen), kühlen sich mit der Entfernung von der Sonnenkugel und beim Eindringen in die weniger heiße Atmosphäre ab. Dadurch verdunkeln sich die zum Teil metallischen Gase, werden zugleich dichter und fallen zur Sonne zurück.

Spektralanalytische Untersuchungen der Sonnenstrahlen lassen auf ein wirkliches Glühen von Substanzen auf der Sonne und das Vorhandensein vieler Stoffe in der Sonne schließen (Aluminium, Kalzium, Eisen, Kobalt, Kupfer, Magnesium, Natrium, Sauerstoff, Wasserstoff, Wismut und Zinn). Diese Stoffe sind infolge der Hitze der Sonne gasförmig und gelangen so in die Sonnenatmosphäre, deren größter Teil von leuchtenden Wasserstoffmassen gebildet wird.

Werden diese Gase durch Druck fortgetrieben, so entstehen Aufflammungen am Sonnenrande, die „Protuberanzen“. Diese sind nicht selten sehr groß (die gasartigen Substanzen sollen bis 20 000 Meilen und noch weiter über die eigentliche Oberfläche der Sonne hinausreichen), wolkenartig gestaltet und schweben über der Sonnenkugel oder bilden aufstrahlende Gebilde in fortdauernder Eruption. Die Höhe des Emporsteigens der Protuberanzen läßt die Größe des Druckes ermitteln und daraus die Temperatur innerhalb der Sonnenkugel.

Von Bewegungen im Innern der Sonne ist abhängig die Aussendung der Sonnenwärme, und auf große Tätigkeit im Sonneninnern deuten viele Protuberanzen und damit verbundene Flecken. Es ergibt sich ein völlig paralleler Gang zwischen der Anzahl der Protuberanzen und der der Flecke, nimmt die Fleckentätigkeit ab, so wird die Zahl der Protuberanzen geringer und sie steigt nach einem Minimum der Häufigkeit der Flecke.

In den fleckenreicheren Jahren wird vor dem Fleckenmaximum durch die vielen Protuberanzen von der Sonne sehr viel Hitze in den Weltraum gesandt. Nun ist aber die Höhe der Protuberanzen sehr verschieden und veränderlich, und größer als die Höhe die Ausbreitung derselben längs des Sonnenrandes (60 000 bis 70 000 km sind nicht ungewöhnlich). Ferner erfolgt die Aufflammung und Ausbreitung derselben nicht gleichmäßig. Daher ist auch die von der Sonne innerhalb einer Fleckenperiode ausgestrahlte Wärme nicht immer die gleiche, sie wird größer mit zunehmender Tätigkeit der Protuberanzen (gekennzeichnet durch Zunahme der Flecken) und geringer mit Abnahme der Flecken. Die Temperatur ist auch in den Fleckenjahren nicht immer gleichmäßig hoch, sie fällt zeitweise sogar zur Zeit vieler und sehr großer Flecken auf der Sonne und steigt nach Verschwinden dieser.

Die folgenden Werte (den Tabellen von R. Fischer, „Das Wetter“ 1915, S. 66, entnommen) zeigen, daß im Jahre mit großer Tätigkeit der Protuberanzen (Sonnenflecken treten stärker auf) die Sommer wärmer sind als in Jahren mit stärkerer Abnahme der Protuberanzen (nach dem Fleckenmaximum). Zur Zeit des Sonnenfleckenminimums oder zuweilen noch ein Jahr vor demselben zeigen die Sommer wieder wärmeren Charakter.

| Jahr mit<br>Sonnen-<br>flecken | Lufttemperatur-Abweichung<br>in den Sommern von den Mittel-<br>werten in Frankfurt a. M.<br>vor und um das Sonnenflecken-<br>maximum |             | Anzahl<br>der<br>Sommer-<br>tage |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------|
|                                | Jahr                                                                                                                                 | im Ganzen   |                                  |
| Maximum                        |                                                                                                                                      |             |                                  |
| 1829,9                         | 1827                                                                                                                                 | 1,23        | 74                               |
| 1837,2                         | 1835                                                                                                                                 | 0,60        | 49                               |
| 1848,1                         | 1846                                                                                                                                 | 2,20        | 77                               |
| 1860,1                         | 1859                                                                                                                                 | 3,23        | 84                               |
| 1870,6                         | 1868                                                                                                                                 | 1,77        | 89                               |
| 1883,9                         | 1880                                                                                                                                 | 0,33        | 47                               |
| 1894,1                         | 1893                                                                                                                                 | 0,07        | 45                               |
| 1906,5                         | 1905                                                                                                                                 | 1,77        | 55                               |
| um 1916/17                     | 1915                                                                                                                                 | 0,0 bis 1,0 | etwa 50                          |
| Minimum                        | nach dem Sonnenflecken-<br>maximum                                                                                                   |             |                                  |
| 1833,9                         | 1831                                                                                                                                 | 0,03        | 42                               |
| 1843,5                         | 1841                                                                                                                                 | — 2,13      | 49                               |
| 1856,0                         | 1851                                                                                                                                 | — 0,53      | 36                               |
| 1867,2                         | 1862                                                                                                                                 | — 0,63      | 45                               |
| 1878,9                         | 1871                                                                                                                                 | — 0,70      | 40                               |
| 1889,6                         | 1886                                                                                                                                 | — 0,60      | 48                               |
| 1901,7                         | 1895                                                                                                                                 | — 0,27      | 54                               |
| 1911/12                        | 1907                                                                                                                                 | — 1,83      | 38                               |

Diese Werte sind den Beobachtungen für den Zeitraum 1826—1914 entnommen für Frankfurt a. M. Es sind Jahre mit der größten Anzahl der Sommertage in bezug zur jeweiligen Sonnen-

fleckenperiode. Die Jahre 1852, 1853, 1861, 1873, 1874 und 1875 kommen dabei nicht in Betracht, denn sie verliefen warm, obgleich sie nach einem Sonnenfleckenmaximum waren, normal verliefen nur die Sommer von 1887 und 1897, fast normal der von 1914. Sehr warme Sommer fehlen auffallenderweise nach dem Fleckenmaximum.

Vor diesem sind meist warme, zeitweise sogar sehr warme Sommer (1846, 1857 und 1859), der heißeste war im Jahre 1859 mit 84 Sommertagen und der auffallend großen positiven Abweichung des Juli von über  $4\frac{1}{2}^{\circ}$ .

Vor dem Sonnenfleckenmaximum sind kühle Sommer sehr selten, und sehr kühle Sommer in den letzten 90 Jahren nicht zu verzeichnen gewesen.

In Frankfurt a. M. waren von 44 Sommern

| sehr<br>warm                        | warm | normal. | kühl | sehr<br>kühl | Abweichung des Gesamt-<br>temperaturmittels vom<br>Normalmittel |
|-------------------------------------|------|---------|------|--------------|-----------------------------------------------------------------|
| vor und um das Sonnenfleckenmaximum |      |         |      |              |                                                                 |
| 3                                   |      |         |      |              | 2° und mehr                                                     |
|                                     | 10   |         |      |              | 0,6° bis 1,9°                                                   |
|                                     |      | 11      |      |              | 0,5° - 0,4°                                                     |
|                                     |      |         | 3    |              | 0,5° - 1,5°                                                     |
| nach dem Sonnenfleckenmaximum       |      |         |      |              |                                                                 |
|                                     |      |         |      | 5            | — 1,6° und mehr                                                 |
|                                     |      |         | 16   |              | 0,5° bis 1,5°                                                   |
|                                     |      | 6       |      |              | — 0,4° - 0,5°                                                   |

17 Sommer erreichten die normale Zahl von Sommertagen (45) oder überschritten sie, 8 hatten sie beinahe und 2 blieben erheblich hinter dieser Zahl zurück (besonders das Jahr 1882).

Frühzeitige Sommerhitze war 1906 (Sommertage schon am 13. und 14. April), sehr große Hitze Ende Mai 1892 ( $35^{\circ}$  C), ebenso war 1904 vom 27. Juni bis 6. August sehr heiß und trocken. Im August 1892 wurden äußerst hohe Temperaturen in Deutschland beobachtet ( $38,9^{\circ}$  am 19. August und  $39,8^{\circ}$  am 18. August), es waren stellenweise die höchsten Temperaturen des vorigen Jahrhunderts.

Nach dem Sonnenfleckenmaximum sind ein oder einige Jahre nachher meistens kühle, auch sehr kühle Sommer gewesen (Sommertage erreichen meist nicht die normale Zahl, sondern bleiben zurück wie 1832, 1888, 1896, 1909 und 1910). Warm waren allerdings 1852, 1853, 1861 und 1873 und 1875, aber es war auch 1851/52, 1860/61 und ganz besonders nach dem großen Sonnenfleckenmaximum 1870/71 in den Jahren 1872/74 die Sonnenfleckenhäufigkeit noch sehr groß, wie um das Fleckenmaximum in 1906. Diese sechs warmen Sommer lassen sich daher auf eine noch sehr große Tätigkeit der Protuberanzen in den Jahren 1851/52, 1860/61 und 1872/74 zurückführen.

Normale, warme und sehr warme Sommer sind also meist ein bis etwa drei Jahre vor oder noch während eines Sonnenfleckenmaximums zu erwarten als Folge der mit sehr großer Höhe und Ausbreitung auftretenden Protuberanzen, indem durch sie sehr große Hitze von der Sonne in den Weltraum ausgestrahlt wird.

Der Sommer 1913 in Frankfurt a. M. war noch sehr kühl ( $2^{\circ}$  unter dem Normalmittel), der von 1914 war schon erheblich wärmer ( $\frac{1}{2}^{\circ}$  unter dem Normalmittel). Diese Wärmezunahme läßt auf erhöhte Tätigkeit der Protuberanzen schließen. Diese muß zurzeit und noch weiterhin sehr groß sein, da 1915 bis etwa 1917 sonnenfleckenreich sein werden. Der Sommer 1915 wird wahrscheinlich ein normales Temperaturmittel zeigen (bis etwa  $1^{\circ}$  unter dem Normalmittel). Warm werden auch sein die Sommer 1916 und 1917 und erst die von 1918 ab wieder kühler.

**Die Seltenheit der Nordlichterscheinungen in Süddeutschland und der Schweiz seit 1875.** Im Kriegswinter 1870/71 waren die großen Nordlichterscheinungen fast etwas gewöhnliches. Im Oktober und November 1870 war im ganzen Lande die großartige mysteriöse Beleuchtung am Nordhimmel zu sehen und das Nordlicht vom 24. Oktober 1870 leuchtete von der lombardischen Ebene über den Monte Generoso bis zum St. Gotthardt und der Bernina hinaus in die ganze nördliche Schweiz, und weiter nach Deutschland war der magisch nächtliche Schein am Nordhimmel zu sehen. Weniger großartig war die Erscheinung am 12. Februar 1871, welche sich am 4. Februar 1872 nochmals wiederholte und auf allen Telegraphenlinien in- und außerhalb der Schweiz durch Erdströme sehr bedenkliche Störungen hervorrief. Seither sind solche Nordlichterscheinungen in unserem Breitenstrich, in der Schweiz und Süddeutschland fast unbekannt geworden und zuletzt wurde eine Nordlichterscheinung am 9. September 1898 beobachtet, welche nicht besonders

glänzend und mit der von 1870 nicht zu vergleichen war. Von 1875 bis 1914 sind nur drei solcher Nordscheine aufzuzählen, während von 1840 bis 1875 solche fast alle ein oder zwei Jahre zu beobachten waren (Fritz notierte 1870 elf, 1871 acht, 1872 fünf Nordlichter, seit 1875 aber keine mehr).

Fritz kam noch in seinem Buch „Das Polarlicht“ vor etwa zwanzig Jahren zu dem Schluß, daß wir über das Wesen des mysteriösen Nordlichtscheins so gut wie gar nichts wissen („Das Wetter“ 1915, S. 40). Jetzt erscheint es als fast sicher, daß das Polarlicht ein durch „Kathodenstrahlen“ erzeugtes Leuchten der oberen atmosphärischen Schichten ist. Als Quelle dieser Strahlen ist die Sonne anzusehen, von welcher fortwährend jene kleinen elektrisierten Teilchen ausgehen, welche das Wesen der Kathodenstrahlen ausmachen. Nähern sich diese der magnetischen Erde, so treten die Erscheinungen auf, welche wir Nordlicht nennen. Die Theorie selbst vermag keine Erklärung zu geben über die zurzeit beobachtete auffällig starke Intermitenz des Phänomens. Daß die Nordlichter überhaupt nicht mehr aus den polaren Breiten zu uns herunter kommen werden, ist kaum wahrscheinlich, seitdem Sabine, Rudolf, Wolf und Fritz den engen Zusammenhang zwischen Sonnenflecken, Störungen der Magnetnadel und Polarlichter dargetan haben. Die Zahl dieser steigt und fällt mit der Anzahl der Sonnenflecken und damit geht parallel der ganze elektrisch-magnetische Zustand der Erde. So waren die Jahre 1870/71 und 1872 die Zeit höchster Sonnenflecken-tätigkeit und darum stärkerer Nordlichte. Wohl ist die Sonnenflecken-häufigkeit nie mehr von so bedeutender Intensität gewesen wie 1871/72 und ein Rückgang des Nordlichtes in unseren Breiten daher zu erwarten gewesen, aber auffällig bleibt doch die minimale Erscheinung desselben in den letzten drei bis vier Dezennien, da in diese Zeit noch drei ausgeprägte Sonnenfleckenmaxima fallen.

Das 10., 12., 16. und 18. Jahrhundert (teilweise also auch das 19.) ist mit großen und häufigen Erscheinungen jenes Nordscheins in den alten Nordlichtkatalogen vertreten. Viele Berichte der alten Chroniken der damaligen Zeit erzählen von brennendem Himmel, Strömen von Feuer, von streitenden Heeren am Himmel. Diese gewaltigen Perioden mit maximalen Erscheinungen reichen zeitweise tief gegen den Äquator hinab. Selten zeigten sich diese Erscheinungen im 15. Jahrhundert, um 1460 und 1465 in den mittleren Breiten, in Süddeutschland und in den Alpen. Seit 1875 scheinen wir wieder in eine jener Epochen mit Nordlichtarmut getreten zu sein, wie sie die früheren Beobachtungsregister anführen, nämlich die Zeit von 1465 bis gegen 1500 und weiterhin 1520. Wir finden in diesen ca. 50 Jahren nur sehr wenige Notizen über diese Erscheinung, obgleich damals über jedes Wunder am Himmel berichtet wird. Es waren eben lange Perioden von Nordlichtarmut. Mit dem Eintritt in eine Phase stärkerer Flecken-tätigkeit der Sonne dürfte auch wieder die schöne Erscheinung des Polarlichtes häufiger beobachtet werden.

Dr. M. Blaschke

**Über sphärische Aberration bei astronomischen Objektiven infolge von Temperaturschwankungen und über deren Beseitigung.** Auf der Allegheny-Sternwarte war im September 1914 am Thaw-Reflektor ein 30zölliges photographisches Objektiv montiert worden, das aus den Werkstätten der John A. Brashear Company zu Pittsburg hervorgegangen ist. Dieses Objektiv war vor der Abnahme von Herrn Frank Schlesinger wiederholt eingehend geprüft und als durchaus einwandfrei befunden worden. Beim Gebrauch am Reflektor zeigte es indessen eine deutliche positive sphärische Aberration, deren Betrag zu verschiedenen Zeiten verschieden war, und zwar bei steigender Temperatur größer als bei fallender. Herr Schlesinger suchte nun Mittel und Wege, um diese offenbar auf Temperaturschwankungen beruhenden Störungen zu beseitigen, und gelangte auf folgende, verhältnismäßig sehr einfache Weise zum Ziele. Zunächst wurde das Objektiv tagsüber mit einer Metallkappe bedeckt. Diese bildet mit dem Fernrohr zusammen gleichsam eine Hülle, innerhalb welcher konstante Temperatur herrscht. Etwa eine Stunde vor Beginn der Arbeiten wird jedesmal die Kappe abgenommen und gleichzeitig zwei elektrische Ventilatoren in Betrieb gesetzt. Der eine dieser Ventilatoren treibt Außenluft durch eine hinter dem Objektiv angebrachte Öffnung in das Rohr hinein, während der andere durch eine zweite Öffnung die tagsüber erwärmte Luft aus dem Rohre absaugt. Das Objektiv besteht aus einer Vorderlinse aus Flintglas und einer Hinterlinse aus Kronglas, deren gegenseitiger Abstand etwas mehr als 1 cm beträgt. Beide Linsen sitzen in einer gemeinsamen Fassung aus Eisen. Diese Fassung wurde auf ihrem Umfange mit sechs Öffnungen versehen, die tagsüber mit Korkstopfen verschlossen, bei Nacht aber geöffnet werden. Durch diese Maßregeln wird erzielt, daß sich alle vier Linsenflächen gleich schnell abkühlen, mithin zwischen ihnen keine Temperaturunterschiede bestehen, welche eine Störung des Strahlenganges hervorrufen könnten. Die beiden Ventilatoren sind in denselben Stromkreis eingeschaltet, der auch die Lampen zur Beleuchtung der Teilkreise des Instrumentes speist. Da diese Lampen während der Expositionszeiten ausgeschaltet sein müssen, sind auch die

Ventilatoren während dieser Zeiten außer Betrieb; es kann infolgedessen durch sie keine störende Erschütterung des Instrumentes während der Aufnahmen verursacht werden. Diese Vorrichtung arbeitet zur völligen Zufriedenheit. Da Herr Schlesinger aus der einschlägigen Literatur entnimmt, daß auch von anderen Beobachtern ähnliche Störungen wahrgenommen worden sind, empfiehlt er sein Verfahren überall dort, wo Temperaturschwankungen den Strahlengang in Instrumenten ungünstig beeinflussen. (Vergl. Proc. of the Nation. Acad. of Sciences 1, 13, 1915.)

I k 16.

**Die Photographie aus der Luft und ihre Verwendung im Kriege.** Eine Ballonaufnahme machte als erster Daguerre bald nach seiner Erfindung der lichtempfindlichen nassen Platte. Die Ballonphotographie wurde zuerst unter Napoleon III. im Jahre 1859 verwirklicht, als in der Schlacht bei Solferino die Stellung der Österreicher durch den Ballonführer Godard und den Photographen Nadard père aufgenommen wurde. Die Aufnahme der Aufstellung der deutschen Zernierungsarmee vor Paris aus der Vogelschau mißlang.

Photographisch ausgebildete Offiziere verwandte mit gutem Erfolg England im Krimkriege, und es wurden ständige Feldphotographenabteilungen eingerichtet, um auf dem Wege der Photographie Geländekarten zu vervielfältigen. Dieses Verfahren nützte den Engländern viel bei ihren Kriegen in Indien, China und Abessinien. Die Franzosen Triboulet und Desmaret erzielten 1880, nach Erfindung der mit größerer Lichtempfindlichkeit wirkenden Trockenplatte, ganz vorzügliche Negative. Vier Jahre später erkannten Tschudi und Hagen den strategischen Wert der Photographie aus der Vogelschau und seit 1890 wurde dieser Zweig der Lichtbildkunst auch in Deutschland verbreitet. Die Ballonphotographie wurde aber in den letzten Jahrzehnten immer noch wenig angewandt, trotz der Fortschritte der Flugtechnik und Luftschiffahrt. Die Veranlassung dazu war aber nicht die Unsicherheit der Luftfahrzeuge, sondern der Umstand, daß bis vor etwa drei bis vier Jahren noch keine wirklich vollkommene Ballonkamera konstruiert war.

Da brachten im Jahre 1910 die drei bekannten optischen Fabriken (Kamera) „Goerz“, „Nettel“ und „Ica“ fast gleichzeitig ihre besonders für diesen Zweck der Photographie gebauten sogenannten „Ballonkamera“, welche aber wegen ihrer hohen Preise und schwierigen Handhabung wenig gekauft wurden. Letztere wurden in den folgenden Jahren durch Konstruktionsverbesserungen vereinfacht. Fünf Vierteljahre vor Kriegsausbruch arbeitete dann die eine dieser Firmen eine Kamera aus, von sehr einfacher Handhabung und sehr großer Präzision und Mechanik. Diese Ballonkamera kaufte die Heeresverwaltung an und mit ihr wurde bei allen militärischen Flugwettbewerben gearbeitet. Genaue Angaben sind jetzt im Kriege über diese Ballonkamera natürlich nicht statthaft und nur eine allgemeine Beschreibung möglich („Die Luftflotte“ 1915, S. 80). Der Apparat ähnelt in Form und Größe einer  $13 \times 18$  cm-Spiegelreflex-Kamera und besitzt einen Schlitzverschluß von höchster Geschwindigkeit ( $\frac{1}{3000}$  Sekunde). Ein Griff mit einem kleinen beweglichen Metallhebel von der Unterseite dient als Handhabe. Der Verschluß wird beim Drücken darauf ausgelöst. Das aufzunehmende Objekt kann dauernd, auch während der Aufnahme, mittels des mit gutem Lichtschutz versehenen Spiegels betrachtet werden. Bei einem zweiten Druck auf den Metallhebel vollzieht sich automatisch der Plattenwechsel. Die Aufnahme und Bedienung des Apparates ist wesentlich einfacher geworden und einige Augenblicke genügen oft zur Aufnahme aus dem dahinjagenden Flugzeug. Zur Markierung der feindlichen Stellung sind noch weithin im Gelände sichtbare Punkte aufzunehmen, wie Kirchturm, Gehöft, Windmühle, Hügel u. a. m. Mit Hilfe solcher Punkte läßt sich dann die Entfernung einer feindlichen Batterie bis auf wenige Meter genau ermitteln. Von den gleich entwickelten, fixierten und getrockneten Negativen wird ein Bromsilberabzug hergestellt und noch im feuchten Zustand dem leitenden Artillerieoffizier übergeben. Das Bild ähnelt völlig einer kleinen Landkarte, die hellen Linien sind Schützengräber, die hellen übereinander liegenden Punkte die Geschützschnitte. Mit Maßstab, Zirkel und Winkelmesser erfolgt die Berechnung der Entfernung der feindlichen Stellung. Die Entfernung des Hilfszielpunktes (Kirchturm usw.) von der eigenen Stellung wird von erhöhten Punkten, von Bäumen aus mit dem Scherenfernrohr anvisiert, genau bestimmt und auf der Photographie eingezeichnet. Die Entfernung dieses Zielpunktes von der feindlichen Stellung erhält man durch Multiplikation des photographischen Abstandes dieser beiden Punkte der Verkleinerung mit dem Verhältnis der Gesamtaufnahme zur Wirklichkeit. Aus diesen gefundenen Stücken ist dann die Entfernung der beiden Batterien leicht zu ermitteln.

Dr. M. Blaschke.

*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. Welten-Bau und Element-System. Vergleichungen vom Bibliothek-Direktor M. F. Sebaldt-Steglitz . . .                                                        | 33 | 4. Kleine Mitteilungen: Ein Versuch zur Messung der freien Elektrizität in der Atmosphäre der Sonne. — Die örtlichen Unterschiede im durchschnittlichen jährlichen Niederschlag für Deutschland und ihre Erklärung. — Die Hörweite des Geschützdonners und das Rätsel von Spichern und seine Lösung . . . | 44 |
| 2. Der Kompaß in der Entwicklung unserer Kultur. Nach einem Vortrag im Hörsaal der Treptow-Sternwarte. Von Dr. A. Nippoldt. (Fortsetzung statt Schluß) . . . | 38 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |
| 3. Der gestirnte Himmel im Monat Juni 1916. Von Dr. F. S. Archenhold . . . . .                                                                               | 42 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |

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

## Welten-Bau und Element-System

### Vergleichungen

vom Bibliothek-Direktor M. F. Sebaldt-Steglitz

An dieser Stelle ist kürzlich hingewiesen worden auf die neueren Arbeiten der Chemo-Physiker über Feststellung und Gruppierung der Radioaktiven Elemente. Gerade in einer astrophysikalischen Zeitschrift sind derartige theoretische Überblicke von hohem Wert. Denn die Gleichartigkeit der chemophysikalischen Gesetze und Erscheinungen im Makrokosmos der Sternwelten und im Mikrokosmos der Atomwelt zeigt weitgehende Analogien, deren Lücken zu gegenseitigen Ergänzungen und Korrekturen anregen.

Der Leser nehme einmal die neueste Ausgabe des altbekannten Lehrbuches der Physik von Mueller-Pouillet aus dem Kriegsjahr 1914 zur Hand und lese aufmerksam das wunderbare Kapitel über die radioaktiven „Strahler“ und ihre Erforschung und Gruppierung.

Da wird vor allem die Konstruktion eines „Atom-Modelles“ von Professor Rutherford und Bohr den astronomischen Forscher interessieren, denn an der Hand der Erfahrungen auf dem Gebiete der Radioaktiven wird hier der (durch mathematische Beweisführung hinreichend bestätigte) Versuch gemacht, dem Mikrokosmos der Atomwelt Formen und Führungen zuzuerkennen, die lebhaft an die Energie-Systeme im Makrokosmos der Sternwelten erinnern!

Um eine „Zentralsonne“, — den Atom-Kern — rotieren die „Milchstraßen“ — die Elektronen-Ringe —, die wiederum ihre „Fixsterne“, — die Jonen — und „Kometen“, — die Emanationen — in Zeit und Raum senden . . .

Schon 1913 hatte A. Byk in den „Berichten der Deutschen Physikalischen Gesellschaft“ (XIII, S. 524 ff.) die Wahrscheinlichkeit dargelegt, daß die Gesetze der Elektronen-Schwingungen im „Atom“ eine Ähnlichkeit zeigen mit den Keplerschen Gesetzen, und die Frage angeregt nach einer „Zentralkraft“, die für kleine Elongationen harmonische Schwingungen gestatten könnte, mit einer endlichen Ionisierungs-Arbeit der Elektronen!

Dieser Gedanke ist weiter ausgeführt in der Zeitschrift „Die Naturwissenschaften“ (II, 2. S. 44. 9. Jan. 1914).

Aber nicht nur in den Grundkräften des Makrokosmos und des Mikrokosmos hat man Analogien entdeckt, — auch in der eigenartigen periodischen Systematik der Entstehungs- und Wirkungs-Weise — der Genetik und Kinetik — sind überraschende Gleichartigkeiten und Übereinstimmungen gefunden worden, die jeden denkenden Menschen interessieren müssen . . .

So hat Professor L. Harperath behauptet, daß die Konstanten unseres Sonnensystemes weitgehende Analogien zeigen mit den Konstanten des sogen. „Periodischen Systems“ der Elemente, das wir der fast gleichzeitigen Entdeckung

der Chemiker Meyer und Mendelejew verdanken, und der Astronom Professor Lockyer hat ähnliches behauptet und zu beweisen versucht . . .

Als die Elemente der „inerten“ Gase entdeckt wurden (Helium, Neon, Argon, Krypton, [Xenon, Niton]) — die Elemente der „seltene Erden“ die „radioaktiven Strahler“ —, da wußte man anfangs nicht, wie man diese in das periodische System einreihen sollte, bis die neue Anschauung des Atomaufbaues sich von den Fesseln des starren Dogmas: „jedem Element ein bestimmtes Atomgewicht“ freigemacht hatte, und die Anschauung Anerkennung fand, daß ebenso wie in der Sternenwelt Sternenhaufen, so auch in der Atomwelt „Plejaden“ sich zeigen, deren Mittelgewicht das typische Atomgewicht des, nach chemophysikalischen Prinzipien aufgebauten „Periodischen“ Systems in genau erkennbarem Rythmus darstellt!

Meyer und Mendelejew haben dieses System im wesentlichen nach chemischen „Affinitäten“ gruppiert und die physikalischen Eigenschaften erst in zweiter Linie als „Funktionen der Atomgewichte“ angesehen. Heute legt man, nach den radioaktiven Erfahrungen, das Hauptgewicht auf die physikalische Sonderheit jeder „Plejade“ und vereinigt an der entsprechenden Stelle des Systems alle chemophysikalisch gleichartigen Elemente, wenn sie auch um (oft 6) Einheiten verschiedenes Atomgewicht zeigen . . .

Damit wird zugleich der genetische Ursprung und die kinetische Wirkung anschaulicher dargestellt und die Interpolation noch fehlender Werte erleichtert und sichergestellt, ebenso die Korrektur einiger bisher ungenau bestimmter Elemente nach Volumen und Valenz usw.

Die Erfahrungen über den Zerfall der radioaktiven „Elemente“ und die Anordnungen der Zerfallprodukte von „Alpha- und Beta-Strahlern“ durch Soddy, Fajans, Hahn und Rutherford (denen sich auch sehr exakt arbeitende Frauen, wie Dr. Curie und Dr. Meitner, anschlossen), lassen den genetischen Weg erkennen, den schon Professor Crookes in seiner „Genesis der Elemente“ geahnt hatte. Nähere Angaben macht Dr. Fajans in den „Naturwissenschaften“ (II. S. 429 und 463) und der „Physikalischen Zeitschrift“ (XIV, S. 131 bis 136 und XVI, S. 456 bis 486) sowie N. Bohr (Phil. Mag. XX, S. 476). — Um die verwirrende Fülle von Konstantenbildern zu klären, hatte ich eine eigenartige „graphische Chemostatik“ konstruiert (mit Hilfe des Atomgewicht-Theoretikers der Berliner Universität, Dr. P. Koethner). Professor Dr. Ostwald veröffentlichte meine Arbeit unter dem Titel „Volumen und Valenz“ in seiner „Zeitschrift für Physikalische Chemie“ (Band 81, Heft 6, Jan. 1913); eine Ausdehnung auf die Radioaktiven erschien in den „Monatsheften für Naturwissenschaftlichen Unterricht“ (Band VII, Heft 2, Jan. 1914) mit Diagrammen.

Durch das sogenannte „Verschiebungsgesetz“ beim Zerfall der Radioaktiven, das Soddy, G. v. Hevesy, Russell und Fajans experimentell stützten, gehen die Zerfallprodukte der radioaktiven „Elemente“ bei der „Alpha“-Strahlung mit Helium-Abspaltung um 4 Atomgewichts-Einheiten zurück in die zweitnächstniedrigere Valenzgruppe des „Periodischen Systems“, unter Zunahme elektropositiver Affinität, Volumvergrößerung bei den paramagnetischen, und Volumverringern bei den diamagnetischen Elementen. Bei der „Beta“-Strahlung dagegen tritt nur eine gewichtslose Abspaltung von Elektronen ein, wobei das Umwandlungs-Produkt nach der elektronegativen Seite des Systems geschoben wird, in die nächst höhere Valenz-Gruppe, unter Zunahme des Atomvolumens bei den diamagnetischen und Abnahme bei den paramagnetischen Elementen. Dies trifft

auch bei den „Spaltungen“ der Zerfallsreihen zu. (Vgl. H. Schmidt, „Fort-schritte der Radiochemie“, „Ztschr. f. Phys. u. Chem. U.“)

Wie ich in meiner Arbeit über „Volumen und Valenz“ erinnerte, hatte der Chemiker Rydberg bereits 1897 bemerkt, daß bei den ersten Reihen des perio-dischen Systems — die besonders die für die Astrophysik wichtigen Elemente enthalten —, die Elemente der geraden, sowie der ungeraden Valenzen unter-einander in ihren (mittleren) Atomgewichten einen Abstand von je vier Atomge-wichts-Einheiten einhalten. Diese „Vierer-Regel“, die Professor Ebert in seinem „Lehrbuch der Physik“ (Leipzig, 1912, I) als charakteristisch hervorhebt, hatte dem Physiker Wulf-Valkenburg die Vermutung eingegeben, daß sich hier ein durch das ganze System erstreckendes genetisches Aufbau- bzw. Zerfall-Gesetz der Elemente verrate, bei dem die Helium-Plejade vom mittleren Atomge-wicht 4 den Baustein abgebe. (Phys. Ztschr. XII, Heft 12, 1911.)

Dies hatte ich schon in der früher erschienenen Abhandlung „Alkajest“ in der „Neuen Metaphysischen Rundschau“ (Berlin-Lichterfelde) angedeutet.

In Zusammenfassung meiner drei Arbeiten auf diesem Gebiete gebe ich anbei ein Diagramm, das die „Graphische Statik“ der chemophysikalischen Ge-netik und Kinetik anschaulich zu Gesicht bringt (nach den heute bekannten Zahlen).

Das starre Koordinaten-Kreuz scheidet nach oben und unten die Elemente von ungerader bzw. gerader Valenz, geordnet nach den Atomgewichten (Mittel-werte). Nach links und rechts sind geschieden die Elemente paramagnetischer bzw. diamagnetischer Suszeptibilität, geordnet nach den Logarithmen ihrer Atom-volumina. (Nach dem Vorschlag von Professor E. Baur in der „Ztschr. f. Phys. Chemie“ Band LXXVI, Heft 5, 1911.) Dabei sind die krystallinen Strukturen der Elemente C, Si, B, Al mit paramagnetischer Suszeptibilität angenommen, und die kolloidalen Strukturen derselben mit diamagnetischer Suszeptibilität.

Diese Scheidungen, die den sogenannten „Großen“ Reihen die „Kleinen“ in einheitlicher Weise angliedern, deuten meiner Ansicht nach auf Probleme des „Atommagnetismus“, den ich bereits 1907 (in einem Bericht an den zu früh dahin-geschiedenen großen Chemiker Professor Abegg) auf einen Ladungsgehalt an ponderablen „Magnetonen“ zurückführte. (Vgl. meine Abhandlung in der „Ztschr. für Phys. Chemie“ Band LXXXI, Heft 6, S. 751.) Der Züricher Chemiker und Physiker Dr. P. Weiß hat dann 1911 in seiner schönen Arbeit über die von ihm ebenso genannten „Magnetone“ im „Journ. de Phys.“ (S. 900 ff.) meine intuitive Vermutung in exakter Beweisführung gestützt. Hier liegt noch ein dankbares Feld für magnetische Forschungen, wobei die Probleme des terrestrischen und des kosmischen Magnetismus nicht außer Acht zu lassen sind! (Vgl. Professor Auerbach, Jena, Schriften über Magnetismus und Graphische Systematik.)

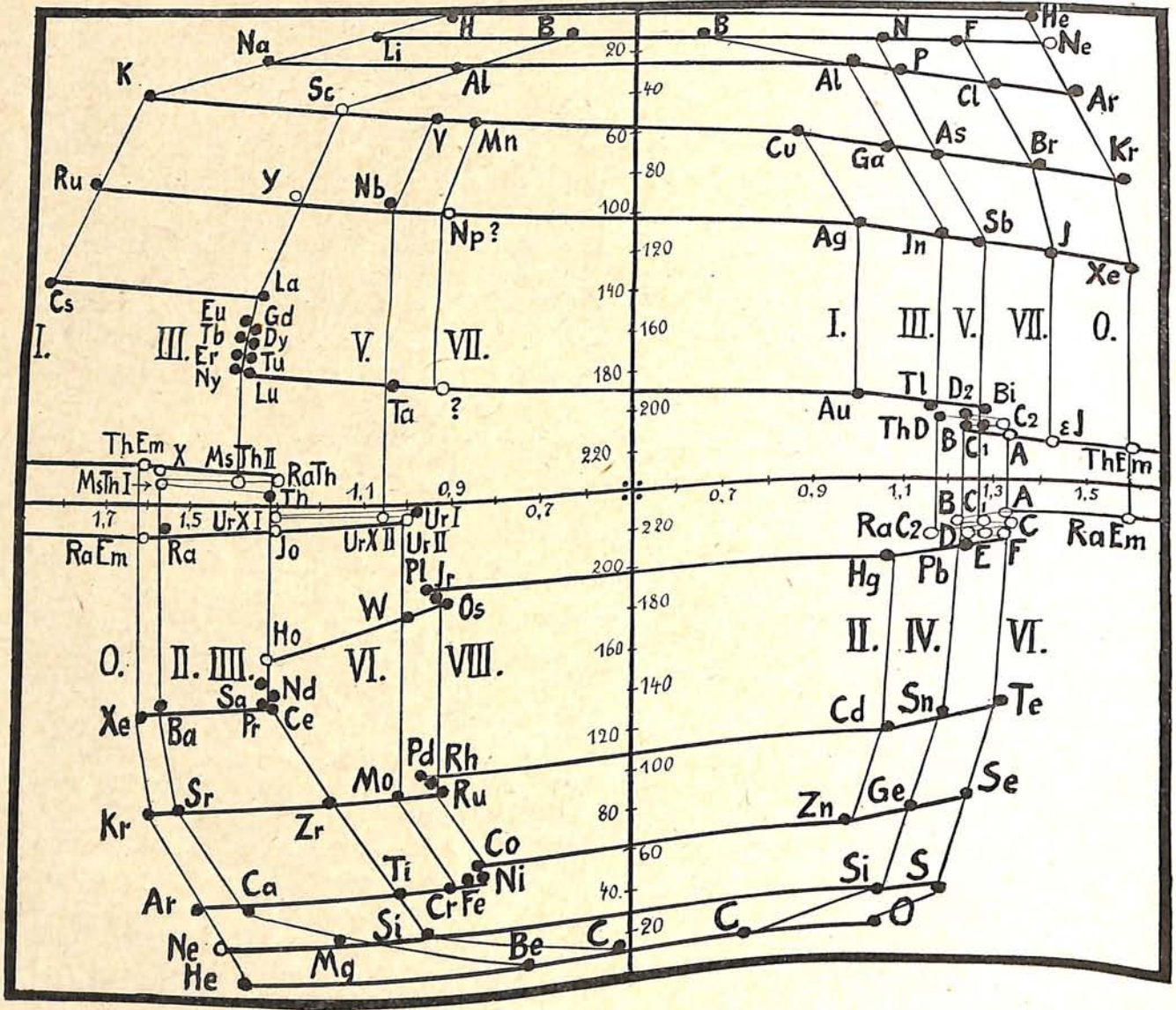
Das umstehende Diagramm zeigt die Struktur der „inerten“ Gase nach den spektralanalytischen Forschungen von J. Stark, A. Fischer, H. Kirsch-baum, Runge, Paschen und W. Wendt. (Vgl. „Annalen der Physik“, XL, S. 499, u. XLII, S. 241.) Danach kann die „Neutralität“ der Inerten beruhen auf einer Interferenz zweier Gruppen einer elektropositiv-gradwertigen und einer elektronegativ-ungradwertigen. Daher die Doppelaufführung in dem Diagramm.

Die graphische Darstellung der Gruppierung aller bekannten „Seltenen Erden“ und „Radioaktiven“ ist in diesem nach vier Koordinaten zerteilten Dia-gramm deutlich erkennbar. Die „Plejaden“ der Zerfall-Produkte sind in ihrer Valenz-Zugehörigkeit klar zu entwirren. Die Aktinium-Reihe ist vorläufig fort-



gelassen, weil ihre Konstanten noch nicht genügend exakt festgestellt sind. Die Plejaden der VIII. Gruppe treten deutlich hervor.

Auffallend ist die weitgehende Parallelität und Symmetrie der kleinen und großen „Reihen“ untereinander, sowie der von Baur aufgezeigten „Direktrix“-Linien der einzelnen Valenz-Gruppen von 0 bis VIII.



ASTRAL-  
BAU- UND  
ELEMENT-  
SYSTEM.

Wenn man dieses Diagramm betrachtet als „Merkator-Projektion“ einer Kugeloberfläche, in der sich die Gewichts-Ordinaten als „Breitengrade“, die Volumen-Abscissen als „Längengrade“ zeigen, so ergibt sich in diesem Element-System die Atomgewichtsreihe der einzelnen Elemente als eine räumlich geschlossene Kugelspirale, mit dem Einheitselement Helium im Anfangs- und Endpol. Analog der astralen „Gravitation“ der Planeten sind an den beiden „Pole“ mit größerer

„Anziehungskraft“ die stabilen Elemente der kleinen „typischen“ Reihen gelagert, dagegen in der „Tropenzone“ der „Passatströmungen“ am „Äquator“ die unstabilen „Radioaktiven“, die eine gewisse „Zentrifugalkraft“ verraten. . . .

Dadurch, daß auf den vier sphärischen „Quadranten“ die Valenzen und Suszeptibilitäten verteilt liegen, ist es möglich, die „Raumpunkte“ jeden Elementes „trigonometrisch“ zu fixieren, seinen „Sinus“ und „Cosinus“, seine „Tangente“ und „Cotangente“ zu messen und vielleicht die Grundlagen zu schaffen zu einer „Graphischen Statik“ der chemophysikalischen Genetik und Kinetik. Vielleicht existiert für den „Chemismus“ ebenso wie für die ihm verwandte Krystallisation sogar ein „Raumgitter“ — ?

Dieses Kugeldiagramm der Elemente erfüllt alle Bedingungen, die der Historiker des „Periodischen Systems“, Professor Rudorff, an ein ideales Schema stellte, und empfiehlt sich daher als didaktisches Hilfsmittel für den Unterricht in den Grundlagen der Chemophysik, der Elektrotechnik und der Radiologie. Ja, sogar für naturphilosophische Spekulationen!

Wer sich für die Einzelheiten dieser aus radioaktiven Experimenten gewonnenen Systematik interessiert, und für exakte Beweise der einzelnen Daten, der lese das zusammenfassende Referat, das Dr. F a j a n s kürzlich in der „Physikalischen Zeitschrift“ veröffentlichte. (Im XVI. Jahrg., S. 456—486.)

Es soll an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden auf die oben erwähnten astrophysikalischen Hypothesen von L o c k y e r und seiner Mitarbeiter, doch bestätigen auch diese (hauptsächlich spektralanalytisch gewonnenen) Ergebnisse, daß die chemophysikalische Genetik und Kinetik im Makrokosmos und Mikrokosmos beachtenswerte Analogien zeigen.

Nur kurz angedeutet werde die neueste geologische Hypothese der sog. „Pendulations-Theorie“, wie sie Professor Simroth nach Reibisch und Reichgauer eingehend begründete. (Verlag Grethlein & Co., Leipzig, 1914.)

Man ist versucht, die „Drehpole“ dieses elementaren Kugelsystems in den radioaktiven „Bruchzonen“ am „Äquator“ der „Ost- und West-Hemisphäre“ zu erblicken, den „Schwingungs-Meridian“ in der Null-Koordinate des Volumens (der Achse der Schwermetalle) und den „Kulminations-Meridian“ in den para- bzw. diamagnetischen Alkali- und Halogengruppen. . . .

Könnten nicht durch Achsenschwankung des Systems — ähnlich den irdischen geologischen Epochen — die „Reihen“ und „Gruppen“ des „Periodischen Systems“ entstanden sein. Professor Crookes hat bereits den Gedanken gehabt!

Zwischen den Extremen der Atomringe und der Milchstraßenringe stehen die Analogien der Erde (mit ihrem starren Kern, umgeben vom plastischen Magma, der Schollenrinde, dem Elektronenring des Zodiaklichts und der Trabantenbahn des Mondes und unbekannter dunkler Trabanten). . . .

Und die Sonne mit ihrem flüssigen (?) Kern, ihrer Photosphäre, ihrem Kranz von Planeten und Kometen und ihren elektroaktiven Protuberanzstrahlungen, die den Planeten Wärme und Wachskraft spenden. (Könnte man den Ring der Asteroiden nicht einem Elektronenring des Atomkerns vergleichen? Einem Saturnring der Sonne?)

Auch die früher rein astrophysikalischen Probleme der „Gravitation“ und der „Relativ-Theorie“ sind in jüngster Zeit durch die Resultate der radioaktiven Atomforschung der Lösung erheblich näher gekommen, so daß sich ein Analogievergleich zwischen „Astral-Bau“ und „Element-System“ eine gewisse Aktivlegitimation wohl zuschreiben darf.

# Der Kompaß in der Entwicklung unserer Kultur

Nach einem Vortrag im Hörsaal der Treptow-Sternwarte

Von Dr. A. Nippoldt

(Fortsetzung statt Schluß)

Der zur Schifffahrt wirklich gebrauchsfähige Frühkompaß besaß keine Kreis-  
teilung, sondern versah das Kompaßblatt mit den Strichen der Windrose. In  
China fanden wir schon die 8 teilige Windrose mit den Kardinalpunkten N E S W  
und den Interkardinalpunkten NE SE SW NW, sowie die durch weitere Halbierun-  
gen entstandenen 16 und 32 teiligen Rosen. Daneben bestand eine 12 teilige  
Skala, die dadurch entstanden war, daß man den vier Kardinalrichtungen je

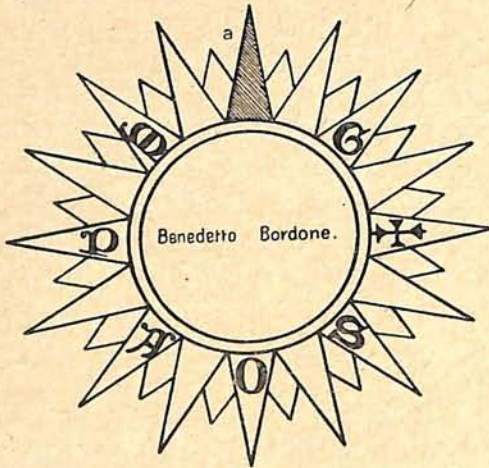


Fig. 4

zwei Seitenrichtungen gab und sie den  
Winkeln nach gleichmäßig über den  
Umfang des Kreises verteilte; sie schlos-  
sen also miteinander Winkel von 30  
Grad ein. Bezeichnet wurden sie nach  
dem Namen der Winde. Sie stammt für  
Europa sicher, für China höchstwahrscheinlich  
aus dem Kulturkreis der  
Babylonier, wie wir schon bemerkt  
haben. Nach Hellmann<sup>1)</sup> wurde die  
12 teilige Rose von Isidor Hispa-  
liensis (570 bis 636) ins christliche  
Abendland eingeführt und soll im  
ganzen Mittelalter die Herrschaft behalten  
haben, allerdings nicht in nautischen Krei-  
sen, wo mindestens seit dem XIV. Jahrh.  
die 8 teilige aufgekommen sei. Die

Namen der Winde saßen aber den Völkern so in Fleisch und Blut, daß auch bei  
der neuen Skala zunächst die Windnamen zur Bezeichnung herangeholt wurden,  
wenigstens gilt dies für die Länder, die sich zuerst des Kompaß bedienten (von  
den übrigen wurden die von Karl dem Großen eingeführten Richtungsbe-  
zeichnungen benutzt, die aus den Kardinalrichtungen in der Weise unserer mo-  
dernen Formen WNW zu W usw. gebildet waren).

Infolgedessen zeigen die ältesten erhaltenen Kompaßrosen die zwölf Haupt-  
richtungen durch die Anfangsbuchstaben der Windnamen bezeichnet, und zwar  
stehen meist (vgl. Fig: 4)

|     |    |    |   |    |   |    |
|-----|----|----|---|----|---|----|
| für | NE | SE | S | SW | W | NW |
|     | G  | S  | O | A  | P | M  |

als Abkürzung für: Grecus, Sirocco, Ostro, Africanus, Ponente und Maëstro. Auf  
die fehlenden Richtungen werden wir noch zu sprechen kommen. Grecus, der  
griechische Wind, ist offenbar nur dort dem Wortsinn entsprechend, wo Griechen-  
land tatsächlich in NE liegt, ebenso Africanus nur dort, wo Afrika in SW gelegen.  
Bedenkt man, daß Afrika ursprünglich nicht der Name des ganzen Festlandes war,  
daß wir heute so benennen, sondern nur für die Gegend um die alte Stadt Kar-  
thago galt, so lehrt ein Blick auf die Karte, daß diese Rosen nur für Süd- und

<sup>1)</sup> Himmel und Erde. 2. 1890.

Mittelitalien richtig sind. Das kann seinen Grund nun darin haben, daß damals für ganz Italien nicht nur das Seerecht — was bestimmt der Fall war — sondern auch die Schifffahrtsgebräuche durch das vordem nur in Amalfi geltende Recht und die dort üblichen Gebräuche gegeben, ja geradezu übernommen worden war. Andererseits muß man doch auch voraussetzen, daß Amalfi, wenn es nun einmal den Kompaß einführte, eine Skala gab, die für den Ort passend war, und so kann man sagen, die Bezeichnung der Richtungslinien unterstützt die Meinung, daß die Amalfitaner den Kompaß eingeführt haben. Damit kommen wir zu einem der interessantesten Punkte der Kompaßforschung.

Die meisten von uns lernten in der Schule, daß Flavius Gioya aus Amalfi den Kompaß erfunden hätte. Das ist sicher insofern nicht richtig, als wir bestimmt wissen, daß die Chinesen das Instrument schon viel früher in Besitz hatten. Aber es wäre ja möglich, daß Gioya ihn zum zweitenmal, unabhängig erfunden hätte; Beispiele für solche Doppelerfindungen bietet die Geschichte bekanntlich mehrere. Allein Thimoteus Bertelli <sup>1)</sup> ging der Überlieferung gründlich zu Leibe und tat dar, daß ein Flavius Gioya oder ein Mann ähnlichen Namens in Amalfi um die kritische Zeit — Beginn des XIV. Jahrhunderts nie gelebt hat, daß er vielmehr dadurch in die Literatur eingetreten ist, daß Flavius Biondo ausdrücklich bemerkt, man kenne den Erfinder des Kompaß nicht, doch sei es ein Amalfitaner. Durch Abschreibefehler entstand dann, wie Bertelli im einzelnen nachweist, der Flavio Gioio (andere Schreibweisen waren Gioja, Gira Goe, Gizio Gosio u. a. m., bis sogar Guyot de Province noch damit verwechselt wurde; aus Amalfi entstand Melphi u. dgl. Flüchtigkeiten). Die Frage kam nochmals in Fluß, als G. de Blasii 1906 in alten amalfitanischen Akten den Namen Nicolaus de Joha oder italienisch Nicolo di Gioia auffand. Di Gioia steht als Name des Herkunftsortes, bedeutet also nur, daß der Mann aus dem Orte Gioia stammt. In den betreffenden Aktenstücken betraf es einen Nicolo Frezza. Die Familie Frezza hatte nun in der Tat zur Zeit 1300 zwei Vertreter, die nacheinander in Amalfi Hafenskapitäne waren; der Beiname Gioia kam also um diese Zeit in Amalfi vor. Ein 1622 erschienenes Werk „Il Regno di Napoli“ verherrlicht diese Familie Frezza unter genauer Nennung eines jeden, der irgendwie etwas geleistet hatte, erwähnt aber mit keinem Worte jenes Flavius Gioya, wobei doch längst schon um diese Zeit der Kompaß als eine Ruhmesleistung der Amalfitaner galt.

Auch diese neuere Forschung wiederlegt daher nicht, die schon 1454 von Biondo ausgesprochene Meinung, man kenne den Erfinder des Kompaß nicht.

Gemeint ist dabei allerdings der Wiedererfinder. Darüber hinaus kann man aber schon allein an Hand unserer seitherigen Betrachtungen sagen, daß eine eigentliche Erfinderleistung gar nicht mehr zu erledigen war, indem die, wenn auch einfache Form des Schwimmkompaß sicherlich schon vor 1300 auch in Italien bekannt war. Es handelte sich nur noch darum, ein seetüchtiges Instrument zu verfertigen, d. h. dafür zu sorgen, daß der Schwimmkörper nicht auch seitlich auf der Oberfläche hin- und herschwamm, daß die Drehungen des Magneten an einer Skala gemessen werden konnten und daß der Kurs des Schiffes durch eine Marke bestimmt wurde, die mit dem Fahrzeug starr verbunden war. Diese vereinte Bauart scheinen allerdings die Amalfitaner zuerst zustande gebracht zu haben. Da nur ein solches seetüchtiges

<sup>1)</sup> Mem. Acad. dei Nuove Lincei. 9. Rom. 1893/94.

Werkzeug das ununterbrochene Navigieren ermöglicht, kann man sie in diesem Sinne tatsächlich als die Erfinder des Seekompaß bezeichnen. Daß es aber nun auch wirklich die Amalfitaner waren, wird durch ihre geschichtlich gesicherte führende Stellung in der Seeschiffahrt des Mittelalters belegt. 1087—99 erschien ein Gedicht, das sie der Wege des Meeres und des Himmels besonders kundig rühmte; sie besaßen auch allein das Recht, in den arabischen Meeren Handel zu treiben und waren so die ersten Wegweiser für die ersten Kreuzzüge des Abendlandes. Bis 800 zurück läßt sich ihre Seefahrtsgeschichte verfolgen. Wann sie dabei wo, und durch wen den einfachen Schwimmkompaß kennen lernten, ist noch nicht erforscht.

Soweit die Kreuzzüge über See wanderten, war den Rittern reichliche Gelegenheit gegeben, den Kompaß als ihren Retter in der Not kennen zu lernen, natürlich in der Vorläuferform als Schwimmkompaß. Die große Zahl der Reisenden und ihr höheres geistiges Interesse sorgten dafür, daß ein seither streng gehaltenes Geheimnis der Zunft der Seeleute aufgedeckt wurde. Die unbekannt und daher mystische Kraft, welche dem Menschen unerkennbar den Schwimmer in der Richtung der Pole der Welt stellte, erschien den Rittern als ein von Gott gerade für ihre Aufgabe geschenktes Werkzeug, den Weg nach Jerusalem zu finden, der Kompaß wurde ihnen ein Symbol der göttlichen Führung.

Dies prägt sich in zwei Umständen besonders aus, nämlich darin, daß in den ältesten erhaltenen Rosen neben der Nordrichtung, die ja durch den Magneten ein für allemal unter allen Kreispunkten ausgezeichnet war, auch die Richtung nach Jerusalem, d. h. für das Mittelmeer der Ostpunkt (vgl. Fig. 4) eine besondere Hervorhebung erhielt, und zwar sinngemäß das Malteserkreuz, und ferner durch die Aufnahme des Kompaß unter die Sinnbilder der Heraldik.

Als wir oben die Namen der Richtungen der italienischen Rose anführten, fehlten noch die Bezeichnungen der Ost- und der Nordrichtung. Osten trug eben das rechtwinklige, gleichschenklige Kreuz der Malteser. Sinn hatte es nur, solange der Kompaß nur in Gegenden verwandt wurde, bei denen die Richtung nach Jerusalem nicht merklich von Osten abwich. Als daher im Laufe der Zeiten die Weltschiffahrt von den Italienern an die Spanier und Portugiesen, später sogar an die Franzosen, Holländer und Engländer überging, verlor es an Bedeutung, und es ist sehr interessant, zu sehen, wie die Ostmarke allmählich die Kreuzform immer mehr verliert, bis sie zum spiralischen Schnörkel entartete. Als solcher hat sie sich bis heute erhalten, ein ehrwürdiges Relikt aus alten Zeiten der menschlichen Kultur!

Ähnlich steht es auch heutzutage mit der heraldischen Verwendung des Kompaß. Wir wissen bestimmt, daß die meisten der heraldischen Symbole durch die Kreuzzüge nach Europa gelangt sind, so der Adler, der Löwe, der Greif u. a. m. Persönlich vertrete ich auch die Anschauung, daß ebenso der Kompaß in die Wappenbilder aufgenommen wurde <sup>1)</sup>. Und zwar geschah dies durch eine Stilisierung des ersten und primitivsten Kompasses, den die Kreuzfahrer kennen lernten: des Schwimmkompaß! Es war Schück, der zuerst nachwies, daß das Zeichen, wodurch man seit alters her bis heute die Nordrichtung auf der Rose hervorhob, nichts anderes ist, als eine Stilisierung des Schwimmkompaß <sup>2)</sup>, der Nadel mit den beiden seitlichen Schwimmern, die sie vor dem Untersinken bewahrten (vgl. Fig. 5). Früher sagte man, es sei die Bourbonenlilie, die man aus

<sup>1)</sup> A. Nippoldt, Umschau. S. 888—891. 1915.

<sup>2)</sup> A. Schück, Zentralz. f. Opt. u. Mech. 32. 1911.

Verehrung für dieses Königsgeschlecht auf die Rose übertragen habe. Die Ähnlichkeit mit der Wappenlilie hielt Schück nur für einen Zufall. Bedenkt man aber, welche hervorragende Rolle die französischen Könige Ludwig VII. und seine nächsten Nachfolger bei den ersten Kreuzzügen spielten, und daß sie zuerst den Kompaß als Wegweiser nach Jerusalem kennen lernten, so wird man verstehen, daß gerade sie dies Zeichen des Schwimmkompaß in ihr Wappen aufnahmen. In der Tat ist die Ähnlichkeit der französischen Lilie (vgl. Fig. 6) mit dem Schwimmkompaß so groß und die Unähnlichkeit mit der Lilienblüte so klar, daß es mindestens sehr berechtigt erscheint, den hier ausgesprochenen Gedanken weiter zu verfolgen. Die gewöhnliche Deutung ist ja die, daß das Bild eine Unschuldslilie, bezw. die Jungfrau Maria darstelle; wäre das richtig, so müßte es die weiße Lilie (*Lilium*) wiedergeben und nicht die Schwertlilie (*Iris*), mit der

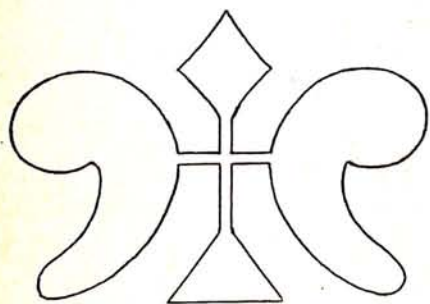


Fig. 5

sich allenfalls mit ein bischen Zwängen der botanischen Grundlagen eine Ähnlichkeit mit der Wappenlilie finden ließe. Übrigens kommt auch die reine Lilie in der Heraldik vor, so in den Wappen von Florenz und Triest. Ersteres Wappen stammt aus einer Verleihung durch Karl den Großen, also sicher vor Kenntnis des Kompaß, und ist ein redendes, d. h. dem Namen des Staates entsprechendes, und letzteres wird als Lanze des Heiligen Sergius gedeutet. Daneben kommen



Fig. 6

aber auch bei vielen deutschen Familien Wappenzeichen zur Darstellung, die weder der einen noch der anderen Lilie, sondern ganz deutlich nur dem Kompaß entsprechen.

Die Kreuzzüge brachten Europa aber nicht nur die heraldische Symbolik, sondern überhaupt das ganze orientalische Zauber- und Geheimwesen, die Magie. Entstanden in den ältesten Zeiten menschlicher Geisteskultur, der babylonisch-sumerischen Urzeit, und zwar zunächst als eine wahre Wissenschaft, geriet sie früher schon in eine unnatürliche Verquickung mit der Religion damaliger Zeiten, und die an sich wahren Vorgänge am Himmel und in der Umwelt wurden benutzt, um das Geschick der Menschen und Staaten vorauszusagen. In babylonisch-assyrischen und alt-ägyptischen Zeiten hatte diese Geheimwissenschaft mehr die Form einer geheimgehaltenen Wissenschaft und war mit Zauberei und Aberglauben nur für die Außenwelt durchsetzt. Ganz anders war die Magie, welche die Kreuzritter bei den Osmanen und Arabern vorfanden. Das Abendland nahm sie willig auf, ihre letzten Ausläufer erleben wir heute noch, wenn auch nur in Sprachwendungen und Bauernkalendern.

Der Kompaß als solcher scheint hierbei keine besondere Rolle gespielt zu haben, eine um so größere aber der Magnet! Ich kann mich sogar des Gefühls nicht erwehren, daß sein Name mit dem Wort „Magie“ stammverwandt ist. Der natürliche Magnet will mir als das Urbild eines „magischen“ Wesens erscheinen, in seinem Verhalten offenbar viel geheimnisvoller als etwa der stetige, ruhige Lauf der Gestirne. Dazu kommt, daß in der babylonisch-assyrischen und der arabisch-jüdischen Urreligion der Stein an und für sich eine zentrale Bedeutung hatte, die heute noch in der Heilighaltung der Kaaba der Moslemin fortlebt. Um so höherer Wert fiel dem Magnetstein zu. Es ist bekannt, daß über den Talmud

hin die mystische Verbindung zwischen Stein und Wissenschaft auch noch nach dem Eintritt der Renaissance fortlebte, und zwar in dem zu Anfang des XVII. Jahrhunderts in Deutschland begründeten Bund der Rosenkreuzer. Der Stein, und zwar der durch die Wissenschaft der Geometrie zum Würfel, also zu schöner Gestalt umgewandelte rohe Naturstein war das zentrale Bild der Symbolik jener Vereinigung von Gelehrten, die allerdings unter Geometrie die Gesamtheit der reinen wahren Wissenschaft von der Natur sahen.

Anders aber pflegte das Mittelalter die Mystik der Steine, und der „Stein der Weisen“ hat wenig von der königlich reinen Kunst der chaldäischen Gelehrten an sich. Doch finden wir hier neben dem Diamanten und mit ihm schließlich bis zur Verwechslung gemischt den Magneten wieder, als „Adamant“ und „Diamant“. In den Händen dieser Magier war er Allheilmittel geworden, ein Medikament, doch haben auch schon die alten Griechen ihn in diesem Sinne gebraucht.

(Schluß folgt)

## Der gestirnte Himmel im Monat Juni 1916

Von Dr. F. S. Archenhold

### Der Lauf von Sonne und Mond

Die Sonne (Feld  $4\frac{3}{4}^h$  bis  $6\frac{1}{2}^h$ ) leuchtet 570000 mal so hell als der Vollmond und 50000 Mill. mal so hell als die Capella, das bedeutet, daß sie 26,7 Größenklassen heller ist als die Capella. Würde die Sonne in dieselbe Entfernung wie Capella gerückt, so erschiene sie uns nur als ein Stern 6. Gr., d. h. sie würde gerade noch mit unbewaffnetem Auge am Himmel gesehen werden können. Eine eingehende Untersuchung der Stärke der Strahlung der Sonne an verschiedenen Stellen ihrer Oberfläche hat ergeben, daß sowohl die Wärme- wie die Lichtstrahlen in gleicher Weise vom Mittelpunkt der Sonne nach dem Rande zu um mehr als die Hälfte abnehmen. Neuere Untersuchungen über die Gestalt der Sonne haben das merkwürdige Resultat ergeben, daß der Polardurchmesser durchschnittlich um 0,2 Bogensekunden größer ist als der äquatoriale, was freilich nur eine ganz geringe Abplattung der Sonne bedeutet.

| Sonne |    | Deklination | Sonnenaufgang                  | Sonnenuntergang                | Mittagshöhe        |
|-------|----|-------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| Juni  | 1  | + 22° 3'    | 4 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup> | 9 <sup>h</sup> 16 <sup>m</sup> | 59 $\frac{1}{2}$ ° |
| -     | 15 | + 23° 19'   | 4 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> | 9 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup> | 60 $\frac{3}{4}$ ° |
| -     | 30 | + 23° 11'   | 4 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> | 9 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> | 60 $\frac{1}{2}$ ° |

(Neue Sommerzeit)

Der Mond ist mit seinen Phasengestalten in unsere Karten 1a und 1b für den 1. bis 30. Juni von zwei zu zwei Tagen eingetragen.

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Tage:

|                                       |                                                      |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Erstes Viertel: Juni 8. Mitternacht   | Letztes Viertel: Juni 22. 1 <sup>h</sup> nachmittags |
| Vollmond: - 15. 9 <sup>h</sup> abends | Neumond: - 30. 10 <sup>h</sup> morgens               |

### Die Planeten

*Merkur* (Feld  $5^h$  bis  $4\frac{3}{4}^h$  bis  $5^h$ ) ist wegen allzugroßer Sonnennähe während des ganzen Monats unsichtbar.

*Venus* (Feld  $7\frac{1}{4}^h$  bis  $7\frac{1}{2}^h$  bis  $7^h$ ) ist zu Anfang des Monats noch zwei, Mitte des Monats nur noch anderthalb Stunden lang am Abendhimmel zu sehen, und verschwindet Ende des Monats vollständig in den Strahlen der Sonne. Sie beschreibt, wie wir aus unserer Karte 1a ersehen können, einen elliptischen Halbbogen um Saturn und bildet am 30. Juni mit Pollux in den Zwillingen und Prokyon im kleinen Hund einen rechten Winkel. Sie ist das auffallendste Gestirn am westlichen Abendhimmel. Schon lange, bevor die anderen Sterne sichtbar werden, leuchtet sie ganz allein in dem hellen

Dämmerungsbogen. Wolfram von Eschenbach singt beim Anblick der hellglänzenden Venus: „O du mein holder Abendstern, wie schaut' ich immer dich so gern!“ Würde er die Venus mit einem Fernrohr betrachtet haben können, so wäre sein Erstaunen noch größer gewesen. Gerade in ihrem hellsten Glanze erscheint sie nur ein Viertel beleuchtet als schmale Sichel auf dunklem Himmelsgrunde. Der Laie glaubt zuerst die junge Mondsichel zu erblicken. Die Venus kann der Erde bis auf 36 Millionen km nahe kommen, um sich dann wieder bis auf 257 Millionen km von ihr zu entfernen. Infolgedessen schwankt der scheinbare Durchmesser zwischen 9 und 65 Bogensekunden. Ihr wahrer Durchmesser ist etwas kleiner als der der Erde, nämlich 12 400 km. Die Besucher der Treptow-Sternwarte können jetzt besonders schön die Phasengestalt der Venus beobachten. Nur etwa 16 mal in einem Jahrhundert vermag die Venus vor der Sonne scheinbar vorüber zu gehen. Der letzte Venusdurchgang fand am 6. Dezember 1882 statt, der nächste wird erst wieder am 7. Juni 2004 vor sich gehen. Alsdann folgt 8 Jahre später, am 5. Juni 2012, ein Venusdurchgang und folgende kleine Tabelle zeigt uns, daß immer etwa nach 110 Jahren zwei Venusdurchgänge mit einer nur 8jährigen Zwischenzeit einander folgen.

|                   |               |                   |
|-------------------|---------------|-------------------|
| 10. Dezember 2117 | 11. Juni 2247 | 12. Dezember 2360 |
| 8. „ 2125         | 8. „ 2255     | 10. „ 2368        |

Da stets dichte Wolken die Venus einhüllen, so haben wir von der Beschaffenheit ihrer Oberfläche fast gar keine Kenntnis; dann und wann scheinen kleine weiße Gefrierprodukte an ihren Polen zu lagern.

*Mars* (Feld  $10\frac{1}{4}^h$  bis  $11\frac{1}{4}^h$ ) steht am 25. Mai nur 2 Vollmondbreiten über dem Regulus, von dem er bis zum 30. Juni immer weiter abrückt. An diesem Tage bildet er mit ihm und Denebola gerade einen rechten Winkel. Am 7. Juni kommt noch der Mond hinzu, sodaß an diesem Abend Mars, Regulus und Halbmond in fast gleicher Linie einen wunderbaren Anblick am Himmel darbieten werden. Je näher Mars und Regulus beieinander stehen, um so deutlicher erkennt man, daß Mars rötlich, Regulus weißlich gefärbt ist. Der Stern Regulus wird auch oft „cor leonis“ das heißt „Herz des Löwen“ genannt. Er gehört zu den größten Sonnen, die wir kennen und ist tausend mal heller als unsere Sonne. Seine Entfernung ist soweit von uns, daß das Licht mehr als 160 Jahre braucht, um zu uns zu kommen. Da Regulus sich in jeder Sekunde um 75 km von uns entfernt, so nimmt in jedem Jahre die Entfernung zwischen uns und dem Stern noch um fast 2500 Millionen km zu. Er liegt gerade in der Ekliptik, und so sind Begegnungen mit den Planeten, Sonne und Mond verhältnißmäßig häufig. Schon Christian Mayer fand, daß Regulus einen Begleiter von 8,4. Gr. hat, der fast 3' von ihm entfernt steht. Später ist noch ein schwacher Begleiter 13. Gr. von Winlock entdeckt worden, sodaß in Wirklichkeit dieses Sonnensystem als ein dreifaches zu bezeichnen ist. Die Sichtbarkeit vom Mars nimmt schnell ab. Er geht schon Mitte des Monats vor Mitternacht unter und ist am Ende des Monats nur noch eine Stunde am westlichen Abendhimmel zu beobachten.

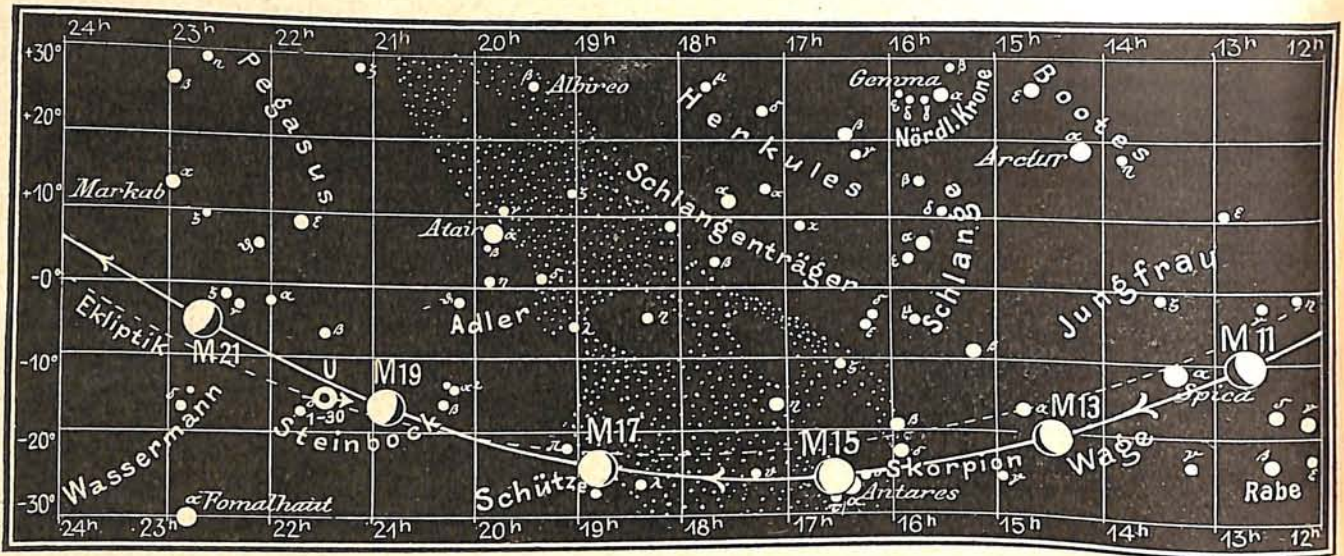
*Jupiter* (Feld  $1\frac{1}{2}^h$  bis  $2^h$ ) wird zu Anfang des Monats bereits im Osten auf kurze Zeit sichtbar, Ende des Monats kann er schon 2 Stunden lang beobachtet werden. Dieser größte Planet — sein Aequatorialdurchmesser beträgt 145 000 km — dreht sich in der kurzen Zeit von 9 Std. 55 Min. 37 Sek. um seine Achse, die etwa  $30^\circ$  gegen die Bahnebene geneigt ist. Er braucht fast 12 Jahre zu einem vollen Umlauf um die Sonne. Die veränderlichen roten Flecke, gelben und grauen Streifen, die im allgemeinen parallel zum Aequator verlaufen, gestalten die Beobachtung seiner Oberfläche zu einer wechselvollen und interessanten.

*Saturn* (Feld  $7^h$  bis  $7\frac{1}{2}^h$ ) wird in der ersten Hälfte des Monats ganz unsichtbar. Jetzt ist noch die südliche Seite seines weit geöffneten Ringes zu beobachten, erst im Jahre 1928 wird die nördliche Seite am weitesten geöffnet sein.

*Uranus* (Feld  $21\frac{1}{2}^h$ ) ist bald nach Mitternacht zwischen Atair und Fomalhaut mit kleineren Fernrohren schon aufzufinden. Da er fast so hell ist wie ein Stern 6. Größe,



Fig. 1b



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

so können ihn scharfe Augen noch gerade sehen auch ohne Fernrohr, wohingegen seine 4 Monde, deren Umlaufszeit zwischen  $2\frac{1}{2}$  und  $13\frac{1}{2}$  Tagen liegt, nur mit den größten Fernrohren beobachtet werden, da der hellste, Titania, nur 13,5. Größe, der schwächste, Umbriel, nur 15,5. Größe ist. Allen 4 Uranus-Monden ist die Eigentümlichkeit gemeinsam, daß ihre Bahnen fast senkrecht zu der Bahn des Planeten selbst, den sie umkreisen, liegen.

Neptun (Feld  $8\frac{1}{4}^h$ ) ist im Juni völlig unsichtbar, da er zu nahe bei der Sonne steht.

#### Bemerkenswerte Konstellationen:

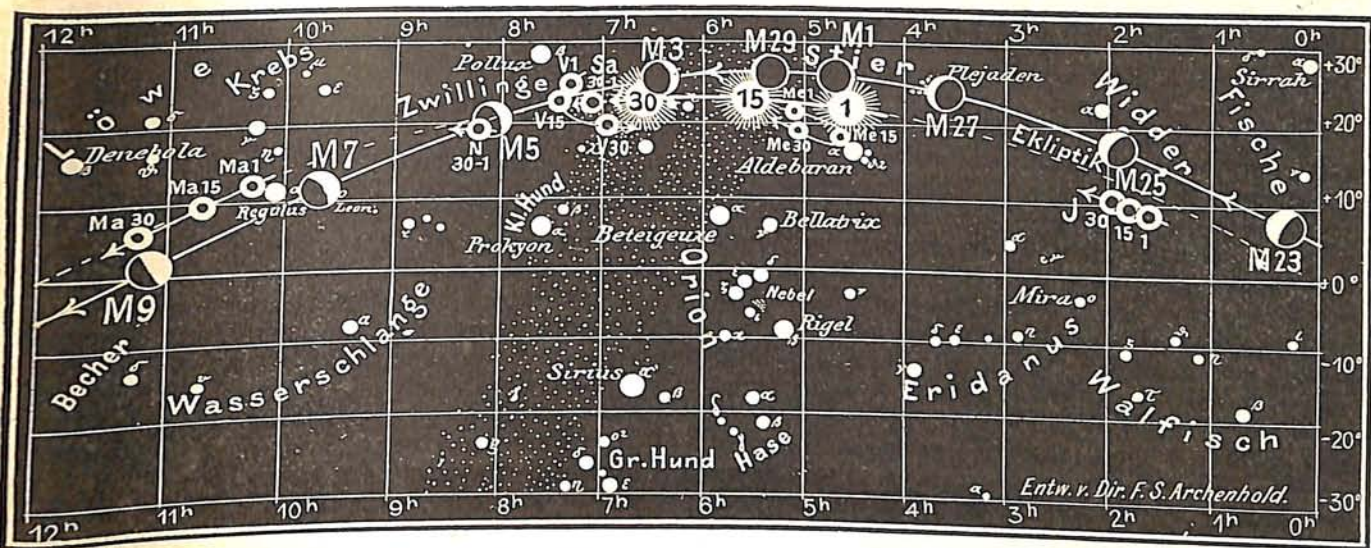
- Juni 3. 7<sup>h</sup> abends Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- 4. 3<sup>h</sup> morgens Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 6. 2<sup>h</sup> morgens Merkur in unterer Konjunktion mit der Sonne.
- 8. 3<sup>h</sup> morgens Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- 22. 4<sup>h</sup> nachmittags Venus in Konjunktion mit Saturn, Venus steht 57 Bogenminuten südlich vom Saturn.
- 24. 1<sup>h</sup> morgens Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- 28. 2<sup>h</sup> nachmittags Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- 30. 7<sup>h</sup> morgens Merkur in der größten westlichen Abweichung.
- 30. 9<sup>h</sup> abends Venus in Konjunktion mit dem Monde.

### Kleine Mitteilungen

Ein Versuch zur Messung der freien Elektrizität in der Atmosphäre der Sonne. Für das Vorhandensein freier Elektrizität in der Sonne sprechen verschiedene Gründe. Laboratoriumsversuche haben uns gelehrt, daß Kohlenstoff und andere Elemente bei hohen Temperaturen negativ geladene Teilchen in großer Menge abgeben; durch Reibung, Zusammenstöße, ultraviolettes Licht und verschiedene andere Agentien können auf der Sonne freie Elektronen erzeugt werden. Die starken Magnetfelder, deren Vorhandensein auf der Sonne außer Zweifel steht, weisen auf ein großes Übergewicht an negativen Elektronen in den Sonnenwirbeln hin. Die größere Beweglichkeit der negativen Elektronen gegenüber den positiven Teilchen und die Wirkung des Lichtdruckes werden sich in dem Sinne ergänzen, daß sie die Sonnenatmosphäre mit negativer Elektrizität anreichern,

Fig. 1a

Nachdruck verboten



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

so daß der Sonnenball selbst positiv geladen wird. Da aber heiße Dämpfe und Gase gute Leiter der Elektrizität sind, so wird die so entstehende Potentialdifferenz zwischen der Sonne und ihrer Atmosphäre sich zu einem großen Teile durch Strömung wieder ausgleichen. Angesichts aller dieser Faktoren, zu denen sich auch noch der etwaige Einfluß radioaktiver Substanzen auf der Sonne gesellt, kann nur eine direkte Beobachtungsmethode uns über die elektrischen Verhältnisse auf der Sonne sichere Aufschlüsse geben. Über ein solches Beobachtungsverfahren verfügen wir nun dank der Entdeckung des elektrischen Analogons zum Zeemaneffekt durch Johannes Stark. Herr Stark ließ die von der Anode einer Vakuumröhre ausgehenden positiv geladenen Teilchen durch Löcher in der Kathode in ein starkes elektrisches Feld eintreten. Dann spalten sich bei Beobachtung quer zu den elektrischen Kraftlinien die Serienlinien im Spektrum eines Elementes wie Wasserstoff in zwei Gruppen senkrecht zu einander eben polarisierter Komponenten. Bei Betrachtung in Richtung der Kraftlinien verschwindet die eine dieser beiden Gruppen, während die andere bestehen bleibt, aber unpolarisiert ist. Hier besteht also ein Unterschied gegenüber dem Zeemaneffekt, der parallel zu den Kraftlinien magnetisch gesplante Linien mit entgegengesetzt gerichteter Zirkularpolarisation aufweist. Die Herren George E. Hale und Harold D. Babcock vom Mount Wilson Solar Observatory, die durch zahlreiche spektrophotographische Sonnenaufnahmen die magnetischen Verhältnisse auf der Sonne an der Hand des Zeemaneffektes untersucht haben, gingen nun alsbald nach Bekanntwerden der Stark'schen Entdeckung daran, ihre Platten auf etwaige Anzeichen eines Starkeffektes zu untersuchen. Das Ergebnis dieser Untersuchung war negativ. Irgendwelche Anzeichen für das Vorhandensein eines Starkeffektes in den aufgenommenen Linien waren nicht nachweisbar. Nun darf man aber nicht außer Acht lassen, daß es für die Kenntnis der elektrischen Verhältnisse auf der Sonne schon von großer Wichtigkeit ist, für eine größere Anzahl von Schichten der Sonnenatmosphäre eine obere Grenze für die elektrische Feldstärke mit möglicher Sicherheit festzulegen. Das läßt sich aber auch ohne positive Anzeichen für das Vorhandensein eines Starkeffektes erreichen. Die genannten Forscher vermuteten tangential zur Oberfläche verlaufen. Der günstigste Punkt für die Untersuchung auf den Starkeffekt hin wird demnach die Sonnenmitte sein. Auf der Sonne in ihrer Gesamtheit werden indessen die elektrischen Kraftlinien radial gerichtet sein, so daß wir Anzeichen für das Vorhandensein eines allgemeinen elektrischen Feldes am ehesten durch Beobachtung von Linien in der Nähe des Sonnenrandes zu erwarten haben werden. Diese werden nun nicht aufgelöst, und das einzige, was wir erwarten dürfen, ist eine ganz geringe Verbreiterung der Linien bei ebener Polarisation der Ränder. Nun hat sich schon vor einigen Jahren herausgestellt, daß die erhebliche

Verbreiterung und Verschiebung der Linien in der Nähe des Sonnenrandes eine allgemeine Erscheinung ist. Diese Linien lassen sich aber durch Vorschaltung eines Nicols nicht auf die Breite verringern, die sie in der Mitte der Sonne besitzen. Die beobachtete Verbreiterung ist daher nicht einem Stark effekt zuzuschreiben. Es bliebe also festzustellen, ob neben dieser Verbreiterung vielleicht noch eine andere, sehr geringe, bestehe, die durch einen Stark effekt zu erklären sein würde. Um eine solche nachweisen zu können, bedarf es eines Apparates von hohem Auflösungsvermögen und großer Dispersion. Das von den Herren Hale und Babcock benutzte Michelsonsche Gitter hatte ein theoretisch vollkommenes Auflösungsvermögen, und die Dispersion des Apparates war so groß, daß im Spektrum zweiter Ordnung einem Wellenlängenunterschied von  $1 \text{ \AA}^{\circ}\text{-E.}$  ein Abstand, von etwa 3 mm entsprach, also ein noch etwas größerer Abstand, als ihn der durch Vergrößerung der damals verfügbaren Aufnahmen gewonnene Rowlandsche Atlas des Sonnenspektrums aufweist. Im Spektrum dritter Ordnung entspricht  $1 \text{ \AA}^{\circ}\text{-E.}$  ein Abstand von fast 5 mm. Die Beobachtungen wurden nach einer Differentialmethode angestellt, bei der die Breite einer und derselben Linie auf mehreren bei gleichzeitiger Exposition gewonnenen Aufnahmen gemessen wurde. Der dabei benutzte Apparat ließ auf die Platten Licht fallen, das in zwei zueinander senkrechten Ebenen polarisiert war. Schließlich war für die Messungen eine Teilmaschine erforderlich, welche auch die geringsten Unterschiede in der Breite der Linien wahrzunehmen gestattete. Bei den Aufnahmen der Wasserstofflinien  $H_{\alpha}$  und  $H_{\beta}$  könnte im Spektrum zweiter Ordnung noch eine Breitenänderung im Spektrum wahrgenommen werden, die  $0,034 \text{ \AA}^{\circ}\text{-E.}$  entsprechen würde. Nimmt man an, daß dies die Größenordnung der Starckschen Zerlegung wäre, so läßt sich aus dem Fehlen des Stark effekt auf die obere Grenze der elektrischen Feldstärke schließen. Stark erhielt für die Zerlegung der äußeren und der inneren Komponenten von  $H_{\alpha}$  in einem Felde von 28 500 Volt/cm eine Differenz von  $6,4 \text{ \AA}^{\circ}\text{-E.}$  Mithin kann das Feld an der beobachteten Stelle der Sonne nicht größer als 150 Volt/cm gewesen sein. Ebenso ergab eine Untersuchung der Linie  $H_{\beta}$  im Spektrum dritter Ordnung für die obere Grenze der Feldstärke den Wert 100 Volt/cm. Man darf also mit ziemlicher Sicherheit behaupten, daß an der beobachteten Stelle, die nahe am Sonnenrande lag, das elektrische Feld kleiner war als 200 Volt/cm. Bei Beobachtungen an der Linie  $H_{\gamma}$  in der Chromosphäre mit geringerer Dispersion hatten Salet und Millochau als obere Grenze der Feldstärke 7000 Volt/cm gefunden. Der von den Herren Hale und Babcock gefundene wesentlich geringere Grenzwert läßt vermuten, daß die elektrische Potentialdifferenz in der Sonnenatmosphäre herrschende, die im Mittel etwa 1 Volt/cm beträgt. Bei Gewittern kommen natürlich ganz erheblich höhere Potentialdifferenzen vor. Es bleibt daher noch zu untersuchen, ob bei Eruptionen auf der Sonne, wo offenbar die Verhältnisse für ihre Entstehung weit günstiger liegen als in den ruhigen Gebieten der Atmosphäre, elektrische Felder von erheblicher Stärke nachzuweisen sein werden. Jedenfalls dürfen wir von weiteren Untersuchungen in der hier gekennzeichneten Richtung noch recht interessante Aufschlüsse über die elektrischen Verhältnisse auf der Sonne erwarten. Die vorstehenden Mitteilungen sind dem Berichte der Herren Hale und Babcock in den Proceedings of the National Academy of Sciences (1, 123, 1915) entnommen.

Iklé.

**Die örtlichen Unterschiede im durchschnittlichen jährlichen Niederschlag für Deutschland und ihre Erklärung.** I. Niederschlag und Seehöhe. Die Nähe der deutschen See übt einen Einfluß auf den Regen ertrag aus. Die Küste der See verläuft im ganzen westöstlich und eine Beeinflussung des Niederschlages wird eine Betrachtung der Stationen nach ihrer geographischen Breite ergeben. In der Tat zeigen die beiden der Küste am nächsten gelegenen Zonen von  $53^{\circ}$  bis  $55^{\circ}$  den Einfluß der See auf den Niederschlag. Als Lee des baltischen Landrückens hat die Zone von  $52^{\circ}$  bis  $53^{\circ}$  den geringsten Niederschlag, während er langsam zunimmt in  $51^{\circ}$  bis  $52^{\circ}$  in Anbetracht der großen Seehöhe. Es macht sich also die Abgelegenheit von der See bemerkbar.

Bedeutender Niederschlag entspricht beträchtlicherer Seehöhe in der Zone  $50^{\circ}$  bis  $51^{\circ}$ , und geringerer Niederschlag niedriger Seehöhe in der Zone zwischen  $49^{\circ}$  und  $50^{\circ}$  der Leezone des mitteldeutschen Gebirgsgürtels.

Die Seehöhe der noch weiter südlich gelegenen Zonen zwischen  $47^{\circ}$  und  $49^{\circ}$  ist so bedeutend, daß eine Steigerung des Niederschlages nur natürlich erscheint.

Auf eine Reihe von Stationen scheint die See keine Regenbegünstigung auszuüben, obwohl diese Stationen unmittelbar an der Küste liegen, der sogenannten Flachküste. Nach Hellmann fehlt dort der Grund zum Aufstieg von Wolken und der dadurch bedingten Kondensation der Feuchtigkeit der Luft. Dies macht sich erst nach und nach in einiger Entfernung von der Küste bei zunehmender Seehöhe bemerkbar.

Einzelne Abschnitte der See üben einen ganz verschiedenen Grad auf die Niederschlagshöhe aus. Es ergibt sich ein fördernder Einfluß der nordsüdlich verlaufenden Küsten (Schleswig, Gegend von Königsberg, Hinterpommern). Die Küsten von Hinterpommern, die Danziger Bucht sind eine Art Seeluvs. Die Nordsee fördert den Niederschlag, welcher vom Westen nach dem Osten abnimmt. Die Nordsee zeigt sich als offene See, die Ostsee als Binnenmeer, das sich im Sommer schneller erwärmt, im Winter aber schneller abkühlt. Daher ist der Wärmegradient an der Ostsee (dieser führt hauptsächlich zur Bildung lokaler Zyklonen an einer See) im ganzen Jahr geringer als an der Nordsee, deren Küsten deshalb mehr zu Regen neigen.

Die allmähliche Abnahme des Regens nach dem Osten hin ließe sich theoretisch leicht zeigen durch Berechnung der mittleren Niederschlagshöhe für die nordsüdlich verlaufenden Streifen zwischen den Längengraden unter Berücksichtigung der Seehöhe. Hierbei stört aber sehr der Umstand, daß der westliche Teil Deutschlands gebirgiger ist als der weiter nach Süden gelegene und der Niederschlagsreichtum mancher Stationen läßt sich nicht mehr in Verbindung mit Seehöhe und -nähe allein erklären, es muß vielmehr auch die Windlage der Station berücksichtigt werden. (A. Thraen, „Das Wetter“ 1915, S.193.)

II. Niederschlag und Seehöhe. Der Niederschlag nimmt im allgemeinen nach einem sehr alten klimatologischen Gesetz mit der Seehöhe zu. Denn die zyklonale Wetterlage weist eine größere Niederschlagswahrscheinlichkeit auf und ist fast regelmäßig mit Winderscheinungen verbunden, da das Typische der Depression große Luftdruckgradienten und diese die Ursache der Winde sind. Sobald aber ein feuchter Wind an einem Gebirge ein größeres Hindernis findet, muß er durch weiter nachdrängende Luftmassen aufsteigen. Hierzu braucht er aber Kraft und diese wird der in Luft enthaltenen Wärme entzogen. Daher kühlt sich die aufsteigende Luft ab und ihr Vermögen sinkt, dieselbe Feuchtigkeitsmenge gebunden zu halten wie vorher. Mit dem erhöhten Anstieg tritt also Niederschlag ein und der Niederschlag wird um so größer sein, je höher das dem Winde entgegenstehende Gebirge ist.

Prüfen wir nun, inwieweit dieses Gesetz für deutsche Verhältnisse zutrifft. Bei Zugrundelegung der konstanten Höhenstufe von 200 m zeigt die folgende Tabelle für 373 deutsche Stationen eine regelmäßige Zunahme des Niederschlages mit der Seehöhe. Wir finden bei einer Seehöhe von

|                                                              |
|--------------------------------------------------------------|
| 1 bis 200 m einen durchschnittlichen Niederschlag von 616 mm |
| 201 - 400 - - - - - 734 -                                    |
| 401 - 600 - - - - - 937 -                                    |
| 601 - 800 - - - - - 1089 -                                   |
| 801 - 1000 - - - - - (1364) -                                |

Nehmen wir als konstante Höhenstufe 100 m, so erfolgt die Zunahme (368 Stationen) regelmäßig bis zu etwa 600 m Seehöhe und dann erfolgt ein Rückschlag, wahrscheinlich infolge zunehmender Entfernung der Stationen von der See und lokalen Windschutzes (Leeseite).

Die gleichen Verhältnisse ergeben sich (374 Stationen) für einheitliche Höhenstufen von 50 m (Zunahme bis 600 m, dann ein Rückschlag).

Für das Flachland (unter 200 m Seehöhe und Schwellenhöhen von 25 m) nimmt der Niederschlag regelmäßig mit steigender Seehöhe zu. Typisch ist der Niederschlagswert von rund 600 mm für das norddeutsche Flachland.

Als Niederschlagsdurchschnitt für ganz Deutschland ergeben 374 Stationen 721 mm.

A. Thraen, „Das Wetter“ 1915, S. 175, zeigt dann an Hand seiner Resultate, daß Seehöhe und Niederschlagsertrag nicht gleichmäßig wachsen, sondern im einzelnen sich viele Ausnahmen finden. Die Seehöhe scheint sekundär zu wirken und andere Gründe, Reichtum oder Armut an Niederschlag, zu entscheiden.

III. Niederschlag und Windlage der Station. Die Lage einiger deutscher Stationen südlich vom baltischen Landrücken und südlich vom deutschen Mittelgebirgsgürtel bedingt eine Verminderung des Regenreichtums. Ähnliches zeigen die deutschen kleineren oder größeren Gebirge. Bei gleicher Seehöhe zeigen auch Stationen eines Gebirges oder in seiner Nähe einen ganz verschiedenen Regenreichtum, es kommt viel darauf an, ob sie auf der Seite des Gebirges liegen, welche der durchschnittlichen Windrichtung entspricht, oder nicht. Bei den Windrichtungen in Deutschland herrscht aber die westliche Komponente stark vor, und so werden im allgemeinen Stationen auf der Westseite ihre Luvseite haben, im Osten aber ihre Leeseite. Es wird im Westen unter sonst gleichen Verhältnissen mehr Regen fallen und die Niederschlagsmenge wird größer sein, wenn die Längsrichtung des Gebirges senkrecht zur Hauptrichtung des Windes verläuft, am größten bei nordsüdlicher Lage.

Von den Vogesen, dem Erzgebirge, den Sudeten liegt nur eine Seite — Luv- oder Leeseite — in Deutschland, sie können daher nicht berücksichtigt werden.

Groß sind die Unterschiede beim Schwarzwald, da dieser mit am höchsten ist und sich nord-südlich erstreckt. Verschiedene im Westen gelegene Stationen haben in 499 m Seehöhe einen Niederschlag von 1177 mm, während solche im Osten in 767 m Höhe nur 957 mm aufweisen.

Die Luv- und Leeseite verschiedener Stationen ist im Harz fast gleich (172 oder 175 m) und doch im NW 713 mm, im SE aber nur 554 mm Niederschlag.

Die östliche Leestation an der Rhön liegt fast 40 m höher als die Luvstation (309 gegen 272 m), sie hat aber fast 50 mm weniger Niederschlag (626 gegen 672 mm) als diese.

Ähnlich sind die Erscheinungen an der Fränkischen Schweiz zwischen Luv- und Leestation und am Schleswiger Landrücken zwischen West- und Oststationen. (A. Thraen, „Das Wetter“ 1915, S. 195.)

**Die Hörweite des Geschützdonners und das Rätsel von Spichern und seine Lösung.** Der Sieg bei Spichern kostete den Deutschen verhältnismäßig große Opfer, die Franzosen erlitten eine folgenreiche Niederlage. Auf beiden Seiten waltete ein Mißgeschick, denn beiderseits gelangten bereitstehende Reserven (ganze Divisionen) zu spät oder gar nicht zum Eingreifen, indem ihre Führer durch eine merkwürdige Unterbrechung in dem Hören des Kanonendonners zurückgehalten wurden. Diese Unterbrechung (von ungefähr 4 bis 6 Uhr nachm.) erstreckte sich nach Westen, Süden und vielleicht Südosten vom Schlachtfelde bei Spichern (9 bis 16 km).

Ein Einfluß des Windes auf die Hörweite ist nicht möglich, denn er könnte nicht gleichzeitig nach Westen und Südosten wirken. Eine Dämpfung durch die großen Waldungen durch Beobachtung des Vorganges auf größtenteils unbewaldetem Gebiete war nicht zutreffend, zumal der Geschützdonner im Westen wie im Süden gegen 6 Uhr abends wieder zu hören war. Auch ein dämpfender Einfluß in einer Hemmung der Schallwellen durch die Belaubung ist nicht anzunehmen, denn Tyndall fand, daß diese Hemmung nicht eintritt, solange die Luft durch solche Räume hindurch in ununterbrochenem Zusammenhang steht. Sind Schallerscheinungen durch ein nasses Tuch völlig aufgehoben, so sind sie durch 200 Lagen eines baumwollenen Netzgewebes noch zu hören. Eine Abschattung ist nur bei schwachen Schallerscheinungen möglich. Ebenso ist eine Übertönung durch Allgemeingeräusche, durch Blätterrauschen nicht denkbar, denn ein solches Übertönen könnte dem Kanonendonner gegenüber höchstens an der äußersten Grenze der Hörbarkeit möglich sein. Nur verschiedene Zustände der Atmosphäre können jene Unterbrechung der Hörbarkeit zur Folge gehabt haben.

Nach H. Mohn war die Reichweite von Sirensignalen am Eingange des Christianiafjordes 1 bis 15 km. Bei gleichzeitiger Untersuchung der Atmosphäre bis 45 m Höhe ergab sich eine Abhängigkeit der Reichweite von der Zu- oder Abnahme der Feuchtigkeit, dem Mit- oder Gegenwind und ganz besonders von der Temperatur mit der Höhe. Der Schall verbreitet sich bei höherer Temperatur oben rascher als unten und es entsteht ein Herabkrümmen der Schallstrahlen, so daß viele derselben die Erdoberfläche noch in entsprechend weiten Abständen erreichen. Dadurch wird der Schall viel weiter vernommen als sonst. Im Gegensatz hierzu werden bei Temperaturabnahme mit der Höhe die Schallstrahlen, je nach der Stärke dieser Abnahme, der Schallquelle näher nach oben gekrümmt und abgelenkt, es ist eine sehr verkürzte Hörweite zu beobachten (W. Krebs, „Das Wetter“ 1916, S. 41).

Die Wetterlage aber, welche durch stark ausgeprägte Temperaturabnahme mit der Höhe gekennzeichnet ist, kommt häufig in unserem Sommer vor und ist mit der Neigung zu Gewitterböen verbunden. Eisige Höhenluft sucht sich herabzustürzen und einen Böenwirbel zu bilden, welchen man sich als walzenartigen Wirbel denkt mit horizontaler Achse. Dadurch entsteht natürlich ein Ausgleich der Temperaturen und dieser ist weithin wahrnehmbar. Nach solchen Gewittern tritt im Sommer Abkühlung ein, auch wenn sie in ziemlicher Entfernung stattfanden. Es ist eine normale Temperaturverteilung mit der Höhe, zuweilen sogar eine Temperaturabnahme. Unter solchen Bedingungen ist ein Wechsel der Hörweite von Schallerscheinungen möglich und damit ein Wechsel zwischen Hörbarkeit und nachfolgender Unhörbarkeit. Für solche Fälle günstig war der August 1870, welcher ein ausgeprägter Gewittermonat war. Zwei Nordlichterscheinungen lassen auf starke elektrische Erregung der Atmosphäre schließen. In den ersten beiden Augustwochen fiel auf dem Kriegsschauplatz, trotz sonst herrschender Hitze, fast jeden Tag Regen mit nachfolgender Abkühlung und es war eine kalte Regennacht nach dem 6. August, die mit dem Abend von Spichern begann.

Dr. M. Blaschke.

---

*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. Physikalische Rundschau. Von Dr. Walter Block . . . . .                                                                                           | 49 | 4. Kleine Mitteilungen: Neue Bestimmungen der Solar-<br>konstante. — Erklärung der Luft-Drainage. — Einige<br>Wetterpropheten in der Natur. — Ein einfaches<br>Hilfsmittel zur Speisung schallempfindlicher Flammen<br>mit Gas . . . . . | 60 |
| 2. Funkentelegraphische meteorologische Stationen.<br>Von B. Thieme . . . . .                                                                        | 51 |                                                                                                                                                                                                                                          |    |
| 3. Der Kompaß in der Entwicklung unserer Kultur. Nach<br>einem Vortrag im Hörsaal der Treptow-Sternwarte.<br>Von Dr. A. Nippoldt. (Schluß) . . . . . | 57 |                                                                                                                                                                                                                                          |    |

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

## Physikalische Rundschau

Von Dr. Walter Block

### Die Energie und ihre verschiedenen Formen

Das Grundgesetz der gesamten Naturwissenschaften ist das, welches man als Gesetz der Erhaltung der Arbeit oder Energie, oder kurz als das Energieprinzip bezeichnet. Es besagt ganz kurz ausgedrückt, daß die für irgend einen Vorgang aufgewendete Arbeit niemals verloren gehen kann, sondern stets in einer gewissen Form wieder in Erscheinung tritt. Aus einer bestimmten Menge Energie bestimmter Form kann man nur — und das ist der Grund der Unmöglichkeit eines perpetuum mobile —, gleiche Energiemenge gleicher oder anderer Form entnehmen. Die Form, in der die Energie auftritt, ist dabei zunächst belanglos, es ist gleichgültig, ob es sich um mechanische Energie handelt, wie bei einem Gewicht, das eine bestimmte Höhe herabfallen kann, oder Wärmeenergie, wie sie Wasserdampf in einem Dampfkessel enthält, oder Strahlungsenergie, wie sie ein heißer Körper als Wärme- bzw. Lichtstrahlung aussendet, oder elektromagnetische Energie des elektrischen Stromes, oder chemische Energie der Steinkohle usw. Es ist weiter auch nicht gesagt, daß man für einen Prozeß, für den man eine bestimmte Energiemenge aufwendet, auch die gleiche Energiemenge wiedererhält, das ist eine rein praktische Frage, die damit zusammenhängt, wie viel der gesamten Energie in den verschiedenen Umwandlungsstufen unverwendbar verloren geht, z. B. bei der Dampfmaschine durch Entweichen eines Teiles der Wärme durch den Schornstein, durch unmittelbare Ausstrahlung an den Kesselwänden, durch Wärmeverlust beim Strömen des Dampfes vom Kessel zur Maschine, durch Lagerreibung, wobei also mechanische Energie in Wärme umgesetzt wird, usw. Das Verhältnis der aufgewendeten zur praktisch wieder nutzbaren Energie bezeichnet man als den Wirkungsgrad oder den Nutzeffekt der Maschine oder des Prozesses; er kann also theoretisch höchstens 100% betragen. Praktisch ist er, da sich Verluste nie vermeiden lassen, stets geringer, bei der Dampfmaschine lächerlich gering, nämlich etwa 10 bis 15%, bei elektrischen Maschinen, bei denen Strom in einen Strom anderer Art umgeformt wird, je nach der Größe und Konstruktion 80 bis 98%. Im allgemeinen pflegt man Verluste von 3% praktisch als gering anzusehen.

Aus dem Energieprinzip folgt, daß jede Energie einer Form einer ganz bestimmten Menge Energie einer anderen Form gleichwertig ist, daß man aus einer bestimmten Menge elektrischer Energie nur eine ganz bestimmte Menge mechanischer und umgekehrt erzeugen kann; d. h. es bestehen zwischen den verschiedenen Energieeinheiten ganz bestimmte feste zahlenmäßige Beziehungen. Als Einheit der mechanischen Energie nimmt man die Energie an, die eine Krafteinheit — 1 Dyn — leistet, wenn sich ihr Angriffspunkt in ihrer Richtung

selbst um 1 Zentimeter verschiebt, oder die Arbeit, die notwendig ist, um die Masse 1 Gramm reibungsfrei horizontal zu verschieben. (Als Kraftereinheit bezeichnet man die Kraft, die der Masse 1 Gramm in jeder Sekunde einen Geschwindigkeitszuwachs von 1 Zentimeter erteilt.) Man bezeichnet die Arbeitseinheit als 1 Erg. Da die Schwerkraft 980,6 Dyn ist, d. h. da jeder fallende Körper seine Geschwindigkeit in jeder Sekunde um 980,6 cm ändert, sind also um 1 g um 1 cm zu heben 980,6 Erg erforderlich, oder 1 Meterkilogramm, d. h. die Arbeit, die erforderlich ist, um 1 kg = 1000 g um 1 m = 100 cm gegen die Schwerkraft zu heben, ist gleich  $9,806 \cdot 10^7$  Erg<sup>1)</sup>.

Bekannt sind ja wohl die Bestimmungen des mechanischen Wärmeäquivalents, nämlich die von den verschiedensten Forschern ausgeführten Messungen, um festzustellen, welche mechanische Arbeit notwendig ist, um die Temperatur eines Grammes Wasser durch Reibung z. B. um 1° C. zu erhöhen, also die Wärmemenge 1, die Kalorie (genauer als Grammkalorie, zum Unterschied von der Kilogrammkalorie, dem tausendfachen Betrag) zu erzeugen. Man nimmt jetzt als Ergebnis der verschiedensten Messungen an, daß 1 cal äquivalent  $4,188 \cdot 10^7$  Erg ist, oder 0,4271 Meterkilogramm.

Die wichtige Einheit der elektrischen Stromleistung (Leistung als Arbeitsfähigkeit ist genau von Arbeit zu unterscheiden) ist das Volt-Ampere oder Watt, oder die Leistung eines Stromes der Stärke 1 Ampere in einer Strombahn vom Widerstande 1 Ohm, dem gleichbedeutend ist, daß an den Enden dieser Strombahn eine Spannung von 1 Volt liegt. Die Einheit der Stromarbeit, die Leistung eines Watt während einer Sekunde, also die Wattsekunde, ist das Joule. Da die Volt- und Ampereeinheiten durch ihre Beziehungen zu der mechanischen Kraftereinheit definiert sind, so sei hier ohne weitere Erläuterung mitgeteilt, daß 1 Joule gleich  $10^7$  Erg ist, also ein Meterkilogramm gleich 9,806 Joule.

Endlich sei noch auf die viel gebrauchte Leistungs-Einheit der Pferdestärke hingewiesen, die zu 75 Meterkilogramm angesetzt wird, mit der tatsächlichen Leistung eines Pferdes aber nichts zu tun hat. Man ersetzt sie meistens durch Kilowatt. Die zugehörigen Arbeitseinheiten sind also Pferdestärke  $\times$  Sekunde, oder besser Kilowattstunde.

Die nachstehende Tabelle gibt nun gemäß obigem die Umrechnungszahlen von einer Einheit auf die andere.

|                                   | Erg                    | Joule              | Kalorie               | Meterkilogramm          | Kilowattstunde         | Pferdestärke $\times$ Sekunde |
|-----------------------------------|------------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|
| 1 Erg . . . . .                   | = 1                    | $10^{-7}$          | $2,388 \cdot 10^{-8}$ | $1,0198 \cdot 10^{-10}$ | $2,778 \cdot 10^{-12}$ | $1,3597 \cdot 10^{-10}$       |
| 1 Joule (Wattsekunde) . . . . .   | = $10^7$               | 1                  | 0,2388                | 0,10198                 | $2,778 \cdot 10^{-5}$  | $1,3597 \cdot 10^{-3}$        |
| 1 Kalorie . . . . .               | = $4,188 \cdot 10^7$   | 4,188              | 1                     | 0,4271                  | $1,163 \cdot 10^{-6}$  | $5,694 \cdot 10^{-3}$         |
| 1 Meterkilogramm . . . . .        | = $9,806 \cdot 10^7$   | 9,806              | 2,341                 | 1                       | $2,915 \cdot 10^{-6}$  | $1,333 \cdot 10^{-2}$         |
| 1 Kilowattstunde . . . . .        | = $3600 \cdot 10^{10}$ | $3600 \cdot 10^3$  | $8,593 \cdot 10^5$    | $3,671 \cdot 10^5$      | 1                      | $48,95 \cdot 10^{-5}$         |
| 1 Pferdestärke $\times$ Sekunde = | $7,355 \cdot 10^9$     | $7,355 \cdot 10^2$ | 175,6                 | 75                      | $2,041 \cdot 10^3$     | 1                             |

### Magnetismus und Elektrotechnik

Es ist bekannt, daß alle Körper durch Magnete mehr oder weniger stark angezogen oder abgestoßen werden. Zum großen Teil ist indessen die Wirkung so schwach, daß man sie nur mit starken Magneten nachweisen kann. Die magnetisierbaren Stoffe, also die, welche ein Magnet anzieht, bezeichnet man als paramagnetisch, zu ihnen gehören z. B. Mangan, Chrom, Platin, Lösungen

<sup>1)</sup>  $10^7 = 10$  sieben Mal mit sich selbst multipliziert, also eine 1 mit 7 Nullen;  $10^{-7} = 1$  dividiert durch  $10^7$ , also ein Dezimalbruch 0,0 . . . . ., mit einer 1 an der siebenten Stelle nach dem Komma.

von Eisensalzen usw., die übrigen, die ein Magnet abstößt, nennt man diamagnetisch; zu ihnen gehört Quecksilber, Zink, Gold, Silber, Wismut, Wasser usw. Man wird Eisen in der Aufzählung vermissen, aber dieses, gemeinsam mit anderen stark magnetisierbaren Metallen wie Nickel und Kobalt, nennt man nicht paramagnetisch sondern ferromagnetisch.

Senden wir durch eine Drahtspule einen elektrischen Strom, so entsteht in ihrem Innern und um sie herum ein elektromagnetisches Feld, dessen Feldstärke wir in einer gewissen Einheit, die als Gauß bezeichnet wird, messen können. Bringen wir in diese Spule ein Eisenstück, so wird es je nach den Umständen magnetisch und erhält eine bestimmte Magnetisierung oder magnetische Induktion, die ebenfalls meßbar ist. Das Verhältnis der Feldstärke zur Magnetisierung nennt man als charakteristische Materialeigenschaft als Suszeptibilität; sehr eng zusammen mit ihr hängt eine wichtige Größe, die man als Permeabilität bezeichnet.<sup>1)</sup> Für para- und diamagnetische Körper sind diese Konstanten, nicht aber für die ferromagnetischen, die sich also so grundsätzlich von jenen unterscheiden. Man kann sich jene Größen so klar machen, daß man sich das magnetisierende Feld durch Kraftlinien dargestellt denkt, die also in Luft der Permeabilität 1 verlaufen. Je stärker ein Körper, bei gleichem Felde sich magnetisieren läßt, desto mehr Kraftlinien verlaufen durch ihn, anstatt durch die Luft. Man kann also diese Begriffe als Maßzahlen der Kraftliniendichte des magnetisierten Körpers im Vergleich zur umgebenden Luft ansehen, oder als magnetische Leitfähigkeit. Daraus folgt z. B. ohne weiteres, daß diamagnetische Körper negative Suszeptibilitätswerte aufweisen.

Zum Bau von Dynamomaschinen bedarf man Elektromagnete, die magnetische Felder erzeugen, in denen sich die stromerzeugenden Wicklungen bewegen. Da die Stromerzeugung um so stärker ist, je größer die magnetische Kraftliniendichte ist, bedarf man eines Materials möglichst hoher Permeabilität, also Eisen, das auch sonst gebräuchliche Konstruktionsmaterial, als Kern der Elektromagnete und Träger der Stromwicklungen. Dabei ist es, infolge der notwendigen Bewegung der stromerzeugenden Teile der Maschine gegeneinander nicht vermeidbar, daß die Eisenteile regelmäßig ummagnetisiert werden, ihre Nordpole in Südpole verkehren und umgekehrt.

Dabei treten nun bei Eisen folgende eigenartigen Erscheinungen auf: Steigern wir die magnetisierende Feldstärke, so treiben wir die Induktion im Eisen immer höher, bis zu einem Grenzwert; verringern wir die Feldstärke, so fällt die Induktion, aber bei der Feldstärke Null bleibt noch eine Magnetisierung im Eisen zurück, die man als Remanenz bezeichnet. Man muß die Feldstärke in bestimmter Intensität nach entgegengesetzter Richtung wirken lassen, um das Eisen wieder völlig unmagnetisch zu machen, einer magnetischen Intensität entsprechend, die man als Koerzitivkraft bezeichnet. Wenn man sich in dieser Weise die Vorgänge der Magnetisierung derart, daß die Feldstärke ansteigt, dann umkehrt, durch Null hindurch in entgegengesetzter Richtung ansteigend bis zur gleichen Feldstärke entgegengesetzter Richtung wächst und dann endlich wieder bis Null abfällt, zeichnerisch klar macht, dadurch daß man die Feldstärken als Abszissen, die Induktion als Ordinaten darstellt, so erhält man eine  $\sim$ -förmige Schleife, die man als Hysteresisschleife bezeichnet, und die für die technische Verwendung der betreffenden Eisensorte von besonderer Wichtigkeit

<sup>1)</sup> Bezeichnet man die Suszeptibilität mit  $\kappa$ , die Permeabilität mit  $\mu$ , so ist  $\mu = 1 + 4 \pi \kappa$ .



ist. Denn es läßt sich nachweisen, daß der Flächeninhalt jener Schleife ein Maß der Arbeit ist, die notwendig ist, das Eisenmaterial von einem magnetischen Zustand in den entgegengesetzten zu versetzen.

Für die Elektrotechnik liegt also die Sache so: Sie braucht Eisen, das einmal mechanisch allen Ansprüchen an Festigkeit genügt, außerdem noch bestimmte Bedingungen über Bearbeitungsfähigkeit, Elastizität, Schweißbarkeit usw. erfüllen muß. Sodann muß es eine möglichst hohe maximale Induktion besitzen, bezw. möglichst große Permeabilität, um eine ausreichend große Kraftliniendichte zu ermöglichen. Die maximale Induktion muß bekannt sein, damit der Konstrukteur weiß, bei welchen Stromstärken er sie erreicht; denn eine Vergrößerung jener unumgänglich notwendigen Stromstärke stellt einen reinen Energieverlust vor, der keinen Vorteil bringt. Endlich muß das Eisen eine möglichst geringe Hysteresis besitzen, um die Energieverluste durch das periodische Ummagnetisieren auf das geringste Maß zu beschränken, da sie für die Energieerzeugung der Maschine ohne Wirkung sind, vielmehr sich nur dadurch bemerkbar machen, daß das Eisen durch diese Ummagnetisierungsarbeit allmählich warm wird. Endlich ist es nützlich darauf hinzuweisen, daß ein remanenzfreies Eisen unbrauchbar wäre, da dann beim Aufhören der magnetisierenden Stromstärke, also nach einem Stillstehen der Maschine, jede Spur von Magnetismus verschwinden würde, und es doch seit Werner v. Siemens die Regel ist, daß der remanente Magnetismus dazu benutzt wird, die Maschine selbständig, ohne einen fremden Hilfsstrom wieder zur Stromerzeugung zu veranlassen.

Alle diese Umstände sind bei der Berechnung von Dynamomaschinen in Erwägung zu ziehen. Auch hier stellt sich, wie bei so vielen anderen Gelegenheiten heraus, daß die einzelnen Teilbedingungen einander widersprechen. Das magnetisch gute Eisen ist meistens sogenanntes legiertes Eisen, Eisen mit starkem Siliziumgehalt, das mechanisch nicht sehr brauchbar ist, was sogar so weit geht, daß die magnetisch günstigsten Sorten mechanisch ganz unverwendbar sind. Welches in den einzelnen Fällen am besten zu benutzen ist, läßt sich natürlich nicht sagen,

Zum Schluß sei noch auf einen anderen Punkt aufmerksam gemacht; durch die Bewegung der Stromwickelungen in der Nähe der Eisenmassen werden in ihnen wie in allen Metallteilen Ströme induziert, die man als Wirbelströme bezeichnet, die einmal Energieverluste zur Folge haben, und daneben starke Erwärmungen der Maschinenteile bewirken. Um sie möglichst klein zu halten, muß auch noch der elektrische Widerstand des Eisens möglichst gering sein, was ein größerer Siliziumgehalt ohne weiteres bewirkt. Gleichzeitig verhindert man das Auftreten starker Wirbelströme teilweise dadurch, daß man grundsätzlich, soweit es nur möglich ist, alle magnetisch wichtigen Teile nicht aus massivem Eisen, sondern aus Eisenblech herstellt. Die beim Walzen der Blechtafeln auf ihnen sich bildende Oxydschicht, ist elektrisch sehr schlecht leitend, verhindert also den Stromübergang von einem Blech zum andern, und erhöht so den elektrischen Widerstand, wenigstens in einer Richtung ganz gewaltig. Falls das nicht ausreicht, können auch noch besondere Isolierschichten mit eingepackt werden. Es ist klar, daß eine solche Unterteilung, wobei die die Blechpakete zusammenhaltenden Schrauben besonders beachtet werden müssen, damit nicht gerade durch sie die leitenden Verbindungen wiederhergestellt werden, und gerade an ihnen durch Zusammendrängung der Stromlinien eine gefährliche Erhitzung eintritt, einer mechanischen Festigkeit nicht immer sehr förderlich ist.

### Die Bestimmung des Molekulargewichts

Eine der ersten Aufgaben der Chemie ist es, die Zusammensetzung der verschiedenen Stoffe zu ermitteln, also den Aufbau ihrer Molekeln aus den Einzelatomen festzustellen. Die grundlegende Untersuchung dafür ist die Bestimmung des Molekulargewichts. Man nahm früher das Gewicht eines Atoms Wasserstoff als des leichtesten Elementes als Einheit, und setzte demgemäß sein Atomgewicht zu 1 an. Damit bestimmte sich das Atomgewicht des Sauerstoffs z. B. zu nahezu 16. Es stellte sich dann aber heraus, daß diese Wahl des Wasserstoffatoms als Einheit nicht sehr glücklich war, da für genauere Atomgewichtsbestimmungen die Sauerstoffverbindungen der Elemente viel geeigneter waren als die Wasserstoffverbindungen, und, um den Zusammenhang zu wahren und damit für oberflächliche Berechnungen auch ausreichend genau die alten Annahmen bestehen bleiben können, setzt man jetzt als Einheit das Atomgewicht des Sauerstoffs an, dem man den Wert 16,000 zuerteilt. Der genaue Wert für Wasserstoff wird damit 1,008. Diese Atomgewichtsbestimmung ist jetzt überall eingeführt.

Wenn man nun für einen bisher nicht untersuchten Stoff seine chemische Formel, also seine Konstitution feststellen will, muß man qualitativ prüfen, welche Elemente in ihm enthalten sind, sodann quantitativ, in welchen Gewichtsmengen die einzelnen Elemente in ihm enthalten sind. Z. B. Benzol als Beispiel: Man stellt fest, daß es nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff besteht und zwar zu 92,24 % aus Kohlenstoff und 7,76 % aus Wasserstoff. Daraus folgt mit Rücksicht auf die bekannten Atomgewichte von beiden, 12,00 und 1,008, daß auf je ein Atom Kohlenstoff ein Atom Wasserstoff kommen muß  $\left(\frac{7,76}{92,24} = \frac{1,008}{12,00}\right)$ . Seine chemische Formel kann also  $\text{CH}$ , oder  $\text{C}_2\text{H}_2$ , oder  $\text{C}_3\text{H}_3$  usw. sein. Die Wahrheit kann also nur noch die Messung des Molekulargewichts liefern. Dazu dient eine ganze Anzahl physikalischer Verfahren, von denen wir im folgenden eine, nämlich die Methoden der Dampfdichtebestimmung, genauer behandeln wollen.

Unter der Dichte eines Dampfes oder Gases versteht man, genau wie sonst, sein Gewicht im Verhältnis zu dem Gewicht eines gleichen Raumteils eines Normalstoffes. Während man für feste und flüssige Körper als solchen bekanntlich Wasser größter Dichte annimmt, pflegt man in diesem Fall die Dichte von Luft als Einheit zu wählen, von der man übrigens weiß, daß sie, auf Wasser bezogen, 0,001293 ist. Wohlverstanden, bei allen Arbeiten mit Gasen oder Dämpfen rechnet man, bei der starken Abhängigkeit aller Verhältnisse von den äußeren Umständen, stets als Normalzustand den Zustand bei einem Druck von 760 mm Quecksilber und 0° C. Temperatur. Die Umrechnung auf diesen Zustand ist recht leicht, wenn man berücksichtigt, daß eine Druckänderung von 1 mm Dichte und Volumen um  $\frac{1}{760}$ , eine Temperaturänderung von 1° C. um  $\frac{1}{273}$  ändert.

Die Grundlage für die Molekulartheorie der Gase und Dämpfe ist ja das Avogadro'sche Gesetz, das besagt, daß in gleichen Raumteilen von Gasen und Dämpfen (gleiche äußere Bedingungen selbstverständlich) die gleiche Anzahl Molekeln vorhanden ist. Daraus folgt sofort, daß die Dampfdichte dem Molekulargewicht des Stoffes proportional sein muß; denn in den Volumeneinheiten zweier Gase sind die gleiche Anzahl Molekeln, demnach verhalten sich die Gewichte der einzelnen Molekeln wie die Gewichte der Volumeneinheiten, also Dichten der beiden Gase. Nun wissen wir, daß reines Sauerstoffgas, auf Luft

bezogen die Gasdichte 1,1043 hat, und da eine Sauerstoffmolekel aus 2 Sauerstoffatomen besteht, das Molekulargewicht  $2 \cdot 16 = 32$ ; daraus ergibt sich dann, daß ein Gas von dem Molekulargewicht 1 eine Dampfdichte (auf Luft bezogen) von  $\frac{1,1043}{32} = \frac{1}{28,98}$  haben würde. Bestimmen wir also von einem Stoff die Dampfdichte, so brauchen wir diese nur mit 28,98 zu multiplizieren, um sofort das Molekulargewicht zu erhalten.

Die Verfahren zur Dampfdichtebestimmung sind recht einfach. Man kann es so machen, daß man in einen Glasballon, der in eine feine Spitze ausgezogen ist, etwas von der zu untersuchenden Substanz bringt, sie durch Erwärmung darin verdampfen läßt, so daß der Ballon mit dem Dampf ganz angefüllt ist, ihn dann durch Zuschmelzen verschließt, und wägt. Vorher hat man seinen Raumgehalt durch Auswägen mit Wasser und sein Gewicht bestimmt. Aus diesen beiden Wägungen kennt man sein Gewicht, wenn er mit einem Gase der Dichte 1 gefüllt wäre und kann so aus dem Gewichtsunterschiede die Dichte des in ihm vorhandenen Gases bestimmen. (Methode von Dumas). Oder man wägt sich eine gewisse Substanzmenge ab, wenn der Stoff fest oder flüssig ist, verwandelt sie durch Erwärmung vollständig in Dampf und mißt dann dessen Volumen. Man kennt dann Volumen und Gewicht des Dampfes, und eine einfache Division liefert die Dichte. (Methoden von Gay Lussac, Hofmann, Victor Meyer.) So gibt es noch mehrere. Diese sind also nur anwendbar, wenn es sich um feste oder flüssige Stoffe handelt, die leicht zum Verdampfen gebracht werden können. In anderen Fällen müssen grundsätzlich andere Methoden, von denen es noch eine große Anzahl gibt, in Anwendung kommen, die später einmal besprochen werden sollen.

Fahren wir nun noch zum Schluß in dem obigen Beispiel fort. Nehmen wir an, wir haben die Dampfdichte von Benzol, das bei etwa  $80^{\circ}$  C. siedet, und sich also durch Erhitzung mit Wasserdampf leicht verdampfen läßt, auf Luft bezogen zu 2,693 bestimmt, was also heißt, daß Benzoldampf 2,693 mal so schwer ist wie Luft, so erhalten wir also das Molekulargewicht von Benzol zu  $2,693 \cdot 28,98 = 78,04$ , und daraus können wir entnehmen, daß die Molekularformel  $C_6H_6$  sein muß, was nach den Atomgewichten einem Molekulargewicht von  $6 \cdot 12,00 + 6 \cdot 1,008 = 72,00 + 6,05 = 78,05$  entsprechen würde. Die Übereinstimmung ist also sehr gut. In welcher Art diese Atome untereinander verbunden sind, vermag eine Molekulargewichtsbestimmung natürlich nicht zu unterscheiden. Dazu bedarf es anderer Überlegungen.

---

## Funkentelegraphische meteorologische Stationen

Von B. Thieme

Die drahtlose Telegraphie ist berufen, in der meteorologischen Wissenschaft und den angrenzenden Gebieten eine immer größere Rolle zu spielen. Die Technik der Funkentelegraphie ist heute so weit, daß die Stationen leicht zu bedienen sind und jeder Laie sich schnell mit ihrer Handhabung und Wirkungsweise vertraut macht.

Je nach ihrem Verwendungsgebiet lassen sich transportable und stationäre funkentelegraphische Stationen unterscheiden. Jede Station zerfällt wieder in einen Sender und Empfänger, doch sei vorweg bemerkt, daß für viele Zwecke ein Empfänger allein genügt. Die Einrichtung soll an einer statio-

nären Station beschrieben werden, da sie sich dann für die beweglichen Stationen von selbst ergibt.

Der Zweck von drahtlosen Stationen an meteorologischen Observatorien ist einerseits das gleichzeitige Abgeben von meteorologisch wichtigen Zeichen (Telegrammen) an eine Anzahl interessierter Stellen (Flugstationen, andere Observatorien), andererseits der Empfang dieser Signale von anderen Stationen, die Aufnahme der internationalen Zeit und Wettersignale, sowie die Vornahme luftelektrischer und anderer Messungen mit Hilfe der Funkenstation.

Die Verständigung der Stationen untereinander geschieht gegenwärtig nach dem System der Morsezeichen, d. h. durch Tonsignale, die Punkte und Striche angeben und internationale Bedeutung haben. Zeitsignale können ohne Kenntnis des Morseapparates aufgenommen werden, wenn man die Folge der einzelnen Zeichen in ihrer Bedeutung kennt. Der Morseverkehr selbst und die internationalen Zeichen der Verkehrsregelung sind für den einfachen, langsam vor sich gehenden Observatoriumsverkehr schnell und leicht zu erlernen und auch schon bei geringer Übung zu behalten.

Der Empfang geschieht einfach durch Abhören der Punkte und Striche an einem Telephon, und zwar sind die Zeichen entweder als mehr oder weniger hohe Töne oder bisweilen für meteorologische Zwecke, aus später zu erörternden Gründen, als knatternde Geräusche zu vernehmen.

Die Signale entsprechen den in der Sendestation erzeugten Funkengeräuschen. Die Herstellung von Punkten und Strichen wird durch einen Stromschluß und Stromöffnung bewirkenden Taster erzielt. Somit zerfällt die Bedienung der Stationen in Tast erzeugung und in Abhören der Signale. Bei der Sendestation kommt dann noch die einfach zu erlernende Inbetriebsetzung der Station hinzu.

Eine Anlage für drahtlose Telegraphie besteht aus dem Stationskörper (Sender oder Empfänger), der Antennenanlage, der Erdung. Der Stationskörper wird zumeist fertig geliefert. Der Empfänger ist ein kleiner Kasten, der alle notwendigen Teile enthält. Diese bestehen aus zwei Klemmen zum Anschluß der Antennen- und der Erdleitung. Besondere Isolierungsmaßregeln sind bei bloßen Empfangsanordnungen nicht nötig, ebenso können die Antennen und die elektrischen Metallteile ohne jede Gefahr berührt werden. Die Erdung hierbei kann durch blanken metallischen Anschluß an einen gut geerdeten Blitzableiter oder an eine Wasserleitung geschehen.

Es ergibt sich hieraus, daß die Empfangsanlage recht einfach ist und sehr leicht gehandhabt werden kann. Die Antenne braucht häufig nur aus einem 1½ mm starken blanken Kupferdrahte zu bestehen, der an isolierenden Porzellanringen zwischen zwei hohen Fahnenstangen oder Schornsteinen ausgespannt ist, und von dessen Mitte ein verlöteter Draht zum Apparat, bzw. dessen Antennenklemme, führt.

Für Empfangszwecke, selten auch für Sendezwecke, empfehlen sich auch die sogenannten „Erdantennen“, bei denen die Antenne etwa 1 m über dem Dache oder 2 m über dem Erdboden isoliert verspannt ist, und als einfacher blanker Draht in der Richtung auf die aufzunehmende Station hin über 100 bis 300 m verläuft. Bei einer bestimmten Länge ist für den Apparat bester Empfang. Die Zuleitung zum Apparat ist bei dem an der Station endigenden Teil angeschlossen. Diese Antennen, die das Abhören einer ständigen festen Station erfordern, eignen sich daher besonders für Zeitsignalempfang. In arktischen Gebieten genügt meistens ein Verlegen der Antennenleitung auf dem nackten Schnee. Auf dem Meer nehmen

solche Antennen, auf dem Wasser durch Korken schwimmend gehalten, die Signale nicht auf. Es ist dazu eine ständige Entfernung der Antenne von 1 bis 2 m über dem Wasserspiegel erforderlich, die durch ausgeworfene Fässer erreicht werden kann. Immerhin können sich kleine Expeditionsschiffe damit relativ leicht eine genügend große Antenne zur Aufnahme der Nachrichten der großen Festlandsstationen schaffen.

Der Stationskörper der Sendestation besteht aus den einzelnen Apparateteilen in einem Gehäuse, auf dem die Meßinstrumente, die Regulierkurbeln und die Funkenstrecke befestigt sind. Der Taster zur Abgabe der Morsezeichen befindet sich auf einem darunter befindlichen Tisch, unter dem noch die Antriebsmaschinen stehen. Steht der Strom eines Starkstromnetzes zur Verfügung, so dient ein Motor und eine damit gekuppelte Dynamo zur Umformung dieses Stromes auf die gebräuchliche Spannung der Station von 150 Volt und etwa 500 Perioden einphasigen Wechselstromes. Dieser letztere wird dann in einem Transformator auf Hochspannung (4000 bis 6000 Volt) gebracht. Ist kein Netzanschluß vorhanden, so dient ein Benzinmotor zum Antrieb der stromerzeugenden Dynamo. Derartige Stationen sind in wenigen Minuten zu bedienen.

Die Antennenanlage für Sendestationen erfordert eine etwas größere Sorgfalt in der Isolierung. Die Antenne selbst wählt man geeignet aus drei Drähten, die durch einen Bambusstab in etwa 1 m Abstand voneinander gehalten werden. Die Bambusstäbe selbst werden an je 4 bis 6 sogenannten Eierisolatoren isoliert aufgehängt. Die freien Enden der drei Antennendrähte sind untereinander elektrisch leitend durch Draht verbunden und verlötet. Von der Mitte jedes Drahtes führt wieder je ein Draht zur Station hinunter, doch können sich diese drei Drähte vor dem Eintritt in das Stationshaus miteinander zu einem Draht vereinigen.

Die Einführung geschieht der besseren Isolierung wegen am besten mitten durch eine durchbohrte Fenserscheibe, doch werden auch die mechanisch festeren Durchführungsisolatoren genommen. Zur Windsicherung werden die Zuführungsdrähte von der Hauswand aus noch einmal über Eierisolatoren festgehalten, so daß auf die Fensterscheibe kein mechanischer Zug ausgeübt werden kann.

Die Sendeantenne kann auch zum Empfang benutzt werden, doch muß dann während des Sendens (wie auch bei getrennter Sende- und Empfangsantenne) der Empfänger abgeschaltet, und der Detektor entfernt werden.

Die Erdung ist bei den Sendestationen möglichst direkt, mit großen Erdberührungsflächen, ohne Zwischenschaltung einer Wasserleitung (oder gar Gasleitung) auszuführen; jedoch kann eine Wasserleitung oder der Blitzableiter als zweite oder dritte Erdung zur Sicherheit benutzt werden. Die Zuleitung von der Station zur Erde soll möglichst kurz sein. Für die Leitungen wird ein etwa 8 bis 10 mm starkes Kupferrohr genommen. Ein Gleiches dient innerhalb des Hauses für die Antennenführung vom Fenster zur Station.

Für einige meteorologische Stationen wird sich die Unterbringung der Funkenanlage in einiger Entfernung vom Observatorium empfehlen, damit die Messungen (z. B. der Windstärken) nicht durch die Antennenanlagen oder durch das Motorgeräusch gestört werden. Es genügt ein kleines Häuschen mit zwei Kammern, eine für die Maschine, eine für die eigentliche Station. Diese Kammern müssen gut gegen Bodenfeuchtigkeit geschützt sein.

Eine nur Empfangszwecken dienende Station kann stets im Observatorium selbst untergebracht werden.

Es fragt sich nun, welchen Nutzen die meteorologischen Stationen aus ihren Funkenanlagen ziehen können. Der allgemeine Zweck ist natürlich, behufs schnelleren Nachrichten- und Beobachtungsaustausches in Verbindung mit anderen Funkenstationen zu treten, seien sie nun für rein meteorologische oder andere Zwecke bestimmt, doch kann auch das mit einer Sendestation versehene Observatorium selbst zu einem Nachrichtenmittelpunkt, insbesondere für die praktischen Benutzer, die Luftfahrer, werden. Es sei hier angeführt, was Herr Admiralitätsrat Prof. Dr. Kohlschütter u. a. auf der Internationalen Zeitkonferenz zu Paris im Oktober 1912 bemerkte: „Durch die Verbreitung der (Zeit-) Signale über die ganze Erdoberfläche wird es allen meteorologischen, seismologischen, erdmagnetischen und ähnlichen Instituten möglich gemacht, ohne eigene Zeitbestimmungen die richtige Zeit zu haben. Sie haben dadurch eine wesentliche Zeitersparnis und Arbeitserleichterung. Dasselbe gilt auch für Expeditionen, die zu derartigen Zwecken ausgesandt werden. Einen ganz besonderen Vorteil werden jedoch reisende Geographen und Erkundungsexpeditionen, die geographische Ortsbestimmungen auszuführen haben, von derartigen Signalen ziehen, denn bisher konnten in unvermessenen Ländern Bestimmungen der geographischen Länge nur durch Mondbeobachtungen ausgeführt werden, die zu ihrer Auswertung umständlicher Rechnung bedürfen. Schließlich werden für die höhere Geodäsie Vorteile aus einer internationalen Organisation der Zeitsignale erwartet. Die Bewegung der Erdachse, die bisher nur durch Breitenbestimmungen verfolgt werden konnte, wird sich mit Hilfe der funkentelegraphischen Signale auch in ihrer Wirkung auf die Änderungen der Längendifferenz zweier Beobachtungsorte untersuchen lassen“.

Hieraus erhellt zur Genüge der gemeinsame wissenschaftliche Vorteil zahlreicher beobachtender Funkenstationen.

(Schluß folgt)

## **Der Kompaß in der Entwicklung unserer Kultur**

Nach einem Vortrag im Hörsaal der Treptow-Sternwarte

Von Dr. A. Nippoldt

(Schluß)

Überlegen wir, was denn an dem Magneten besonders mystisch wirken konnte, so sind es das Anziehen von kleinen Eisenteilchen und das Einstellen eines frei beweglichen Magneten in eine ganz bestimmte Richtung. Ersteres muß sehr bald nach Eintritt der Eisenzeit bemerkt worden sein, nämlich, sobald eben Eisenteilchen vorhanden waren, die in die Nähe eines natürlichen Magneten kommen konnten, und solcher finden sich fast in jeder Eisenmine. Die Entdeckung der Richtkraft erforderte erst die Erfindung einer geeigneten Aufhängung und ist also sicher jünger. Sie fiel dann ganz von selbst der Gelehrtenkaste zu. Deren Hauptaufgabe war es, astronomische Beobachtungen anzustellen; ihnen konnte es nicht entgehen, daß sie den eben entdeckten Urkompaß vorzüglich dazu gebrauchen konnten, die für so viele heilige Handlungen wichtige Ostrichtung zu finden, und zwar viel einfacher als durch astronomische Verfahren.

Wir haben schon erwähnt, daß die Chinesen in diesem Sinn den Kompaß verwendeten, um Tempel auszurichten. Wir werden sogleich sehen, daß dies auch in der christlichen Kirche der Fall war. Spärlich aber sind die bis jetzt gehobenen Angaben über eine sakrale Verwendung des Kompaß im europäischen Altertum,

obwohl schon Albertus Magnus die Ansicht vertrat, daß die Nordweisung des Magneten zu Zeiten Aristoteles (350 v. Chr.) bekannt gewesen sei. Bekannt sind auch verschiedene Hinweise auf Erzstatuen (z. B. der Arsinoë)<sup>1)</sup>, die in Tempeln unter einem Magneten schwebend gewesen sein sollen. Die Vorstellung, daß dies ohne jede Unterstützung frei im Raume möglich gewesen sei, läßt sich vom physikalischen Standpunkt aus nicht halten. Liegt etwas Wahres zugrunde, dann werden jene Statuen wohl an einem der allgemeinen Masse nicht sichtbaren Faden oder Haar gehängt haben. Doch sind wir in der glücklichen Lage, ähnliche solcher Körper heute noch im Louvre zu Paris überkommen zu haben. Es sind sogenannte „mystische Augen“; über sie berichtet 1849 Duteil<sup>2)</sup>. Sie bestehen aus Eisenglanz und ahmen die Form des menschlichen Auges nach; ihre magnetische Achse liegt so, daß der Stein, wenn man ihn an einem Faden ohne Torsion aufgehängt dächte, mit dem Augapfel nach Osten deutete. Duteil erwähnt auch, daß am Sarge des Petemenon eine solche Aufhängung mystischer Augen abgebildet sei. So vereinzelt diese Angabe bisher noch dasteht, ist sie doch immerhin ein Hinweis auf eine sehr frühe Kenntnis der Richtkraft des Erdmagnetismus im Altertum, und es lohnt sich wohl, diese Spur weiter zu verfolgen.

Wir können diese Betrachtungen über die sakrale Verwendung des Kompaß nicht abschließen, ohne der vielversprechenden Arbeiten H. Wehners<sup>3)</sup> zu gedenken, in denen er nachzuweisen versucht, daß auch in der christlichen Kirche der Kompaß mindestens bis in das älteste Mittelalter zurück zur Ausrichtung der Kirchenachsen benutzt worden ist, da dieser Gedanke sowohl für die Wissenschaft vom Erdmagnetismus als auch die kirchliche Archäologie von größter Bedeutung zu werden verspricht.

Schon der römische Städte-, Tempel- und Felderbau richtete sich nach einem genau rechtwinkligen Plannetz, das auf Grund astronomischer Messungen mit Hilfe der „Groma“ nach den Haupthimmelsrichtungen ausgerichtet wurde. Der Aufgang der Sonne scheint dabei das Maßgebende gewesen zu sein, mithin von allen Punkten der Ostpunkt als Ausgangspunkt gedient zu haben; daher bezeichnet man noch heute das Zurechtfinden bezüglich der Richtung als „orientieren“. Auch die christlichen Kirchen, wenn wir von denen der neuesten Zeit absehen, sind alle orientiert, d. h. die Ostrichtung ist für sie entscheidend. Es zeigt sich das, indem alle den Hauptchor nach Osten besitzen. Doch ist auch wieder bekannt, daß die Ostrichtung nicht streng innegehalten wird. Wehner erklärt dies damit, daß bei der Grundlegung der Kompaß als Richtungsgeber benutzt worden sei. Ist dem so, so muß bei Unkenntnis der magnetischen Deklination die Kirchenachse die magnetische Ostrichtung und nicht die astronomische einhalten, womit sich die Ungenauigkeit der Achsenlage einfach erklären würde. Die magnetische Deklination ist jedoch nicht konstant, sondern zeigt Änderungen, vor allem die sogenannten säkularen, auf die es hier besonders ankommt. Wir kennen diesen säkularen Gang bis etwa zum Jahre 1500 zurück so genau, daß wir eine Formel dafür ableiten können. Hat eine Kirche eine zu messende Abweichung gegen die Ostrichtung, so ist diese gleich der magnetischen Deklination zur Zeit ihrer Grundlegung, und wir können aus jener

<sup>1)</sup> Plinius, Hist. nat. XXXIV, p. 42, und P. Foissac-H. Ernsmann, Meteorologie. Leipzig. 1859. S. 174. — Fr. Reinzer, Meteorol. Philos.-pol. Augsburg. 1712. S. 389.

<sup>2)</sup> Pogg. Ann. d. Phys. 76. Nr. 2. S. 302—304. 1849.

<sup>3)</sup> H. Wehner, Das Weltall. 1905.

Formel derart das wahrscheinliche Baudatum ermitteln, was architektur- und kulturgeschichtlich in einzelnen Fällen von großer Bedeutung sein kann. Umgekehrt können wir aber auch aus Kirchen bekannten Baujahres neue Werte für unsere Säkularkurve bekommen, was wieder für den Erdmagnetiker von hohem Werte wäre.

Wehner kann in der Tat für das Jahr 1516 die Benutzung des Kompaß für beregten Zweck dartun. Aus diesem Jahr zitiert er eine Schrift, in welcher es heißt: „So du wildt ein Khor an das Hochwerkh anleg, wo er stehn sol, der abmerckung, der sonen aufgang, so nimb ein Khumbast, setz den auf ein winkelmaß, vnd laß den magnad auf die mitdaglinie stehn usw.“ Im übrigen sucht er den Beweis dadurch zu führen, daß er die Übereinstimmung des errechneten mit dem wahren Baudatum dartut. Die Liste seiner Kirchen habe ich auf eine andere Weise geprüft, indem ich das Gesamtbild der Verteilung der magnetischen Deklination in Deutschland, wie es heute ist, mit dem verglich, das sich aus seinen Kirchenachsen ergibt, und man kann danach sagen, daß der Gedanke, wenigstens für die Zeit bis 1100 herum eine große Wahrscheinlichkeit für sich hat. Soweit reicht nämlich die Möglichkeit einer magnetischen Kontrolle. Bestätigt er sich aber hier, so kann man mit ihm wenigstens als Hilfsmittel weiter arbeiten, wie weit, das muß die Zukunft lehren; er selbst verfolgt seinen Gedanken bis ins dritte Jahrhundert n. Chr. zurück.

Es ist nicht notwendig, daß der Gebrauch des Kompaß beim Kirchenbau in Form einer heiligen Handlung geschah, sicher ist nur, daß er, in der Straßburger Bauhütte zum wenigsten, als ein Zunftgeheimnis gehalten wurde. Das Geheimhalten ist im Mittelalter das einzige Mittel gewesen, das geistige Eigentum einer einzelnen Person oder eines Berufszweiges gegen fremde Ausbeute zu sichern. Dies ist der eine Grund, warum im frühen Mittelalter so wenig über die Verwendung des Kompaß in den Gewerben verlautet, obwohl er kaum geringer gewesen sein wird, als zu Beginn der Neuzeit, denn die Kunst, auf astronomisch-geodätischem Wege Richtungen zu bestimmen, war nur den wenigen und schwer zu erreichenden Gelehrten geläufig, während der Kompaß auf eine einfache, jedem Handwerksmeister verständliche Weise eine Ausgangsrichtung gab. Ähnlich erklärt auch Schück das scheinbar späte Auftreten des Kompaß in der Seefahrt. Der andere Grund war das Fehlen der Buchdruckerkunst zu jenen Zeiten.

Schück <sup>1)</sup> kommt sogar auf Grund seiner Kenntnisse als Seemann zu der Anschauung, daß auch die Normannen auf ihren Fahrten von Norwegen über die Shetlands und Faröer nach Island und weiter nach Westen sich eines Hilfsmittels bedient haben müssen, das dasselbe leisten mußte, wie ein Kompaß, und zwar wäre das schon für die Reisen im IX. Jahrhundert anzunehmen, denn damals hatten diese Fahrten schon durchaus den Charakter planmäßiger Schifffahrt auf dem schnellsten Weg, durchaus nicht mehr den eines blinden Segelns auf gut Glück. Als sicher ist anzunehmen, daß sie, als sie überhaupt den Kompaß annahmen, ihn in der auch im übrigen Europa ältesten Form des Schwimmpompaß mit natürlichem Magneten benutzten, denn sie gaben ihm den Namen „Leidarstein“ (noch heute im englischen „Loadstone“ fortlebend), der Leitstein. Von den Überlieferungen, die wir über die Hilfsmittel der Normannen bezüglich ihrer Steuerkunst besitzen, weist Schück im einzelnen nach, daß sie zu diesem Zweck nach fachmännischem Urteil ganz unbrauchbar sind.

<sup>1)</sup> Archiv f. d. Gesch. d. Naturw. 3. 217—139, 1910; 4. 40—78, 1911.



Haben sie den Kompaß gekannt, wofür ein direkter Beweis allerdings noch nicht erbracht ist, so kann ihnen die Kunde nicht etwa unmittelbar aus den Mittelmeerländern gekommen sein, denn dort erschienen sie erst um die Mitte des XI. Jahrh., und es wird R. Hennig recht haben, der die Einwanderung des Instruments über das heutige Rußland annimmt. Dieser Forscher denkt besonders an China als das eigentliche Ursprungsland, was ja auch möglich sein kann. Nach dem, was wir aber über die frühe Berührung der chinesischen Kultur mit der Babylonischen wissen, darf man die Möglichkeit nicht aus dem Auge verlieren, daß die gemeinsame Wiege aller Kompaßformen im Zweistromland zu suchen ist.

Es ist das die Vorstellung, die ich als einen neuen Wegweiser für die weitere Forschung als Ergebnis des hier nur in Auszügen gegebenen Überblicks über das Werden des Kompaß in unsere wissenschaftliche Arbeit einführen möchte. Durchsuchen wir doch einmal planmäßig die ägyptischen und babylonischen Inschriften auf die Vorläufer des Kompaß hin! Soweit man sich seither deren Entzifferung widmete, hat man jene mit historischem Inhalt aus begreiflichem Interesse besonders bevorzugt, die technischen Inhalts aber nur spärlich studiert, fast nur in Bezug auf Chronologie, Astronomie und Medizin. —

Hiermit wollen wir unsere Betrachtungen schließen, ohne behaupten zu können, die gesamte kulturelle Bedeutung des Kompaß umfaßt zu haben. Reich ist noch seine Einwirkung auf die niedere Landmesserei, die Fortifikationslehre, das Kunsthandwerk und vor allem auf die Entwicklung unserer Kenntnis vom Erdmagnetismus. Möge doch ein Jeder, der auf seinem Sondergebiete geschichtliche Studien vornimmt, auch unserem kleinen Instrumente seine Aufmerksamkeit zuwenden. Es hat bei vielen Arbeiten dem Menschen getreulich geholfen und so sein Interesse ehrlich verdient.

### Kleine Mitteilungen

**Neue Bestimmungen der Solarkonstante.** In den Proceedings of the National Academy of Sciences (1, 331, 1915) berichten die Herren C. G. Abbott, F. E. Fowle und L. B. Aldrich über neue Untersuchungen, die sie zur Bestimmung der Solarkonstanten der Strahlung, d. h. der auf die Flächeneinheit außerhalb der Erdatmosphäre auftreffenden Sonnenstrahlungsmenge, angestellt haben. Die Messungen wurden nach dem Verfahren von S. P. Langley ausgeführt, das darin besteht, die Energieverteilung im Sonnenspektrum bei verschiedener Sonnenhöhe zu messen, den Durchlässigkeitskoeffizienten der Atmosphäre aus diesen Werten zu berechnen und hieraus schließlich die Energiekurve außerhalb der Atmosphäre abzuleiten. Als Meßinstrument diente das Bolometer, dessen Angaben durch an jedem einzelnen Messungstage wiederholte Eichung nach ihrerseits geeichten Pyrheliometern auf 15<sup>o</sup>-Kalorien per Quadratcentimeter und Minute reduziert wurden. Es wurde an folgenden vier Orten beobachtet: in Washington (127 m ü. M.), auf Mount Wilson, California (1730 m ü. M.), auf dem Mount Whitney, California (4420 m ü. M.), und in Bassour, Algerien (1160 m ü. M.). Die Messungen, fast 1000 an der Zahl, erstrecken sich über die Jahre 1913 und 1914. Als Mittelwert ergab sich aus sämtlichen Messungen der Wert 1,93 kal/cm<sup>2</sup>/min. Die großen örtlichen und zeitlichen Unterschiede der Temperatur, des barometrischen Druckes, der Luftfeuchtigkeit, der Klarheit der Luft beeinflussten natürlich die einzelnen Intensitätsmessungen und die ermittelten Durchlässigkeitskoeffizienten stark, übten indessen auf die gefundenen Werte der Solarkonstanten keinerlei Einfluß aus. Dieser Umstand wird von den genannten Forschern als kräftiger Beweis für die Zuverlässigkeit des von ihnen benutzten Verfahrens angesehen. Auch eine Reihe anderer Tatsachen sprechen für die Güte des von den genannten Herren gefundenen Mittelwertes. So fand Herr Fowle, daß die auf dem Mount Wilson gefundenen Durchlässigkeitskoeffizienten sich sehr gut der Rayleighschen Theorie der Zerstreuung in der Atmosphäre anpassen, wenn man von dem Spektralgebiete abzieht, in welchem die Atmosphäre viele Absorptionslinien und -banden aufweist. Aus seinen Durchlässigkeitswerten errechnete Herr Fowle

für die Anzahl der im Kubikzentimeter Luft bei normalen Druck- und Temperaturverhältnissen enthaltenen Moleküle den Wert  $(2,70 \pm 0,02) \cdot 10^{19}$ , während Millikan auf völlig anderem Wege zu dem Werte  $(2,705 \pm 0,005) \cdot 10^{19}$  gelangt war. Gleichzeitige Bestimmungen der Solarkonstanten auf dem Mount Wilson und in Bassour zeigen übereinstimmend eine unregelmäßige Veränderlichkeit der Sonne von einem Tage zum andern. Diese Veränderlichkeit ist kürzlich von den Verfassern durch Untersuchungen über die Helligkeitsverteilung längs des Sonnendurchmessers unabhängig bestätigt worden. Diese letztgenannten Beobachtungen lassen Veränderungen in der Helligkeit der Sonnenstrahlung sehr eng anschließen. Die somit unabhängig als tatsächlich festgestellte Veränderlichkeit der Sonnenstrahlung spricht zu Gunsten der Genauigkeit der Messungen der Solarkonstanten; sind doch gerade durch diese Messungen die erwähnten unregelmäßigen Schwankungen von 1 bis 5 v. H. (in ganz seltenen Fällen von 10 v. H.) erstmalig aufgefunden worden. Gegen die Gültigkeit des von den Verfassern gefundenen Wertes für die Solarkonstante und für einen weit höheren Wert, etwa 3,5 bis 4 Kalorien auf das Quadratcentimeter in der Minute, wird von anderer Seite u. a. ins Treffen geführt, daß die Durchlässigkeit der Atmosphäre bei niedrigem Sonnenstande, wie sie von den Verfassern in Rechnung gesetzt worden ist, zu hoch sei und mit der Durchlässigkeit einer Atmosphäre von konstanter Durchlässigkeit nichts zu tun habe. Ferner hätten. Um diesen Einwänden zu begegnen, wurden am 20. und 21. September 1914 auf dem Mount Wilson von Sonnenaufgang bis 10<sup>h</sup> dauernd Beobachtungen angestellt. Die Messungen wurden auf Grund der von Bemporad angegebenen Formeln und Tabellen für die Luftmasse reduziert. Da diesen die Annahme gleichmäßiger Beschaffenheit der Atmosphäre in allen Schichten zugrunde liegt, mußten gewisse von Wellenlänge zu Wellenlänge verschiedene Korrekturen angebracht werden, die von dem Absorptionskoeffizienten des in den unteren Schichten vorhandenen Wasserdampfes abhängen. Die Untersuchungen von Fowle über die Durchlässigkeit des Wasserdampfes ermöglichen die Berechnung dieser Korrekturen. Es zeigte sich nun, daß an beiden Versuchstagen die Durchlässigkeit der Atmosphäre von Sonnenaufgang bis 10<sup>h</sup> merklich konstant blieb, also die von gegnerischer Seite behauptete Abnahme nicht aufwies. Die für die Solarkonstante ermittelten Werte waren völlig unabhängig von der durchstrahlten Luftschicht. Die an diesen beiden Tagen bestimmten Werte liegen sämtlich zwischen 1,90 und 1,95 kal/cm<sup>2</sup>/min. Die Verfasser glauben zu dem Schlusse berechtigt zu sein, daß ihre früheren Ergebnisse jedenfalls nicht dadurch zu klein geworden sein können, daß während der Zeit, in der sich die Sonne weniger als 15° über dem Horizont befindet, keine Beobachtungen angestellt worden sind. Am 11. Juli 1914 wurde dann ein Pyrheliometer in unbemanntem Ballon aufgelassen, und zwar bis zu einer Höhe von etwa 24 km. Mit dieser Einrichtung wurden eine Stunde lang, und zwar während der besten Werte ergaben im Mittel 1,84 kal/cm<sup>2</sup>/min. Der Barometerdruck in den größten Höhen betrug 3 cm Hg, also rund  $\frac{1}{25}$  des an der Erdoberfläche herrschenden. Fügt man zu dem ermittelten Werte für die Solarkonstante noch etwa 2 v. H., um die in der Atmosphäre oberhalb 24 km zerstreute und absorbierte Strahlung zu berücksichtigen, so gelangt man zu einem Werte von 1,88 kal/cm<sup>2</sup>/min. Dieser Wert stimmt somit ausgezeichnet mit den sonstigen von den genannten Forschern ermittelten überein. Die Ballonversuche wurden in Gemeinschaft mit dem United States Weather Bureau angestellt. Die höchsten zuverlässigen Werte für die Solarkonstante, welche die Verfasser aus ihren Beobachtungen erhalten haben, sind, auf mittlere Sonnenentfernung und Zenitstand der Sonne reduziert, in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

| Station            | Höhe ü. M. | Barometer | Strahlung | Beobachter                |
|--------------------|------------|-----------|-----------|---------------------------|
| Washington         | 127 m      | 75 cm     | 1,58      | Kimball                   |
| Mt. Wilson         | 1 730 "    | 62 "      | 1,64      | Abbot                     |
| Mt. Whitney        | 4 420 "    | 45 "      | 1,72      | Abbot                     |
| Bemannter Ballon   | 7 500 "    | 30 "      | 1,755     | A. Pappler                |
| Unbemannter Ballon | 24 000 "   | 3 "       | 1,84      | (Smithsonian Institution) |

I k l é.

**Erklärung der Luft-Drainage.** Mit diesem Ausdruck bezeichnet man „gewisse Züge atmosphärischer Luftzirkulation unter besonderer Berücksichtigung des Auftretens von Frost in klaren, ruhigen, kühlen Nächten in Gegenden mit hügeliger Oberfläche“.

Man sagt auch: „Die durch Berührung mit der Erdoberfläche oder der Vegetationsdecke abgekühlte Luft der höheren Abhänge, die ihrerseits durch die Ausstrahlung unter klarem Himmel abgekühlt sind, strömt den Abhang hinab, wie flüssiges Wasser auf eben diesem Abhange nach unten abfließen würde.“ Diese Auffassung ist unangebracht nach Fred Marvin „Das Wetter“ 1915, S. 124, in der Anwendung auf die Luftzirkulation während der Nachtzeit in Gegenden aus Hügel und Tal, wie sie zu Obstanlagen und gärtnerischen Zwecken dienen.

Luft-Drainage an einem Bergabhang erfolgt nicht wie das Hinabfließen von Wasser an demselben Hang, denn 1. Luft ist ein komprimierbares Gas und seine Fließbewegung steht unter dem Einfluß thermodynamischer Faktoren und der Schwere, während diejenige des Wassers, einer nicht komprimierbaren Flüssigkeit, nur durch die Schwere bestimmt wird.

2. Wasser kann vollkommen wegfließen und den vorher von ihm eingenommenen Raum leer lassen (von Wasser), Luft kann aber auf einem Bergeshang nur den Platz wechseln gegen eine andere Luftmasse und dies nur unter besonderen, bestimmten Bedingungen.

Der wassergleiche Abfluß von abgekühlter Oberflächenluft längs des Abhanges kann auch nicht den einen Teil des Tales warm halten und doch das ganze Tal unterhalb dieser Höhenschicht mit viel kälterer Luft anfüllen.

Man denke sich ein gewöhnliches weites Tal in hügeliger bewegter Landschaft mit verhältnismäßig steilen Flanken, ebener und doch leicht geneigter Sohle, wie es schon zum Abfluß des im Tale abfließenden Flusses nötig ist.

In klaren, stillen Nächten füllt sich ein solches Tal bis zu einer beträchtlichen Höhe mit einer großen flußähnlichen Masse kalter Luft an. Am Grunde ist die Temperatur am niedrigsten, sie steigt etwas in mittleren Lagen und ist am höchsten an der Oberfläche des Luftstromes, während sie oberhalb desselben mehr oder weniger rasch mit der Zunahme der Erhebung abnimmt. Es waltet hier eine lokale Luftzirkulation, welche während der Nachtzeit einen tiefen Strom kalter Luft hervorbringt und aufschichtet.

Es findet nun ein träger Abfluß des gesamten Stromes kalter Luft talabwärts in dieser beinahe ebenen Talsohle statt zum Meere. Dieser träge Abfluß ist annähernd gleichzusetzen dem Fließen des Wassers. Ähnlich erfolge an Nachmittagen und früh abends bei noch warmer Oberflächenluft und noch nicht streng nichtadiabatischem oberflächlichen Temperaturgradienten an den steileren Hängen ein Abfluß abkühlender Oberflächenluft.

Zum Verständnis der Bildung des kalten Luftstromes gehört eine Darstellung der Luft in und über dem Tale während des vorhergehenden Tages und des adiabatischen Verhältnisses der Lufttemperaturen.

Während eines hellen, sonnigen Tages mit geringem Wind oder Windstille ist, praktisch genommen, die freie Luft in einer Höhe von 1—2000 Fuß in einem adiabatischen Gleichgewichtszustand, d. h. ihre Temperatur fällt annähernd um  $1^{\circ}\text{C}$  pro 100 m Erhebung. In diesem Verhältnis kühlt sich nämlich eine Masse erwärmter Luft oder Dampf ab bei ihrem Aufsteigen in die freie Luft, ihrer Ausdehnung und Arbeitsleistung durch Beiseitdrängen der umgebenden Luft. Dabei erfolgt keine Kondensierung von Wasserdampf und kein Gewinn oder Verlust von Wärme an die Umgebung.

Wird die mit der erwärmten Erdoberfläche und Vegetation in Berührung befindliche Luft im Verhältnis zur Luft der Umgebung überhitzt, so steigt sie empor, kühlt sich im adiabatischen Verhältnis ab und kommt wahrscheinlich an einem hochgelegenen Punkt zur Ruhe, sobald ihre eigene Temperatur identisch ist mit der der Umgebung. Hat nun an einem hellen, sonnigen Tage mehrere Stunden lang diese konvektive Zirkulation andauert, so erhält ein großer Teil der freien tieferen Schichten eine beträchtliche Temperaturerhöhung und erreicht beinahe oder ganz den adiabatischen Gleichgewichtszustand. Dieser ist aber ein Ausnahmefall und ist beschränkt auf die beteiligte Luftmasse und die Zeitdauer der gegebenen Bedingung.

In Wirklichkeit wirkt aller Einfluß auf die Temperatur der Luftmassen der Erreichung des adiabatischen Verhältnisses der Temperaturen entgegen und der nichtadiabatische Zustand ist die Regel. Die Luft in den oberen Schichten der nichtadiabatischen Atmosphäre ist potentiell übererwärmt, in den tieferen Schichten derselben aber zu kalt, um in adiabatischem Verhältnis zu stehen. In der nichtadiabatischen Atmosphäre wirkt die wärmere Luft der oberen Schichten wie eine Decke und hindert das Aufsteigen der tieferen, nur mäßig erwärmten Luftschichten, die kältere Luft wirkt dagegen wie ein Fußboden und hindert wieder den Abstieg der leicht abgekühlten Luft von oben.

Wenden wir nun diese thermodynamischen Grundsätze auf die Luftbewegung auf den Berg- und Talhängen an, so ergibt sich folgendes: „Die Funktion des Berghanges in Verbindung mit der Erscheinung der Luft-Drainage ist einfach die eines abkühlenden Einflusses. Verständlicher wird

uns dieses bei Berücksichtigung der Temperaturen der Erdoberfläche und der freien Luft und des abkühlenden Einflusses der Strahlung.

Die freie Luft über dem Tal könnte vielleicht während sonnenscheinreicher Spätnachmittage das adiabatische Gleichgewicht erreichen, selten oder niemals aber die Oberflächenschichten an den Abhängen, welche infolge der starken Oberflächenerwärmung zeitweilig eine zu hohe Temperatur haben, welche möglicherweise höher sein kann als die der angrenzenden freien Luft in der gleichen Erhebung.

Mit dem Sinken und Untergang der Sonne setzt die Abkühlung der Erdoberfläche ein, hört ganz oder teilweise der konvektive Aufstieg erwärmter Luft auf. Nun ist die gesamte Masse völlig freier Luft verhältnismäßig warm und beinahe in adiabatischem Zustand. Diese freien Luftmassen verlieren in diesem Zustand ihre Wärme nur durch die langsame Gasstrahlung, während die Ausstrahlung des Bodens und der Vegetationsdecke viel schneller vor sich geht. Daher verlieren die oberflächlichen Gasschichten auf den Abhängen und in den Tälern ihre Wärme sehr rasch und sind bald zu kalt, um mit der freien Luft in adiabatischem Zustand sein zu können. Sind die Bedingungen der Bodendecke und andere Verhältnisse dieselben, so ist, praktisch genommen, der Grad der Abkühlung durch Ausstrahlung der oberflächlichen Luft vom oberen Rand bis zum Boden des Abhanges der gleiche. Am Grunde desselben ist die Oberflächenluft relativ kälter als die oberflächliche Luft höher hinauf.

Nach Beobachtungen auf Mount Weather ist die Oberflächenluft auf der Höhe des Kammes potentiell wärmer als die weiter talabwärts oder im Talgrunde, besonders beim Eintritt der Nacht. Um diese Zeit ist tatsächlich auf kurze Zeit die gesamte Oberflächenschicht der Luft auf dem Abhang von oben bis unten von fast gleicher Temperatur.

Nach diesen Erwägungen ist die Luft-Drainage auf einem Berghang sehr unähnlich dem Abfluß von Wasser auf dem gleichen Hange. Praktisch genommen bleibt die durch Berührung mit dem Boden und der erkaltenden Vegetationsdecke abgekühlte oberflächliche Luft am Grunde des Tales, kühlt sich immer mehr während der Nacht ab und verringert ihr Volumen. Die nicht in Berührung mit kühlen Oberflächenkommenden Schichten freier Luft unmittelbar über der Vegetationsdecke und der kalten Oberflächenluft am Grunde des Tales bleiben verhältnismäßig warm, denn solche freie Luft kühlt sich durch Ausstrahlung nur sehr langsam ab. Diese relativ warme freie Luft grenzt auf beiden Seiten des Tales an die kalte und an kühle Oberflächenschichten in gleichen und etwas höheren Lagen und es setzt ein konvektiver Austausch dieser Luftmassen ein mit dem Auftreten kleiner Unterschiede in der Dichte. Es fließt allmählich fast horizontal oberflächliche Luft von den Abhängen ab und als Ersatz strömt die warme freie Luft auf die Abhänge, wird durch Berührung mit deren Oberfläche abgekühlt und wird dann wieder ersetzt durch die angrenzende warme freie Luft. Dieser Austausch zwischen der kühlen Oberflächenluft in Berührung mit dem Bergabhang und warmer angrenzender freier Luft geht in jeder der folgenden höheren Schichten vor sich.

Es wirkt jedes Blatt, jeder Zweig oder Grashalm usw., dem Himmel frei ausgesetzt, als ein langsam abkühlendes Agens für die kleinen Teile direkt benachbarter Luft. Die entstehende Mischung an den Trennungsflächen dieser Abflußströme erwärmt mit Hilfe dynamischer Erwärmung die kühlere Luft, kühlt wärmere ab und sucht die Bewegung aufzuheben. Dabei ist die Mitteltemperatur der Mischung niedriger als die der umgebenden Luft und so geht der Luftaustausch weiter fort. Der abkühlende Bergabhang zerstreut die zugebrachte Wärme und unterhält durch Zufuhr neuer Massen immer kälterer Luft den Kreislauf.

Zuweilen wird während des Nachmittags oder frühen Abends die Luft an der Bodenoberfläche hoch oben am Hange wärmer sein als die angrenzende warme Luft und dann wird die warme Oberflächenluft konvektiv mit der angrenzenden kühlen freien Luft wechseln und so wird die Abkühlung der Oberflächenluft auf dem oberen Teil des Hanges zeitweise schneller erfolgen.

Der abkühlende konvektive Luftaustausch hört auf, sobald die Temperatur dieser Oberflächenluft gleich der der angrenzenden freien Luft in fast gleicher Erhebung geworden ist. Sinkt dann wieder die Temperatur der Oberflächenschichten unter die der freien Atmosphäre, so tritt ein ähnlicher Austausch in umgekehrter Richtung ein.

Das warme freie Luftmeer wirkt in der Nacht gegenüber den Talgehängen als ein großes Wärmereservoir, welches durch den konvektiven Austausch die Temperatur der angrenzenden Talgehänge erhält und das Fallen der Temperatur infolge des Wärmeverlustes durch nächtliche Ausstrahlung unter klarem Himmel verhütet. Der entgegengesetzte Fall tritt ein am Boden des Tales, da konvektiver Austausch unmöglich ist oder die zu geringe freie Luft keinen erheblichen Schutz bieten kann. Diese Luftzirkulation ist allmählich des Nachts der stagnierende Abfluß oder die see-

baren Beweis davon haben die genauen Versuche von Eötvös gegeben, auf die bei anderer Gelegenheit einmal eingegangen werden soll.

Die gesamte Entwicklung der Mechanik, die ja ihren idealsten Ausdruck in der Himmelsmechanik gefunden hat, knüpft an Newton an, und es war immer der Grundsatz der Naturwissenschaft, alle Gesetze anderer Gebiete auf mechanische, als die idealen, zurückzuführen. Es traten dabei aber nun gewisse eigenartige Schwierigkeiten auf, besonders seit der Zeit, als die Elektrodynamik immer mehr an Bedeutung zunahm, und seitdem die Wellenoptik weiter ausgebaut wurde. Gleichzeitig damit traten auch andere Bedenken auf. Es blieb eigentlich immer unklar und unverständlich, wie die Übertragung der Kraftwirkung bei der Gravitation vor sich ging. Es ist der einzige Fall einer Kraft, der man eine unendlich große Fortpflanzungsgeschwindigkeit zuschreiben muß. Sie ist eine Fernwirkung, ohne daß man weiß, daß ein Stoff — für die Optik und Elektrodynamik tut das ja der, allerdings auch nur hypothetische Lichtäther — sie fortleitet, und man kann sich auch keinen Stoff konstruieren, der die notwendigen Eigenschaften haben könnte. In jenen beiden anderen Gebieten haben dagegen die Arbeiten von Faraday und Maxwell durch die Einführung der Kraftlinien gezeigt, daß eine Nahewirkungstheorie, die der menschlichen Vorstellung viel mehr zusagt<sup>1)</sup>, zu den fruchtbarsten Folgerungen führt. Damit beginnt die Zeit, wo das alte mechanische Weltbild allmählich verlassen wird, um einem elektrodynamischen — zu diesen gehört auch das elektronentheoretische — Platz zu machen. Aber die Gravitation mußte man, bewußt oder unbewußt, draußen lassen, und für sie fand sich an keiner Stelle der Nahewirkungstheorien ein Platz. Für sie blieb die alte mechanische Theorie bestehen, und Schwierigkeiten traten trotz dieses nicht sehr erfreulichen Zustandes nicht auf. Man wußte wohl, daß auch bei der Gravitation noch alles nicht so ganz stimmte, so ließ sich z. B. trotz aller möglichen Annahmen eine genaue Bahnbestimmung des Merkur, die mit den Beobachtungen völlig in Übereinstimmung war, nicht erhalten, aber man sah das gewissermaßen nur als Schönheitsfehler an.

Aber auch in der neueren Elektrodynamik, worin alles das zusammengefaßt ist, was wir als Physik des Äthers bezeichnen können, herrscht nicht völlige Ordnung. Einer der wichtigsten Versuche, der Michelsonsche, der aber dringend einer sorgfältigen verbesserten Wiederholung bedarf, wies nach, daß die Lichtgeschwindigkeit, wie wir sie auf der Erdoberfläche messen können, unabhängig von der Bewegung der Erde ist, was mit den theoretischen Annahmen in keiner Weise in Einklang zu bringen war. Auch ein älterer Versuch von Fizeau, der Änderungen in der Lichtgeschwindigkeit nachwies, wenn das Licht sich durch strömendes Wasser fortpflanzte, ist nicht ganz sicher aufgeklärt. Bei den rein elektrodynamischen Vorgängen stellte man fest, daß die Masse elektrisch geladener Teilchen veränderlich ist, je nach der Geschwindigkeit, mit der sie sich bewegen. Man gelangte so zu dem Begriff der scheinbaren Masse, d. h. der Summe der mechanischen und aus elektromagnetischen Ursachen

<sup>1)</sup> Im Grunde genommen hat jetzt eine Nahewirkungstheorie eine Berechtigung, ebenso wie eine Fernwirkungstheorie. Denn wir müssen annehmen, daß das Gefüge der Molekel, aus dem alle Körper bestehen, recht locker ist, ohne unmittelbare Berührung der einzelnen Molekeln; für die unmittelbare Vorstellung der Kraftübertragung über einen völlig leeren oder nur mit „Äther“ erfüllten Raum ist es doch gleichgültig, ob diese Übertragung auf Millionen von Kilometern oder Millionstel Millimeter erfolgt.

vorgetäuscht, was sogar so weit ging, daß Grund zu der Annahme vorhanden war, daß man ein Vorhandensein mechanischer Massen, als überflüssig, leugnete.

Wir können in aller Einfachheit den Grundgedanken der Relativitätstheorie so aussprechen, daß die Erscheinungen in einem System von Körpern nur von den Lagen und Bewegungen dieser Körper relativ zu einander abhängen; bewegt sich dieses System als Ganzes irgendwie gleichförmig, so hat das auf die Erscheinungen im System keinen Einfluß; d. h. durch Vorgänge im System selbst können wir niemals eine absolute Bewegung an ihm feststellen.

Man muß dabei bedenken, daß für die Elektrodynamik dieses Prinzip, das rein mechanisch betrachtet eine gewisse Selbstverständlichkeit besitzt, sich ganz anders gestaltet; denn da tritt sofort der unbedingt notwendige Äther in Erscheinung, und gleichzeitig erhebt sich dabei die Frage, ob dieser als ruhend anzusehen ist, oder von bewegten Körpern mitgeführt wird. Das ist ja auch eigentlich der Anlaß zu dem Michelsonschen Versuch. Von allgemeiner Bedeutung ist dabei die Frage, ob der Äther als etwas allgemein ruhendes im ganzen Weltall anzusehen ist, sodaß man also durch seine Vermittelung in die Lage kommen kann, von einer absoluten Bewegung zu reden, während man doch sonst immer nur, wenn auch z. T. ohne es sich recht klar zu machen, von einer relativen Bewegung Gebrauch machte. Wenn man in einem schnell fahrenden Wagen in ein Wassergefäß einen Stein wirft, so breiten sich die Wasserwellen auf der Wasseroberfläche im Kreise aus, genau so als wenn das Wasser ruhte. Das gleiche gilt für Schallwellen in einem geschlossenen Raum. Aber, bewegt sich z. B. die Schallquelle, während die umgebende Luft ruht, so sind es nicht mehr Kugelwellen. Damit hängt auch die Erscheinung zusammen, die man als Dopplersches Prinzip bezeichnet, und die man leicht in dem Fall beobachten kann, daß eine auf den Beobachter zufahrende Lokomotive einen langen Pfiff ertönen läßt. Scheinbar wird dann beim Näherkommen der Ton höher, beim Entfernen tiefer. Übertragen wir nun das gleiche auf die Bewegung der Lichtwellen im Lichtäther. Setzen wir voraus, daß bei der Rotation der Erde der Äther an ihrer Oberfläche mitgerissen wird, daß er also sich mit gleicher Geschwindigkeit mitbewegt, wie unser ganzes Laboratorium, in dem wir experimentieren, so ist das negative Ergebnis des Michelsonschen Versuchs ohne weiteres klar. Aber schon das Fizeausche Experiment über die Lichtfortpflanzung im schnell strömenden Wasser zeigte, daß ein solches Mitfortreißen des Äthers nicht so selbstverständlich ist, und die astronomische Erscheinung der Aberration der Sterne lehrt, daß man ebenfalls nicht eine Mitführung des Äthers annehmen darf. Danach scheint die Annahme notwendig zu sein, daß die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes von der Bewegung der Lichtquelle unabhängig ist. Auch sonst ist man zu der Annahme gekommen, daß der Äther als inkompressibel angesehen werden muß, eine Eigenschaft, die ein Mitführen mit materieller bewegter Masse ausschließt. Neben diesen für die gesamte Relativitätstheorie äußerst wichtigen Versuchen gibt es noch eine ganze Anzahl anderer, insbesondere elektrischer, von denen nur noch der Trouton-Noblesche erwähnt sein mag, auf die aber hier nicht eingegangen sei.

Man sieht, daß die experimentellen Ausgangspunkte, auf denen die Relativitätstheorie sich aufbaut, recht vielgestaltig sind, und das ist auch der Grund, der sie zu ihrer ganz umfassenden Bedeutung emporgehoben hat. Ihre durchaus nicht unangefochtene Stellung im Gebäude der ganzen Physik ist die einer jeden Theorie, sie läßt sich nicht experimentell ohne weiteres beweisen, es ist

nur möglich zu zeigen, daß ihre Folgerungen mit den experimentellen Tatsachen keine Widersprüche bilden; ebenso sind eine Reihe von Erscheinungen bekannt, die sich alle mit ihrer Hilfe erklären lassen. In sich muß sie nur mathematisch und logisch einwandfrei sein. Da das alles erfüllt ist, hat sie genau wie jede andere Theorie, die die entsprechenden Bedingungen einhält, ihre Daseinsberechtigung. Man kann mit einer gewissen Berechtigung sogar sagen, daß, wenn alle Versuche für sie einen nur negativen Charakter tragen, sie genau so begründet ist, wie ein sonst unbestrittener Wissenszweig, die Thermodynamik, die auf dem negativen Ergebnis, nämlich der Unmöglichkeit eines perpetuum mobile, begründet ist.

Gehen wir nunmehr noch in Kürze auf die Grundzüge der Lehren der Relativitätstheorie ein. Sie stellt eine engere Verbindung zwischen Masse und Energie her, eine Verbindung, die schon früher in der Veränderung der scheinbaren Masse bewegter Elektronen bekannt war, indem sie auch der Energie Trägheit, also eine Masseneigenschaft, zuschreibt. Im engen Zusammenhang damit steht dann auch der weitere Satz, daß die Masse nicht mehr als etwas unveränderliches anzusehen ist, sondern als verschieden, je nach der Bewegungsrichtung. Das ist der Punkt, der es ermöglicht, die Gravitation in den Bereich der Relativitätstheorie aufzunehmen, und ihr damit ihre Sonderstellung zu nehmen. Die besondere Schwierigkeit war dabei aber die durch die Eötvösschen Versuche mit ihrer ganz besonders weit getriebenen Genauigkeit nachgewiesene Äquivalenz von schwerer und träger Masse. Diese Schwierigkeiten suchten die Gravitationstheorien zu beseitigen, die an die Namen von Minkowski, Abraham, Sommerfeld, Poincaré, um nur die wichtigsten zu nennen, anknüpfen. Auf anderem Wege griff Einstein das Problem an. Er gelangte dem Raumbegriff hatte. In der üblichen Mechanik wird die Lage eines Punktes ja durch drei Koordinaten bestimmt, denen gegenüber eine vierte Koordinate, nämlich die Zeit, als etwas ganz davon getrenntes gegenüberstand. So entstand ein, in ähnlicher Weise bei der reinen Mathematik schon bekanntes, vierdimensionales Raum-Zeitgebilde, in dem alle Naturgesetze unverändert bleiben sollen, unabhängig ob die Körper darin ruhen oder gleichförmig geradlinig oder gleichförmig rotierend sich bewegen. Wie Newton sagt, daß ein sich selbst überlassener Massenpunkt sich gleichförmig und geradlinig bewegt, sagt Minkowski, daß die Weltlinie des Punktes eine Gerade in jenem vierdimensionalen Raum ist, oder Einstein, daß die Weltlinie in jener vierdimensionalen Welt die kürzeste Verbindung zwischen zwei Punkten ist.

So gelangt man zu einer Lösung des Gravitationsproblems und zu seiner Einordnung in die übrigen Gesetze der Physik auf einem in der Hauptsache mathematischen Wege. Diese dazu erforderlichen Hilfsmittel lagen bereits, ausgehend von Gauß und Riemann, vor. Es handelt sich dabei wirklich um ein reines Relativsystem. Denn es ist wohl bekannt, daß man sonst stets bei der Formulierung mathematischer und physikalischer Gesetze sich auf ein bestimmtes Koordinatensystem stützte, das man als feststehend ansah, und dessen Lage so angenommen wurde, daß das betreffende Gesetz seine einfachste Form erhielt. Das fällt hier fort. Unter Benutzung von Hilfsmitteln, die seit Gauß bei der mathematischen Behandlung gekrümmter Flächen bekannt sind und ebenfalls eine solche Unabhängigkeit aufweisen, läßt sich das auch im vorliegenden Fall durchführen.

Aus jener Theorie lassen sich nun eine Reihe sehr bemerkenswerter Folgerungen ziehen, die einer experimentellen Nachprüfung fähig sind. Eine der ersten ist, daß der Gang einer idealen Uhr vom Gravitationsfeld abhängig ist, und daß Lichtstrahlen durch das Gravitationsfeld abgelenkt werden. Solche ideale Uhr stellt uns nun aber die Natur zur Verfügung in den schwingenden Atomen von Körpern und wir können ihre Schwingungen unmittelbar erkennen, wenn diese Schwingungen derart erfolgen, daß die Körper Licht aussenden. Dann ist die Periode der Schwingung ohne sonderliche Mühe am Spektroskop meßbar. Es muß nach jener Folgerung eine Spektrallinie eines Stoffes auf der Erde, der Sonne oder einem Fixstern eine verschiedene Schwingungsdauer zeigen, — wie berechnet ist, um einige Millionstel verschieden, — und es ist das wohl noch nicht bestätigt, aber nicht als ganz unmöglich zu bezeichnen:

Die Krümmung der Lichtstrahlen nachzuweisen, sollte bei der letzten großen totalen Sonnenfinsternis versucht werden, es ist indessen aus äußeren Ursachen und wegen des Kriegsausbruchs mißglückt. Es muß ein anderes Verfahren oder eine günstigere Gelegenheit abgewartet werden.

Endlich ist von Einstein eine weitere Möglichkeit der Prüfung der Theorie entdeckt worden. Nach ihr sind die Newtonschen Gleichungen für die Bewegung der Himmelskörper nur angenähert, allerdings in sehr weitem Maße angenähert, richtig. Eine genauere Berechnung für die Planeten ergibt für alle eine langsame Perihelbewegung, und eine Berechnung dieser für Merkur führte zu einer Übereinstimmung mit dem astronomisch bereits seit langem beobachteten Wert.

#### Literatur.

Es sollen im Nachstehenden nur einige wenige, z. T. im obigen benutzte Schriften der letzten Zeit angegeben werden:

- A. Brill: Das Relativitätsprinzip, eine Einführung in die Theorie. Leipzig 1914.
- M. B. Weinstein: Kräfte und Spannungen, das Gravitations- und Strahlenfeld. Braunschweig 1914.
- A. Einstein und M. Großmann: Entwurf einer verallgemeinerten Relativitätstheorie und einer Theorie der Gravitation. Leipzig 1913.
- M. Born: Einsteins Theorie der Gravitation und der allgemeinen Relativität. Physikalische Zeitschrift. Bd. 17, S. 51, 1916.
- P. Riebesell: Die Beweise für die Relativitätstheorie. Naturwissenschaften. Bd. 4, S. 97, 1916.
- H. A. Lorentz: Das Relativitätsprinzip. Leipzig 1913.
- H. Witte: Raum und Zeit im Lichte der neueren Physik. Braunschweig 1914.

## Funkentelegraphische meteorologische Stationen

Von B. Thieme

(Schluß)

Im § 1 des Telegraphengesetzes für das Deutsche Reich wird durch das darin ausgesprochene Telegraphenregal dem Staate die ausschließliche Berechtigung zur Errichtung und zum Betriebe von Telegraphenanlagen zugesprochen, wobei die Ausübung dieses Regals in Bayern und Württemberg diesen Staaten selbst zusteht. Unter dieses Regal fallen auch die Zeitsignalempfangsanlagen und die sämtlichen Schiffsstationen, letztere auch dann, wenn sie sich in fremden Küstengewässern befinden. Ebenso fallen fremde Fahrzeuge in deutschen Hoheitsgewässern unter diese Bestimmungen.



Die Anlage funkentelegraphischer Stationen ist daher durch die Reichstelegraphenverwaltung genehmigungspflichtig. Die Genehmigung kann bei der zuständigen Kaiserlichen Oberpostdirektion beantragt werden.

Wissenschaftlichen Versuchsanlagen wird seitens des Reiches im weitesten Maße entgegengekommen; Beschränkungen finden höchstens aus militärischen Gründen statt. Rein wissenschaftliche Anlagen fallen zwar nicht unter den Begriff des Regals, doch ist die Genehmigung in jedem Fall einzuholen. Auch die Stationen zum Geben von Nebelsignalen z. B. fallen nicht unter das Gesetz, unterstehen aber unter Umständen anderen Behörden.

Der drahtlose Luftfahrdienst muß in regelmäßiger Verteilung den meteorologischen Observatorien und nicht gesonderten staatlichen Stationen zugeteilt werden, da die Observatorien gerade auch die für die Luftfahrt besonders wichtigen zeitlichen und örtlichen atmosphärischen Störungen möglichst umgehend und zuverlässig beobachtet den Flugzentren, bezw. den Luftfahrzeugen selbst, mitteilen sollen.<sup>1)</sup> Eine wesentliche Mehrbelastung ist nicht zu befürchten, da die Bedienung sehr einfach ist und vom angelernten Institutsdiener erfolgen kann, während die Nah-Warnungssignale mit knallenden Funken während Drachenaufstiegen usw. sogar durch einen leicht herzustellenden automatischen Sender ohne jede Bedienung zu erzielen sind. Mit der zunehmenden Vergrößerung des Luftverkehrs ist die Sicherung der Luft durch diese letzteren Signale in Verbindung mit den im folgenden erwähnten Nebel- und Kompaßsignalen eine unabweisbare Pflicht geworden.

Eine wissenschaftliche Erweiterung der Anwendungen der Funkenstation für meteorologische Zwecke findet sich in Untersuchungen über den täglichen Gang der Luftelektrizität, unter Umständen auch in der damit zusammenhängenden Untersuchung über natürliche Erdströme erdradialer Richtung, Arbeiten, zu denen sich Anfänge außer in den Untersuchungen des Verfassers bei Mosler, Lutze, Wigand, Ferrié, Dieckmann u. a. finden. Die ersten Gewitterregistrierungen wurden bekanntlich von Popoff in Petersburg in den siebziger Jahren mit einem gewöhnlichen Fritter mit Hilfe eines Luftdrahtes gemacht.

Die heutigen Antennenanlagen können ohne weiteres der Gewitterregistrierung dienstbar gemacht werden, ebenso der allgemeinen Erforschung der elektrischen Zustände der Luft, was in Anbetracht des Zusammenhanges der meteorologischen Erscheinungen mit den luftelektrischen Zuständen von großer Bedeutung ist. Die Meteorologie ist berufen, durch Forschungen über die Entstehungsursache der luftelektrischen „Störungen“ im Empfange, als welche sich die elektrischen Zustände der Atmosphäre im drahtlosen Empfänger kundtun, eine Möglichkeit zur Verhütung zu geben. Es ist bekannt, daß Nachts die Störungen am häufigsten sind (auch wird dadurch Verkürzung von Reichweiten bedingt), wogegen mit Sonnenaufgang eine auffallende Ruhe eintritt. Bis Mittag

<sup>1)</sup> Bei dem jetzigen Stande der Luftfahrt und bei der Billigkeit des Sendebetriebes sollte jedes Observatorium, sobald es Drachen oder Piloten steigen läßt, mittels automatischen Senders Knallfunkensignale auf drahtlosem Wege geben, um so auch in den nicht vorhergesehenen Fällen Fliegern und Luftfahrern Warnungen zukommen zu lassen. Bei der Geschwindigkeit der Flugzeuge ist eine größere Reichweite als 50 km (etwa 80 km) zu fordern, und zwar für eine Höhe des Empfängerflugzeuges von etwa 2000 m. Ein Stahldraht, gegen den ein Flugzeug seitlich kommt, reißt bei dem starken Durchgang nicht, sondern gibt nach und veranlaßt eine kurze, scharfe Wendung des Apparates, die meist zum Absturz führen muß. Ein Stahldraht im Propeller bedeutet Vernichtung des Flugzeuges.

ist die luftelektrische Störung dann nur schwach, um von da ab ständig zuzunehmen. Ein zweites Minimum soll bei Sonnenuntergang liegen. Diese tägliche Periode ist annähernd auf der ganzen Erde vorhanden und deckt sich im wesentlichen mit dem Gange des täglichen Potentialverlaufes der Luftschichten in Antennenhöhe.

Daneben zeigen sich die Störungen als abhängig vom Witterungsumschlag. Qualitative und quantitative Messungen sind daher auf der ganzen Linie zum weiteren Erkennen des Charakters der Erscheinungen sehr wesentlich und förderlich.

Durch die über die Empfängerspule für die stationären Ströme der Luftelektrizität als „geerdet“ geltende Antenne werden die Potentialkurven des Erdfeldes wesentlich verschoben, und eine erste Aufgabe gilt der Feststellung der Größe dieser Verschiebungen zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten. Die Messungen wurden von W i g a n d noch in Höhen von 9000 m ausgeführt.

Die abfließenden Ströme werden gemessen oder photographisch registriert. In vielen Fällen ist der Einfluß der Fern- oder Nahgewitter auf die Größe der Ströme sowie auf die Änderung von Potentialflächenwerten mit der Zeit von großem meteorologischen Interesse.

Desgleichen verdienen die elektrischen Ladungsmessungen am gefallenen Schnee oder Hagel in Bezug auf ihr Verhältnis zur Größe der gefallenen Eiskörper, bezw. zu ihrer kristallinischen Gestalt für die meteorologische Beurteilung der Verhältnisse größere Beachtung. Für die großen, in Betracht kommenden Spannungen bei Hagelfall ist es z. B. charakteristisch, daß ich einmal die Aufladung einer nicht geerdeten Antenne vor dem dritten Stockwerk eines Hauses in Berlin beobachtete, wobei die zur Erdung übergehenden Funken immer länger gemacht werden konnten und schließlich eine Größe von 40 cm erreichten, was einer Spannung von 200 000 Volt entspricht, um dann schnell mit dem Hagel nachzulassen und zu verschwinden. Ein zweiter, anschließender starker Hagelfall hatte keine Aufladung der Antenne zur Folge.

Ebenso ist bekannt, daß nach einem Blitzschlag der Regen für kurze Zeit stärker fällt. Erscheinungen, die sich mittels der Iontheorie leicht erklären lassen, in ihren meteorologischen Anwendungen aber noch nicht genügende Beachtung finden. Durch Ballonantennen läßt sich sehr wohl feststellen, inwieweit die Ladung durch die Hagelbildung selbst oder durch die Reibung beim Fallen durch die Luft entstanden ist. Bei Nichtgebrauch der Antenne ergibt sich übrigens aus dem Obigen die Notwendigkeit, die Antenne bei Gewitterneigung direkt an die Erde zu legen.

Interessant ist, daß selbst größere Gewitter in 100 bis 150 km Entfernung nur geringe Störungen verursachen, auch Blitzschläge ohne wesentlich störende Einwirkung bleiben. Selbstredend hängt dieses aber in bedeutendem Maße von der Antennenhöhe ab, ohne daß bei sehr hohen Antennen die Erscheinung geradlinig zunehmen muß, sondern eher schwächer, in Form einer Parabel.

Ebenso sind Wetterleuchten gut zu verfolgen; das Gehör unterscheidet im Telephon Brodeln und Zischen, das Registrierinstrument aber starke, langandauernde und schwache, kurze Ausschläge. An gewitterfreien Tagen kann man aber die Hauptursache der Störungen in der näheren Luftumgebung der Station suchen, was die Beobachtungen wertvoll macht. Nebenbei sei bemerkt, daß die Schwierigkeit, die von atmosphärischen Störungen herrührenden Geräusche von den Morsezeichen der langsamen, knarrenden Funken zu unterscheiden, den

Grund zur Verwendung schneller, sogenannter „tönender“ Funkenfolge gab. Bei der heutigen Stärke der Sendestationen lassen sich die langsamen Knallfunken wieder leicht von den unregelmäßigen, leiseren Störungen unterscheiden, so daß für die Warnungssignale mit langsamen Funken keine Gefahr der Verknennung besteht, noch dazu, weil die Funken in steter Folge gegeben werden, also eigentlich mehr einen knallenden, tiefen Ton gegenüber den sonstigen hohen tönenden Funken erzeugen, weshalb sie auch den Namen „Knallfunken“ führen.

Die Beobachtungen des täglichen Ganges der Störungen haben bereits gezeigt, daß anscheinend die stärkere Gangänderung der Ortstemperatur auch stärkere Schwankungen im luftelektrischen Potentialgefälle begleitet. Die horizontale Erdantenne hat gegenüber der hohen Mastantenne den großen Vorteil, nicht in das Gebiet hoher Luftpotentiale hineinzuragen, so daß naturgemäß ihre Störungen sich um etwa  $\frac{2}{3}$  kleiner zeigen. In Gegenden mit starken Störungen (Tropen) erweist sich daher die horizontale Erdantenne als bedeutend günstiger für den störungsfreien Empfang als die Mastantenne. Hinzu kommt, daß man in solchen Gegenden zumeist die ungefähre Richtung der sendenden Station kennt, also die selektive Wirkung der Erdantenne mit ihrer gerichteten Aufnahme in den Kauf nehmen kann.

Für Sendestationen mit höheren Funkenpotentialen, die im Freiballon bei meteorologischen Untersuchungen verwendet werden sollen, und den Ballon durch Funkenzündung gefährden könnten, sei auf die Antennenanordnung hingewiesen, die Ludwig verschiedentlich beschrieben hat, wobei die Antenne wie üblich senkrecht, isoliert gegen den Korb, hinabhängt, das Gegengewicht aber rund um den Korb herum in größerer Entfernung kreisförmig hängt, gehalten von isolierenden Seidenschürren, die vom Äquator des Ballons herunterhängen.

Bei dieser Gelegenheit sei noch die bereits vielfach angewendete Benutzung der Sendestationen in meteorologischen Stationen zur Betätigung der Registrierapparate in den Piloten erwähnt.

Über den Einfluß des Tageslichtes auf die Reichweite drahtloser Stationen in ihrem Zusammenhang mit meteorologischen Erscheinungen hat Kennelly ausführliche Untersuchungen angestellt, welche die Ionisierung der Luftschichten die auch bei dem Gang des Potentialgefälles eine große Rolle spielen, zu berücksichtigen suchen. Gute theoretische Anfänge für die wissenschaftliche Erschließung der elektrometeorologischen Vorgänge liegen demnach bereits vor, wenn sie auch noch nicht zur Bildung einer „Elektrometeorologie“ gediehen sind. Die von Kennelly konstruierte Theorie der Schattenwände ist jedenfalls in meteorologischer Hinsicht sehr interessant und bemerkenswert.

Der Einfluß der Sonnenfinsternis auf die Übertragung drahtloser Zeichen und damit auf den luftelektrischen Zustand der Atmosphäre sollte bekanntlich erstmalig bei der Sonnenfinsternis am 21. August 1914 untersucht werden, wobei dann leider der kurz vorher ausgebrochene Krieg alle Vorversuche wertlos machte.

Diese wenigen Angaben müssen genügen, um auf die vielseitigen Beziehungen zwischen Meteorologie und drahtloser Telegraphie aufmerksam zu machen und auf das große, fast unbearbeitete Feld hinzuweisen. Erwähnt seien noch die radiotelegraphischen Signale für wissenschaftliche Zwecke, welche von der Großstation für Funkentelegraphie bei Brüssel vom 1. Januar 1914 bis 28. Februar 1914 abgegeben wurden, und die, wie zu hoffen ist, nach dem Kriege wieder aufgenommen werden. Die international vereinbarten Zeichen verschiedener Dauer

wurden für internationale meteorologische Beobachtungen am ersten Montag jedes Monats und an anderen vereinbarten Tagen in Abständen von einer Stunde von 6<sup>a</sup> 25 bis 5<sup>p</sup> 40 des nächsten Tages ausgesendet, und zwar mit einer Welle von 3300 m. Diese Zeichen geben einen schätzbaren Aufschluß über die eigene Station, sowie im Zusammenhang mit den Wertangaben der Sendestation und den Beobachtungsergebnissen anderer Empfänger über meteorologische Verhältnisse; daher ist ihre Fortführung dringend zu wünschen.

Für den Verkehr der drahtlosen meteorologischen Stationen kommt außer dem bereits eingehend beschriebenen Wetterdienst für die Luftfahrer der Zeitsignalempfang in Betracht. Das Wesentliche in technischer Hinsicht wurde bereits eingangs vermerkt und ebenso auf meine frühere Veröffentlichung über Zeitsignale und ihre Bedeutung hingewiesen. Hier sei noch auf die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der aufgenommenen Signale etwas eingegangen.

Für Deutschland kommen die seit 1910 aufgenommenen Signale der Zeitsignalestationen Eiffelturm Paris und Norddeich in Frage, erstere vorwiegend für West- und Süddeutschland, letztere für Norddeutschland.

Die Station Norddeich erhält ihre Zeitangabe von dem Marineobservatorium in Wilhelmshaven; die Auslösung der Zeichen geschieht automatisch durch eine elektrisch von der Warte aus korrigierte Präzisionsuhr.

Die Genauigkeit der Ablesungen und der Uhrkontrolle kann leicht auf  $\frac{1}{100}$  sec gebracht werden. Weitere Dezimalen werden wegen der Ungenauigkeiten der Kontakte bei der Zeitsignalabgabe unzuverlässig. Für die Zeitsignalabgabe ist eine hohe Funkenzahl erforderlich, damit der Fehler, falls zufällig ein Funken ausfällt, nicht zu groß wird. (Vergl. Meteor. Zeitschrift 1915 Heft 10.)

Auf diese Weise kann sich jede meteorologische Funkenstation mit einfachsten Mitteln ohne weiteres in den öffentlichen Dienst stellen und damit ihrerseits wieder Vorteile aus dem Netz von meteorologischen Funkenstationen ziehen.

## Der gestirnte Himmel im Monat Juli 1916

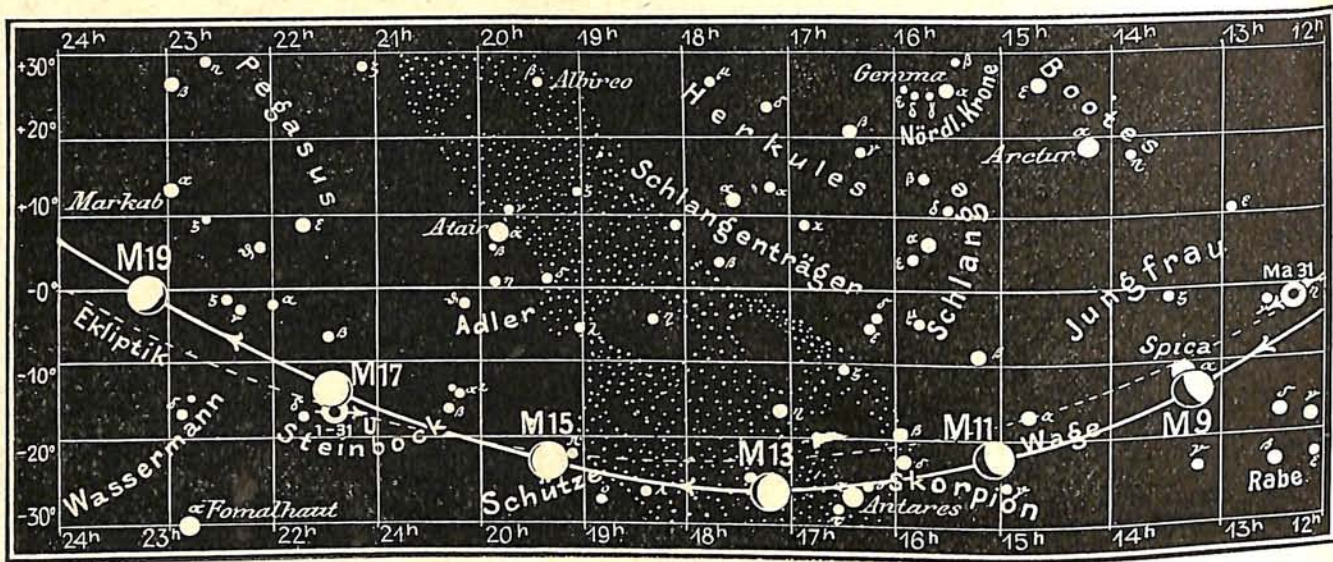
Von Dr. F. S. Archenhold

Im Monat Juli, dem sogenannten Heumonath, tritt die Sonne in das Zeichen des Löwen, und die Tage nehmen wieder ab. Bei den Römern wurde dieser siebente Monat des Jahres Quintilis genannt, da bei ihnen das Jahr im März anfangt, also dieser Monat der fünfte des Jahres war. Seit den Zeiten Julius Cäsars, der in diesem Monat geboren ist, wurde derselbe ihm zu Ehren Juli genannt. Die Julinächte sind aber nicht nur länger, sondern auch wärmer als die des vorhergehenden Monats, sodaß die Sterne wieder mehr zur Geltung kommen.

### Die Sterne

Die Milchstraße verläuft im Monat Juli abends 10 Uhr fast parallel mit dem Meridian, der um diese Zeit im Norden das Sternbild des Fuhrmanns mit der hellen Capella durchschneidet, alsdann durch den kleinen Bären, Drachen, Herkules, Schlangenträger, zwischen Schütze und Skorpion zum Südpunkt des Horizontes geht. Sowie die Capella jetzt abends 10 Uhr im Nordpunkt des Horizontes steht, ist der hellste Stern des Skorpions, Antares, gerade im Süden anzutreffen. Heute ist der rötlich schimmernde Antares noch mehr als doppelt so weit von uns entfernt als die gelbliche Capella. Von dieser gebraucht das Licht 50 Jahre, um zu uns zu kommen, vom Antares 112 Jahre. Da aber in jeder Sekunde der Antares sich um 3 km uns nähert und die Capella sich um 31 km von uns entfernt, so wird der Unterschied der Entfernungen der beiden Sterne von uns von Jahr zu Jahr geringer.

Fig. 1 b



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

Im Westen lagert das Sternbild der Jungfrau mit der hellen Spica, und der große Löwe mit dem Regulus. Die Spica ist so weit von uns entfernt — über 500 Lichtjahre —, mehr als tausendmal so stark leuchtet wie unsere Sonne. Das Spektroskop hat uns vier Tagen sich um ein gemeinsames Gravitations-Zentrum drehen.

In der „Photometrischen Durchmusterung“ (1907) von Müller und Kämpf finden sich für 14 199 Sterne Farbenangaben.

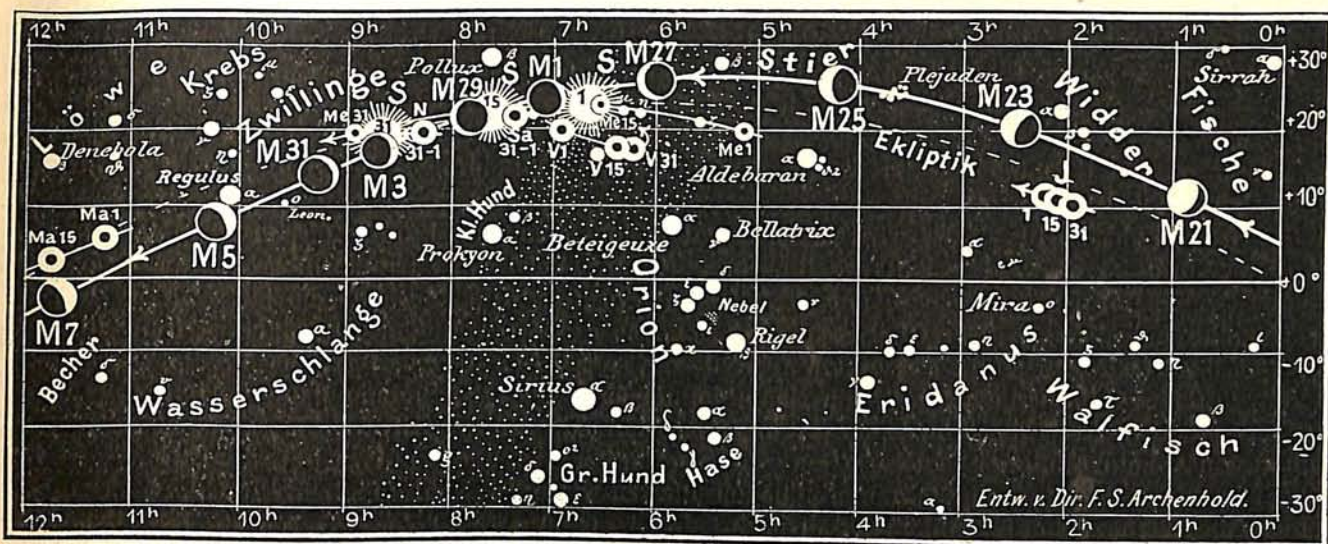
Bei der großen Bedeutung, welche die Farbe eines Sternes für die Beurteilung seines Zustandes in bezug auf Alter und Temperatur besitzt, ist es wichtig, daß man neuerdings Verzeichnisse farbiger Sterne anlegt. Den Alten waren nur wenige farbige Sterne bekannt. Ptolemäus nennt Arktur, Aldebaran, Antares, Beteigeuze, Pollux und Sirius feuerrot. Der Perser Al Sufi führt auch noch den hellsten Stern in der Wasserschlange als rot an. Alle diese Sterne haben mit Ausnahme des Sirius auch heute noch den Sirius nicht mehr als rot angibt, vor ihm aber Ptolemäus, Seneka, Horaz und Cicero den Stern als rot bezeichnen, so glaubte man, daß hier eine Farbenveränderung vorläge, bis Schiaparelli durch eingehende Untersuchungen aller aufzufindenden Andieselbe wie heute gewesen ist.

Einzelne Sterne scheinen sogar einen periodischen Farbenwechsel zu zeigen. So stellte Klein fest, daß innerhalb eines Zeitraumes von fünf Wochen die Farbe des hellsten Sternes im großen Bären,  $\alpha$  Ursae Majoris, von gelb bis feuerrot schwankt.

Die interessantesten Färbungen lassen sich jedoch bei den Doppelsternen feststellen. Wenn man die Farbenangaben W. Herschels mit denen von F. W. Struve vergleicht, die um einen Zeitraum von etwa 40 Jahren auseinander liegen, so zeigen sie sehr auffallende Übereinstimmungen. Nur, bei zwei unter 98 Doppelsternen sind die Angaben nicht vereinbar. Es sind dies  $\gamma$  Leonis und  $\gamma$  Delphini, welche Herschel beide als weiß bezeichnet, während Struve den einen Stern in beiden Paaren goldgelb nennt, den andern im ersten Paare rotgrün und im zweiten grünblau schätzt. Auch finden sich

Fig. 1a

Nachdruck verboten



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

noch zwischen den Beobachtungen von Sestini in Rom, W. und J. Herschel und W. Struve Unterschiede bei dem Doppelstern  $\beta$  Cygni,  $\mu$  Cygni und  $\delta$  Bootis.

Auch sind noch von Goldschmidt Farbenänderungen bei  $\delta$  Persei gesehen worden. Der Gedanke, welcher bereits von Buffon ausgesprochen worden ist, daß die Farben der Sterne verschiedenen Entwicklungsstadien ihres Glühens entsprechen, ist durch die spektroskopischen Untersuchungen der Neuzeit bestätigt worden. Die gelben und roten Sterne sind durch Abkühlung aus den weißen Sternen entstanden, sodaß die Sternfarbe Schlüsse auf das relative Alter eines Sternes zu ziehen gestattet.

### Der Lauf von Sonne und Mond

Unsere Sonne (Feld  $6\frac{3}{4}^h$  bis  $8\frac{3}{4}^h$ ) ist für den 1., 15. und 31. Juli in unsere Karte eingezeichnet. Ihre Mittagshöhe nimmt während des Monats von  $60\frac{1}{2}^\circ$  am 1. Juli auf  $55\frac{3}{4}^\circ$  am 31. Juli ab.

Wir geben in der neuen Sommerszeit die Tabelle für den Auf- und Untergang der Sonne wieder:

| Sonne |    | Deklination | Sonnenaufgang | Sonnenuntergang | Mittagshöhe           |
|-------|----|-------------|---------------|-----------------|-----------------------|
| Juli  | 1  | + 23° 8'    | 4h 49m        | 9h 30m          | $60\frac{1}{2}^\circ$ |
| -     | 15 | + 21° 33'   | 5h 3 m        | 9h 20m          | 59°                   |
| -     | 31 | + 18° 18'   | 5h 25m        | 8h 58m          | $55\frac{3}{4}^\circ$ |

Der Durchmesser der Sonne mißt 1 394 130 km, das sind etwa 109 Erddurchmesser. Die Sonne wiegt 325 000 mal so viel als die Erde und etwa 740 mal so viel als alle Planeten zusammen. Während auf der Erde ein Körper in der ersten Sekunde 4,9 m durchfällt, durchheilt er 136 m in derselben Zeit auf der Sonne. Ein Knabe, welcher auf der Erde 50 kg wiegt, würde auf der Sonnenoberfläche 1 400 kg schwer sein. Die Sonne dreht sich in 25 Tagen und 5 Stunden um sich selbst und zwar, von uns aus gesehen, von Ost nach West, sodaß wir die Sonnenflecken am östlichen Rande auftreten und am westlichen Rande verschwinden sehen. Infolge der erhöhten Sonnentätigkeit sind jetzt auf der Sonne fast täglich große Sonnenfleckengruppen zu beobachten. Sie werden täglich von morgens 10 Uhr an mit dem großen Treptower Fernrohr den Besuchern bis kurz vor Sonnenuntergang gezeigt.

Der Mond ist mit seinen Phasengestalten in unsere Karten 1a und 1b für den 1. bis 31. Juli von zwei zu zwei Tagen eingetragen.

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Tage:

|                                                    |                                              |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Erstes Viertel: Juli 8. 2 <sup>h</sup> nachmittags | Vollmond: Juli 15. 7 <sup>h</sup> vormittags |
| Letztes Viertel: - 22. 2 <sup>h</sup> morgens      | Neumond: - 30. 4 <sup>h</sup> morgens        |

### Die Planeten

*Merkur* (Feld 5<sup>h</sup> bis 9<sup>h</sup>) ist während des Monats Juli infolge der Sonnennähe unsichtbar.

*Venus* (Feld 7<sup>h</sup> bis 6<sup>1/4</sup><sup>h</sup>) wird von Mitte des Monats an, auf kurze Zeit im Nordosten als Morgenstern wieder sichtbar. Ihr Durchmesser, 11 900 km, ist nur wenig kleiner als der der Erde. Da ihre Dichte fast dieselbe ist wie die Dichte der Erde, so ist auch die Anziehungskraft auf ihrer Oberfläche fast eben so groß wie auf der Oberfläche der Erde. Es fällt ein Körper in der ersten Sekunde auf der Venus 4,4 m. Da unsere Erde, auch wenn sie voll beleuchtet ist, am Nachthimmel der Venus erscheinen kann, so ist sie bedeutend heller als die Venus an unserem Himmel. Unsere Erde wird auf der Venus von Gegenständen einen Schatten werfen, ähnlich wie der Mond es bei uns auf der Erde tut. Mit starken, lichtempfindlichen Platten wäre es wohl möglich, auf der Venus Oberflächen-Photographien mit dem Erdenlicht anzufertigen.

*Mars* (Feld 11<sup>1/4</sup><sup>h</sup> bis 12<sup>1/4</sup><sup>h</sup>) ist zu Anfang des Monats noch eine Stunde lang am westlichen Himmel zu sehen, aber seine Sichtbarkeit nimmt am Ende des Monats bis auf eine Viertelstunde ab. Er ist sehr bequem aufzufinden durch seine Stellung zwischen den hellen Sternen Regulus im Löwen und der Spica in der Jungfrau.

*Jupiter* (Feld 2<sup>h</sup> bis 2<sup>1/4</sup><sup>h</sup>) geht schon zu Anfang des Monats vor Mitternacht auf. Seine Sichtbarkeit nimmt am Ende des Monats schon bis auf 5<sup>1/2</sup> Stunden zu. Er ist der mächtigste Planet, sodaß, falls die Sonne plötzlich sich in Gas auflösen und im Weltraum zerstreuen würde, Jupiter der Nachfolger der Sonne würde; es müßten alle Planeten sich dann um ihn bewegen. Auf seiner Oberfläche erkennt man schon in kleineren Fernrohren deutlich die mit dem Aequator parallel laufenden Streifen, welche von hellen und dunklen, oft gelb und rötlich gefärbten Flecken durchsetzt sind. Die Sichtbarkeit dieser Flecken ist oft von großer Dauer; so ist noch heute der große rote Fleck vom August 1878 zu erkennen. Die vielen Monde, welche den Jupiter umkreisen, bald vor seiner Oberfläche vorbeiziehen, bald in seinen Schatten geraten, bieten jeden Abend einen interessanten Anblick dar.

*Saturn* (Feld 7<sup>1/2</sup><sup>h</sup>) wird schon am 12. Juli von der Sonne in seinem Lauf eingeholt und ist während des ganzen Monats unsichtbar.

*Uranus* (Feld 21<sup>1/2</sup><sup>h</sup>) ist nur bei sehr klarer Luft mit bloßem Auge zu beobachten. Sein wahrer Durchmesser beträgt 50 000 km.

*Neptun* (Feld 8<sup>1/4</sup><sup>h</sup>), welcher am 23. September 1846 zuerst von Galle erblickt wurde, nachdem Leverrier aus den Störungen, die er im Laufe des Uranus verursacht hatte, seinen Ort vorausberechnen konnte, ist wegen seiner Sonnennähe während des ganzen Monats unsichtbar.

#### Bemerkenswerte Konstellationen:

- Juli 6. 5<sup>h</sup> nachmittags Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- 12. 10<sup>h</sup> abends Saturn in Konjunktion mit der Sonne.
- 21. 10<sup>h</sup> abends Merkur in Konjunktion mit Saturn, Merkur 1° 9' nördlich vom Saturn.
- 22. 2<sup>h</sup> nachmittags Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- 25. 6<sup>h</sup> abends Neptun in Konjunktion mit der Sonne.
- 27. 7<sup>h</sup> morgens Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 28. 10<sup>h</sup> abends Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- 30. 10<sup>h</sup> vormittags Merkur in Konjunktion mit dem Monde.

## Kleine Mitteilungen

**Zwei nächtliche Regenbogen.** Einen Mondregenbogen sah ich zum ersten Male im Felde. Es war nachts um drei Uhr, als ich auf einsamem Artilleriebeobachtungsposten stand. Von einer Höhe sah ich herab auf das in Nebel gehüllte Wiesental, in welchem der Feind lag. Da ballten sich die Nebel dichter und türmten sich zu einer hohen Wand, die sich langsam von links nach rechts vorbeischoob. Auf ihr erschien der Mondregenbogen in voller Größe, doch schimmernd weiß wie die gleichzeitig sichtbare Milchstraße, ohne Spur von Farben auch für mein sehr farben-tüchtiges Auge, das am Hof des Mondes die schon von Goethe beschriebenen Farbenringe trotz ihrer geringen Farbenstärke fast stets erkennt. Plötzlich geschah etwas Unerwartetes: rauschend stieg eine französische Leuchtkugel empor und blieb mit ihrem Fallschirm am Himmel hinter meinem Rücken hängen, in gleicher Höhe mit dem Vollmond und etwa 20 Mondbreiten von ihm entfernt. Im gleichen Augenblick erzeugte sie von sich aus auf der Nebelwand einen zweiten Regenbogen, der von gleicher Größe wie der Mondregenbogen war und ihn kreuzte. Der Leuchtkugelregenbogen war jedoch wesentlich lichtstärker und entschieden rötlich neben dem Mondregenbogen. Er allein, obwohl er gleich wie die Leuchtkugel selbst viel schneller vor-überging, war den gleichzeitig Posten stehenden Infanteristen aufgefallen, und sie hatten sich über das Wesen der Erscheinung keine weiteren Gedanken gemacht, als daß es „von der Leucht-kugel kam“. Sie hatten ja auch eine wichtigere Aufgabe für ihre Aufmerksamkeit. Dr. V. F.

**Welche Arten von Schallreflexion kommen für Donner in Betracht?** Das Donnerrollen er-klärt man aus der Reflexion des Schalles. Fehlen Gebirgsabhänge, so denkt man sich als reflek-tierende Fläche die Grenzschicht gegen die Wolke (I), gegen die Regenwand (II), gegen Luft von verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt (III) zwischen verschiedenen temperierten Luftmassen (IV).

I. Reflexion an Wolkenluft. Reine Luft ist auf der einen, Luft mit einem Gehalt von 5 g flüssigen Wassers im Kubikmeter (ziemlich der maximale Gehalt von Wolkenluft) an der anderen Seite dieser Grenze.

Die beigemengten Wassertröpfchen machen die Luft zu keinem „trüben Medium“ für akustische Erscheinungen, in ihr tritt keine diffuse Reflexion der Schallstrahlen auf, dazu sind die Tröpfchen (Durchmesser 33  $\mu$ ) zu klein gegenüber den vorkommenden Wellenlängen. Geändert werden die physikalischen Eigenschaften des Mediums als Schallträger, besonders die Elastizität und die relative Dichte. Nehmen wir das Wasser im Vergleich zur Luft als inkompressibel an (unsere 5 g flüssiges Wasser beanspruchen nur 0,000005 des Gesamtvolumens), so ist die Zu-sammendrückbarkeit der Wolkenluft nur wenig kleiner als die gewöhnlicher Luft. Man kann diesen Unterschied vernachlässigen.  $c/c_1 = 1,0025$ .

II. Reflexion an einer Regenwand. Hier sind die Verhältnisse ähnlich wie bei Wolkenluft, nur ist es unsicher, ob alle Tropfen bei den Schallschwingungen der sie umgebenden Luft voll mitgenommen werden. Sonst erfolgt ein Vorbeigleiten, die zu bewegende Masse wird verringert und die Wirkung fällt kleiner aus.

Nimmt man einen Niederschlag von 1 mm in der Minute an, eine mittlere Fallgeschwindig-keit der Tropfen von 5 mps., so ist 0.1 g flüssiges Wasser in 500.60 cm<sup>3</sup> Regenluft enthalten (3.3 g in 1 m<sup>3</sup>). Die an einer scharf abgeschnittenen Regenwand reflektierte Energie ist dann 0,0005 der einfallenden. Das Echo fällt mit Rücksicht auf das erwähnte Gleiten noch viel schwächer aus als bei I.

III. Reflexion an der Grenze gegen Luft von verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt. Hier gilt die bekannte Formel für die Geschwindigkeit des Schalles  $c_1$  in Luft mit dem Dampfdruck  $s$ , ( $c'$  ist die Schallgeschwindigkeit in trockener Luft und  $k$ , die Konstante für Wasserdampf = 1,3 und  $k = 1,4$  für Luft).

Es ist  $c/c_1 = 1,00099$ .

IV. Reflexion an der Grenzschicht zwischen verschieden temperierten Luftmassen. Dieser Fall wird zur Erklärung des Donnerrollens meist nicht angegeben, er tritt aber in der Wirkung stark hervor. Die Wirkung einer Temperaturschichtung überwiegt zumeist und ein Zurückwerfen an einer Wolkenschicht oder an der Grenze gegen anderen Feuchtigkeitsgehalt liefert geringere Werte ( $1/20$  der dort gefundenen). An einer Regenwand fällt der Reflex noch mehr dagegen ab.

Unter diesen Bedingungen kann es aber auch zu einem gehörten Echo kommen, denn es wurde vorher nur der Reflex bei senkrechtem Auftreffen betrachtet. Die Schallstärke des Echos ändert sich aber mit wachsendem Einfallswinkel und nimmt im allgemeinen zu. Vollkommene Reflexion der gesamten Energie bei streifendem Einfall tritt ein, wenn die Schallgeschwindigkeit im ersten Mittel größer ist als im zweiten. Es gibt immer einen Einfallswinkel, bei dem sich totale Reflexion einstellt und nichts mehr die Grenzschicht durchdringt.



Nimmt man für den Schall eine Abnahme umgekehrt proportional dem Quadrat der Entfernung an und vernachlässigt die Reflexion an der Erdoberfläche bei der Annahme, daß der Ursprung des Schalles an dieser liege, so wird für eine horizontal begrenzte Bodenschicht der Mächtigkeit  $h$ , der Temperatur  $0^\circ$  und einer darüberliegenden  $10^\circ$  wärmeren Schicht die Intensität des direkten Schalles und des Echos in der Entfernung  $h, 2h \dots$  sein:

| Entfernung | R/E   | Direkte Schallstärke | Echostärke | Echo, direkter Schall | Gesamte Schallstärke |
|------------|-------|----------------------|------------|-----------------------|----------------------|
| $h$        | 0,03  | 100                  | 0,60       | 0,006                 | 100,6                |
| $2h$       | 0,036 | 25                   | 0,40       | 0,016                 | 25,4                 |
| 4          | 0,069 | 6,25                 | 0,35       | 0,055                 | 6,60                 |
| 6          | 0,139 | 2,78                 | 0,35       | 0,125                 | 3,13                 |
| 8          | 0,256 | 1,56                 | 0,38       | 0,24                  | 1,94                 |
| 10         | 0,550 | 1,00                 | 0,53       | 0,53                  | 1,53                 |
| 12         | 1,000 | 0,70                 | 0,68       | 0,97                  | 1,38                 |
| 14         | 1,000 | 0,52                 | 0,51       | 0,98                  | 1,03                 |
| 16         | 1,000 | 0,39                 | 0,38       | 0,99                  | 0,77                 |
| 18         | 1,000 | 0,31                 | 0,31       | 1,00                  | 0,62                 |
| 20         | 1,000 | 0,25                 | 0,25       | 1,00                  | 0,50                 |
| 24         | 1,000 | 0,18                 | 0,18       | 1,00                  | 0,36                 |
| 30         | 1,000 | 0,11                 | 0,11       | 1,00                  | 0,22                 |
| 40         | 1,000 | 0,06                 | 0,06       | 1,00                  | 0,12                 |
| 80         | 1,000 | 0,016                | 0,016      | 1,00                  | 0,03                 |

Es bedeutet E die Energie des einfallenden Schalles, R die des reflektierten (Meteorolog. Zeitschr. 1914, S. 33).

Man erkennt hieraus rasche Abnahme des direkten Schalles bei wachsender Entfernung; die Stärke des Echos nimmt nur anfangs etwas ab, bleibt dann konstant, wächst gegen 12 h hin (Beginn der totalen Reflexion) und verklingt dann im Anschluß an die direkte Schallstärke. Das hinzukommende Echo verdoppelt außerhalb 12 h Entfernung die Gesamtschallstärke.

Daraus ergibt sich, daß der gehörte Donner nicht so sehr dem Echo zu verdanken wäre, sondern vielmehr einer Verstärkung der Gesamtintensität des Schalles, sobald an der Erdoberfläche eine Schicht kalter Luft auflagert, also nach dem Vorbeiziehen des Hauptgewitters.

Setzt man die Mächtigkeit der Schicht  $h$  zu wenigen hundert Metern an, z. B. 200 m, dann ist die Entfernung (12 h) 2400 m und die Zeit, welche zwischen Blitz und Donner vergeht, 7 Sekunden. Ist der Temperaturunterschied weniger als  $10^\circ$ , so ist jener Wert höher.

Der Donner nach dem Gewitter ist also von der so gegebenen Entfernung an doppelt so stark als im gleichen Abstand vor ihm, oder bei entsprechend längerer Dauer unter sonst gleichen Bedingungen.

Die Dauer des Donners steigt also nach dem Gewitter auf beinahe das Doppelte. Von 59 notierten Donnerdauern war:

|                                    | die Anzahl der Donner | Mittlere Dauer Sekunden |
|------------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| lange vor der Hauptphase . . . . . | 14                    | 22,8                    |
| bis zur Hauptphase . . . . .       | 15                    | 17,3                    |
| von der Hauptphase . . . . .       | 15                    | 30,7                    |
| nachher . . . . .                  | 15                    | 40,6                    |

Der Donner ist nach dem Gewitter viel weiter zu hören als vorher. Abweichende Beobachtungen dürften bei Berücksichtigung der richtigen Windrichtung nach dem Gewitter doch dasselbe ergeben.

Die Betrachtung des Weges der Schallstrahlen erklärt allein noch nicht die geringe Hörweite des Donners vor dem Gewitter.

Bei Blitzen, deren Bahn in der Höhe verläuft, käme totale Reflexion der Schallstrahlen in Betracht, während einschlagende Blitze davon unabhängig sind. Die Unterschiede ließen sich erklären durch Berücksichtigung der Schallintensität und des Auseinanderstrebens der Schallstrahlen.

An der Grenze zwischen Luftmassen verschiedener Temperatur haben wir Reflexion zu erwarten, wenig wirkt verschiedener Feuchtigkeitsgehalt sowie Wolkenluft und eine Regenwand kommt kaum in Betracht.

Zu beachten ist dabei, daß die Begrenzungsflächen selten eben sind, da auch an den Wolkenoberflächen ein Zurückwerfen anzunehmen ist. Ferner sind die Übergänge nicht unvermittelt und die bedeutende Rolle der Windverhältnisse ist zu berücksichtigen, was hier nicht geschehen ist.

Dr. M. Blaschke.

**Die Ausnutzung der Sonnenstrahlung durch die grünen Pflanzen.** Nur diese können die strahlende Energie, welche die Erde von der Sonne erhält, direkt ausnutzen zur Synthese von Zucker und sich durch diese Form der „autotrophen“ Ernährung von zugeführter vorgebildeter organischer Substanz unabhängig machen, deren andere „heterotrophe“ Organismen bedürfen.

Zur Angabe des Grades der Ausnutzung der Sonnenstrahlung muß man einmal die Intensität derselben kennen, welche die grünen Blätter trifft, sodann die Menge organischer Substanz, welche in bestimmter Zeit und mit Hilfe der bekannten Strahlung gebildet wird.

Hier soll nur die Größe der Energiemenge untersucht werden, welche der Erde von der Sonne aus zugestrahlt wird. Es handelt sich um die Strahlungsintensität, die an der äußeren Grenze der Erdatmosphäre herrscht, und um die Intensität der Sonnenstrahlung, die Solarkonstante (periodische oder unperiodische Änderungen).

Die der Erdoberfläche zugestrahlte Sonnenenergie (ausgedrückt in Gramm-cal pro 1 cm<sup>2</sup> und Minute) ist an verschiedenen Orten zur Mittagsstunde bei klarem Himmel bestimmt worden. Als größten Wert fand man 1.6 cal pro cm<sup>2</sup> Min., als Mittelwert der einzelnen Monate 1.01 Dezember (1.16 April) und als Mittel der ganzen Periode (1883—1900) 1.10 cal pro cm<sup>2</sup> Min.

Zur Berechnung der den Pflanzen zugestrahlten Energiemengen sind diese Zahlen noch zu groß, denn sie gelten für klaren Himmel, d. h. 100 % Sonnenschein, der in unseren Breiten selten ist.

Hier kommen besser Strahlungsmessungen in Betracht bei mittlerer Bewölkung. Zugleich ist es gut, die Werte für die optische Helligkeit, welche in Meter-Hefner-Kerzen (M. H. K.) bestimmt sind, umzurechnen auf Wärmeeinheiten pro cm<sup>2</sup> Min., wenn eine optische Helligkeit von 100 000 M. H. K. eine Einstrahlung von 0.9 cal pro cm<sup>2</sup> Min. entspricht. Berücksichtigt man nur Wellenlängen bis zu 1  $\mu$  Länge, welche schon dem Ultrarot angehören, so ist nach Pütter (Die Naturwiss. 1914, S. 169—174) die der Flora zugestrahlte Sonnenenergie für Kiel:

|                                   | Optische<br>Helligkeit<br>in M. H. K. | Zugestrahlte Energiemenge<br>in cal<br>pro cm <sup>2</sup> Min. | Zugestrahlte Energiemenge<br>in Kal<br>pro m <sup>2</sup> Tag |
|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 22. Juni . . . . .                | 51 300                                | 0,462                                                           | 2 060                                                         |
| 22. Mai und Juli . . . . .        | 46 800                                | 0,422                                                           | 1 835                                                         |
| 22. April und August . . . . .    | 35 500                                | 0,320                                                           | 1 350                                                         |
| 22. März und September . . . . .  | 25 700                                | 0,232                                                           | 895                                                           |
| 22. Februar und Oktober . . . . . | 15 900                                | 0,143                                                           | 485                                                           |
| 22. Januar und November . . . . . | 8 500                                 | 0,0765                                                          | 205                                                           |
| 22. Dezember . . . . .            | 4 800                                 | 0,0433                                                          | 50                                                            |

Zur Zeit des Sommersolstitiums ist an einem Tage die zugestrahlte Energiemenge 41 mal so groß bei Kiel, als zur Zeit des Wintersolstitiums.

Die ganze Zustrahlung pro Quadratmeter horizontaler Fläche beträgt im Jahr 353 400 Kilogrammkalorien; das Verhältnis der Energiezufuhr im Sommer- zu Winterhalbjahr ist 4,2 : 1.

Die prozentuale Ausnutzung der zugestrahlten Sonnenenergie berechnete Brown und Escomb. Sie stellten ihre Versuche an bei einem Kohlensäuregehalt der Luft von etwa 3 auf 10 000, wie in der freien Atmosphäre, und fanden eine Ausnutzung von 0,27—1,67 % der zugestrahlten Energie.

Bei Schwächung des direkten Sonnenlichtes durch einen rotierenden Sektor auf  $\frac{1}{3}$  seiner Intensität ist noch ein Überschuß zu beobachten. Bei  $\frac{1}{12}$  Lichtintensität war die Assimilation bei einer Einstrahlung von 0,041 cal pro cm<sup>2</sup> Min. 0,00034 cem Kohlensäure. Dies entspricht einer Energiemenge von 0,0017 cal und einer Ausnutzung von 4,15 % der zugestrahlten Energie.

Es ist bei diesen Resultaten zu beachten, daß die Werte für kurz dauernde Versuche gelten und für eine kleine Zahl von Pflanzen. Außerdem durchsetzt bei diesen Versuchen die Strahlung nur ein Blatt, während das Licht in der Natur ein, zwei und noch mehr Blatt treffen kann.

**Wird der Winter 1915/16 mild?** An anderer Stelle („Das Wetter“ 1915, S. 44) wurde gesagt: „Es ist nicht möglich, etwas Sicheres darüber auszusagen, ob ein Winter streng oder mild verlaufen wird.“ In vorliegender Arbeit versucht nun R. Fischer („Das Wetter“ 1915, S. 213) auf Grund der Winter in den letzten 80 Jahren zu Frankfurt a. Main obige Frage zu beantworten. Er prüfte die Winter (wie schon die Sommer) in Bezug auf ihren Wärmecharakter in den Jahren, in denen die Sonnenflecken zu- und abnehmen und kam zu folgendem Resultat:

1. Die Winter sind meist milder kurz oder einige Jahre vor dem Sonnenfleckenmaximum.
2. Zuweilen sogar sehr kalt, meist aber kälter sind die Winter kurz und einige Jahre nach dem Sonnenfleckenmaximum.
3. Teils kälter, teils milder sind die Winter, welche ein bis etwa zwei Jahre vor oder manchmal ein Jahr nach dem Sonnenfleckenmaximum eintreten. Es lassen sich ebenso viel mildere wie kältere Winter in diesem Fall beobachten.

4. Winter im Fleckenminimum oder einige Monate vor- oder nachher sind meist kälter, zuweilen sogar sehr kalt.

Kältere Winter waren die von 1832/33, 1843/44, 1855/56, 1878/79, 1888/89, 1889/90, 1900/1901 zur Zeit des Fleckenminimums.

Mild waren die Winter von 1866/67 und 1912/13. Unsere Winter sind nach Fischer, besonders von 1906 ab so mild, infolge „des langsameren Abnehmens der Sonnenflecken nach dem so wenig ausgeprägten Sonnenfleckenmaximum“. Das nächste Fleckenmaximum ist vermutlich im Frühjahr oder Sommer 1917. Ist es ein ausgeprägteres und die Fleckenabnahme nach diesem eine stärkere, so können wir von 1917/18 ab wieder kalte und sehr kalte Winter erwarten. Die Winter sind also vor dem Sonnenfleckenmaximum meist milder und nach demselben meist kälter.

Als Mittelwerte gelten für Frankfurt a. Main im Winter:

|                 |             |               |             |
|-----------------|-------------|---------------|-------------|
| — 2,5° und mehr | sehr kalt,  | 0,3° bis 1,4° | mäßig mild, |
| — 2,4° bis — 1° | kalt,       | 1,5° - 2,9°   | mild,       |
| — 0,9° - + 0,2° | mäßig kalt, | 3° und mehr   | sehr mild.  |

In den Beobachtungen für Frankfurt a. Main finden wir vor dem Sonnenfleckenmaximum mehrere milde Winter, es fehlen aber ganz sehr kalte Winter. Milde Winter fehlen wieder nach dem Fleckenmaximum. Von 1833 ab bis 1908/09 zeigten 79,4% der Winter kälteren und nur 20,6% milderen Charakter, das gibt ein Verhältnis von rund 4 zu 1. Die milderen Winter herrschen vor kurz und einige Jahre vor dem Fleckenmaximum, die kälteren und sehr kalten aber kurz und einige Jahre nach dem Fleckenmaximum und zur Zeit des Fleckenminimums.

Die mittlere Temperatur der drei Wintermonate war in Berlin im Jahre:

|                     |                        |
|---------------------|------------------------|
| 1739/40 = — 4,8° C. | Fleckenmaximum 1738,7, |
| 1783/84 = — 4,4° C. | Fleckenminimum 1784,7, |
| 1788/89 = — 4,5° C. | Fleckenmaximum 1788,1, |
| 1794/95 = — 4,3° C. | Fleckenmaximum 1788,1, |
| 1798/99 = — 5,3° C. | Fleckenminimum 1798,3, |
| 1804/05 = — 4,8° C. | Fleckenmaximum 1804,2, |
| 1822/23 = — 4,7° C. | Fleckenminimum 1823,3, |
| 1837/38 = — 4,6° C. | Fleckenminimum 1843,5, |
| 1829/30 = — 6,4° C. | Fleckenmaximum 1829,9. |

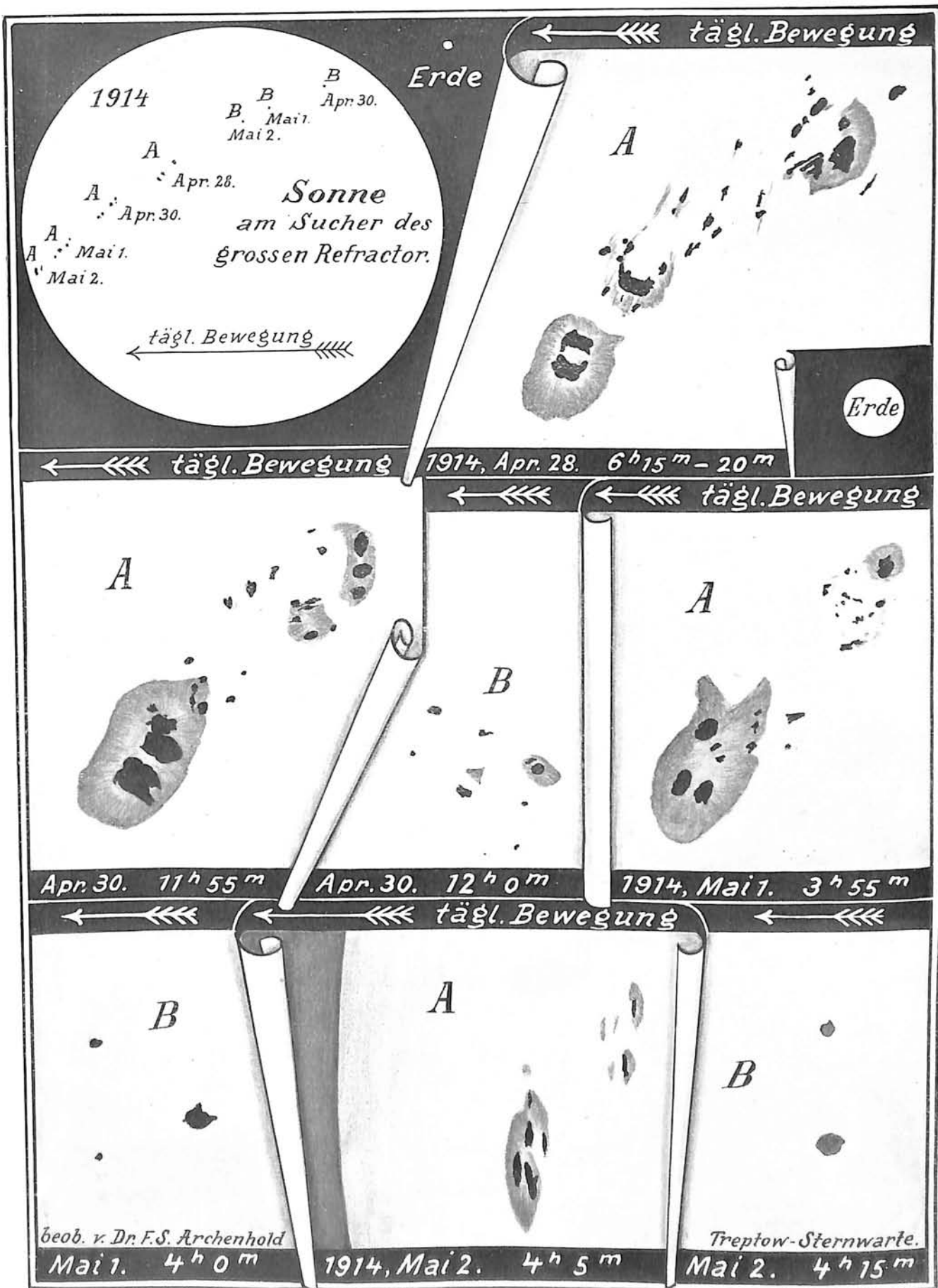
In Berlin war am 28. Dezember 1788 das absolute Minimum — 29,0°, in Bremen am 16. aber — 35,5° und in Basel am 18. sogar — 37,5°. Im Winter 1829/30 zeigte am 4. Februar das Thermometer in Dresden — 29°, in Freiberg — 26°, in Zittau — 27,5° C. 1708/09 soll das Thermometer in Paris — 23,1° gezeigt haben.

Die milderen Winter vor den Fleckenmaxima sind als Folge anzusehen der mit sehr großer Höhe und Ausbreitung auftretenden Protuberanzen. Durch sie strahlt bis etwa zum Fleckenmaximum zeitweise sehr große Hitze in den Weltenraum hinaus und gelangt allmählich bis zur Erde. Der letzte Winter zeigte einen großen Wärmeüberschuß und da wahrscheinlich das Sonnenfleckenmaximum erst nach dem Winter 1916/17 eintreten wird, so werden voraussichtlich diejenigen von 1915/16 und 1916/17 noch mildere sein; 1917/18, 1918/19 aber und noch zwei bis drei nachher dürften kälteren Charakter aufweisen.

**Ein einfaches Universalphotometer für astrophysikalische Zwecke.** Das Rüstzeug des Astronomen und Astrophysikers hat eine schätzenswerte Bereicherung erfahren durch ein einfaches Universalphotometer für astrophysikalische Zwecke, das Herr K. Graff von der Sternwarte zu Bergedorf bei Hamburg konstruiert und in der Zeitschrift für Instrumentenkunde (35, 1, 1915) eingehend beschrieben hat. Dieses Instrument ist nach dem Prinzip eines Keilphotometers gebaut. Dank der leichten Auswechselbarkeit verschiedener Teile besitzt es einen großen Meßbereich und kann daher zur Messung der Helligkeit der verschiedensten Objekte am Himmel Verwendung finden. Seine bequeme Handhabung und sein geringes Gewicht (nur etwa 800 g) machen es zu einem für große Sternwarten wie für den Liebhaber-Astronomen gleich wertvollen Hilfsmittel, das auch auf Reisen ohne Belästigung leicht mitgeführt werden kann. Nähere Angaben über die konstruktiven Einzelheiten sowie erläuternde Zeichnungen findet man in der genannten Veröffentlichung, in welcher als Bezugsquelle für das Instrument der Optiker und Mechaniker H. Chmielewski in Neukölln bei Berlin, Fontanestraße 29, genannt wird. Iklé.

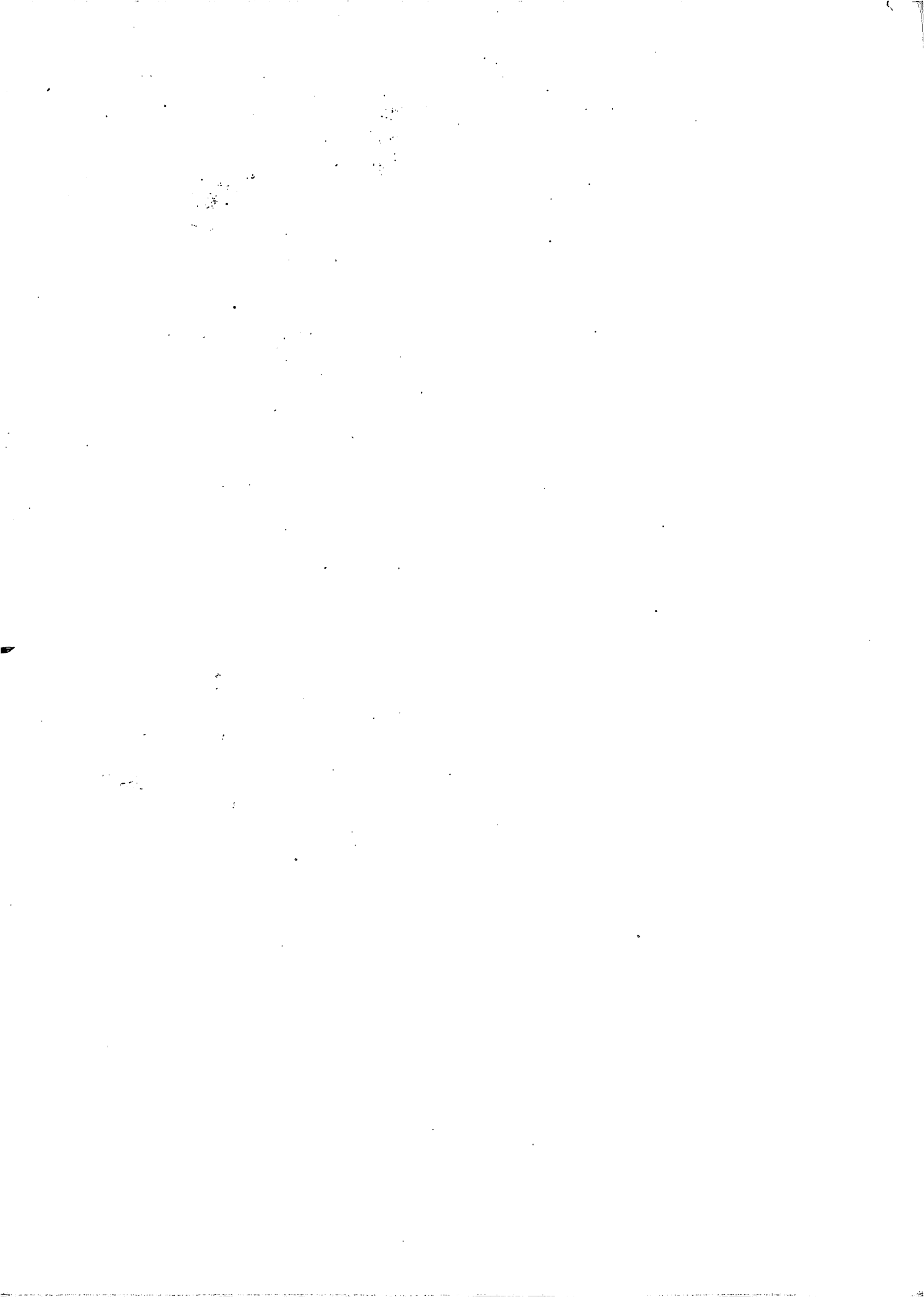
*Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Bezugspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). 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



Sonnenfleckengruppen von 1914, April 28. bis Mai 2.

Gezeichnet am großen Refraktor der Treptow-Sternwarte von Dr. F. S. Archenhold



## INHALT

- |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Das Wesen der Schwerkraft. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Weinstein. . . . . 81<br>2. Der gestirnte Himmel im Monat August 1916. Von Dr. F. S. Archenhold (Mit einer Beilage) . . . . . 90 | 3. Kleine Mitteilungen: Eine deutsche Sonnenfinsternis-Expedition im Kriegsjahr 1914. — Über die Entstehungsursachen der Wolkenformen. . . . . 95 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

## Das Wesen der Schwerkraft

Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Weinstein

Über das Wesen der Schwerkraft habe ich bereits zwei Vorträge <sup>1)</sup> gehalten. Wenn ich jetzt zum dritten Mal über den gleichen Gegenstand spreche, so brauchen Sie nicht zu fürchten, daß ich alles wiederholen werde. Die Wissenschaft ist unendlich mannigfaltig, und man kann den gleichen Gegenstand von den allerverschiedensten Gesichtspunkten aus betrachten, dem gleichen Gegenstand neue Seiten abgewinnen. Es ist mir von einem meiner Herren Rezensenten in einer Zeitung der leise Vorwurf gemacht worden, daß ich bei meinem letzten Vortrage zu meinem eigentlichen Thema durch einen weiten Umweg gelangt wäre. Es tut mir leid, daß ich wiederum einen weiten Umweg machen muß, aber der Gegenstand ist außerordentlich schwierig, er steht auf so steiler Höhe, daß man nur auf Serpentinafen zu ihm hinaufgelangen kann. Es ist nicht möglich, ihn gleich bei den Hörnern zu packen und zu sagen, um was es sich dabei handelt. Ich muß Umwege machen, sonst bleibe ich Ihnen völlig unverständlich.

Es scheint nichts einfacher zu sein, als über die Schwerkraft zu sprechen. Es ist jedem gewohnt: die Gegenstände sind schwer, sie sind schwer gegeneinander, der Stein ist schwer gegen die Erde, die Erde gegen den Stein, ebenso ist die Erde schwer gegen die Sonne und die Sonne gegen die Erde, kurz, jeder Körper in der Welt ist schwer gegen jeden anderen Körper. Und da diese Schwere bewirkt, daß die Körper gegeneinander getrieben werden, so drücken wir uns so aus, daß wir sagen, alle Körper üben aufeinander eine Anziehungskraft aus. Also wir haben hier eine eigenartige Kraft, die wir jedem Körper im Weltenraume zuschreiben, und wodurch das uns Fernste mit dem uns Nächsten in Beziehung steht. Wenn die Körper einen Augenblick alle in Ruhe wären, würden sie aufeinander zustürzen, und sämtliche Körper würden sich zu einem einzigen Körper vereinigen. Die Himmelskörper aber haben, wir wissen nicht auf welche Weise, eine seitliche Bewegung erhalten — wir haben wohl Lehren darüber, namentlich die von Kant —, sie sind aber bestritten. Die Folge ist eine Bewegung der Körper aufeinander zu und aneinander vorbei, und das Ergebnis des Ganzen eine gegenseitige Umkreisung der Himmelskörper in krummen Bahnen. So bewegen sich z. B. Sonne und Erde in krummer Linie, wir nennen sie bekanntlich Ellipse, um ihren gemeinsamen Schwerpunkt. Das gilt für alle Himmelskörper, alle Planeten, Kometen usf. im Verhältnis zur Sonne, alle Monde im Verhältnis zu ihren Planeten, wenn auch die Bahn bei den Kometen nicht immer eine geschlossene Linie ist. Es gilt auch nicht nur in unserm Sonnensystem, sondern auch für die Sonnensysteme, die sonst noch vorhanden sind, ja auch diese Systeme

<sup>1)</sup> Der erste Vortrag fand im „Verein von Freunden der Treptow-Sternwarte“ am 23. Februar 1916 statt und die beiden Wiederholungen im Mai und Juni d. J. auf Veranlassung der Treptow-Sternwarte im Bürgersaal des Berliner Rathauses.

bewegen sich gegeneinander in solchen krummen Linien. Im Weltall ist an keiner einzigen Stelle Ruhe vorhanden, sondern überall Bewegung jedes um alle. Das Gesetz, das diese Bewegungen regelt, das Anziehungsgesetz, ist uns seit *Newton* bekannt, und wir sind dadurch imstande, alle diese Bewegungen vorauszuberechnen. Es geschieht alles nach diesem Gesetz, und *Kant* hat daher von der „systematischen Verfassung“ des Weltalls gesprochen, womit er zum Ausdruck bringen wollte, daß die Himmelskörper einer großen Gemeinschaft angehören, in der jedes Glied diesem Gesetze gehorcht.

Einfach sind diese Linien im allgemeinen nicht. Wenn ich z. B. von einer Ellipse gesprochen habe, so gilt das nur für den Fall, daß zwei Himmelskörper sich allein bewegen. Da aber alle Himmelskörper einander angreifen, so wird jeder fortwährend von jedem in seinem Lauf gestört. Und dadurch wird z. B. die Ellipse, welche die Erde um die Sonne schlingt, durch alle Planeten, Merkur, Venus usw., durch alle Kometen, Monde usw., ständig gestört und so in der Form verändert. Die Astronomen haben viel damit zu tun, diese Störungen zu berechnen, um trotzdem in jedem Augenblick genau die Lage des betreffenden Himmelskörpers am Himmelszelt angeben zu können.

Nun hat es dem Verständnis immer viel Schwierigkeiten bereitet, daß sich die Körper gegenseitig anziehen sollen, eine tote Materie auf eine andere tote Materie eine Kraft üben soll, die bei lebenden Wesen eine Sympathie bedeuten würde, und zwar durch den Raum hindurch. Von der Erde bis zur Sonne sind 150 Millionen Kilometer, dazwischen ist nichts den Körpern gleiches, wir sagen leerer Raum; wie soll die Sonne aus dieser Entfernung die Erde anziehen! Der Naturmensch hat die Neigung, in allem etwas Geheimnisvolles zu sehen. Er belebt den Stein, den Baum, jeden Gegenstand, der sich ihm in der Natur bietet, nach seiner Eigenart, und er sieht hinter jedem Gegenstand Eigenschaften, die wir als verborgene bezeichnen müssen, weil sie als solche nicht hervortreten. Selbst die Griechen und Römer haben den Körpern eine Menge verborgener Eigenschaften zugeschrieben, und auch das Mittelalter sprach sehr viel von verborgenen Eigenschaften der Körper. Als *Newton* das Gesetz von der allgemeinen Anziehung in die Wissenschaft einführte und sagte, die Himmelskörper zögen sich gegenseitig an, wie überhaupt alle Körper, da meinte man sofort, das sei auch eine bewahrheitet hatten und in Verruf gekommen waren, so hatte *Newtons* Lehre alle wie ein Mann auf gegen den Engländer, und manche behaupteten, seine allgemeine Anziehung wäre nur mittelalterlicher Unsinn. Deshalb wurde sogar eine *Kartesius*sche Wirbellehre, bevorzugt. Es hat Jahrzehnte gedauert, bis sich die Franzosen bequemten, allein mit Hilfe des *Newton*schen Gesetzes die Astronomie wenigstens zu bearbeiten.

Die Schwierigkeit für das Verständnis ist in der Tat vorhanden und darum geblieben. So oft wir von Kräften sprechen, besteht sie, auch bei anderen Kräften, wie elektrischen Kräften usw., wenn wir auch da nicht in so übler Lage sind wie gerade bei der Schwerkraft. Für andere Kräfte haben wir uns eine Art mechanisches Bild verschaffen können. Es scheint uns verständlich zu sein, wenn ein Gegenstand auf den andern durch Vermittlung anderer Gegenstände wirkt, durch Stoß, Druck, Zug, weil die Körper dabei unmittelbar in Berührung kommen, so

daß die Wirkung aufeinander uns sogar notwendig erscheint. Das meinen wir, wenn wir von mechanischen Bildern sprechen für Kräfte, eben Vermittlung durch andere Körper, in Stoß, Druck, Zug — das sind die drei hauptsächlichsten Vermittlungen — und für die meisten Kräfte ist es gelungen, ein solches mechanisches Bild mehr oder weniger sicher und genau zu schaffen. Tausende von Versuchen, auch bei der Schwerkraft ein solches mechanisches Bild herzustellen, sind gescheitert. Wenn etwas durch Vermittlung von anderen Körpern geschehen soll, so bedarf es der Zeit, denn wenn wir durch verschiedene Körper durchgehen wollen, müssen wir Zeit dazu haben. Wollen wir z. B. den Druck der Hand auf den Tisch verbreiten durch die Füße des Tisches auf den Fußboden, so daß der Druck der Hand vom Tisch auf dem Fußboden sich bemerkbar macht, so muß der Druck durch die Tischplatte und die Füße des Tisches durchgehen, und dazu gehört Zeit. Jede Maschine ist ein Beispiel dafür, daß es Zeit braucht, ehe die Maschine zu wirken beginnt. Es bedarf z. B. bei der Lokomotive bestimmter Zeit, damit die Kraft des Dampfes aus dem Zylinder heraus durch den Stempel, Kolben, die Kurbel wirksam wird bis zu den Rädern der Lokomotive. So haben wir auch bei den meisten anderen Kräften feststellen können, daß sie in der Tat Zeit brauchen, wenn sie sich durch den Raum verbreiten sollen. Die Zeit ist verschieden groß, manche Kräfte verbreiten sich rasch, manche langsam. Die Schwerkraft braucht anscheinend keine Zeit, um sich zu verbreiten. Sie ist in demselben Moment, in dem sie irgendwo entsteht, sofort über Millionen von Meilen verbreitet, sie bedarf, scheint es, keiner Zeit dafür. Wo aber keine Zeit da ist, läßt sich nicht von einer Vermittlung sprechen, können mechanische Bilder nichts nutzen, denn wir vermögen nicht, mechanische Bilder aufzustellen, die zeitlos von der einen Stelle bis in die unendliche Ferne Wirkungen entwickeln. Die Astronomen haben berechnet, daß, wenn die Schwerkraft doch Zeit zu ihrer Verbreitung brauchen sollte, diese Zeit millionenmal so gering ist wie die Zeit, die das Licht braucht, um sich zu verbreiten. Das Licht verbreitet sich aber in kolossaler Geschwindigkeit, es verwendet wenig mehr als acht Minuten, um von der Sonne bis zu uns zu gelangen und wenig mehr als eine Sekunde, um vom Monde zu uns zu fahren. Trotz dieser ungeheuren Geschwindigkeit des Lichtes würde die Geschwindigkeit der Schwerkraft sie millionenfach übertreffen. Ich kenne kein mechanisches System, durch das hindurch eine Wirkung mit solch enormer Geschwindigkeit sollte gehen können. Die modernen Lehren erklären die Verbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes überhaupt für die größtmögliche.

Es kommt noch etwas hinzu. Alle Maschinen sind abhängig von den Maschinenteilen. Wenn Sie irgendwo einen Maschinenteil herausnehmen, geht die Maschine weniger regelmäßig, und wenn Sie etwas hineinstecken, einen fremden Körper, so können Sie damit den Gang hemmen, also Sie ändern dadurch die Wirkung der Maschine. Das gilt auch für jedes mechanische Bild, das wir uns von einer Kraft machen, denn die Vermittlung ist dann eine andere geworden, als sie vorher war. Das finden wir bei den meisten Kräften, auch bei der Elektrizität. Wenn man zwei elektrische Körper hat, die sich gegenseitig anziehen, und man stellt zwischen beide einen Metallschirm, dann ziehen sie sich unter Umständen fast gar nicht mehr an, oder stellt man ein Stück Holz dazwischen, dann hat sich die Anziehungskraft verändert. Sie sehen also, daß wir in die Vermittlung einen fremden Körper eingeschoben und erreicht haben, was wir bei Maschinen auch erreichen, daß eine Beeinflussung der Kraft eintritt. Das ist bei der Schwerkraft nicht der Fall, sie ist immer die gleiche; selbst wenn



wir zwischen zwei Körper noch so gewaltige Himmelskörper stellen, ihre Anziehungskraft auf einander bleibt immer dieselbe. Sie wissen ja, daß Himmelskörper zwischen Himmelskörper durchgehen, wie z. B. die Venus zwischen uns und der Sonne. Sie ist so groß wie die Erde, aber eine Veränderung der Anziehungskraft der Sonne auf die Erde bemerken wir nicht. Wenn sie sich ändern würde, indem die Venus im Durchgang sie etwa abschirmte, müßte sich die Bahn der Erde um die Sonne verändern, und das ist nicht der Fall. Also die Schwerkraft zweier Körper auf einander kann nicht beeinflusst, nicht gemehrt, nicht gemindert werden durch andere Körper. Dies ist auch ein Grund, warum es nicht möglich ist, ein mechanisches Bild in bezug auf die Schwerkraft herzustellen. Sie bleibt sich unter allen Umständen in aller Ewigkeit gleich und wirkt gleichwohl durch das ganze Weltall.

Alles das also hat von jeher die Schwerkraft zu einem Schmerzenskind der Naturwissenschaft gemacht. Die Naturforscher waren gezwungen, sie vollkommen getrennt von allen anderen Kräften zu halten. Während die Naturwissenschaft sonst bestrebt ist, alles möglichst miteinander zu vereinigen, von einem Gesichtspunkt aus zu betrachten, das Weltall als eine Einheit anzuschauen, setzte ihr die Schwerkraft einen unüberwindlichen Widerstand entgegen, sie ließ sich nicht mit allen anderen Kräften vergleichen, eben weil sie völlig für sich steht, unbeeinflussbar durch irgendetwas anderes, weder durch Licht, noch durch Elektrizität, Magnetismus oder ähnliches. So war sie immer isoliert als etwas Besonderes, abgetrennt von allen anderen Kräften, und das ist für die Wissenschaft etwas außerordentlich Unbequemes.

Ich sagte schon, alle bisherigen Versuche, die Schwerkraft zu erklären, seien darauf hinaus gekommen, mechanische Bilder zu schaffen. Die neueste Theorie auf diesem Gebiet geht den entgegengesetzten Weg. Sie leugnet eine Schwerkraft als Kraft, sie meint, was wir kennen, ist ja nicht eigentlich die Kraft, sondern nur eine Erscheinung, eine Wirkung, die wir einer Kraft zuschreiben. Also nicht die Schwerkraft der Erde kennen wir, nur die Erscheinung, daß ein Körper gegen die Erde fällt, wenn wir ihn freilassen. Wir kennen auch nicht die Anziehungskraft der Sonne, sondern die Erscheinung, daß die Erde um die Sonne in einer Ellipse sich bewegt. Also, sagt die neue Theorie, hat es auch keinen rechten Sinn, für die Schwerkraft nach einem mechanischen Bild zu forschen, denn jedes mechanische Bild, Druck, Zug, Stoß, ist eine bestimmte Kraftwirkung; aber da wir von der Schwerkraft als Kraft selbst nichts wissen, so halten wir uns besser an die Erscheinung und lassen die Kraft ganz beiseite. Da wurde nun die Annahme aufgestellt, die Schwerkraft als Kraft ist nicht vorhanden, existiert nicht, sondern die Erscheinungen, welche wir einer Schwerkraft zuschreiben, diese Erscheinungen seien eine Folge der Umgebung, in der wir leben.

Die Umgebung, in der wir leben, das ist Raum und Zeit, und diese Theorie läuft darauf hinaus, daß sie zeigt: die Erscheinung der Schwerkraft — wenn ich jetzt noch Schwerkraft sage, muß man immer dafür setzen: Erscheinung aus einer angenommenen Schwerkraft — ist eine Folge der Eigenart unseres Raumes und unserer Zeit. Mit einer solchen Behauptung ist natürlich zunächst nichts getan, sondern nun erwächst die Frage: warum und wie? Wie haben wir uns den Raum, und wie haben wir uns die Zeit zu denken, daß diese Erscheinung, die wir der Schwerkraft zuschreiben, herauskommt? Was ich Ihnen jetzt vortrage, das ist geschaffen von dem Mitgliede unserer Akademie, Albert Einstein, in seiner sogenannten Relativitätslehre.

Zunächst also, wie verhält es sich mit dem Raum und der Zeit? Wir sind gewohnt, Raum und Zeit getrennt zu halten. Es wird keinem von uns zunächst einfallen, Raum und Zeit miteinander zu verwechseln. Der Raum hat drei Abmessungen, die Zeit hat eine, und wir sprechen im Raum von einem „Weg“ und in der Zeit von einer „Dauer“, und niemand wird den Weg mit der Dauer vertauschen und sagen wollen, eine Dauer in der Zeit sei das Gleiche wie ein Weg im Raum. Aber diese neue Theorie meint: es sei Einbildung von uns, daß Raum und Zeit getrennt bestünden, sie gehörten zusammen, sie bedeuteten eine Gemeinschaft. Es ist ja vollkommen richtig, daß wir uns keinen Gegenstand denken können nur im Raum ohne Zeit und nur in Zeit ohne Raum, sondern wir können ihn uns nur denken in Raum und in Zeit zugleich, das Nebeneinander und Nacheinander muß bei allen Gegenständen vorhanden sein. Wir besitzen keine Vorstellung für einen Gegenstand, der im Raum ist und nicht in der Zeit, und ebenso keine Vorstellung von einem Gegenstand, der nur in der Zeit ist und nicht im Raum. Das ist der Grund für eine Zusammenfassung von Raum und Zeit. Da der Raum drei Abmessungen, die Zeit eine Abmessung hat, so sagt die bezeichnete Lehre: Raum und Zeit sind ein Gebiet mit zusammen vier Abmessungen. Das würde noch nicht viel bedeuten, die Hauptsache dabei ist aber: daß Dauer nichts anderes sei als Weg, und Weg nichts anderes als Dauer, daß die beiden, die wir bis jetzt zu trennen gewohnt gewesen, nicht zu trennen seien, sondern daß in der Welt die Dauer keine andere Rolle spiele als ein Weg, und ein Weg keine andere Rolle als die Dauer, und daß, wenn wir von einem Wege im Raume sprechen, wir zugleich sagen müßten, der Weg ist auch in der Zeit vorhanden als Weg. Alles, was sich in der Natur abspielt, das soll sich abspielen in diesem vierdimensionalen Gebiete Raum-Zeit —, so wollen wir es jetzt nennen. In diesem Raum-Zeit-Gebiet sollen alle Abmessungen einander vollkommen gleichwertig sein, keine Abmessung soll vor der anderen einen Vorzug haben. Beim Raum sind wir doch längst daran gewöhnt, zu sagen: ob ich nach rechts, links, oben oder unten gehe, ist für die Vorstellung dasselbe. Das müssen Sie ausdehnen auch auf die Zeit: ob ich im Raum vorwärts gehe oder ob ich in der Zeit vorwärts gehe, soll dasselbe bedeuten. Das ist die Lehre des jung verstorbenen Mathematikers und Physikers Hermann Minkowski und von außerordentlicher Wichtigkeit. Wenn ich vorher sagte: unsere Erde bewegt sich um die Sonne in einer Ellipse, so ist das im Raum gemeint. Die neue Theorie behauptet, man habe kein Recht, die Bahn der Erde im Raum allein zu betrachten, man müsse sie betrachten in Raum und Zeit. Da wird es eine ganz andere Linie als eine Ellipse. Ich muß Ihnen das durch ein Gleichnis darstellen. Denken Sie sich, daß ein Körper sich im Raume im Kreise bewegt, Sie projizieren den Kreis auf eine Tischebene, so wird eine andere Form herauskommen als ein Kreis, es kann eine Ellipse werden oder eine gerade Linie. Sie sehen also: eine Ellipse oder eine gerade Linie in dieser Ebene, die zwei Abmessungen hat, kann im Raum, dem drei Abmessungen zukommen, ein Kreis sein, also etwas ganz anderes. So können Sie sich dieses Bild fortsetzen, indem Sie von zwei und drei übergehen zu drei und vier, und dadurch ersehen, daß, wenn ich im Raum spreche von einer Ellipse, in Raum und Zeit etwas ganz anderes herauskommen kann, als diese Ellipse ist, und darum handelt es sich.

Nun besagt diese Theorie weiter: dieses Raum-Zeit-Gebiet hat eine Summe von besonderen Eigenschaften, die wir gerade hier brauchen, zunächst ist es stetig und hat keine Unterbrechung. Wir sind vom Raum durchaus gewohnt, zu

sagen, er sei stetig, habe keine Unterbrechung; wir können uns nicht vorstellen, was nicht Raum ist, wir haben zwar Körper im Raum, die den Raum unterbrechen, aber sie selbst sind für uns dann Raum, eine Stelle der Welt ohne Raum, wo also ein Körper nicht sein könnte, ohne sich unserer Vorstellung überhaupt zu entziehen, können wir uns nicht denken. Stetigkeit ist für uns selbstverständlich dem Raume eigen. Daß auch die Zeit stetig ist, scheint uns nicht selbstverständlich, und zwar weil wir in unserm Leben Zustände der Bewußtlosigkeit — wie im traumlosen Schlaf — haben, die für uns zeitlich nicht vorhanden sind. Selbst im Wachen wird das Bewußtsein mitunter unterbrochen, haben wir Lücken in der Zeitempfindung, so daß, wenn uns jemand fragt: was war in dieser Zeit, wir es nicht wissen. Die Zeit ist seelisch keine stetige Größe, sondern unstetig. Daß wir die Lücken durch die Erinnerung überbrücken, gehört nicht hierher. Wenn wir also sagen, daß Raum und Zeit als Ganzes stetig sein soll, so ist das für uns an sich ein Neues. Danach müssen wir also auch stetige Himmelskörperbahnen und nicht unterbrochene Bahnen haben.

Eine weitere Eigenschaft, die von Wichtigkeit ist, muß ich Ihnen auch durch ein Gleichnis klarmachen. Wir kennen krumme Linien, z. B. Kreis, Oval usf. und gerade Linien, krumme Flächen und gerade Flächen, die Ebene ist eine gerade, die Kugel eine krumme Fläche. Es ist eine Eigenheit des menschlichen Denkens, daß der Mensch das, was er zu zweien kennt, fortsetzt; also wenn wir in dem Eindimensionalen, das eine Linie darstellt, krumme und gerade Linien kennen und im Zweidimensionalen, dem eine Fläche gleicht, krumme und gerade Flächen, so setzen wir das fort und sagen: es gibt auch gerade und krumme Räume. Wir können uns nicht vorstellen, was Geradheit oder Krümmheit beim Raum sein soll, aber ein Kennzeichen eines geraden Raumes ist z. B., wenn in ihm alle Lichtstrahlen, ungestört, sich geradlinig verbreiten, daß ein Körper, der keinen seitlichen Antrieb erhält, sich in gerader Linie fortbewegt; wenn ein solcher Körper von seiner geraden Linie abweichen soll, muß eine Wirkung von außen stattfinden, sonst tut er es nicht. Gleiches gilt vom Lichtstrahl, Wechsel der Dichte, Spiegel und Linsen krümmen ihn. Solche Erscheinungen also finden in einem geraden Raume statt. In einem krummen Raume geht ein Lichtstrahl nicht geradlinig vorwärts, und ein Körper, auf den keine Kräfte wirken, bewegt sich nicht geradlinig fort. Unsern bisherigen Raum sind wir gewohnt gewesen, als geraden Raum zu betrachten; aber es hat bei Gelehrten nicht etwa Gewißheit darüber geherrscht, daß unser Raum gerade ist, sondern man hat nur gesagt, er ist so weit gerade, als wir durch Erfahrungen feststellen können, im übrigen aber hat man nur noch keine Erscheinung in der Natur kennen gelernt, die uns bewiese, daß er merklich krumm ist — ich sage merklich, denn manche Körper sind in verschiedenen Stufen krumm. Unsere Erde ist so gewaltig in bezug auf diese Krümmheit, daß erst spät diese Krümmheit erkannt worden ist. Also ausgemacht ist es nicht, daß der Raum gerade und nicht krumm ist. Es schadet also nichts, wenn Sie annehmen, daß dieses Raum-Zeit-Gebiet nicht gerade, sondern krumm ist, also zu den krummen Gebilden in der Natur gehört.

Trotz dieser Krümmheit soll dieses Raum-Zeit-Gebiet gewisse Eigenschaften haben, die ich Ihnen kurz vorführen muß und die Ihnen selbstverständlich erscheinen werden, weil wir es in unserm Raum nicht anders kennen. Wenn wir irgendeine Strecke haben, und ich verbringe sie von einer zur anderen Stelle, so nehmen wir von selbst an, daß die Strecke dieselbe geblieben ist. Ein Meterstab ist stets ein Meter geblieben, ob wir ihn hier oder am Nordpol, auf

der Sonne oder sonstwo annehmen. Ich meine damit, daß die Verbringung des betreffenden Körpers im Raume keinen Einfluß auf seine Länge hat. Dasselbe gilt für einen beliebigen Körper, ob er starr ist oder nicht, wir setzen voraus, daß die Verbringung des Körpers von einer Stelle zur anderen, den Körper nicht verringert und nicht vermehrt, daß der Raum als solcher auf den Körper wirkungslos sein soll. Das soll auch stattfinden, wenn wir einen Körper um eine Achse herumdrehen. Wir schreiben so dem Raum lauter verneinende Eigenschaften zu. Solche Eigenschaften werden auch angenommen bei dem vierdimensionalen Raum-Zeit-Gebiet. Verbinden Sie diese Eigenschaften mit der Annahme der Krümmtheit, so haben Sie das, wovon die neue Lehre der Schwerkraft Gebrauch macht.

Wie tut sie das? Vaihinger hat in seinem merkwürdigen Buche „Die Philosophie des Als-ob“, das wegen der Tiefe der Ideen und des Gedankeninhalts allgemeine Beachtung auch bei Nichtphilosophen gefunden hat, gesagt, daß der Verstand, das Denken des Menschen, sich im allgemeinen auf unbekanntem Gebiete der Kunstgriffe, ja, er sagt sogar der Kunstkniffe, bedient, daß ohne Kunstkniffe und -griffe oft nichts erreicht werden kann, und daß die Wissenschaft auch größte Ergebnisse so erlangt hat. Das ist vielleicht übertrieben, aber es läßt sich nicht leugnen, daß auf vielen Gebieten der Wissenschaft das wirklich zutrifft. Ein großartiger Kunstgriff war es nun, als der schon genannte Minkowski behauptete: alle Naturgesetze, wenn sie Veränderungen betreffen, sind in ihrer Form vollständig gleich. Diese Form ist ganz einfach. Fünf Größen spielen dabei eine Rolle. Vier Größen stehen einzeln zu den vier Abmessungen des Raum-Zeit-Gebietes in Beziehung, für jede Abmessung des Raum-Zeit-Gebietes eine Größe. Die fünfte Größe, die noch vorhanden ist, faßt die vier Größen zusammen in eine Einheit, und das Merkwürdige dabei ist, daß für alle Naturgesetze diese Zusammenfassung in der Form immer die gleiche ist. Und weiter, wohin und wie auch die Erscheinung, für die das Gesetz gilt, im Raum-Zeit-Gebiet verbracht werden mag, oder — falls wir uns das Raum-Zeit-Gebiet selbst als verbringbar und drehbar denken — wie auch dieses Gebiet mit bezug auf die Erscheinung verbracht oder gedreht wird, wenn beides nur nach einer gewissen Regel geschieht, bleibt die Form. Ja, das gilt auch, wenn wir nach der gleichen Regel von einem Raum-Zeit-Gebiet zu einem anderen (anders gekrümmten) Raum-Zeit-Gebiet übergehen, nur daß die Gebiete beide den oben angegebenen Bedingungen genügen müssen. Es sind dann Naturgesetze im gleichen Raum-Zeit-Gebiet von einem Abmessungssystem auf ein anderes, und aus einem Raum-Zeit-Gebiet auf ein anderes Raum-Zeit-Gebiet übertragen und sie haben also ihre Form gleichwohl bewahrt.

Nun aber enthält ein Gesetz nicht nur eine Form, sondern auch einen Inhalt. Die Form umfaßt den Inhalt, und auch dieser muß berücksichtigt werden. Er eben gibt trotz Gleichheit der Form die verschiedenen Gesetze. Der Inhalt richtet sich nach den Erscheinungen, die wir in der Natur haben. Für ein und dieselbe Erscheinungsart aber kann sich der Inhalt ändern mit dem Ort und Raum-Zeit-Gebiet und auch mit der Art des Raum-Zeit-Gebietes. Er ist, wie der Mathematiker sagt, Funktion der vier Abmessungen, die den Ort in dem einen oder dem anderen Raum-Zeit-Gebiet bestimmen. Und nun soll der Inhalt — nach einer weiteren Behauptung dieser Theorie — so geartet sein, daß die Zusammenfassung zu der fünften Größe immer stimmt, d. h. in demselben Maße, wie sich infolge der eben angegebenen Änderung, einschließlich des Inhalts, jede der vier

Größen sich ändert, soll sich die fünfte Größe ändern, daß immer die Gleichheit gewahrt ist zwischen ihr und der Gesamtheit der vier anderen Größen. Man nennt diese Eigenheit die Covarianz.

Gilt dieses merkwürdige Gesetz für alle Naturgesetze, dann muß es auch gelten für die Schwerkraft. Wir kennen ein Gesetz für die Schwerkraft, welches von Newton gegeben ist. Es spricht sich leicht aus: „Die Schwerkraft verringert sich im umgekehrten Verhältnis des Quadrates der Entfernung“, aber dieses Gesetz gilt nur im Raum und kann auch nicht auf die Form gebracht werden, welche ich Ihnen eben geschildert habe. Das neue Gesetz muß und soll dieser neuen Form entsprechen, also ging das Bemühen darauf aus, eine Darstellung zu finden, welche die Erscheinung der Schwerkraft erklärt und andererseits dem neuen Gesichtspunkt, dem alle Gesetze gehorchen sollen, entspricht. Das geschah nun von Einstein abermals mit Hilfe eines Kunstgriffes. Es ist zunächst nicht einzusehen, wie das der Fall sein soll. Wenn die Einsteinsche Lehre behauptet, die Erscheinung der Schwerkraft hänge nur ab von den Eigenschaften des Raum-Zeit-Gebietes, wenn wir ferner dem Raum-Zeit-Gebiet stoffliche Eigenschaften absprechen, indem wir vorher gesagt haben, es habe auf Körper als solche keine Einwirkung, so kann es sich dabei nur um geometrische Eigenschaften, also um solche, die das Messen betreffen, handeln. Also in das neue Gesetz der Schwerkraft müssen eintreten diejenigen Eigenschaften des Raum-Zeit-Gebietes, die wir als Maßeigenschaften bezeichnen können — andere haben wir nicht zur Verfügung und die ich bitte nicht mit den messenden Gegenständen, wie Maßstäbe, Uhren zu verwechseln, die mit ihnen als rein geometrisch nichts zu tun haben — und außerdem muß dieses Gesetz gehorchen dem allgemeinen, eben behandelten Grundsatz. Wo nimmt man aber diese Maßeigenschaften her, und zwar in der Weise her, daß sie in die grundsatzmäßige Form eingekleidet werden können? Da setzte der große Kunstgriff von Einstein ein. Ich sagte, wir nehmen an, daß das Raum-Zeit-Gebiet nicht gerade, sondern gekrümmt ist. Es hat nun ein anderer außerordentlicher Mathematiker, Riemann, lange vorher untersucht: unter welchen Bedingungen ist ein Raum gekrümmt, unter welchen Bedingungen gerade? Er hat seine Untersuchungen nicht auf unseren Raum beschränkt, sondern auf einen Raum mit einer beliebigen Zahl von Abmessungen, vier, fünf usw., und er hat in einer schweren mathematischen Untersuchung eine Formel gefunden, welche die Bedingung dafür ist, daß ein Raum gerade ist, und wenn diese Bedingung sich nicht erfüllt, ist er gekrümmt. In dieser Bedingung stecken aber alle Maßeigenschaften des betreffenden Raumes und nur diese. An dieser Bedingung als mathematischer Formel greift nun die Einsteinsche Theorie ein. Einstein sah, daß man gerade die Maßeigenschaften, die in dieser Formel stecken, unmittelbar in ein Gesetz verpflanzen kann, das dem obigen Grundsatz entspricht. Er fand, daß, wenn er die Maßeigenschaften nahm, die in dieser Formel von Riemann enthalten sind, er sie in die Formel hineinbringen konnte: 4 Größen = einer 5. Größe, mit einem aus jenen Maßeigenschaften gebildeten Inhalt, der der Formel auch die Covarianz verlieh.

Damit ist immer noch nicht gesagt, daß das nun das Gesetz der Schwerkraft darstellen muß, das kann ja etwas anderes sein, als gerade das Gesetz der Schwerkraft. Nun hieß es: jetzt mußt du nachweisen, daß, wenn du dieses Gesetz benutzt mit den Maßeigenschaften, die du angenommen und der Riemannschen Bedingung entnommen hast, du eine Gleichung herausbekommst,

mit Hilfe derer du die Bewegungen der Himmelskörper genau so gut erklären kannst, wie sie das Newtonsche Gesetz erklärt. Ja, darüber hinaus muß dieses neue Gesetz noch etwas bieten, denn ein neues Gesetz muß immer mehr leisten als das alte. Das ist nun Einstein gelungen. Er hat mit Hilfe dieses Gesetzes, welches an die Stelle des Newtonschen tritt, die Bewegungen der Himmelskörper neu berechnet, aber, achten Sie wohl darauf, im Wesen nicht mehr, wie wir es in der gewöhnlichen Astronomie tun, die Bewegungen der Himmelskörper im Raum, sondern im Raum-Zeit-Gebiet. Er bekam also an sich kein Ergebnis für die Bewegung der Erde um die Sonne im Raum, sondern eine Linie im Raum-Zeit-Gebiet, die wir nicht einmal beschreiben können, weil wir keine Vorstellung davon haben. Wenn man aber mit dieser Bewegungslinie im Raum-Zeit-Gebiet genau so verfährt, wie ich im vorigen Beispiel verfahren bin, als ich den Kreis projizierte auf die Ebene, wenn man sie also projiziert in den Raum hinein, findet man die Ellipse, und zwar genau dem Keplerschen Gesetz folgend, wie es den Astronomen von der gewöhnlichen Ellipse bekannt ist. Sie sehen, wie eigenartig der ganze Gedankengang ist. Ich hatte etwas zu erklären im Raum, die Erklärung gelang auf einem Umwege, nämlich auf einem Umwege über ein vierdimensionales Gebiet, dem Raum-Zeit-Gebiet, dadurch, daß ich erst etwas fand im Raum-Zeit-Gebiet, also einem viel gewaltigeren Gebiet als der Raum ist, und dann gelangte man durch Projizierung in den Raum hinein, und so bekam ich, was ich brauchte. Der Mathematiker Gauß hat einmal gesagt: wenn man etwas aus einer bestimmten Zahl nicht errechnen kann, so nützt es mitunter, wenn man noch etwas Unbekanntes hinzunimmt, also die Schwierigkeit vermehrt. Er drückte das humoristisch aus, indem er sagte: ich steige vom Pferd auf den Esel. Sie sehen, der hier begangene Weg ist derselbe: in drei Abmessungen soll ich es erklären, ich steige auf vier Abmessungen und komme auf der Rückfahrt wieder in drei Abmessungen hinein und habe gefunden, was ich finden sollte. Das Gesetz kann ich Ihnen nicht beschreiben, es wäre eine lange mathematische Formel. Sie müssen mir schon glauben, daß auf diese Weise die Errechnung geschehen ist.

Aber ich sagte, man verlangt von einer neuen Theorie, daß sie im fruchtbaren Darbieten über die alte hinausgeht. Die alte Astronomie — ich ahme das Beispiel der ganz jungen Naturforscher nach: die bezeichnen nicht selten schon alles, was noch nicht fünf Jahre alt ist, als alt; es geht alles rasch in unserer gegenwärtigen Wissenschaft, es ist jetzt eine Zeit von enormer geistiger Tätigkeit, es scheint eben, als ob durch die Schwierigkeit unserer Lage die geistige Tätigkeit unseres Volkes ins Unendliche gestiegen ist, und man kann sagen, fast jeder Tag bringt unserer Wissenschaft eine tiefgründige Neuheit, mit der man Großes leistet und noch mehr wird leisten können. — Die klassische Astronomie hat nicht alles erklären können, sie hat einzelnes Unbedeutenderes beiseite lassen müssen, und dazu hat eins gehört, was den Astronomen großes Kopfweh bereitet hat. Ich sagte, daß die Himmelskörper sich gegenseitig stören, und daß die schöne Einfachheit ihrer Bahn beeinträchtigt wird, es bewegen sich die Himmelskörper nicht in reinen Ellipsen, sie bewegen sich auch nicht an demselben Orte des Himmelszettes, sondern die Bahnen drehen sich im Laufe der Jahre. Das ist eine Folge der Störungen der Himmelskörper. Die Astronomen haben erkannt, daß die errechnete Drehung der Erdellipse im Raume so groß ist, wie man sie beobachtet hat. Aber bei einem von den Himmelskörpern, beim Merkur, stimmte die Sache nicht, bei ihm war die errechnete Drehung der Ellipse

im Raum erheblich kleiner als die durch Beobachtung festgestellte Drehung. Das war durch die alte Astronomie nicht erklärbar. Man hat eine zahllose Menge von Versuchen gemacht, um zu einer Erklärung zu gelangen; man nahm, da die bekannten Planeten nicht ausreichten, einen unbekanntem intramerkurialen Planeten an, aber es gelang nicht, diesen nachzuweisen. In anderen Erklärungen traten durch sie an anderen Stellen wieder Schwierigkeiten ein, es geht ja in der Natur alles ineinander. Und selbst die geistvollste Erklärung, die wir dem Direktor der Münchener Sternwarte, Seeliger, verdanken, hat mit solchen Schwierigkeiten zu kämpfen.

Die neue Einsteinsche Lehre schafft diese Schwierigkeiten mit einem Schlage aus der Welt. Die Erklärung, die wir dafür haben müssen, muß so sein, daß sie nicht anderswo eine Unordnung herbeiführt, sie muß also so geartet sein, daß sie nur diese Bahn betrifft. Ist es der Merkur, dessen Bahn sich unregelmäßig dreht, so muß die Erklärung auf diese Bahn gehen und auf keine andere. Das ist erreicht nach der Einsteinschen Lehre. Als er die Linie bekommen hatte, wie der Merkur sich im Raum-Zeit-Gebiet bewegt, und als er die Linie projizierte auf den Raum, da fand er nicht nur eine Ellipse, sondern auch daß diese Ellipse sich dreht im Raum, und er fand die Drehung genau so groß wie derjenige Teil, den wir nicht erklären konnten. Dieser Teil — er beträgt 43 Minuten eines Bogens im Laufe von 100 Jahren —, den wir bisher nicht widerspruchsfrei erklären konnten, ist also erklärt, und er trifft nur den Merkur und keinen anderen Planeten. Das ist die große Bestätigung, die wir bis jetzt für diese Theorie gewonnen haben, sie hat etwas erklärt, was bisher unerklärt war, und in einer Weise, die keine Einwendungen möglich macht, denn sie gilt nur für den Merkur. Einstein errechnete auch für die Erde eine Bahn im Raum-Zeit-Gebiet, projizierte diese Bahn auf den Raum und bekam abermals eine Ellipse. Auch sie dreht sich, aber so außerordentlich wenig, daß diese Bewegung nicht mehr festzustellen war, d. h. hier stimmt die klassische Astronomie mit der neuen Astronomie überein. Und so war es bei der Venus und allen anderen Planeten, so daß in der Tat die neue Astronomie alles das leistet, was sie zu leisten hat.

Auf die anderen großartigen Errungenschaften dieser Theorie kann ich hier nicht eingehen, ich will nur hervorheben, daß damit eine andere Frage auch sofort gelöst ist. Ich sagte vorhin, kein Körper übt einen Einfluß auf die Schwerkraft. Sie sehen, es kann gar kein Körper von Einfluß auf sie sein, denn wie soll ein Körper auf rein geometrische Verhältnisse wirken. Ist die Schwerkraft erklärt durch geometrische Verhältnisse, so sehen Sie, daß es nicht denkbar ist, daß Körper sie zu beeinflussen vermögen. Es ist dann auch nicht möglich, daß die Schwerkraft Zeit braucht, um sich zu verbreiten, denn sie ist keine Kraft, sondern es handelt sich hier allein um geometrische Eigenschaften.

## Der gestirnte Himmel im Monat August 1916

Von Dr. F. S. Archenhold

(Mit einer Beilage)

### Die Sonne

Das Wohl und Wehe nicht nur aller Menschen, sondern der gesamten organischen Welt ist mit dem Lauf der Sonne, des gewaltigsten Gestirnes unseres Himmels, der Königin des Tages, für immer aufs engste verbunden. Würde die Sonne nur auf ganz kurze Zeit aus dem Zentrum des Planetensystems fortgenommen und in die Fernen ge-

setzt, aus denen die Fixsterne ihre Strahlen zu uns senden, so wäre dies der sofortige Tod alles irdischen Lebens.

Schon die Völker des Altertums ahnten die große Bedeutung der Licht- und Wärmestrahlen der Sonne für die Erde und zollten der Sonne in ihrer Art Verehrung. Ihr wurden nicht nur im alten Babylon und in Ägypten Tempel gebaut, sondern auch die wilden Völkerschaften in den Äquatorgegenden, wie die Massais und die Wadschaggas, begrüßen, wenn sie die Höhen des Kilimandscharos durchstreifen oder in den Steppen herumziehen, die aufgehende Sonne mit den Worten: „O Gott, schütze mich und die Meinen!“ da der Begriff der Sonne mit dem des Gottes für sie gleichbedeutend ist. Manche Erzählungen der Wadschaggas lassen erkennen, welches Wundervermögen sie ihrem Sonnengotte zutrauen. Die Sage läßt einen Häuptling, dem nur Mädchen beschieden waren, empor zur Sonne steigen, um sich einen Sohn zu erleben. In einer anderen Erzählung wird berichtet, wie ein Mann, der auf die Gottsuche bis ans Ende der Welt ging, dorthin, wo Erde und Himmel aneinander stoßen, schließlich in der Morgenfrühe auf einer schönen Wiese sich befand, nahende Schritte hörte und einen gewaltigen Glanz sah. „Er fürchtete sich und versteckte sich im niedrigen Gehölz. Viele Männer sah er da kommen, die waren sehr schön und mitten unter ihnen war ein Mann, größer als alle anderen, der trug ein sehr helles Kleid und er leuchtete wie Feuer.“ Die Augen des Suchenden aber wurden geblendet, sodaß er nicht mehr sehen konnte.

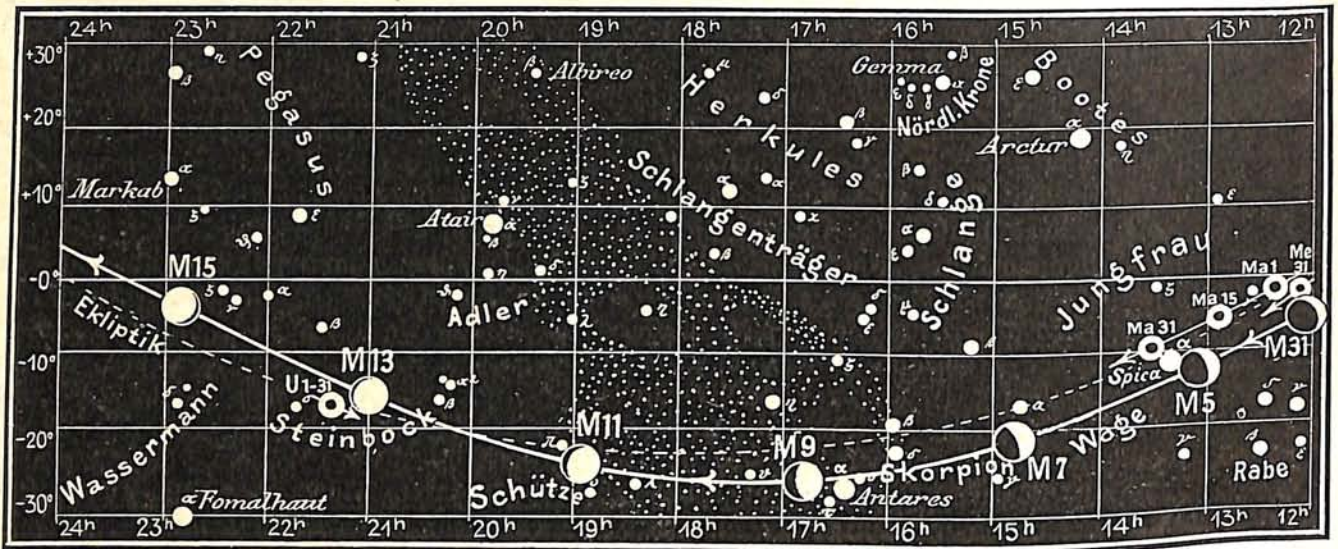
Wir alle wissen, welche Gefahr dem Auge droht, wenn es zu lange in die Sonne sieht. Nur wenn dichtes Gewölk oder in der Nähe des Horizontes große Dunstschichten sich zwischen die Sonne und unsere Augen legen, ist es möglich, ohne Gefahr in dieselbe zu sehen. Ein Schweizer Bürger, der ohne Blendglas einmal eine Sonnenfinsternis beobachtete, büßte hierbei sein Augenlicht ein. Die Netzhaut, welche entfernt werden mußte, gab ein getreues Bild der schmalen Sichel der Sonne wieder, so wie sie sich nach Beendigung der Totalität dem ungeschützten Auge des Beschauers gezeigt hatte.

Bei der Beobachtung der Sonne müssen entweder gefärbte Blendgläser zur Schwächung der Helligkeit angewandt werden oder das Bild der Sonnenoberfläche wird so stark vergrößert auf einen weißen Schirm geworfen, daß für das Auge die Helligkeit der Sonnenscheibe erträglich wird.

Die auffälligste Erscheinung auf der Sonnenoberfläche sind die Flecken. Wenn sie auch erst nach der Erfindung des Fernrohrs, also vom Jahre 1610 an, beobachtet werden konnten, so liegen doch einige Anzeichen dafür vor, daß sie schon vorher mit unbewaffnetem Auge gesehen worden sind. Manche Völker erzählen von dem Raben, der dann und wann in der Sonne sitzt. Es ist dies leicht verständlich, da die Flecken so große Dimensionen annehmen können, daß sie, besonders wenn sich die Sonne dem Horizonte nähert, auch noch heute mit bloßem Auge gesehen werden können. Es ist mir von Laien mitgeteilt worden, daß sie den großen Sonnenfleck vom Jahre 1898 ohne Fernrohr bemerkt haben. Die Größe der Sonnenflecken ist ganz verschieden. Die kleinsten erscheinen wie Poren auf der Sonne und haben nur einen Durchmesser von einigen hundert Kilometern. Ein normaler Sonnenfleck besitzt einen Kern- und Halbschatten. Damit er dem bloßen Auge wahrnehmbar wird, muß sein Durchmesser schon gegen 40 000 km betragen, das ist der dreifache Durchmesser der Erde. Es gibt aber Sonnenflecke, die so groß sind, daß 18 Erdkugeln nebeneinander gelegt werden müssen, um ihren Durchmesser zu bedecken. Gerade jetzt erscheinen recht viele Sonnenflecke, die den Besuchern der Treptow-Sternwarte täglich bis nach Sonnenuntergang mit dem großen Fernrohr gezeigt werden. Man bemerkt sehr bald, daß der Fleck am Ostrande auftaucht und nach  $13\frac{1}{2}$  Tagen am Westrande verschwindet. Dieses Fortrücken des Sonnenfleckes ist eine Folge der Drehung der Sonne um ihre Achse. Daher bleibt auch der Fleck ebenso lange auf der Rückseite der Sonne unsichtbar. Bei längerer Lebensdauer des Fleckes kann es vorkommen, daß mehrere solcher Kreisläufe beobachtet werden können.



Fig. 1b



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

Welch schnellen Änderungen die einzelnen Flecken unterliegen, ist aus unserer Beilage zu ersehen, die ich am großen Fernrohr der Treptow-Sternwarte angefertigt habe.

In das Bild, welches die von dem Sucher des großen Refraktors entworfene Sonnenscheibe darstellt und das Größenverhältnis der Sonnenflecken zu dieser zeigt, habe ich die Fleckengruppen an den einzelnen Beobachtungstagen eingetragen. Wir sehen hier die Bewegung, welche zwei Fleckengruppen vom 28. April bis zum 2. Mai auf der Sonnenscheibe infolge der Rotation der Sonne um ihre Achse gemacht haben. Es war eine große Fleckengruppe A und vom 30. April an noch eine zweite, kleine Gruppe B sichtbar. Im gleichen Maßstabe ist die Größe der Erde eingezeichnet, um zu verdeutlichen, daß neun Erdkugeln zur Bedeckung der Gruppe A erforderlich wären.

Als sich die Fleckengruppe A am 2. Mai dem Rande näherte, traten, wie dies zu meist der Fall ist, hellere Stellen, sogenannte Fackeln, in ihrer Nähe auf. Die Gruppe B zeigte am 30. April eine kleine Fleckengruppe mit Kern und Halbschatten und sieben andere kleine Kerne, die sich jedoch sehr schnell auflösten.

### Der Lauf von Sonne und Mond

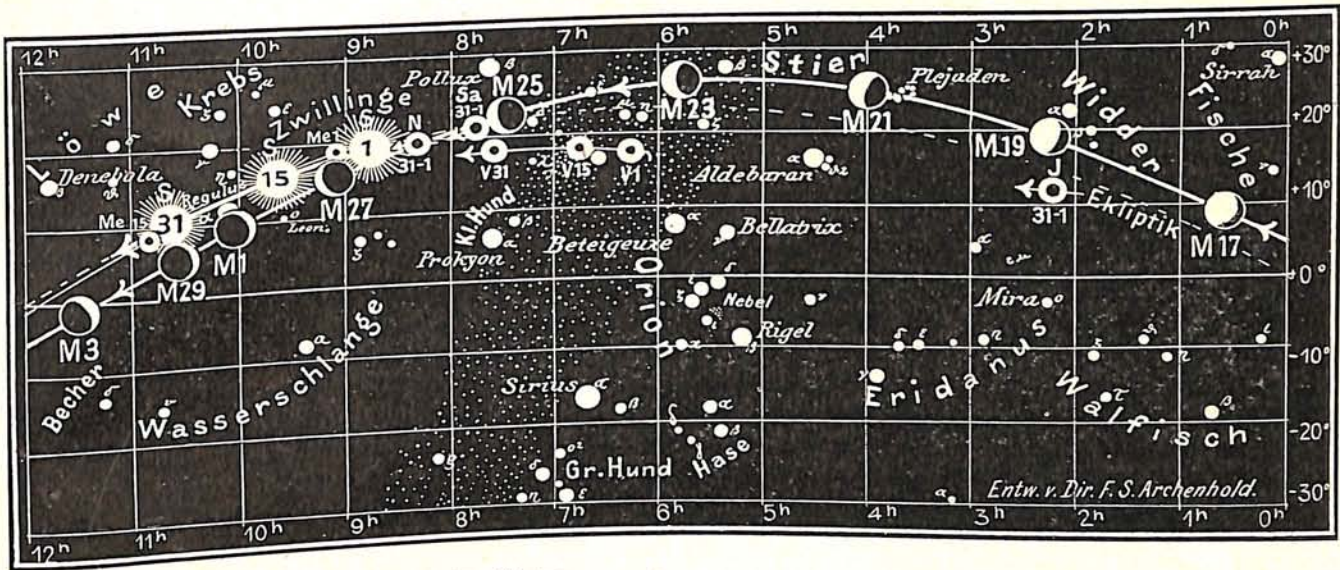
Unsere Sonne (Feld  $8\frac{3}{4}^h$  bis  $10\frac{1}{2}^h$ ) ist für den 1., 15. und 31. August in unsere Karte eingezeichnet. Ihre Mittagshöhe nimmt während des Monats von  $55\frac{1}{2}^\circ$  am 1. August auf  $46^\circ$  am 31. August ab.

Wir geben in der neuen Sommerszeit die Tabelle für den Auf- und Untergang der Sonne wieder:

| Sonne    | Deklination   | Sonnenaufgang | Sonnenuntergang | Mittagshöhe           |
|----------|---------------|---------------|-----------------|-----------------------|
| August 1 | $18^\circ 3'$ | $5^h 27^m$    | $8^h 56^m$      | $55\frac{1}{2}^\circ$ |
| - 15     | $14^\circ 5'$ | $5^h 49^m$    | $8^h 30^m$      | $51\frac{1}{2}^\circ$ |
| - 31     | $8^\circ 41'$ | $6^h 16^m$    | $7^h 55^m$      | $46^\circ$            |

Da mit dem Auftreten der Sonnenflecken auch elektrische Ladungen unserer höheren Atmosphärenschichten verbunden sind, so erscheinen um diese Zeit sehr häufig die Nordlichter.

In den Nächten vom 8. bis 12. August werden wie immer die alljährlich wiederkehrenden periodischen Sternschnuppen, die sogenannten „Tränen des heiligen Laurentius“



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

aus dem Sternbilde des Perseus niederfallen. Da wir am 13. August Vollmond haben, so werden in diesem Jahre nur die helleren Sternschnuppen gut sichtbar sein. Der Ausstrahlungspunkt liegt in der Nähe von  $\gamma$  Persei bei  $45^\circ$  Rekt. und  $52^\circ$  Dekl., ist also für Deutschland circumpolar, sodaß er während der ganzen Nacht über dem Horizont steht. Er erreicht kurz vor 6 Uhr nachmittags im Norden seinen tiefsten Stand. Bei Beginn der Beobachtung um  $1\frac{1}{2}$  10 Uhr abends hat er bereits  $20^\circ$  Höhe erreicht und steigt dann immer höher, um am frühen Morgen den Zenit zu passieren. Die meisten Sternschnuppen werden daher in diesen Nächten am östlichen Himmel sichtbar werden. Es ist sehr wichtig, eine Zählung und Einzeichnung der Sternschnuppen auch in diesem Jahre an möglichst vielen Stellen vorzunehmen.

Eine vollständige Beobachtung soll enthalten: 1. Die geographische Länge und Breite des Beobachtungsortes. 2. Den Namen des Beobachters. 3. Jahr, Monat, Tag, Stunde, Minute und Sekunde des Aufleuchtens der Sternschnuppen in mitteleuropäischer Zeit oder Sternzeit. 4. Die Rektaszension und Deklination oder Azimut und Höhe des Anfangs und Endes der Sternschnuppenbahn. 5. Die Helligkeit der Sternschnuppe, angegeben in Sterngrößen. 6. Die Farbe der Sternschnuppe. 7. Dauer der Sternschnuppe, geschätzt in Bruchteilen der Sekunde. 8. Angaben über die Länge des Schweifes, geschätzt in Zehntelsekunden und eventuelle Bewegung desselben. 9. Die Dauer des Schweifes, geschätzt in Zehntelsekunden.

Der Mond ist mit seinen Phasengestalten in unsere Karten 1a und 1b für den 1. bis 31. August von zwei zu zwei Tagen in der neuen Sommerszeit eingetragen.

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Tage:  
 Erstes Viertel: August 6. 11<sup>h</sup> abends Vollmond: August 13. 2<sup>h</sup> nachm.  
 Letztes Viertel: - 20. 3<sup>h</sup> nachm. Neumond: - 28. 7<sup>h</sup> abends

### Die Planeten

Merkur (Feld  $9^h$  bis  $12\frac{1}{4}^h$ ) bleibt während des Monats August dem unbewaffneten Auge unsichtbar, nur in den letzten Tagen des Monats kann er in Fernrohren gesehen werden.

Venus (Feld  $6\frac{1}{4}^h$  bis  $7\frac{1}{2}^h$ ) ist anfangs  $1\frac{3}{4}$  Stunden, zuletzt schon  $3\frac{1}{2}$  Stunden am Morgenhimm elsichtbar. Sie erreicht ihren größten Glanz am 9. August. Auf hohen

Bergen kann sie um diese Zeit, wenn man ihre Stellung genau kennt, sogar am Tage mit bloßem Auge gesehen werden. Sie ist wegen ihres großen Lichtes das schönste Gestirn des Himmels. Am 24. August bildet die schmale Sichel des Mondes mit der unter ihr stehenden Venus einen interessanten Anblick am Morgenhimmel.

Durch die dichte Atmosphäre sind die Beobachtungen auf der Oberfläche der Venus sehr schwierig, da die Flecke, deren Beobachtung wie immer zu solchen Drehungsbestimmungen am zweckmäßigsten sind, auf der Venusscheibe nur undeutlich hervortreten. Schiaparelli hat auf Grund langjähriger Beobachtungen sich für die Gleichheit der Umdrehungsdauer mit der Umlaufzeit der Venus um die Sonne ausgesprochen. Hiernach müßte die eine Hälfte der Venus ewigen Sonnenschein, die andere ewige Nacht besitzen.

*Mars* (Feld  $12\frac{1}{4}^h$  bis  $13\frac{1}{2}^h$ ) ist zu Anfang des Monats nur eine Viertelstunde und am Ende nur wenige Minuten am westlichen Himmel nach Untergang der Sonne zu beobachten. Ende des Monats können wir ihn sehr bequem auffinden dadurch, daß er in unmittelbarer Nähe des hellsten Sternes in der Jungfrau, der Spica, steht.

*Jupiter* (Feld  $2\frac{1}{4}^h$ ) ist bei Sonnenaufgang hoch im Süden sichtbar. Am Ende des Monats beträgt seine Sichtbarkeit schon  $7\frac{1}{2}$  Stunden, sodaß er im nächsten Monat bereits während der ganzen Nacht sichtbar wird. Er ist der größte Planet und 318 mal so schwer als unsere Erde. Seine Masse ist noch  $2\frac{1}{3}$  mal so groß als die aller übrigen Planeten. Seine Umdrehungszeit ist die kürzeste von allen Planeten, sie beträgt nur 9 Stunden  $55\frac{1}{2}$  Minuten. Daher erscheinen die den Jupiter einhüllenden Gase und Dämpfe in Streifen parallel zum Aequator des Jupiters angeordnet. Es müssen schon starke Eruptionerscheinungen auf dem Jupiter auftreten, um die emporgeschleuderten Teile in schräge Lage zu dieser Parallelität mit dem Aequator zu bringen. Wir dürfen uns daher nicht wundern, auf der Jupitersoberfläche häufig Neubildungen von Flecken, die die prachtvollsten Farbenabstufungen zeigen können, zu begegnen.

*Saturn* (Feld  $7\frac{1}{2}^h$  bis  $7\frac{3}{4}^h$ ) tritt im Monat August wieder aus den Strahlen der Sonne kurz vor Tagesanbruch heraus, sodaß er im Nordosten sichtbar ist. In den letzten Tagen des August kann man ihn bereits drei Stunden lang sehen.

*Uranus* (Feld  $21\frac{1}{2}^h$ ) ist in den Fernrohren als kleines Scheibchen von grünlich-weißem Licht zu erkennen. Daher hat die Menschheit auch erst Kenntnis von ihm erlangt, nachdem er zufällig am 13. März 1781 bei der Durchmusterung nach Doppelsternen in das Gesichtsfeld des Herschelschen Spiegel-Teleskopes geriet. Der Entdecker hielt ihn zuerst für einen Kometen. Es bedurfte erst einer großen Reihe von Beobachtungen, um festzustellen, daß man es mit einem Planeten zu tun hatte, der zu seinem Umlauf mehr als 84 Erdjahre gebraucht und dessen Entfernung von der Sonne das 19-fache von dem der Entfernung der Erde von der Sonne beträgt. Erst 6 Jahre später wurden auch noch Monde des Uranus aufgefunden. Heute sind im ganzen 4 Uranusmonde bekannt, welche von Lassell die Namen Ariel, Umbriel, Titania und Oberon erhalten haben. Der wahre Durchmesser des größten dieser Monde, Titania, beträgt nur 950 km, sodaß er nur so hell erscheint wie ein Stern 15. Gr.

*Neptun* (Feld  $8\frac{1}{2}^h$ ) ist während des ganzen Monats infolge seiner Sonnennähe unsichtbar.

#### Bemerkenswerte Konstellationen:

- August 4. 7<sup>h</sup> morgens Mars in Konjunktion mit dem Monde.  
- 9. 12<sup>h</sup> mittags Venus im größten Glanze.  
- 10. 7<sup>h</sup> abends Uranus in Opposition zur Sonne.  
- 19. 1<sup>h</sup> morgens Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.  
- 24. 4<sup>h</sup> nachmittags Venus in Konjunktion mit dem Monde.  
- 25. 11<sup>h</sup> vormittags Saturn in Konjunktion mit dem Monde.  
- 31. 2<sup>h</sup> morgens Merkur in Konjunktion mit dem Monde.

## Kleine Mitteilungen

**Eine deutsche Sonnenfinsternis-Expedition im Kriegsjahr 1914.** Was die Photographie für die Wissenschaft in erster Linie wertvoll macht, was ihr den Vorzug vor der bloßen Okularbeobachtung gibt, das ist ihre Unbestechlichkeit und Unermüdlichkeit. Das Auge läßt sich täuschen, es glaubt mancherlei zu sehen, was tatsächlich gar nicht vorhanden ist. Das Auge ermüdet auch bei längerem Hinsehen auf einen Fleck und sieht dann weniger als vorhanden ist. Daher ist es nicht verwunderlich, wenn sich zunächst die beobachtende Astronomie der Photographie als willkommenes Hilfsmittel bemächtigt hat. Und keinem Zweige der Astronomie gegenüber hat die Photographie versagt. Die Karten des Fixsternhimmels werden heute mit einer Leichtigkeit und Schnelligkeit entworfen, von der man zur Zeit der bloßen Okularbeobachtung keine Ahnung gehabt hat, und gleichzeitig gibt die systematische photographische Durchmusterung der Sternenwelt das Mittel an die Hand, auch die Liliputaner unter den Wandelsternen dingfest zu machen. Das schnelle Anwachsen der Zahl der bekannten Asteroiden zeigt uns dies und es hat sich allgemach sogar eine Klasse berufsmäßiger Asteroidenjäger herausgebildet, die mit ihren photographischen Instrumentarien den rechnenden Astronomen immer genauere Unterlagen für ihre Rechnungen beschaffen und so durch einen scheinbar müßig-unpraktischen Sport das ihrige dazu beitragen, die Störungseinflüsse kennen und werten zu lehren, denen die Bewegung der Weltkörper unterworfen ist. Auch die Vagabunden des Weltenraumes, die Kometen, hält das photographische Auge im Bilde besser fest als dies auch der beste Zeichner könnte, von jenen „Sonnenporträts“, Nebelfleckbildern, Mondkarten und all den sonstigen Abbildungen der Wunder des Himmels gar nicht zu sprechen. Kurzum, die Astronomie hat es verstanden, sich eine stets dienstbereite Helferin heranzuziehen.

Das geschieht natürlich erst recht, wenn es sich um die Untersuchung eines so grundlegend wichtigen Ereignisses handelt wie eine totale Sonnenfinsternis. Ohne Zweifel werden deshalb manche der zahlreichen zur letzten in Europa sichtbaren Erscheinung dieser Art vom 21. August 1914 von den Kulturstaaten ausgerüsteten Expeditionen in ihrer Apparatur der Photographie einen größeren Spielraum gegeben haben als dies seither üblich war. Sicher ist dies der Fall gewesen bei der einzigen deutschen Expedition, die trotz der gerade über den Erdteil hereinbrechenden Kriegskatastrophe wenigstens zum Teil ihr Programm durchführen konnte. Es war die von der Sternwarte der Technischen Hochschule in Berlin, gemeinsam mit den großen optischen Werken C. P. Goerz A.-G., nach der Insel Alsten in Nordnorwegen,  $\frac{1}{2}$  Breitengrad südlich vom Polarkreise, unternommene. Trotz klimatischer Ungunst des Beobachtungsortes, trotz des verlorenen Postens, den sie an der im Herbst regen- und sturmreichen Nordküste bezogen hatte, waren ihr das Schicksal und der Wettergott hold.

Es war ein guter Gedanke, eine solche Unternehmung gemeinsam von einem wissenschaftlichen Institut und einer der bedeutendsten Vertreterinnen der deutschen Präzisionsindustrie zu planen, zugleich ein Beleg für die nahen Beziehungen zwischen der Wissenschaft und der Präzisionstechnik.

Jetzt liegt der Bericht<sup>1)</sup> über Schicksale und Resultate dieses Unternehmens vor, als ein Stück der großen Zeitgeschichte. Auch der Nichtfachmann wird den lebhaften Schilderungen der Ereignisse der Expedition, die ihr Leiter, Prof. Miethé und seine hervorragendsten Genossen Dr. Weidert und Dr. Seegert<sup>2)</sup> — der eine der wissenschaftliche Direktor der Goerz-Werke, der andere Privatdozent an der Technischen Hochschule — verfaßten, mit lebhaftem Interesse folgen.

Ganz konnte sich freilich auch diese Expedition von den Kriegsstörungen und Ereignissen nicht freihalten. Das umfangreiche und wertvolle Instrumentarium erreichte nur teilweise seinen Bestimmungsort. Wichtige Apparate und Apparateile mußten bei der Kriegserklärung in Hamburg zurückbleiben. Da galt es denn für die Forscher manches durch Improvisation zu ergänzen und auf manche Programmpunkte, schon mit Rücksicht auf die zusammengeschmolzene Zahl der wissenschaftlichen Kräfte, zu verzichten. Die prachtvollen Corona-Aufnahmen, die das Werk zieren, zeigen jedoch, daß trotz aller Hindernisse wenigstens ein Teil der selbstgestellten Auf-

<sup>1)</sup> Die totale Sonnenfinsternis vom 21. August 1914. Gemeinsame Expedition der Sternwarte der Kgl. Technischen Hochschule Berlin und der Optischen Anstalt C. P. Goerz A.-G., Berlin-Friedenau. Bericht von A. Miethé, B. Seegert und F. Weidert, Verlag Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig. Preis M. 12,—.

<sup>2)</sup> Denen sich außer dem Hilfspersonal in dankenswerter Weise Generalleutnant von Nieber als Geodät anschloß. Allerdings mußte er wie mehrere seiner Genossen bei Kriegsausbruch dem Ruf zu den Fahnen folgen.

gabe erfolgreich ausgeführt werden konnte. Anschaulich werden uns die Maßnahmen geschildert, die mit Rücksicht auf die veränderten Umstände schnell entschlossen ergriffen werden mußten.

Besonders interessant und wertvoll ist dasjenige Kapitel des Berichtes, in dem die instrumentelle Ausrüstung der Expedition beschrieben wird. Hier zeigt sich so recht deutlich die Fruchtbarkeit des Gedankens gemeinsamer Arbeit des Präzisionstechnikers und des Astronomen. Die Literatur über Sonnenfinsternis-Expeditionen, die sonst sehr umfangreich ist, läßt durchweg gerade diese wichtige Seite eines solchen Unternehmens fast völlig unberücksichtigt. Für die Vorarbeiten späterer ähnlicher Untersuchungen stellt deshalb diese Veröffentlichung eine offenbar wichtige Hilfe dar. Die stattliche Reihe der angeführten, vielfach ganz neuartigen und eigentümlichen Apparate, wird in der ausführlichsten Weise, auch unter spezieller Berücksichtigung ihrer Durchbildung und praktisch ermittelten Eigenschaften, geschildert und abgebildet. Das größte Instrument, das sich im Gebrauch vorzüglich bewähren konnte, war ein Spiegelteleskop von über 20 m Brennweite, das, mit einem ebenso kräftigen wie fein gearbeiteten Siderostaten verbunden, in seinem Fokus direkte Sonnenbilder von ungefähr 20 cm Durchmesser lieferte. Daneben mag ein Spektrograph von höchster Lichtstärke erwähnt werden, sowie ein „Flash-Spektrograph“ von besonderem Typ. Sämtliche optischen Teile dieses letzteren Instrumentes sind aus reinstem Bergkristall gefertigt und dabei von ungewöhnlichen Ausmaßen, so daß die Auswahl und Beschaffung des Materials hierfür äußerst schwierig war. Auch die Konstruktion war in jeder Beziehung eigenartig. Ferner führte die Expedition einen parallaktisch montierten „Linsenspiegel“ von 40 cm Öffnung mit — ein Instrument, das eine Verbindung eines brechenden mit einem spiegelnden Fernrohr darstellt — und für ganz bestimmte Untersuchungszwecke an der Corona vorgesehen war. Leider konnte auch dieses Instrument aus Mangel an Beobachtern nicht zur Benutzung gelangen.

Sind die Schilderungen dieser Instrumente wohl hauptsächlich für einen Fachmann wertvoll, so wird doch auch der Laie den lebhaft bewegten Schicksalen und Arbeiten der Expedition mit Interesse folgen. Schon eine Winterreise, die im März 1914 unternommen wurde, um den Beobachtungsplatz auszuwählen, die nötigen Baulichkeiten in Auftrag zu geben und Versuche zum drahtlosen Empfang des Zeitsignals aus Norddeich unter widrigsten Umständen durchzuführen, bot des Interessanten genug. Auf der Hauptexpedition galt es dann unter Benutzung des Vorhandenen und mit den durch die Kriegserklärung eingeschränkten Kräften die Arbeit bis zum Finsternistage zu fördern und zu Ende zu bringen. Die Berichte über die spannende Frage nach der Gestaltung des Wetters in den kritischen Minuten und ihre höchst befriedigende Lösung sowie über die Rückkehr der Teilnehmer mit ihren Resultaten auf heimatlichen Boden, liest man mit wachsendem Interesse.

Leider fällt doch ein bitterer Tropfen in den Becher der Genugtuung darüber, daß das Unternehmen trotz aller Schwierigkeiten so gute Erfolge zeitigte. Die kostbaren Apparate konnten bis jetzt nur zu einem kleinen Teile nach Deutschland zurückgebracht werden. Das meiste steht noch heute wohlverpackt zwischen Trantonnen und Stockfischbündeln dort oben in einem Speicher bis zu dem Tage, wo die Freiheit der Meere auch für deutsches Eigentum erkämpft sein wird.

Fritz Hansen.

**Über die Entstehungsursachen der Wolkenformen.** Mit der Erniedrigung der Lufttemperatur unter einen bestimmten „Taupunkt“ vermag die Luft nicht mehr die vorhandene latente Feuchtigkeit aufzunehmen, der Wasserdampf der Atmosphäre wird in reinen labilen Gleichgewichtszustand versetzt und aus diesen durch die Kondensation frei (J. Dreis „Das Wetter“ 1916 S. 9). Möglich ist diese Temperaturerniedrigung bei aufwärtssteigenden Luftströmen und bei Berührung der Luft mit dem nächtlich erkalteten Erdboden. Je nach der Gestalt der „Aufströme“ entstehen zwei von einander sehr verschiedene Kategorien von Wolkenformen, die Kumuls- und Zyklonenwolkenklasse. (Durch Kombination beider entstehen die Frontgewitter). Die räumlich eng begrenzten und auch im antizyklonalen Wettertypus vorkommenden Kumulusaufströme können auch eine selbständige und sehr einheitliche Wolkenbildung erzeugen. In breitem Raume dagegen bewegen sich die Zyklonenaufströme ziemlich träge aufwärts und führen infolge vielfältiger Hindernisse zu mannigfaltigen Wolkensystemen. Daher sind Kumuluswolken als selbständige, nach außen hin abgeschlossene Bildungen anzusehen, Nimbuswolken aber als unselbständige, durch horizontale Luftbewegung losgetrennte Glieder des großen Zyklonenwolkenkörpers, zu dem auch unzertrennlich die Schichtwolken und Cirren gehören. Die Wolken der tiefsten Luftschichten, die Nebelwolken in 300 bis 400 m Höhe, stehen diesen beiden Gruppen gegenüber und eine Sonderstellung dieser Kategorie ist der Stratus, welcher aus dem Nebel hervorgeht.

## INHALT

- |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Über spektroskopische Doppelsterne. Von Prof. Dr. J. v. Hepperger . . . . . 97<br>2. Das Klima im besetzten Frankreich. Von Dr. V. Franz (im Felde) . . . . . 105 | 3. Der gestirnte Himmel im Monat September 1916. Von Dr. F. S. Archenhold . . . . . 108<br>4. Kleine Mitteilungen: Über die Höhe der Atmosphäre 112 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

## Über spektroskopische Doppelsterne<sup>1)</sup>

Von Prof. Dr. J. v. Hepperger

Die Wahrnehmung, daß einige Sterne, welche das freie Auge einfach sieht, durch das Fernrohr betrachtet, doppelt erscheinen, wurde schon frühzeitig gemacht, ohne daß die paarweise Anordnung von Sternen besondere Beachtung gefunden hätte, da man sie in der vorgefaßten Meinung, die fernen Sonnensysteme seien nach dem Muster des unseren, durch die unbestrittene Vorherrschaft eines Zentralkörpers ausgezeichneten Systems gebaut, nur als eine Wirkung der Perspektive ansah. Erst nachdem W. Herschel seine Entdeckungen von Doppelsternen veröffentlicht hatte (1782), deren Zahl (269) mit dem Walten des Zufalles bei der räumlichen Verteilung der Sterne als ganz unvereinbar erkannt worden war, fing man an, die Gravitation für das häufige Vorkommen von Sternpaaren verantwortlich zu machen und die Komponenten der Paare im allgemeinen als zwei um den gemeinsamen Schwerpunkt kreisende Sonnen zu betrachten. Das Vorhandensein einer solchen Bewegung, die das Merkmal der physischen Doppelsterne bildet und sich in Änderungen der Eigenbewegung der Komponenten äußert, ist bei den meisten Paaren erst aus Beobachtungen, die sich über viele Jahre erstrecken, zu konstatieren. Es bedurfte auch langer Zeit, bis die Existenz physischer Doppelsterne, die schon durch die Beobachtungen W. Herschels wahrscheinlich gemacht worden ist, mit Sicherheit festgestellt werden konnte. Je näher die Komponenten einander zu stehen scheinen, desto größer ist auch die Wahrscheinlichkeit ihrer physischen Verbindung. Sie ist auch dann noch ziemlich groß, wenn die Entfernung ungefähr eine Bogenminute beträgt. W. Struve, einer der verdienstvollsten Forscher auf dem Gebiete der Doppelsternastronomie, hat in sein Beobachtungsprogramm nur Paare aufgenommen, deren Komponenten nicht mehr als 32" voneinander entfernt waren. Solche Paare, von denen selbst die am weitesten getrennten bis auf einen kleinen Bruchteil physische Systeme darstellen dürften, werden gewöhnlich als Doppelsterne im engeren Sinne bezeichnet. Von ihnen sind ungefähr 12 000 bekannt.

Die Zahl der bekannten Doppelsternbahnen ist aber sehr klein. Der Astronom der Lick-Sternwarte G. Aitken, dem wir die Entdeckung von 2900 Doppelsternen verdanken, hat die bis zum Jahre 1905 bekannt gewordenen

<sup>1)</sup> Der Verfasser hat uns diesen Artikel, der zuerst im Wiener astronomischen Kalender für 1916 erschienen ist, freundlichst zur Verfügung gestellt. Vergl. auch Abhandlungen über Doppelsterne, erschienen im „Weltall“, 2. Jahrg. S. 85 von A. Berberich „Die Doppelsterne“; 2. Jahrg. S. 113 von A. Berberich „Die spektroskopischen Doppelsterne“; 4. Jahrg. S. 248 von A. Berberich „Merkwürdige Doppelsterne“; 11. Jahrg. S. 261 von Dr. F. S. Archenhold „Die Entwicklung der Doppelsterne“; 11. Jahrg. S. 317 von Dr. F. S. Archenhold „Über spektroskopische und visuelle Doppelsterne“; 13. Jahrg. S. 285 von R. G. Aitken, Lick-Sternwarte, „Die visuellen Doppelsterne“; 15. Jahrg. S. 128 von Dr. F. S. Archenhold „Neues aus der Welt der Doppelsterne“.

Bahnen in einem Katalog zusammengestellt, aus dem zu entnehmen ist, daß die Bahnen von nur 53 Doppelsternen als einigermaßen gut bestimmt gelten können. Dieses Ergebnis ist noch ziemlich günstig, wenn man bedenkt, daß infolge der in der Regel sehr großen Umlaufszeit der visuellen Doppelsterne bei wenig mehr als 300 sich überhaupt eine Bahnbewegung feststellen ließ, und daß eine verlässliche Bahnbestimmung auf Beobachtungen gegründet sein muß, die über den größeren Teil eines Umlaufes verteilt sind. Die berechneten Bahnen beziehen sich daher vornehmlich auf Paare mit kurzer Umlaufszeit, und doch befinden sich darunter 17 mit Umlaufzeiten über 100 Jahren. Die kleinste Umlaufszeit, nämlich 5,7 Jahre, hat der Stern  $\delta$  Equulei.

Von den visuellen Doppelsternen durch viel kleinere Umlaufzeiten oder, wie man gewöhnlich sagt, Perioden ziemlich scharf getrennt sind die spektroskopischen Doppelsterne.

Diese sind Sterne, in deren Spektren Linienverschiebungen auftreten, die eine Veränderlichkeit der auf die Sonne bezogenen Radialgeschwindigkeit der hellen Komponente oder, wenn kein großer Helligkeitsunterschied vorliegt, beider Komponenten des Sternes anzeigen. Die Reduktion auf die Sonne wird in der Weise ausgeführt, daß man von der aus der Linienverschiebung nach dem Dopplerschen Prinzip abgeleiteten Radialgeschwindigkeit jene Beträge in Abzug bringt, die auf Rechnung der Revolutions- und Rotationsbewegung der Erde zu setzen sind. In der Regel sind nur die Spektrallinien einer Komponente sichtbar. Mitunter sind jedoch die Spektren beider Komponenten genügend hell, um die Absorptionslinien, die ja Helligkeitsminima vorstellen, zu zeigen, und es werden dann jene Linien, die beiden Spektren gemeinsam sind, bald einfach, bald doppelt erscheinen, wenn die Differenz der Radialgeschwindigkeiten eine zur vollständigen Trennung der Linien ausreichende Größe erlangen kann. Dann bietet sich auch die Gelegenheit dar, das Massenverhältnis der Komponenten des Sternpaares zu bestimmen, wozu eigentlich nur zwei Paare zusammengehöriger Radialgeschwindigkeiten gebraucht werden.

Zur Bestimmung der Radialgeschwindigkeit kam zuerst eine visuelle Methode in Verwendung, welche darin bestand, daß der Beobachter an dem mit dem Fernrohr verbundenen Spektroskop durch sukzessive Einstellung des Mikrometerfadens auf eine Wasserstofflinie ( $\lambda'$ ) des Sternspektrums und die entsprechende Linie ( $\lambda$ ) des durch glühenden Wasserstoff gelieferten Vergleichsspektrums die Linienverschiebung durch Angabe der beiden Trommelleesungen  $L'$ ,  $L$  ausdrückte und hieraus durch ein Interpolationsverfahren die Wellenlängendifferenz  $\lambda' - \lambda$  bestimmte, wozu die nötigen Daten durch die Lesungen beigebracht wurden, die sich bei Einstellung des Mikrometerfadens auf zahlreiche, mit demselben Spektroskop beobachtete Spektrallinien (zum Beispiel des Eisendampfes) von bekannter Wellenlänge ergaben. Aus  $\lambda' - \lambda$  und dem bekannten  $\lambda$  erhält man nach dem Dopplerschen Prinzip die auf den Beobachtungsort bezogene Radialgeschwindigkeit  $R$  aus der Gleichung  $R = V \cdot \frac{\lambda' - \lambda}{\lambda}$ , worin  $V$  die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes (299 860 km in der Sekunde) bedeutet.

Die visuelle Methode, deren sich zuerst (1867) Huggins (London) bedient hatte, führte jedoch zu wenig befriedigenden Resultaten; sie ist durch die von H. C. Vogel und J. Scheiner (Potsdam) im Jahre 1888 eingeführte spektrographische Methode vollständig verdrängt worden, da es sich bald herausgestellt hatte, daß die Linienverschiebung in den Spektrogrammen viel sicherer gemessen

werden kann, als in dem sich dem Auge darbietenden zitternden und wallenden Spektralbande. Ein weiterer großer Vorzug der neuen Methode besteht darin, daß mehrere Linien jedes Spektrums, und zwar beliebig oft zur Messung der Linienverschiebung verwendet werden können, wodurch eine wesentliche Erhöhung der Genauigkeit der Bestimmung der Radialgeschwindigkeit erreichbar ist. Die Aufnahme eines linienreichen Vergleichsspektrums zu beiden Seiten des Sternspektrums gibt der Bestimmung der Wellenlänge der zu untersuchenden Linien eine sichere Grundlage. Die Ausmessung der in Potsdam unter Benutzung eines zwölfzölligen Refraktors erhaltenen Spektrogramme von 50 Sternen der ersten bis dritten Größenklasse ergab schon ziemlich sichere Werte für die Radialgeschwindigkeit, da der Fehler im Mittel nur etwa 3 km betrug. Durch Vergleichung der Radialgeschwindigkeiten, welche aus zu verschiedenen Zeiten aufgenommenen Spektrogrammen desselben Sternes abgeleitet wurden, konnte festgestellt werden, daß mehrere Sterne eine veränderliche Radialgeschwindigkeit besitzen. Zuerst wurde diese Eigenschaft für Algol nachgewiesen (1889), dessen Duplizität schon früher zur Erklärung der Veränderlichkeit seines Lichtes angenommen worden ist.

Die Entdeckungen spektroskopischer Doppelsterne mehrten sich in überraschender Weise, nachdem die Lick-Sternwarte und bald darauf auch die Yerkes-Sternwarte sich die Erforschung der Radialgeschwindigkeit zur Aufgabe gestellt und ihre mächtigen Refraktoren mit Objektiven von 36, bzw. 40 Zoll Öffnung diesem Zwecke dienstbar gemacht haben. Durch Verbesserung der Konstruktion der Spektrographen und Meßapparate gelang es, die Radialgeschwindigkeit noch viel genauer zu bestimmen, wodurch die Auffindung neuer Doppelsterne wesentlich begünstigt wurde. Campbells erster Katalog (1905) verzeichnet bereits 136, der zweite Katalog (1910) aber schon 306 spektroskopische Doppelsterne; seither sind noch 230 neue hinzugekommen.

Die Zahl der spektroskopischen Doppelsterne, deren Bahnen schon bestimmt werden konnten, ist natürlich viel kleiner, da zur Konstatierung einer veränderlichen Radialgeschwindigkeit nur zwei, zur Bahnbestimmung aber viele spektrographische Beobachtungen benötigt werden, die überdies bezüglich der Zeit so verteilt sein müssen, daß sie nicht nur die Periode der Veränderlichkeit, sondern auch den Zusammenhang von Radialgeschwindigkeit und Zeit mit einiger Sicherheit erkennen lassen. Zu einer bequemen Darstellung dieses Zusammenhanges gelangt man durch die Konstruktion der Geschwindigkeitskurve, deren Anhaltspunkte dadurch gewonnen werden, daß man die Zeiten, eventuell nach Änderung um ganzzahlige Vielfache der angenommenen Periode, als Abszissen, die zugehörigen Geschwindigkeiten als Ordinaten aufträgt. Je schärfer die Kurve durch die Beobachtungen bestimmt erscheint, desto größer wird auch die Sicherheit der Bahnbestimmung sein.

Aus den Radialgeschwindigkeiten einer Komponente lassen sich nur die Elemente der von dieser Komponente um den Schwerpunkt des Systems beschriebenen Bahn, und zwar auch nicht vollständig ableiten, da die Lage der Knotenlinie (Durchschnitt der Bahnebene mit der durch den Schwerpunkt gehenden und auf der Gesichtslinie senkrecht stehenden Ebene) unbestimmt bleibt und weder die Halbachse  $a$  noch die Neigung  $i$  bestimmt werden können. Es wird nur eine Funktion dieser Elemente, nämlich  $a \sin i$  bekannt. Die Bahnbestimmung verschafft uns die Kenntnis der Elemente: Länge der Periode  $P$ , Exzentrizität  $e$ , Zeit des Periastrums  $t_0$ , Abstand  $\omega$  des Periastrums vom auf-



steigenden Knoten und außerdem noch die Kenntnis der Radialgeschwindigkeit  $\gamma$  des Schwerpunktes des Sternpaares. Eine positive Radialgeschwindigkeit (Verschiebung der Spektrallinie nach Rot) bedeutet Entfernung, eine negative (Verschiebung nach Violett) Annäherung der Lichtquelle. Bei Angabe der Bahnelemente wird gewöhnlich auch die halbe Differenz  $K$  zwischen der größten und kleinsten Radialgeschwindigkeit mitgeteilt, die ein Maß der Schwankung der Radialgeschwindigkeit um einen mittleren Wert darstellt und für  $e = 0$  und  $i = 90^\circ$  die Geschwindigkeit der Bahnbewegung ausdrückt. Ist  $K$  kleiner als etwa 3 km, so wird die Bahnbestimmung schon sehr unsicher.

Gegenwärtig kennen wir die Bahnelemente von schon mehr als hundert spektroskopischen Doppelsternen. Die folgende Liste (Seite 101) der Bahnen von 102 Doppelsternen ist nach den von Prof. Ludendorff in der „Vierteljahrschrift der Astronomischen Gesellschaft“, Jahrg. 1910 bis 1915, gemachten Angaben zusammengestellt. Die zweite Spalte enthält die Bezeichnung der Spektralklassen, und zwar, wenn das Spektrum dem der weißen Sterne entspricht, mit 0 Klasse, und zwar, wenn das Spektrum dem der weißen Sterne vorherrschend oder 1, je nachdem die Linien des Heliums oder des Wasserstoffs vorherrschend sind, mit 2, wenn das Spektrum dem der gelblichen Sterne (Sonne), mit 3, wenn es dem der rötlichen Sterne ähnlich ist, das zahlreiche Absorptionsbänder aufweist. Die größere Zahl drückt auch ein größeres Alter der Sterne aus, die bei fortschreitender Entwicklung ihre Farbe von weiß über gelb nach rot hin ändern. Die Heliumsterne sind als die jüngsten anzusehen.

Die Einheit für  $P$  ist der Tag, für  $\omega$  der Grad, für  $\gamma$  und  $K$  der Kilometer, für  $a \sin i$  eine Million Kilometer. Bei Kreisbahnen ( $e = 0$ ) gibt es kein Periastrum, daher auch kein  $\omega$ . Die Zeit des Periastrums ist wegen der Kleinheit von  $P$  hier nicht angeführt.

Für 21 Sterne sind die Bahnen beider Komponenten angegeben. Bezeichnet, sofern eine Verschiedenheit der Helligkeit der Spektra zu konstatieren ist, der Index 1 die Beziehung auf die hellere Komponente, 2 die auf die schwächere, so ist stets  $P_2 = P_1$ ,  $e_2 = e_1$ ,  $i_2 = i_1$ ,  $\omega_2 = \omega_1 + 180^\circ$  und es wird, wenn  $m$  die Masse bedeutet,

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{K_1}{K_2} = \frac{(a \sin i)_1}{(a \sin i)_2} = \frac{a_1}{a_2}$$

Die Werte von  $\frac{m_2}{m_1}$  sind in der vorletzten Spalte obiger Liste eingetragen.

In dieser Liste treten viele, durch die Buchstaben A, L, C und G gekennzeichnete veränderliche Sterne auf, für welche die Periode des Lichtwechsels mit der Umlaufzeit  $P$  zusammenfällt. A bedeutet den Algoltypus, der dadurch charakterisiert ist, daß der Lichtwechsel auf einen kleinen Teil der Periode beschränkt bleibt und einen sehr regelmäßigen Verlauf zeigt, der durch die Annahme der Bedeckung einer Komponente des Doppelsternes durch die andere erklärt werden kann. Zur Zeit eines Minimums oder, wenn das Minimum von einiger Dauer ist, um die Mitte dieser Zeitstrecke verläuft die Bahnbewegung senkrecht zur Gesichtslinie, sodaß die auf die Sonne reduzierte Radialgeschwindigkeit des Sternes der Radialgeschwindigkeit des Systemschwerpunktes gleich wird.

Die mit L bezeichneten Sterne sind Veränderliche vom  $\beta$  Lyraetypus und ebenfalls Verfinsterungsvariable, da, wie die Messungen der Radialgeschwindigkeit zeigen, ihre Helligkeit auch ein Minimum wird, wenn die Verbindungslinie der Komponenten des Paares den kleinsten Winkel mit der Gesichtslinie ein-

|                                      | Sp | P      | $\gamma$ | K   | e    | $\omega$ | a sin i | $\frac{m_2}{m_1}$ |   |
|--------------------------------------|----|--------|----------|-----|------|----------|---------|-------------------|---|
| Andromeda . . . . . $\alpha$         | 1  | 96,7   | -12      | 31  | 0,52 | 76       | 34,8    | } 0,73            |   |
| $\lambda$                            | 2  | 20,5   | + 7      | 7   | 0,09 | 301      | 2,0     |                   |   |
| $\nu$                                | 0  | 4,3    | -24      | 76  | 0,00 | —        | 4,4     |                   |   |
|                                      | 0  |        |          | 104 |      | —        | 6,1     |                   |   |
| $\pi$                                | 0  | 143,7  | + 9      | 48  | 0,57 | 351      | 77,2    |                   |   |
| Walfisch . . . . . 13                | 2  | 2,1    | +10      | 34  | 0,06 | 223      | 1,0     |                   |   |
| Kleiner Bär . . . . . $\alpha$       | 2  | 4,0    | var.     | 3   | 0,13 | 80       | 0,2     |                   |   |
|                                      | 2  | 39,5   | -11      | 32  | 0,01 | 0        | 17,4    |                   |   |
| Widder . . . . . $\beta$             | 1  | 107,0  | - 1      | 32  | 0,88 | 20       | 22,9    |                   |   |
| Kassiopeia . . . . . 1H              | 0  | 6,1    | -15      | 59  | 0,22 | 3        | 4,9     |                   | A |
|                                      | 1  | 1,2    | -38      | 69  | 0,05 | 155      | 1,1     |                   |   |
| Perseus . . . . . $\beta$            | 1  | 2,9    | var.     | 42  | 0,03 | 49       | 1,7     |                   | A |
| $\xi$                                | 0  | 7,0    | +15      | 8   | 0,03 | 99       | 0,7     |                   |   |
| $\eta$                               | 0  | 126,6  | - 3      | 20  | 0,00 | —        | 35,0    | } 0,45            |   |
|                                      | 0  |        |          | 45  |      | —        | 78,0    |                   |   |
|                                      | 1  | 1,5    | +23      | 42  | 0,22 | 152      | 0,9     | } 0,28            |   |
|                                      | 1  |        |          | 152 |      | 332      | 3,1     |                   |   |
|                                      | 0  | 4,4    | +18      | 112 | 0,00 | —        | 6,8     | } 0,70            |   |
|                                      | 0  |        |          | 160 |      | —        | 9,7     |                   |   |
| Giraffe . . . . . 7                  | 1  | 3,9    | - 9      | 35  | 0,01 | 217      | 1,9     |                   |   |
|                                      | 0  | 8,0    | - 2      | 9   | 0,30 | 90       | 0,9     |                   |   |
| Stier . . . . . $\theta_2$           | 1  | 140,5  | +43      | 29  | 0,69 | 49       | 40,5    |                   |   |
| $\zeta$                              | 0  | 138,0  | +16      | 15  | 0,18 | 10       | 27,9    |                   |   |
| $\lambda$                            | 0  | 4,0    | +14      | 58  | 0,05 | 112      | 3,2     |                   |   |
| $\tau$                               | 0  | 1,5    | +14      | 44  | 0,09 | 243      | 0,9     |                   |   |
| d                                    | 1  | 3,6    | +29      | 76  | 0,00 | —        | 3,7     |                   |   |
| 63                                   | 1  | 8,4    | +36      | 36  | 0,16 | 191      | 4,2     |                   |   |
| 88d                                  | 1  | 3,6    | +29      | 73  | 0,00 | —        | 3,6     |                   |   |
| SZ                                   | 2  | 3,1    | - 3      | 11  | 0,24 | 77       | 0,5     |                   | G |
| Orion . . . . . $\alpha$             | 3  | 2190,0 | +21      | 2   | 0,24 | 255      | 70,0    |                   |   |
| $\beta$                              | 0  | 21,9   | +23      | 4   | 0,30 | 255      | 1,1     | } 0,95            |   |
| $\delta$                             | 0  | 5,7    | +15      | 100 | 0,08 | 20       | 7,8     |                   |   |
| $\eta$                               | 0  | 8,0    | +36      | 145 | 0,02 | 42       | 15,9    |                   |   |
|                                      | 0  |        |          | 153 |      | 222      | 16,0    |                   |   |
| $\iota$                              | 0  | 29,1   | +21      | 114 | 0,74 | 112      | 30,6    |                   |   |
| $\nu$                                | 0  | 131,3  | +22      | 34  | 0,60 | 2        | 49,3    | } 0,76            |   |
| $\pi^4$                              | 0  | 9,5    | +23      | 26  | 0,03 | 152      | 3,4     |                   |   |
| $\pi^5$                              | 0  | 3,7    | +24      | 58  | 0,00 | —        | 2,9     |                   |   |
| $\psi$                               | 0  | 2,5    | +12      | 144 | 0,07 | 185      | 5,0     |                   |   |
|                                      | 0  |        |          | 190 |      | 5        | 6,6     |                   |   |
| Fuhrmann . . . . . $\alpha$          | 2  | 104,0  | +30      | 26  | 0,02 | 117      | 36,8    | } 0,74            |   |
|                                      | 2  |        |          | 35  |      | 297      | 49,7    |                   |   |
| $\beta$                              | 1  | 4,0    | -18      | 109 | 0,00 | —        | 5,9     | } 0,98            |   |
|                                      | 1  |        |          | 111 |      | —        | 6,0     |                   |   |
| RT                                   | 2  | 3,7    | +21      | 18  | 0,37 | 95       | 0,9     |                   | C |
| Zwillinge . . . . . $\alpha_1$       | 1  | 2,9    | - 1      | 32  | 0,01 | 102      | 1,3     |                   |   |
| $\alpha_2$                           | 1  | 9,2    | + 6      | 14  | 0,50 | 265      | 1,5     |                   |   |
| $\gamma$                             | 1  | 2175,0 | -12      | 6   | 0,30 | 16       | 147,7   |                   |   |
| $\zeta$                              | 2  | 10,1   | + 7      | 13  | 0,22 | 333      | 1,8     |                   |   |
| $\sigma$                             | 2  | 19,6   | +46      | 34  | 0,02 | 330      | 9,2     |                   | G |
| Großer Hund. . . . . R               | 2  | 1,1    | -40      | 29  | 0,14 | 196      | 0,4     |                   |   |
| Flieg. Fisch . . . . . $\varepsilon$ | 0  | 14,2   | +10      | 67  | 0,00 | —        | 13,0    |                   | A |
| Krebs . . . . . $\alpha$             | 1  | 6,4    | +26      | 68  | 0,15 | 162      | 5,9     |                   |   |
| Carinae . . . . . $\alpha$           | 0  | 6,7    | +23      | 21  | 0,18 | 116      | 2,0     |                   |   |

|                                 | Sp          | P      | $\gamma$ | K   | e    | $\omega$ | a sin i | $\frac{m_2}{m_1}$ |   |
|---------------------------------|-------------|--------|----------|-----|------|----------|---------|-------------------|---|
| Velorum . . . . . z             | 0           | 116,6  | + 22     | 46  | 0,19 | 96       | 23,2    | 0,87              |   |
| Löwe . . . . . o                | 2           | 14,5   | + 27     | 56  | 0,00 | —        | 11,1    |                   |   |
|                                 | 2           |        |          | 64  |      | —        | 12,7    |                   |   |
|                                 | 93          | 71,7   | 0        | 24  | 0,08 | 331      | 23,2    |                   |   |
| Großer Bär. . . . . $\beta$     | 1           | 27,2   | - 17     | 8   | 0,79 | 60       | 1,8     | 1,00              |   |
|                                 | $\epsilon$  | 1520,0 | - 12     | 3   | 0,31 | 56       | 69,4    |                   |   |
|                                 | $\zeta$     | 20,5   | - 13     | 69  | 0,52 | 98       | 16,5    |                   |   |
|                                 |             |        |          | 69  |      | 278      | 16,5    |                   |   |
|                                 | u           | 15,8   | - 18     | 21  | 0,26 | 12       | 4,3     |                   |   |
| 30 Hev.                         | 1           | 11,6   | 0        | 34  | 0,38 | 172      | 5,0     |                   |   |
| Wasserschlange . . . $\epsilon$ | 2           | 5588,0 | + 37     | 8   | 0,65 | 90       | 493,0   | 0,61              |   |
| Jungfrau . . . . . $\alpha$     | 0           | 4,0    | + 2      | 126 | 0,10 | 328      | 6,9     |                   |   |
|                                 | 0           |        |          | 208 |      | 148      | 11,4    |                   |   |
|                                 | $\eta$      | 71,9   | + 2      | 28  | 0,42 | 185      | 25,0    | 0,70              |   |
|                                 | 1           |        |          | 40  |      | 5        | 36,0    |                   |   |
| Bootes . . . . . $\eta$         | 2           | 497,1  | 0        | 9   | 0,24 | 315      | 57,7    | 0,95              |   |
|                                 | d           | 9,6    | + 10     | 68  | 0,17 | 273      | 8,9     |                   |   |
|                                 | 2           |        |          | 72  |      | 93       | 9,4     |                   |   |
| Zentaur . . . . . v             | 0           | 2,6    | + 9      | 21  | 0,00 | —        | 0,7     |                   |   |
| Drache . . . . . $\alpha$       | 1           | 51,4   | - 17     | 46  | 0,38 | 19       | 30,2    | 0,63              |   |
|                                 | $\vartheta$ | 3,1    | - 8      | 24  | 0,01 | 126      | 9,9     |                   |   |
|                                 | 2           | 281,8  | + 32     | 18  | 0,42 | 119      | 60,0    |                   |   |
|                                 | $\chi$      | 5,3    | - 14     | 36  | 0,01 | 334      | 2,6     |                   |   |
|                                 | $\omega$    | 2,3    | - 45     | 76  | 0,05 | 29       | 2,4     |                   |   |
| Wage . . . . . $\delta$         | 1           | 2,3    | - 45     | 76  | 0,05 | 29       | 2,4     |                   | A |
| Skorpion. . . . . $\alpha$      | 3           | 2117,0 | - 3      | 2   | 0,20 | 289      | 60,5    | 0,76              |   |
|                                 | $\beta$     | 6,8    | - 8      | 126 | 0,27 | 20       | 11,0    |                   |   |
|                                 | 0           |        |          | 165 |      | 200      | 14,5    |                   |   |
| Nördl. Krone . . . . $\alpha$   | 1           | 17,4   | 0        | 35  | 0,39 | 312      | 7,8     |                   |   |
|                                 | $\beta$     | 40,9   | - 21     | 3   | 0,40 | 240      | 1,6     |                   |   |
| Herkules . . . . . $\beta$      | 2           | 410,6  | - 25     | 13  | 0,55 | 25       | 60,3    | 0,39              |   |
|                                 | $\epsilon$  | 4,0    | - 24     | 70  | 0,02 | 180      | 3,9     |                   |   |
|                                 | 1           |        |          | 112 |      | 0        | 6,2     |                   |   |
|                                 | u           | 2,0    | - 21     | 99  | 0,05 | 66       | 2,8     |                   |   |
|                                 | 0           |        |          | 253 |      | 246      | 7,1     |                   |   |
|                                 | 108         | 5,5    | - 20     | 70  | 0,00 | —        | 5,3     | 0,69              | L |
|                                 | 1           |        |          | 102 |      | —        | 7,7     |                   |   |
|                                 | 113         | 245,3  | - 23     | 16  | 0,12 | 170      | 53,6    |                   |   |
|                                 | RX          | 1,8    | - 19     | 106 | 0,00 | —        | 2,6     | 1,00              | A |
|                                 | 1           |        |          | 106 |      | —        | 2,6     |                   |   |
| Schütze . . . . . $\mu$         | 1           | 180,0  | - 7      | 65  | 0,44 | 75       | 143,5   |                   |   |
|                                 | v           | 137,9  | + 12     | 48  | 0,09 | 29       | 91,0    |                   |   |
|                                 | X           | 7,0    | - 13     | 15  | 0,40 | 94       | 1,3     |                   | C |
|                                 | Y           | 5,8    | + 4      | 19  | 0,16 | 32       | 1,5     |                   | C |
|                                 | W           | 7,6    | - 29     | 19  | 0,32 | 70       | 1,9     |                   | C |
| Pfeil . . . . . S               | 2           | 8,4    | - 12     | 19  | 0,35 | 70       | 2,0     |                   | A |
|                                 | U           | 3,4    | - 19     | 66  | 0,04 | 44       | 3,1     |                   | C |
| Schlangenträger . . . Y         | 2           | 17,1   | - 5      | 8   | 0,16 | 202      | 1,8     |                   |   |
| Schlange . . . . . $\xi$        | 1           | 2,3    | - 43     | 19  | 0,00 | —        | 0,6     |                   |   |
|                                 | 25          | 39,0   | - 12     | 50  | 0,77 | 208      | 17,2    |                   |   |
| Leier . . . . . $\beta$         | 0           | 12,9   | - 21     | 184 | 0,02 | 0        | 32,7    |                   | L |
|                                 | $\delta_1$  | 88,1   | - 26     | 34  | 0,28 | 204      | 39,2    |                   |   |
|                                 | $\xi_1$     | 4,3    | - 26     | 51  | 0,00 | —        | 3,0     |                   |   |
|                                 | RR          | 0,6    | - 69     | 22  | 0,27 | 97       | 0,2     |                   | C |

|                             | Sp | P      | $\gamma$ | K   | e    | $\omega$ | a sin i | $\frac{m_2}{m_1}$ |   |
|-----------------------------|----|--------|----------|-----|------|----------|---------|-------------------|---|
| Schwan . . . . . 57         | 0  | 2,8    | - 16     | 110 | 0,14 | 45       | 4,2     | } 0,92            | C |
|                             | 0  |        |          | 119 |      | 225      | 4,6     |                   |   |
| SU                          | 2  | 3,8    | - 33     | 25  | 0,21 | 346      | 1,3     |                   |   |
| Steinbock . . . . . $\beta$ | 2  | 1375,3 | - 19     | 21  | 0,44 | 124      | 377,0   | } 0,73            | C |
| Adler . . . . . 9           | 1  | 17,1   | - 26     | 46  | 0,68 | 15       | 7,9     |                   |   |
|                             | 1  |        |          | 63  |      | 195      | 10,9    |                   |   |
| $\eta$                      | 2  | 7,2    | - 14     | 20  | 0,47 | 64       | 1,9     |                   | C |
| 18                          | 1  | 1,3    | - 19     | 28  | 0,00 | —        | 0,5     |                   |   |
| Pfau . . . . . $\alpha$     | 0  | 11,8   | + 2      | 7   | 0,01 | 225      | 1,2     |                   | C |
| Luchs . . . . . T           | 2  | 4,4    | - 1      | 18  | 0,43 | 111      | 1,0     |                   | C |
| Cepheus . . . . . $\beta$   | 0  | 0,2    | - 5      | 17  | 0,00 | —        | 0,1     |                   |   |
| $\delta$                    | 2  | 5,4    | - 17     | 20  | 0,48 | 85       | 1,3     |                   | C |
| Pegasus . . . . . $\eta$    | 2  | 818,0  | + 4      | 14  | 0,15 | 6        | 157,8   |                   |   |
| $\iota$                     | 2  | 10,2   | - 4      | 48  | 0,01 | 252      | 6,7     |                   |   |
| Eidechse . . . . . 2        | 0  | 2,6    | - 9      | 80  | 0,01 | 180      | 2,9     | } 0,81            |   |
|                             | 0  |        |          | 99  |      | 0        | 3,6     |                   |   |

schließt. Der Lichtwechsel erstreckt sich aber auf die ganze Periode und macht zu seiner Erklärung noch die Annahme nötig, daß die Körper jedes Paares ungefähr die Form von Ellipsoiden haben, deren große Achsen, der Wirkung der Gravitation entsprechend, in einer Linie liegen. Steht diese Linie senkrecht zur Gesichtslinie, so bieten beide Komponenten das Maximum ihrer strahlenden Fläche dem Beschauer dar und scheinen daher am hellsten zu sein. Wird dieser Winkel infolge der Bewegung der Körper um den gemeinsamen Schwerpunkt kleiner, so vermindert sich auch die scheinbare Größe der leuchtenden Oberflächen und mit ihr die Helligkeit des Paares, die von einem gewissen Zeitpunkt an überdies durch den Bedeckungseffekt geschwächt wird, bis eine Minimumstellung erreicht ist. Die Periode P enthält daher zwei Maxima des Lichtes von gleicher Helligkeit und zwei Minima, von denen das tiefer gelegene (Hauptminimum) der Bedeckung der helleren Komponente entspricht.

Die Sterne mit der Bezeichnung C oder G sind Variable vom  $\delta$  Cephei- bzw.  $\zeta$  Geminorum- (Zwillinge) Typus. Ihr Lichtwechsel erfüllt die ganze Periode und führt innerhalb dieser Zeit zu einem Maximum und einem Minimum des Lichtes. Bei den C-Sternen erfolgt die Zunahme der Helligkeit schnell und regelmäßig, die Abnahme langsam und unregelmäßig, wogegen bei den G-Sternen Anstieg und Abfall stetig und in ungefähr gleichen Zeiten sich vollziehen. Beide Gruppen von Sternen zeigen die noch nicht genügend aufgeklärte Erscheinung, daß das Maximum der Helligkeit dann eintritt, wenn die helle Komponente sich mit größter Geschwindigkeit uns nähert, das Minimum aber, wenn sie sich mit größter Geschwindigkeit von uns entfernt. Dieses Verhalten, bei dem Bedeckungsvorgänge, wenn überhaupt vorhanden, keine Rolle spielen können, ist ohne die Annahme einer veränderlichen Absorption wohl kaum zu erklären. Duncan, dessen Hypothese als die beste gilt, nimmt an, daß die helle Komponente eine sehr dichte, stark absorbierende Atmosphäre besitzt und sich in einem widerstehenden Mittel bewegt, das die Atmosphäre zurückdrängt, sodaß die Intensität des die Atmosphäre durchdringenden Lichtes in der Bewegungsrichtung am größten und in der entgegengesetzten Richtung am kleinsten wird. Das widerstehende Mittel sei die den relativ dunklen Körper einhüllende Atmosphäre, die bei äußerst geringer Dichte eine außerordentlich

große Ausdehnung haben soll. Letztere Annahme erscheint aber kaum zulässig, da die Untersuchungen Ludendorffs mit ziemlicher Sicherheit ergeben haben, daß die dunkle Komponente eine im Verhältnis zur hellen nur geringe Masse hat. Eine einwandfreie Bestimmung des Massenverhältnisses der C-Sterne (worunter hier und im folgenden auch die G-Sterne mitinbegriffen sein sollen) konnte nicht durchgeführt werden, da noch bei keinem derselben das Spektrum der schwächeren Komponente zu sehen war und aus den Radialgeschwindigkeiten einer Komponente bloß eine Funktion  $F$  der Massen bekannt wird, die durch die Gleichung

$$F = \frac{m_2^3 \sin^3 i}{(m_1 + m_2)^2} = 0,040 \frac{(a \sin i)^3}{P^2} \odot$$

gegeben ist, worin  $\odot$  die Sonnenmasse bedeutet.

$F$  hat für die 13 C-Sterne auffallend kleine Werte, die zwischen den Grenzen  $0,0005 \odot$  und  $0,0063 \odot$  liegen und den Mittelwert  $F_0 = 0,0030 \odot$  ergeben. Der den übrigen 89 spektroskopischen Doppelsternen entsprechende Mittelwert ist etwa 50 mal größer. Wenn diese Verschiedenheit der Mittelwerte nur in der Verschiedenheit der Neigung  $i$  begründet wäre, so müßte die mittlere Neigung der C-Sterne kleiner als  $15^\circ$  sein. Bei so geringer Neigung würde aber der Zusammenhang von Lichtwechsel und Bahnbewegung unverständlich sein. Man wird daher zur Annahme gedrängt, daß die Neigung viel größer sei. Ludendorff schätzt sie auf etwa  $60^\circ$ . Für  $i = 57^\circ$  und  $F_0 = 0,0030 \odot$  wird

$\frac{m_2^3}{(m_1 + m_2)^2} = 0,005 \odot$ . Wäre  $\frac{m_2}{m_1}$  gleich oder größer als die Einheit, so würde  $m_1 + m_2$  gleich, bezw. kleiner als  $0,04 \odot$ . Nun ist es aber sehr wahrscheinlich, daß die C-Sterne im Durchschnitt eine größere Masse besitzen als die Sonne, da ihre mittlere Helligkeit selbst im Minimum von der Größenklasse 6 ist, während die Sonne in der mittleren, einer ziemlich groß angenommenen Parallaxe von  $0,01''$  entsprechenden Entfernung der C-Sterne nur als ein Stern 10. Gr. erscheinen würde. Man wird daher, wenn man auch diesen Sternen, trotzdem sie Spektren zeigen, die dem der Sonne sehr ähnlich sind, eine bedeutend größere Leuchtkraft zubilligt, noch annehmen können, daß die Masse der hellen Komponente nicht kleiner ist als die der Sonne. Für  $m_1 = \odot$  und  $i = 57^\circ$ , hat  $\frac{m_2}{m_1}$  ungefähr den Wert  $\frac{1}{5}$ .

Wenn die C-Sterne nicht in mehrfacher Beziehung ein ganz anderes Verhalten zeigen würden als die übrigen spektroskopischen Doppelsterne, so müßte man schon aus dem Fehlen des Doppelspektrums den Schluß ziehen, daß die helle Komponente der dunklen an Masse bedeutend überlegen ist. Denn bei den in der Liste verzeichneten 21 Sternen mit Doppelspektrum bewegen sich die Werte von  $\frac{m_2}{m_1}$  zwischen den Grenzen 0,28 und 1,00, und zwar in einer Weise, welche erkennen läßt, daß das Massenverhältnis um so kleiner ist, je größer der Helligkeitsunterschied beider Spektren ist. Soweit nämlich Helligkeitsschätzungen vorliegen, entspricht einer angenäherten Massengleichheit auch ungefähr dieselbe Helligkeit der Spektren und einer bedeutenden Verschiedenheit in relativer Helligkeit auch eine solche in relativer Masse. Von den Doppelsternen, die nur ein einfaches Spektrum zeigen, wird daher die dunkle Komponente in der Regel eine viel kleinere Masse besitzen als die helle.

(Schluß folgt)

## Das Klima im besetzten Frankreich

Von Dr. V. Franz (im Felde)

Es wird wohl viele interessieren, einiges über das Klima in dem von uns besetzten Teile Frankreichs zu hören, wo an den meisten Punkten der Front länger als anderwärts Stellungskrieg herrscht, jene Art von Kriegsleben, für die die Einflüsse des Klimas im allgemeinen bedeutsamer sein dürften als für den Bewegungskrieg; denn in diesem muß die Truppe zwar jeder Art von Witterung gewachsen sein, kann sich aber auf keine ganz besonders einrichten.

Ich habe mir zwar keine meteorologischen Aufzeichnungen gemacht, und da mir solche auch nicht von anderer Seite zur Verfügung stehen, so kann der folgende Bericht, der sich in erster Linie auf die Aisnegégend und ihre Nachbarschaft in einem gewissen Umkreise bezieht, nicht auf Zahlen und Tabellen beruhen, wohl aber auf unmittelbaren und lebendigen Eindrücken. Mit anderen Worten, wir wollen vornehmlich die Einwirkungen des Klimas auf den Menschen und auf die Tier- und Pflanzenwelt beschreiben und eine allgemeine Folgerung daraus ziehen; zum Schluß aber wollen wir die Frage erwägen, ob der Mensch, und zwar durch seine Kriegstätigkeit, einen Einfluß auf die Witterung ausüben mag.

Der Mensch spürt hier vor allem die Milde der französischen Winter. Die beiden Kriegswinter 1914/15 und 1915/16 waren äußerst arm an Schnee, denn nur selten trat Schneefall ein und nur in den seltensten Fällen blieb eine ganz geringfügige Schneedecke etwa einen halben Tag lang liegen. Selbst auf den sich kaum mehr als zweihundert Meter über dem Meeresspiegel erhebenden Höhenzügen ist das nicht wesentlich anders. Tage, welche Frost brachten, gab es in beiden Jahren nur sehr wenige, und der Frost war stets gelind. Kein Frosttag, an welchem in der Mittagssonne der Boden nicht bereits wieder gründlich aufgeweicht gewesen wäre. So sind, nach Aussage der Bevölkerung, die meisten Winter in dieser Gegend; manche allerdings sollen viel Schnee und Kälte bringen, doch das bleiben zweifellos mehr die Ausnahmen.

Solche Milde des Winters ist aber durchaus nicht etwa angenehm. Vielmehr sind die wenigen klaren Frosttage eine Wohltat für Mann und Roß, die übrige Zeit aber kommen bei fast ständig trübem Himmel reichliche Niederschläge als wochenlanger kalter Regen herab, und tief weicht der Boden auf, was eine erhebliche Erschwerung bedeutet für allen Wachtdienst und jeglichen Marsch, zumal dieser sich oft nicht an die Straßen halten kann. Am schlimmsten war es, solange die Straßen noch zerschossen, die Gräben wenig ausgebaut und die Unterstände nicht regendicht waren. Daß in solchen Zeiten und überall bei primitiven Wohnverhältnissen der Soldat alle Vorsorge treffen muß, um bei Nacht möglichst nicht zu frieren, ist selbstverständlich, und das will gelernt sein.

Ob die Sommer hier von denen des westlichen Deutschlands durch gemäßigtere Temperatur oder aber durch größere Wärme abweichen, läßt sich nach den bisherigen zwei Kriegsjahren, die ja hierin beide von der Norm abwichen, gewiß nicht entscheiden. Vermutlich ist die mittlere Sommerwärme hier höher als in Deutschland. Tatsache ist, daß das für ganz Europa so außergewöhnlich dürre Jahr 1915 hier schon im April glühende Hitze brachte; zahlreiche Soldaten suchten schon in der Mitte dieses Monats Labung am Bade im Freien, und gleichzeitig suchte das Rebhuhn, ganz gegen seine Gewohnheit auf den in solcher Jahresfrühe noch niedrig bewachsenen Feldern und Wiesen Schutz vor

dem Sonnenschein in Hecken und Gebüsch; um dieselbe Zeit im Jahre 1916 aber gab es nur kurze Reihen von schönen erquickenden Tagen, meist kroch man am liebsten hinter den Ofen, und selbst im Juni und Juli wurde noch hier und da an besonders kalten Tagen oder zur Nacht ein Feuerchen aus zusammengelesenem Holz angemacht, um die Kleidung zu trocknen und die abendliche Kühle der Erdhöhlen zu bekämpfen. Aber 1915 vernichteten die Maifröste die Weinblüte, während sie 1916 überhaupt ausblieben. Der Vormarsch im Hochsommer 1914 fand bekanntlich bei heißestem Wetter statt.

Die somit vermutlich im Sommer und sicher im Winter höhere Durchschnittstemperatur ist von merklichem Einfluß auf die Pflanzen- und Tierwelt. Es ist als ob wir in einem Lande wären, das südlicher läge als Deutschland. Immergrüne Gewächse gedeihen in Gärten und Parkanlagen. Üppiger Efeu begrünt viele hohe Bäume bis in die Krone hinauf. Der Blumenflor enthält manche Art, die mehr für das südliche Europa als für das mittlere bezeichnend ist. Auch das dürfte auf die höhere Wärme zurückzuführen sein, daß stellenweise sich zwischen Gebüsch eine hochblumige Vegetation entwickelt, in der Baldrian und Spiräen, zierlicher Honigklee, blattreiche Kletten und zahlreiche Distelarten meist weit über Mannshöhe erreichen.

Früh im Jahre beginnt das sommerliche Tierleben, insbesondere das Vogelleben, dem ich verhältnismäßig die meiste Beachtung schenkte. Kaum irgendwo auf deutschem Boden wird man das Lied der Lerche vor Mitte Februar vernehmen. Hier aber schwang sich zu Kaisers Geburtstag die erste Lerche jubelnd zum Äther empor, und von da an verstummte der Lerchengesang kaum einen Tag mehr. Der Pirol erscheint Ende April und müßte somit für diese Gegend nicht Pfingstvogel, sondern schon eher Ostervogel heißen. Mitte März dieses Jahres, wo man mir aus der Heimat schrieb, daß dort vom Vogelleben noch so gut wie nichts zu bemerken sei, balzten hier bereits alle Rotkehlchenhähne unermüdlich von den noch unbelaubten Bäumen herab. Auch Nachtigallen treffen hier wohl etwas früher ein als in den meisten Teilen Deutschlands.

Den Sommer verbringen hier auch einige Vogelarten, die mehr dem südlicheren Europa angehörig, in Deutschland große Seltenheiten sind; so die Zirl- oder Zaunammer, ein unscheinbares Vögelchen, eine eigentlich mediterrane Art, die als Seltenheit auch ins westliche Deutschland vordringt, hier im nordöstlichen Frankreich aber häufig an Dorfrändern brütet und die Zwergtrappe, die in Deutschland nur höchst seltene Gastrollen gibt, hier aber eine überaus häufige Erscheinung ist, mehrmals im Jahre zur Brut schreitet und bei ihrer Größe, die der eines Haushuhnes gleichkommt, ein geschätztes Wildbret abgibt.

Später im Jahre als aus Deutschland sah man von hier Schwalben und andere Vögel abziehen.

Was aber das auffallende ist: eine ganze Anzahl Vogelarten, die für Deutschland Zugvögel sind, das Land also Winters vollzählig oder doch größtenteils verlassen, sind hier Standvögel, harren also den Winter hindurch vollzählig oder doch in sehr großer Zahl aus. So fallen jedem die Stare auf, die man im Winter wie im Sommer in den Dörfern trifft, die an sonnigen Tagen auf Bäumen und Dächern auch bei Frost lustig zwitschern, fast könnte man sagen singen, und in der kälteren Jahreszeit sich namentlich auf den Feldern in Schwärmen tummeln; kein Wunder: von dem überaus reichlichen Pflanzensamen, den die Natur im Herbst ausstreut, können sie bei fast ständig fehlender Schneedecke gut bis zum Frühjahr zehren. Gleiches gilt von den Amseln in Büschen und

Wäldern, auch sie sind hier Standvögel und betätigen keineswegs den Zug nach der Stadt, den sie sich in Deutschland, besonders für den Winter, etwa seit einem Jahrzehnt angewöhnt haben. Mitten im Winter, in den letzten Dezembertagen, hörte man in der Champagne den flötenden Gesang der Amsel. Auch das sehr häufige Rotkehlchen ist hier durchaus Standvogel, ebenso die zierliche Gebirgsbachstelze, von Raubvögeln der Turm- und der Baumfalke, von Wasservögeln das grünfüßige Teichhuhn. Stieglitze und Fischreiher bleiben, wenn vielleicht nicht vollzählig, so doch in größerer Zahl als in Deutschland den Winter über im Lande. Grünlinge, wie sie in Deutschland vereinzelt an unsere Futterkästen kommen, sind hier im Winter in großen Scharen versammelt; viele nehmen also, die aus Norden oder dem kälteren Osten kamen, hier bereits Winterquartier. Ebenso wahrscheinlich Buchfinken, die hier jedenfalls nicht für die rauhe Jahreszeit zu einem Stroh-witwerleben verurteilt sind, und sicher die Wildenten, die sogar im Frühjahr fast vollzählig von hier abziehen und erst zum Herbst wieder erscheinen, um hier den Winter zu verbringen.

An wärmebedürftigen Arten aus der übrigen Tierwelt fällt aus dem Bereich der Insekten die große blaue Holzwespe auf, eine mehr mediterrane, in Deutschland auf den südwestlichen Teil des Landes beschränkte Art, und die in Deutschland gänzlich fehlende eßbare gesprenkelte Weinbergsschnecke, die Schwesterart unserer großen gemeinen Weinbergsschnecke. Und wie das sommerliche Tierleben durch das erste Lerchenlied zu Kaisers Geburtstag eingeleitet ward, so wurde es nicht weniger eindrucksvoll beschlossen durch das letzte Liebesglühen des nach der Hoch-Zeit seines Lebens und Webens so genannten Johanniswürmchens am Martinstage, am 10. November.

Diese Erscheinungen aus dem Tierleben sind unzweifelhaft deutliche Anzeichen der wärmeren Lage des Landes, Anzeichen allerdings, die nur dem Beobachter auffallen, während unmittelbar die größere Wärme nur im Winter gespürt wurde. Und da sie hier bei dem naßkalten Wetter nicht wohltuend, nicht eigentlich wärmend ist, so könnte die Aussage mancher Soldaten mit dem Ergebnis, zu welchem der Beobachter kommt, scheinbar nicht übereinstimmen.

Dieses Ergebnis steht aber unzweifelhaft fest, und es können wohl noch ein paar Worte dazu gesagt werden.

Wiewohl auf der nördlichen Erdhälfte im allgemeinen der Süden wärmer ist als der Norden, nimmt in Deutschland die mittlere Jahrestemperatur doch viel mehr von Osten nach Westen, als von Norden nach Süden zu, weil im Norden das Meer ausgleichend und im Süden die Alpenkette abkühlend wirkt; sie wehrt warmen Südwinden den Zutritt. Da außerdem die breiten Landmassen im Osten Europas kein anderes als kontinentales Klima haben können, so verwundert es niemanden, daß unsere Truppen im Osten kalte, schneereiche Winter zu überstehen haben, vielmehr entspricht das durchaus dem, was längst bekannt ist. Ist somit westlich der deutsch-französischen Grenze auch kein anderes Klima zu erwarten als ein wärmeres denn in Deutschland, so überrascht doch einigermaßen die Tatsache, daß gleichsam jener eine Schritt, der uns in die Gegend von Soissons und Reims führte, uns bereits in ein Gebiet mit so auffälligen Unterschieden gegenüber Deutschland versetzt. Das kann nur daran liegen, daß der Alpenbogen an seinem Westrande stark nach Süden zieht und der europäische Kontinent sich im Westen förmlich zuspitzt, wobei er die Wirkung des wärmenden Golfstroms in hohem Grade erfährt.



An den kühlen Sommer des Jahres 1916 knüpft sich noch eine besonders interessante Frage, nämlich die, ob die Menge der Niederschläge zum Teil wenigstens auf die Artillerietätigkeit zurückzuführen sein mag. Der Hamburger Astronom Arthur Stentzel hat diese Frage aufgeworfen und möchte sie nicht unbedingt verneinen; allerdings übt er selber große Zurückhaltung und betont, daß die Hauptursache dieser ungewöhnlich kühlen Witterung in der vermindert gewesenen Sonnenflecktätigkeit zu suchen ist, infolge deren die Sonne eine gleichmäßigere und höhere Wärmestrahlung entsandte, somit stärkere Wasserverdampfung auf dem Atlantischen Ozean hervorrief und barometrische Tiefs in dichter Folge erzeugte, die sich ostwärts auf den Kontinent wälzen. Immerhin verweist Stentzel darauf, daß große Vulkanausbrüche mit Bestimmtheit die Wolken- und Niederschlagsbildung begünstigen können, daß man ähnliches auch bei großen Wald-, Moor- oder Präriebränden annimmt, daß ferner die barometrischen Tiefs in diesem Frühjahr und Frühsommer eine südlichere Straße als gewöhnlich bevorzugten, indem sie mehr über Nordfrankreich, also gerade über das Hauptkampfgebiet in der in Rede stehenden Zeit, als über die Nordsee ostwärts zogen. Aus allen diesen Gründen, meint Stentzel, werde man nicht ganz umhin können, die Feuchtigkeit der verflossenen Monate und die Fruchtbarkeit unserer Wiesen und Felder zum kleinen Teil auch der Verschwendung feindlicher Munition und den damit gegebenen Rauchwirkungen, vielleicht auch Lufterschütterungen, zuzuschreiben. Ich meine dazu, daß die Raucherzeugung durch den Artilleriekampf wohl doch nicht mit der größeren bei Wald- oder Moorbränden zu vergleichen ist, weil die Rauchwolke einer jeden Granate doch schnell vorübergeht und nur auf engen Raum begrenzt ist. So imponierend diese Erscheinungen sind, sie sind doch örtlich und zeitlich stets eng begrenzt, ganz anders als das wochenlange Aufsteigen von dichtem Rauch aus einer großen brennenden Moorfläche, und es müßte ein Feld schon ungewöhnlich lange und außerordentlich stark beschossen werden, damit wirklich überall ein Granatloch an das andere grenzte. Auch ist mir nicht bekannt, daß im Westen jemals ein mit Rauchteilchen gemischter Regen herabgerieselte wäre, wie das im Osten, in Galizien, nach Entzündung der Petroleumquellen durch die fliehenden Russen 1915 der Fall gewesen sein soll. Wenn nun schon bei Wald- und Moorbränden es nicht sicher, sondern nur möglich ist, daß sie die Niederschlagsbildung begünstigen, so muß ich dies bei der Artillerietätigkeit, auch wenn sie längere Zeit ungewöhnliche Heftigkeit annimmt, für wenig wahrscheinlich erachten.

Wie dem auch sei, die Anregung, dieser Frage nachzugehen, ist sehr dankenswert. Mögen auch die vorstehenden Zeilen manche Anregung geben.

## Der gestirnte Himmel im Monat September 1916

Von Dr. F. S. Archenhold

### Die Entwicklung der Sterne

Nachdem erkannt war, daß die Sterne gleich unserer Sonne in eigenem Lichte leuchten, lag es nahe, die Frage aufzuwerfen, ob bei der Entwicklung dieser großen Sternenswelten sich eine Gesetzmäßigkeit auffinden läßt. In unserem Planetensystem und auf der Erde selbst hatte man eine solche erkannt. Man stellte sich vor, daß aus einem Urnebel durch Verdichtung und Abkühlung unsere Sonne und die Planeten entstanden sind. In ähnlicher Weise hielt Herschel die unregelmäßigen Nebelgebilde, welche er mit seinen großen Spiegelteleskopen im Weltall entdeckt hatte, für die Geburtsstätten der Sterne.

Durch Verdichtung der Materie muß an einzelnen Stellen eine zunehmende Helligkeit entstehen, welche als Nebelgestirn das erste Stadium der Entwicklung uns vor Augen führt. Wenn nun dieses Nebelgebilde durch Ausstrahlung immer mehr an Wärme verliert, so muß sich die Farbe und das Spektrum des Sternes ändern. Die Sterne des sogenannten Oriontypus, die noch in der frühesten Entwicklungsperiode stehen, zeigen hauptsächlich in ihrem Spektrum die Wasserstoff- und Heliumlinien, die noch sehr schwach, breit und verschwommen aussehen. Je weiter der Abkühlungsprozeß fortschreitet, umso verwickelter wird das Spektrum der Sterne. So schildert uns Hale, wie bei der nächsten Entwicklungsstufe der Sterne die weiße und bläulichweiße Farbe auftritt und im Spektrum noch die Magnesium-, Silizium-, Sauerstoff- und Stickstofflinien sichtbar werden. Hierhin gehört der hellste Stern des Himmels, Sirius im großen Hund. Sein Spektrum zeigt breite Wasserstofflinien, die mit vielen Eisen-, Natrium- und Magnesiumlinien durchsetzt sind. Seine Dichte ist bedeutend geringer als die der Sonne und bleibt unter der des Wassers. Wenn die Abkühlung weiter fortschreitet, verdichten sich einzelne metallische Elemente, die noch im Stadium der Verdampfung sich befinden, zu flüssigen Tropfen. In diesem Stadium befindet sich unsere Sonne. Durch die vielen dunkleren Gebilde, welche in ihrer Atmosphäre als Flecken auftauchen, ändert sich auch die Farbe. Der Stern erscheint von nun an gelblich, da die Abnahme der Helligkeit namentlich im blauen und violetten Teile des Spektrums vor sich geht, während auch bei stärkerer Verdichtung der Atmosphäre die roten, gelben und grünen Strahlen fast ungeschwächt hindurchgelassen werden. Die natürliche Folgeerscheinung ist das Wechseln der Farbe von weißblau zu gelb.

Langley ist der Meinung, daß unsere Sonne bläulichweiß erscheinen würde, wenn ihre verschluckende Atmosphäre nicht vorhanden wäre. Bei weiterer Entwicklung verschwinden die Wasserstofflinien immer mehr und große dunkle Streifen treten im Spektrum auf, welche von Kohlenstoff- oder Stickstoffverbindungen herrühren. Die Farbe des Sternes wird rot. Als Vertreter dieser Klasse ist der hellste Stern des Skorpions, Antares, zu nennen. Es gibt aber noch dunklere Sterne als diese roten, die freilich unserem Auge unsichtbar sind, sich aber durch ihr Spektrum verraten und auch dadurch, daß sie das Licht des Hauptsternes verdunkeln, wenn sie sich im Laufe ihres Umschwungs um den gemeinsamen Schwerpunkt in ihrer Bahn zwischen den Stern und unser Auge schieben. Ein interessantes Beispiel finden wir in dem lichtveränderlichen Algol im Sternbilde des Perseus, der alle 2 Tage und 20 Stunden einer schon dem unbewaffneten Auge sichtbaren starken Lichtabschwächung durch die Bewegung des dunklen Begleiters ausgesetzt ist. Durch genaue Verfolgungen des Lichtwechsels in Verbindung mit den spektrographischen Beobachtungen ist es sogar möglich geworden, den Durchmesser des Hauptsternes auf  $1\frac{2}{3}$  Mill. km und den des Begleiters auf  $1\frac{1}{3}$  Mill. km zu bestimmen. Die Entfernung der Mittelpunkte dieser beider Himmelskörper ergeben sich auf  $5\frac{1}{5}$  Mill. km. Der dunkle Begleiter ist etwa halb so schwer wie sein Hauptstern. Seine Dichtigkeit beträgt aber nur ein Zehntel der unserer Sonne. Wenn auch der Hauptstern in einem solchen System dunkel geworden ist, so werden wir von diesem letzten Stadium seiner Entwicklung in den meisten Fällen nichts erfahren können, da ja völlig dunkle, abgekühlte Himmelskörper sich weder durch ihr Spektrum noch durch ihre Farbe verraten können.

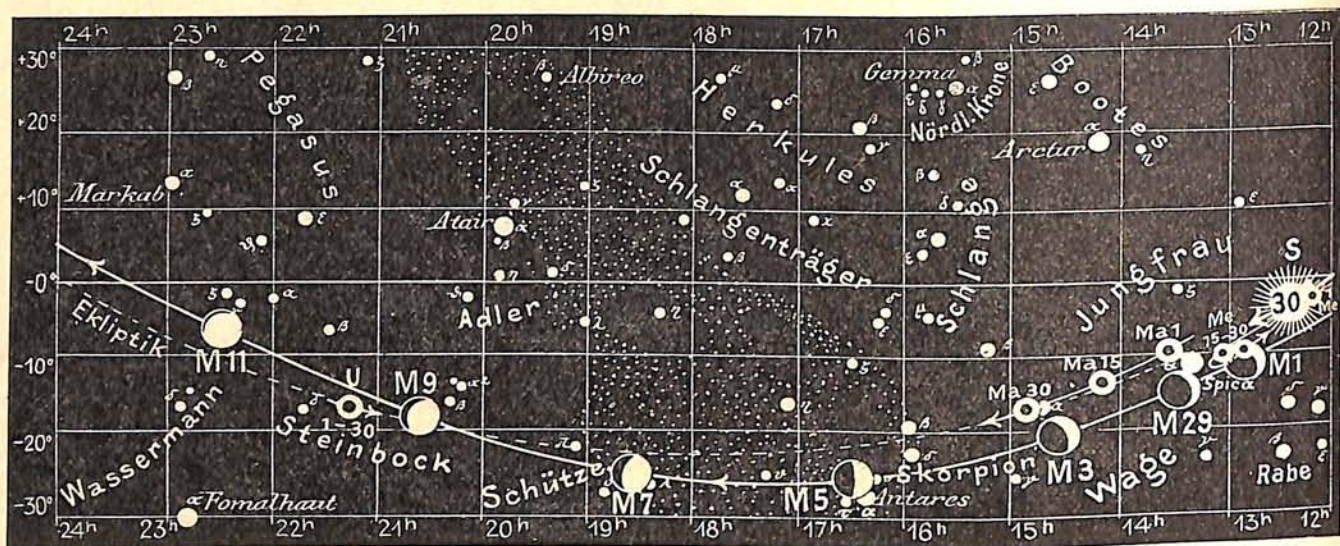
### Der Lauf von Sonne und Mond

Unsere Sonne (Feld  $10\frac{3}{4}^h$  bis  $12\frac{1}{2}^h$ ) ist für den 1., 15. und 30. September in unsere Karte eingezeichnet. Ihre Mittagshöhe nimmt während des Monats von  $45\frac{3}{4}^\circ$  am 1. September auf  $34\frac{3}{4}^\circ$  am 30. September ab.

Wir geben in der neuen Sommerszeit die Tabelle für den Auf- und Untergang der Sonne wieder:

| Sonne       | Deklination | Sonnenaufgang                  | Sonnenuntergang                | Mittagshöhe                      |
|-------------|-------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| September 1 | + 8° 19'    | 6 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> | 7 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> | 45 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> ° |
| - 15        | + 3° 4'     | 6 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup> | 7 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> | 40 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ° |
| - 30        | — 2° 46'    | 7 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup>  | 6 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> | 34 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> ° |

Fig. 1b



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

Der Mond ist mit seinen Phasengestalten in unsere Karten 1a und 1b für den 1. bis 30. September von zwei zu zwei Tagen in der neuen Sommerszeit eingetragen.

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Tage:

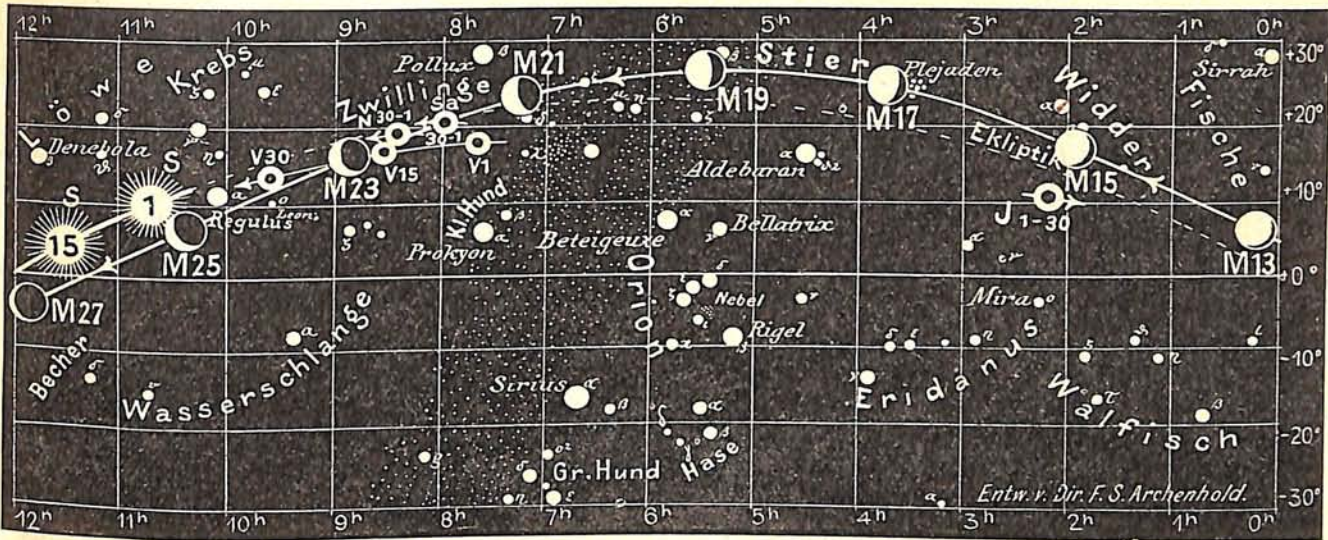
- Erstes Viertel: September 5. 6<sup>h</sup> morgens,
- Vollmond: September 11. 11<sup>h</sup> abends,
- Letztes Viertel: September 19. 8<sup>h</sup> vormittags,
- Neumond: September 27. 10<sup>h</sup> vormittags.

### Die Planeten

*Merkur* (Feld 12<sup>1/4</sup><sup>h</sup> bis 13<sup>h</sup>) ist nur während des Anfangs des Monats in Fernrohren zu beobachten. Am 22. September fängt er an, sich rückläufig, d.h. dem Lauf der Sonne entgegengerichtet, zu bewegen, sodaß sein scheinbarer Abstand von der Sonne geringer und seine Sichtbarkeit durch sein Näherrücken an die Sonne erschwert wird.

*Venus* (Feld 7<sup>1/2</sup><sup>h</sup> bis 9<sup>1/2</sup><sup>h</sup>) ist zu Anfang des Monats 3<sup>1/2</sup> Stunden und zuletzt fast 4 Stunden lang am Morgenhimmel sichtbar. Sie kann nicht weiter als 48° östlich oder westlich von der Sonne abrücken. Für den Laien ist bei der Beobachtung der Venus die Phasengestalt überraschend. Wie beim Mond erleben wir den vollständigen Wechsel zwischen Neuvenus und Vollvenus. An der Lichtgrenze, wo Tag und Nacht auf der Venus ineinander übergehen, sind häufig zackige Ausbuchtungen und sonstige Unregelmäßigkeiten beobachtet worden. Wenn die Sichel der Venus sehr schmal ist, bemerkt man ein eigenartiges, sogenanntes Phosphoreszenzlicht auf der Nachtseite der Venus. Manche bezeichnen die Farbe dieses zarten Lichtscheins als rötlich oder graugrünlich. Seitdem wir den innigen Zusammenhang des Auftretens der Sonnenflecken mit den rötlich-grünlichen Nordlichtern in unserer Lufthülle erkannt haben, liegt es nahe, auch diese zarten Lichterscheinungen auf der Nachtseite der Venus als Folgeerscheinung elektrischer Strahlungen der Sonne anzusehen. Hiermit stimmt überein, daß gerade zu Zeiten größerer Sichtbarkeit der Sonnenflecken auch diese Lichterscheinung häufiger beobachtet wird.

*Mars* (Feld 13<sup>1/2</sup><sup>h</sup> bis 14<sup>3/4</sup><sup>h</sup>) ist nur noch zu Anfang des Monats ganz kurze Zeit nach Untergang der Sonne in der Nähe des hellen Sternes Spica aufzufinden. Ende September verschwindet er alsdann auf längere Zeit in den Strahlen der Sonne. Da er



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

jedoch, wie wir aus unserer Karte ersehen, in die Nähe des hellen Sternes Alpha in der Wage um diese Zeit rückt, so kann er mit dem Opernglas noch aufgefunden werden. Der eben erwähnte hellste Stern in der Wage ist ein Doppelstern, der sehr bequem zu trennen ist, da der Begleiter 5. Gr. von seinem gelbgefärbten Hauptstern  $2\frac{1}{2}$  Gr. fast 4 Bogenminuten entfernt ist.

*Jupiter* (Feld  $2\frac{1}{4}^h$ ). der zu Anfang des Jahres im Sternbilde der Fische stand, ist schon seit Mitte Juni in das Sternbild des Widders gerückt. Hier finden wir ihn am 15. September trotz der Nähe des abnehmenden Mondes in gelblichem Lichte erstrahlen. Er ist alsdann bis zum Schluß des Monats während der ganzen Nacht sichtbar. Die Streifen, welche parallel zu dem Äquator des Jupiters in graubrauner, rötlicher Farbe auf der Oberfläche sichtbar sind, erregen durch ihre Veränderungen in jüngster Zeit unser besonderes Interesse. Auf und in ihnen zerstreut zeigen sich eigenartige, wolkenförmige, verwaschene, oft aber auch scharf begrenzte Flecke. Die Streifen erscheinen auf der Mitte der Jupiterscheibe am deutlichsten und werden in der Längsrichtung nach dem Rande zu verschwommener, da die gewaltige Gashülle des Jupiters am Rande ein stärkeres Verschlucken der durch sie hindurchgehenden Strahlen verursacht. Aus demselben Grunde verblassen auch die dunklen Flecke und knotenförmigen Verdickungen immer mehr, je weiter sie infolge der Umdrehung des Jupiters um seine Achse von der Mitte zum Rande geführt werden. Da in der Atmosphäre des Jupiters die lebhaftesten Stürme herrschen, so bleiben diese Flecke nicht an derselben Stelle der Jupitersoberfläche fest stehen, sondern vollführen außer der schon erwähnten scheinbaren Bewegung infolge der Drehung des Jupiters um seine Achse noch eigenartige Eigenbewegungen, mit denen auch Gestaltsveränderungen verbunden sind. Besonders stark zeigen sich solche im Äquator, da hier die Geschwindigkeit eines Punktes 12000 m in einer Sek. beträgt. Die kurze Umdrehungsdauer des Jupiters von 9 St. 55 Min. erklärt auch, daß in der Luft-hülle die Anordnung der Dämpfe hauptsächlich parallel zum Äquator vor sich geht.

*Saturn* (Feld  $8^h$ ) geht zu Anfang des Monats erst eine Stunde nach Mitternacht auf, ist aber am Ende des Monats bereits  $5\frac{1}{2}$  Stunden lang sichtbar. Er bildet, wie wir aus unserer Karte ersehen, mit der Venus in den ersten Tagen in der Mitte zwischen Prokyon im kleinen Hund und Pollux in den Zwillingen eine interessante Konstellation.

Der einzigartige Anblick dieses Planeten im Fernrohr bleibt jedem, der ihn zum ersten Mal genießt, unvergeßlich, insbesondere, wenn die Ringe, wie es jetzt der Fall ist, weit geöffnet sind.

*Uranus* (Feld  $21\frac{1}{4}^h$ ) erreicht die Helligkeit eines Sternes 6. Gr., erfordert jedoch wenigstens eine 100malige Vergrößerung, damit man ihn als Scheibe von etwa 4" Durchmesser von den umgebenden Fixsternen unterscheiden kann.

*Neptun* (Feld  $8\frac{1}{2}^h$ ) ist am Morgenhimmel nur in Fernrohren einige Stunden sichtbar. Auch auf seiner Oberfläche sind freilich nur bei den allerstärksten Vergrößerungen streifenartige Gebilde zu sehen.

Bemerkenswerte Konstellationen:

|              |                 |                                                                   |
|--------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------|
| September 1. | 10 <sup>h</sup> | abends Mars in Konjunktion mit dem Mond.                          |
| „ 9.         | 6 <sup>h</sup>  | nachmittags Merkur in größter östlicher Abweichung von der Sonne. |
| „ 12.        | 3 <sup>h</sup>  | nachmittags Venus in größter westlicher Abweichung von der Sonne. |
| „ 15.        | 9 <sup>h</sup>  | morgens Jupiter in Konjunktion mit dem Mond.                      |
| „ 21.        | 12 <sup>h</sup> | abends Saturn in Konjunktion mit dem Mond.                        |
| „ 23.        | 9 <sup>h</sup>  | vormittags Venus in Konjunktion mit dem Mond.                     |
| „ 28.        | 1 <sup>h</sup>  | nachmittags Merkur in Konjunktion mit dem Mond.                   |
| „ 30.        | 1 <sup>h</sup>  | nachmittags Mars in Konjunktion mit dem Mond.                     |

## Kleine Mitteilungen

**Über die Höhe der Atmosphäre.** Genau läßt sich dieselbe nicht bestimmen aber man kann aus den Gasgesetzen mit großer Wahrscheinlichkeit schließen, daß die Erdatmosphäre keine eigenliche Grenze hat, sondern allmählich übergeht in den interplanetarischen Raum, welcher mit den leichtesten Gasen in höchster Verdünnung erfüllt ist. Nach der kinetischen Gastheorie ist zu folgern, daß stets einzelne Gasmoleküle die Atmosphäre der Planeten verlassen müssen, sobald ihre Geschwindigkeit zufällig so groß geworden ist, daß sie zur Überwindung der Attraktion derselben ausreicht. Wahrscheinlich gibt es immer unter den Molekülen eines Gases solche, die die hierzu nötige Geschwindigkeit erlangen und solche, die nicht schnell genug sind, um den kleinsten Himmelskörper verlassen zu können. Theoretisch genommen kann kein Planet (im leeren Raum) eine absolut permanente Atmosphäre haben und keiner sie ganz verlieren. Als fast permanent ist die Atmosphäre nur dann anzusehen, wenn die Zahl der Moleküle mit genügender Geschwindigkeit sehr klein ist. Eine zum Verlassen der Atmosphäre ausreichende außerordentliche Geschwindigkeit können wahrscheinlich besonders die Moleküle solcher Gase erreichen, die ein geringeres spezifisches Gewicht und deshalb eine größere mittlere Geschwindigkeit haben. Von solchen Gasen entweicht mehr als von den dichteren; und es werden im Laufe der Zeit alle solche Gase der Atmosphäre eines Planeten von bestimmter Masse und Attraktionskraft entweichen, deren Dichte unterhalb einer gewissen Grenze liegt. So hat der Mond nur eine kaum merkliche Atmosphäre und die Erdatmosphäre fast keine sehr leichten Gase (Wasserstoff, Helium). Diese sind ganz oder fast ganz entwichen und wären längst verloren, würden nicht von der Erdoberfläche noch sehr kleine Mengen wieder zufließen (Helium z. B. geben die Mineralwässer an die Luft ab).

Eine Grenze der Atmosphäre, welche der Erde wirklich angehört, würde dort zu suchen sein, wo die Anziehungskraft derselben noch größer ist als die mit der Entfernung zunehmende Fliehkraft der Erd-Rotation. Diese Grenze wäre, aus dem Gleichgewicht zwischen Zentrifugal- und Fliehkraft berechnet, am Äquator 6,6 Erdhalbmesser, der Äquatorialradius 42 000 km, der Polarradius 28 000 km (Hann, Lehrb. d. Meteorologie 1915, S. 2). Auf das Vorhandensein der Atmosphäre in gewissen Höhen über der Erdoberfläche lassen gewisse Lichterscheinungen schließen. Dies sind die Dämmerungsbeobachtungen (63 km Höhe), die leuchtenden Wolken (83 km), die Polarlichter (70 bis 140 km), die Sternschnuppen (130 km) und Feuerkugeln (110 km). Demnach ist die Erdatmosphäre noch in 2 bis 300 km Abstand von der Erdoberfläche dicht genug, um optische Erscheinungen zu veranlassen.

## INHALT

|                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Übungen am Himmelsglobus, II. Von Professor P. Kiesling (Bromberg) . . . . . 113<br>2. Über spektroskopische Doppelsterne. Von Prof. Dr. J. v. Hepperger (Schluß) . . . . . 118<br>3. Der gestirnte Himmel im Monat Oktober 1916. Von Dr. F. S. Archenhold . . . . . 122 | 4. Kleine Mitteilungen: Der Einfluß des Mondes auf die Wetterumschläge und die atmosphärischen Störungen — Über eine Beziehung zwischen Nebelhäufigkeit und Gehalt der Atmosphäre an radioaktiven Zerfallprodukten . . . . . 126 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

## Übungen am Himmelsglobus

Von Prof. P. Kiesling (Bromberg)

### II

Der erste Teil der „Übungen am Himmelsglobus“ ist im Jahrgang 1916, 1./2. Heft, dieser Zeitschrift enthalten. Der Kürze wegen verweise ich in dem vorliegenden Aufsatz bisweilen auf die im ersten Teil behandelten Aufgaben, insbesondere auch auf die dort (Seite 2) befindliche Abbildung.

Die folgenden Aufgaben stellen etwas höhere Anforderungen an das Verständnis des Lesers als die im ersten Teil behandelten. Dafür sind sie aber auch sehr interessant und, wie mir scheint, in hohem Maße geeignet, den Leser mit den wichtigsten Grundbegriffen der mathematischen Geographie bekannt zu machen.

Alle unsere Übungen werden naturgemäß am leichtesten verstanden, wenn man den Globus vor sich hat und die Aufgaben nach den hier gegebenen Vorschriften praktisch löst. Sie sind so geordnet, daß jede vorhergehende Aufgabe den Weg zum Verständnis der folgenden ebnet.

Vorher sind nun noch einige Angaben und Erklärungen erforderlich, wobei wir die Kenntnis des Äquators, der Ekliptik, des Horizontes und des Ortsmeridianes aus der Lektüre des ersten Teiles voraussetzen.

Den senkrechten, auf dem Globus gemessenen Abstand eines Gestirnes vom Horizont nennt man seine Höhe; der Abstand des Gestirnes vom Südpunkt S — auf dem Horizont im entgegengesetzten Sinne des Uhrzeigers gemessen — heißt das Azimut. In Abb. 1 ist also  $A\sigma = h$  die Höhe des Sternes  $\sigma$  und  $SA = a$  das Azimut. Kennt man Höhe und Azimut eines Sternes, so läßt er sich stets auf dem Globus auffinden, wie aus dem Folgenden ersichtlich werden wird. Diejenigen größten Kreise der Himmelskugel, welche vom Nordpol P senkrecht zum Äquator herabführen, nennt man Himmelsmeridiane im Gegensatz zu dem durch den Messingkreis dargestellten Ortsmeridian. Sie heißen auch Stundenkreise oder Deklinationskreise (PR Fig. 1) und entsprechen den bekannten Kreislinien des Erdglobus, die ebenfalls Meridiane genannt werden. Auf dem Himmelsglobus sind nur wenige dieser Himmelsmeridiane gezeichnet, die fehlenden kann man sich, sobald sie gebraucht werden, durch einen Seiden- oder Gummifaden markieren, der am Nordpol P des Globus befestigt wird und zum Äquator hinführt, wobei er sich in gespanntem Zustande befinden und dem Globus anschmiegen muß. Jeder Himmelsmeridian bildet mit dem Ortsmeridian einen Winkel am Nordpol, den man Stundenwinkel nennt. Alle Gestirne, welche sich auf demselben Himmelsmeridian befinden, haben also den gleichen Stundenwinkel. Der Stundenwinkel  $\tau$  wird gemessen durch den Bogen des Äquators, der zwischen dem Ortsmeridian und dem betreffenden Himmelsmeridian liegt. So ist der Stundenwinkel des Meridians PR = dem Bogen QR. Endlich werden wir noch Kreise brauchen, die dem Horizont parallel sind. Wir markieren einen

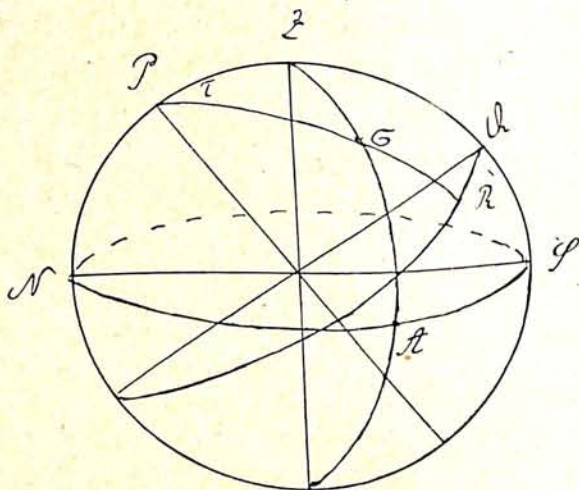
solchen Kreis durch einen Seidenfaden, den wir so um den Globus legen, daß er sich diesem anschmiegt und dem Horizont parallel ist. Besser als Seidenfäden eignen sich zu diesem Zwecke schmale Gummibänder, weil diese von selbst am Globus haften und weil sich ihre Lage bequem korrigieren läßt.

Wenn wir in den früheren Übungen von der Zeit sprachen, so verstanden wir darunter die Sonnenzeit. 3<sup>h</sup> Sonnenzeit bedeutet, daß 3 Stunden seit der Kulmination der Sonne vergangen sind. In diesem Augenblick ist der Stundenwinkel der Sonne = 3<sup>h</sup> = 45°. Außer der Sonnenzeit bedient man sich in der Astronomie zuweilen auch der sogenannten Sternzeit. Man versteht darunter die Entfernung des Frühlingspunktes F vom Ortsmeridian (Messingkreis) oder den Stundenwinkel des Frühlingspunktes. Es ist also 3<sup>h</sup> Sternzeit, wenn der Frühlingspunkt 45° vom Ortsmeridian nach Westen hin entfernt ist. Es steht dann die Zahl 45° des Äquators unter dem Messingkreis. Ist  $\vartheta$  die Sternzeit,  $\alpha$  die Rektaszension und  $\tau$  der Stundenwinkel eines Sternes in demselben Augenblick, so besteht die Beziehung:  $\vartheta = \alpha + \tau$ .

Von der Richtigkeit dieser Gleichung kann man sich am Globus leicht überzeugen. Denn es ist z. B. für Regulus ( $\alpha$  Leonis) die Rektaszension  $\alpha = 10^h 3^m 56^s$  (Tabelle!) = 151°,05. Drehen wir den Globus so, daß der Stundenwinkel des Regulus  $\tau = 45^\circ$  ist, so steht unter dem Messingkreis die Zahl  $151^\circ,05 + 45^\circ = 196^\circ,05$  des Äquators. Diese Zahl gibt aber die Entfernung des Frühlingspunktes vom Ortsmeridian, d. h. die Sternzeit an. Folglich ist  $\vartheta = \alpha + \tau$ .

Nach dieser Einleitung können wir nun zur Lösung der folgenden Aufgaben schreiten:

6. In Aufgabe 3 des ersten Teiles wurde die Frage erörtert: Wann ging die Sonne in Berlin (geographische Breite  $\varphi = 52\frac{1}{2}^\circ$ ) am 1. August 1915 auf und unter? Im Anschluß hieran stellen wir die Aufgabe: An welchem Tage des Jahres geht die Sonne in Berlin um 8<sup>h</sup> unter? Was zunächst die Zeitangabe in dieser und den folgenden Aufgaben anbetrifft, so ist die neuerdings eingeführte Sommerzeit zu berücksichtigen. Wenn von 8 Uhr abends gesprochen wird, so meinen wir immer den Augenblick, in dem unsere Uhren 8 Uhr zeigen. In der Zeit vom 1. Mai bis 30. September einschließlich gehen unsere Uhren gegen Sonnenzeit um eine Stunde vor, während sie an den übrigen Tagen des Jahres mit der Sonnenzeit übereinstimmen. Demgemäß ist 8<sup>h</sup> Sommerzeit = 7<sup>h</sup> Sonnenzeit. Zur Lösung unserer Aufgabe drehen wir den gemäß Aufgabe 2, Teil I, orientierten Globus um seine Achse PP', daß ein beliebiger Meridiankreis unter den Messingkreis des Ortsmeridians fällt, und stellen dann die Rose auf 12 Uhr mittags ein. Darauf kleben wir an einer beliebigen Stelle des Meridiankreises eine angefeuchtete Scheibe von Seidenpapier am Globus fest und drehen letzteren so, daß die Rose 7<sup>h</sup> abends zeigt. Die Papierscheibe wird sich dann im allgemeinen nicht im Horizont befinden. Wir rücken sie daher längs des Meridiankreises so weit hinauf oder hinunter, bis ihr Mittelpunkt im Horizont liegt.



Nunmehr drehen wir den Globus wieder zurück, bis die Scheibe unter den Messingkreis kommt, wobei die Rose  $12^h$  mittags zeigen muß. An der Teilung des Messingkreises lesen wir die Deklination der Papierscheibe ab; sie wird sich etwa zu  $12^{\circ},50$  ergeben. Darauf suchen wir durch Drehen des Globus denjenigen Punkt der Ekliptik auf, dessen Deklination ebenfalls  $12^{\circ},50$  ist. In diesen Punkt kleben wir die Papierscheibe fest, stellen den Zeiger auf  $12^h$  und überzeugen uns, daß die Sonne, die jetzt durch die Papierscheibe dargestellt wird, um  $7^h$  untergeht. Da ihre Deklination  $12^{\circ},50$  beträgt, so finden wir aus den astronomischen Tabellen den zugehörigen Tag des Jahres; es ist der 23. April und der 22. August. Die Sonne geht also in Berlin am 23. April um  $7^h$  und am 22. August um  $8^h$  (Sommerzeit) unter.

7. An welchem Tage des Jahres geht Regulus in Berlin um  $2^h$  nachmittags unter?

Wir suchen den Stern am Globus auf und drehen ihn in den westlichen Teil des Horizontes. In diesem Augenblick steht, wie wir uns überzeugen, die Zahl  $258^{\circ}$  des Äquators im Ortsmeridian. Diese Zahl gibt aber die Sternzeit  $\vartheta$  an. Zu der Zeit, wo Regulus untergeht, ist also die Sternzeit  $\vartheta = 258^{\circ}$ . Da der Stern um  $2^h$  nachmittags (Sonnenzeit) untergehen soll, so muß der Stundenwinkel der Sonne  $\tau_s = 2^h = 30^{\circ}$  sein. Nun gilt aber wie für jedes Gestirn auch für die Sonne die Gleichung  $\vartheta = \alpha_s + \tau_s$ , wo  $\alpha_s$  die Rektaszension der Sonne bedeutet. Wir erhalten also  $\alpha_s = \vartheta - \tau_s = 258^{\circ} - 30^{\circ} = 228^{\circ} = 15^h,2 = 15^h 12^m$ . Wie aus den Tabellen hervorgeht hat die Sonne diese Rektaszension ungefähr am 13. November 1916. Also geht Regulus in Berlin am 13. November 1916 gegen  $2^h$  nachmittags unter.

8. Wie kann man den Äquator statt der Rose zur Zeitbestimmung benutzen?

Da das Zifferblatt der Rose verhältnismäßig klein ist, so kann auch von einer genaueren Zeitangabe bei ihr keine Rede sein. Zur Not kann man von ihr halbe und viertel Stunden ablesen, dagegen ist eine Zeitbestimmung nach Minuten nicht möglich. Wo es also auf genauere Zeitangaben ankommt, benutzt man den Äquator. Um dies zu zeigen, untersuchen wir, welchen Anblick der Himmel am 1. September 1916 um  $10^h 24^m$  abends (Sommerzeit) bietet. Wir bestimmen den Stand der Sonne am Globus für den 1. September 1916 um  $12^h$  Sonnenzeit (=  $1^h$  Sommerzeit) nach Aufgabe 1 (Teil I). Um diese Zeit steht die Papierscheibe, durch welche die Sonne dargestellt wird, unter dem Ortsmeridian. Da die Rektaszension der Sonne für diesen Tag nach den astronomischen Tabellen  $\alpha = 10^h 41^m 6^s = 10^h,685 = 160^{\circ},28$  beträgt, so muß auch diese letztere Zahl des Äquators unter dem Messingkreis stehen. Nun bewegt sich der Himmel in  $1^h$  um  $15^{\circ}$  nach Westen, also dreht er sich von  $12^h$  mittags bis  $9^h 24^m$  abends um  $(9,40.15)^{\circ} = 141^{\circ}$  nach Westen. Demgemäß drehen wir den Globus so, daß jetzt die Zahl  $160^{\circ},28 + 141^{\circ} = 301^{\circ},28$  unter dem Ortsmeridian steht. Der Anblick des Globus zeigt uns jetzt den Stand der Sonne und der Gestirne zu der genannten Zeit.

Durch die vorstehende Aufgabe ist gleichzeitig die folgende gelöst:

9. Welches ist die Sternzeit am 1. September 1916 um  $10^h 24^m$  abends?

Wir bestimmen den Stand der Sonne auf dem Globus für die angegebene Zeit nach der Aufgabe 8. Es steht dann die Zahl  $301^{\circ},28$  unter dem Ortsmeridian. Da wir unter Sternzeit den Stundenwinkel des Frühlingspunktes verstehen, so ist klar, daß die Sternzeit  $\vartheta = 301^{\circ},28$  beträgt. Durch Division dieser Zahl mit 15 erhalten wir die Sternzeit in Zeitmaß ausgedrückt.  $\vartheta = 301^{\circ},28:15 = 20^h 5^m$ .—



Durch Rektaszension und Deklination ist die Stellung eines Gestirnes am Himmel bestimmt; in der Tat haben wir gesehen, wie man Sonne, Mond und Sterne am Himmelsglobus finden kann, wenn man die Rektaszension und die Deklination des betreffenden Himmelskörpers kennt (Aufgabe 1, Teil I).

Eine andere Methode, die Stellung der Gestirne zu finden, ist diejenige durch Höhe und Azimut (s. Einleitung). Steht z. B. ein Stern gerade im südlichen Teil des Ortsmeridians, so ist sein Azimut  $a = 0$ , seine Höhe  $h$  kann am Messingkreis abgelesen werden, indem man auf diesem Kreise vom Horizont aus nach oben geht, bis man auf den Stern stößt.

Steht der Stern nicht im Meridian, so muß man sich eines weiteren Hilfsmittels bedienen, um seine Höhe am Globus zu finden. Dieses Mittel besteht aus einer Spange von biegsamem Metall (Kupfer), welche mit einer Bogenteilung versehen ist.<sup>1)</sup> Die Spange kann im höchsten Punkte des Messingkreises (Zenit Z, Figur, Teil I) mittels einer Schraube befestigt werden. Will man das Zenit genau — nicht nur nach dem Augenschein — bestimmen, so ist zu beachten, daß der Bogen  $ZN = 90^\circ$ , der Bogen  $PN$  für Berlin  $= 52\frac{1}{2}^\circ$  ist, folglich ist  $ZP = 90^\circ - 52\frac{1}{2}^\circ = 37\frac{1}{2}^\circ$ . Man muß also vom Punkte P des Globus um  $37\frac{1}{2}^\circ$  auf dem Messingkreis nach oben gehen, um zum Zenit zu gelangen. — Hat man die Spange im Zenit befestigt, so hält man sie so, daß sie sich dem Globus anschmiegt und durch den Stern hindurchgeht, dessen Höhe bestimmt werden soll. Die Anzahl der Grade auf der Spangenteilung vom Horizont bis zum Stern gibt die Höhe an. Das Azimut wird auf der Bogenteilung des Horizontalringes abgelesen, indem man vom Messingkreis im umgekehrten Sinne des Uhrzeigers bis zu der Stelle geht, an welcher die Kupferspange den Horizont berührt. Auf dieser Überlegung beruht die Aufgabe:

10. Wie groß ist Höhe und Azimut der Sonne am 1. September 1916 um  $5^h 40^m$  nachmittags? Wir bestimmen in bekannter Weise den Stand der Sonne an dem genannten Tage um  $12^h$  mittags. Es muß dann die Zahl  $160^\circ,28$  des Äquators unter dem Messingkreise stehen. Nun drehen wir den Globus um  $4^h 40^m = 4^h,67 = 70^\circ,05$  oder rund um  $70^\circ$  in der Richtung nach Westen, dann befindet sich die Zahl  $160^\circ,28 + 70^\circ = 230^\circ,28$  unter dem Ortsmeridian. Darauf messen wir mit der Spange die Höhe der Sonne und lesen auf der Teilung des Horizontes das Azimut ab. Dabei finden wir  $h = 18^\circ$ ,  $a = 78^\circ$ .

11. Um wieviel Uhr hat Regulus am 1. September 1916 in Berlin das Azimut  $a = 30^\circ$ ?

Wir gehen vom südlichen Teil des Ortsmeridians auf dem Horizontalkreise um  $30^\circ$  nach Westen und legen die Kupferspange so an den Globus, daß sie durch den auf dem Horizont bestimmten Punkt ( $a = 30^\circ$ ) hindurchgeht. Darauf drehen wir den Globus so weit, daß Regulus unter die Spange zu liegen kommt. Nun bestimmen wir die Sternzeit  $\vartheta$  in diesem Augenblick, indem wir die Zahl des Äquators ablesen, welche sich gleichzeitig unter dem Messingkreis befindet. Wir finden  $\vartheta = 179^\circ$ . — Für die Sonne gilt die Gleichung  $\vartheta = a_s + \tau_s$ ;  $\vartheta - a_s = \tau_s$ , wo  $a_s$  die Rektaszension und  $\tau_s$  der Stundenwinkel der Sonne bedeutet. Da  $a_s$  am 1. September 1916  $= 160^\circ,28$  ist und  $\vartheta = 179^\circ$  beträgt, so ist  $\tau_s = 179^\circ - 160^\circ,28 = 19^\circ$  (ungefähr). Nun ist  $19^\circ = 1^h 16^m$ . Also hat Regulus um  $2^h 16^m$  (Sommerzeit) das Azimut  $a = 30^\circ$ .

12. In ähnlicher Weise läßt sich die Tageszeit bestimmen, zu welcher Regulus am 1. September 1916 die Höhe  $h = 20^\circ$  hat.

<sup>1)</sup> Bei der Anschaffung eines Himmelsglobus verlange man die Beigabe einer solchen Spange.

Wir gehen an dem Messingkreis vom Horizont aus um  $20^\circ$  in die Höhe und denken von uns in dieser Höhe einen Faden parallel zum Horizont um den Globus gespannt. Den letzteren drehen wir, bis Regulus unter den Faden tritt, wobei wir annehmen, daß der Faden sich nicht mitdreht. Dies wird zweimal der Fall sein, nämlich das eine Mal auf der östlichen, das andere Mal auf der westlichen Seite des Ortsmeridians. Beschränken wir uns auf den zweiten Fall, so können wir wieder die Sternzeit unter dem Messingkreis ablesen:  $\vartheta = 223^\circ$ . Dann ist  $\vartheta - \alpha_s = \tau_s$ ;  $223^\circ - 160^\circ = 63^\circ = 4^h 12^m = \tau_s$ . Mithin befindet sich Regulus am 1. September 1916 um  $4^h 12^m$  nachmittags in der Höhe  $h = 20^\circ$  über dem westlichen Teil des Horizontes von Berlin.

13. Ein spezieller Fall der vorigen Aufgabe ist der folgende: Wann geht Regulus in Berlin am 1. September 1916 unter? Die Lösung entspricht vollkommen der vorigen Aufgabe und bietet keinerlei Schwierigkeiten. Man findet wie in 11:  $\vartheta = 258^\circ$ ;  $\alpha_s = 160^\circ$ ;  $\tau_s = 98^\circ = 6^h 31^m$ . Also ist  $6^h 31^m$  die Zeit des Unterganges.

Wir lösen nun noch dieselbe Aufgabe für die Sonne.

13a. An welchem Tage des Jahres 1916 hat die Sonne um  $4^h$  nachmittags das Azimut  $a = 70^\circ$ ?

Die im Zenit befestigte Spange wird so an den Globus gelegt, daß sie durch den Punkt des Horizontes geht, der das Azimut  $a = 70^\circ$  hat. Darauf spannen wir einen Seidenfaden vom Nordpol P aus so an den Globus, daß er mit einem Himmelsmeridian zusammenfällt. Diesen Faden drehen wir an dem Globus entlang, daß er immer auf dem Äquator senkrecht bleibt, und zwar so lange, bis seine auf dem Äquator zu messende Entfernung vom Messingkreis  $= 4^h = 60^\circ$  beträgt. Nun drehen wir den Globus, bis ein Punkt der Ekliptik mit dem Schnittpunkt des Fadens und der Kupferstange zusammenfällt. An dem Punkte der Ekliptik kleben wir die die Sonne darstellende Papierscheibe an und drehen sie mit dem Globus unter dem Ortsmeridian. Auf dem Messingkreis lesen wir nun die Deklination der Sonne ab:  $\delta = 8^\circ$  und ermitteln aus den Tabellen den zugehörigen Tag des Jahres: 10. April.

13b. An welchem Tage des Jahres hat die Sonne um  $5^h$  nachmittags die Höhe  $h = 30^\circ$ ?

Wir lesen die Höhe  $30^\circ$  am Messingkreis ab und denken uns durch diesen Punkt parallel zum Horizont einen Faden an den Globus gelegt. Ähnlich wie in a legen wir nun einen Faden vom Nordpol längs desjenigen Himmelsmeridians, der vom Ortsmeridian die auf dem Äquator gemessene Entfernung von  $4^h = 60^\circ$  hat. Beide Fäden schneiden sich in einem Punkte R des Globus. Nun drehen wir den Globus vorsichtig so weit, bis die Ekliptik durch diesen Punkt R hindurchgeht. In dem Punkte der Ekliptik, der jetzt mit R zusammenfällt, kleben wir das Sonnenscheibchen an, drehen es unter den Messingkreis, lesen an letzterem die Deklination der Sonne ab und finden dadurch den betreffenden Tag des Jahres. Ergibt sich hierbei ein Tag zwischen dem 1. Mai und dem 30. September, so ist unsere Aufgabe für  $5^h$  nachmittags gelöst, dagegen gilt unser Ergebnis für  $4^h$  nachmittags, wenn es sich um einen Tag zwischen dem 10. Oktober und 30. April handelt.

Es sei noch erwähnt, daß das Hantieren mit den Fäden nicht gerade leicht ist und einige Übung erfordert. Besonders schwer ist es z. B. in Aufgabe 13b, den Faden parallel zum Horizont in der Höhe  $40^\circ$  um den Globus zu spannen und ihn unbeweglich in dieser Höhe zu erhalten, während der Globus sich unter

ihm fortbewegt. Es ist zwar nicht sehr schwierig, andere Hilfsmittel, z. B. eine längs des Horizontes verschiebbare und in der Höhe verstellbare Visiereinrichtung zu ersinnen. Wir legen aber Wert darauf, bei unseren Versuchen mit den einfachsten Mitteln auszukommen. Übrigens ist es nicht nötig, den zum Horizont parallelen Faden um den ganzen Globus zu schlingen, vielmehr spannt man ihn nur so weit aus, als es für die betreffende Aufgabe notwendig erscheint, also etwa von Süden bis Westen. Selbstverständlich ist bei allen Aufgaben die Genauigkeit nur eine unsichere, sie sollen ja aber auch nur dazu dienen, das Interesse des Lesers anzuregen und ihn in die sonst recht schwer vorstellbaren Begriffe der mathematischen Geographie einzuführen.

## Über spektroskopische Doppelsterne

Von Prof. Dr. J. v. Hepperger

(Schluß)

Das vergleichende Studium der Doppelsternbahnen hat noch zu anderen wichtigen Ergebnissen geführt, denen die Theorie der Evolution der Doppelsterne Rechnung tragen muß.

Es besteht ein wesentlicher Unterschied in der Verteilung der Bahnexzentrizitäten bei visuellen und spektroskopischen Doppelsternen. Dieser Unterschied tritt noch schärfer zutage, wenn man die spektroskopischen Doppelsterne in zwei Gruppen teilt, wovon eine die C-Sterne umfaßt. Die auf die visuellen Doppelsterne Bezug nehmenden Daten sind dem Aitkenschen Katalog entnommen. Folgende Tafel gibt die Zahl der Sterne, für welche die Bahnexzentrizität innerhalb der in der Überschrift bezeichneten Grenzen liegt:

|                              | 0,00<br>bis<br>0,09 | 0,10<br>bis<br>0,19 | 0,20<br>bis<br>0,29 | 0,30<br>bis<br>0,39 | 0,40<br>bis<br>0,49 | 0,50<br>bis<br>0,59 | 0,60<br>bis<br>0,69 | 0,70<br>bis<br>0,79 | 0,80<br>bis<br>0,89 | 0,90<br>bis<br>0,99 |
|------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 89 spektroskop. Doppelsterne | 44                  | 12                  | 8                   | 7                   | 5                   | 5                   | 4                   | 3                   | 1                   | 0                   |
| 13 C-Sterne . . . . .        | 0                   | 2                   | 4                   | 3                   | 4                   | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   |
| 53 visuelle Doppelsterne . . | 0                   | 3                   | 3                   | 9                   | 14                  | 10                  | 5                   | 4                   | 4                   | 1                   |

Die meisten spektroskopischen Doppelsterne haben Bahnen von kleiner Exzentrizität. Große kommen nur sehr selten vor. Bei den visuellen Doppelsternen sind Exzentrizitäten mittlerer Größe vorherrschend und sehr kleine ebenso selten wie sehr große. Das Verhalten der C-Sterne ist dem der visuellen Doppelsterne ähnlich.

Wenn man die 89 spektroskopischen Doppelsterne nach wachsenden Perioden anordnet und die zugehörigen Exzentrizitäten anschreibt, so erkennt man leicht, daß im allgemeinen die Exzentrizität mit der Periode zunimmt. Sehr deutlich spricht sich diese Eigenschaft in den Mittelwerten aus, wie aus folgender Zusammenstellung zu ersehen ist, wo die mittleren Exzentrizitäten für drei fast gleichgroße, durch  $P = 5$  und  $P = 20$  getrennte Gruppen angegeben sind.

|                                |      |      |               |
|--------------------------------|------|------|---------------|
| Periode in Tagen . . . . .     | 0—5  | 5—20 | größer als 20 |
| Anzahl der Sterne . . . . .    | 30   | 31   | 28            |
| Mittlere Exzentrizität . . . . | 0,04 | 0,19 | 0,38          |

Für die 13 C-Sterne erhält man in ähnlicher Weise:

|                                |      |      |
|--------------------------------|------|------|
| Periode in Tagen . . . . .     | 0—5  | 5—20 |
| Anzahl der Sterne . . . . .    | 6    | 7    |
| Mittlere Exzentrizität . . . . | 0,33 | 0,30 |

Diese Sterne unterscheiden sich daher von den übrigen spektroskopischen Doppelsternen nicht nur durch auffällige Kleinheit der Massenfunktion  $F$  und in der Art der Verteilung der Exzentrizitäten, sondern auch dadurch, daß ihre Bahnen auch bei kleiner Periode stark elliptisch sind, ohne daß eine Abhängigkeit der Exzentrizität von der Periode zu konstatieren wäre. Die Zunahme der Exzentrizität mit der Periode scheint, wenn man von den C-Sternen absieht, eine allgemeine Eigenschaft der Doppelsternbahnen zu sein, da die Bahnen der visuellen Doppelsterne, ihrer viel größeren Umlaufzeit entsprechend, auch viel exzentrischer sind als die der spektroskopischen Doppelsterne und bei zunehmender Länge der Periode noch immer ein Anwachsen der Exzentrizität erkennen lassen. Ordnet man nämlich die 53 Sterne des Aitken'schen Katalogs nach wachsender Periode und bildet der Reihe nach für 5 Gruppen von je 10 Sternen und zum Schluß für die letzten 3 Sterne die arithmetischen Mittel aus den Perioden und Exzentrizitäten, so erhält man:

| Mittleres P | Mittleres e |
|-------------|-------------|
| 20 Jahre    | 0,44        |
| 42 -        | 0,43        |
| 64 -        | 0,51        |
| 104 -       | 0,53        |
| 201 -       | 0,56        |
| 327 -       | 0,60        |

Da der letzte Wert von  $e$  wegen der geringen Zahl der Sterne und der Unsicherheit der Bestimmung der Exzentrizität bei sehr großer Periode wenig verläßlich ist, kann es bei der geringen Verschiedenheit der drei vorausgehenden Werte von  $e$  zweifelhaft erscheinen, ob die Zunahme der mittleren Exzentrizität für Perioden über 100 oder 200 Jahre noch fortbesteht.

Im Jahre 1908 hat Mr. Miller Bar darauf hingewiesen, daß unter den damals bekannten Bahnen von 30 spektroskopischen Doppelsternen nur 3 vorkommen, bei welchen die Länge des Periastrums größer ist als  $180^\circ$ ; die Verteilung der  $\omega$  könne daher keine zufällige sein. Die Sachlage hat sich seither wesentlich geändert, da unter den 81 Bahnen, für welche die Länge des Periastrums der hellen, bzw. helleren Komponente bestimmt wurde und nicht gleich  $0^\circ$  oder  $180^\circ$  ist, 28 auftreten mit  $\omega > 180^\circ$ . Das Vorherrschen der Bahnen mit  $\omega < 180^\circ$  ist daher perzentuell nicht mehr so groß, daß die Annahme einer Zufallswirkung bei der Verteilung der Periastra verlassen werden müßte.

Im Verhältnis zu den Perioden der visuellen Doppelsterne sind die der spektroskopischen sehr klein. Die Zahl der Bahnen, deren Perioden innerhalb einer bestimmten Zeitstrecke liegen, ist um so größer, je kleiner das Mittel aus den Perioden ist. Von den hier mitgeteilten Bahnen hat die Hälfte Perioden, die höchstens acht Tage betragen. Von der Länge der Periode auf die mittlere Entfernung der Komponenten zu schließen, wäre, da hierzu die Kenntnis der Massensumme benötigt wird, im einzelnen Falle unstatthaft, doch ist die Annahme berechtigt, daß im Durchschnitt der kleineren Periode auch die kleinere Entfernung entspricht, und man gelangt so zu dem Ergebnis, daß unter den spektroskopischen Doppelsternen enge Paare viel häufiger vorkommen als weite. Die

visuellen Doppelsterne zeigen ein gleichartiges Verhalten, aber nicht so augenfällig. Das Vorherrschen der engen Paare drückt sich auch dadurch aus, daß unter den helleren Sternen viel mehr spektroskopische als visuelle Doppelsterne vorhanden sind. Nach Aitken ist im Durchschnitt 1 Stern unter je 18 ein visueller Doppelstern, während aus den Beobachtungen der Lick-Sternwarte hervorgeht, daß unter je 6 Sternen (von der Spektralklasse 1 bis 2) schon 1 spektroskopischer Doppelstern vorkommt; von den auf der Yerkes-Sternwarte beobachteten Sternen der Spektralklasse 0 ist jeder dritte ein spektroskopischer Doppelstern.

Die Untersuchung der Doppelspektren hat ergeben, daß die Spektren beider Komponenten stets derselben Klasse angehören. Für die Spektralklassen 0 und 1 ist die Übereinstimmung eine so vollkommene, daß das eine Spektrum wie ein Duplikat des andern aussieht. Bei den Spektren der Klasse 2 ist mitunter eine kleine Verschiedenheit bemerkbar, die darauf schließen läßt, daß die Komponenten des Doppelsternes sich nicht mehr auf derselben Entwicklungsstufe befinden. Die visuellen Doppelsterne sind in der Entwicklung weiter fortgeschritten als die spektroskopischen, da selbst unter den Paaren mit kurzer Umlaufzeit sich nur sehr wenige (nach Aitken 4 unter 164) mit Spektren von der Klasse 0 befinden. Da nur von sehr wenigen Paaren die Spektren beider Komponenten untersucht werden konnten, sind die Angaben über die beobachtete Farbe vom Hauptstern und Begleiter fast die einzigen Anhaltspunkte für die Schätzung ihres relativen Alters. In der Regel haben die Komponenten bei nahe gleicher Helligkeit auch fast dieselbe Farbe, die meistens gelblich ist. Ist aber eine Komponente beträchtlich schwächer als die andere, so ist sie auch fast immer blauer und weißer, daher in der Entwicklung weniger weit fortgeschritten als die hellere. Zur Erklärung dieser Erscheinung kann man annehmen, daß die schwächere Komponente eine größere Masse besitzt und daher ihren chemisch-physikalischen Zustand langsamer verändert, muß dann aber noch die weitere Annahme machen, daß der an Masse ärmere Körper infolge rascherer Entwicklung eine solche Erhöhung seiner Helligkeit erfahren hat, daß er hierdurch den anderen Körper an Helligkeit nicht nur erreichen, sondern bedeutend übertreffen konnte. Diese Annahme erscheint zulässig, da gasförmige Körper unter gewissen Bedingungen durch Strahlung weniger Wärme verlieren, als sie durch die unter dem Einflusse der Gravitation vor sich gehende Verminderung des Volumens gewinnen. Nach neueren Untersuchungen scheint aber die hellere Komponente in der Regel die größere Masse zu besitzen. Zur Erklärung der Verschiedenheit der Spektren könnte man nach dem Vorgange Schusters annehmen, daß die ausgedehnten Atmosphären von Helium und Wasserstoff, denen die Spektren der Klassen 0 und 1 ihr charakteristisches Aussehen verdanken, von der großen Masse des Hauptsternes schon zum größten Teile aufgezehrt worden sind, während sie durch die Anziehung des Begleiters, besonders wenn dessen Dichte viel geringer ist, nur wenig gelitten haben mögen.

Wie es außer den visuellen Doppelsternen auch zahlreiche visuelle mehrfache Sterne gibt, so kommen unter den spektroskopischen Doppelsternen auch solche vor, die eine veränderliche Radialgeschwindigkeit  $\gamma$  ihres angenommenen Schwerpunktes aufweisen und daher als mehrfache Sterne zu betrachten sind. Hierzu gehören der Polarstern ( $\alpha$  Kl. Bär) und Algol ( $\beta$  Persei). In der Liste der Elemente sind die entsprechenden  $\gamma$  als variabel bezeichnet. Die Periode

der Veränderlichkeit von  $\gamma$  ist für den Polarstern 11,9 Jahre, für Algol 1,90 Jahre; die Radialgeschwindigkeiten für den Schwerpunkt der drei Massen sind  $-14,8$ , bzw.  $+4,1$ .

Nach Vorführung der wichtigsten Ergebnisse der Beobachtung und Bahnbestimmung der Doppelsterne soll hier noch in kurzem mitgeteilt werden, wie man sich gegenwärtig die Entstehung und Entwicklung dieser Gebilde vorstellt.

Ein rotierender Nebel bewegt sich bei fortschreitender Kontraktion mit immer größerer Winkelgeschwindigkeit und nimmt, wenn diese einen gewissen Betrag erreicht hat, eine Gleichgewichtsfigur an, die ungefähr so aussieht, wie ein Paar sich am Scheitel berührender, an Größe nicht sehr verschiedener Ellipsoide, deren große Achsen in einer Geraden liegen. Diese Gleichgewichtsfigur stellt die ursprüngliche Form eines spektroskopischen Doppelsterns dar. Die Rotationszeit der Komponenten ist gleich groß und genau gleich der Periode  $P$  ihres Umlaufes um den gemeinsamen Schwerpunkt. Die Bahnbewegung vollzieht sich in Kreisen, und zwar wegen der Berührung der Körper mit möglichst großer Geschwindigkeit.  $P$  ist daher klein,  $e = 0$ . Beide Körper befinden sich in demselben physikalischen Zustande und zeigen Spektre gleicher Klasse. Die Helligkeit ist der Größe der Oberfläche proportioniert, der größere Körper daher stets der hellere. Dieser Entwicklungsstufe ist z. B.  $\beta$  Lyrae noch nahe, da die mittlere Dichte des Systems kaum so groß ist wie die unserer Luft und die Komponenten sich fast berühren.

Infolge der durch Wärmestrahlung veranlaßten Kontraktion beginnen die Komponenten rascher zu rotieren und in Stellungen zu geraten, bei welchen die großen Achsen der Ellipsoide sich immer mehr von der durch die Verbindungslinien der beiden Zentren gegebenen Richtung entfernen. Diese Bewegung löst (von der gegenseitigen Anziehung der Ellipsoide herrührende) Kräfte aus, die ihr entgegenarbeiten, wodurch besonders in der Nähe der Ellipsoidenscheitel Verschiebungen der Gasmassen eintreten, und zwar um so größere, je näher die Gasschicht der Oberfläche liegt. Die mit solchen Verschiebungen verbundene Reibung, gewöhnlich Flut- oder Gezeitenreibung genannt, bewirkt nicht nur eine Verzögerung (unter Umständen sogar eine Hintanhaltung) der Abnahme der Rotationszeit, sondern auch eine Zunahme der Halbachse und Exzentrizität der Bahn, welche die eine Komponente mit Bezug auf die andere beschreibt. Das Wachsen der Halbachse hat eine Vergrößerung der Periode und eine Verkleinerung der Bahngeschwindigkeit zur Folge. Sinkt die Geschwindigkeit auf etwa zwei Kilometer herab, so wird selbst für  $i = 90^\circ$  die Veränderlichkeit der Radialgeschwindigkeit schwer nachweisbar. Die mittlere Entfernung  $a$  ist dann aber wegen der kleinen Parallaxe der Sterne fast immer noch viel kleiner, als sie sein müßte, um die Trennung der Komponenten durch das Fernrohr zu ermöglichen. So mögen sehr lange Zeiträume vergehen, bis aus einem spektroskopischen Doppelstern ein visueller wird, und es ist anzunehmen, daß es am Himmel viele Paare gibt, die für die Auflösung durch das Spektroskop zu weit, für die durch das Fernrohr zu eng sind.

Die Komponenten der spektroskopischen Doppelsterne haben anfangs Spektre von der Klasse 0; im Laufe der Zeit ändern sich der physikalische Zustand der Komponenten und auch das Mischungsverhältnis der Gase in der die Spektrallinien erzeugenden Schicht, welche Vorgänge in Änderungen der Klasse des Spektrums ihren Ausdruck finden. Ob der hierdurch angezeigte Ent-

wicklungsprozeß bei der an Masse reicheren oder ärmeren Komponente rascher vor sich geht, ist eine noch ungelöste Frage. Es ist auch nicht ausgeschlossen, daß außer der Gravitation noch andere Faktoren das Tempo der Entwicklung zu beeinflussen vermögen.

Diese durch theoretische Untersuchungen von G. H. Darwin, H. Poincaré und T. J. See gestützten Grundzüge der Evolution der Doppelsterne erklären in zufriedenstellender Weise die meisten der hier mitgeteilten Resultate der Beobachtung der Doppelsterne und der Vergleichung ihrer Bahnelemente, wie das seltene Vorkommen der Heliumsterne unter den visuellen Paaren, die Gleichheit der Doppelspektren niederer Klasse, die Verteilung der  $e$  und den Zusammenhang von  $P$  und  $e$  usw. Nicht alle Doppelsterne brauchen ihre Entstehung demselben Vorgang zu verdanken. So dürften z. B. manche weite Paare, und besonders solche mit sehr großer Exzentrizität, durch die Ansammlung von Materie um zwei Verdichtungszentren, bei deren Bildung die Rotation keine Rolle spielte, entstanden sein. Die Natur hält sich in ihrem Schaffen nicht an die Schablone.

## Der gestirnte Himmel im Monat Oktober 1916

Von Dr. F. S. Archenhold

### Die Masse der Kometen

Im Sternbilde des Wassermannes ist auf photographischem Wege von Prof. Wolf in Heidelberg der Enckesche Komet, der von allen periodischen Kometen die kürzeste Umlaufszeit, nur  $3\frac{1}{3}$  Jahre, besitzt, jetzt bereits in seiner Sonnenferne aufgefunden worden, freilich nur in der Helligkeit eines Sternes 16. Größe. Er wird selbst in der größten Erdnähe auch dem unbewaffneten Auge nicht sichtbar. Welche geringe Masse die Kometen im allgemeinen besitzen, geht daraus hervor, daß selbst bei den Kometen, deren Schweif viele Millionen von Kubikmetern ausfüllen, bisher noch nie eine Wirkung ihrer Anziehungskraft auf die Planeten beobachtet werden konnte. Im Jahre 1770 ging der Lexellsche Komet, welcher 3 Jahre vorher schon das Jupitersystem durchzogen hatte, ohne eine Störung auszuüben, in einer Entfernung von 2 Millionen Kilometern an der Erde vorbei, ohne daß die Umlaufszeit unserer Erde irgendwie beeinflußt wurde. Wenn die gesamte Masse des Kometen nur so viel wie die unserer Erde betragen hätte, so wäre die Umlaufszeit unserer Erde um fast 3 Stunden verändert worden. Der nahe Vorbeimarsch des Kometen an unserer Erde hatte jedoch nur den Erfolg, daß seine eigene Umlaufszeit sich um 2 Stunden änderte, woraus zu folgern wäre, daß dieser Komet noch nicht einmal den 5000. Teil der Erdmasse erreicht haben konnte. Faye hat nachgewiesen, daß der Donatische Komet, welcher im Jahre 1858 einen prachtvollen Anblick darbot, noch nicht einmal den milliardesten Teil der Erdmasse besitzen konnte. Der scherzhafte Ausspruch, daß man den größten Kometen in einer Handtasche davontragen könnte, führt uns am besten das geringe Gewicht der Kometen vor Augen. Wir verstehen es daher auch, daß der dichteste Teil der Kometen, der Kern, oft in ganz kurzer Zeit sein Aussehen verändert und sich in verschiedene Teile zerlegen kann. Schon Tycho Brahe und Gemma haben bei dem Kometen des Jahres 1577 solche geteilte Kerne beobachtet. Cysat beobachtete bei dem Kometen im Jahre 1618, daß der Kern plötzlich größer wurde und sich in vier unregelmäßig aussehende Teile zerlegte. Der Komet im Jahre 1652, dessen Durchmesser mindestens 15 mal größer als der der Erde war, zeigte vom 9. bis 15. Dezember fünf Nebenkerne und noch eine Reihe kleiner leuchtender Punkte im Kopfe.

Beim Bielaschen Kometen wurde sogar im Jahre 1846 eine Teilung in zwei verschiedene Kometen beobachtet, die zuerst noch durch eine Strahlenbrücke, die jedoch

alsbald verblaßte, miteinander verbunden waren. Dasselbe Schauspiel einer völligen Teilung bot der Komet 1860 I dar. Ich habe des öfteren mit unserem großen Treptower Fernrohr die Teilung eines Kerns in zwei oder mehrere deutlich trennbare Stücke beobachten können. Der große September-Komet 1882 II, der in seiner Sonnennähe fast die Sonnenoberfläche berührte, sandte unter der gewaltigen Wärmewirkung der Sonnenstrahlen sogar Nebenkometen aus seinem Kopfe heraus, die eine völlig andere Bahn einschlugen.

Alle diese bemerkenswerten Änderungen in den Kometen lassen schon vermuten, daß die Teile derselben sich in keinem festen, sondern nur in einem ganz lockeren Zustande befinden. Hiermit steht auch die Durchsichtigkeit der Kometenköpfe und Kerne in völligem Einklang. Die Sterne scheinen, ohne daß ihr Licht geschwächt wird, und ohne daß eine wahrnehmbare Ablenkung ihrer Lichtstrahlen zu beobachten ist, durch die Kometenköpfe hindurch. So hat Bessel bei dem Halleyschen Kometen am 29. September 1835 die Bedeckung eines Sternes 10. Größe durch den Kopf des Kometen beobachtet, ohne daß irgend eine Ortsveränderung des Sterns von ihm hätte festgestellt werden können.

Am 5. Dezember 1909 habe ich mit unserem großen Treptower Fernrohr sogar beobachtet, wie der Kern des Halleyschen Kometen, als er vor einem vierfachen Sternsystem vorbeimarschierte, einen Stern dieses Systems bedeckte, ohne diesen Ort zu ändern.

### Der Lauf von Sonne und Mond

Unsere Sonne (Feld  $12\frac{1}{2}^h$  bis  $14\frac{1}{2}^h$ ) ist für den 1., 15. und 31. Oktober in unsere Karte eingezeichnet. Ihre Mittagshöhe nimmt während des Monats von  $34\frac{1}{2}^0$  am 1. Oktober auf  $23\frac{1}{2}^0$  am 31. Oktober ab.

Wir geben die Tabelle für den Auf- und Untergang der Sonne wieder:

| Sonne     | Deklination | Sonnenaufgang                  | Sonnenuntergang                | Mittagshöhe       |
|-----------|-------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Oktober 1 | — $3^0 10'$ | 6 <sup>h</sup> 8 <sup>m</sup>  | 5 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup> | $34\frac{1}{2}^0$ |
| - 15      | — $8^0 30'$ | 6 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> | 5 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> | $29^0$            |
| - 31      | — $14^0 6'$ | 7 <sup>h</sup> 2 <sup>m</sup>  | 4 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> | $23\frac{1}{2}^0$ |

Der Mond ist mit seinen Phasengestalten in unsere Karten 1a und 1b für den 1. bis 31. Oktober von zwei zu zwei Tagen eingetragen.

Seine Hauptphasen fallen auf folgende Tage:

Erstes Viertel: Oktober 4. 12<sup>h</sup> mittags      Vollmond: Oktober 11. 8<sup>h</sup> vorm.  
 Letztes Viertel: - 19. 2<sup>h</sup> morgens      Neumond: - 26. 10<sup>h</sup> abends

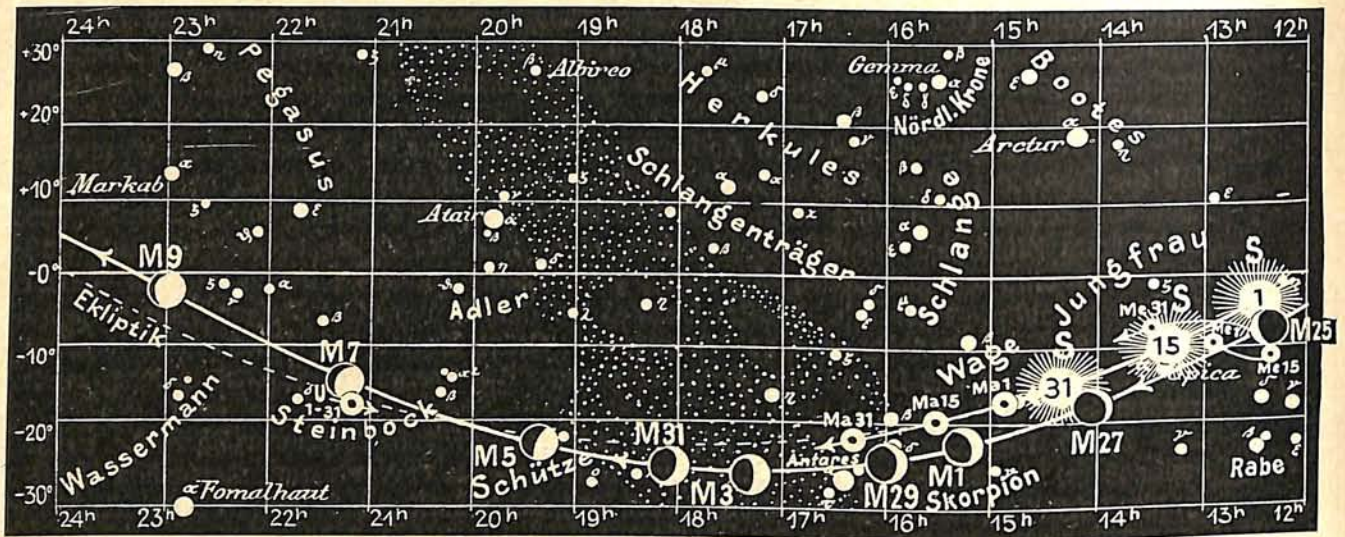
### Die Planeten

*Merkur* (Feld  $13^h$  bis  $12\frac{1}{4}^h$  bis  $13\frac{1}{2}^h$ ) ist von Mitte des Monats an am Osthimmel eine halbe Stunde lang wieder sichtbar. Er steht am 15. d. M. um  $10^0$  höher als auf der Karte angegeben ist. Schon in 88 Tagen umkreist Merkur die Sonne und zwar in einer Bahn, deren Exzentrizität sehr groß ist, sodaß der Abstand des Merkurs von der Sonne zwischen 46 und 70 Millionen Kilometern schwankt, der mittlere Abstand des Merkurs von der Sonne beträgt 58 Millionen Kilometer. Seine Bahn hat eine Neigung von  $7^0$  gegen die Erdbahn, sein Durchmesser ist nur 4900 km groß, das ist etwas mehr als ein Drittel des Erddurchmessers. In der größten Entfernung von der Erde, das sind 218 Millionen Kilometer, erscheint der Merkur nur 4,5 Bogensekunden. Da sich Merkur der Erde bis auf 79 Millionen Kilometer nähern kann, so nimmt auch der scheinbare Durchmesser bis 12 Bogensekunden zu. Auf dem Merkur erscheint der Sonnendurchmesser fast 3 mal so groß als wir ihn von der Erde aus erblicken. Es muß daher auf dem Merkur das Licht und die Erwärmung 7 mal so kräftig sein als auf der Erde. Er zeigt ebenso wie die Venus Phasengestalten, die Zupus im Jahre 1639 zuerst erblickt hat.

*Venus* (Feld  $9\frac{3}{4}^h$  bis  $12^h$ ) ist das auffallendste Gestirn am östlichen Morgenhimmel. Zuerst ist sie 4 Stunden lang sichtbar, aber langsam nimmt die Dauer ihrer Sichtbarkeit bis auf  $3\frac{1}{2}$  Stunden am Ende des Monats ab. Am 6. Oktober steht die Venus vom hellsten Stern im Löwen, Regulus, nur um Vollmondsbreite entfernt. Am Morgenhimmel



Fig. 1b

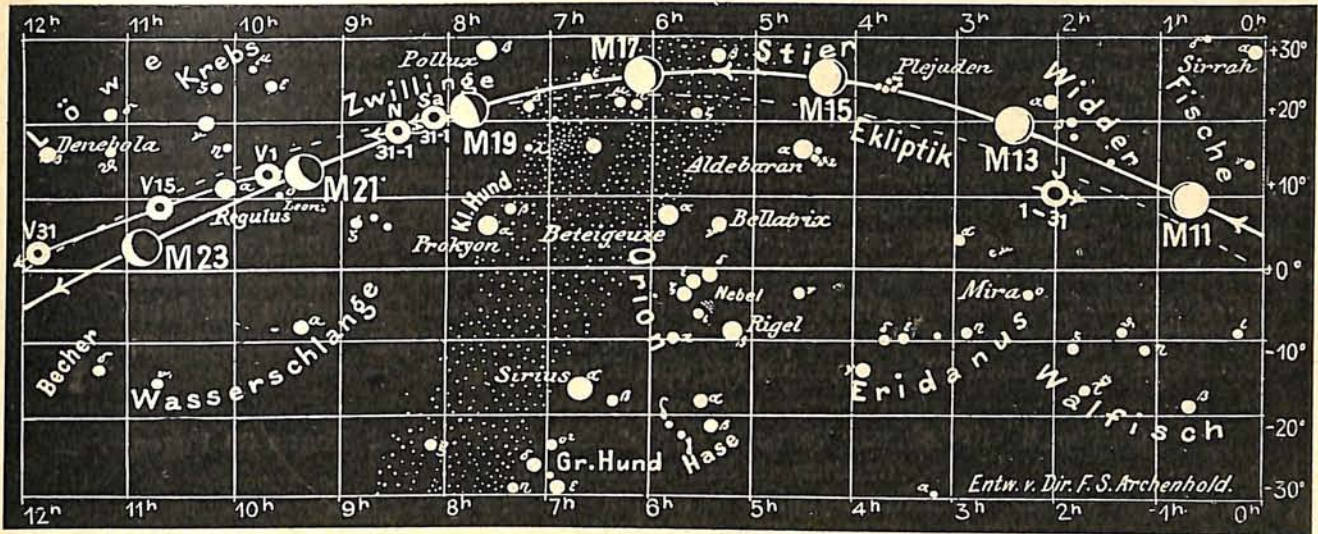


S = Sonne M = Mond Me = Merkur V = Venus Ma = Mars

vor Sonnenaufgang wird die Venus erst wieder so günstig zu sehen sein im April 1918, November 1919 und Juli 1921, wohingegen nach Sonnenuntergang am westlichen Abendhimmel im November 1917, Juli 1919 und Februar 1921 die gleichen Erscheinungsbedingungen auftreten. Infolge dieser wechselnden Stellungen wird die Venus schon von Alters her als Morgen- und Abendstern bezeichnet. Die Lufthülle, welche die Venus umgibt, ist dichter als die der Erde. Während der interessanten Vorübergänge der Venus vor der Sonnenscheibe macht sie sich kurz vor dem Eintritt und bald nach dem Austritt als ein Lichtring um die Venus bemerkbar. Dieselbe Erscheinung tritt auch auf, wenn die Venus nicht die Sonne verdeckt, sondern seitlich von der Sonne, ohne sich auf die Sonnenscheibe zu projizieren, vorübergeht. Dann umzieht ihr Lichtring die dunkle Venus und verrät uns die gewaltige starke Strahlenbrechung innerhalb der Atmosphäre des Planeten. Früher wurden die seltenen Gelegenheiten der Venusdurchgänge besonders benutzt, um die Entfernung der Sonne von uns zu bestimmen. Da diese aber heute auf anderem Wege genauer gemessen werden kann, so kommen die Beobachtungen der Venusdurchgänge jetzt hauptsächlich einer besseren Erforschung der Venusbahn selbst zu gute.

*Mars* (Feld  $14\frac{3}{4}^h$  bis  $16\frac{1}{4}^h$ ) ist wegen seiner tiefen Stellung und seiner Sonnennähe während des ganzen Monats unsichtbar.

*Jupiter* (Feld  $2^h$ ) ist im Monat Oktober während der ganzen Nacht sichtbar. Am 24. d. M. steht er genau der Sonne gegenüber. Kein anderer Planet zeigt schon auf den ersten Blick so viele Einzelheiten seiner Oberfläche wie der Jupiter. Es war daher auch schon sofort nach Erfindung des Fernrohrs möglich, wie die Beobachtungen von Zucchi, Fontana, Hooke und anderer beweisen, die Hauptstreifen und Flecken des Jupiters deutlich zu erkennen. In ein neues Stadium ist die Jupitersbeobachtung im Jahre 1878 durch das Sichtbarwerden eines stark rot gefärbten Fleckes von etwa 41 000 km auf der südlichen Halbkugel des Jupiters getreten. Man glaubte zuerst, in diesem roten Fleck einen von leichten Wolkenschleiern eingehüllten Lavasee entdeckt zu haben. Da jedoch die Umlaufzeit des roten Fleckes sich als stark veränderlich erwies, mußte man diese Ansicht fallen lassen. Eine große Zahl von kleinen Flecken, die als hellglänzende Wolken besonders auf der südlichen Halbkugel wahrgenommen werden und immerhin



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

noch die Größe unseres Mondes besitzen, deuten auf starke innere stürmische Vorgänge hin. Gewaltige Gasmassen entströmen als rotglühende Erscheinungen den verschiedenen Tiefen des Jupiters. Man sollte glauben, daß durch solche gewaltigen Massenbewegungen die Gestalt des Jupiters sich ändern müßte. Es hat sich aber herausgestellt, daß der Äquatorialdurchmesser den Wert von 38,3" und der Polardurchmesser den von 36" fast unverändert beibehält. Die Streifen des Jupiters erscheinen parallel und gestatten eine Bestimmung der Lage der Drehachse des Jupiters im Raum. Es ist ein kleiner Stern, Zeta, im Sternbilde des Drachen, der in der Richtung dieser Drehachse steht und als Polarstern des Jupiters bezeichnet werden muß. In letzter Zeit sind insbesondere eiförmige Flecken in den Streifen aufgetreten, die jetzt allabendlich im großen Fernrohr der Treptow-Sternwarte einen interessanten Anblick gewähren.

*Saturn* (Feld  $8\frac{1}{4}^h$ ) ist zuerst  $5\frac{1}{2}$  Stunden, zuletzt bereits 8 Stunden lang sichtbar. Es besteht eine große Ähnlichkeit zwischen ihm und seinem Nachbarplaneten Jupiter. Auf der Oberfläche des Saturns bemerken wir wolkenartige Streifen, die auch von einzelnen hellen Flecken durchsetzt sind, nur mit dem Unterschied, daß die hellen weißen Flecke auf dem Saturn zuweilen ganz plötzlich auftreten und viel seltener und auch nicht so deutlich zu sehen sind wie beim Jupiter.

*Uranus* (Feld  $21\frac{1}{4}^h$ ) ist gerade noch von einem guten Auge ohne optische Hilfsmittel aufzufinden, wenn der Beobachter weiß, wo er steht. Hierzu dient unsere Karte. Wir sehen, daß er fast in der Mitte zwischen dem hellen Stern Fomalhaut, einem Stern 1. Größe in den südlichen Fischen, und dem Atair, dem hellsten Stern im Adler, steht. Der Durchmesser des Uranus ist nur 50 000 km groß, das ist noch nicht einmal die Hälfte des Saturndurchmessers. Da Uranus doppelt so weit von uns absteht wie der Saturn, so ist es nur möglich, auf seiner Oberfläche unter den allergünstigsten Luftverhältnissen Flecke zu erkennen. In seinem Spektrum treten eine Anzahl von dunklen Bändern auf, die den Linien des gewöhnlichen Sonnenspektrums völlig unähnlich sind und darauf hindeuten, daß das vom Planeten zurückgeworfene Licht der Sonne durch eine dichte Gasschicht hindurchgehen muß, die in ihrer Zusammensetzung von der Luft-hülle der Erde stark verschieden sein muß.

*Neptun* (Feld  $8\frac{1}{2}^h$ ) ist unweit des Saturns nur in Fernrohren am Ende des Monats von Mitternacht an zu beobachten. Auch in seinem Spektrum treten ähnlich wie in dem

des Uranus starke dunkle Bänder auf, die auch auf eine dichte Atmosphäre schließen lassen. Außerdem zeigt sich noch freier Wasserstoff. Von ihm aus ist die Beobachtung der Planeten sehr erschwert, da sie alle innerhalb seiner eigenen Bahn sich um die Sonne bewegen, und von dieser daher zumeist überstrahlt werden, so entfernt sich für Neptun die Erde nur  $2^{\circ}$ , Mars  $3^{\circ}$  von der Sonne, sodaß sie immer in den Strahlen der Sonne verschwinden. Nur die beiden großen Planeten Jupiter und Saturn, die  $10^{\circ}$  bzw.  $17\frac{1}{2}^{\circ}$  von der Sonne abstehen können, werden im günstigsten Falle vom Neptun aus gut gesehen werden können. Dafür werden sich freilich die Entfernungen der Sterne vom Neptun aus entsprechend dem 30 mal so großen Neptunbahndurchmesser besser bestimmen lassen. Der unserem Sonnensystem nächststehende hellste Stern im Centauren wird vom Neptun aus um seinen mittleren Ort eine Schwankung von  $23''$  im Laufe eines Neptunjahres vollführen. Freilich bedarf es auf dem Neptun zu einer solchen Entfernungsbestimmung der Sterne einer entsprechend längeren Zeit. Da Neptun 164 Jahre zu einem Umlauf um die Sonne gebraucht, so ist die Bestimmung des Entfernungswinkels erst immer nach 82 Erdenjahren auf dem Neptun möglich.

**Bemerkenswerte Konstellationen:**

- Oktober 6.  $10^h$  abends Venus in Konjunktion mit Regulus, Venus 39 Bogenminuten südlich von Regulus.
- 12.  $12^h$  mittags Jupiter in Konjunktion mit dem Mond.
  - 19.  $11^h$  vormittags Saturn in Konjunktion mit dem Mond.
  - 20.  $11^h$  abends Merkur in der größten westlichen Abweichung.
  - 23.  $2^h$  nachmittags Venus in Konjunktion mit dem Mond.
  - 24.  $2^h$  morgens Jupiter in Opposition zur Sonne.
  - 25.  $5^h$  nachmittags Merkur in Konjunktion mit dem Mond.
  - 29.  $5^h$  morgens Mars in Konjunktion mit dem Mond.

### Kleine Mitteilungen

**Der Einfluß des Mondes auf die Wetterumschläge und die atmosphärischen Störungen.** Die Grundlage für die Wettervorhersage bildet fast ganz die Luftdruckverteilung und aus den Isobaren der Wetterkarte kann man sich auch ein Bild von der augenblicklichen Wetterlage machen. Die Vorhersage schroffer Wetterumschläge aber, wie z. B. Gewitter, ist zeitweise und rechtzeitig nicht immer möglich. Nach Fischer, „Das Wetter“ 1915, S.161, wird unser Wetter auch noch durch gewisse Stellungen des Mondes beeinflusst. (Das entgegengesetzte Ergebnis stellte allerdings Köppen, „Meteorolog. Zeitschr.“ 1915, S.180, fest auf Grund sehr umfangreichen Materials.) Falb weckte den im Volke längst wurzelnden Glauben an den Einfluß des Mondes auf das Wetter und bezeichnete immer Voll- und Neumondstermine als sogenannte kritische Tage.

Die sogenannten kritischen Faktoren bezüglich der Mondstellungen sind nach Falb:

1. die Erdnähe des Mondes (Perigäum),
2. der Äquatorstand des Mondes,
3. Neu- und Vollmond (Syzygien),
4. die Mondfinsternisse.

Zu diesem rechnet Fischer noch drei kritische Faktoren:

5. den Hochstand des Mondes,
6. den Tiefstand desselben,
7. das erste und letzte Viertel beim direkten oder sehr nahen Zusammenfallen mit den kritischen Faktoren unter 1, 2, 5 und 6.

Um die kritischen Tage erfolgen nach Falb meist größere atmosphärische Störungen, auch Erdbeben in auffälliger Zahl. In der Regel setzen um so mehr Witterungsumschläge und -störungen ein, je mehr kritische Faktoren zeitlich zusammentreffen. Nahe oder direkt ist dies bei folgenden möglich:

1. Das erste und letzte Viertel oder Neu- und Vollmond mit: a) der Erdnähe des Mondes, b) dem Hochstand des Mondes, c) dem Tiefstand desselben. d) dem Äquatorstand des Mondes.
2. Das erste und letzte Viertel oder Neu- und Vollmond mit: a) der Erdnähe und dem Hochstand des Mondes, b) der Erdnähe und dem Tiefstand desselben, c) der Erdnähe und dem Äquatorstand des Mondes.

### 3. Vollmond mit: Erdnähe, Äquatorstand und Mondfinsternis.

Wahrscheinlich besteht ein enger Zusammenhang zwischen der großen Veränderlichkeit des Wetters (dem Wechsel von Luftdruck, Temperatur und häufigen Niederschlägen) und dem häufigen Eintritt dieser kritischen Faktoren. Fielen mehrere dieser nahe oder direkt zusammen mit den Voll- und Neumondsterminen, so waren Wetterumschläge zu beobachten. Die Wirkung dieser kritischen Faktoren, besonders beim Zusammentreffen mehrerer, stellte sich in einer Reihe von Fällen verfrüht (höchstens zwei Tage vorher) oder auch häufiger verspätet (1 bis 3 Tage) ein. Es bilden die kritischen Tage also Höhe- und Wendepunkte des Wetters, welches in unseren Breiten ständigem Wechsel unterliegt. Perioden beständigen Hochdruckwetters gehören bei uns zu den Ausnahmen

Ein Einfluß der kritischen Faktoren auf die Wetterumschläge und atmosphärischen Störungen läßt sich an der Ende Dezember 1913 aufgetretenen Frostperiode wahrnehmen, welche unter der Herrschaft hohen Druckes auch noch die beiden ersten Januartage 1914 anhielt. Eine Erwärmung bei Schneefällen brachte am 3. Januar (dem Äquatorstand des Mondes) eine im Nordosten sich nähernde Depression. Das Hochdruckgebiet wich dann nach Südwesten zurück, im Norden zogen Depressionen vorüber und am 4. (erstes Mondviertel) trat unter weiterer Erwärmung Tauwetter ein. Der Äquatorstand des Mondes in Verbindung mit dem ersten Viertel brach die Kälteperiode.

Dann trat am 10. Januar (am 12. war Vollmond) bei nördlichem Wind stärkerer Frost ein, er hielt bis zum 25. an. In dieser Zeit fiel nur am 13. und 14. (am 15. war Erdnähe, am 16. Äquatorstand und am 26. Neumond) in Starkenburg eine größere Menge Schnee. An diesen Tagen bewirkten vorüberziehende Teiltiefs einen schwachen Temperaturanstieg. So brachten die drei kritischen Faktoren am 12./16. Januar Niederschläge in Form von Schnee und schwächten die am 10. bereits eingesetzte starke Frostperiode vorübergehend.

Den bevorstehenden Wetterumschlag leitete am 26. Januar ein Teiltief über dem Kanal ein (kurz vorher hatte sich im Nordwesten tiefer Druck ausgebreitet) und am nächsten Tage herrschte in ganz Mitteleuropa unter dem direkten Einfluß dieses Wirbels Tauwetter. Die kräftige Frostperiode wurde durch den Neumond am 26. Januar gebrochen.

Am Anfang des Februar 1914 bedeckte Mitteleuropa ein kräftiges Hoch und es folgte eine Schönwetterperiode. Depressionen drangen vom 7. an von Westen her gegen das Hoch vor, und es trat im ganzen Land Erwärmung ohne sonstige Änderung des Witterungscharakters ein. Der Hochstand des Mondes am 6. brachte uns bereits Erwärmung (am 10. war Vollmond, 12. Erdnähe und am 13. Äquatorstand). Mit dem Vordringen einer Depression am 11. von Westen her setzten Trübung, auffrischende Südwestwinde und Regen ein. Die dreikritischen Faktoren vom 10. bis 13. Februar brachten vollständigen Wetterumschlag.

Im Nordosten erschien dann am 24. ein kräftiges Hoch, dehnte sich allmählich nach Südwesten aus, wo ein Hochdruckgebiet an Stelle des nach Nordwesten abziehenden tiefen Druckes trat. Über Europa lagerte also ein breites Hochdruckgebiet in südwest-nordöstlicher Ausdehnung. Der zunächst noch wolkige Himmel hellte sich Ende Februar auf und die Temperatur sank besonders nachts. Der Neumond mit dem sehr nahen Zusammentreffen von Äquatorstand des Mondes hatte die Schlechtwetterperiode vom 12. Februar gebrochen.

Am 4. März 1914 beherrschte eine von Nordwesten her vorgedrungene Depression die ganze nördliche Hälfte Europas, und Mitteleuropa war unter dem ständigen Einfluß ihrer südlichen Randwirbel. Die Temperatur stieg vom 4. an bis über das Mittel bei zeitweise stürmischen Südwest- und Westwinden und blieb so hoch bis zum Ende des ersten Monatsdrittels. Auch hier hatte das erste Viertel (am 5. März) in Verbindung mit dem Hochstand des Mondes (am 6.) seine Wirkung nicht verfehlt.

Am 13. März 1914 gingen bei hohem Barometerstand starke Niederschläge in Frankfurt a. M. nieder (der Luftdruck kann also nicht immer für die Wetterbeurteilung allein in Betracht gezogen werden). Vier kritische Faktoren fielen aber am 12. März (Vollmond, Erdnähe, Äquatorstand und Mondfinsternis) fast zeitlich zusammen und gaben Veranlassung zu atmosphärischen Störungen, wie zu dem Gewitter am 14. März in Frankfurt a. M. (mit wolkenbruchartigem Regen). Bis zum 26. März (Neumond und Äquatorstand) hielt das trübe Regenwetter an, vom 27. ab bildete sich ein beständiger Hochdruckrücken aus und erstreckte sich in nordsüdlicher Richtung über Mitteleuropa. Der Neumond am 26. verbunden mit Äquatorstand des Mondes brachte Umschwung zu schönem Wetter.

Nach einigen heiteren Tagen zu Beginn des Mai 1914 trat eine längere Regenperiode ein. Von Nordwesten her dehnte sich ein ziemlich ausgebreitetes Tiefdruckgebiet gegen das mittlere Europa hin aus und diese zyklonale Wetterlage dauerte bis 13. Mai (am 8. war Erdnähe und am 9. Vollmond). Der Äquatorstand des Mondes am 6. leitete eine Schlechtwetterperiode ein, welche durch die zwei Tage später eintretenden beiden kritischen Faktoren zum vollen Ausbruch kam.

Die Witterung stand bis zum 22. Mai unter der Herrschaft eines Hochdruckgebietes, welches um die Mitte des Monats über Mitteleuropa entstanden war. Nach der Wetterkarte trat am 23. Mai eine völlige Änderung in der Luftdruckverteilung ein, es hatte sich über Westeuropa eine starke Tiefdruckfurche gebildet und diese zog in den nächsten Tagen langsam ostwärts über den Kontinent. Der Luftdruckverteilung nach war es eine typische Gewitterlage und der Wettersturz am 25. Mai wurde denn auch durch starke Gewitterbildung im Westen des Kontinents am 23. Mai eingeleitet. In der Zeit vom 26. bis 28. Mai setzte sich ein Tiefdruckkern nördlich der Alpen fest und bei uns traten anhaltende und ergiebige Niederschläge ein. Der Neumond am 25. und der Hochstand des Mondes am 27. brachten also atmosphärische Störungen.

Die Witterung des Juni 1914 ist bemerkenswert durch die außergewöhnlich starke Gewittertätigkeit vom 12. bis 16. Juni (am 15. war das letzte Viertel und der Äquatorstand des Mondes). Also auch hier haben die beiden kritischen Faktoren am 15. Juni ihren Einfluß ausgeübt.

Nach diesen Beispielen hat wohl das zeitliche Zusammenfallen mehrerer kritischer Faktoren großen Einfluß auf die atmosphärischen Störungen und Wetterumschläge und diese treten ein entweder direkt oder zwei Tage vor bzw. nach den kritischen Faktoren. Dr. M. Blaschke.

**Über eine Beziehung zwischen Nebelhäufigkeit und Gehalt der Atmosphäre an radioaktiven Zerfallsprodukten.** Untersuchungen des Gehaltes der freien Atmosphäre an radioaktiven Zerfallsprodukten werden seit Juli 1913 am Aeronautischen Observatorium bei Lindenberg vorgenommen (siehe dessen Arbeiten im Jahre 1913, IX. Bd.) nach der Elster-Geitel'schen Drahtmethode.

Mittels Drachens oder Fesselballons wird der zu aktivierende Draht bis zu 2000 bis 3000 m im Mittel emporgehoben. Die Ergebnisse sind nur qualitativer Art, weil zur Herstellung der Potentialdifferenz zwischen Draht und atmosphärischer Luft das Erdfeld dient.

Eine Beziehung der Aktivität zu dem horizontalen Lufttransport ist in den höheren Schichten der Atmosphäre zu erwarten. In einer mittleren Höhe von 2000 bis 3000 m ist anzunehmen, daß der Lufttransport parallel den Isobaren an der Erdoberfläche erfolgt.

Die Messungen ergeben, daß die Aktivität der atmosphärischen Luft, welche weite Strecken über Land gestrichen ist, erheblich höher ist als diejenige der Luft, welche vom Meere herkommt.

Die radioaktiven Substanzen sind von großer Bedeutung für die Kondensationsvorgänge und daher war eine Beziehung der Nebelhäufigkeit zur Herkunft des Lufttransports anzunehmen. Die aktiven erleichtern natürlich nur die Nebelbildung, während die Bedingung dazu immer eine thermische Ursache ist.

Die nach dieser Hinsicht geführten Untersuchungen lassen folgende Leitsätze für die Nebelprognose ableiten:

1. Findet nach der Wetterlage ein Lufttransport aus Nordosteuropa statt, so ist im allgemeinen Nebel nicht zu erwarten.

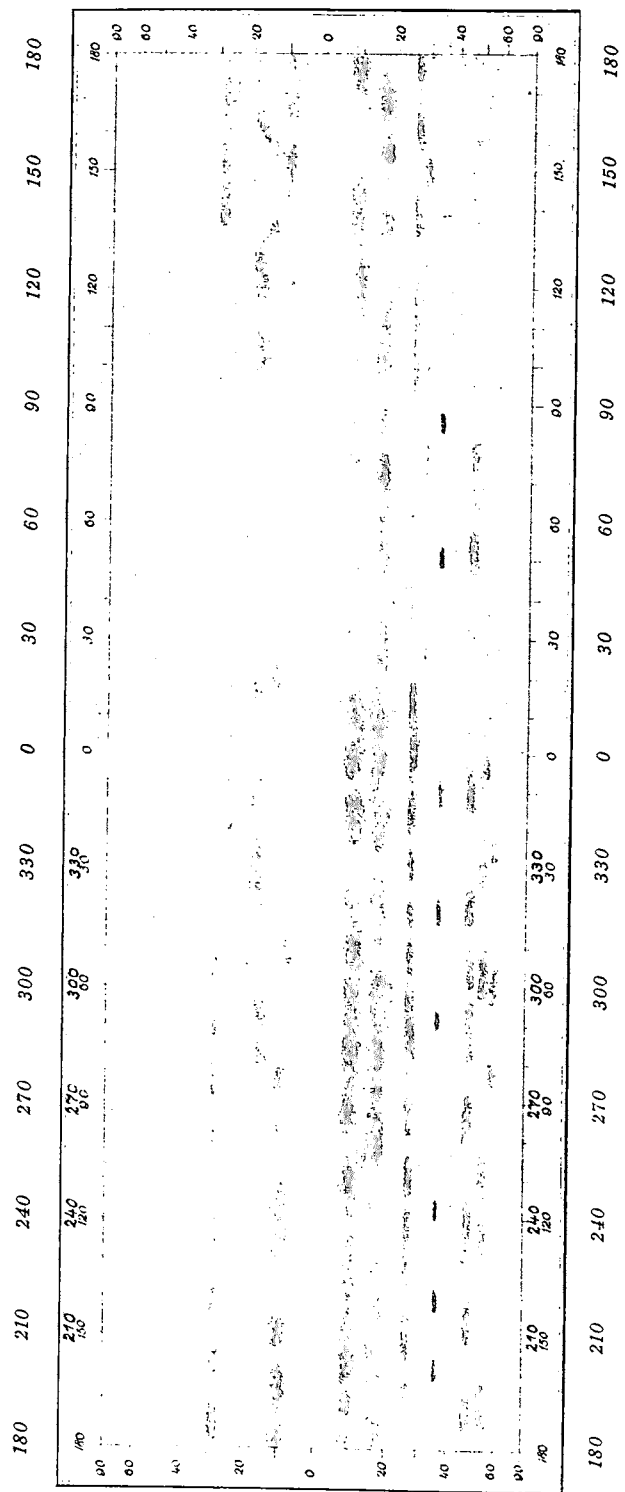
2. Nebelbildung ist zu erwarten bei Luftströmungen aus dem nordwestlichen Teile Europas, sofern starke Temperaturgegensätze herrschen, meist in den Wintermonaten, zuweilen aber auch im Sommer.

3. Sobald Luftströmungen vorherrschen, welche weite Strecken über dem Festlande zurückgelegt haben, treten Strahlungsnebel (meist im Herbst) auf.

Die radioaktiven Substanzen scheinen ferner auch von Einfluß bei den Niederschlägen zu sein.

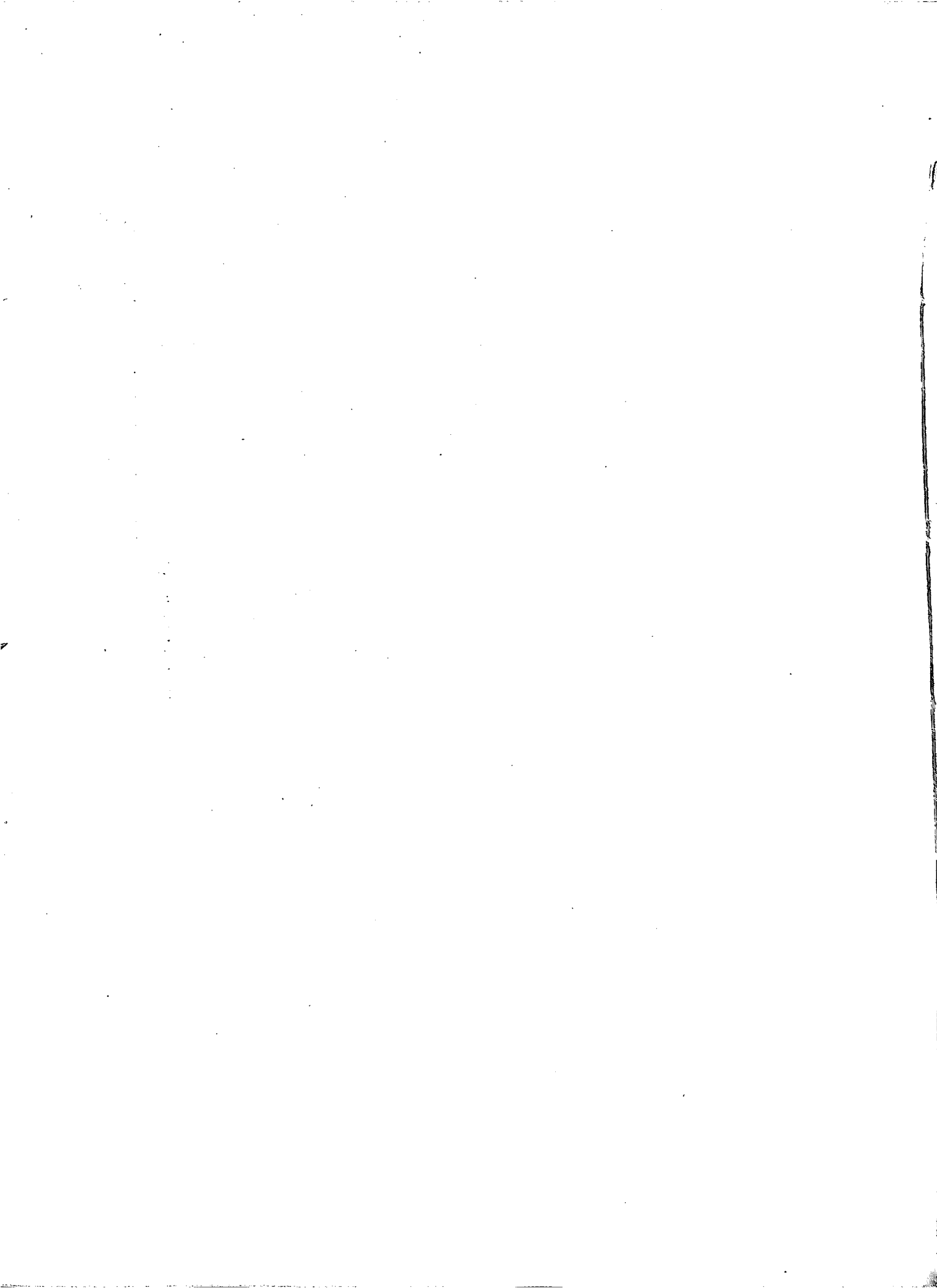
Die Minima der Zugstraße V a bringen bekanntlich besonders für Ostdeutschland verbreitete ergiebige Niederschläge, und diese Landregen fallen in besonders kleinen Tropfen. Man kann auf eine große Menge von Kondensationskernen schließen, denn sie beginnen meist mit Sprühregen und nach einem solchen Regen, welcher auch aktiv ist, sind nur noch geringe Mengen aktiver Substanzen in denjenigen Schichten gefunden worden, in denen die Kondensation erfolgte.

Außerdem hat man beobachtet, daß Landregen meist positiv elektrische Ladung besitzt und man schreibt dies den positiv geladenen Teilchen radioaktiver Zerfallsprodukte zu.



Zustand Jupiters

bearbeitet nach 9 Zeichnungen vom 3., 4. und 5. August 1916 am Medialferrohr zu Landstuhl von Phil. Fauth.  
 (Zeichn. Nr. 60 mit 68; Öffnung 24 und 30 cm, Vgr. 305fach. — 17 rost- und gelbrote Bänder und 16 fahle bis weißliche Zonen.)



## INHALT

|                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Zahlenriesen. Von Dr. W. Ahrens (Rostock) . . . 129                                                                       | (Mit einer Beilage). — Einige physikalische Eigenschaften der Atmosphäre. — Strenge und milde Winter. — Sankt Kunigund, Bringt d'Wärm von unt'. — Über den Vorgang der Wolkenbildung . . . 148 |
| 2. Das Atomgewicht. Von Dr. Walter Block . . . 135                                                                           |                                                                                                                                                                                                |
| 3. Launen der Schwerkraft. Von Hans Passarge . . 139                                                                         |                                                                                                                                                                                                |
| 4. Der gestirnte Himmel in den Monaten November, Dezember 1916, Januar, Februar 1917. Von Dr. F. S. Archenhold . . . . . 142 | 6. Bücherschau: J. Dreis, Die Wunder der Atmosphäre. — Bei der Redaktion eingegangene Bücher . . . 152                                                                                         |
| 5. Kleine Mitteilungen: Ph. Fauth, Der Planet Jupiter.                                                                       | 7. Berichtigung . . . . . 152                                                                                                                                                                  |

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

## Zahlenriesen

Von Dr. W. Ahrens (Rostock)

Die Zahl 6 hat die merkwürdige Eigenschaft, daß sie selbst gleich der Summe ihrer Teiler ist:  $6 = 1 + 2 + 3$ . Man nennt Zahlen von dieser Eigenschaft „vollkommene Zahlen“ (numeri perfecti, nombres parfaits). Daß sie eine irgendwie nennenswerte Bedeutung für die Arithmetik besitzen, kann man gewiß nicht behaupten, vielmehr sind sie im wesentlichen nur als Kuriositäten des Zahlenreichs anzusehen. Dabei treibt speziell 6, die kleinste „vollkommene“ Zahl, und sie allein unter allen, die Kuriosität insofern noch weiter, als sie auch zugleich dem Produkt ihrer sämtlichen Teiler gleich ist:  $6 = 1 \cdot 2 \cdot 3$ . Die zweitkleinste „vollkommene“ Zahl ist  $28 = 1 + 2 + 4 + 7 + 14$ , und auf sie folgen der Größe nach 496 und 8128. Von hier ab wachsen die vollkommenen Zahlen, soweit man sie bisher ermittelt hat, sehr schnell. Ist doch die fünfte bereits eine achtstellige, die sechste eine zehnstellige und die neunte vollkommene Zahl, die man bis heute kennt, sogar eine 37-stellige Zahl. Von solchen und anderen Zahlenriesen aus verschiedenen Teilen der reinen und angewandten Mathematik, zugleich aber auch von Zahlenzwerge, plaudert fesselnd und belehrend eine kleine, sehr interessante Schrift, die W. Lietzmann soeben im Verlage von B. G. Teubner hat erscheinen lassen.<sup>1)</sup>

Ein anderes Beispiel: Zwei Jahrtausende hindurch, seit dem griechischen Altertum, hatte die Lehre von der Kreisteilung keinerlei nennenswerte Fortschritte gemacht, bis der Göttinger Student Gauss eine neue Reihe regulärer Polygone fand, die sich mit Zirkel und Lineal konstruieren lassen. Es sind die  $n$ -Ecke, deren  $n$  eine Primzahl von der Form  $2^{2^p} + 1$  ist. Die Entdeckung Gauss' ist nicht eigentlich eine geometrische und würde als solche auch keinen sehr beträchtlichen Wert haben; sie ist vielmehr eine algebraische und für die Entwicklung der höheren Algebra von allergrößter Bedeutung gewesen. Da man für  $p=1$  nur auf den längst bekannten Fall des 5-Ecks kommt, so wird der erste neue Fall dieser von Gauss entdeckten Reihe durch das 17-Eck ( $p=2$ ) dargestellt. Die für diesen einfachsten Fall erforderlichen algebraischen Betrachtungen hatte der achtzehnjährige Gauss auf einer kleinen Schiefertafel anstellen können, die er seinem Studienfreunde Wolfgang Bolyai schenkte und die dieser in Erinnerung an die geniale Entdeckung, den Ausgangspunkt zu Gauss' klassischem Werke „Disquisitiones arithmeticae“, begreiflicherweise pietätvoll noch im Alter als Reliquie aufbewahrte. Den nächsten Platz in dieser Polygonenreihe, den für  $p=3$ , nimmt das 257-Eck ein; für dieses führte der Königsberger

<sup>1)</sup> W. Lietzmann, „Riesen und Zwerge im Zahlenreich“. Bd. 25 der „Mathem. Bibliothek“. Kartonniert M. 0,80.



Mathematiker Richelot in einer bereits recht umfangreichen und mit der Gauss'schen „Schiefertafel“ in dieser Beziehung jedenfalls nicht zu vergleichenden Abhandlung von reichlich 80 Seiten die Konstruktion resp. die algebraische Auflösung durch, die dann neuerdings in einem österreichischen Schulprogramm allerdings etwas vereinfacht ist. Geht man noch eine Stufe weiter, zu  $p=4$ , so kommt man auf ein 65537-Eck, und wenn auch diese Zahl selbst gewiß noch kein Riese ist, so erfordert doch die wirkliche Ausführung der Konstruktion dieses 65537-Ecks oder, was dasselbe ist, die algebraische Auflösung der Gleichung  $x^{65536} + x^{65535} + x^{65534} + \dots + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1 = 0$ , eine gigantische Arbeitsleistung, und in diesem Sinne darf man dieses 65537 wohl den Riesen des Zahlenreiches zurechnen. Zehn Jahre seines Lebens (1879—1889) hat ein Schüler des soeben genannten Richelot, der Königsberger Oberlehrer J. Hermes († 1912), der später Direktor des Realgymnasiums in Osnabrück gewesen ist, auf diese Aufgabe verwandt. Sein hierüber angefertigtes „Diarium“ übertrifft die Abhandlung seines Lehrers Richelot, von der Gauss'schen „Schiefertafel“ gar nicht zu sprechen, vielmals an Umfang; es ist begreiflicherweise Manuskript<sup>1)</sup> geblieben und befindet sich in der Sammlung des Mathematischen Seminars in Göttingen. Wenn auch die Bewältigung dieser gigantischen Aufgabe gewiß nicht nur ungeheuren Fleiß und zäheste Ausdauer, sondern auch sehr viel Sorgfalt, Geschick und selbst Scharfsinn erfordert haben wird, so ist doch der wissenschaftliche Wert dieser Riesenleistung kein sonderlich großer, da der jugendliche Gauss durch seine allgemeine Behandlung des Problems die Gleichung prinzipiell aufgelöst hatte und ihre Auflösbarkeit durch lauter Quadratwurzelausdrücke — das ist es, worauf es hier ankommt — hiernach feststand.

Die Geschichte und Literatur der Mathematik weisen andere gigantische Leistungen auf, deren Ausführung man teilweise nur als wissenschaftlichen Sport ansehen und bewerten kann. So hat ein Engländer (Shanks) die Berechnung der Zahl  $\pi$  bis auf nicht weniger als 707 Stellen fortgesetzt, nachdem Vorgänger von ihm diese Berechnung bis auf 140, dann auf 200, darauf auf 440 und auf 500 Dezimalen ausgeführt hatten. So große Bedeutung auch die Zahl  $\pi$  in fast allen Teilen der Mathematik besitzt, so genügt doch für alle praktischen Fälle die Kenntnis der Zahl bis auf verhältnismäßig wenige Dezimalen, und diese Berechnungen auf Hunderte von Stellen haben daher keinen sonderlichen Wert. Eine periodische Wiederkehr derselben Zahlenfolge, wie bei den periodischen Dezimalbrüchen, ist hierbei ausgeschlossen. Würde nämlich eine solche Periode auftreten, so würde sich der Kreis sehr leicht mit Zirkel und Lineal in ein Quadrat verwandeln lassen, während in Wirklichkeit dieses altberühmte Problem von der Quadratur des Kreises bekanntlich unlösbar ist, wie für alle Mathematiker seit langem „moralisch“ feststand, wenn auch der strenge Unmöglichkeitbeweis erst vor rund 35 Jahren gegeben ist. So ist die Zahl  $\pi$ , die an sich bekanntlich eine Zahl von recht bescheidener Größe ist und die man praktisch zumeist nur auf ganz wenige Dezimalen angibt, durch die riesenhaften Anstrengungen ihrer Berechner auch zu einer Art von Zahlenriesen geworden, wie das Lietzmann'sche Buch mit Recht bemerkt. Auch sonst hat man mit diesem Zahlenriesen noch Sport getrieben, wobei es erlaubt sei, eine wohl wenig bekannte Reminiszenz aufzufrischen. In den ersten Jahren unseres jungen

<sup>1)</sup> Mitteilungen hieraus machte J. Hermes in den Göttinger Nachrichten vom Jahre 1894, Mathem.-physik. Kl., p. 170 ff.; dort p. 186 eine Inhaltsangabe des „Diariums“.

Jahrhunderts wechselte ich einige Male kurze Briefe und Schriften mit dem seither längst verstorbenen Herrn Théodore Parmentier in Paris. Der hochbetagte Herr lebte damals im Ruhestande; er war Pionier und Artillerist, zuletzt Divisionsgeneral, gewesen und hatte, wie alle Artillerie-, Genie- und Marineoffiziere Frankreichs, auf der Ecole Polytechnique eine gründliche mathematische Ausbildung genossen. So beschäftigte er sich denn im Alter gern und mit Erfolg mit unterhaltsamen mathematischen Problemen. Doch die Mathematik nahm nur die eine seiner Herzkammern ein; in der anderen thronte die Musik, die übrigens auch seinen Ehebund mit Teresa Milanollo, der einst weltberühmten Geigerin, geschlossen hatte. Parmentier belustigte sich und seine Bekannten nun damit, seine beiden Steckenpferde: Mathematik und Musik, vor denselben Wagen zu spannen, und so beglückte er auch mich eines Tages, wiewohl ich ihm vorher auf seine Frage mit Bedauern mein völliges Musikunverständnis hatte versichern müssen, mit einem mathematischen Musikwerk, das er geschaffen hatte: Er hatte die Zahl  $\pi$  in Musik gesetzt, und zwar bis auf nicht weniger als 330 Dezimalen. Unter den einzelnen Noten stehen, wenigstens im Anfange, die betreffenden Zahlen. Dieses Musikwerk hätte freilich nie geschaffen werden können, wenn nicht unerschrockene Rechner die Berechnung der Zahl  $\pi$  vorher so weit durchgeführt hätten. Ob der Verlust für die Musik sehr fühlbar gewesen wäre, darf freilich bezweifelt werden. Musikverständige Freunde haben mir jedenfalls versichert, Beethoven und Bach seien ihnen doch noch lieber als  $\pi$  und Parmentier. In derselben Musikschrift, die als „Opus 15“ bezeichnet und „aux mathématiciens mélomanes et aux musiciens philomathes“ gewidmet ist, hat der Komponist in gleicher Weise, allerdings unter Beschränkung auf erheblich weniger Dezimalen, auch den gemeinen (dekadischen) und ebenso den natürlichen Logarithmus von  $\pi$ , ferner die Zahl  $e$ , die Grundzahl der natürlichen Logarithmen, und deren gemeinen Logarithmus vertont.

Bekanntlich gehört der Begriff der Primzahl zu den wichtigsten Begriffen der Mathematik, und man darf in gewissem Sinne die Primzahlen als die Aristokraten des Zahlenreichs und demgemäß die zusammengesetzten, d. h. in Faktoren zerlegbaren Zahlen, wie  $10 = 2 \cdot 5$ , als die Plebs bezeichnen. Je weiter man in der Zahlenreihe fortschreitet, um so seltener werden die „Aristokraten“, aber sie hören niemals ganz auf, vielmehr ist auch ihre Anzahl unbegrenzt. Man hat nun Tabellen berechnet, aus denen zu ersehen ist, ob und gegebenenfalls wie irgendeine Zahl zusammengesetzt oder ob sie eine Primzahl ist. Solche Tabellen sind von verschiedenen Rechnern, darunter dem bekannten Rechenkünstler Zacharias Dase (1824—1861), und zwar von dem einen für dieses, dem anderen für jenes Intervall, bis zur Zahl 9 000 000 berechnet und herausgegeben. Wie unser Führer, das Lietzmannsche Buch, aber angibt, befinden sich in den Archiven der Wiener Akademie der Wissenschaften Manuskripte, die diese Primzahltablelle bis weit über die vorgenannte Grenze führen. Der Verfertiger dieser Tabellen, der Prager Mathematikprofessor Jacob Philipp Kulik (1793—1863), war einer der größten Riesen des Rechnens und so hat er denn seine Primzahltablelle auch bis zu der Riesenzahl 100 000 000 fortgeführt, in der Tat eine erstaunliche Arbeitsleistung, von deren Größe man eine Vorstellung bekommt, wenn man sich klar zu machen sucht, welche gewaltigen Massen von Multiplikationen zu diesem Zwecke bewältigt werden mußten. Diesen gewaltigen Rechner Kulik besuchte der große Mathematiker Jacobi im Jahre 1839 bei Gelegenheit einer Reise und schildert ihn in einem Briefe mit folgenden Worten: „Ich fand an ihm ein oft

wiederkehrendes Phänomen, einen Menschen, der die furchtbarsten haarsträubendsten, reine Geduldarbeiten nicht mit Enthusiasmus, sondern mit Fanatismus unternimmt, gern ohne was verdienen zu wollen noch alles Geld das er hat zugiebt, um seine Tafeln gedruckt [zu sehn.“<sup>1)</sup> Jacobi nahm an Kulik ein besonderes Interesse deswegen, weil dieser unermüdliche Rechner auch eine andere Tabellenrechnung, für die Jacobi damals gerade ein Werk, seinen „Canon arithmeticus“, hatte erscheinen lassen, berechnet hatte und zwar doppelt so weit als in Jacobi's Tabelle, „was ungefähr die vierfache Arbeit ist“. Es handelt sich in dieser Tabelle um die sogenannten „Indices“, Zahlen, die man mit einiger Freiheit als eine Art von Logarithmen (der Zahlentheorie) kennzeichnen könnte. Ist diese Ausdrucksweise erlaubt, so wäre der „Canon arithmeticus“ Jacobi's als eine zahlen-theoretische Logarithmentabelle zu bezeichnen, die zu den „Numeri“ die „Logarithmen“ und umgekehrt zu diesen jene liefert; dabei sind „Numeri“ und „Logarithmen“, wie auch die „Grundzahlen“ der verschiedenen Systeme, stets ganze Zahlen.

Das Beispiel Kulik's berechtigt freilich keineswegs zu dem Schlusse, daß Mathematiker im allgemeinen eifrige oder gar leidenschaftliche Rechner seien, so verbreitet diese Ansicht auch vielfach bei Laien sein mag. Vollends die Mathematiker hohen Ranges sind sich, wie nicht erst gesagt zu werden braucht, bewußt gewesen, daß die Wissenschaft höhere Ansprüche an sie zu stellen hatte, und haben daher umfangreiche Rechnungen, deren sie für ihre Arbeiten bedurften oder deren Ausführung sie an sich für wünschenswert und nützlich hielten, vielfach von anderen vornehmen lassen. Auch die Berechnungen für den „Canon arithmeticus“ Jacobi's sind nicht etwa von dem großen Mathematiker selbst, sondern nach seiner Anleitung von einem pensionierten Kanonier-Unteroffizier („subcenturio ballistarius“, wie es in der „Introductio“, p. XXXII, heißt) ausgeführt worden, und nach Jacobi's Scherzwort hätte der Canonier ihn auch zu dieser Betitelung des Werkes — Canon — veranlaßt.<sup>2)</sup> Ein anderer, freilich wissenschaftlich gründlich gebildeter Gehülfe Jacobi's für umfangreiche Rechnungen war sein Jugendbekannter, der Pastor Wilhelm Lehmann (1800—1863), ein ausgezeichnete Mathematiker und Astronom, dabei als Mensch wie als Gelehrter ein Original. Nicht nur für Jacobi hat Lehmann größere Rechnungen ausgeführt, sondern auch aus eigener Initiative. Da er es für die Hauptaufgabe der Astronomie ansah, dafür zu sorgen, daß die christlichen Feiertage richtig berechnet würden, und er andererseits mit der Möglichkeit rechnete, daß die Menschheit einmal wieder in einen Zustand vollkommener Barbarei versinken würde, so hatte er, weil alsdann doch niemand auf der Erde imstande sein werde, die Ostertermine richtig zu berechnen, fürsorglicher Weise diese Berechnung bis zum Jahre 22000 n. Chr. ausgeführt. Bevor die Zeitrechnung bis zu diesem Zahlenriesen fortgeschritten sei, so dachte Lehmann, werde die Menschheit sich wohl vom Zustande der Barbarei wieder so weit erholt haben, daß jemand imstande sein werde, die Berechnung seiner Ostertabelle fortzusetzen. Als der vortreffliche Mann im Jahre 1843 an der Naturforscherversammlung in Graz teilnahm, fand der Erzherzog Johann, der spätere „Reichsverweser“, der den Vorsitz auf dieser Versammlung führte, besonderes Wohlgefallen an dem seltsamen Gelehrten und ließ

<sup>1)</sup> Siehe den „Briefwechsel zwischen C. G. J. Jacobi und M. H. Jacobi“, Lpz. 1907, p. 62, Anmerkung 3.

<sup>2)</sup> Auch die erste Logarithmentafel, die erschienen ist, die des John Napier (Neper) von 1614, betitelt sich übrigens „Canon“: „Mirifici logarithmorum canonis descriptio“.

sich seine teilweise recht wunderlichen Anschauungen mit Behagen vortragen. Besonderes Ergötzen bereitete ihm diese Ostertabelle bis zum Jahre 22000 und bei einem Festessen brachte er auf Lehmann, der sich ihm hatte gegenüber setzen müssen, zu allgemeiner Erheiterung einen Toast aus mit den Worten: „Der Doktor Lehmann soll noch 22000 Jahre leben!“

Eine Zahl, die den meisten von uns früher stets als Zahlenriese erschienen sein wird, vor deren imponierend gigantischer Größe wir aber in den letzten Jahren — leider! — den gebührenden Respekt verloren haben, ist die Milliarde. Eine Vorstellung von der Größe dieser Zahl gibt, wofern es deren überhaupt noch bedarf, eine Rechnung, die der vor einigen Jahren verstorbene Hamburger Mathematiker Schubert einmal ausgeführt hat. Er berechnete, daß am 29. April des Jahres 1902, vormittags um 10 Uhr 40 Minuten, gerade eine Milliarde Minuten seit Beginn unserer Zeitrechnung verflossen sei. Die Notiz ging damals — im April 1902 — durch die Presse, und der „Kladderadatsch“ bemerkte dazu: „Wie viel Tausende von Minuten muß dieser Gelehrte zu verlieren haben!“ Natürlich hatte Schubert, was übrigens der „Kladderadatsch“ auch wohl kaum wörtlich gemeint hatte, nicht „viele Tausende von Minuten“, sondern vielleicht nur 1000 Sekunden zu dieser relativ einfachen Rechnung gebraucht<sup>1)</sup>, aber dennoch erscheint der Spott des Witzblattes nicht ganz unberechtigt. Denn wenn heute auch das Wort „Milliarde“ in unser aller Munde ist und daher die Schubertsche Berechnung heute allenfalls als ein gewisses Veranschaulichungsmittel für diesen Zahlenriesen dienen mag, so entbehrt doch die Tatsache, daß seit Beginn unserer Zeitrechnung eine Milliarde Minuten verstrichen ist, an sich allen Interesses. Erstens ist die Minute eine willkürliche Zeiteinheit und zweitens ist auch die Grundzahl 10 unseres Zahlensystems willkürlich und nicht einmal gut gewählt, ferner ist die „Milliarde“ nur ein kaufmännischer, kein arithmetischer Name bezw. Begriff; schließlich ist auch der Anfangspunkt unserer Zeitrechnung — Christi Geburt — willkürlich und zudem bekanntlich nicht richtig angenommen. Sehr viel sinnreicher als diese Schubertsche Minutenrechnung ist jedenfalls ein Glückwunsch, mit dem der große Gauss einmal seinen Freund Humboldt überraschte: „Es ist übermorgen“, so schrieb er am 7. Dezember 1853, „der Tag, wo Sie, mein hochverehrter Freund, in ein Gebiet übergehen, in welches noch keiner der Koryphäen der exacten Wissenschaften eingedrungen ist, der Tag, wo Sie dasselbe Alter erreichen, in welchem Newton seine durch 30 766 Tage gemessene irdische Laufbahn geschlossen hat.“ Die Rechnung stimmt natürlich, wie nicht gesagt zu werden braucht, auf den Tag genau.<sup>2)</sup> Auch ein Dichter, Wieland, stellte einmal eine solche Berechnung an und bestimmte, als er 75 Jahre alt geworden war und einen Rückblick auf sein Leben warf, die Zahl seiner Lebenstage, „die Schalttage mit eingerechnet“, wie er gewissenhaft hinzusetzt. Auch seine Angabe ist richtig.<sup>3)</sup>

Gedenken wir nach diesen Digressionen schließlich noch eines Zahlen-giganten, auf den auch unser Führer, das Lietzmannsche Buch, hinweist. Be-

<sup>1)</sup> Schubert reklamierte übrigens auch ausdrücklich mit dem Bemerkten, daß er nur 15 Minuten zu dieser Berechnung gebraucht habe. „Auch das ist noch als eine sündhafte Zeitverschwendung zu bezeichnen“, sagte „Kladderadatsch“ dazu (Nummer vom 18. Mai 1902, Briefkasten).

<sup>2)</sup> Isaak Newton, geb. 4. Januar 1643, gest. 31. März 1727, beide Daten 'nach neuem Stil. Geburts- und Todestag sind zusammen für einen Tag gerechnet. Humboldt geb. 14. September 1769. Die Jahre 1700 und 1800 sind resp. waren bekanntlich keine Schaltjahre.

<sup>3)</sup> Die eine Ziffer ist freilich in der mir vorliegenden Quelle unrichtig, doch fällt dieser Fehler (Druckfehler?) wahrscheinlich nicht Wieland zur Last.

denkt man, daß der einzelne Mensch 2 Eltern, 4 Großeltern, 8 Urgroßeltern hat, so kommt man bei weiterer Fortsetzung dieser Ahnentabelle bald zu recht großen Zahlen. Da beispielsweise  $2^{16} = 65\,536$  ist, wie wir bereits oben, bei Gelegenheit des regulären 65537-Ecks, benutzten, so ergibt sich also, daß der einzelne heute lebende Mensch in seiner 16. Vorfahrgeneration, also in einer vor rund einem halben Jahrtausend lebenden Generation, nicht weniger als 65 536 Ahnen hatte. Setzt man diese Ahnenberechnung weiter nach rückwärts fort, so ergeben sich durch die beständige Verdoppelung bald außerordentlich große Zahlen. Ist 65 536 die Zahl der Vorfahren eines heutigen Menschen in der 16. Generation (vor 500 Jahren), so hat derselbe Mensch in der 32. Generation, die also etwa vor 1000 Jahren lebte, bereits über 4000 Millionen Vorfahren, also weit mehr Vorfahren als heute auf der ganzen Erde überhaupt Menschen leben. Führt man diese Berechnung gar etwa für die Zeit vor 2000 Jahren oder eine noch fernere Zeit aus, so kommt man zu wirklichen Mammutzahlen. Der Schluß ist natürlich, wie nicht gesagt zu werden braucht, fehlerhaft, und der Fehler liegt in der Vernachlässigung des sogenannten „Ahnenverlustes“. Die von uns angegebenen Zahlen sind nur die Maximalzahlen, die regelmäßig nur in den beiden nächsten Generationen (Eltern und Großeltern) erreicht werden, für die dann folgenden Generationen aber nicht erreicht zu werden brauchen und für die fernen Generationen vollends gar nicht erreicht werden können, wie wir mit aller Bestimmtheit behaupten dürfen, da eben so viele Menschen, wie wir schließlich errechneten, zu keiner Zeit auf der Erde gelebt haben. Ein und derselbe Ahne kann nämlich an verschiedenen, ja an vielen Stellen der Ahnentafel vorkommen, und so kommt es, daß die wirkliche Ahnenzahl kleiner, in den fernen Generationen erheblich kleiner ist als die Maximalzahl, die wir durch fortgesetzte Potenzierung der Zahl 2 erhalten. Diese Differenz nun zwischen der Maximalzahl und der wirklichen Ahnenzahl ist es, was man in der Genealogie als „Ahnenverlust“ bezeichnet. Besonders erheblich pflegt dieser „Ahnenverlust“ bei fürstlichen Personen zu sein, da in diesen Familien Verwandtenehen an der Tagesordnung sind. Heiraten sich beispielsweise Vetter und Kusine, so bedeutet das für die aus dieser Ehe hervorgehenden Kinder bereits für die Generation der Urgroßeltern einen Ahnenverlust: diese Kinder haben höchstens 6 (statt 8) Urgroßeltern. Bei entfernterem Verwandtschaftsgrade der Eltern macht sich der Ahnenverlust erst in entsprechend höheren Ahnengenerationen bemerkbar. Für gekrönte Häupter sind begreiflicherweise häufig die Ahnentafeln durch eine Reihe von Generationen hindurch aufgestellt, und insbesondere für Kaiser Wilhelm II. sind solche Ahnentafeln mehrfach veröffentlicht worden. Erst vor wenigen Jahren erschien ein Werk, das die Ahnentafel des Kaisers für 12 Generationen angab. Die theoretische Zahl aller dieser Ahnen aus den 12 Generationen zusammen wäre  $2 + 4 + 8 + 16 + \dots + 4096 = 8190$ . In Wirklichkeit weist die Ahnentafel aber nur 1549 verschiedene Personen auf; der Ahnenverlust beträgt also, bis zu der angegebenen Grenze der 12. Generation einschließlich, bereits 6641. Allein ein Graf von Anhalt (Joachim Ernst, † 1586) kommt in der Ahnentafel des Kaisers nicht weniger als 70 mal vor; er allein also fügt der Ahnentafel einen Verlust von 69 Ahnen zu, wird allerdings in dieser Beziehung von keinem anderen Ahnen, d. h. innerhalb dieser 12 Generationen, erreicht. So starke Ahnenverluste wird freilich die Ahnentafel eines gewöhnlichen Sterblichen, wenigstens in den näheren Generationen, nicht aufweisen, und, streng genommen, wird daher jeder gewöhnliche Staatsbürger nicht weniger, sondern mehr Ahnen haben als sein Landesfürst,

bei beiden natürlich bis zu derselben Ahnengeneration gerechnet. Eine verhältnismäßig hohe Ahnenzahl wird beispielsweise ein Mischling aus weißem und Negerblut haben, weil hier ja die Möglichkeit des Zusammenfallens eines väterlichen (weißen) Ahnen mit einem mütterlichen (schwarzen) fortfällt und somit der Ahnenverlust im allgemeinen geringer sein wird als bei anderen Menschen. Die Fürsten sind also, streng genommen, nicht die Nachkommen vieler Ahnen, sondern die weniger; wenn man bei ihnen oder anderen altadeligen Personen dennoch von „vielen Ahnen“ spricht, so meint man natürlich: „viele bekannte Ahnen“; der Durchschnittsmensch kennt eben von seinen Ahnen in der Regel nur eine ganz kleine Zahl.

## Das Atomgewicht

Von Dr. Walter Block

Die Bezeichnung jener bekannten chemischen Konstanten der Elemente als Atomgewicht des Elementes ist im Grunde genommen sehr wenig zutreffend. Denn als Gewicht eines Körpers bezeichnet man doch nur dann eine Gewichtsangabe, wenn sie sich auf die üblichen Gewichtseinheiten des Kilogramms bezieht, was bei allen Atomgewichtsbestimmungen nicht der Fall ist. Die Berechtigung zu der Benennung ist indessen dadurch begründet, daß es sich tatsächlich um Gewichtsangaben handelt, wobei als Gewichtseinheit das Gewicht eines Atomes eines zweckmäßig ausgewählten Elementes dient. Für den Gebrauch der Atomgewichte ist es auch vollständig belanglos, ob man mit absoluten Gewichten, oder mit jenen relativen arbeitet, denn sie dienen ausnahmslos nur dazu, um zu berechnen, in welchen Gewichtsverhältnissen sich die verschiedenen chemischen Stoffe gegenseitig umsetzen; man kann sie deswegen richtiger als Verbindungsgewichte oder Äquivalentgewichte bezeichnen. Beispiele zur Erläuterung dafür werden wir weiter unten kennen lernen.

Zunächst sei die Frage beantwortet, ob wir nicht doch die absoluten Gewichte von einzelnen Atomen kennen. Und da ist zu sagen, daß es tatsächlich in gewisser Weise der Fall ist. Nämlich aus den Gasgesetzen und auch, in Einklang mit ihnen, aus den Erscheinungen der Radioaktivität, daneben noch aus anderen Vorgängen, die nur lose mit jenen zusammenhängen, aber eine bemerkenswerte Übereinstimmung mit ihnen zeigen, kann man eine, nach ihrem erstmaligen Berechnen als Loschmidtsche Zahl bezeichnete Konstante ableiten (vgl. z. B. Weltall 13. Jahrg. 1913 S. 345, 14. Jahrg. 1914 S. 147, 15. Jahrg. 1915 S. 93), die angibt, wie groß die Anzahl der Atome in einem Liter eines Gases ist. Nach dem Avogadroschen Gesetz ist ja diese Zahl für alle Gase die gleiche. Und da man die spezifischen Gewichte der einzelnen Gase kennt, ist es ein leichtes, daraus das Gewicht eines einzelnen Atoms zu finden. Die Loschmidtsche Zahl ist  $2,7 \cdot 10^{21}$  und daraus folgt dann als Atomgewicht im absoluten Sinne für Sauerstoff  $5 \cdot 10^{-20}$ , für Wasserstoff  $0,31 \cdot 10^{-20}$  usw., wenn man berücksichtigt, daß 1 l Sauerstoff 1,4 g, 1 l Wasserstoff 0,09 g wiegt.

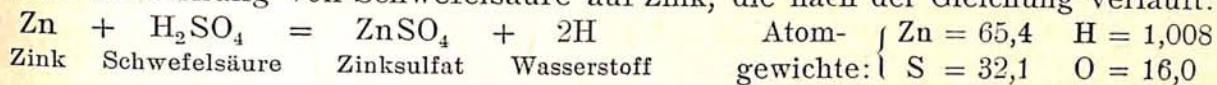
Naturgemäß, schon mit Rücksicht auf die Art ihrer Herleitung, sind diese Zahlen nicht hervorragend genau; jedenfalls viel zu ungenau, um die Bedürfnisse der Praxis einigermaßen zu befriedigen. Denn man muß berücksichtigen, daß die Kenntnis der Atomgewichte nicht nur ein bedeutendes theoretisches Interesse hat, sondern daneben ein vielleicht noch viel größeres praktisches. Es sind die Zahlen, die täglich zu ungezählten Malen bei allen chemischen Analysen als

Grundlage ihrer Berechnung dienen. Mit ihrer Hilfe berechnet der praktische Chemiker die Zusammensetzung der untersuchten Stoffe aus den Grundstoffen, und ebenso ermittelt er, in welchen Mengen er die einzelnen Teile einer Mischung zusammen bringen muß, um eine Umsetzung einer bestimmten Art zu erhalten, ohne überflüssig große Mengen einer Substanz anzuwenden, oder von einer zu wenig zu verwenden, kurz um die Umsetzung möglichst vorteilhaft verlaufen zu lassen. Man sieht daraus auch ohne weiteres, daß eine genaue Kenntnis des Atomgewichtes aller in Frage kommenden Stoffe die notwendige Grundlage dazu ist, um Fabrikationsverfahren der chemischen Industrie möglichst ökonomisch zu gestalten, und damit billig arbeiten.

Es ist wohl nicht zu viel gesagt, wenn man behauptet, daß die Atomgewichtstabelle diejenige Zusammenstellung von Naturkonstanten ist, die dauernd am meisten gebraucht wird. Es ist deswegen auch nicht zu verwundern, daß auf ihre Bestimmung, die ohnehin eine äußerst schwierige Aufgabe bildet, die denkbar größte Sorgfalt verwendet wird. Von den großen chemischen Vereinigungen wird jedes Jahr auf Grund der in der letzten Zeit bekannt gewordenen Neubestimmungen einzelner Stoffe eine neue Tabelle herausgegeben, die immer vervollständigt und berichtigt wird, und die dann dem praktischen Chemiker als Grundlage seiner Berechnungen dient.

Das System der Atomgewichte beruht auf der Annahme, daß alle Atome des gleichen Stoffes ein gleiches Gewicht haben. Wie weit das zutrifft, vermag man nicht anzugeben, es ist auch ziemlich belanglos, da der Chemiker, auch wenn er mit den kleinsten Materialmengen arbeitet, dabei schon eine derart große Anzahl von Atomen gleichzeitig in seinen Stoffen vereinigt hat, daß sie doch nur als Durchschnittswert in Frage kommen, wobei es ganz gleichgültig ist, ob einzelne schwerer oder leichter sind. Mit Rücksicht auf ihre Kleinheit gibt man nun auch das Atomgewicht nicht in Gramm oder einer sonst gebräuchlichen Einheit an, sondern wählt als Einheit des Atomgewichts das Gewicht eines Atoms Sauerstoff, dem man das Atomgewicht 16 beilegt. Man ist auf folgendem Wege zu dieser Annahme gekommen: Ursprünglich wählte man als Einheit das Gewicht eines Atoms Wasserstoff, dem man die Größe 1 zuteilte. Dann aber ergab sich das Atomgewicht von Sauerstoff zu rund 16 Einheiten. Es stellte sich nun heraus, daß es für die praktischen Arbeiten weitaus günstiger war, und eine bei weitem schärfere Gewichtsbestimmung zuließ, wenn man von jener Wasserstoffeinheit abging, und statt dessen Sauerstoff als Einheit wählte. Um aber nun nicht eine Unstetigkeit in allen Zahlenangaben herbeizuführen, setzte man das Atomgewicht von Sauerstoff nicht zu 1 an, wie es konsequenter gewesen wäre, sondern zu 16, und damit ergab sich das von Wasserstoff zu 1,008, also sehr nahe der Einheit, und der Zusammenhang war gewahrt. Da es sich bei allen Atomgewichtsangaben nur um Verhältniszahlen von Gewichten handelt, ist ohnehin die Wahl der Einheit recht gleichgültig und nur von praktischen Gesichtspunkten abhängig. Ob Sauerstoff als Einheit das günstigste ist, kann nicht ohne weiteres entschieden werden; es scheint so, wenigstens für die meisten Fälle; für eine ganze Anzahl anderer wählt man als Grundlage indessen andere Einheiten, z. B. das von Silber, das genauestens mit Bezug auf Sauerstoff bestimmt ist. Es sind dieses gewissermaßen Zwischeneinheiten, etwa so, wie die Physik die Lichtwellenlängen als Zwischeneinheiten benutzt, um feinste Längenmessungen in metrischem Maß auszuführen, nachdem man einmal die Lichtwellenlängen in metrischem Maß ausgewertet hat.

Machen wir uns nun an einem Beispiel die Bedeutung der Atomgewichte klar: Wir wählen dafür die laboratoriumsmäßige Darstellung von Wasserstoff durch Einwirkung von Schwefelsäure auf Zink, die nach der Gleichung verläuft:



Aus den Atomgewichten folgt unmittelbar, daß das Molekulargewicht von Schwefelsäure 98,1, und das von Zinksulfat 161,5 ist. Also ein Atom Zink (65,4 Gewichtseinheiten) und eine Molekel Schwefelsäure (98,1 Gewichtseinheiten) setzen sich zu einer Molekel Zinksulfat (161,5 Gewichtseinheiten) und 2 Atomen Wasserstoff (2,02 Gewichtseinheiten) um. Nebenher folgt daraus ohne weiteres, daß auf beiden Seiten gleiche Gewichtsmengen ( $65,4 + 98,1 = 161,5 + 2,02 = 163,5$ ) in Wirksamkeit sind, eine, allerdings selbstverständliche, Bestätigung des Gesetzes der Erhaltung der Massen bei chemischen Umsetzungen.

Weiter folgt aber auch ohne weiteres aus der Gleichung, daß 65,4 g Zink und 98,1 g Schwefelsäure sich vollständig so umsetzen, daß 161,5 g Zinksulfat sich bilden, und 2,02 g Wasserstoff frei werden. Denn aus der Gleichung ersieht man sofort, daß von jeder Substanz ein Atom notwendig ist, wenn zwei Atome Wasserstoff frei werden sollen, oder was genau das gleiche ist, daß 65,4 Gewichtseinheiten Zink, 98,1 Schwefelsäure usw. notwendig sind. Statt von jeder Substanz ein Atom nur, kann man statt dessen, sagen wir einmal eine Milliarde nehmen, ohne daß sich bei dem Vorgang das geringste ändert, oder noch viel mehr, und z. B. so viele, daß man gerade 65,4 g Zink erhält; dann sind zur Erzielung einer Vollständigkeit der Umsetzung gerade 98,1 g Schwefelsäure erforderlich usw.

Sodann lernt man aus dieser Gleichung, daß man im günstigsten Fall aus 65,4 g Zink 2,02 g Wasserstoff erhalten kann, wenn alles Zink aufgebraucht ist; wir wissen nun, daß 1 l Wasserstoff 0,09 g wiegt, d. h. also, daß wir aus jener Zinkmenge höchstens 22,4 l Wasserstoffgas erhalten können, und dafür 98,1 g Schwefelsäure gerade aufwenden müssen.

An ungezählten anderen Beispielen kann man in ähnlicher Weise die Anwendung der Atomgewichtszahlen auf chemische Rechnungen zeigen. Wir wollen nun aber im nachfolgenden kurz darauf eingehen, in welcher Weise man die Atomgewichte selbst bestimmt. Es können dazu natürlich nur chemische Vorgänge benutzt werden, von denen man genau weiß, daß sie geeignet verlaufen, daß vollständige Umsetzungen stattfinden; ohne Rückstände, ohne gleichzeitige Bildung verschiedener Stoffe; es müssen möglichst günstige Gewichtsverhältnisse der beteiligten Stoffe vorhanden sein, daß alle Wägungen, die ohnehin mit der größten Schärfe ausgeführt werden müssen, mit hinlänglicher Genauigkeit vorgenommen werden können. Eine unumgänglich notwendige Bedingung ist auch eine völlige chemische Reinheit der Ausgangsstoffe und ein Freihalten von jeder äußerlichen Verunreinigung wie Staub, und, was sehr wichtig ist und vielfach ganz besondere Schwierigkeiten macht, ein Freihalten von der Luftfeuchtigkeit. Substanzen, die die Luftfeuchtigkeit anziehen, wie z. B. schon das einfache Kochsalz, Chlornatrium, sind ebenso wie flüchtige Substanzen, z. B. Alkohol, nur mit großer Vorsicht brauchbar. Auch beim Erzeugen von Niederschlägen in Flüssigkeiten ist Vorsicht zu gebrauchen, wenn diese sich zum Teil in der Flüssigkeit wieder auflösen, und beim Filtrieren also darin bleiben.

Auf alle diese Punkte, die die Arbeit teilweise bedeutend erschweren, soll nicht weiter eingegangen werden. Im nachfolgenden soll nur an einzelnen Bei-



spielen gezeigt werden, wie man verfährt. Zunächst nach einer Oxydationsmethode, indem man ein Metall durch Behandlung mit Sauerstoff in sein Oxyd überführt. Man wägt das Ausgangsmetall und das Metalloxyd, also z. B. 10 g Kupfer, das nach Oxydation 12,52 g wiegen möge; da Kupferoxyd  $\text{CuO}$  ist, weiß man dann, daß  $\frac{\text{Cu} + 16,00}{\text{Cu}}$  gleich  $\frac{12,52}{10,00}$  sein muß. Daraus berechnet sich sofort für Cu der Wert 63,6, sein Atomgewicht.

Man kann auch den entgegengesetzten Weg der Reduktion einschlagen, der Entziehung von Sauerstoff aus einem Oxyd, z. B.  $\text{CuO}$ , das man mit Wasserstoff behandelt. Die Berechnungsart ist die gleiche, und man kann zur Kontrolle noch das dabei entstehende  $\text{H}_2\text{O}$  = Wasser mitauffangen und wiegen. Auch andere Reduktionsmöglichkeiten sind verwendbar, so z. B. aus  $\text{AuCl}_3$  = Chlorgold das Chlor durch Wasserstoff entfernen, wobei sich  $\text{HCl}$  = Salzsäure bildet, oder aus  $\text{Ag}_2\text{S}$  = Schwefelsilber den Schwefel, mit Bildung von  $\text{SH}_2$  = Schwefelwasserstoff; in diesen beiden Fällen ist es klar, daß man die Atomgewichte von Chlor und Schwefel als bekannt annehmen muß.

Eine weitere Möglichkeit einer Atomgewichtsbestimmung ist auch ein Substitutionsverfahren, in der Weise z. B., daß man Bromsilber in Chlorsilber oder umgekehrt überführt und die Gewichtsänderung auf der Wage feststellt. Auch das genügt unter der Annahme der Werte für Brom und Jod zur Berechnung des Atomgewichts von Silber. Denn sei das Verhältnis der Gewichte der Substanz nach der Substitution A, so besteht die einfache Gleichung  $(\text{Ag} + \text{Br})/(\text{Ag} + \text{Cl}) = A$ , woraus sich einfach  $\text{Ag} = (A \cdot \text{Cl} - \text{Br})/(A - 1)$  ergibt.

Neben diesen im wesentlichen rein chemischen Verfahren, die sowohl auf trockenem Wege, als auch auf nassem durch Auflösen, Fällern und Filtrieren vorgenommen werden können, gibt es auch auf physikalischem Wege die Möglichkeit, Atomgewichte zu bestimmen, im wesentlichen nach elektrischen Verfahren. Leitet ein Strom hintereinander durch zwei Gefäße mit Kupfernitrat und Silbernitratlösung, so erhält man, da ja auf jedes dabei ausgeschiedene Kupferatom nach dem Faradayschen Gesetz der Elektrolyse ein Silberatom kommt, durch Wägung der abgeschiedenen Mengen unmittelbar das Verhältnis der Atomgewichte von Kupfer und Silber; dieses Verfahren kann in dem vorliegenden Fall auch noch so abgeändert werden, indem man nicht unmittelbar von dem elektrischen Strom Gebrauch macht, allein auf Grund des Gesetzes der elektrischen Spannungsreihe, nach dem Metalle aus ihren Salzlösungen durch andere, tiefer in der Reihe stehende Metalle ausgefällt werden. Man bringt also eine gewogene Menge reinen Kupfers in eine Silbernitratlösung, dann scheidet sich Silber auf dem Kupfer ab, und eine äquivalente Menge Kupfer geht als Kupfernitrat in Lösung. Eine Wägung gestattet dann ebenfalls das oben genannte Verhältnis zu bestimmen.

Man sieht aus allen diesen ausgewählten Beispielen, daß recht häufig die Messungen nicht mit dem Normal der Atomgewichtsbestimmungen, Sauerstoff, gemacht werden, sondern mit Hilfselementen. Und von diesen ist bereits eine große Zahl sehr sorgfältig untersucht und mit weitgehender Genauigkeit nach verschiedenen Methoden im Atomgewicht festgelegt. Als wichtigste sind dabei zu nennen: Silber, Brom, Chlor, Wasserstoff, Jod, Kalium, Stickstoff, Natrium, Schwefel. Auf sie kann der Atomgewichtsforscher meistens zurückgreifen, wenn es nicht angängig erscheint, unmittelbar eine Methode einzuschlagen, bei der das Element ohne weiteres in die Sauerstoffverbindung überführt (oxydiert) wird,

oder bei der im Gegensatz dazu eine Sauerstoffverbindung durch Reduktion in das Element umgewandelt wird. Diese Methoden sind natürlich in gewissem Sinne Idealmethoden.

## Launen der Schwerkraft

Von Hans Passarge

Es ist eines der vornehmsten Ziele jeder Wissenschaft, die Mannigfaltigkeit alles Geschehens aus einer möglichst geringen Zahl von einfachen Gesetzen abzuleiten. Diese Gesetze dürfen aber nicht Menschenwerk sein, so daß sie verschieden ausgelegt und verschieden angewandt werden können; wir verlangen von ihnen vielmehr, daß ihre Allgemeingültigkeit von vornherein, ohne menschliches Zutun feststeht, sie sollen ihre Geltung in sich selbst tragen. Das ist sehr viel verlangt, denn da unser Tagewerk (im weitesten Sinne dieses Wortes), unser Tun und Lassen sich im allgemeinen nach gewissen Absichten richtet, die in den meisten Fällen unser eigenes oder das Wohl unserer näheren und weiteren Umgebung zum Ziel haben, so sind wir gewohnt, auch alles äußere Geschehen auf uns zu beziehen, ja sogar es aus unseren eigenen Bedürfnissen heraus zu erklären. Das führt dann dazu, daß wir auch den Naturgesetzen einen Sinn unterlegen, der nur das verfängliche Spiegelbild unserer eigenen Wünsche und Ziele ist. Das Wort des Erdgeistes: Du gleichst dem Geist, den du begreifst, nicht mir! wirft den ins Übersinnliche schweifenden, nach der absoluten Wahrheit haschenden Menschen in seine natürlichen Schranken mit niederschmetternder Kraft zurück. In banaler Form ist diese Wahrheit sehr oft ausgesprochen, aber selten in ihrer ganzen Bedeutung begriffen worden. Vielleicht nur vom Freiherrn von Münchhausen, der in einen Sumpf geriet und sich an seinem eigenen Zopf herauszog.

Eine geringe Zahl einfacher Gesetze also für das Begreifen alles Geschehens entspricht dem Bedürfnis des menschlichen Denkvermögens. Daß wir aber dieses Bedürfnis haben, beruht wiederum auf einem Gesetz, dessen Ursprung wir nicht kennen. Der vor nicht langer Zeit verstorbene österreichische Physiker und Philosoph Ernst Mach postulierte daher für den ganzen Wissenschaftsbetrieb als oberstes Gesetz das Prinzip der Denkökonomie. In der Welt des äußeren Geschehens würde diesem Prinzip vielleicht das Prinzip der kleinsten Wirkung entsprechen, das in der theoretischen Mechanik als Prinzip der virtuellen Verschiebungen oder als d'Alembertsches Integralprinzip oder in noch anderer Form auftritt. Im allgemeinen besagt dieses Prinzip, daß überall nicht mehr geschehen kann als nach Maßgabe der wirkenden Kräfte möglich ist. Richtig verstanden zerstört das Prinzip den Glauben an die Möglichkeit eines Perpetuum mobile und räumt mit allem Geisterspuk, Gedankenleserei, Gesundbeterei und ähnlichem krausen Zeug auf. Vielleicht genießt das Prinzip gerade deshalb so wenig Ansehen.

Prinzipien sind Gesetze höherer Ordnung, sind keiner Ableitung fähig, sind mit einem Worte Grundwahrheiten. Gesetze sind (in der Naturwissenschaft) aus Prinzipien abgeleitete Regeln der Erfahrung. Für ihre Dauer haben wir keine Gewähr; spätere Erfahrungen können sie abändern oder ganz stürzen. Das der älteren Astronomie geläufige Gesetz des Titius z. B., nach dem sich die Abstände der Planeten von der Sonne bestimmen sollten, hat sich mit der Entdeckung des Neptun als falsch herausgestellt. Von den Prinzipien (immer im

naturwissenschaftlichen Sinne des Wortes) dagegen wird unbedingt gefordert, daß sie überall und für alle Zeiten gelten; sie können nicht erklärt, nicht abgeleitet werden; der Rationalismus vermutet (mit Kant) ihren Ursprung in den Denknöwendigkeiten des menschlichen Geistes, der Deismus führt sie auf die göttliche Allmacht und Allweisheit zurück.

Das für die ganze Welt, ihre Entwicklung und alles Geschehen in ihr hochwichtige Schwerkraftgesetz ist abgeleitet aus dem Prinzip der Massenwirkung. Dieses Prinzip besagt, daß überall, wo Masse vorhanden ist, eine anziehende Kraft wirkt, und daß, wenn zwei räumlich getrennte Massen vorhanden sind, sie sich gegenseitig anziehen mit einer Kraft, die den Massen direkt und dem Quadrat ihrer Entfernung von einander umgekehrt proportional ist, also: je größer die Massen, desto größer die Anziehungskraft, und je größer die Entfernung der Massen von einander, desto kleiner, und zwar im Quadratwert der Entfernung kleiner, die Anziehungskraft. Dieses Prinzip der Massenwirkung ist so überaus einfach, auch in seiner mathematischen Ausdrucksform ( $f = Mm r^{-2}$  worin  $M$  und  $m$  die beiden Massen und  $r$  ihren Abstand ausdrücken) und hat namentlich in der Astronomie, aber auch in allen anderen physikalischen Disziplinen so allgemeine Bewährung und Bestätigung gefunden, daß an seiner Gültigkeit schlechterdings nicht gezweifelt werden kann. Es hat nur einen Schönheitsfehler: es läßt uns im Unklaren darüber, was unter Masse im Sinne einer Anziehungskraft eigentlich zu verstehen ist, oder wie es möglich und denkbar ist, daß etwas, von dem man nichts weiter aussagen kann, als daß es vorhanden ist, durch den leeren Raum hindurch auf etwas anderes, von dem man gleichfalls nur aussagen kann, daß es vorhanden ist, eine Wirkung ausüben kann. Es fehlt also die Verknüpfung zwischen Ursache und Wirkung, das Kausalitätsprinzip ist nicht erfüllt, dem zufolge nichts ohne hinreichende Ursache geschieht.

Das Prinzip der Massenwirkung tritt uns auf der Erde als Schwerkraftgesetz entgegen, und zwar öfter und allgemeiner, als wir uns für gewöhnlich bewußt sind. Alle unsere körperlichen Verrichtungen, Bewegungen und Beschäftigungen sind irdendwie mit dem Schwerkraftgesetz verknüpft, zumeist in so modifizierter Form, daß es erst einer besonderen Überlegung bedarf, um den Anteil der Schwerkraft an unserer täglichen Hantierung zu erkennen. Ohne die Wirkung der Schwerkraft würde die Tinte nicht aus der Feder fließen, oder um ein heute vielleicht näher liegendes Beispiel anzuführen, ohne die Wirkung der Schwerkraft würde keines der hunderttausende aus Gewehr- und Geschützläufen geschleuderten Geschosse sein Ziel erreichen, es würde vielmehr in den Weltraum hinausfliegen, um vielleicht auf einem glücklicheren Stern als Dokument für die Unvollkommenheit der Zustände auf dem Planeten Erde zu landen.

Die reinste, durch andere mechanische Einwirkungen nicht getrübe Erscheinungsform, unter der die Schwerkraft beobachtet werden kann, ist der freie Fall. Man mißt die von einem frei fallenden Körper im Ablauf einer Sekunde zurückgelegte Strecke, den Weg, entweder mit der Fallmaschine, die aber im allgemeinen nur zur Darlegung der Fallgesetze geeignet ist, oder durch die Bestimmung der Länge des Sekundenpendels. Diese Länge steht nämlich mit der zu messenden Fallstrecke in einem sehr einfachen Verhältnis, so daß man jederzeit die Strecke selbst berechnen kann. Wäre die Erde eine vollkommene Kugel, so müßte die Länge des Sekundenpendels überall die gleiche sein. In Wirklichkeit ist die Erde an beiden Polen abgeplattet; ein Beobachtungsort liegt also dem Erdmittelpunkt um so näher, je näher er den Polen liegt. Demgemäß wirkt

die Anziehungskraft hier stärker, die in einer Sekunde durch freien Fall zurückgelegte Strecke wird größer, ein Pendel, das eine Sekundenschwingung machen soll, muß länger sein, als wenn der Ort näher am Äquator läge. Alles das wird durch wirkliche Beobachtungen bestätigt.

Nun sollte man aber erwarten, daß wenigstens für alle Orte auf der Erde, die unter gleichem Breitengrade liegen, die also von den Polen oder vom Äquator gleichen Abstand haben, die Schwerkraft den gleichen Wert, oder, was auf dasselbe hinauskommt, das Sekundenpendel die gleiche Länge hätte. Das trifft keineswegs zu; vielmehr kann im allgemeinen gesagt werden, daß ob dem freien Meer die Schwerkraft größer ist als unter gleicher Breite ob den Festländern. Das leitet zu dem Schluß, daß unter den Ozeanen die Dichte unseres Planeten größer ist als unter den Kontinenten, woraus sich wieder sehr wichtige Folgerungen für den allgemeinen Bau der Erdrinde überhaupt ergeben. So kann zum Beispiel als feststehend angesehen werden, daß den großen Auftreibungen der Erdrinde, die uns als Gebirgsbildungen entgentreten, in den unter den Gebirgssockeln ruhenden Erdschichten Massendefekte entsprechen, daß also mit anderen Worten die mittlere Dichte der ganzen Erde zwar einen konstanten Wert hat, gewisse Gegenden aber erheblich über dem Mittelwert und andere wieder darunter bleiben. Diese Dichteunterschiede sind die Ursachen der Unregelmäßigkeiten in Werten der Schwerkraft für Orte auf ein und demselben Breitengrade. Es gibt aber noch außerdem Anomalien der Schwerkraft, die in diesen Rahmen nicht hineinpassen. Im russischen Gouvernement Kursk z. B. werden auf verhältnismäßig eng begrenztem Flächenraum Abweichungen vom normalen Wert der Schwerkraft gefunden, für die es an einer hinreichenden Erklärung ganz fehlt; diese Abweichungen verlaufen merkwürdiger Weise in einer gewissen Übereinstimmung mit Änderungen im normalen Wert der erdmagnetischen Konstanten, so daß die alte Vermutung an Boden gewinnt, daß zwischen Schwerkraft und Erdmagnetismus eine innere Verwandtschaft obwaltet, über deren Art man aber bisher vollkommen im Dunkeln ist.

Das Erstaunlichste von allem jedoch ist die Tatsache, daß es auch zeitliche Abweichungen vom normalen Wert der Schwerkraft gibt. Sie können wir in Wahrheit als Launen der Schwerkraft bezeichnen im selben Sinne etwa, wie wir von Launen des Wetters sprechen. Die örtlichen Abweichungen finden ja ihre Erklärung allenfalls in der Annahme, daß sie unter dem Einfluß von Abweichungen in der gleichmäßigen Dichte der Erde zustande kommen; für die Erklärung der zeitlichen Abweichungen aber fehlt es an jedem Anhalt, denn die Zeit ist unter allen Umständen eine Größe von konstantem Wert, der gleichmäßige Ablauf der Zeit ist die erste Grundvoraussetzung unseres gesamten Naturerkennens. Bei einem aufs sorgfältigste gearbeiteten, von allen Einflüssen der Temperatur und anderer Störungsmöglichkeiten unabhängigen Halbsekundenpendel hat man beobachtet, daß die Schwingungsdauer sich gegenüber dem normalen Wert um Bruchteile in der sechsten Dezimalstelle plötzlich verzögert oder auch beschleunigt. Diese Abweichungen verschwinden dann ebenso unerklärlich wie sie gekommen sind und treten aufs neue auf, ohne daß sich eine Regelmäßigkeit feststellen ließe. Das bedeutet mit anderen Worten: die Schwerkraft ist für ein- und denselben Beobachtungsort und gemessen nach ein- und demselben Pendelapparat nicht durchaus konstant, wie man doch erwarten sollte, sie ist veränderlich unter dem Einfluß der unveränderlichen Zeit. Ein vollkommener Widerspruch, denn der rein zeitliche Ablauf eines Vorganges bewirkt

nach dem Trägheitsprinzip keine Veränderung in dem Vorgang, oder, wenn man das Kausalitätsprinzip heranziehen will: jede Veränderung in der Stetigkeit eines Vorganges hat eine Ursache. Zur Erklärung der rätselhaften Anomalie bleibt nur übrig, daß wir unsere Grundannahmen über die Massenanziehung nachprüfen, und wir kommen dann auf die Vermutung, daß nicht die Masse an und für sich der Träger der Anziehung ist, sondern die Masse insofern sie sich im Bewegungszustande befindet. Irgendwie müßten wir dann den Ursprung der Schwerkraft mit der Umdrehung der Erde, der Kopernikanischen Rotation, in Zusammenhang bringen, was ja auch Huyghens getan hat, und wir müßten weiterhin annehmen, daß die Polschwankungen, d. h. die geringen Abweichungen in der Lage der Erdaxe von ihrer im allgemeinen konstanten Richtung die zeitlichen Veränderungen im normalen Wert der Schwerkraft herbeiführen. Das Rätsel harret noch der Lösung.

## Der gestirnte Himmel in den Monaten November, Dezember 1916, Januar, Februar 1917

Von Dr. F. S. Archenhold

### Die Sterne

Unsere Sternkarte gibt den Anblick des Sternenhimmels für den 15. Februar abends 9<sup>h</sup> wieder. Die Milchstraße zieht in einem feinen Lichtbogen von Nordnordwest über den Himmel, nur 20° vom Zenit abbleibend, durch die Sternbilder des Schwans, der Kassiopeja, des Perseus, Fuhrmanns, zwischen den Zwillingen und dem Orion hindurch, am großen Hund vorbei zum Südsüdostpunkt des Horizontes. Die Jungfrau erhebt sich um diese Zeit im Osten, und im Westen finden wir unweit des Horizontes das Sternbild des Widders. Die Wega steht genau im Nordpunkt des Horizontes, und im Süden, ihr gegenüber, finden wir das interessante Sternbild des großen Hundes mit dem hellleuchtenden Sirius.

Die Ägypter zählten nach dem Frühaufgang des Sirius, dem hellsten Sterne des Himmels, den Beginn ihres Jahres. Den Anfang ihres großen Jahres, der sogenannten Sothisperiode, setzten sie auf dasjenige Jahr, in welchem der Sirius am ersten Tage des ägyptischen Monats Thoth früh vor der Sonne aufging. Da die Ägypter im bürgerlichen Leben das Jahr nur zu 365 Tagen rechneten und keinen Schalttag einfügten, so fiel der Frühaufgang des Sirius nach 4 Jahren auf den zweiten, nach 8 Jahren auf den dritten des Monats Thoth und erst nach Ablauf von 1461 bürgerlichen Jahren fiel der Frühaufgang wieder auf den ersten Tag des Monats Thoth.

Der Sirius hat auch in der neueren Astronomie dadurch eine große Rolle gespielt, daß Bessel schon 20 Jahre, bevor Clark den Begleiter im Fernrohr entdeckte, dessen Existenz aus der Veränderlichkeit der Eigenbewegung des Sirius vorausgesagt hat. Die Distanz dieses Begleiters vom Sirius schwankt zwischen 4 und 11 Bogensekunden. Da die Entfernung des Sirius bekannt ist, sein Licht ist nur 8 Jahre bis zu uns unterwegs, so konnte der wirkliche Abstand des Begleiters vom Sirius berechnet werden. Er ist 20 mal so groß wie der der Erde von der Sonne. Die Umlaufzeit des Begleiters beträgt 50 Jahre.

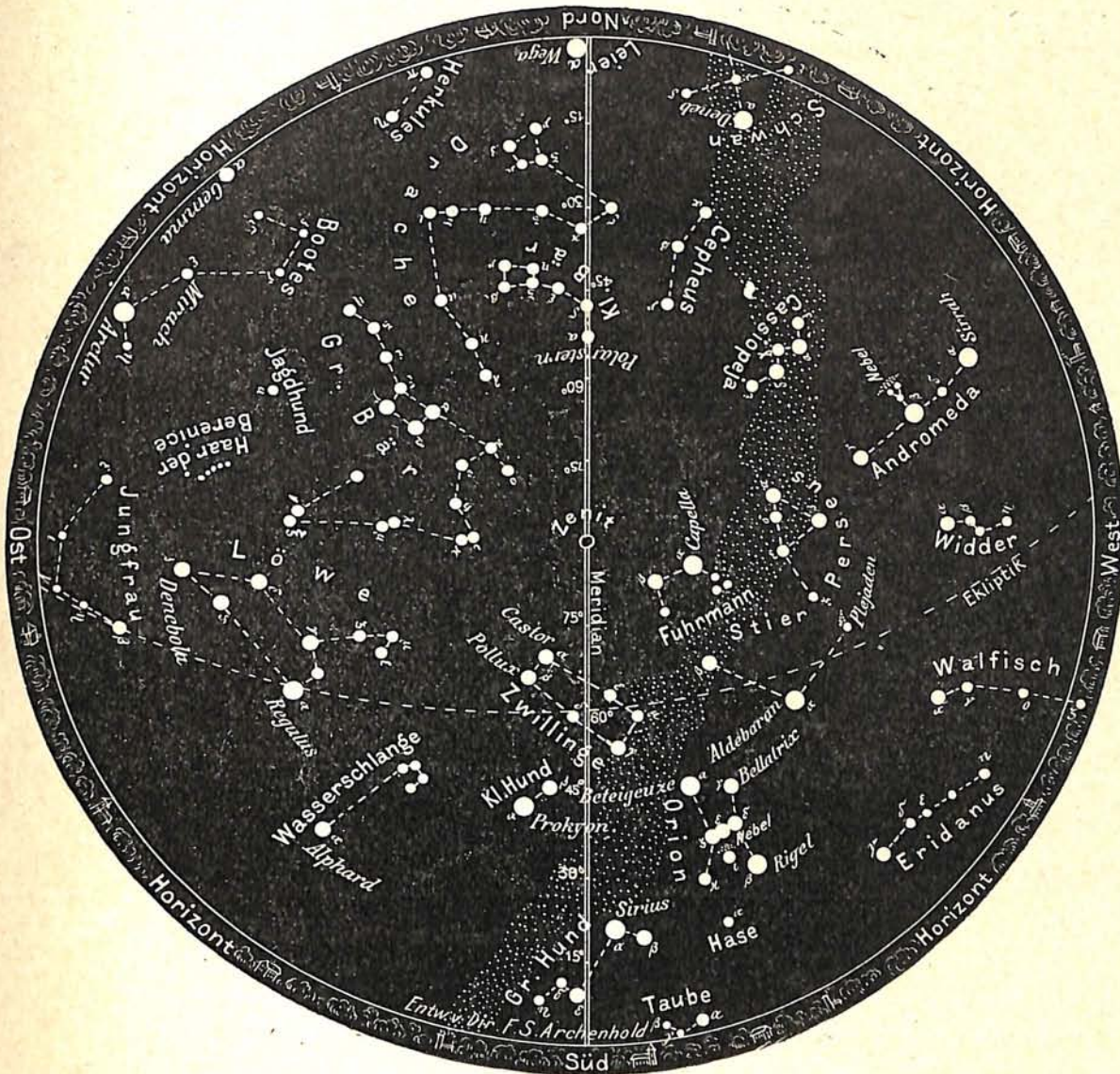
Das Licht vom hellsten Stern im kleinen Hund, dem Prokyon, braucht eine 1½ Jahre längere Zeit, ehe es uns erreicht, wohingegen der Zwillingstern Kastor doppelt so weit von uns entfernt ist, wie der Sirius. Das Licht von Capella und Wega braucht schon mehr als 40 Jahre, bevor es bei uns angelangt ist.

### Der Lauf von Sonne und Mond

Wir bringen diesmal die Karten von 4 Monaten neben einander. Es ist interessant, den Lauf der Sonne in der Ekliptik von Monat zu Monat an der Hand der Karten zu verfolgen.

Die Sonne steigt vom 1. November in der Ekliptik von Feld  $14\frac{1}{2}^h$  bis zum 22. Dezember ständig hinab, an welchem Tage sie ihren tiefsten Stand in Feld  $18^h$  erreicht hat. Alsdann steigt sie bis zum 28. Februar in der Ekliptik bis  $22\frac{3}{4}^h$  empor.

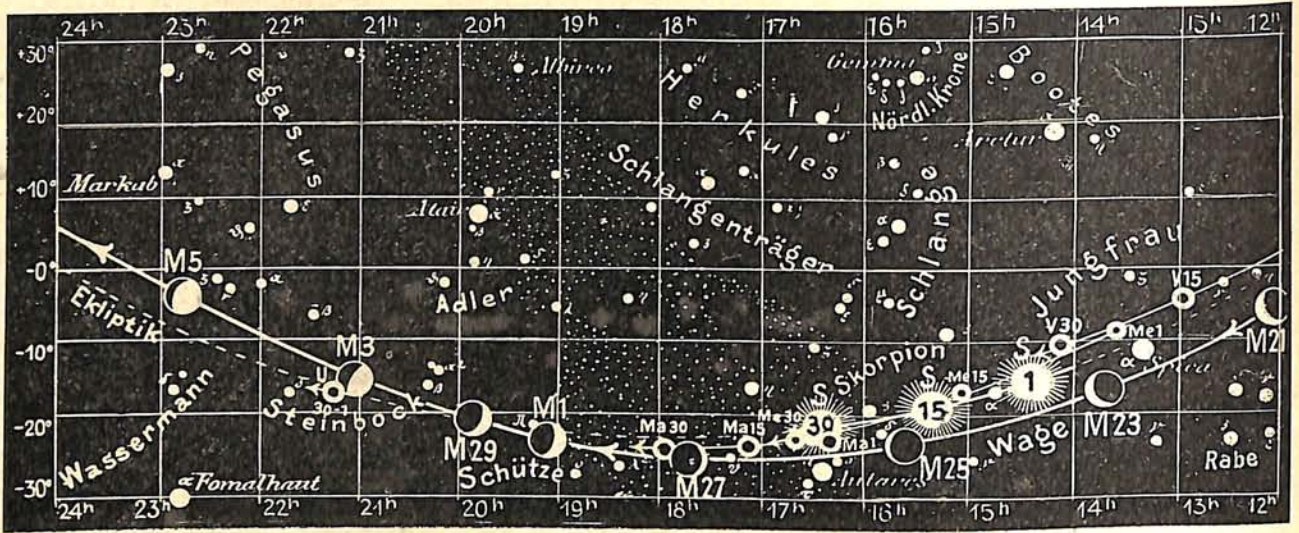
Sternkarte für den Monat Februar 1917



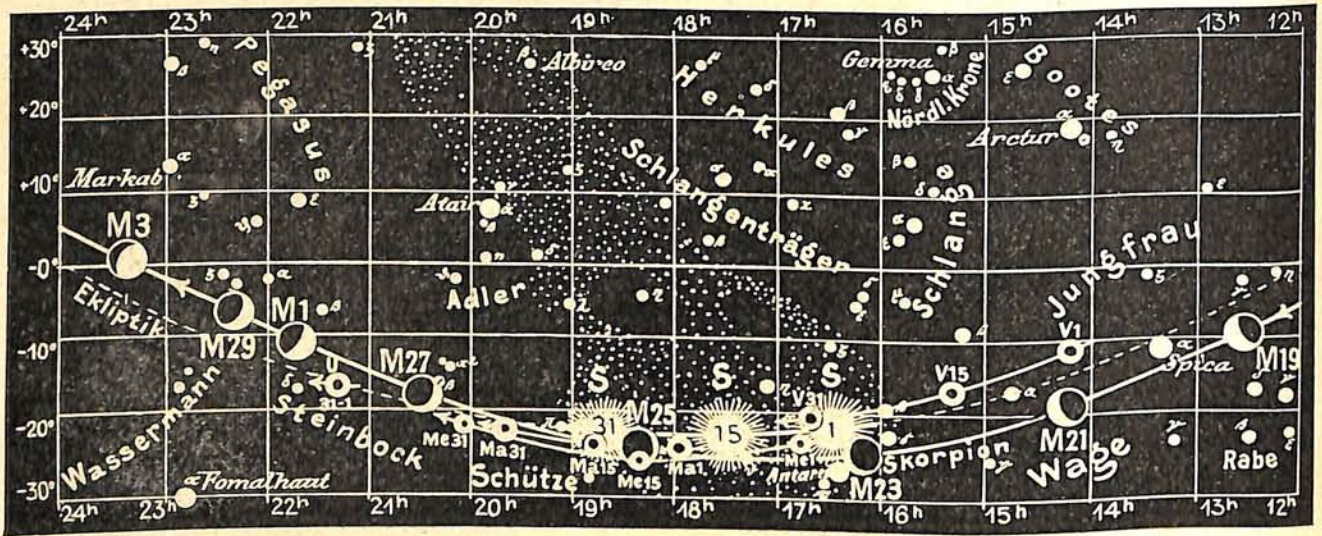
Entsprechend dem verschiedenen Stand in der Ekliptik schwankt auch die Mittagshöhe der Sonne, die am 1. November noch  $23\frac{1}{4}^{\circ}$  betrug, am 22. Dezember auf  $14^{\circ}$  gesunken war und vom 1. bis 28. Februar von  $20\frac{1}{2}^{\circ}$  auf  $29\frac{1}{2}^{\circ}$  wieder ansteigt. Denselben Wechsel sind auch die Auf- und Untergangszeiten der Sonne unterworfen.

|                |                |              |                       |        |
|----------------|----------------|--------------|-----------------------|--------|
| Am 1. November | ging die Sonne | um $7^h 4^m$ | auf und um $4^h 35^m$ | unter, |
| " 22. Dezember | " " " "        | " $8^h 6^m$  | " " " $3^h 52^m$      | " "    |
| " 28. Februar  | geht " " "     | " $6^h 58^m$ | " " " $5^h 40^m$      | " "    |

Fig. 1b



Desgleichen für den



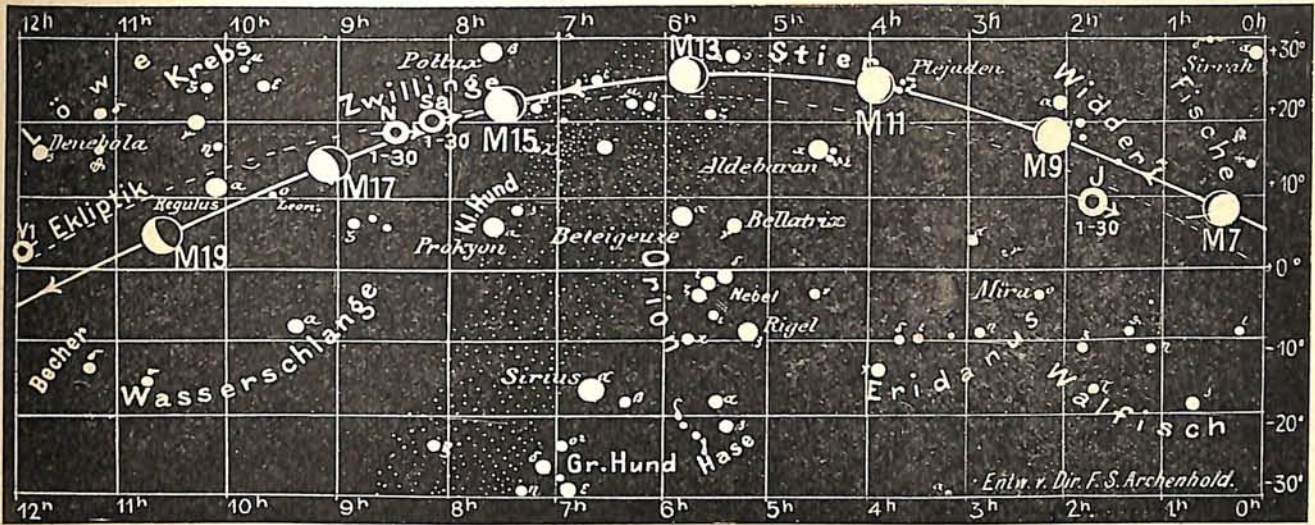
S = Sonne M = Mond Me = Merkur V = Venus Ma = Mars

Der Mond ist mit seinen Phasengestalten in unsere Karten von 2 zu 2 Tagen eingetragen, sodaß sein Lauf deutlich vom 1. November bis zum 28. Februar zu verfolgen ist. Wir sehen, wie der Schnittpunkt der Sonnenbahn (Ekliptik) mit der Mondbahn sich von Monat zu Monat verschiebt. Der Winkel, den beide Bahnen mit einander bilden, beträgt etwas mehr als  $5^\circ$ , sodaß man den Mond einmal südlich, ein andermal nördlich von der Sonne verfolgen kann. Ohne weiteres ist aus der Karte zu entnehmen, daß am 8. Januar eine Mondfinsternis stattfinden mußte, denn der Mond stand um diese Zeit als Vollmond im Schnittpunkt seiner Bahn mit der Ekliptik. Da er am 23. Januar als Neumond die Ekliptik schnitt, gab es an diesem Tage eine Sonnenfinsternis, die aber nur eine teilweise sein konnte, da der Mond nicht genau im Schnittpunkt stand. In unseren

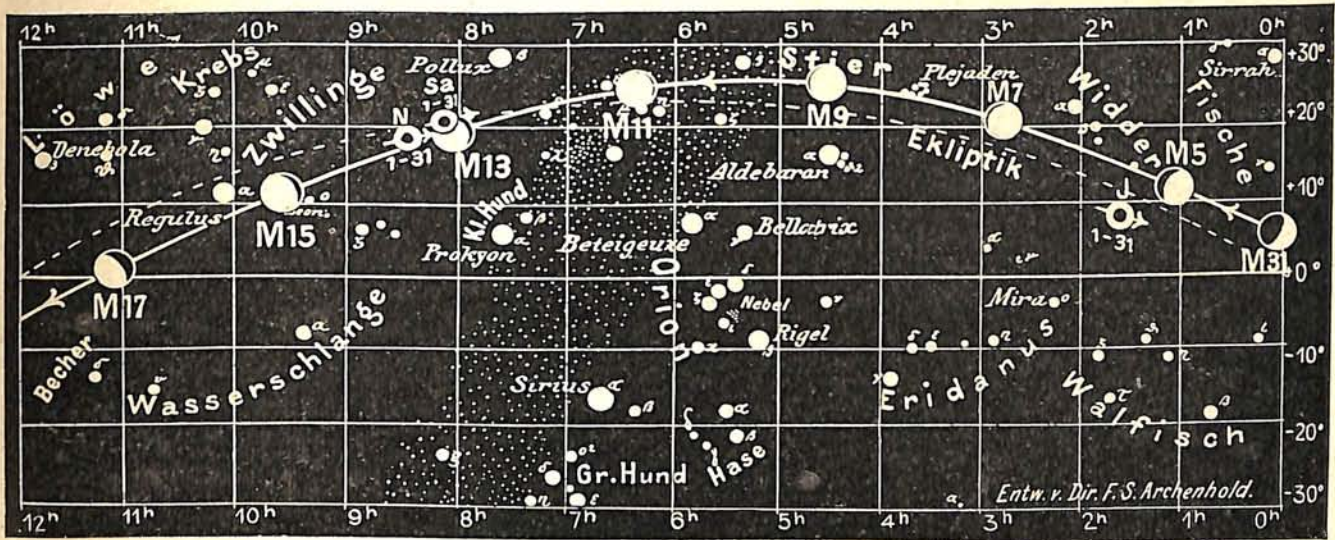
für den Monat November 1916

Fig. 1a

Nachdruck verboten



Monat Dezember 1916



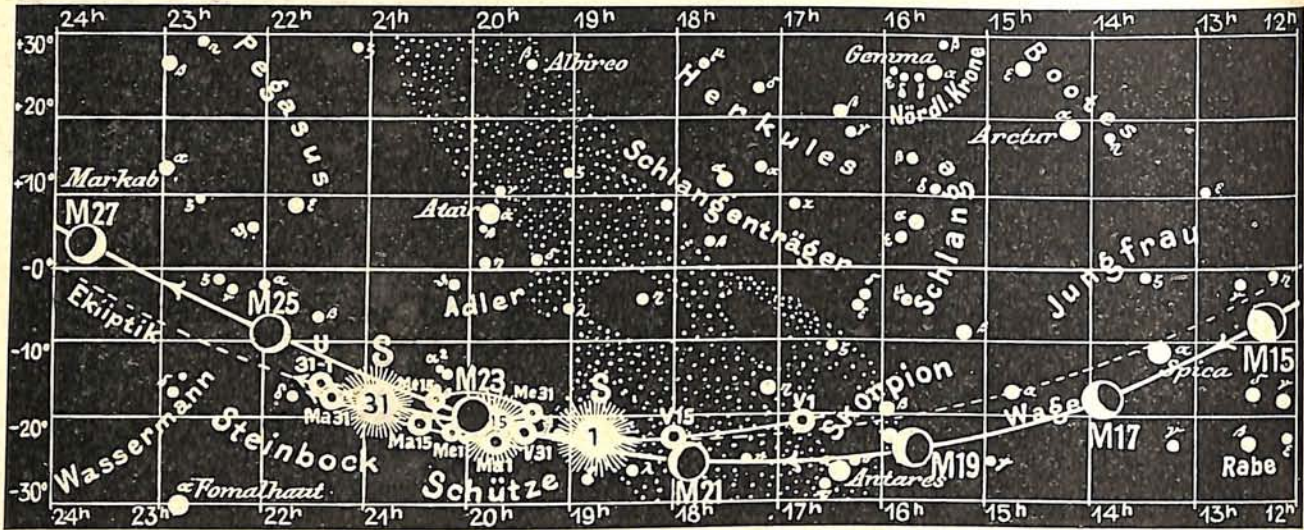
J = Jupiter Sa = Saturn U = Uranus N = Neptun

Gegen den war nur das Ende der Verfinsternung zu sehen, da die Sonne schon verfinstert aufging.

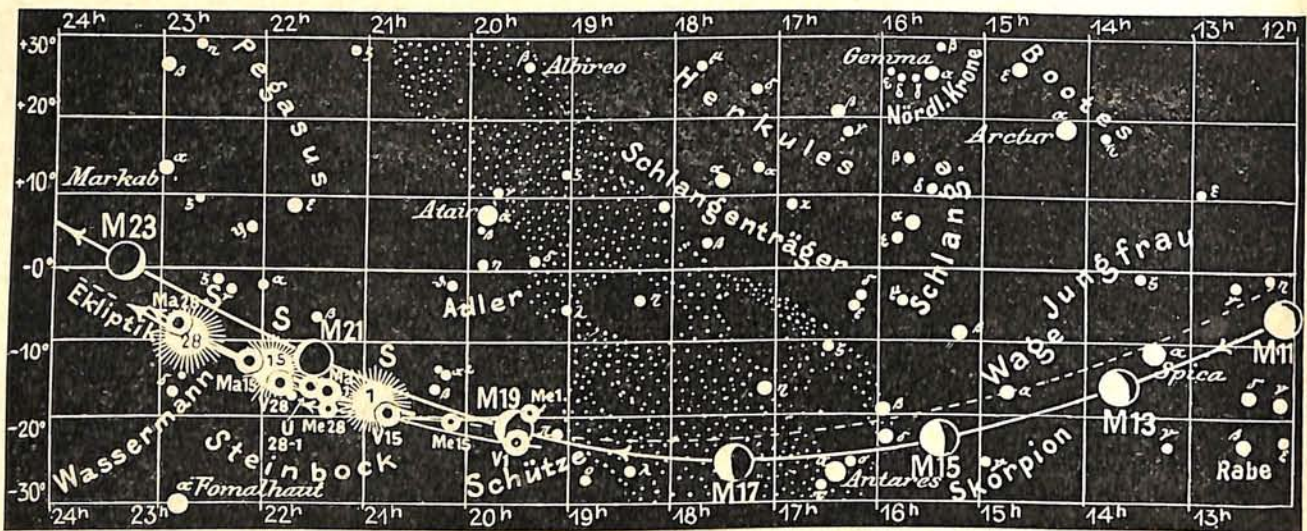
Im Februar fällt der Vollmond auf den 7. des Monats, zu welcher Zeit, wie wir aus Feld 9<sup>h</sup> bis 10<sup>h</sup> ersehen, der Mond weit südlich von dem Schnittpunkt seiner Bahn mit der Ekliptik steht, sodaß keine Mondfinsternis stattfinden kann. Auch eine Sonnenfinsternis ist für diesen Monat ausgeschlossen, da der Mond bereits am 19. Februar, noch 2 Tage vor Neumond, den Schnittpunkt der Mondbahn und der Ekliptik berührt, wie in Feld 19<sup>1/2</sup><sup>h</sup> der Karte zu sehen ist. Neumond tritt aber erst am 21. Februar ein, an welchem Tage der Mond nördlich von der Sonne steht.



Fig. 1b



Desgleichen für den



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

### Die Planeten

Die eingetragenen Orte der Planeten in unsere vier Monatskarten geben uns eine richtige Vorstellung von ihrem verschiedenen Lauf während dieser Zeit.

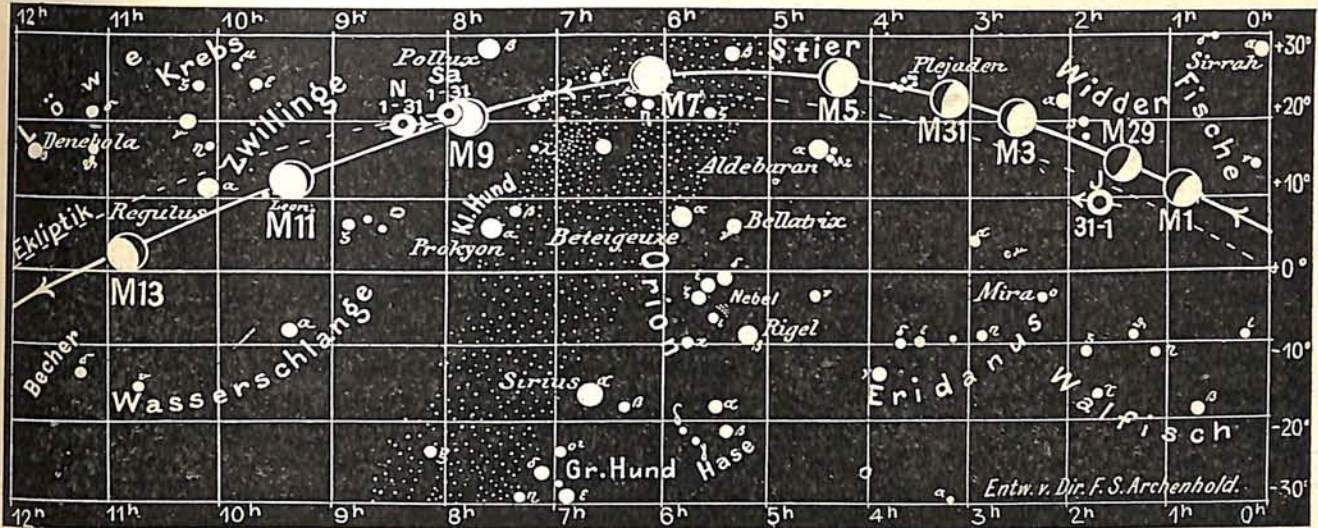
*Merkur* hält sich vom 1. November (Feld  $13\frac{1}{2}^h$ ) bis zum 28. Februar (Feld  $21\frac{1}{2}^h$ ) stets in der Nähe der Sonne auf. Er bewegt sich im November und Dezember rechtläufig, steht am 9. Januar scheinbar still, um sich dann bis zum 30. Januar rückläufig zu bewegen, wird dann aber während des ganzen Februar wieder rechtläufig. Der scheinbar häufige Wechsel seiner Bewegung läßt schon erkennen, daß er in kurzer Zeit um die Sonne läuft.

Auch die *Venus* wandert schnell von Feld  $12^h$  am 1. November bis Feld  $22^h$  am 28. Februar in rechtläufiger Bewegung. Man ersieht aus den Karten sowohl ihre schein-

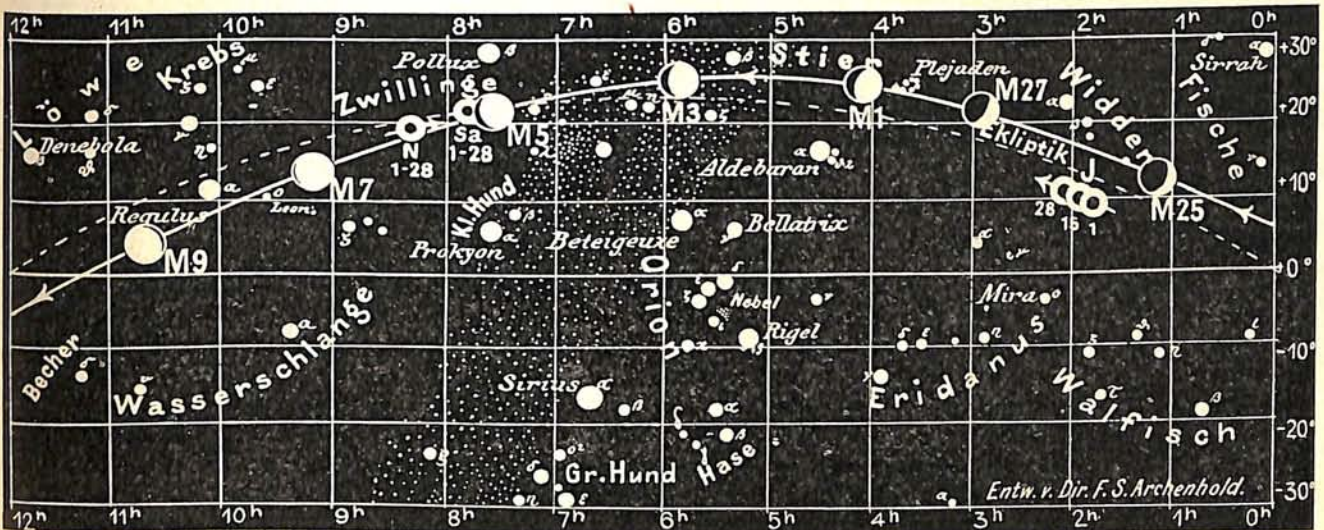
für den Monat Januar 1917

Fig. 1a

Nachdruck verboten



Monat Februar 1917



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

bare Stellung zur Sonne wie auch, daß sie fast die ganze Zeit über bis Mitte Februar Morgenstern ist. Dann bleibt sie bis zur zweiten Hälfte des Mai unsichtbar.

Mars bewegt sich von Feld  $16\frac{1}{2}^h$  am 1. November bis Feld  $22\frac{3}{4}^h$  am 28. Februar durch mehrere Sternbilder der Ekliptik hindurch. Er bietet uns immer schlechtere Beobachtungsbedingungen, bis er Ende Februar in den Strahlen der Sonne verschwindet, um erst wieder im Monat Juli am Morgenhimmel im Nordosten sichtbar zu werden.

Jupiter bewegt sich rückläufig vom 1. November (Feld  $1\frac{3}{4}^h$ ) bis zum 1. Januar 1917 (Feld  $1\frac{1}{2}^h$ ), kehrt dann um und wandert bis zum 28. Februar nach Feld  $2^h$ . Er steht also während der ganzen 4 Monate an der Grenze der beiden Sternbilder Fische und Widder. Die Dauer seiner Sichtbarkeit nimmt ständig ab und beträgt Ende Februar nur noch 4 Stunden. Wir können aus den Karten berechnen, daß durch das Weiter-

vorrücken der Sonne in der Ekliptik schon im April die Unsichtbarkeit des Jupiters verursacht wird.

*Saturn*, der am 1. November im Feld  $8\frac{1}{4}^h$  steht, wird von Mitte November an rückläufig und wandert aus dem Sternbilde des Krebses in das der Zwillinge, wo er Ende Februar im Feld  $7\frac{3}{4}^h$  aufzufinden ist. Er ist alsdann immer noch  $10\frac{1}{2}$  Stunden lang sichtbar. Erst in den Sommermonaten verschwindet er in den Strahlen der Sonne. Da er schon Mitte Mai nur noch  $1\frac{1}{2}$  Stunden am Abendhimmel zu sehen ist, so sind die bevorstehenden Monate besonders geeignet, das interessante Ringsystem im Fernrohr zu beobachten. Gerade im Februar erscheint die Öffnung der Ringe sehr deutlich und zwar ist die südliche Fläche des Ringes jetzt für uns sichtbar.

*Uranus* befand sich während der ganzen letzten Monate Feld  $21\frac{1}{2}^h$  im Sternbilde des Steinbocks, wo er sich auch noch während des Monats Februar aufhält. Er fällt, da er nur die Helligkeit eines Sternes 6. Größe erreichen kann, dem unbewaffneten Auge garnicht als Planet auf. Erst das Fernrohr enthüllt uns eine Scheibe mit blaugrüner, starker atmosphärischer Hülle und 4 Monde, deren Bahnen nahezu senkrecht zur Ekliptik stehen.

*Neptun* verändert nur sehr langsam seinen Ort unter den Sternen. Sein Stand am 1. November ist kaum von dem am 28. Februar verschieden. Er ist im Feld  $8\frac{1}{2}^h$  unweit des Saturns aufzufinden. Sein einziger Mond bewegt sich in 5 Tagen und 21 Stunden in einer noch geringeren Entfernung als unser Mond sich um die Erde bewegt, nämlich in nur 556 000 km in rückläufiger Bewegung von Osten nach Westen um den Neptun.

Es ist sehr wichtig festzustellen, ob Neptun selbst sich in der gleichen Richtung um seine Achse bewegt. Diese Rotationsbestimmung hat aber wegen der Kleinheit der Neptunsscheibe nur sehr geringe Aussicht; denn schon bei der Venus macht es Schwierigkeiten, die Umdrehungszeit aus Fleckenbeobachtungen direkt abzuleiten. Eine allmähliche Lageänderung der Bahn des Neptunstrabanten deutet jedoch auf eine Abplattung infolge schneller Rotation des Neptuns hin und ein Nichtzusammenfallen der Äquatorebene des Planeten mit der Bahnebene seines Mondes.

## Kleine Mitteilungen

Der Planet *Jupiter* erweckte auch im Jahre 1916 neues und erhöhtes Interesse durch lebhaft Veränderungen innerhalb seiner bekannten Vielstreifigkeit. Während der letzten vier Jahre hat sich nicht nur der Nord-Äquator-Gürtel aus einem blassen Streifen zum dunkelsten und breitesten Bande herausgebildet, sondern es sind auch allmählich in seiner eigenen S-Hälfte gegen die Äquatorzone hin (1913) starke dunkle Flecken in Bewegung und Tätigkeit gewesen und haben sich in seiner N-Hälfte (1914) weiße eiförmige Flecken gebildet, die den Gürtelbau wesentlich unterstützten. Im darauffolgenden Jahre bestand der Nordgürtel aus einem bogigen Gewirr von dunkleren Strecken, die meist wie Girlanden verschlungen waren. Heute ist dieses anziehende Gewoge verschwommen zu einem den Eindruck beherrschenden Bande und der dasselbe durchziehende wellige Kanal, wenn man die hellere Mitte so nennen darf, ist wenig deutlich.

Es scheint, daß sich in beiden Äquatorgürteln bereits Zerfallspuren zeigen: Im nördlichen Gürtel gibt es bereits weiße Inseln, die durch fadenförmige Strecken und bogige Züge von beiläufig  $1''$  bis  $2''$  Breite verbunden sind oder mit den hellen Randzonen im Zusammenhang stehen. Viel augenfälliger noch sind ähnliche Rosenkranzstücke, die im S-Äquatorgürtel seit kurzem deutlicher werden und die oft in schräger Richtung von NW gegen SO den Gürtel durchsetzen. Man darf gespannt sein, inwieweit hier Ortsveränderungen und Umgestaltungen vor sich gehen.

In der sehr hellen nordtropischen Zone schienen im Juli 1916 einzelne glänzende Flecke größer als die Jupitermonde; sie sind heute sehr zahlreich, wenn auch die ganz großen nach Gestalt und Bewegung ständig einzeln zu überwachen geblieben sind. Es greifen hier die Vorgänge im Hauptgürtel sichtlich und machtvoll herüber. In der Vollkarte vom Anfang des August sieht man nur erst die größeren hellen Flecke. — Ebenso interessant wie ungewöhnlich ist die Erscheinung dunkler Stäbchen in noch größerer Nordbreite, wo zarte, schmale Linien liegen. Sie und ähnliche Gebilde treten überraschenderweise sogar in ganz hohen Breiten (für Jupiter), ja bis in  $55^\circ$  oder  $56^\circ$  Breite auf, wogegen der Süden des Planeten außer dem in ruhig gleichmäßiger Vorwärtsbewegung verharrenden „Schleier“ in der Südtropischen Zone, der übrigens neuestens auch

Anzeichen von Auflösung verrät, gar nichts Ungewöhnliches besitzt. Die „Bucht“ mit dem großen ovalen Fleck ist fast in Stillstand geraten und bedarf wohl eines neuen Anstoßes durch den nachrückenden „Schleier“, um wieder in deutliche Vorwärtsbewegung zu kommen.

Wenn die bisherigen Ursachen ruhig fortwirken, war zu erwarten, daß der Schleierkopf die „Bucht“ und damit auch den „Großen Fleck“ kurz vor Weihnachten wieder erreicht hat. Das ist viel früher, als ich nach den in meiner letzten Veröffentlichung<sup>1)</sup> mitgeteilten Werten erwarten konnte. Inzwischen hat sich nämlich die Eigenbewegung des Gr. F. dergestalt vermindert, daß sie anscheinend noch nicht 0<sup>o</sup>,05 im Tage gewinnt. (Hierzu eine Beilage.) Ph. Fauth.

**Einige physikalische Eigenschaften der Atmosphäre.** Für die Meteorologie am wichtigsten ist ihr Wärmeleitungsvermögen und ihre Durchlässigkeit für die Wärmestrahlung (Diathermansie).

1. Das **Leitungsvermögen** der Luft, die Temperaturleitfähigkeit, ist schon an der Erdoberfläche ziemlich groß, etwas größer als die des Eisens, also bedeutend größer als die des festen Erdbodens. Mit der Höhe nimmt die „Temperaturleitfähigkeit“ zu in demselben Verhältnis wie die Dichte der Luft abnimmt. In großen Höhen der Atmosphäre kann also der Ausgleich der Temperaturunterschiede auch durch Leitung rasch erfolgen. Die Temperaturleitung in der Atmosphäre ist 0,173 (für Eisen 0,183, für Kupfer 1,077). Nimmt man nun als Wärmeinheit die gewöhnliche Kalorie (also die Wärmemenge, durch welche die Volumeneinheit Wasser um 1<sup>o</sup> erwärmt wird), so ist die Leitfähigkeit der Luft in diesem kalorimetrischen Maß 0,000053, also etwa 20 000 mal kleiner als die des Kupfers und über 3000 mal kleiner als die des Eisens. Die Leitfähigkeit der Luft ist jedoch in allen Höhen gleich und vom Druck unabhängig. Die Luft kann auf dichtere Substanzen nur wenig Wärme übertragen (Hann, Lehrb. d. Meteorologie 1915, S. 10).

2. **Verhalten der Atmosphäre gegen die Sonnenstrahlung.** Bei dem Durchgang der Wärme und Lichtstrahlen absorbiert jene gewisse Strahlengattungen und läßt sie gar nicht durch (dunkle Streifen oder Bänder sind dort im Spektrum der Wärmequelle zu sehen), schwächt mehr oder weniger die gesamte Strahlung. Sie wird zerstreut durch innere Reflexionen nach allen Richtungen hin und die Atmosphäre wird zur licht- und wärmestrahlenden Hülle. Das diffuse Tageslicht ist die Folge einer von allen Richtungen des sichtbaren Himmels kommenden Licht- und Wärmestrahlung. Diese diffuse Reflexion tritt ein durch feine und feinste suspendierte Teilchen, welche die Luft als ein trübes Medium bis zu großen Höhen hinauf enthält. Durch sie werden von den durchgehenden Strahlen am meisten geschwächt die violetten und blauen, am wenigsten die roten und ultraroten, und es wächst der Durchlässigkeitskoeffizient mit der Wellenlänge der Strahlung vom blauen zum roten Ende des Spektrums. Die Intensitäten der Strahlung nehmen also ab infolge der diffusen Reflexion vom roten gegen das violette Ende hin. Die Helligkeit der Sonne ist bei 11<sup>o</sup> Sonnenhöhe nur halb so groß wie im Zenitstand, nur ein Viertel bei 7<sup>o</sup> und bei Sonnenuntergang 420 mal kleiner, sodaß wir nun in die Sonne ohne weiteres sehen können. Die diffuse Reflexion nimmt ab mit zunehmender Sonnenhöhe und Seehöhe auf Bergen durch Abnahme der das Licht zerstreuen Teilchen. Über 1300 m nimmt sie sehr rasch ab und wird in 6000 m Höhe schon sehr gering sein. Die in den tieferen Schichten schwebenden größeren suspendierten Teilchen sollten nach Rayleigh bei dem Zustandekommen der blauen Farbe des Himmels und der atmosphärischen Farberscheinungen bei Sonnenauf- und -untergang, bei den Dämmerungsfarben eine Hauptrolle spielen. Nach ihm erzeugen die kleinsten in der Atmosphäre suspendierten Teilchen das Himmelsblau, sie zerstreuen das blaue Licht am kräftigsten, reflektieren es wieder und es entsteht so der Eindruck der Himmelsbläue, welche um so reiner wird, je größer die Zahl dieser Teilchen ist. Auf hohen Bergen mischt sich das Blau mit dem dunklen Hintergrund des leeren Raumes und der Himmel wird an ganz klaren Tagen mit der Höhe immer dunkler. Enthält die Luft viel Wassertröpfchen und Stäubchen, so wird bei hoher Sonne das Blau weißlicher oder trüber, bei tiefer Sonne mehr mit Gelb und Rot gemischt und das durchgelassene Licht enthält immer mehr gelbe und rote Strahlen, je tiefer die Sonne sinkt. Nach P. Lenard spielen dagegen die kleinsten lichterzeugten „Nebelkerne der höheren Luftschichten beim Zustandekommen der blauen Farbe des Himmels nur eine untergeordnete Rolle“ (Hann, Lehrb. d. Meteorol. 1915 S. 10). „Die molekulare Lichtzerstreuung in Verbindung mit dem gleichzeitig dabei auftretenden Selbstleuchten genügt vielmehr, nach L. V. King, um alle Phänomene des Himmelslichtes zu erklären.“ Das Sonnenlicht ist auf höheren Bergen und in größeren Höhen der Atmosphäre viel reicher an den chemischen Strahlen (violetten und ultravioletten) als an der Erdoberfläche und darauf ist teilweise zurückzuführen der Sonnenbrand (Bräunung und Entzündung der Haut). Im Hochgebirge

<sup>1)</sup> Fauth, 25 Jahre Planetenforschung, Kaiserslautern 1916, Herm. Kayser.

kommt noch das vom Schnee reflektierte Licht hinzu. Mit der Intensität der Sonnenstrahlung und der Diathermansie der Atmosphäre stimmt im allgemeinen überein der jährliche Gang der Intensität der blauen Farbe des Himmels.

3. Absorption. Die Atmosphäre übt eine „auswählende“ selektive Absorption auf diejenigen Strahlungen aus, welche sie durchsetzen. (Hann, Lehrb. d. Meteorol. 1915, S. 11.) Sie verursacht die meisten Absorptionsstreifen und Bänder des Sonnenspektrums, sie absorbiert besonders ihren Kohlensäure- und Wasserdampfgehalt, hauptsächlich die „dunkle Strahlung“, sie absorbiert sehr stark die von der erwärmten Erde ausgehende Strahlung (langwellige Strahlen), dagegen nur gering die leuchtende Strahlung der Sonne (die kurzwelligen Strahlengattungen vom Gelb bis Violett des Spektrums). Jede Strahlengattung hat ihren spezifischen Durchlässigkeitskoeffizienten und die Atmosphäre verhält sich in bezug auf die Absorption wie ein Glas, welches gut durchläßt die leuchtenden Strahlen (bis 90%), dagegen absorbiert einen großen Teil der dunklen Wärmestrahlung. Die Wirkung der Atmosphäre ist deshalb verglichen worden mit derjenigen der Glashäuser, welche fast ganz durchlassen die Lichtstrahlen, zurück aber halten die Strahlung des durch sie geschützten warmen Raumes. Ein Lichtverlust der Sonnenstrahlung tritt ein durch die diffuse Reflexion an den kleinsten Teilchen der Atmosphäre, ein Verlust an dunkler Wärmestrahlung durch ihre Absorption, also gänzliche Auslöschung jener, besonders in gewissen Partien des infraroten Spektrums. Diese „kalten“ Bänder liegen im Gebiet der großen Wellenlängen (0,9 bis  $2,6\mu\mu$  und weiter zwischen  $2,6$  und  $6,3\mu\mu$ ). Diese Strahlen werden fast ganz absorbiert durch die Kohlensäure und den Wasserdampf, während Luft, Sauerstoff und Stickstoff allein keine nachweisbare Absorption zeigen. Durch den Gehalt der Atmosphäre an Wasserdampf und Kohlensäure wird also verhindert, daß die dunkle Strahlung der Erdoberfläche in den Weltraum völlig verloren geht, sondern zur Erwärmung der Atmosphäre dient. Da diese Absorption nur im infraroten Teil des Spektrums liegt, so ist ihr Einfluß gering auf die Leuchtkraft der Sonne. Das durchgelassene Licht wird mit zunehmender Dicke der Atmosphäre nicht so stark geschwächt, wie die „Wärmestrahlung“ der Sonne und ihre Wärmewirkung nimmt gegen Sonnenuntergang rascher ab als deren Leuchtkraft.

**Strenge und milde Winter.** Auf statistischem Wege suchte Hellmann aus den Witterungsverhältnissen des Sommers einen Wahrscheinlichkeitsschluß zu ziehen auf den nachfolgenden Winter, indem er die Beobachtungen zu Berlin von 1719 bis 1884 nach dieser Beziehung untersuchte. Das Ergebnis war, daß auf einen mäßig warmen Sommer wahrscheinlich ein mäßig warmer Winter folgt und auf einen sehr warmen Sommer ein kalter Winter.

Vor mehreren Jahren machte Woeikow darauf aufmerksam, daß im westlichen und nördlichen Rußland die Ströme (besonders die Newa, aber auch Düna, Dwina) in den Wintern, in denen mit Neujahr eine gerade Jahreszahl beginnt, kürzere Zeit mit Eis bedeckt sind als in denen mit ungerader Zahl. Umgekehrt ist das Verhältnis im südlichen und südöstlichen Rußland. Ähnliches ergeben die Beobachtungen über die Dauer der Schneedecke in Upsala, nur ist der Unterschied im mittleren Schweden noch deutlicher als im nordwestlichen Rußland. In Upsala lag die Schneedecke in den Jahren 1875 bis 1893 durchschnittlich an 100 Tagen; der Durchschnitt für gerade Jahre ist 81, für die ungeraden Jahre 119 Tage („Das Wetter“ 1915, S. 43). Zuerst (1896) versuchte Pettersson Beziehungen nachzuweisen zwischen dem Verhalten des Golfstromes und der Gestaltung des allgemeinen Witterungscharakters über Europa. Es handelt sich darum, ob der Golfstrom oder seine nördlichen Ausläufer denselben Wärmeverrat alljährlich in derselben Jahreszeit enthält, oder Schwankungen in der Temperatur oder der Gesamtwärme des Wassers von Jahr zu Jahr eintreten. Um diesen Zusammenhang zwischen diesen und den klimatischen Verhältnissen Nordeuropas zu ermitteln, benutzte er die Temperaturbeobachtungen des Meeres an drei norwegischen Küstenstationen in den Jahren 1874—1894. Es ergibt sich eine Ähnlichkeit der Temperaturkurven Dezember bis April und eine gleichsinnige Temperaturabweichung für die Monate Januar bis April wie für den vorausgehenden Dezember. Erhält man also am 31. Dezember einen Wärmeüberschuß oder ein Wärmedefizit in diesem Monat im Vergleich mit dem normalen Werte, so ist dasselbe ziemlich sicher für die vier folgenden Monate zu erwarten. Zunächst hat dies nur für die Meerestemperatur an der norwegischen Küste Geltung, aber infolge der Ähnlichkeit der Luft- und Wassertemperaturkurven läßt sich auf Grund der Dezembertemperatur des Wassers dort auch der Charakter des Winters und Vorfrühlings vorhersagen, ob die kommende Jahreszeit wärmer oder kälter wird als die gleiche des Vorjahres. Es läßt sich aber nicht angeben, ob die Temperatur höher oder niedriger sein wird als die des durchschnittlichen Mittelwertes. Eine große Ähnlichkeit bezüglich ihrer Schwankungen in den extremen Jahreszeiten ergab sich auch für die Lufttemperatur in Schweden und die Meerestemperatur.

Später untersuchte Meinardus, ob die Lufttemperatur Mitteleuropas von Jahr zu Jahr sich ähnlich verhält wie die Wassertemperatur an der norwegischen Küste. In der Tat zeigt die Mitteltemperatur des Januar und Februar in Berlin während des Zeitraumes 1874 bis 1896 mit Ausnahme von zwei Fällen dieselben Schwankungen wie die Wassertemperatur der gleichen Monate in Norwegen. Ein Vergleich der Wassertemperaturen im Dezember mit den Lufttemperaturen zu Berlin im Januar und Februar ergab, daß in 21 Jahren (darunter nur vier Ausnahmen) auf einen kälteren (wärmeren) Dezember dort, ein kälterer (wärmerer) Januar und Februar hier folgte. Zu weiteren Untersuchungen benutzte dann Meinardus die Lufttemperaturen zu Christiansund (sie gehen bis 1861 zurück), weil die Beobachtungen über Wassertemperaturen an der norwegischen Küste nicht über 1874 hinausreichen. Darnach kommt der Temperaturcharakter zu Beginn des Winters in Christiansund beim Schluß des Winters und Beginn des Frühlings in Mitteleuropa zum Ausdruck. Für dieses Gebiet lassen sich ziemlich sicher die Temperaturverhältnisse der Monate Februar bis einschließlich April vorherbestimmen (speziell im deutschen Küstengebiet). „Ist das Vierteljahr November bis Januar von Christiansund wärmer als der gleiche Zeitraum des vorhergehenden Jahres, so wird in Mitteleuropa höchstwahrscheinlich Februar-März und März-April wärmer als im Vorjahr werden, entsprechend für eine umgekehrte Temperaturänderung.“

Diese gewonnenen Resultate sind aber rechnungsmäßige und sind in Wirklichkeit nicht leicht wahrzunehmen, dazu kommen noch Ausnahmen und der geringe Betrag der Temperaturschwankungen. Zudem sind nicht alle sehr strengen Winter auf eine abgeschwächte Wirkung des Golfstromes zurückzuführen, so nicht der Winter 1468/69 und der von 1709. Bis jetzt ist es nicht möglich, etwas Sicheres über den strengen oder milden Verlauf eines Winters vorherzusagen.

Dr. M. Blaschke.

**Sankt Kunigund — Bringt d'Wärm' von unt'.** So lautet eine Volksregel, welche auf richtiger Volksbeobachtung beruht. Denn im Winter ist es in Erdhöhlen, Kellern, viel wärmer als in den obersten noch gefrorenen Bodenschichten, die Wärme scheint sich vor der Winterkälte in den Erdboden zurückgezogen zu haben, um zu gewisser Zeit (eben am 3. März, dem Tag der heiligen Kunigunde) mit der steigenden Sonne, dem länger werdenden Tag und der Zunahme der Luftwärme, sich als Bodenwärme wieder bemerkbar zu machen. In der Tat weisen die Tagesmittel für Nürnberg (1881 bis 1910) und Berlin (1848 bis 1907) vom 4. März ab eine Zunahme auf, nachdem sie vom 27. Februar bis 3. März gefallen sind. Aber nicht nur: An Sankt Kunigund — Kommt die Wärm' von unt', sondern auch an Mariä Verkündigung (25. März) geht unsere liebe Frau mit einem brennenden Scheit unter der Erde hin, d. h. die Wärme des Bodens nimmt zu Ende März stark zu.

Solches lassen auch die Temperaturkurven für den jährlichen Gang der Luftwärme im allgemeinen erkennen, langsamstes Fallen und Steigen in der Nähe des höchsten und tiefsten Standes Mitte Januar und Mitte Juli, raschestes im März und Oktober. Starke Abweichungen vom ruhigen Verlauf im Anstieg als Zeichen starker und regelmäßig zu derselben Zeit wiederkehrender Kälterückfälle, weisen in der Tat um Mitte Januar und Februar, anfangs März und Juni (die Zeit der starken Juniregen) auch die Kurven von Berlin und Nürnberg auf. („Das Wetter“ 1916, S. 110.)

**Über den Vorgang der Wolkenbildung.** Derselbe zerfällt in drei Teile: in die Kondensation, den Aufbau der Wolkenstruktur und den Bau der einzelnen Formen (J. Dreis, „Das Wetter“ 1916 S. 10). Von großer Bedeutung für die Beurteilung des Entwicklungsstadiums einer Wolkenform oder -familie ist die innere Wolkenstruktur oder -textur, von welcher sich je nach Dichte, Größe und Form der Wolkenelemente hauptsächlich fünf Typen unterscheiden lassen: 1. Der homogene Nebel, 2. die in starker Neubildung begriffene konvexstrahlige Haufenmasse, 3. die konkavstrahlige Fetzenmasse, 4. die Streifenmasse (besonders im Altocumulushaufen zu beobachten) und 5. die Fasermasse der Cirren.

Der homogene Nebel stellt bei völliger Gleichheit der fast regentropfengroßen Wolken-elemente ein Stadium des Stillstandes dar und es überwiegt weder Kondensation noch Verdunstung. In sehr rasch aufsteigenden Kumulus-Aufströmen entsteht die konvexstrahlige Haufenmasse, sie ist gekennzeichnet durch große Mannigfaltigkeit und Dichte der Wolken-elemente und große Randschärfe der Wolkenformen. Bei der Auflösung derselben und besonders starker Luftbewegung, welche die Wolkenmassen wirr und wild zerreißt, entsteht die konkavstrahlige Fetzenmasse. Als Wolkenbildung bei großer relativer Ruhe der Luftmasse ist die Streifenmasse anzusehen. Lagert sich über großen Kumulustürmen eine weite latente Alto-cumulusschicht und brechen die Türme hindurch, so zerfließt die Wolkenschicht an den Seiten der Wolken-

köpfe herab und wird durch Kondensation sichtbar. Wenig bekannt ist noch das Entwicklungsstadium der Eiswaolen.

## Bücherschau

**J. Dreis, Die Wunder der Atmosphäre.** Deutsche Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Theod. Thomas, Verlag, Leipzig. Mit 35 Abbild., 96 Seiten, Preis geh. 1 M.

Verf. hat in diesem Bändchen den Versuch gemacht, die unsichtbaren Vorgänge der Atmosphäre in Einklang zu bringen mit den sichtbaren Erscheinungen und diese auf jene zurückzuführen. An den Wolkenerscheinungen lassen sich auch am ehesten manche geheimnisvollen Vorgänge in der Atmosphäre beobachten und erklären, und die Wolkenkunde ist mit Recht das populärste Gebiet der Meteorologie.

Woraus die Wolken entstehen, wie sie entstehen und vergehen ist der Gegenstand der beiden ersten Kapitel. Die Wolken bestehen aus festen massiven Wasserkügelchen, den Nebeltröpfchen oder „Wolkenelementen“. Zu ihrer Beurteilung sind wichtig die Farbenercheinungen, wie die Lichthöhe, um Sonne und Mond und die sogen. Irisationserscheinungen, die Aureolen (Strahlenkränze) und die Glorien, sowie manche andere optischen Erscheinungen. Nach der Art der Farbenercheinungen können wir Schlüsse ziehen auf den Aggregatzustand der Wolkenelemente, ob es reine Kristall- oder Wasserwolken sind. Die Wolkenelemente sind leicht und von außerordentlich geringem Umfang (im Durchschnitt 0,016 bis 0,02 mm). Alle wichtigen Wolkenerscheinungen gehen in der untersten Luftschicht vor sich, der Troposphäre, welche sich 10 bis 13 km über der Erde erstreckt. Erwähnt werden auch die Verhältnisse in den höheren Luftschichten (bis 500 km), auf welche hier nicht eingegangen werden kann, ebenso nicht auf die verschiedenen Möglichkeiten der Wolkenbildung und Auflösung, jene wird hauptsächlich verursacht durch Aufsteigen (Kondensation) der Luft, diese durch Abwärtsströmen oder Erwärmung derselben. — Über die Wolkentextur (Inhalt des 3. Kapitels) seien nur die fünf Texturen erwähnt: 1. der homogene Nebel, 2. die konvexstrahlige Ballenmasse, 3. die konkavstrahlige Schlieren- und Fetzenmasse, 4. die Streifen- und 5. die Fasermasse. — Wolkenmorphologie und -metamorphose behandeln die beiden nächsten Abschnitte, sie enthalten so viel des Interessanten, daß es sich wirklich lohnt, sie durchzulesen und dadurch ein tieferes Verständnis für manche Vorgänge in der Atmosphäre zu erlangen. Das letzte, das 6. Kapitel, handelt über Luftpolarität und Niederschlag und erwähnt auch die trockenen Gewitter, deren Entladungen beständig flammen, ohne daß der geringste Donner zu hören ist. Mit der Erklärung der Polarlichter für Kathodenstrahlen, welche durch das Auftreffen von elektrischen Strömen auf Cirren entstehen, wobei die Cirruswolkenelemente als Kathode wirken, schließt dieses für jeden Naturfreund äußerst interessante Bändchen. Die gut gelungenen Abbildungen der Wolkentypen tragen viel dazu bei, die Darstellungen des Verf. recht anschaulich zu machen und ein Wiedererkennen derselben in der Natur zu erleichtern.

### Bei der Redaktion eingegangene Bücher

**Lehmann, O., Zum 70. Geburtstag von W. C. v. Roentgen.** Die neuesten Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen. Vortrag am 5. März 1915. Sonderabdruck aus dem 6. Band der Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins. Karlsruhe 1916.

**Zum 100. Geburtstag von Robert Mayer.** Vortrag in der Sitzung am 25. November 1914 auf Wunsch des Karlsruher Bezirksvereins Deutscher Ingenieure. Sonderabdruck aus dem 26. Band der Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins. Karlsruhe 1916.

**Lehmann, O., Nullpunktenergie und Gravitation.** Sonderabdruck aus dem 26. Band der Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins. Karlsruhe 1916.

**Ruths, Ch., Dr., Neue Relationen im Sonnensystem und Universum.** Darmstadt 1915. Selbstverlag des Autors.

## Berichtigung

Die in Heft 3/4 des „Weltalls“ 1915/16 auf S. 32 erschienene Mitteilung über „Die Photographie aus der Luft und ihre Verwendung im Kriege“ ist nichts anderes als ein Referat über den unter derselben Überschrift in der „Luftflotte“ 1915, S. 80 erschienenen Originalaufsatz von Herrn Alexander Büttner in Karlsruhe.  
Dr. M. Blaschke.

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

## INHALT

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. Die moderne Lehre von der Relativität der Erscheinungen und der Bewegung. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Max R. Weinstein . . . . . 153</p> <p>2. Der gestirnte Himmel im Monat März 1917. Von Dr. F. S. Archenhold . . . . . 161</p> <p>3. Kleine Mitteilungen: Über die Eigenbewegung der Nebelflecke. — Die Oberflächentemperatur in Sand</p> | <p>und Moor. — Wirkt Acetylen auf Metalle ein? — Über die virtuelle Temperatur des Himmels. — Tönende und singende Dünen. — Sonnenfleckenhäufigkeit und Temperatur auf der Erde . . . . . 163</p> <p>4. Bücherschau: A. Bortels, Der Flugmeister. — Bei der Redaktion eingegangene Bücher . . . . . 167</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

## Die moderne Lehre von der Relativität der Erscheinungen und der Bewegung

(Die Relativitätslehre)

Von Geh. Reg.-Rat Professor Dr. Max R. Weinstein

Das Nachfolgende bildet eine Ergänzung zu meinem Aufsatz über die Schwerkraft (Jg. 16 Heft 11/12) und eine Vorbereitung zu einer späteren Arbeit über die moderne Naturauffassung aus dem so außerordentlich schwer zu verstehenden und noch schwerer darzustellenden Relativitätsprinzip.

Ich muß aber den Aufsatz mit einigen Erklärungen beginnen, die philosophisch streng zu fassen auch nicht leicht ist, die sich aber für unsere Zwecke ohne viel Mühe aussprechen lassen. Es handelt sich, wie schon die Überschrift vermuten läßt, um zwei Gegensätze in unserer Naturanschauung, um Absolutes und Relatives. Kurz gesagt: Absolutes erkennt man durch sich selbst, Relatives durch ein anderes. Erkennen wir nun die Erscheinungen in der Natur absolut oder relativ? Die moderne, hier allein zu behandelnde Relativitätslehre bezieht sich zunächst nur auf Bewegungen, und selbst von diesen nur auf die gleichförmig bleibenden, oder sich gleichförmig ändernden, wie auf Bewegungen in gerader Linie oder im Kreise mit gleichbleibender Geschwindigkeit, auf Bewegungen, wie sie unter dem Einfluß der Schwerkraft frei fallende Körper aufweisen und so fort. Woran erkennt man, daß ein Körper in diesem Sinne sich bewegt? Zeigt ein Körper in solcher Bewegung besondere Erscheinungen oder Veränderungen an ihm selbst, wodurch seine Bewegung unmittelbar festzustellen wäre? Oder sieht man an ihm gar nichts, was ihn von einem ruhenden unterscheidet, so daß man ein fremdes zu Hilfe nehmen muß, um seine Bewegung festzustellen, etwa den ruhenden oder anders bewegten Beobachter? Aus diesen Fragen in einem besonderen Fall ist die Relativitätslehre hervorgegangen.

Bekanntlich ist die Physik gezwungen gewesen anzunehmen, daß der ganze Raum und alle Körper von einem Stoffe erfüllt seien, den man Äther nennt und dem man besondere Eigenheiten hat zuschreiben müssen, um ihn für die Verbreitung des Lichtes und elektrischer und magnetischer Störungen geeignet zu machen. Dabei hat sich als erforderlich erwiesen, ihm im übrigen von den Eigenschaften der wahrnehmbaren Stoffe so wenig als möglich zuzuschreiben. Von je war es nun eine Hauptfrage: Kommt diesem Äther wie wahrnehmbaren Stoffen die Eigenschaft zu, sich bewegen zu können, oder besitzt er diese Eigenschaft nicht? Früher neigte man dazu, ihm die Beweglichkeit nicht abzuspochen, ihn in dieser Hinsicht unter allen Umständen, oder wenigstens bei gewissen Verhältnissen, den gewöhnlichen Stoffen, gleichzustellen. Das geschah von dem großen französischen Physiker Fresnel und von dem nicht minder großen deutschen Physiker Heinrich Hertz. Die moderne Elektrizitätslehre, unter



dem Namen Elektronenlehre bekannt, und von dem holländischen Physiker H. A. Lorentz besonders ausgebildet, nimmt dagegen an, daß der Äther durchaus in Ruhe verharre, durch keine Bewegung eines Stoffes irgend in Bewegung versetzt werden könne.

Eine Folge dieser Annahme ist, daß gewisse Erscheinungen, die Licht und elektrische und magnetische Kräfte bieten, sich ändern sollten, wenn sie an bewegten Körpern, z. B. an unserer Erde, aus Richtungen quer zur Bewegung in Richtungen in der Bewegung übergeführt werden, da sie, wie bemerkt, durch den Äther verbreitet werden. Die Erde bewegt sich um die Sonne und mit der Sonne durch den Weltenraum. Nehmen wir auf ihr zwei Orte A, B, die sich also mit ihr bewegen. Liegen diese Orte in einer Linie quer zu ihrer Bewegung mit der Erde, so geht ein Lichtstrahl — wie hier vereinfachend gesagt werden kann — von dem einen zu dem andern Ort so, als wenn die Erde ruhte. Befinden sich aber die Orte in einer Linie in der Richtung ihrer Bewegung und der Erde, so würde, wenn die Strecke von A nach B dieser Richtung folgt, falls der Strahl von A ausgeht, B durch die Bewegung der Erde, weil ja der Strahl im Äther nicht mitgeführt wird, von ihm weichen, der Strahl also längere Zeit brauchen, B zu erreichen, als wenn die Erde und mit ihr B ruhte. Falls jedoch der Strahl von B ausgeht, wird ihm aus gleichem Grunde A entgegenkommen, der Strahl also weniger Zeit nötig haben, nach A zu gelangen. Auf Schallstrahlen trifft dies nicht zu, weil die Luft zwischen A und B, der Träger der Schallstrahlen, sich mit der Erde, wie diese, bewegt, die Schallstrahlen also mitgeführt werden; hier ist alles von der Bewegung der Erde unabhängig.

Ein wichtigeres Beispiel betrifft folgendes: Zwei Lichtstrahlenbündel, die zuletzt auf gleichem Wege sich verbreiten, aber irgendwo gegeneinander verschoben worden sind, zeigen auf dem gemeinsamen Wege eine Erscheinung, Interferenz, welche sich auf einem quer in den Weg gestellten Schirm durch Streifen verschiedener Farbe oder verschiedener Helligkeit verrät. Wir lassen das eine Strahlenbündel ursprünglich aus einer Richtung in Richtung der Erdbewegung kommen, das andere aus einer solchen quer zur Bewegungsrichtung. Durch irgendwelche Mittel (Spiegel, Prismen u. s. f.) sorgen wir dafür, daß diese Bündel später den gleichen Weg verfolgen und merken uns auf dem Schirm die Lage eines der Streifen der Interferenzerscheinung, die entstehen muß, weil das erste Strahlenbündel durch die Bewegung der Erde (also aller Apparate, die zu der Untersuchung der Erscheinung dienen) gegen das zweite verzögert ist. Nun drehen wir die ganze Einrichtung so, daß die Bündel die Orte ihrer Herkunft vertauschen, dann sollte der hervorgehobene Interferenzstreifen sich auf dem Schirm verschoben zeigen, und die mathematische Lehre gestattet auch, den Betrag dieser Verschiebung zu berechnen, falls der Äther ruht. Der Versuch ist von Michelson ausgeführt worden und hat ein negatives Ergebnis gehabt; es hat sich eine solche Verschiebung nicht gefunden. Also ruht der Äther doch nicht, sondern bewegt sich mit der Erde, wie etwa die Luft, entsprechend der Annahme von Heinrich Hertz? Was aber machen wir mit der Elektronentheorie von H. A. Lorentz, die sich sonst so gut, nicht nur in der Physik, sondern namentlich auch in der Chemie bewährt hat? Da kam dieser Physiker auf die Idee, daß der Michelsonsche Versuch darum ein negatives Ergebnis gehabt habe, weil durch die Bewegung der Erde gegen den ruhenden Äther die Erde, und jeder Körper auf ihr, in der Linie dieser Bewegung eine Verkürzung erfahre. (Für die Erde berechnete er sie bei ihrer mittleren Ge-

schwindigkeit von 30 km in der Sekunde zu 6 cm.) Das betrifft also auch die Michelsonsche Einrichtung. Indem diejenigen Teile dieser Einrichtung, die in der Linie der Erdbewegung liegen, sich verkürzen, hat das aus dieser Richtung kommende Strahlenbündel einen längeren Weg zurückzulegen, als wenn die Erde und der Apparat ruhten, und dadurch wird der Einfluß der Bewegung gegen das Strahlenbündel aufgehoben und so auch der Widerspruch der Erfahrung gegen die Annahme, daß der Äther sich nicht bewegt.

Allein es gibt nicht wenige Physiker, die Feind des „Äthers“ überhaupt sind, und noch mehr Feind jeder Zuschreibung von Eigenschaften an ihn, die gewöhnlichen Stoffen angehören. Eine von ihm bewirkte Verkürzung von Körpern, die sich in ihm bewegen, etwa durch eine Art Widerstand gegen die Bewegung, würde aber auf solche Eigenschaften hinweisen.

Albert Einstein ist darum aufs äußerste vorgegangen. Er sieht vom Äther ganz ab — besser von irgendwelchen Wirkungen des Äthers — und behauptet, daß überhaupt die Naturerscheinungen so verlaufen, daß alle Bestimmungen für sie, die wir durch Zeit- und Längenmessungen gewinnen, von solchen Bewegungen, wie sie oben gekennzeichnet sind, sich unabhängig zeigen. Hieraus folgt zunächst, 1. daß es für gewisse Bewegungen keine Mittel gibt, sie aus irgendwelchen Erscheinungen durch Zeit- und Längenmessungen oder durch etwas, das diese Messungen ersetzt, an den sich bewegenden Körpern, das heißt also: absolut, festzustellen. Denken wir zunächst an uns selbst. Am leichtesten nehmen wir das an uns wahr, was einer Änderung unterliegt, und für gewisse Änderungen sind wir auch sehr empfindlich. Indessen haben wir für alle Änderungen einen gewissen Wert, „Schwellenwert“, unterhalb dessen wir sie nicht mehr bemerken, und vielfach auch einen solchen, oberhalb dessen sie uns entgehen. So fallen uns Änderungen der Lichtstärke nicht auf bei zu schwachem Licht und gleichfalls nicht bei zu starkem Licht. Zu tiefe Töne hören wir nicht als solche, zu hohe hören wir überhaupt nicht. Geringe Verwundungen entgehen unserer Beachtung u. s. f. Am größten verhält sich unsere Empfindung gegenüber gewissen Bewegungen, hier liegt der untere Schwellenwert sehr hoch. Zu gewissen Zeiten fliegen wir mit der Erde 45 km in der Sekunde durch den Raum, ohne davon im geringsten beeinflußt zu werden. Auch unsere Drehung mit der Erde um ihre Achse merken wir selbst am Äquator, weder in der Geschwindigkeit noch in der Richtungsänderung. Doch sind wir gegen Richtungsänderung in Verbindung mit Geschwindigkeit immerhin viel empfindlicher. Beweis: die ungemütliche Seekrankheit. Das dürfen wir aber sagen: Bewegungen, wie wir sie an der Erde kennen, entgehen uns psychisch vollständig. Sonst hätte es ja auch nicht so lange gedauert, bis die Menschheit diese Bewegungen erkannt hat, und der erste Urmensch schon wäre ein Kopernikus gewesen. Wie es sich mit uns verhielte, wenn die Erde mit solcher Geschwindigkeit durch den Raum flöge, wie manche „Ausreißer“-Sterne, mit 700 oder noch mehr Kilometer in der Sekunde, wissen wir nicht, ebensowenig, wenn die Erde sich so rasch um ihre Achse drehte, wie z. B. Jupiter es tut. Indessen, dieses alles ist psychisch. Von der Feststellung an uns durch Messungen von Zeit und Längen oder durch beobachtbare Formänderungen, was die Messungen ersetzt, ist dabei keine Rede.

Nehmen wir unbelebte Körper, so kann es sich bei diesen für uns nur um solche Messungen oder sie ersetzende Formbeobachtungen handeln. Die Geschwindigkeit der Erde während ihres Fliegens durch den Weltenraum geht im

Laufe eines Jahres von etwa 25 km in der Sekunde (8. Oktober) bis 45 km (5. April). Der Unterschied beträgt 20 km in der Sekunde. Wir finden aber nicht, daß in Größe oder Form der Erde eine Änderung vom Oktober zum April und vom April zum Oktober erfolgt. Freilich kann eine solche Änderung schon ziemlich bedeutend sein, im Durchmesser mehrere Meter betragen, ohne daß wir sie mit unseren Mitteln festzustellen vermöchten. Aber der Grundsatz der Mechanik, daß, wenigstens fortschreitende, Bewegung durch den leeren Raum als solche keine Formänderungen an den Körpern hervorbringt, hat sich noch stets bewährt, und wir haben keinen Anlaß von ihm abzugehen.

Wie verhält es sich nun mit Drehbewegungen? Jede Drehbewegung ist mit einer „Fliehkraft“ verbunden, welche die Teilchen des sich drehenden Körpers um so stärker ergreift, und von der Drehachse fortzutreiben strebt, je weiter sie von dieser Achse absteht. Nehmen wir einen Körper, der sich frei um eine Achse dreht. Ist dieser Körper völlig starr, so entsteht dadurch in ihm nur eine gewisse Spannung von der Achse fort. Verhält er sich nicht starr, oder gar flüssig oder gasförmig, so geben die Teilchen dieser Spannung nach und der Körper baucht sich von den Polen zum Äquator auf. Das trifft z. B. auf die Erde zu, und diese zeigt denn auch bekanntlich eine vom Äquator zu den Polen fortschreitende „Abplattung“, so daß ihr Durchmesser am Äquator um mehr als 42 km größer ist, als an den Polen. Handelt es sich nicht um einen freischwebenden Körper, sondern um einen solchen auf der Erde, der sich außer mit der Erde noch für sich dreht, so ist die Gestaltänderung durch diese letztere Drehung nicht so einfach. So höhlt sich Wasser in einem um seine Achse sich drehenden Gefäß aus (zu einem Rotationsparaboloid). Kurz, jede Drehung um eine Achse bringt eine Formveränderung hervor. Darauf hat sich schon Newton berufen, um darzutun, daß hier ein Fall vorliege, in dem sich die Bewegung an den sich bewegenden Körpern selbst verrate, also absolut erkannt werde. Ernst Mach aber hat erklärt, daß dieser Schluß nicht zwingend sei. Die Fliehkraft in einem sich drehenden Körper könne ebensogut eine Äußerung des Umstandes sein, daß andere Körper — er nimmt als solche die Fixsterne, den Fixsternhimmel — sich nicht mitdrehen, dann sei auch die Gestaltänderung eine Äußerung dieses Umstandes, und die Drehung werde nicht an dem Körper allein, absolut, sondern unter Mitwirkung des Fixsternhimmels, relativ, erkannt. Es läßt sich dagegen vieles einwenden, wie ich in einem Aufsatz „Absolut, Relativ“ in der Deutschen Revue getan habe. Allein es hat auf die modernen Physiker so bestechend gewirkt, daß die Relativitätslehre auch die gleichförmige Drehung zu denjenigen Bewegungen rechnet, die man nicht an den Körpern allein durch Messungen oder Formbeobachtung absolut feststelle, sondern nur unter Hinzunahme auch anderer Körper, die sich anders bewegen oder ruhen, relativ. Gäbe es keinen Fixsternhimmel, so sollten wir schließen, verriete sich die Drehung, z. B. unserer Erde, nicht durch abgeplattete Form, des Wassers im Glase nicht durch Aushöhlung. Einstein hat seine Relativitätslehre viel gewandelt. In ihrer ersten Form bezog sie sich allein auf die gleichförmige Bewegung in gerader Linie, in ihrer jetzigen Form umfaßt sie auch die entsprechende Drehung.

Nun fragt es sich, ob nicht Erscheinungen vorhanden sind, die in anderer Weise die Bewegung eines Körpers an ihm selbst anders, als mittels Messungen oder geometrischer Feststellungen verraten. Die Akten hierüber sind kaum eröffnet. Irre ich aber nicht, so hat Nernst als eine solche Erscheinung die Thermoelektrizität namhaft gemacht. Wenn Körper in einem von Strahlen er-

füllten Raum sich bewegen, so muß in einem Draht, der zwei Punkte von ihnen verbindet, ein elektrischer Strom sich zeigen. Dieser würde also die Bewegung an dem Körper selbst kenntlich machen. Freilich ist die Anwesenheit von Strahlen im Bewegungsgebiete, die sich nicht mit dem Körper mitbewegen, erforderlich, und so könnte man auch hier etwas Relatives sehen. Doch mag das sein. Wir beziehen uns hier nur auf Feststellungen mittels Raum und Zeitverhältnissen aus irgendwelchen Erscheinungen.

Da solche Feststellungen an einem in der angegebenen Weise sich bewegenden Körper diese Bewegung nicht verraten sollen, so müssen die Beziehungen zwischen den Erscheinungen und den raumzeitlichen Maßbestimmungen an ihnen so geartet sein, daß eine etwaige Bewegung nicht erkennbar hervortritt, d. h., als wenn der betreffende Körper ruhte. Deshalb behauptete Einstein z. B. in dem oben mitgeteilten Fall der Lichtverbreitung zwischen zwei Stationen A B, daß die Geschwindigkeit dieser Verbreitung ganz unabhängig davon, wie der Weg zwischen diesen Stationen zur Richtung der Erdbewegung sich verhalte, immer in derselben Weise zu definieren sei, namentlich von A nach B so wie rückwärts von B nach A. Offenbar bedingt eine derartige Anschauung eine besondere Art der Messung dieser Verbreitungsgeschwindigkeit, d. h. der Länge des Weges, den der Strahl zurücklegt, und der Zeit, die er dazu braucht. Nun können wir statt die Einrichtung (z. B. den Ausgangsort und den Empfangsort, also hier überhaupt die Erde) sich bewegen zu lassen, umgekehrt den Raum und die Zeit entgegengesetzt wie diese Einrichtung bewegen und diese letztere in Ruhe halten. Die Verhältnisse gegen Raum und Zeit sind dann die gleichen wie vorher (als wenn wir statt an einem Bilde vorbeizugehen, dieses Bild an uns vorbeiführen wie in Wandelbildern). Also käme die Lehre darauf hinaus, daß die Maßbeziehungen zwischen Erscheinungen und Raum und Zeit unabhängig sind von Bewegungen von Raum und Zeit der angegebenen Art. Was eine Bewegung von Raum sein mag, können wir uns vorstellen, wenn wir an die Bewegung eines Körpers denken, aber bei der Zeit ist das nicht so einfach, da es sich nicht um das Kommen und Gehen der Zeit handelt, dessen wir gewohnt sind, sondern um eine fortschreitende und drehende Bewegung eines ganzen Zeitabschnittes, als wenn ein solcher Abschnitt sich wie ein Körperliches verhielte. In dieser Hinsicht bot die Relativitätslehre Einsteins eine erhebliche Schwierigkeit. Hermann Minkowski kam auf die Idee, Raum und Zeit als eines zu behandeln, als wenn sich für die Maßbeziehungen der Naturerscheinungen ein Zeitabschnitt nicht anders verhielte, wie irgend eine Abmessung des Raumes. So wäre also eine Zeitdauer einer Wegstrecke gleich zu achten, und die Bewegung von Zeitdauern so zu behandeln, wie die von Wegstrecken. Auf diese Weise wäre die bezeichnete Schwierigkeit umgangen. Nun erfordert die Messung bewegter Strecken von ruhenden Stellen aus andere Maßmethoden, als die ruhender — sie laufen einem ja gewissermaßen unter den Händen davon —. Man denke an folgenden Fall. Ein Beobachter wolle die Länge einer Strecke mit einem Maßstab, den er hält, ausmessen. Wenn die Strecke ruht, legt er den Maßstab an und sieht erst an dem einen Ende nach und darauf zu beliebiger Zeit an dem anderen Ende. Bewegt sich aber der Maßstab, so muß der Beobachter in demselben Augenblick an beiden Enden nachsehen. Tut er es nicht in demselben Augenblick, sondern am anderen Ende später, wenn auch noch so wenig später, so hat sich die Strecke mittlerweile verschoben und die Messung ist beeinflusst durch diese Verschiebung, also durch die Zeit zwischen dem Nachsehen an dem einen Ende und dem an dem anderen Ende und durch die Ge-

schwindigkeit der Verschiebung der Strecke. Ähnliches findet statt für Zeitvergleichen zwischen zwei verschiedenen Orten mittels Lichtzeichen von Ort zu Ort. Bewegen sich die Orte, so kommen die Zeichen zu anderen Zeitpunkten an, als wenn sie ruhen, wie oben besprochen. So ergibt sich, daß bewegten Erscheinungen in bezug auf ruhendes Raumzeitgebiet oder ruhenden Erscheinungen in bezug auf entgegengesetzt bewegtes Raumzeitgebiet andere Maßmethoden zukommen als ruhenden Erscheinungen in bezug auf ruhendes Raumzeitgebiet. Es hat also jede Erscheinung eine von der Bewegung abhängige Art von Raum und Zeitbestimmung, die zweckmäßig als „Eigenraum“ und „Eigenzeit“ oder als „Eigenraumzeit“ bezeichnet wird.

Nun ist aber noch folgendes zu beachten. Hinsichtlich der Beziehungen der Erscheinungen zu Raum und Zeit kann entweder gefragt werden, wie diese Erscheinungen an einer bestimmten Stelle zu einem bestimmten Zeitpunkt sich darstellt, etwa welche Stärke eine Kraft, welche Geschwindigkeit oder Beschleunigung ein Körper dort besitzt, z. B. Schwerkraft und Fallbeschleunigung auf der Sonne oder auf der Erde u. s. f. Oder wie sich die Erscheinung von Stelle zu Stelle und von Zeitpunkt zu Zeitpunkt ändert, etwa wie die Schwerkraft der Sonne von ihrer Oberfläche bis zur Erde, die Fallbeschleunigung von der Meeresfläche bis zur Spitze des Chimborasso abnimmt, wie die Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn um die Sonne vom Winter auf den Sommer sich verringert und so fort. Beziehungen der ersten Art können wir „Ortsbeziehungen“ nennen, indem wir unter „Ort“ eine Stelle in Raum und Zeit verstehen. Beziehungen der zweiten Art, „Gangbeziehungen“, mit „Gang“ durch Raum und Zeit. Da der Raum drei Abmessungen hat, die Zeit eine Abmessung, so ist jeder „Ort“ in Raum und Zeit durch vier Angaben — man nennt sie „Koordinaten“ — bestimmt. Hiernach hängen Ortsbeziehungen ab von diesen vier Koordinaten selbst, die Erscheinungen sind, wie man sagt, „Funktionen“ von ihnen. Gangbeziehungen geben die Änderungen jener Beziehungen, Funktionen, im Verhältnis zu den Änderungen der Koordinaten beim Übergang von einem Ort zu einem anderen in demselben Raumzeitgebiet, System der Koordinaten. Da jeder Bewegung ein bestimmtes System an Koordinaten, „Eigenkoordinaten“, ein „Eigen-Raumzeitgebiet“ entspricht, so haben wir für jede Bewegung eigene Ortsbeziehungen und Gangbeziehungen, allgemein „Eigenbeziehungen“, für die Erscheinungen nach den Eigenkoordinaten und ihren Änderungen. Nehmen wir ein bestimmtes System und übertragen Ort für Ort dieses Systems in das ihm nächste System, aus diesem in das ihm nächste und so fort, so erhalten wir eine Reihe von Eigenbeziehungen in den verschiedenen Systemen, die sich alle auf den gleichen Ort und seine Nachbarschaft beziehen, aber in den verschiedenen Systemen. Vielleicht kann folgendes Bild zur Versinnlichung dienen. Wir nehmen eine Reihe von Blättern Papier und schichten sie aufeinander. Jedes Blatt soll für ein Raumzeitsystem (wenngleich es nur zwei Abmessungen hat, statt vier) stehen, seine einzelnen Punkte sollen für die Orte eines solchen Systems gelten.

Zunächst mögen alle Blätter ruhen. Mit einer Nadel, die wir senkrecht zu der ganzen Schicht von Blättern halten, stechen wir durch alle Blätter Punkte, etwa in einem Kreis. Die Punkte bezeichnen wir auf allen Blättern gleich, durch 1, 2, 3, u. s. f., 1 ist derselbe Ort in allen Blättern, ebenso 2, 3 u. s. f. Wir können dann an jedem Punkt durch alle Blätter zugleich durchsehen, durch die Punkte 1, die Punkte 2 u. s. f., und jede gerade Nadel geht durch alle Punkte 1, durch alle Punkte 2 u. s. f. Nun aber halten wir das

erste Blatt in Ruhe, die anderen Blätter jedoch schieben, drehen und neigen wir als ganzes. Auf jedem Blatt liegen die Punkte gegen einander noch unverändert, z. B. im Kreise. Aber von Blatt zu Blatt sind sie gegen einander verrückt; wir können nicht mehr z. B. durch alle Punkte 1 zugleich hindurchsehen, und wenn wir durch sie alle eine Nadel durchführen wollen, müssen wir diese von Blatt zu Blatt in ganz bestimmter Weise neigen, wenden oder gar biegen, je nach der Bewegung, die die Blätter erfahren haben. Wenn wir die Bewegung kennen, sind wir imstande, die Art des Neigens, Wendens, Biegens der Nadel voraus zu berechnen. Wir haben so in den Blättern Systeme gleichbezeichneter Orte 1, 2, 3 u. s. f., die sich aber aufeinander nur beziehen lassen, wenn die Bewegung dieser Blätter gegeben ist. Nun sei eine Erscheinung in den einzelnen Punkten eines Blattes, z. B. gleich des ersten Blattes studiert, und es sei gefunden, sie ändere sich hier von Punkt zu Punkt. Wenn alle Blätter ruhen, so gelten die gleichen Werte in allen durch grades Durchstossen der Nadel erhaltenen Punkten der Blätter, z. B. in allen Punkten 1, in allen 2 u. s. f. Sind aber die Blätter verschoben, gedreht, geneigt und wollte jemand nun z. B. den Wert, der im Punkt 1 auf dem ersten Blatt stattfindet, auf die Punkte, die er jetzt durch grades Durchstoßen auf den anderen Blättern erhält, übertragen, so würden wir das für ein unrichtiges Verfahren halten. Die früher geschilderten Punkte kommen vielmehr in Frage, und der Beobachter muß ihre Orte in den verschiedenen Blättern auf den Ort im ersten Blatt umrechnen, wie angegeben. Die Umrechnung geschieht durch eine Übertragungsregel von Blatt zu Blatt, System zu System, und diese Übertragungsregel ist also durch die Bewegung der Blätter bestimmt. Jede Bewegungsart bedingt eine besondere Übertragungsregel, ganz so wie die Neigung, Wendung, Biegung der durch gleichbezeichnete Orte der Blätter führenden Nadel sich nach der Bewegungsart dieser Blätter richtet.

Der Hauptsatz der Relativitätslehre aber besagt nun: Es gibt für die Übertragung der Raumzeitbestimmungen, Koordinaten, und ihrer Unterschiede, von Bewegung zu Bewegung der angegebenen Art, Regeln, nach deren Anwendung die Ort- und Gangbeziehungen der Erscheinungen, ihre „Gesetze“, immer die gleiche Form aufweisen, sodaß aus der Form dieser Gesetze die Übertragung nicht zu erkennen ist, also auch nicht die betreffende Bewegung. Erkennbar ist die Bewegung nur vom Standpunkt des ruhenden oder andersbewegten Übertragenden, in der Übertragungsregel, nicht in der Form der Gesetze nach der Übertragung. Daher das Relative, relativ nämlich zum Übertragenden.

Ein Beobachter habe die Gesetze einer Erscheinung in seinem System von Raum und Zeit studiert, etwa indem er und alles um ihn in Ruhe verharret. Er kennt dann das Gesetz für jeden Ort seines Systems. Nun bleibe er weiter in diesem System, aber ein Gebiet dieses Systems komme in besondere Bewegung, so wird, wenn er die Orte dieses Gebietes noch so feststellt, wie vorher, als sie mit ihm in Ruhe waren oder mit ihm die gleiche Bewegung teilten, für ihn das Gesetz nicht mehr das vorher ermittelte sein, sondern ein durch die besondere Bewegung abgeändertes. Stellt er aber die Orte des betreffenden Gebietes aus der besonderen Bewegung nach der gegebenen Übertragungsregel fest, so erhält er wieder das vorher ermittelte Gesetz, und dieses besteht, als wenn er sich mit diesem Gebiete, wie dieses, bewegte, oder als wenn dieses Gebiet sich mit ihm wie er bewegte oder ruhte; die besondere Bewegung des Gebietes gegen ihn ist aus dem Gesetze verschwunden.

Das Relativitätsprinzip scheint nicht von mehr als formaler, und darum von nicht eben besonderer, Bedeutung zu sein. Allein es birgt in sich höchst wichtige Festsetzungen über die Natur, die in vieler Beziehung Neues enthalten und manches, das uns seltsam anmutet. Offenbar besteht es aus zwei Aussagen, eine über das Vorhandensein einer gewissen Übertragungsregel von Raumzeitsystem zu Raumzeitsystem, die andere über die Form der Naturgesetze in bezug auf die Raumzeitsysteme überhaupt. Das letztere ist bereits in meinem Aufsatz in dieser Zeitschrift „Das Wesen der Schwerkraft“ zur Sprache gekommen. Es haben die Naturvorgänge und Naturverhältnisse gewisse Eigenheiten, die sich nicht voraussehen lassen, sie aber gewissen Formen des Verhaltens in Raum und Zeit unterwerfen. Diese Formen, sie sind im genannten Aufsatz kurz beschrieben, kehren immer wieder, und finden sich so in der Mechanik, der Optik, der Elektrizitätslehre und so fort in gleicher Weise, sodaß in der Natur in dieser Beziehung eine höchst merkwürdige Einheitlichkeit besteht, so verschieden sich die Erscheinungen unserer Wahrnehmung bieten. Freilich können wir nicht behaupten, daß diese Einheitlichkeit alle Erscheinungen umfaßt, aber einen sehr großen und wichtigen Teil betrifft sie gewiß. Sie bezieht sich auf den Gang dieser Erscheinungen in einem und demselben Raumzeitgebiete.

Das weitere hängt nun zusammen mit der ersten Aussage. Abgesehen von der Bewegung drückt diese Aussage Eigenheiten des Raumzeitgebietes aus. Da ferner die Übertragungsregel in der Form immer die gleiche ist, so sind auch jene Eigenheiten allen Raumzeitgebieten gemein. Wir können also allgemein sagen, daß der Raum und die Zeit, in denen unsere Natur ihren Ort hat, bestimmte Eigenschaften besitzen, und daß diese Eigenschaften sich in gleicher Weise bemerkbar machen, ob die Körper ruhen oder in der angegebenen Art sich bewegen. Welches diese Eigenschaften sind, ist in dem genannten Aufsatz beschrieben. Es hängen aber die Erscheinungen mit Raum und Zeit so zusammen, daß, wenn die Übertragungsregel von Gebiet zu Gebiet angewendet wird, die Gesetze sich immer in sich wandeln und so in der Form ungeändert bleiben. Erscheinungen und ihre Orte wirken ineinander, sodaß ihr formales Verhältnis zueinander stets das gleiche bleibt. Deshalb hat Einstein von Ortsfestsetzungen zuletzt ganz abgesehen und gesagt, die Erscheinungen seien bestimmt durch vier Größen, Koordinaten, und sie seien so bestimmt, wie es das Relativitätsgesetz verlange. Wie diese Koordinaten aufgefaßt werden, sei nicht von Belang, Raum und Zeit seien nur Namen. Objektivität komme ihnen nicht zu, werde ihnen nur aus Gewohnheit zugeschrieben. Sie seien also mehr geometrisch als physikalisch. Darum ist in dieser Wendung schließlich auch von Bewegung abgesehen, und sind die Übertragungsregeln ebenfalls lediglich als von geometrischer Bedeutung aufgefaßt.

Es ist schwer, sich in diese Abstraktionen, welche vielfach an solche indischer Philosophie erinnern, hineinzufinden. Sie sind auch keine Bedingung für das Relativitätsprinzip. Die Übertragungsregeln selbst habe ich, soweit es ohne mathematische Formeln möglich ist, in dem früheren Aufsatz vorzuführen versucht. Zu bemerken ist nur noch, daß die Übertragung aus Anlaß einer gleichförmigen Drehung Einstein zu seiner eigenartigen, gleichfalls schon von mir behandelten Theorie der Schwerkraft geführt hat. Der Nutzen der Relativitätslehre aber ist ein doppelter. Praktisch lehrt sie Naturgesetze auch für Bewegungen kennen, wenn sie für Ruhezustand bekannt sind. Für die Naturerkenntnis aber reicht ihre Bedeutung sehr hoch hinauf, indem sie Eigenheiten nachweist, an

diesen Gesetzen selbst und an dem Sitz der Welt: Raum und Zeit. Davon also bei anderer Gelegenheit.

## Der gestirnte Himmel im Monat März 1917

Von Dr. F. S. Archenhold

### Die Sterne

Unsere Sternkarte auf der äußeren Umschlagsseite des Weltalls gibt den Stand der Sterne für den 1. März abends 10 Uhr, den 15. März abends 9 Uhr, den 31. März abends 8 Uhr wieder. Die Milchstraße liegt fast ganz auf der westlichen Hälfte des Himmelsgewölbes; nur der Teil mit dem Sternbilde des Schwans wird vom Meridian im Norden durchschnitten. Dieses Sternbild liegt zum größten Teile östlich vom Meridian. Der helle Deneb ist dicht über dem nördlichen Horizonte zu bemerken. Nachdem die Milchstraße den Cepheus, die Kassiopeja und den Perseus durchzogen hat, erreicht sie im Fuhrmann ihren höchsten Stand, um sich dann zwischen den Zwillingen und dem Stier, dem kleinen Hund und dem Orion hindurch, längs des großen Hundes dicht zum Südpunkt des Horizontes zu senken. Der hellste Stern des Himmels, der Sirius, steht im März schon nahe des Horizontes, ebenso wie der zweithellste, die Wega in der Leyer, die sich ihm gerade gegenüber im Nordosten um diese Zeit über den Horizont erhebt. Im ganzen können wir noch auf unserer Karte 22 Sterne 1. und 2. Größe am Himmel zählen.

### Der Lauf von Sonne und Mond

Die Sonne (Feld 23<sup>h</sup> bis 24<sup>h</sup> bis  $\frac{3}{4}$ <sup>h</sup>) geht im März durchschnittlich täglich  $2\frac{1}{4}$  Minuten früher auf und um ebensoviel später unter. Am 21. März haben wir den Tag der Tag- und Nachtgleiche. Von nun an wird ihre Deklination wieder positiv, d. h. ihre Bahn liegt wieder oberhalb des Äquators, wie es deutlich aus unserer Karte zu entnehmen ist. Der Tagesbogen wird immer größer und am 31. März steht die Sonne schon fast 13 Stunden lang über dem Horizont.

| Sonne   | Deklination | Sonnenaufgang<br>M. E. Z.      | Sonnenuntergang<br>M. E. Z.    | Mittagshöhe                   |
|---------|-------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| März 1. | — 7° 41'    | 6 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> | 5 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> | 29 $\frac{3}{4}$ <sup>0</sup> |
| - 15.   | — 2° 15'    | 6 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup> | 6 <sup>h</sup> 7 <sup>m</sup>  | 35 $\frac{1}{4}$ <sup>0</sup> |
| - 31.   | + 4° 3'     | 5 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup> | 6 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup> | 41 $\frac{1}{2}$ <sup>0</sup> |

Der Mond ist wieder von 2 zu 2 Tagen in unsere Karten eingetragen. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Tage:

|                  |                                |                 |                                 |
|------------------|--------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| Vollmond:        | März 8. 11 <sup>h</sup> abends | Neumond:        | März 23. 5 <sup>h</sup> morgens |
| Letztes Viertel: | - 16. 2 <sup>h</sup> nachm.    | Erstes Viertel: | - 30. 12 <sup>h</sup> mittags   |

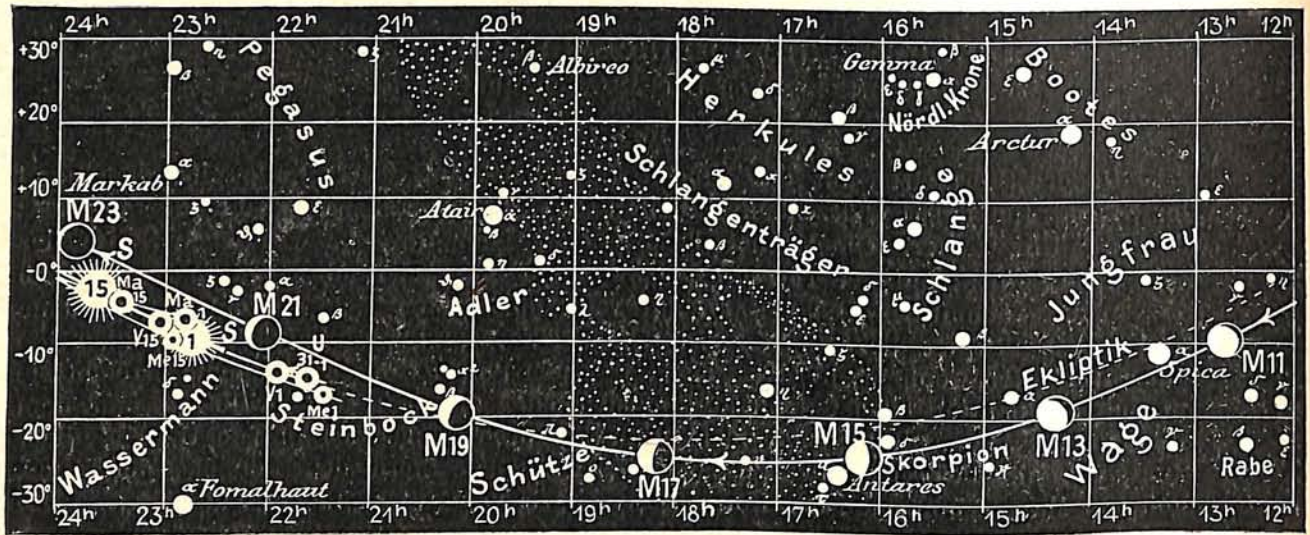
### Die Planeten

*Merkur* (Feld 21 $\frac{1}{2}$ <sup>h</sup> bis 24<sup>h</sup> bis  $\frac{3}{4}$ <sup>h</sup>) ist zu Anfang des Monats wegen seiner geringen Höhe und später wegen seiner großen Sonnennähe unsichtbar. Er ist von den Hauptplaneten der kleinste; sein Durchmesser ist nur 4600 km groß. Asien hat allein schon die Größe der ganzen Oberfläche des Merkurs. Da der Planet Merkur der Sonne am nächsten steht, so ereignen sich Vorübergänge vor der Sonne 13 mal in einem Jahrhundert, wohingegen bei Venus solche Vorübergänge nur 2 mal in der gleichen Zeit vorkommen. Der letzte Merkursdurchgang fand am 6. November 1914 statt, der nächste wird am 7. Mai 1924 vor sich gehen.

*Venus* (Feld 22<sup>h</sup> bis 24<sup>h</sup> bis  $\frac{1}{4}$ <sup>h</sup>) kommt am 8. März in Konjunktion mit Merkur, am 22. mit dem Monde und am 31. mit Mars. Auch sie ist wegen ihrer Sonnennähe während des ganzen Monats dem unbewaffneten Auge unsichtbar. Wegen ihrer großen Lichtstärke ist es aber noch möglich, sie im Fernrohr auch neben der Sonne am hellen Tage zu beobachten. Ihre dichte Atmosphäre gestattet es aber nicht, viele Einzelheiten



Fig. 1b



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

auf ihrer Oberfläche wahrzunehmen; auch ist die Bestimmung der Rotation dadurch erschwert. Einen direkten Beweis für die starke Absorbtionsfähigkeit der Venusatmosphäre erhalten wir jedesmal, wenn die Venus vor einem hellen Sterne vorbeizieht. Das Verschwinden des Sterns geschieht nicht plötzlich, sondern vor seiner Bedeckung wird sein Licht durch die Gashülle der Venus merklich verdunkelt.

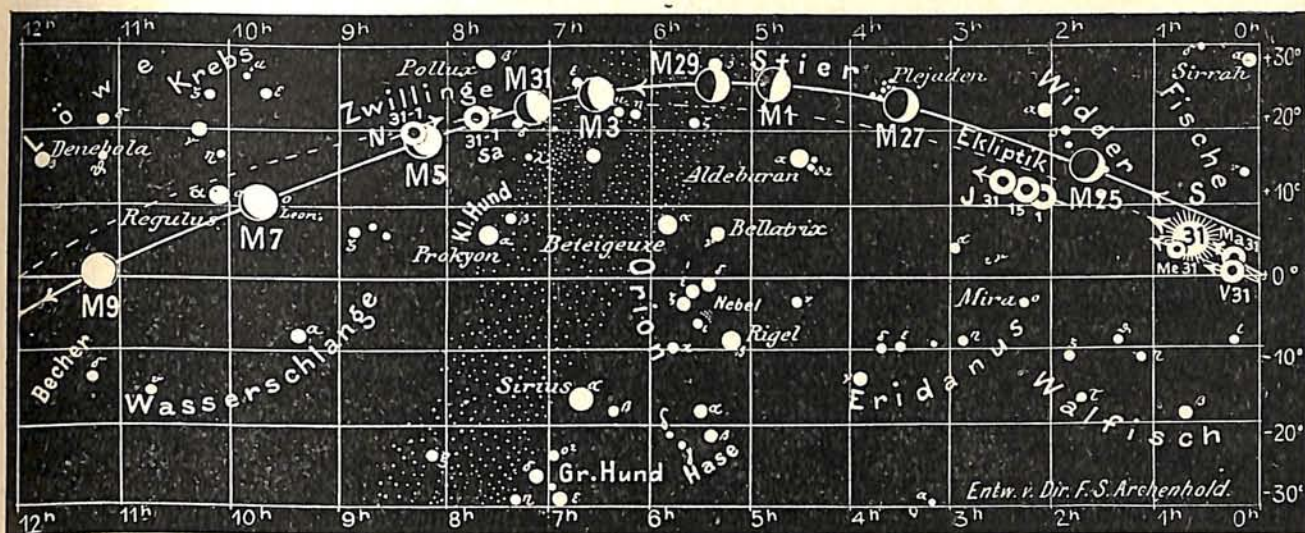
*Mars* (Feld  $22\frac{3}{4}^h$  bis  $24^h$  bis  $\frac{1}{4}^h$ ) bleibt während des ganzen Monats unsichtbar. Infolge der vielen Flecke, der zahlreichen auffallenden Schnittpunkte seiner sogenannten Kanäle ist die Rotationsdauer dieses Planeten besonders genau bestimmt worden. Sie ist  $37^m 23^s$  länger als die der Erde.

*Jupiter* (Feld  $2^h$  bis  $2\frac{1}{2}^h$ ) ist zu Anfang des Monats nur noch  $3\frac{1}{2}$  Stunden lang am Abendhimmel zu beobachten. Sein Untergang verfrüht sich immer mehr, so daß Jupiter am Ende des Monats nur noch  $1\frac{1}{2}$  Stunden sichtbar ist. Da der Äquator des Jupiter gegen seine Bahnebene nur eine geringe Neigung, etwa  $3^\circ$ , zeigt, so sind auf ihm verschiedene Jahreszeiten wie bei uns auf der Erde nicht möglich. Wenngleich viele Flecke, wie insbesondere der im Jahre 1878 zuerst gesehene „rote Fleck“, besondere Eigenbewegungen zeigen, so ist es doch möglich geworden, durch Beobachtung zahlreicher kleiner, unveränderlicher Flecke, die Umdrehungszeit des Jupiters recht genau auf 9 Stunden 55 Minuten 41 Sekunden zu bestimmen.

*Saturn* (Feld  $7\frac{3}{4}^h$ ) hat zu Anfang des Monats noch eine Sichtbarkeitsdauer von 10 Stunden, die sich jedoch schon Ende des Monats auf  $7\frac{1}{2}$  Stunden vermindert. Da sein Äquator einen Winkel von  $26^\circ$  mit seiner Bahnebene bildet, so würde der Planet noch ausgeprägtere Jahreszeiten besitzen als wir auf der Erde, wenn er nicht wegen seiner größeren Entfernung 90 mal weniger Licht und Wärme von der Sonne empfinde, als die Erde.

*Uranus* (Feld  $21\frac{1}{2}^h$ ) ist wegen seiner niedrigen Stellung und großen Sonnennähe nur ungünstig zu beobachten.

*Neptun* (Feld  $8\frac{1}{4}^h$ ) ist während des ganzen Monats ebenso günstig zu beobachten wie Saturn, in dessen Nähe er steht. Sein Durchmesser ist fast  $4\frac{1}{2}$  mal so groß wie der der Erde, wohingegen die Dichte der Neptunsmasse nur  $\frac{1}{5}$  der Erddichte beträgt. Auch die anderen äußeren Planeten Jupiter, Saturn und Uranus zeigen eine wesentlich geringere Dichte als die sonnennahen Planeten Merkur, Venus, Erde und Mars.



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

### Bemerkenswerte Konstellationen:

- März 4. 11<sup>h</sup> vormitt. Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- 18. 11<sup>h</sup> abends Merkur in Konjunktion mit Venus, Merkur 44 Bogenminuten südlich von der Venus.
- 22. 6<sup>h</sup> nachmitt. Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 22. 10<sup>h</sup> abends Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- 23. 1<sup>h</sup> nachts Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- 24. 9<sup>h</sup> vormitt. Merkur in Konjunktion mit Mars, Merkur 56 Bogenminuten südlich von Mars.
- 25. 8<sup>h</sup> abends Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- 31. 9<sup>h</sup> vormitt. Venus in Konjunktion mit Mars, Venus 39 Bogenminuten südlich von Mars.
- 31. 5<sup>h</sup> nachmitt. Saturn in Konjunktion mit dem Monde.

### Kleine Mitteilungen

**Über die Eigenbewegung der Nebelflecke.** Schon seit längerer Zeit beschäftigt sich der Straßburger Astronom C. Wirtz, der im Augenblick in Berlin Heeresdienst tut, mit der Auffindung der Gesetze der Eigenbewegung der Nebel. Zwei Schwierigkeiten sind hierbei zu überwinden: Erstens die Bestimmung des Einflusses der systematischen Fehler der Messungen, zweitens die Feststellung, welchen Anteil an der errechneten Bewegung die schwachen Vergleichssterne oder die Nebel selbst haben. Frühere Rechnungen, denen die alten Schultzschen Nebelberechnungen und die neueren Straßburger und Heidelberger Beobachtungen zu Grunde gelegt waren, hatten Wirtz zu der Annahme geführt, daß die Nebelflecke eine besondere Bewegung zeigen, die sich deutlich von der der Sterne abhebt. Dabei tritt noch ein besonders klarer Unterschied in dem Verhalten der Gasnebel zu den anderen kleinen Nebel hervor. Seeliger äußerte jedoch seine Bedenken (A. N. 4866) gegen die Annahme, daß die Schultzschen Nebel, die innerhalb unseres Fixsternsystems stehen und zu ihm gehören, sich anders verhalten sollen, als die Gasnebel.

Um einen weiteren Fortschritt in der Erkenntnis der Nebelbewegungen zu erzielen, wird es neben der Vermehrung des Materials besonders wichtig sein, die von Schultz benutzten Vergleichssterne möglichst genau in bezug auf ihre Eigenbewegung zu untersuchen.

F. S. A.

**Die Oberflächentemperatur in Sand und Moor** (Neu-Hammerstein in Pommern). Die Beobachtungen erfolgten auf gewachsenem, gut vererdetem Niedermoor mit Einlagerung einer Sandschale alluvialen Ursprungs. Der Sand ist feinkörnig, sehr fest und schwach eisenhaltig. Für beide Bodenarten liegen parallele Messungen vor, das Bodenthermometerfeld ist teils im Sand, teils im Moor gelegen. Der Boden ist mit stets kurz gehaltenem Rasen bewachsen

Die Beobachtungen ergaben folgendes („Das Wetter“ 1915, S. 90):

|                                                                                                | Amplitude | Jahr | Januar | Februar | März | April | Mai  | Juni | Juli | August | Septbr. | Oktober | Novbr. | Dezbr. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|--------|---------|------|-------|------|------|------|--------|---------|---------|--------|--------|
| Mittelwerte für 1903 09 der Bodenoberflächen-Temperatur:                                       |           |      |        |         |      |       |      |      |      |        |         |         |        |        |
| Sand . . .                                                                                     | 20,3      | 9,0  | -0,2   | 0,0     | 2,8  | 7,1   | 13,6 | 18,2 | 20,1 | 18,1   | 14,6    | 9,4     | 3,8    | 1,0    |
| Moor . . .                                                                                     | 19,6      | 8,7  | -0,4   | 0,2     | 2,3  | 7,1   | 13,8 | 18,3 | 19,2 | 17,2   | 13,9    | 9,1     | 3,4    | 0,5    |
| Differenz zwischen 7 <sup>a</sup> (7 Uhr vorm.) und 2 <sup>p</sup> (2 Uhr nachm.) Beobachtung: |           |      |        |         |      |       |      |      |      |        |         |         |        |        |
| Sand . . .                                                                                     |           | 5,7  | 0,8    | 1,4     | 4,0  | 6,8   | 10,0 | 10,5 | 10,3 | 9,3    | 7,1     | 5,0     | 1,9    | 0,9    |
| Moor . . .                                                                                     |           | 4,8  | 0,5    | 0,9     | 4,0  | 6,8   | 8,4  | 8,1  | 7,4  | 7,7    | 5,3     | 5,8     | 1,6    | 0,5    |

Hieraus ergibt sich, daß fast in allen Monaten der Sand höher temperiert ist als das Moor (Mai und Juni ist dieses wärmer), nur im April sind beide gleicher Temperatur. Diese Ausnahmen können aber ihren Grund haben in den unsicheren Messungen in den obersten Bodenschichten. Größer ist auch das Jahresmittel des Sandes als das des Moores. (In München war ebenfalls die mittlere Jahrestemperatur für 1881/84 in feinkörnigem Quarzsand 9,4°, im Moorboden 8,7°.)

Die geringere Wärmekapazität des Sandes bedingt dessen größere Jahresamplitude, groß ist die Wärmekapazität des Moores infolge seines reichlicheren Wassergehaltes, von welchem die Erwärmungsfähigkeit eines Bodens meist abhängt.

Da die Verhältnisse des täglichen Temperaturganges nur durch eine größere Anzahl täglicher Termine zu bestimmen ist (die tägliche Periode wird durch zahlreiche Störungen in den Oberflächenschichten beeinflusst) wurde die Differenz zwischen der 7 a und 2 p Beobachtung gebildet, diese ist etwas kleiner als die tägliche Amplitude.

Die Tagesschwankungen des Moores sind infolge seiner größeren Wärmekapazität und des Wärmeverbrauchs zur Verdunstung des Wassers nicht so groß wie die des Sandes. Die Amplitude überschreitet im Sommer im Sand 10° (der höchste Wert fällt in den Juli, während im Moor dieser Monat eine auffallende Depression zeigt), sie sinkt in beiden Bodenarten im Winter unter 1° und ist im Jahresdurchschnitt im Sand etwa 1° größer als im Moor.

Die Morgentemperatur ist im Moor nur im Mai, Juni und September etwas höher als im Sand, in allen übrigen Monaten ist sie niedriger. — Dieses gilt auch für die Mittagstemperatur während des ganzen Jahres, denn die Temperatur des Moores ist auch in den Sommermonaten niedriger als im Sand, obwohl die dunklere Farbe ein größeres Wärmeabsorptionsvermögen bedingt. Die Abendtemperatur ist im Mittel im Moor von Oktober-März niedriger als im Sand, höher aber in der wärmeren Jahreshälfte, denn der Sand nimmt tagsüber Wärme auf, strahlt sie aber bei Nacht wieder aus.

An den meisten Tagen sind die 2p-Temperaturen im Sand doppelt so hoch als die 7a-Temperaturen, sobald aber die Wärmezufuhr nachläßt, kühlt sich der Sand schneller ab als das Moor. In diesem sind natürlich an heißen Sommertagen, an denen sein Wassergehalt geringer und der Boden trockener ist, auch die täglichen Schwankungen verhältnismäßig groß.

| J a h r                 | S a n d        |                |                | M o o r        |                |                |
|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                         | 7 <sup>a</sup> | 2 <sup>p</sup> | 9 <sup>p</sup> | 7 <sup>a</sup> | 2 <sup>p</sup> | 9 <sup>p</sup> |
| 1906 8. Juli . . . . .  | 23,5           | 49,4           | 20,1           | 19,8           | 31,8           | 21,4           |
| 9. - . . . . .          | 21,6           | 48,1           | 20,3           | 19,6           | 31,4           | 21,5           |
| 10. - . . . . .         | 22,3           | 47,2           | 18,4           | 19,4           | 30,4           | 20,0           |
| 11. - . . . . .         | 20,2           | 48,7           | 18,0           | 18,0           | 29,3           | 19,3           |
| 1908 27. Dezember . . . | - 4,2          | - 6,0          | -11,4          | - 0,9          | - 1,2          | - 3,0          |
| 28. - . . . . .         | -12,7          | - 7,3          | - 8,1          | - 4,1          | - 2,8          | - 3,2          |
| 29. - . . . . .         | -10,5          | - 9,9          | -12,4          | - 4,5          | - 4,1          | - 5,6          |
| 30. - . . . . .         | - 8,7          | - 6,1          | - 6,6          | - 4,6          | - 3,6          | - 4,0          |
| 31. - . . . . .         | - 7,0          | - 4,4          | -10,2          | - 4,2          | - 3,3          | - 5,6          |

Im Gegensatz zu der starken Erhitzung der Sandoberfläche im Sommer, steht die starke intensive Erkaltung derselben im Winter. Die Unterschiede sind ganz erheblich in dieser Jahres-

zeit, die täglichen Temperaturschwankungen in beiden Bodenarten aber wesentlich verringert. In weiteren Grenzen schwanken die monatlichen Extreme in der Sandoberfläche als in derjenigen des Moores. Seine mittleren Minima sind in den Frühjahrs- und Herbstmonaten niedriger als diejenigen des Sandes, gleiches gilt von April bis September (Juli ausgenommen) für die absoluten Minima.

Es beträgt die Schwankung

von April bis September im Sand 24,1°, im Moor 19,2°,  
 von Oktober bis März - - 11,5°, - - 10,2°.

Als mittlere Eintrittszeiten der Jahresextreme ist anzusehen für

|                 | Sand           | Moor        |
|-----------------|----------------|-------------|
| für das Minimum | der 18. Januar | 19. Januar, |
| - - Maximum     | - 4. Juli      | 29. Juni.   |

Die Zeiträume decken sich also für das Minimum in beiden Bodenarten, für das Maximum sind aber die Grenzen im Sand weiter als im Moor (79 im Sand, 58 im Moor).

Bei dem Auftreten von Spät- und Frühfrösten bei trockenem Wetter und in klaren Nächten spielt die stärkere Wasserverdunstung des Moores und der dadurch bedingte größere Wärmeverbrauch u. a. mit einer großen Rolle. Dadurch wird sogar die dem Sande eigene starke Abkühlung in klaren Nächten noch vom Moor übertroffen. Im Mittel tritt der letzte Frühjahrsfrost an der Oberfläche des Moores acht Tage später ein als an der des Sandes, der erste Herbstfrost im Moor etwa vierzehn Tage früher als im Sand.

**Wirkt Acetylen auf Metalle ein?** Die für die gesamte Acetylenindustrie überaus wichtige Frage, ob bzw. wie das Acetylen auf Metalle einwirkt, ist jüngst von den Herren H. Reckleben und Joh. Scheiber zum Gegenstande einer eingehenden Experimentaluntersuchung gemacht worden, über deren Ergebnisse in der Chemikerzeitung (39, 42, 1915) berichtet wird. Zur Untersuchung gelangten folgende Metalle: Zink, Zinn, Eisen, Kupfer und Nickel in Gestalt von Pulvern, ferner Bleifeile und schließlich Messing, Rotguß, Neusilber, Phosphorbronze, Aluminiumbronze, Kunstbronze, Letternmetall und Schnellot, diese Legierungen in Form von Spänen. Das Acetylen wurde durch Einbringen von Fahrradcarbid in überschüssiges Wasser gewonnen und über Kochsalzlösung in einem Flaschengasometer aufgefangen. Aus diesem strich es mit einer Geschwindigkeit von etwa 5 bis 6 Litern täglich zunächst durch eine Waschflasche mit wenig Wasser und dann als rohes feuchtes Gas über eine erste Reihe der Metallproben. Dann ging es durch ein Vorgelege mit saurer Kupfer-, Eisen- und Bleilösung und durch Glycerin, um danach als gereinigtes feuchtes Gas eine zweite Reihe der Proben zu bespülen. Nach dem Durchgange durch einige Trockentürme mit Natronkalk und Chlorkalzium erreichte es endlich als trockenes reines Gas eine dritte Reihe der Metallproben. Vor dem Austritt ins Freie wurde das Gas dann noch durch ein Rohr mit Chlorkalzium und eine Flasche mit Paraffinöl geleitet, damit weder Luft noch Feuchtigkeit in den Apparat eindringen konnten. Die Metallpulver wurden vor Beginn der Versuche einige Tage an der Luft getrocknet. Alle Proben wurden vor und nach dem Versuche in lufttrockenem Zustande sorgfältig gewogen, um eine etwaige Gewichtsänderung infolge einer Einwirkung des Acetylens festzustellen. Dabei ergab sich aber nach einigen Monaten, daß aus dem feucht einwirkenden Gase merkliche Feuchtigkeitsmengen niederschlugen. Um diese Fehlerquelle unschädlich zu machen, ließen die genannten Forscher in Zukunft jeder Wägung eine Trocknung der Metallproben durch Überleiten trockener und kohlensäurefreier Luft vorausgehen. Die Dauer der Versuche betrug 20 Monate. Während dieser Zeit blieb das Gas höchstens in den Ferien gelegentlich im Apparate stehen, während es im übrigen dauernd mit der oben genannten Geschwindigkeit hindurchstrich.

Es zeigte sich nun, daß das reine trockne Acetylen auf keine der Proben während der 20 Monate eingewirkt hatte. Sämtliche Metalle der dritten Reihe blieben in Gewicht und Aussehen völlig unverändert.

Das reine feuchte Acetylen bewirkte nur bei Nickel und Kupfer eine geringe Gewichtszunahme um 0,9 bzw. 1,6 v. H.

Das rohe feuchte Acetylen ließ Zinn, Rotguß, Neusilber, Aluminiumbronze, Letternmetall und Schnellot fast unverändert. Bei Zink, Blei und Messing bewirkte es eine geringe Gewichtszunahme um 0,4 bis 0,9 v. H., bei Nickel eine solche von 0,9 v. H. Größer war die Zunahme bei Eisen, Kunstbronze und Phosphorbronze, nämlich 6,4 bzw. 6 und 14,4 v. H. Diese letzteren drei Proben hatten dabei ihren metallischen Glanz eingebüßt und waren schwarz geworden. Eine weit stärkere Veränderung wies die Kupferprobe der ersten Reihe auf: sie zeigte schon nach 6 Monaten völlige Schwärzung bei einer Gewichtserhöhung um 92 v. H., die allerdings teilweise

von Feuchtigkeit herrühren dürfte. Diese Kupferprobe wurde nun durch Kupferblech ersetzt, auch wurden Kupferpulver verschiedener Korngröße sowie Kupferdraht in Glasröhren auf Porzellschiffchen dem Strom des feuchten rohen Acetylen ausgesetzt. Das Blech zeigte nach 12 Monaten einen Gewichtszuwachs um 80 v. H. In den Schiffchen lagen anscheinend die Oberflächenverhältnisse für eine Einwirkung des Gases minder günstig. Die Gewichtszunahme während dieser 12 Monate betrug nämlich beim Kupferdraht 9,5 v. H., beim feinsten Pulver 11,7 v. H., beim mittleren 17,3 v. H. und beim größten 34,4 v. H. Alle Pulver waren vollständig schwarz geworden, und bei den feineren hatten sich richtige Krusten gebildet. Da sich bei vorsichtigem Erhitzen und bei Schlag keine explosive Substanz nachweisen ließ, so lag offenbar eine Bildung von Acetylenkupfer nicht vor. Auch lieferte die Behandlung mit Säuren kein Acetylen. Hingegen waren Spuren von Schwefelwasserstoff nachweisbar. Daneben blieb eine ungelöste schwarze Masse in großer Menge zurück, die ihrem Verhalten nach als humoide Substanz erschien, wie solche bei Einwirkung von Kupfersalzen auf Acetylen leicht erhalten wird. Eine gleichartige Masse wurde beim Auskratzen eines Kupferrohres gefunden, das längere Zeit als Acetylenleitungsrohr für eine Kraftwagenlaterne gedient und sich verstopft hatte.

Die Herren Reckleben und Scheiber fassen ihr Urteil dahin zusammen, daß vom Standpunkte der Explosionssicherheit gegen die Verwendung von Kupfer und seinen Legierungen bei Acetylenapparaten und Acetylenanlagen nichts einzuwenden sei, daß hingegen hier die Gefahr einer Verstopfung vorliege. Um einer solchen vorzubeugen bzw. zu begegnen, empfehle es sich, nach dem Vorschlage von H. Vogel die mit Acetylen in Berührung kommenden Messingteile zu vernickeln oder noch besser alle derartigen Metallteile zu verzinnen, und zwar auch dann, wenn sie nicht aus Kupfer oder Kupferlegierungen bestehen.

Bei der gegenwärtigen Kupferknappheit erscheint demnach ein Ersatz von Kupfer- bzw. Messingteilen in Acetylenapparaten und -anlagen durch solche aus Zinn oder verzinnnten anderen Metallen nicht nur unbedenklich, sondern sogar zweckmäßig. Iklé.

**Über die virtuelle Temperatur des Himmels.** Die Messungen von A. Lo Surdo über nächtliche Ausstrahlung mit dem Angströmschen Pyrheliometer ergaben als Zeiten geringster Gegenstrahlung des Himmels (größter Ausstrahlung gegen ihn) am Monte Cimone 9 p und 4 a, kurz vor Sonnenaufgang (für Neapel war es 10 p und 5 a). Nach den ersten dieser Minima wächst die Strahlung rasch an und sinkt dann sehr langsam bis in die Nähe des zweiten. Dieses wird nach einem kurzdauernden Falle erreicht und leitet zu einem etwas schnelleren Anstieg über.

Der niedrigste beobachtete Wert war 0,284 g-cal/cm<sup>2</sup> gegen 0,369 in Neapel.

In der Nacht sind die Verhältnisse annähernd konstant, sehr rasche Veränderungen bringen die Stunden niedrigen Sonnenstandes, und die Einstrahlung nimmt um die Mitte des Tages hohe Werte an.

In der folgenden Tabelle sieht man in allen drei Reihen um die Zeit des Sonnenaufganges, also um 5<sup>a</sup> 23, eine Umkehr:

| Zeit              | Lufttemperatur<br>C° | Gemessene<br>Ausstrahlung<br>g-cal/cm <sup>2</sup> .min. | Virtuelle<br>Temperatur<br>des Himmels<br>C° | Gegenstrahlung<br>des Himmels<br>g-cal/cm <sup>2</sup> .min. |
|-------------------|----------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 5 <sup>a</sup> 00 | 7,1                  | 0,180                                                    | — 24,5                                       | 0,298                                                        |
| 5 03              | 7,1                  | 0,176                                                    | — 23,7                                       | 0,302                                                        |
| 5 05              | 7,1                  | 0,174                                                    | — 23,2                                       | 0,305                                                        |
| 5 10              | 7,1                  | 0,168                                                    | — 22,0                                       | 0,310                                                        |
| 5 14              | 7,1                  | 0,166                                                    | — 21,5                                       | 0,313                                                        |
| 5 17              | 7,2                  | 0,170                                                    | — 22,2                                       | 0,309                                                        |
| 5 21              | 7,2                  | 0,172                                                    | — 22,7                                       | 0,307                                                        |
| 5 23              | 7,2                  | 0,176                                                    | — 23,5                                       | 0,303                                                        |
| 5 25              | 7,3                  | 0,172                                                    | — 22,5                                       | 0,308                                                        |
| 5 27              | 7,3                  | 0,170                                                    | — 22,1                                       | 0,310                                                        |
| 5 30              | 7,4                  | 0,160                                                    | — 19,9                                       | 0,321                                                        |

Hiernach nimmt die Gegenstrahlung des Himmels bis kurz vor Sonnenaufgang zu (vielleicht infolge der „Wärmedämmerung“, welche aus dem nächtlichen Temperaturgang zu folgen scheint und hier etwa zwei Stunden vor Sonnenaufgang beginnt) und wird dann wieder kleiner bis zum Minimum beim Aufgang, um hierauf normal rasch anzusteigen.

Diese bisher noch unerklärte Erscheinung ließe sich als ein Analogon ansehen zu der gleichzeitigen raschen Veränderung der Polarisation.

Unter „virtueller Temperatur des Himmels“ (Meteorolog. Zeitschr. 1914, S. 152) versteht man diejenige Temperatur, welche das Himmelsgewölbe als absolut schwarzer Strahler haben müßte, um uns die beobachtete Strahlungsenergie zuzusenden. Es ist also die Temperatur eines am Beobachtungsort ausgesetzten schwarzen oder grauen thermisch isolierten Körpers mit horizontaler Oberfläche, welche allein strahlt. Die Annäherung an diese Temperatur erfolgt durch Ausstrahlung des Körpers asymptotisch.

Dieser Begriff ist aber deshalb nicht ganz angebracht, weil er von fingierten Voraussetzungen ausgeht (die Gegenstrahlung des Himmels ist nicht derselben Art und die spektrale Verteilung der Strahlung ist stark abhängig vom Höhenwinkel). Daher ist die virtuelle Temperatur des Himmels (wegen des Gesetzes von Stefan-Boltzmann) aus der Gesamtstrahlung berechnet nicht das Mittel der virtuellen Temperaturen der einzelnen Partien. Genügend grau ist ferner weder die Luft noch ein für die Strahlung meteorologisch in Betracht kommender Körper.

Daher wurden die Daten auf die Gegenstrahlung des Himmels umgerechnet, welche eine genaue und wissenschaftliche Angabe gestattet.

**Tönende und singende Dünen.** An einigen wenigen Stellen des Strandes kann man beim Dahinschreiten ein Geräusch vernehmen, das nicht mehr Knirschen, sondern eher als Ton bezeichnet werden muß. Es ist ein sehr feiner, heller Ton, vergleichbar mit klingendem Silber oder dem feinen Stimmchen, welches kleine Reptilien bei ihrer Gefangennahme vor Schreck ausstoßen.

Wahrscheinlich rührt er daher, daß der Sand vor dem Hacken zusammengedrückt wird und die Sandkörner an den Stellen seines Auftretens fast genau gleich groß sind. Sie lagern sich unter dem Einfluß der Schwerkraft in gleich großen Abständen voneinander und zwischen ihnen sind die eingebetteten Lufträume gleich groß. Bei dem schnellen Vorwärtsschieben des Hackens bildet sich ein kleiner winziger Luftstoß. Sogleich wird aber die zweite Reihe gegen die dritte gepreßt und wieder entsteht ein genau gleichartiger Luftstoß und viele solcher schnellen regelmäßigen Luftstöße bilden dann den Ton.

Dieser ist anscheinend am reinsten und lautesten bei trockenem Wetter und ähnelt mehr dem Knirschen und wird schwächer bei feuchtem Wetter. Bei diesem sind die Sandkörner mit Wasserhäutchen bedeckt von nicht genau gleicher Dicke. Dadurch werden die dazwischenliegenden Lufträume verschieden groß und die Luftstöße beim Zusammenprallen der Körner unregelmäßig, sie führen nicht zur Tonbildung. Der Ton ist auch schwächer, da die Flüssigkeitshäutchen als Dämpfer wirken. — Am besten sind die Körnchen aber geordnet bei trockenem Wetter, die Lufträume sind auch gleich groß und der Ton infolge der Regelmäßigkeit rein und laut.

Herrscht lange Zeit starker Wind und sind dadurch Sandwehen entstanden, so verschwindet der Ton ganz, da sich die Sandkörner nicht unter dem ausschließlichen Einfluß der Schwerkraft ordnen konnten, sondern durch die mechanische Gewalt des Windes beliebige Stellungen einnahmen. Dadurch fehlt die Regelmäßigkeit für die Bildung eines Tones und man vernimmt das schwache, dumpfe Geräusch wie immer beim Durchschreiten von Sand (Prometheus 1916 Nr. XXVII S. 333).

**Sonnenfleckenhäufigkeit und Temperatur auf der Erde.** In den Memoirs of the Indian Meteorological Department, 21, (9), 61, veröffentlicht, wie „Nature“, 96, 271, 1915, berichtet, Herr Gilbert T. Walker eine Zusammenstellung von Beobachtungen, aus denen deutlich ein Zusammenhang zwischen der Häufigkeit der Sonnenflecken einerseits und der Temperatur auf der Erde andererseits hervorgeht. Diese Beobachtungen wurden an verschiedenen, über den ganzen Erdball verstreuten, Stationen gewonnen. An vielen Stationen wurden zur Zeit der Sonnenfleckenmaxima auffallend niedrige Temperaturen gemessen. Andererseits erstreckt sich aus den arktischen Regionen bis nach Westeuropa hinein ein Gebiet, in dem die Sonnenfleckenmaxima mit auffallend hohen Temperaturen parallel verlaufen. Ein Zusammenhang zwischen beiden Erscheinungsgruppen scheint danach unzweifelhaft vorhanden zu sein.

Iklé.

## Bücherschau

**A. Bortels.** Der Flugmeister. Was der Flugzeugführer und Beobachter von der Navigation wissen muß! Handbuch für Flugzeugführer und Beobachter zum nautischen Unterricht und Selbstunterricht. Geb. Mk. 1,50. 16°. Verlag Dietrich Reimer (Ernst Vohsen), Berlin 1916.

In der jetzigen Zeit der gewaltigen Kämpfe in der Luft ist jedes Buch, das dem Flugzeugführer wie dem Beobachter Gelegenheit gibt, sich für ihren Dienst die notwendigen Kenntnisse anzueignen, von großer Bedeutung. Der Verfasser hat zur Unterstützung beim Unterricht wie auch für den Selbstunterricht die Frage- und Antwortform gewählt, um seine Leser möglichst schnell und unter Vermeidung alles Überflüssigen mit der Handhabung des Kompasses, den Fehlern desselben, der Mißweisung und Deviation bekannt zu machen. Er behandelt in klarer Weise auch das Kompensieren des Flugzeugkompasses, die Einteilung der Erdoberfläche, die Handhabung der Karten und Meßinstrumente, gibt verständliche Tabellen zur Umrechnung der Windgeschwindigkeit, zur Entnahme des Winkels zwischen Kurs und Wind, und der Berechnung der Geschwindigkeit des Flugzeugs über Grund in Kilometern. Zur Bestimmung der Himmelsrichtung ohne Kompaß gibt er im Lapidarstil folgende Anweisung:

„Man legt eine Taschenuhr horizontal, mit dem kleinen Zeiger nach der Sonne. In der Mitte zwischen dem kleinen Zeiger und der Zahl 12 liegt Süden. — Die Sonne steht 6 Uhr früh im Osten, 9 Uhr im Südosten, 12 Uhr im Süden, 3 Uhr nachmittags im Südwesten und 6 Uhr abends im Westen. — Im Sommer geht die Sonne im Nordosten auf, im Nordwesten unter. — Der Vollmond steht 6 Uhr abends im Osten, 12 Uhr nachts im Süden, 6 Uhr früh im Westen. — Das erste Viertel steht 6 Uhr abends im Süden, 12 Uhr nachts im Westen; das letzte Viertel 12 Uhr nachts im Osten, 6 Uhr früh im Süden. — Der Polarstern steht im Norden. — Die Venus (Morgen- und Abendstern) steht vor Sonnenaufgang im Osten, bei Sonnenuntergang im Westen.“

Alles andere Wissenswerte für den Flieger ist in kurzen Abrissen zusammengestellt, wie z. B.: die Zeitunterschiede. (Seit 1. April 1898.) — Die mitteleuropäische Zeit (M.E.Z.) ist die Zeit des 15. Meridians östl. v. Gr., für Deutschland, Bosnien, Dänemark, Italien, Luxemburg, Norwegen, Österreich-Ungarn, Schweden, Schweiz, Serbien und die westliche Türkei.

Die westeuropäische Zeit (W.E.Z.) geht der M.E.Z. um 1 Stunde nach und gilt für Belgien, Großbritannien, Niederlande, Spanien und Frankreich.

Die osteuropäische Zeit (O.E.Z.) geht der M.E.Z. um 1 Stunde vor und gilt für Bulgarien, Rumänien und die östliche Türkei.

Die übrigen europäischen Länder haben Landeszeiten nach ihren Hauptstädten.

#### Thermometertabelle.

|                      | Eispunkt | Siedepunkt |                            |                            |
|----------------------|----------|------------|----------------------------|----------------------------|
| Reaumur . . . . .    | 0°       | 80°        | $C = \frac{5}{4} R$        | $R = \frac{4}{5} (F - 32)$ |
| Celsius . . . . .    | 0°       | 100°       | $C = \frac{5}{9} (F - 32)$ | $F = \frac{9}{5} C + 32$   |
| Fahrenheit . . . . . | 32°      | 212°       | $R = \frac{4}{5} C$        | $F = \frac{9}{4} R + 32$   |

#### Die höchsten Berge der Welt.

|                                  |            |                                    |            |
|----------------------------------|------------|------------------------------------|------------|
| Mount Everest (Asien) . . . . .  | 8840 Meter | Kilimandscharo (O.-Afr.) . . . . . | 6010 Meter |
| Aconcagua (S.-A.) . . . . .      | 7040 "     | Montblanc (Europa) . . . . .       | 4810 "     |
| Mt. Mc. Kinley (N.-A.) . . . . . | 6240 "     | Zugspitze (Deutschland) . . . . .  | 2970 "     |

#### Die höchsten Bauwerke der Welt.

|                                                 |           |                                    |           |
|-------------------------------------------------|-----------|------------------------------------|-----------|
| Eiffelturm in Paris . . . . .                   | 300 Meter | Mole Autoinelle in Turin . . . . . | 161 Meter |
| Telefunkenurm in Eilvese bei Hannover . . . . . | 250 "     | Rathaus Philadelphia . . . . .     | 163 "     |
| Washington-Säule . . . . .                      | 170 "     | Münster in Ulm . . . . .           | 162 "     |
| Obelisk in Washington . . . . .                 | 169 "     | Dom in Köln . . . . .              | 156 "     |
|                                                 |           | Cheops-Pyramide . . . . .          | 151 "     |

Zum Schluß sind noch die Morsesignalzeichen und eine kurze Anweisung für die ersten Hilfeleistungen bei Unglücksfällen und plötzlichen Erkrankungen bis zur Ankunft des Arztes aufgeführt. Im Anhang findet sich ein Jahreskalender für Notizen, eine Literaturzusammenstellung über die neuesten Bücher für Flieger und eine im Buntdruck hergestellte Weltflaggenkarte. Wir können daher allen Interessenten die Anschaffung dieses Buches wärmstens empfehlen.

Dr. F. S. Archenhold.

#### Bei der Redaktion eingegangene Bücher

**Zöllner, Friedrich, Prof., Gelöste Welträtsel.** Die Naturwissenschaft und christliche Offenbarung. Naturwissenschaft und Wunder. Durch die Naturwissenschaft zur Erkenntnis Gottes. Teil 3 und 4 der Sammlung „Die Brücke zum Jenseits“, 12 Teile eplt. Mk. 6,—, 120 Seiten Mk. 1,30 portofrei (auch ins Feld). Verlagsanstalt E. Abigt, Wiesbaden.

## INHALT

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Ein Rätsel des westfälischen Bodens. Von Wilhelm Krebs . . . . . 169<br>2. Physikalische Rundschau. Von Dr. Walter Block . 173<br>3. Kleine Mitteilungen: Die sogenannte Sternschnuppen-gallerie. — Die durchdringende Strahlung der Atmosphäre. — Die Wärmeperioden des nordischen | Sommers. — Über Grundlagen und Theorien der Paläontoklimatologie. — Ein Nachtrag zur Katastrophe von Krakatau . . . . . 177<br>4. Bücherschau: Prof. Dr. Wilhelm Trabert, Meteorologie. — E. Warburg, Die Kultur der Gegenwart III. Teil, III. Abteilung. I. Band „Physik“ . . . . . 183 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

## Ein Rätsel des westfälischen Bodens.

### Versuch zu seiner Lösung

von Wilhelm Krebs,

Holsteinische Wetter- und Sonnenwarte Schnelsen.

Am 23. Juli 1905 ereignete sich im Eggegebirge bei Altenbeken der Einsturz eines Eisenbahntunnels. Das war in den letzten Nachtstunden geschehen und erst bemerkt worden, als ein Eisenbahnzug um 6 Uhr 50<sup>a</sup> den Tunnel passieren sollte. Schon in einem, drei Tage später, unter dem 26. Juli 1905, erschienenen Beitrage zum Feuilleton des Hamburger Fremdenblattes „Der Bergsturz von Altenbeken und die sibirischen Erdbeben am 23. Juli 1905“ setzte ich ihn in Beziehung zu dieser Erdbebenerscheinung. Sie war von den Städten Mariinsk, Kjachta und Chita aus gemeldet worden, deren erste von der letzten schon um ein volles Drittel des Weges bis Altenbeken entfernt war. Leitend waren für mich die räumlich wie auch zeitlich weitgreifenden Folgeerscheinungen an Bergrutschen und Grubeneinstürzen, die ich bei Untersuchung des skandinavisch-baltischen Erdbebens vom 23. Oktober 1904 gefunden hatte.

Zunächst erfuhr die von mir angenommene, ungefähre Gleichzeitigkeit Bestätigung. Für die aus Sibirien gemeldeten Zeitangaben des Erdbebens, Ortszeit vorausgesetzt, ergab sich für den Eintritt des Erdbebens ein Zeitpunkt gegen 3 Uhr 53 mitteleuropäischer Zeit. Die Aufzeichnung der Erdbebenwarte zu Manila, die mir durch das liberale Entgegenkommen des Philippine Weather Bureau zugänglich wurde, ergab als Anfang tatsächlich 3 Uhr 53 m 58 s mitteleuropäischer Zeit. Die Entfernung des Herdes von Manila, die aus der gleichen Aufzeichnung berechnet werden konnte, wies auf 3900 bis 4300, am wahrscheinlichsten auf 4200 km. Das bezeichnete in Südsibirien deutlich genug den an Erdbeben reichen Grabenbruch, den der Südteil des Baikalsees ausfüllt, und der das Selengatal vom oberen Angaratale vor Zeiten getrennt haben soll.<sup>1)</sup> Doch wurde durch jene Entfernung zugleich eine um  $4\frac{3}{4}$  Minuten frühere Zeit des Beginnes, am Herde selbst, erfordert, demnach 3 Uhr 49 mitteleuropäischer Zeit. Jedes Fernbeben schickt außer den direkt durch das Erdinnere demnach zuerst eintreffenden Stoßwellen noch Oberflächenwellen aus. Diese verspäten sich mit zunehmenden Entfernungen mehr und mehr. Gerade diese Verspätung gibt ja eines der Mittel an die Hand, die Entfernung abzuschätzen. Diese Wellen der obersten Bodenschicht, die die stärksten Ausschläge des ganzen Bebenbildes umfassen, mußten in Westfalen 8 bis 9 Minuten nach den ersten Stoßwellen eintreffen. Das war also wenige Minuten vor 4 Uhr morgens der mitteleuropäischen Zeit.

In der Tat erlangte ich nach Jahren einen urkundlichen Beleg dafür, daß um diese Zeit, am 23. Juli 1905, der westfälische Boden eine ganz außergewöhn-

<sup>1)</sup> F. de Montessus de Ballore, Les tremblements de terre. Paris 1906, p. 135.



liche Bewegung aufwies. Die auf der Magnetischen Warte der westfälischen Berggewerkschaftskasse zu Bochum aufgenommene Kurve der magnetischen Deklination ließ von 4 Uhr 11 bis 23 Min. mitteleuropäischer Zeit eine Lücke erkennen, die als „Störung“ bezeichnet ist. Der Zeit nach war sie also eine Registrierung des Einsturzes.

Inzwischen hatte der gleiche Zusammenhang eine Wiederholung von noch packenderer Deutlichkeit gefunden. In einer anderen Gegend Südsibiriens, vor allem bei Wjernyi am Issylt-Kul, hatte am 4. Januar 1911 ein zerstörendes Erdbeben stattgefunden. Es hatte, als Weltbeben, nicht allein die Erdbebenmesser des ganzen Erdenrundes in Bewegung gesetzt, es hatte auch die Deklinatorien magnetischer Warten, in vorübergehender Störung, ihrem eigentlichen Berufe untreu gemacht. Als solche freiwilligen Seismographen hatten die Magneto-graphen des Observatoire astronomique zu Val joyeux und in noch ausgiebigerem Maße wieder das Deklinatorium in der westfälischen Warte zu Bochum gedient (Abb. 1). Von 12 Uhr 30 bis 1 Uhr 10 in der Frühe des 4. Januar 1911 war der Deklinationskurve eine Folge stark zunehmender Ausschläge aufgesetzt. Diese

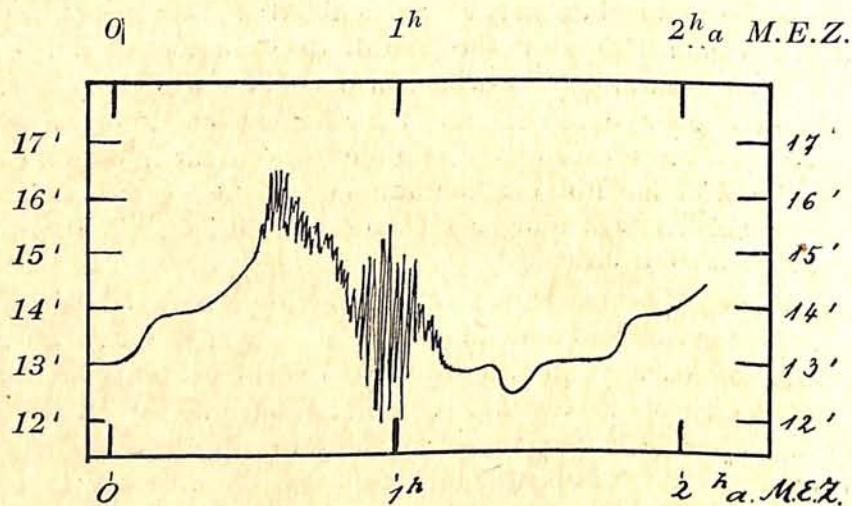


Abb. 1.

### Erdbeben-Aufzeichnung

auf der Deklinationskurve der Magnetischen Warte der Westfälischen Berggewerkschaftskasse zu Bochum, am Morgen des 4. Januar 1911, vergrößert von Wilhelm Krebs.

Die seismographischen Zacken sind deutlich, als etwas Fremdes, einer Deklinationsschwankung aufgesetzt, die ihrerseits zu den magnetischen Störungen gehören kann, von denen manchmal starke Erdbeben begleitet, oder häufiger, auch angekündigt werden.

ahmten mit überraschender Treue die einzelnen Teile einer immerhin etwas verzerrten Erdbebenkurve nach. Deutlich waren sie einer erdmagnetischen Schwankung als fremdartige Zacken weit geringerer Größenordnung aufgesetzt. Schon insofern ließen sie einen mechanischen Ursprung dieser Registrierung, nicht einen solchen, der durch Intervention erdmagnetischer Einflüsse entstanden war, annehmen. Die dahinzielenden Diskussionsbemerkungen der Herren Mainka und Mintrop, zu meinem Vortrage über die geophysikalischen Bedingungen von Grubenkatastrophen auf dem Naturforschertage 1912 zu Münster, traten also in

dieser Hinsicht offene Türen ein.<sup>1)</sup> Freilich trat dabei Herr Mintrop auch noch allzu weit hinaus mit der Bemerkung, daß alle schwereren Beben, vor allem auch das Erdbeben des 28. Dezember 1908 von Messina, ähnliche Störungen der Bochumer Deklinationskurve veranlaßt hätten. Gerade bei diesem Beben fehlt im Gegenteil jegliche Spur einer solchen Störung. Das gleiche Fehlen gilt von dem Erdbeben von Karatag am 21. Oktober 1907, obgleich dieses Erdbeben an mitteleuropäischen Seismographen maximale, sogar das höchstangesetzte Ausmaß zum Teil übersteigende Ausschläge veranlaßte. „Heidelberg, Königstuhl verzeichnete das stärkste Erdbeben seit Bestehen der dortigen Warte, Hamburg erwähnte Pendelausschläge bis 100, Laibach solche bis 102 mm. Hier wurden auch die Begrenzungsschrauben von den Pendelgewichten angeschlagen.“<sup>2)</sup> Das indifferente Verhalten des Bochumer Deklinatoriums diesem starken Erdbeben gegenüber erscheint von besonders großer Bedeutung. Denn die Richtung der von ihm veranlaßten Bodenschwingungen traf, nach einer Ausmessung auf Seekarten-Projektion, die Nadel des Bochumer Deklinatoriums unter einem kleinsten Winkel von  $60^\circ \pm 1^\circ$ . Die entsprechenden Richtungswerte für die Erdbebenwellen des 28. Dezember 1908 waren  $10^\circ \pm 1$ , für die der vom Deklinatorium registrierten Erdbeben vom 23. Juli 1905  $77^\circ \pm 1$  und vom 4. Januar 1911  $67^\circ \pm 1$ . Die besonders deutliche Registrierung bei einem Auftreffen unter  $67^\circ$  läßt das völlige Ausbleiben einer Registrierung beim Auftreffen der außerordentlich starken Schwingungen des 21. Oktober 1907, unter einem um bloß  $7^\circ$  kleineren Winkel, ganz und gar unerklärlich erscheinen, wenn nicht eine besondere Begünstigung durch Bodenverhältnisse angenommen wird.

Dieser Schluß wird bestärkt durch die Ergebnisse einer ähnlichen Untersuchung an den in jener Diskussion zu Münster von mir schon erwähnten amerikanischen Fällen.<sup>3)</sup>

Auf das Erdbeben von San Franzisko, am 18. April 1906, sprach, nach L. A. Bauer, der Magnetograph von Honolulu an, der von Puertorico nicht. Dort war sogar die Deklinationsrichtung ungünstiger der Richtung der von San Franzisko nahenden Bodenschwingungen gegenüber als hier. Der kleinste Einfallswinkel dieser Schwingungen betrug dort nur  $52^\circ \pm 1$ , gegen  $68^\circ \pm 1$  hier.

Auf das schwere, mit einer vulkanischen Flutwelle verbundene Seebeben des 31. Januar 1906 sprach, nach L. A. Bauer, umgekehrt der Magnetograph von Puertorico an, der von Honolulu nicht. Auch hier hätte, nach Maßgabe der Richtungen allein, das umgekehrte Verhalten erwartet werden müssen. Der Einfallswinkel für Puertorico betrug nur  $48^\circ \pm 1$  gegen  $86^\circ \pm 1$  — also unbedeutend weniger als der Maximalwinkel von  $90^\circ$  — für Honolulu.

Unter diesen Umständen kann man ohne die Annahme begünstigender Bodenverhältnisse wohl nicht auskommen. Für Westfalen liegt da ein vollkommenes Rätsel vor. Die heutige Geologie vermag es nicht zu lösen. Von einem der besten Kenner westfälischen Bodens, an den ich mich gewandt habe, wurde sogar die Möglichkeit eines solchen Zusammenhanges bestritten. Und doch liegen

<sup>1)</sup> Verhandlungen Deutscher Naturforscher und Ärzte zu Münster 1912, Bd. II, Teil I, S. 188 bis 192.

<sup>2)</sup> Wilh. Krebs, Das Erdbeben vom 14. Januar 1907 und seine Begleiterscheinungen. „Das Weltall“ Jahrg. IX, Heft 7, S. 105.

<sup>3)</sup> Verhandlungen a. a. O. II, I, S. 91.

L. A. Bauer, Magnetograph records of earthquakes, with special reference to the San Francisco earthquake, April 18 1906. Journal, Terrestrial Magnetism vol. XI. No. 3, p. 135 bis 144.

einige Anhaltspunkte vor, die näher an eine Lösung herangelangen lassen. Freilich sind es nicht eigentlich geologische, sondern geophysikalische und geodätische Anhaltspunkte.

Die Mitteilung A. Angots in dem Sitzungsberichte der Pariser Akademie vom 9. Januar 1911 über das Erdbeben vom 4. Januar 1911 beschränkte die Dauer seiner Registrierung durch die Magnetographen des Val Joyeux auf 30 Zeitminuten.<sup>1)</sup> Die Registrierung zu Bochum (Abb. 1) umfaßte dagegen rund 40 Zeitminuten. Es erscheint statthaft, in der Zeitdauer eine Funktion der örtlichen Intensität zu sehen. Diese verhielt sich demnach zwischen Bochum und Paris wie 4:3. Die Entfernungen dieser Orte, auf dem Globus gemessen, betragen von Wjernyi am Issyk Kul für Bochum 5200, für Paris 5600 km. Erst ihre dritten Potenzen,  $10^{11} \times 1,4$  und  $10^{11} \times 1,8$ , verhielten sich umgekehrt annähernd wie 4:3. Das legt nahe, darauf zu schließen, daß die vermittelnden, sogenannten Oberflächenwellen sich nicht entlang einer Fläche, sondern innerhalb einer unweit der Oberfläche liegenden Masse vollziehen. Von Interesse wären unter diesen Umständen ähnliche Feststellungen an den Maximal- oder Oberflächen-Phasen wirklicher Seismogramme.

Für diese Untersuchung mag genügen, daß sie für die Bewegung der Deklinationenkurven am 4. Januar 1911 Geltung besitzt. Denn dann begünstigt sie die Lösung dieses Rätsels aus der durch Grad- und Schwermessungen festgestellten in ihrem Wesen allerdings noch keineswegs selbst enträtselten Massenanhäufung im Boden des nördlichen Mitteleuropa. Herr F. R. Helmert erwähnte sie in einem Vortrage, den er in der Fachsitzung der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin am 16. Dezember 1912 gehalten und unter dem Titel „Geoid und Erdellipsoid“ außerdem in Nr. 1 der Zeitschrift dieser Gesellschaft 1913 veröffentlicht hat, als „eine von den Schwerestörungen angezeigte Massenanhäufung in Deutschland und Dänemark, durch Rußland hindurch bis zum Ural, während weiter südlich im Bereiche des Mittelländischen Meeres und in Nordafrika Anzeichen von Massendefekten sich vorfinden“ (a. a. O. S. 30). Das ist offenbar ein besonderer geodätischer Ausdruck für das ruhigere, nordeurasische Schollenland, das sich von Nordfrankreich bis nach Ostsibirien erstreckt und nach den gefalteten Gebieten der großen Synklinale der Mittelmeerzone. Zu diesem gehört noch der Fergana-Distrikt, in dem General H. Pomerantzeff „Lotabweichungen gegen Taschkent von 50“ und „Höhenschwankungen des Geoides bis zu 12 m“ gefunden hat (a. a. O. S. 29). Noch südlicher als dieses Grenzgebiet, recht inmitten jener mittelmeeerischen Zone, liegt der Herd des Erdbebens vom 21. Oktober 1907, während die der Beben vom 23. Juli 1905 und vom 4. Januar 1911 erheblich mehr im Norden, schon in dem nordischen Schollengebiete, wenn auch nahe seinem Südrande, liegen.

Eine große Wahrscheinlichkeit spricht deshalb für die wesentliche Bedeutung der in ihm anzunehmenden östlichen Fortsetzung jener europäischen Massenanhäufung für die sonst so rätselhafte Sympathie westfälischen Bodens zu südsibirischen Erdbeben. Für die Tiefenerstreckung solcher, auf die Schwere wirkenden Massen liegen amerikanische Berechnungen vor, die bis zu 113,7 km herabreichen (a. a. O. S. 20). Es würde sich demnach um Tiefen rund bis zu 120 km handeln, also um etwa  $\frac{1}{50}$  des Erdhalbmessers. Das sind im Verhältnis so geringe Tiefen, daß sie ohne weiteres mit den bisherigen Ergebnissen über den Verlauf der sogenannten Oberflächenwellen vereinbar erscheinen.

<sup>1)</sup> A. Angot, Le tremblement de terre du 3.—4. Janvier 1911, Comptes rendus 9. 1. 1911.

## Physikalische Rundschau

Von Dr. Walter Block

### Nachwirkungsvorgänge

Man glaubt vielfach, daß bei allen Vorgängen der unbelebten Natur jede Veränderung in dem Zustand eines Körpers völlig dadurch in Richtung und Art bestimmt sei, daß man den augenblicklichen Zustand dieses Körpers kennt. Wenn wir beispielsweise einen Körper auf eine bestimmte Temperatur erwärmen, sodaß er diese allgemein annimmt, und ihn dann abkühlen lassen, dann können wir im voraus angeben, wie die Abkühlung verlaufen wird. Man geht dabei, wenn man sich die Sache an Hand von Erfahrungstatsachen nicht genauer überlegt, von der Vorstellung aus, daß alle derartigen Naturvorgänge gemäß bestimmten Gesetzen ganz zwangsmäßig verlaufen, daß es bei ihnen etwas von freiem Willen nicht gibt. Und daneben wird es als selbstverständlich angenommen, daß es bei solchen Vorgängen ganz gleichgiltig ist, was der Körper, den wir der Beobachtung unterwerfen, früher an Veränderungen durchgemacht hat, oder wie man es ausdrücken kann, daß die Naturerscheinungen in ihrem Verlauf von der Vorgeschichte der Körper unabhängig sind.

Es ist nun ohne weiteres klar, daß jene Annahmen in den meisten Fällen sicher zutreffen, oder daß wenigstens nur bei den genauesten Versuchen Abweichungen von diesen Regeln sich würden erkennen lassen. Daneben aber gibt es eine ganze Reihe von Erscheinungen, bei denen etwas derartiges sicherlich nicht zutrifft, daß also für solche Fälle die einfachen Gesetze nicht gelten, daß vielmehr kompliziertere an ihre Stelle treten müssen. Das sogenannte Hooke'sche Gesetz der Elastizität sagt ganz allgemein gefaßt aus, daß zwischen der Kraft, die einen Körper elastisch verändert, und der Größe dieser Veränderung eine bestimmte Proportionalität oder allgemeinere Beziehungen bestehen müssen. Man kann aber beobachten, daß ein Draht, den wir durch ein Gewicht spannen, und dann wieder entlasten, durchaus nicht sogleich in seine alte Länge zurückkehrt, sondern erst nach geraumer Zeit; es sind also Nachwirkungerscheinungen vorhanden, die nicht ohne weiteres in den Rahmen des einfachen Gesetzes passen, das vielmehr einer Erweiterung, die es ganz seinen einfachen Charakter verlieren läßt, dringend bedarf. Dieser Vorgang ist vielleicht einfach zu erklären, und ebenso eine ganze Reihe ähnlich gearteter, die man unter dem Namen von Nachwirkungerscheinungen zusammenfaßt.

Schwieriger sind nun aber schon andere, wie z. B. folgender: Wir verlängern einen Draht durch dauernden elastischen Zug um eine bestimmte Strecke und messen das Gewicht, das wir dazu brauchen. Nach einiger Zeit können wir dann feststellen, daß nur noch weniger an Gewicht notwendig ist, um diese bestimmte Verlängerung dauernd aufrecht zu erhalten, usw. Der Draht entspannt sich also allmählich. Solche Vorgänge, die man ebenfalls häufig beobachten kann, bezeichnet man nach Maxwell als Relaxationen.

Ein noch komplizierterer Fall, mit dem sich z. B. Boltzmann beschäftigt hat, ist nachstehender: Wir klemmen einen Draht an einem Ende fest ein, und verdrehen ihn am anderen um einen bestimmten Winkel nach rechts herum, halten ihn so einige Zeit fest, dann verdrehen wir ihn plötzlich nach links um den gleichen Betrag, lassen ihn aber danach sofort los; wir beobachten dann, daß er sich zunächst langsam der Stellung im unverdrehten Zustand nähert, diese aber dann überschreitet, sich selbständig noch etwas nach rechts verdreht

und dann erst die frühere Ruhelage erreicht. Boltzmann sucht diesen Vorgang dadurch zu erklären, daß er der Materie etwas wie Erinnerungsvermögen zuschreibt, und ähnlich wie er behandelt Volterra sie von einem nahe liegenden Standpunkt aus und bezeichnet sie als Vererbungserscheinungen. Von ihm rühren auch im wesentlichen die Grundlagen für eine mathematische Behandlung der Erscheinungen her.

Rein physikalisch sind aber alle jene Erklärungen, wie Kármán betont, nicht sehr befriedigend. Denn offenbar handelt es sich bei ihnen nicht nur um eine mehr oder weniger oberflächliche Verknüpfung direkt meßbarer Größen, die man unter Bezeichnungen wie Gedächtnis der Materie wohl beschreiben, nicht aber erklären kann, vielmehr sind diese nur das Ergebnis von Vorgängen, die innerhalb molekularer Dimensionen verlaufen, von denen sie gewissermaßen die Mittelwerte darstellen, und wenn auch für die Einzelwerte bestimmte einfache Gesetze gelten, so braucht dieses doch nicht mehr für die Mittelwerte der Fall zu sein, und die Lehren der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik, die sich in ihren Anwendungen z. B. auf die Lehre von den Gasen als äußerst fruchtbar erwiesen haben, brauchen hier nicht ohne weiteres zu guten Ergebnissen zu führen.

#### Photometer

Bei der Aufgabe der Messung der Lichtstärke von verschiedenen Lichtquellen hat man zwei Dinge sehr genau zu unterscheiden, die physikalische und die physiologische Wirkung eines leuchtenden Körpers. Das erste bedeutet nur, daß der Körper Energie in Wellenform aussendet, und zwar für jede bestimmte Wellenlänge eine bestimmte Menge Energie, das zweite, daß unter diesen Wellen neben anderen, die praktisch fast immer in der Überzahl vorhanden sind, sich solche befinden, die unser Auge als Licht wahrnimmt, das nur einen kleineren Bereich aller Wellen als Licht empfindet, und von den übrigen überhaupt nichts merkt. Es interessiert natürlich für praktische Fälle nur die physiologische Seite der Wirkung einer Lichtquelle, während die allerdings ebenso wichtige physikalische in erster Linie für die Kostenfrage von Bedeutung ist, insofern z. B., als die Lichtquelle mit am günstigsten ist, bei der beide Wirkungen zusammenfallen, d. h. von der zugeführten Energie alles in Licht umgesetzt wird.

Es ist deswegen bisher bei allen photometrischen Methoden immer von dem menschlichen Auge als Hilfsmittel der Messung Gebrauch gemacht, wobei man darüber hinweg sah, oder sehen mußte, daß es für diese Zwecke reichlich unempfindlich ist, insbesondere, wenn es sich darum handelt, das schwierigste Problem der Photometrie zu lösen, zwei Lichtquellen nicht gleicher Färbung mit einander zu vergleichen, als einfaches Beispiel eine Kerze und eine Quecksilberlampe. Und dabei gibt es genügend Hilfsmittel, um das Auge durch sie zu ersetzen, nämlich z. B. Thermoelemente, lichtempfindliche Selenzellen, die ihren elektrischen Widerstand bei Belichtung ändern, und lichtelektrische Photozellen mit ähnlichen Eigenschaften. Aber alle diese Hilfsmittel, die viel empfindlichere Messungen als mit dem Auge zulassen, haben den Nachteil, daß sie nicht gemäß der physiologischen Wirkung des betreffenden Lichtes arbeiten, daß also ihre Empfindlichkeit für die verschiedenen Wellenlängen der Lichtfarben nicht mit der Empfindlichkeit des normalen menschlichen Auges parallel geht.

Diesem Übelstand kann nun auf allerdings ziemlich schwierige Weise abgeholfen werden. Nämlich man schaltet vor das betreffende Meßgerät ein

geeignetes Farbfilter, dessen Durchlässigkeit für die verschiedenen Wellenlängen derart ist, daß sie der Empfindlichkeitsstärke des Auges gleichkommt. Mit anderen Worten, das Filter läßt nur die physiologisch wirksamen Strahlen hindurch, und diese auch nur in solchen Mengen, wie es der Wirkung der einzelnen Farben auf das Auge entspricht. Da wir die Helligkeit einer Lichtquelle in der Hauptsache nach ihrem Gehalt an gelben Lichtstrahlen beurteilen, muß ein derartiges Filter im wesentlichen gelbes Licht allein durchlassen. Man kann sich wohl vorstellen, daß die Herstellung eines solchen Filters eine äußerst mühsame Arbeit ist. Vorschriften dafür sind neuerdings von Karrer angegeben worden, und eine andere von Ives und Kingsbury.

Ives hat aber sein Ziel auch noch auf einem ganz anderen Wege zu erreichen versucht: Er löst zunächst einmal das zu untersuchende Licht in ein Spektrum auf, sodaß er also alle in der Lichtquelle vorhandenen Farben in der Reihenfolge der Wellenlängen neben einander ausgebreitet liegen hat, also wie ein breites Band in den Regenbogenfarben aufgelöst, natürlich aber auch die ultraroten und ultravioletten Strahlen, die physiologisch nicht mehr als Licht wirken, aber in sehr vielen Lichtquellen recht reichlich vertreten sind. Alle diese letzten werden nun zunächst einmal durch Blenden vollständig abgeblendet. Und von dem übrig bleibenden Teil, der also allein auf das Auge wirkende Strahlen enthält, wird durch eine geeignet geformte Blende auch noch so viel verdeckt, wie der Empfindlichkeit des Auges entspricht. Die Abblendung erfolgt natürlich senkrecht zur Richtung des Spektrums. Der gelbe Teil des Spektrums wird also in seiner vollen Breite erscheinen, der grüne weniger breit, und der rote und blaue noch weniger, und von dem violetten am wenigsten, so daß am Ende des roten und violetten Endes nichts mehr von dem Lichte frei gegeben wird. Das so übrig bleibende Spektrum, das also die Länge des ursprünglichen sichtbaren hat, und seitlich von zwei Kurvenstücken begrenzt ist, die im gelben Teil am weitesten von einander abstehen, wird dann durch eine Linsenanordnung zu einem kleinen Lichtpunkt konzentriert, der auf eines der oben erwähnten Meßmittel fällt und so in seiner Lichtstärke gemessen werden kann. Diese ganze in einem Apparat nach Art eines Spektroskops zusammengebaute Einrichtung kann man als ein photometrisches Präzisionsauge bezeichnen.

Zum Schluß sei noch die Empfindlichkeit des normalen Auges für die verschiedenen Farben kurz zusammengestellt. Wirkt gelbes Licht an der für das Auge hellsten Stelle des Spektrums (bei der Wellenlänge von 0,55 Tausendstel Millimeter) mit einer Stärke von 1 auf das Auge, so wirken die anderen Farben, die nach den Fraunhoferschen Linien charakterisiert seien, nur noch mit folgenden Stärken:

| Fraunhofer-<br>sche Linien: | A         | a       | B    | C    | D    | E        | b        | F    | f     | G       | H     |                        |
|-----------------------------|-----------|---------|------|------|------|----------|----------|------|-------|---------|-------|------------------------|
| Wellenlänge: . . .          | 0,76      | 0,72    | 0,69 | 0,66 | 0,59 | 0,53     | 0,52     | 0,49 | 0,435 | 0,431   | 0,40  | Tausendstel Millimeter |
| Farbe: . . . . .            | dunkelrot | hellrot |      | gelb |      | grüngelb | blaugrün | blau |       | violett |       |                        |
| Lichtstärke: . . .          | 0,005     | 0,006   | 0,01 | 0,03 | 0,74 | 0,93     | 0,79     | 0,21 | 0,015 | 0,010   | 0,003 |                        |

Man sieht daraus ohne weiteres, daß der Anteil an roten und blauen Strahlen einer Lichtquelle für die Lichtempfindung unseres Auges recht belanglos ist; nur der Teil von den Wellenlängen von 0,61 bis 0,51, die etwa die Grenzen von 0,50 der Lichtstärke des hellsten Teiles bedeuten, sind in der Hauptsache dafür von Wichtigkeit.

### Der osmotische Druck

Lösen wir geeignete Stoffe in einem Lösungsmittel auf, z. B. Zucker in Wasser, so können wir eigenartige Versuche anstellen, wenn wir diese Lösung in einem Gefäß unterbringen, dessen Wände das Lösungsmittel, im vorliegenden Fall also Wasser, hindurchlassen, dem gelösten Stoff aber, dem Zucker also, den Durchgang verwehren. Solche Scheidewände sind beispielsweise tierische Membrane oder Schichten, die auf porösen Tonwänden durch chemische Vorgänge niedergeschlagen werden. Wir können dann feststellen, daß die Lösung auf eine solche halbdurchlässige Wand einen gewissen, unter geeigneten Umständen sogar merklichen Druck ausübt, dadurch, daß das Lösungsmittel durch die Wand hindurchzudringen sucht. Man bezeichnet diesen Druck als osmotischen Druck. Wenn seine Erscheinungen auch für das Gebiet der Physik und Chemie anscheinend keine ganz hervorragende Wichtigkeit besitzen, so sind sie doch gerade für Vorgänge in der organischen Natur von um so größerer Bedeutung, ja für die Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge vermutlich unbedingt das ausschlaggebende.

Man kann den Vorgang durch einen einfachen Versuch leicht zeigen. Man füllt ein Glas bis zum Rand mit einer möglichst konzentrierten Zuckerlösung und verschließt es durch eine geeignete tierische Membran so, daß keine Luft in ihm zurückbleibt. Dann setzt man dieses Glas in ein größeres Gefäß mit Wasser. Nach einiger Zeit wird man beobachten, daß infolge des durch die Membran zu der Zuckerlösung dringende Wasser diese sich nach außen emporschwölbt, ja sogar platzen kann.

Genauere Messungen haben nun eigenartige Gesetze für den osmotischen Druck gegeben. Zunächst, daß seine Stärke entsprechend der Konzentration der Lösung ansteigt. Eine 2prozentige Zuckerlösung hat einen doppelt so starken wie eine 1prozentige usw. Je höher die Temperatur steigt, desto stärker wird auch der Druck, und zwar genau ihr entsprechend, wenn man die Temperatur von dem bei so vielen Gesetzen wichtigen Ausgangspunkt der Temperatur, dem absoluten Nullpunkt, der ja bei  $-273^{\circ}\text{C}$  liegt, rechnet. Also bei  $0^{\circ}\text{C} = 273^{\circ}\text{abs.}$  hat eine bestimmte Zuckerlösung nur  $\frac{273}{373}$  des Druckes bei  $100^{\circ}\text{C} = 373^{\circ}\text{abs.}$  Und endlich, wenn wir solche Lösungen von verschiedenen Stoffen herstellen, und zwar in der Art, daß wir für sie die Molekulargewichte berechnen, (für Zucker 342,2), und dieses in Gramm in einem Liter auflösen, so haben derartige Lösungen, die man als aequimolekulare bezeichnet, den gleichen osmotischen Druck. Eine Lösung von 60,11 g Harnstoff (Molekulargewicht 60,11) in 1 l Wasser und eine von 342,2 g Zucker in der gleichen Menge Wasser haben den gleichen osmotischen Druck. Damit hat man ohne weiteres eine häufig angewendete Möglichkeit, von unbekanntem Stoffen auf eine ziemlich einfache Weise das Molekulargewicht zu bestimmen.

Nebenher sei erwähnt, daß eine 1prozentige Zuckerlösung (10 g Zucker in 1 l Wasser) einen osmotischen Druck von 0,65 Atmosphären hat, also einer Quecksilbersäule von 49 cm das Gleichgewicht halten kann. Jene oben erwähnte von einem Gramm-Molekül also 22,3 Atmosphären, also mehr wie der Druck in den meisten Dampfkesseln.

Es ist nun sehr interessant zu bemerken, daß jene oben genannten Gesetze vollständig den wohlbekanntem Gesetzen entsprechen, die wir seit langem für Gase kennen.

Für diejenigen Leser, die ein wenig mathematisch geschult sind, sei eine ganz einfache Rechnung beigelegt, die die Zusammenhänge ohne weiteres klarstellt. Als allgemeines Gasgesetz gilt ja die bekannte Gleichung  $p_1 \cdot v_1 = p_0 \cdot v_0 \cdot \frac{T}{273}$ , worin  $p_0$  und  $p_1$  die Drucke und  $v_0$  und  $v_1$  die Räume des gleichen Gases in zwei verschiedenen Zuständen bezeichnen, und  $T$  seine absolute Temperatur in dem Zustand der den Werten  $p_1$  und  $v_1$  bedeutet. Als normalen Zustand eines Gases rechnen wir nun den, daß es unter dem Druck einer Atmosphäre, d. h. bei 1013 g auf den Quadratcentimeter steht, und als normales Volumen rechnen wir dasjenige, das ein Gramm-Molekül (s. o.) bei einer Atmosphäre einnimmt, und das sind 22400 Kubikcentimeter. Damit geht jene Gleichung in die einfachere  $p \cdot v = 1013 \cdot 22400 \cdot \frac{T}{273}$ , oder  $p v = 83119 \cdot T$  über. Diese Zahl, rund 83000, die ja für alle Gase gleich ist und damit eine universelle Bedeutung hat, bezeichnet man als Gaskonstante.

Nun ist oben erwähnt, daß eine 1prozentige Zuckerlösung einen osmotischen Druck von 0,65 Atmosphären, oder  $0,65 \cdot 1013$  g auf den Quadratcentimeter, d. h. 658,5 g/qcm ausübt. Da, wie oben erwähnt, das Molekulargewicht von Zucker 342,2 ist, und wir mit einer Lösung, die 1 g in 100 ccm Wasser enthält, rechnen, so wird das normale Volumen  $342,2 \cdot 100 = 34220$  ccm sein; und als Temperatur rechnen wir wie gewöhnlich  $0^\circ \text{C} = 273^\circ \text{abs.}$  Dann ergibt sich, wenn wir annehmen, daß für diese Lösungen das Gasgesetz gilt, eben jene Konstante zu  $\frac{6585 \cdot 34220}{273} = 82549$ , also sehr nahe jener oben errechneten Zahl. Es stellt

sich also heraus, auch schon bei dieser ganz rohen Überschlagsrechnung, daß für das Gesetz des osmotischen Druckes genau die gleiche Konstante gilt, wie für die Gasgesetze. Wir können daher dieses in einer viel allgemeineren Fassung so aussprechen, daß die gelösten Molekeln eines Stoffes bei den osmotischen Vorgängen auf die sie abschließenden Wände den gleichen Druck ausüben, als ob das Lösungsmittel überhaupt nicht vorhanden wäre, und der aufgelöste Stoff sich in Gasform allein vorfinden würde.

So lassen sich die Gasgesetze ohne weiteres auf die ganz anders gearteten Vorgänge in flüssigen Stoffen übertragen, wenn diese andere gelöst enthalten. Es sei indessen bemerkt, daß jene Gesetze nur für den Fall gelten, daß die Lösung nicht eine sogenannte elektrolytische ist, d. h. die gelösten Stoffe sich, wie die Salze z. B., in positive und negative Ionen bei dem Lösungsvorgang zerspalten. Das charakteristische solcher Lösungen ist die elektrische Leitfähigkeit, und die Möglichkeit, den gelösten Körper irgendwie durch Anwendung von Elektrizität aus der Lösung wieder abzuscheiden. Für eine Lösung von Kochsalz in Wasser gelten die einfachen osmotischen Gesetze nicht, sondern andere, etwas schwierigere.

### Kleine Mitteilungen

**Die sogenannte Sternschnuppengallerte.** Der Glaube, daß Sternschnuppen auf die Erde herabfallen und hier als Gallertmassen gefunden werden, ist weit verbreitet, denn er findet sich in allen Ländern Europas und Nordamerikas; er ist zudem sehr alt, denn 1667 bereits schreibt der englische Naturhistoriker Merret: „*Draco. stella cadens, est substantia quaedam alba et glutinosa, plurimis in locis conspicua, quam nostrates Star fallu nuncupant, creduntque multi, orginem*



suam debere stellae cadenti hujusque materiem esse.“ In der deutschen Dichtung spielt dieser Glaube eine Rolle an bemerkenswerter Stelle, denn in der Walpurgisnacht in Goethes Faust äußert sich die Sternschnuppe folgendermaßen:

„Aus der Höhe schoß ich her  
Im Stern- und Feuerscheine,  
Liege nun im Grase quer —  
Wer hilft mir auf die Beine?“

Weitere Angaben entnehme ich, wie auch das obige lateinische Zitat, den Ausführungen von H. Harms in der „Naturwissenschaftlichen Wochenschrift 1916“, Nr. 24. Hiernach haben bedeutende Männer sich mit der sogenannten Sternschnuppengallerte, die da und dort im Herbst oder Winter auf Wiesen als etwa faustgroße kleisterartige Klumpen gefunden wird, beschäftigt. Gottfried Galle, der Entdecker des Planeten Neptun, stellte die älteren Nachrichten in den Abhandlungen der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur 1868/69 zusammen, Ferdinand Cohn, der erste eigentliche Zellularbotaniker — wenn auch nicht der Entdecker der Pflanzenzellen — teilte seine eigenen Beobachtungen an den ihm vorgelegten Gallerten mit, ebenso Karl Ernst v. Baer, der Vater der Entwicklungsgeschichte, im „Bulletin de la Société naturaliste“, Moscou, XXXVIII, 2, 1865, und Christian Gottfried Ehrenberg, der berühmte Infusionstierchenbeschreiber, in den Schriften der Berliner Akademie 1835. Nach diesen und anderen Angaben sind die fraglichen Gebilde manchmal für Pilz- oder Algenmassen gehalten worden, meist aber wurden sie richtig als von Fröschen herrührend erkannt, und zwar sind sie im wesentlichen gequollen, mitunter von Pilzfäden durchwachsene Eileiter samt Eiern der Frösche und mitunter hängen ihnen noch andere Teile des Frosches, der Kopf oder die Beine, an. Daß die sogenannte Sternschnuppengallerte immer nur im Herbst und Winter gefunden wird, scheint, so heißt es, daher zu rühren, daß die Froscheileiter nur zu dieser Zeit stark quellbar sind; also diese Frage ist noch nicht restlos erledigt, aber es ist zuzugeben, in späterer Zeit, wenn die Eier samt Schleimhüllen weiter entwickelt sind, dann sind letztere aufs stärkste gequollen. Weiterhin fragt sich, auf welche Weise diese Froschteile auf die Wiesen kommen, so daß man sie gelegentlich sogar stiegweise findet. Auch diese Frage ist noch nicht ganz gelöst, doch ist wohl zweifellos, daß es sich um Reste von gefressenen Fröschen handelt. Neuerdings hat R. H. Stamm in den „Videnskablige Meddelelser fra Dansk Naturhistoriske Forening, Kjøbenhavn“ 1915, Nr. 66, über große Mengen von in Jütland gefundener Sternschnuppengallerte berichtet und dabei hervorgehoben, daß Vögel, auch Krähen, als Täter nicht in Frage kommen können, weil sie im Winter dort nicht vorkommen; es müssen schon Haartiere sein, und zwar ist am ehesten an den Fischotter zu denken, zumal die dortigen Jäger die Schleimmassen für den Kot von Ottern halten.

Daneben aber ist nicht ausgeschlossen, daß gelegentlich auch pflanzliche Schleimmassen als Sternschnuppengallerte betrachtet wurden. So heißt es bei Frank-Leunis, Synopsis, III, 1886, 221, daß die Schleimmassen der Alge *Nostoc commune* von den Landleuten Sternschnuppen genannt werden.

V. Franz.

**Die durchdringende Strahlung der Atmosphäre.** Die ersten Untersuchungen über die Radioaktivität der Luft sind von Elster und Geitel, welche dabei auf ähnliche Erscheinungen in der Luftelektrizität stießen wie bei der Becquerelstrahlung. Sie untersuchten die Elektrizitätszerstreuung einer abgeschlossenen Luftmenge, indem sie im Innern eines Gefäßes ein Elektroskop positiv oder negativ aufluden und den Spannungsabfall bestimmten, welchen die heranwandernden, im Gefäß enthaltenen Elektrizitätsträger verursachen. Sie konstatierten statt einer Abnahme eine Zunahme der Zerstreuung im Laufe der nächsten Tage nach der Füllung mit atmosphärischer Luft. Diese Wirkung beruht nicht auf Staub- oder Feuchtigkeitsgehalt der Luft, sondern auf einer steten Neuerzeugung von elektrischen Teilchen, ähnlich wie bei der Becquerelstrahlung durch radioaktive Bestandteile. Die Radiumemanation der Luft mit ihren Zerfallprodukten, den festen Induktionen, bewirkt die Zunahme der Leitfähigkeit und daher die Zerstreuung.

Untersuchungen von Rutherford und Cooke, McLennan und Barton über die Leitfähigkeit in abgeschlossenen Metallgefäßen (Metallwand, außen mit dicken Bleiplatten umgeben) zeigten, daß die Elektrisierung der Luft im Innern nicht nur auf beigemengte radioaktive Körper zurückzuführen ist, sondern auf eine andere äußere Elektrisierungsquelle. Diese äußere Strahlungsquelle muß ein sehr hohes Durchdringungsvermögen haben.

Dafür können von den radioaktiven Zerfallprodukten des Bodens und der Atmosphäre nur in Betracht kommen das Radium C und Thorium D, welche sehr schnell sich fortpflanzende, den Röntgenstrahlen ähnliche sogenannte  $\gamma$ -Strahlen aussenden. Das Radium C (RaC hat eine Periode

von 20 Min., eine Strahlung ( $\alpha\beta\gamma$ ) ist die eigentliche Ursache der durchdringenden Strahlung in der Atmosphäre, sofern nicht etwa noch unbekannte außerirdische Strahlungsquellen vorhanden sind.

Die durchdringende Strahlung in demselben Gefäß und die von ihr abhängende sekundäre Strahlung sind nicht konstant wie die Reststrahlung.

Die Strahlung kann entweder, rein terrestrischen Ursprungs, von der Erde in die Atmosphäre dringen oder, kosmischen Ursprungs, von der Sonne kommen.

Zur Messung der durchdringenden Strahlung ist an und für sich jedes empfindliche Eelektroskop oder Elektrometer von kleiner Kapazität geeignet; am häufigsten aber benutzt man dazu den Wulfschen Strahler (K. Kähler, Die Naturwiss. 1914 S. 501). Die Beobachtungsergebnisse sind abhängig von dem Metall und der Dicke des Gefäßes, von dem Meßort (am größten sind sie in Gegenden mit stark radioaktivem Gestein, am geringsten demnach dort, wo der Untergrund sehr radiumarm ist). Als ungefähre Mittelwert ist die Erzeugung von 6 Trägerpaaren ( $4,6 \times 10^{-10}$  E.S.E) pro cem pro sec durch die äußere durchdringende Strahlung bewirkt, anzusehen.

Strahlungsmessungen an verschiedenen Orten gleichzeitig angestellt ergaben, daß zwischen den absoluten Werten und den Schwankungen an den einzelnen Orten fast gar kein Zusammenhang besteht und die nähere Umgebung von größtem Einfluß auf die Werte der durchdringenden Strahlung ist.

Im Zimmer ist fast stets eine Erhöhung der Strahlung zu beobachten; offenbar infolge der Eigenstrahlung der Steinwände. Höhere Werte beobachtet man auch ganz nahe dem Boden infolge des „Reflexionsvermögens“ des Erdbodens.

Kleinere Werte erhält man in der Luft über Kreideboden als über anderen Bodenschichten; vermindert wirkt auch Wasser; so fand z. B. Pacini die Werte über dem Wasser nur mit zwei Drittel von den Landwerten.

Alle Messungen ergeben den großen Einfluß der festen Erdoberfläche auf die  $\gamma$ -Strahlung.

Aus Ballonwerten ergab sich eine recht beträchtliche Zunahme der Zustrahlungswerte bis über 6000 m Höhe; die erhöhte Strahlung fand sich auch nachts und zur Zeit der Sonnenfinsternis 1912. Reelle Beobachtungen vorausgesetzt, wären sie ein Beweis für eine noch vorhandene außerirdische Quelle der  $\gamma$ -Strahlung.

Die Schwankungen der durchdringenden Strahlung sind am gleichen Ort viel kleiner als an verschiedenen Orten. Die täglichen Schwankungen sind sehr gering. Man fand eine doppelte Periode (Hauptmaximum 9—11 a, kleineres 7—10 p, Hauptminimum 1—6 p), welche der des atmosphärischen Potentialgefälles ähnlich ist.

Der jährliche Gang ist nicht viel deutlicher als der tägliche, die Winterwerte scheinen kleiner zu sein als die Sommerwerte.

Neben diesen regelmäßigen Änderungen treten auch unregelmäßige auf, welche man auf Wirkungen der meteorologischen Elemente zurückführen könnte, vielleicht aber auch auf Änderungen der Träger im Inneren des Meßinstrumentes (Staubaufwirbelung beim Erschüttern). So erhielt Strong höhere Werte im Tiefdruckgebiet (bei fallendem Luftdruck) als im Hochdruckgebiet (bei steigendem Luftdruck), bei starkem Wind als bei schwachem; Niederschläge erhöhen, Tau vermindert die Werte. Schnee scheint infolge Bodenwirkung eher die Wirkung zu vermindern.

Die durchdringende Strahlung schwankt häufig parallel dem luftelektrischen Potentialgefälle am Erdboden; sie wäre demnach dann dem Leitvermögen der Atmosphäre entgegengesetzt. Das elektrische Leitvermögen rührt aber größtenteils von den  $\alpha$ -Strahlen der radioaktiven Strahlen her und diese wirken auf die durchdringende Strahlung überhaupt nicht ein.

Der Ursprung derselben ist den radioaktiven Bestandteilen der Atmosphäre, dem Radium, Thorium, Aktinium und vielleicht auch etwas dem Uran zuzuschreiben. Die Eigenstrahlung des Bodens kann verstärkt werden durch die Radioaktivität der auf der negativen Erdoberfläche niedergeschlagenen positiv geladenen Induktionen. Außerdem wäre auch eine Einwirkung der aus dem Erdboden dringenden Emanation denkbar, welche aber sehr gering sein muß und der in der Atmosphäre enthaltenen Emanationen und Induktionen, welche quantitativ ebenfalls zu vernachlässigen ist.

Eine außerirdische Quelle der durchdringenden Strahlung am Erdboden ist deshalb nicht anzunehmen, weil die Atmosphäre alle  $\gamma$ -Strahlen absorbieren muß und ein Strahl, der 1 km Luftschicht durchsetzt hat, weniger als 1% seiner ursprünglichen Wirksamkeit behält. Den Ballonbeobachtungen nach müßte man allerdings für die größten Höhen zu der nur noch wenig wirkenden irdischen eine kosmische Quelle annehmen und als Ursache dieser Strahlung die Sonne ansehen. Zu den Kathodenstrahlen, welche die Sonne in die höchsten Schichten der Atmosphäre aussendet, kämen dann noch den Röntgenstrahlen ähnliche  $\gamma$ -Strahlen.

Dr. M. Blaschke.

**Die Wärmeperioden des nordischen Sommers.** Analog der Charakteristik der Kälteperioden im nordischen Winter untersucht Dreis („Das Wetter“ 1915, S. 115) die Eigenart der entgegengesetzten Jahreszeit, nämlich die des Sommers.

Winter und Sommer, zwei extreme Gegensätze, lassen eine ziemlich weitgehende Analogie erkennen. Zur Einteilung des Witterungscharakters im Winter benutzen wir den Gegensatz zwischen Frost- und Tauwetter, im Sommer zwischen dem ausschlaggebenden Wärme- und naßkalten Regenwetter. Berücksichtigt man die allgemeine Luftdruckverteilung, so entspricht dem winterlichen Frostwetter die trockenere zu Gewittern neigende Hitzewitterung des Sommers. Diese Erscheinung läßt sich dadurch erklären, daß unsere winterliche Kältequelle das mittlere und östliche Deutschland und das osteuropäische Tafelland im Sommer die Stätte großer Hitze ist. (20 bis 25° und darüber sind im Sommer bis in den September hinein sogar in Nordskandinavien nichts Seltenes).

Es gilt nun, analog wie beim Winter, auch für den Sommer die Bedingungen für die Entstehung der Wärme und ihre Beziehungen zur allgemeinen Luftdruckverteilung aufzustellen und zu untersuchen, inwieweit die Wärmeperioden eines Sommers nach Dauer und Intensität von der vorhergehenden Jahreszeit abhängig sind.

Die Wärme ist abhängig von der Insolation, Windrichtung und -stärke und Bodenfeuchtigkeit. Die Stärke der Sonnenstrahlung hängt ab von der Beschaffenheit der Sonnenatmosphäre (Zahl und Häufigkeit der Sonnenflecken) und der Stärke der Bewölkung. Die Dichte dieser hängt natürlich zusammen mit der Bodenfeuchtigkeit und diese beeinflusst, in Verbindung mit der Sonnenstrahlung, stark die Zahl und Stärke der Zyklonen, welche vor allem die Windrichtung und -stärke bestimmen. So besteht zwischen den Witterungselementen eine allgemeine gegenseitige zyklische Relation, indem jeder Faktor durch die übrigen bestimmt oder in seiner Intensität und Wirkung beeinflusst wird. Ein milder Winter führt dem Boden stets reichlich Feuchtigkeit zu, ein strenger aber schließt ihn gegen allzuviel Feuchtigkeit zuzufuhr ab. Nach der Beobachtung folgen aber gerade auf milde Winter im Frühjahr Perioden trockenere, teils kalten, teils milden, heiteren Wetters, und diese Perioden antizyklonalen Wetters sind nur der Übergang zu einem regnerischen Sommer. Ähnlich ist es bei manchen Wintern, einem trockenem Herbstwetter folgt zuweilen zu Anfang des Winters allgemeines Tauwetter, unterbrochen durch kürzere aber bedeutungslose Frostperioden, welchen im Februar und März der eigentliche Frost folgt. Unser Klima steht eben unter der Herrschaft des feuchten Südwestwetters und die Frostperioden liegen im Winter wie die Wärmeperioden im Sommer ganz vereinzelt im weiten Gebiet des Tauwetters. Im Frühjahr und Herbst aber bilden sich im norddeutschen Klima in trockenem Jahren öfters Perioden heiteren Wetters. Im allgemeinen folgt auf einen feuchtmilden Winter ein zyklonenreicher Sommer, ob dieser zugleich gewitterreich sein wird, ist eine andere Frage. Der Einfluß großer Bodenfeuchtigkeit im Frühjahr erstreckt sich auch nicht über den ganzen Sommer, sondern höchstens bis zum Juli, denn der August, ein Produkt des Sommers selbst, steht in seiner zweiten Hälfte teilweise schon unter dem Einfluß der klimatischen Faktoren der kälteren Jahreszeit.

Im Gefolge eines strengen Winters stehen meist kürzere oder längere Perioden stürmischer Regenfälle und diesen kann dann eine mehr oder weniger trockenere und warme Zeit folgen. Mit Vorbehalt sind aber für die warme Jahreszeit allgemeine Prognosen aufzustellen, denn der Sommer ist prinzipiell bedeutend schwieriger für die klimatologische Forschung als der Winter. Die „Intensität“ eines Sommers wird also charakterisiert durch die Dauer, Häufigkeit und Intensität seiner Wärmeperioden, die eines Winters durch seine Kälteperioden. Um die Entstehung und Entwicklung der sommerlichen Wärmeperioden und ihre Beziehungen zur Luftdruckverteilung darzustellen, geht man von den Antizyklonen und Zyklonen des Sommers aus.

Die Antizyklonen zerfallen wie im Winter in zwei Haupttypen, die erste gehört dem Azorenhoch (spanisch) an, die zweite ist die zentraleuropäisch-skandinavische. Das ganze Jahr über konstant (Sommer und Winter von gleicher Stabilität) ist das Azorenhoch, anders dagegen das zentraleuropäisch-skandinavische Hoch. Dieses hat nur sehr wenig gemein mit der oft sehr intensiven Strahlungsantizyklone des Winters, denn seine Entwicklung ist schon fast beendet, wenn es das nördliche Europa erreicht, und es beginnt abzuflauen, im Gegensatz zu den winterlichen Strahlungsantizyklonen. Die Erhaltung der skandinavischen Antizyklone wird begünstigt durch den hohen Gebirgszug nach der Wetterseite dieser Halbinsel, indem dadurch dem Eindringen der atlantischen Zyklonen ein gewisses Hindernis im Wege steht. Sobald das Hochdruckgebiet aber über Nordeuropa liegen bleibt, löst es sich sicher in verhältnismäßig kurzer Zeit auf und die Wärmeperiode entwickelt sich regelmäßig. Oft verdrängt aber eine sehr kräftige Zyklone das Hochdruckgebiet nach Süden und vereinigt es mit der südlichen europäischen Antizyklone, wobei es in dieser aufgeht, aber vor dem Zerfall bewahrt bleibt. Eine über Mitteldeutschland gelegene

Antizyklone ist zuweilen bedeutend stabiler als eine über Nordeuropa gelegene. Im nordischen Sommer ist jedenfalls nur die südeuropäisch-atlantische Hochdruckgebietbildung selbständig und aus ihr geht erst die skandinavische hervor.

Der Ursprung dieser beiden Arten von Hochdruckgebieten ist derselbe; grundverschieden von einander aber sind die sie darstellenden Wetterkarten. Denn starke Hochdruckgebietbildung über dem atlantischen Ozean bringt entweder kühles, windiges Sonnenwetter oder naßkaltes Regenwetter, das skandinavisch-finnische Hochdruckgebiet aber bei Ostwinden Wärme und Gewitterneigung. Die für den Sommer wie Winter charakteristische Wetterart tritt also bei der am wenigsten stabilen Wetterlage ein. Regen hat unser Klima zu allen Jahreszeiten und Regenwetter ist trotz aller Schwankungen immer das vorherrschende Element. Bei dem Übergangstypus im Winter wie im Sommer gehen bei West- oder gar Nordwestwinden öfters Gewitterschauer nieder (im Winter: Hagel, Regen oder Graupeln, im Sommer: Regen oder Hagel). Das Hochdruckgebiet liegt dann über dem nördlichen atlantischen Ozean und steht meist in einem gewissen Zusammenhang mit dem spanischen Hochdruckgebiet. Es hat durch seine Seelage eine relativ hohe Stabilität und ist von längerer Dauer. Stürmische NE-Winde bringen naßkaltes Regenwetter, sobald eine starke Zyklone über SW-Europa oder über Mitteldeutschland liegt, NE-Winde bringen Hitze, sobald sie bei nicht allzu großem Gradienten aus dem warmen Rußland wehen.

Die Entwicklung der sommerlichen Wärmeperioden zeigt eine gewisse Ähnlichkeit mit derjenigen des winterlichen Frostwetters. Im Winter kann trockenes Frostwetter ohne Schneefall eintreten und durch Tauschneewetter enden, im Sommer endigen oft gewitterlose Hitzeperioden mit einem allgemeinen Regenwetter ohne Gewitter. Schneereichen Frostperioden des Winters, welche oft erst durch Auftreten einer neuen Zyklone ihr Ende finden, entsprechen feuchtheiße Perioden des Sommers mit täglichem kräftigem Gewitter, bis mit Einbruch einer Zyklone naßkaltes Regenwetter eintritt. Eine sommerliche Wärmeperiode beginnt regelmäßig mit dem Erscheinen einer Antizyklone über dem mittleren atlantischen Ozean, welche dann über Norddeutschland langsam nach Nordeuropa weiterzieht. Zunächst erfolgt völliges Aufklaren, dann allmählich Trübung des Himmels, welcher ein weißliches Aussehen annimmt, Cirren und Kumuluswolken werden sichtbar und Gewitter beginnen, sobald eine Zyklone über Spanien oder England festliegt. Brechen ausgedehnte Zyklone ohne Voraussendung von Ausläufern gleich mit ihrem Kern über den Kontinent herein, so sind die intensivsten Hitzeperioden auch ohne Gewitter zu Ende.

Die zweifache Periodizität der Kälteperioden im Winter, nämlich der Wechsel zwischen trockenem Frost- und Schneewetter oder allgemeinem Frost- und Tauwetter, gibt es im Sommer nicht, da ein Hochdruckgebiet, einmal aus seiner Lage verdrängt, im Sommer nicht mehr in dieselbe zurückkehrt und mit dem Erscheinen eines neuen auch eine neue Periode einsetzt.

Bei Verteilung der Wetterarten über einen Sommer ergibt sich ein Minimum der Feuchtigkeit mit dem Höhepunkt des Sommers im Juni. Regenwetter mit zeitweiligen Gewittern wechselt noch im Mai, Regenwetter mit trockener oder gewitterreicher Hitze je nach der Feuchtigkeit des Jahres im Juni. Eigentliche Dürreperioden sind mit dem Steigen der Feuchtigkeit im Juli nicht mehr möglich und der August leitet schon zum Herbst über, große Frontgewitter leiten hier fast stets Regenperioden ein und neben dem Gewitterschauerwetter kann das allgemeine Regenwetter eintreten.

Der Typ der Wärmeperioden des Herbstes, die Entwicklung der Strahlungsantizyklonen beginnt im September.

Zur Charakteristik der Gewitterformen und ihrer Beziehungen zur Wetterlage bedarf es noch vieler sorgfältiger Beobachtungen und Untersuchungen über die Natur der Gewitter, wie über Elektrizität und Wärmestrahlung.

Dr. M. Blaschke.

**Über Grundlagen und Theorien der Paläontoklimatologie.** Die Resultate auf dem Gebiete der Klimatologie stehen in scheinbarem Widerspruch zu denjenigen der Geologie und Paläontologie und dadurch wird das Thema über das Klima der geologischen Vergangenheit, sei es nun das der jüngst vergangenen diluvialen Eiszeit oder das der früheren Perioden, zu einem der unzugänglichsten der Geophysik.

Das Klima der Erde soll lange Zeit hindurch gleichmäßiger gewesen sein als in der Gegenwart infolge einer ehemals höheren Sonnenwärme an der Erdoberfläche und seitens der inneren Erdwärme. Im Widerspruch damit steht aber die Tatsache, daß die ältesten Fossilien führenden und dem Urgestein auflagernden Schichten nirgends Kontakterscheinungen zeigen, demzufolge die innere Erdwärme auf das Klima der älteren Erdperioden gewirkt hätte.

Eine kontinuierliche Wärmeabnahme kann aber andererseits auf der Erde von den ältesten Perioden bis auf den heutigen Tag nicht stattgefunden haben; denn mächtige Eisdecken gab es

schon im Cambrium und nach den devonischen und permokarbonischen Eisbildungen müßte damals ein feuchtkühles Klima bis an das Paläozoikum hinein die Regel gewesen sein und erst von da ab bis Anfang der Tertiärzeit die pliothermen Verhältnisse in den geologischen Klimaten der Erde eingesetzt haben. Kein gleichförmiges, sondern höchstens ein gleichmäßigeres Klima kann während des gesamten mesozoischen Zeitalters geherrscht haben; denn zonale klimatische Unterschiede sind der Sphäroidform des Erdkörpers wegen nicht erst in den jüngsten geologischen Formationen eingetreten. Ihre Beobachtung ist nur in diesen leichter infolge ihrer Beziehungen zur heutigen Welt.

Durch die Annahme von Polverschiebungen (auch partielle bzw. holosphärische Gleitbewegungen der Erdkruste über den festen Erdkern) sucht man auch die Eigentümlichkeiten der geologischen Klimate, der permokarbonen und diluvialen Eiszeitphänomene zu erklären. Nach W. R. Eckardt (Die Naturwiss. 1914, S. 193) wären dann aber nicht nur in allen Perioden, sondern auch in allen Schichten Spuren der „Eiszeiten“ zu erwarten. Auch das gesamte Mesozoikum z. B. müßte seine polaren Vereisungen gehabt haben, wo auch die Pole gelegen haben mögen. Das Gletscherphänomen ist wenig geeignet zu Schlüssen auf Polverschiebungen; denn auf der Nordhalbkugel z. B. ist die maximale Entfaltung der Gletscher, und die Entwicklung der tiefsten Wintertemperaturen keineswegs an die Gegend des geographischen Poles gebunden. Weitab von diesem liegt der Mittelpunkt des arktischen Gletscherkranzes und in ungefähr gleicher Breite lag das Zentrum der nordhemisphärischen diluvialen Eiskalotte. Demnach hat seit der diluvialen Eiszeit keine Breitenverschiebung des arktischen Vergletscherungspoles stattgefunden. Gegen eine Polverschiebung seit der Eiszeit zeugt auch die zum heutigen Nordpol sehr exzentrische Lage des Mittelpunktes der diluvialen arktischen Eiskalotte. Sie ist eher ein Beweis, daß zur Eiszeit die Lage des Nordpols der heutigen sehr ähnlich war.

Für das permokarbone Glazialphänomen können nach Penck, wenn nicht Polverschiebungen, dann große Bewegungen der Erdkruste in horizontalem Sinne als Arbeitshypothese in Betracht kommen. Aber es können permische Schichten ohne Glazialerscheinungen dem Südpole jener Zeit näher gelegen haben als andere gleichaltrige mit Grundmoränen. Denn der Gegenpol einer polaren Vergletscherung muß nicht vergletschert sein, sondern kann auch durch günstige Konfiguration dieses Gebietes eisfrei bleiben.

Außer Glazialablagerungen können auch andere Phänomene nicht als „zwingende Beweise“ für Polverschiebungen angesehen werden. Es lassen auch zwei fossile Floren bei einer entgegengesetzten thermischen Abweichung, wenn sie unter gleicher Breite auf einem der gegenüberstehenden Meridiane gefunden werden, oder auf demselben Meridian in gleicher Nord- und Südbreite vorkommen, noch nicht auf die Größe und Richtung etwaiger Polverschiebungen sicheres folgern.

Ebenso lassen sich aus Lageänderungen der Windgürtel noch keine Polverschiebungen für alle Fälle herleiten; denn die Belege der Geologie für solche Lageänderungen sind unsicher.

In erster Linie kommt in Betracht die Verteilung von Festland und Meer in solchen geologischen Perioden. Eine bedeutende Landentwicklung in der Äquatorialregion übt großen Einfluß aus auf die Lage der Passatzonen.

Ein wichtiges biologisches Phänomen, die Polarnacht, hat nur eine zonale Anordnung und Polverschiebungen wären damit nachzuweisen durch einwandfreie Feststellung einer abweichenden Verbreitung dieses Phänomens von der gegenwärtigen. In bezug auf die Polarnacht und die Überdauerung derselben durch die Pflanzen wären drei verschiedene Möglichkeiten zu berücksichtigen. Von diesen erörtert die dritte W. R. Eckardt näher, nämlich, könnten die in Betracht kommenden Pflanzen die Polarnacht überdauern, so ist ihr Vorkommen in höchsten Breiten für eine Polverschiebung kein Beweis.

Er setzte verschiedene immergrüne Pflanzen der Mediterranzone einer viermonatlichen, mäßig temperierten künstlichen „Polarnacht“ aus und fand, daß die Pflanzen ohne Schaden eine Polarnacht ertragen konnten. Tertiäre Pflanzenfundorte bilden auch einen zusammenhängenden Kranz um den Pol und ebenso liegen ihm Orte mit karbonem Pflanzenwuchs und tertiären Waldbäumen weit näher als heute die nördliche Grenze des Baumwuchses.

Die Hauptursache der Änderungen des Klimas in den geologischen Epochen suchte man eine Zeitlang außer in Polverschiebungen und Krustenwanderungen noch in dem wechselnden Gehalt der Atmosphäre an Kohlensäure. Die Ursache der Abkühlung sollte im Verbrauch der Kohlensäure zur Bildung von Kohlenlagern liegen; doch müßte das Primäre die Klimaschwankung, das Sekundäre die Kohlenentwicklung sein. Aber die Theorie von Arrhenius-Frech trifft nicht in allen Punkten zu.

Vielmehr ist es „das Antlitz der Erde, welches sich sein Wetter und Klima selbst bereitet“. W. Ramsay zeigt es in einfacher und meteorologisch einwandfreier Weise. Die Vereisungs-

perioden traten in Zeiten ein, als die Erdoberfläche noch sehr uneben und deformiert war und als die Festländer fast eingeebnet waren, kamen die wärmsten Perioden. Eine unebene Erdoberfläche mit hohen Erhebungen wird besonders in der Nähe des Poles viel zur Bildung von Eis und Schnee beitragen, es wird die nächste und weitere Umgebung und weite Strecken der Oberfläche des Welt-ozeans abgekühlt.

Zudem wirken Gebirge temperaturerniedrigend, indem durch sie 1. eine lebhaftere Zirkulation in der Atmosphäre und ein gezwungenes Steigen der Luftmassen entsteht, eine Verstärkung der Wärmeabfuhr durch Konvektion; 2. die Häufigkeit und Menge der Niederschläge zunimmt. Dadurch wird mehr Verdampfungswärme gebunden, welche bei der Kondensation des Wassers in der Höhe größtenteils den unteren Luftschichten verloren geht.

In einer geebneten Erdoberfläche können, trotz großer Feuchtigkeit der Atmosphäre, die Niederschläge gering und wenig häufig sein, weil bei dem regelmäßigen Verlauf der Luftzirkulation die Veranlassungen zur Kondensation nicht so zahlreich sind wie dort. Solche Verhältnisse scheinen in den verschiedenen geologischen Epochen vorhanden gewesen zu sein; denn große Regennot herrschte bis in die Eozänzeit und steigerte sich am Ende der Permzeit und der Jura-periode. In den pliothermen Perioden war das ganze Zirkulationssystem träge; es handelt sich hauptsächlich um Konvektionsströmungen, um sehr flache und langsam wandernde Zyklonen und Antizyklonen und eine Ausdehnung der Wüstenzonen. Dr. M. Blaschke.

**Ein Nachtrag zur Katastrophe von Krakatau.** Bekanntlich erfolgte in der Nacht vom 26. zum 27. August 1883 die gewaltige Explosion des Vulkans Rakata auf der Insel Krakatau in der Sundastraße, eine Riesenkatastrophe, die für unsern Erdball einzig dasteht, die Insel etwa zur Hälfte vernichtete, den Vulkan selber zur Hälfte vom Erdboden verschwinden ließ, und im Meere eine Flutwelle erzeugte, die auf Java und Sumatra viele Ortschaften nebst 50 000 Menschenleben vernichtete, während Rauch- und Staubmassen schätzungsweise bis zu 30 km Höhe emporgeschleudert und dann allmählich fast über den ganzen Erdball fortgetragen wurden, wo sie monatelang prächtige Dämmerungserscheinungen und ein eigentümliches Aussehen der Sonne hervorriefen. Daß aber auch Erderschütterungen bis nach Europa hin bemerkbar wurden, wird erst jetzt durch eine Mitteilung in der „Naturwiss. Wochenschrift“ N. F. XV, Nr. 30, bekannt, wo Th. Overbeck-Altona mehrere Augenzeugen dafür namhaft macht, daß am Sonntag, den 26. August 1883, vormittags 10<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Uhr, in der Hauptkirche zu Altona plötzlich der schwere große Kronleuchter ins Schwanken geriet, sodaß der Prediger, Pastor Köster, betroffen die Predigt für kurze Zeit unterbrach. Auch in der Gemeinde hatte jeder die rätselhafte Erscheinung beobachtet, über die jedoch keine Mitteilung in die Presse kam, während die Wissenschaft etwas Ähnliches einfach deshalb nicht feststellen konnte, weil es damals noch keine Erdbebenwarten mit empfindlichen Instrumenten, wie Horizontalpendeln, gab. Die Schwankungen des an einer etwa 15 m langen Kette hängenden Kronleuchters betragen etwa <sup>1</sup>/<sub>2</sub> m und können übrigens nur durch vorbereitende Zuckungen der Erdrinde hervorgerufen sein, während in der darauf folgenden Nacht, wo die noch weit größere Erschütterung eintrat, am gleichen Orte natürlich nichts beobachtet wurde, weil die Kirche in der Nacht menschenleer war. Vielleicht werden durch diese Mitteilung noch Beobachtungen aus anderen Orten zur Kenntnis gelangen. V. F.

## Bücherschau

**Meteorologie** von Professor Dr. Wilhelm Trabert in Wien. 4., zum Teil umgearbeitete Auflage von Privatdozent Dr. Albert Defant in Wien. Mit 46 Abbildungen und Tafeln. (Sammlung Göschen Nr. 54.) G. J. Göschen'sche Verlagshandlung G. m. b. H. in Berlin W 10 und Leipzig. Preis in Leinwand gebunden 1 Mark.

Der Bearbeiter der ersten drei Auflagen, Professor Trabert, erkrankte während der Bearbeitung dieser vierten Auflage, so daß er seinen vormaligen Schüler und jetzigen Assistenten an der Wiener Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Dr. Defant, mit ihrer Herausgabe betraute. Das Wissenswerte auf dem Gebiete der Meteorologie ist in gemeinverständlicher Weise in diesem Buche zusammengestellt. Der Laie findet die mannigfachen Beziehungen der Atmosphäre zum praktischen Leben, ihre Bestandteile und physikalischen Eigenschaften in muster-gültiger Weise dargestellt. Die Apparate, die zur Messung und Beobachtung der Lufttemperat-uren, des Druckes, der Bewegungserscheinungen, der Feuchtigkeit und Bewölkung von den Meteorologen verwandt werden, sind beschrieben und abgebildet.

Die wissenschaftlichen Grundlagen der modernen Wettervorhersage sowie die Bedeutung der Atmosphäre für das Leben der Tiere und Pflanzen sind in den letzten Abschnitten des Buches besonders bearbeitet. Ein Namen- und Sachverzeichnis erleichtert die Benutzung des kleinen, nützlichen Buches.

A.

„Die Kultur der Gegenwart“ III. Teil. III. Abteilung. I. Band „Physik“ herausgegeben von E. Warburg. Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin 1915. 4<sup>o</sup> 762 Seiten. Preis 22 M. ungeb., 24 M. geb.

Die gewaltigen Fortschritte, die in den verschiedensten Zweigen der Naturwissenschaften in den letzten Jahrzehnten gemacht worden sind, zwingen den einzelnen Forscher immer mehr, sich zu beschränken und sich aus seinem eigenen Zweige der Wissenschaft, in dem er tätig ist, für seine Arbeiten ein Sondergebiet auszuwählen. Daher ist er auf Werke angewiesen, die ihm die Möglichkeit bieten, sich an der Hand berufener Kollegen bequem und sicher auf den Nachbargebieten zurechtzufinden.

Das vorliegende Werk, welches sich die doppelte Aufgabe gestellt hat, die Beziehungen der Physik zur Kultur der Gegenwart für die akademischen Kreise, aber auch für die Vertreter der Geisteswissenschaften darzustellen, erfüllt diese Aufgabe in vorzüglicher Weise. Es enthält 36 Artikel, die von 32 Autoren verfaßt sind. Um die Reichhaltigkeit des Buches unseren Lesern vor Augen zu führen, geben wir hier die Überschriften der einzelnen Abschnitte wieder, da es hier nicht möglich ist, auf den Inhalt der verschiedenen Artikel einzugehen, die in ihrer Gesamtheit als ein beredtes Dokument von bleibendem Wert Zeugnis von dem jetzigen Stand der physikalischen Forschung ablegen.

1. „Die Mechanik im Rahmen der allgemeinen Physik“ von E. Wiechert. 2. „Historische Entwicklung und kulturelle Beziehungen“ von F. Auerbach. 3. „Thermometrie“ von E. Warburg. 4. „Kalorimetrie“ von L. Holborn. 5. „Entwicklung der Thermodynamik“ von F. Hennig. 6. „Mechanische und Thermische Eigenschaften der Materie in den drei Aggregatzuständen“ von L. Holborn. 7. „Umwandlungspunkte, Erscheinungen bei koexistierenden Phasen“ von L. Holborn. 8. „Wärmeleitung“ von W. Jaeger. 9. „Wärmestrahlung“ von H. Rubens. 10. „Theorie der Wärmestrahlung“ von W. Wien. 11. „Experimentelle Atomistik“ von E. Dorn. 12. „Theoretische Atomistik“ von A. Einstein. 13. „Entwicklung der Elektrizitätslehre bis zum Siege der Faradayschen Anschauungen“ von F. Richarz. 14. „Die Entdeckungen von Maxwell und Hertz“ von E. Lecher. 15. „Die Maxwellsche Theorie und die Elektronentheorie“ von H. A. Lorentz. 16. „Ältere und neuere Theorien des Magnetismus“ von R. Gans. 17. „Die Energie degradierenden Vorgänge im elektromagnetischen Feld“ von E. Gumlich. 18. „Die drahtlose Telegraphie“ von F. Braun. 19. „Schwingungen gekoppelter Systeme“ von M. Wien. 20. „Das elektrische Leitungsvermögen“ von H. Starke. 21. „Die Kathodenstrahlen“ von W. Kaufmann. 22. „Die positiven Strahlen“ von E. Gehrcke und O. Reichenheim. 23. „Die Röntgenstrahlen“ von W. Kaufmann. 24. „Entdeckungsgeschichte und Grundsätze der Radioaktivität“ von J. Elster und H. Geitel.<sup>1)</sup> 25. „Radioaktive Strahlungen und Umwandlungen“ von S. Meyer und E. v. Schweidler. 26. „Entwicklung der Wellenlehre des Lichtes“ von O. Wiener. 27. „Neuere Fortschritte der geometrischen Optik“ von O. Lummer. 28. „Spektralanalyse“ von F. Exner. 29. „Struktur der Spektrallinien“ von E. Gehrcke. 30. „Magnetooptik“ von P. Zeeman. 31. „Verhältnis der Präzisionsmessungen zu den allgemeinen Zielen der Physik“ von E. Warburg. 32. „Die Erhaltung der Energie und die Vermehrung der Entropie“ von F. Hasenöhr. 33. „Das Prinzip der kleinsten Wirkung“ von M. Planck. 34. „Die Relativitätstheorie“ von A. Einstein. 35. „Phänomenologische und atomistische Betrachtungsweise“ von W. Voigt. 36. „Verhältnis der Theorien zueinander“ von M. Planck.

Am Schluß jedes Artikels findet sich eine Literaturangabe, die dem Leser Gelegenheit zur weiteren Verfolgung des Gegenstandes bietet. Ein Inhaltsverzeichnis, Namen- und Sachregister erleichtert die Benutzung des Werkes, das wie ein großer Spiegel die Gedankenwelt des modernen Physikers klar und deutlich wiedergibt.

F. S. A.

<sup>1)</sup> Es wird behandelt: Entdeckung der Uranstrahlen, die stark aktiven Elemente der Pechblende, die Grundeigenschaften der Strahlen der radioaktiven Stoffe, die induzierte Aktivität und die Emanationen, die Heliumentwicklung aus radioaktiven Stoffen, die radioaktive Energie und ihre Messung. Ist die Radioaktivität eine allgemeine Eigenschaft der Materie? Die Verbreitung der Radioelemente in der Erde.

## INHALT

|                                                                                     |     |                                                                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Der Kanonendonner von Margate in Deutschland gehört? Von Wilhelm Krebs . . . . . | 185 | — Der Elektrizitätshaushalt der Atmosphäre. — Pflanzenphänologie und Klimakunde. — Über Denkmäler und Blitzgefahr . . . . .                                 | 195 |
| 2. Das Algolsystem . . . . .                                                        | 187 | 6. Bücherschau: Fr. Fischli, „Aeronautische Meteorologie“. — Braun, Prof. Dr. Gustav, „Deutschland“. — Trietsch, D., „Deutschland, Tatsachen und Ziffern“ . | 199 |
| 3. Aus dem Leserkreise . . . . .                                                    | 190 |                                                                                                                                                             |     |
| 4. Der gestirnte Himmel im Monat April 1917. Von Dr. F. S. Archenhold . . . . .     | 191 |                                                                                                                                                             |     |
| 5. Kleine Mitteilungen: Neuer Komet 1917 a (Mellish).                               |     |                                                                                                                                                             |     |

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

## Der Kanonendonner von Margate in Deutschland gehört?

Von Wilhelm Krebs

(Holsteinische Wetter- und Sonnen-Warte Schnelsen)

In der Nacht zum 26. Februar 1917 hörte ich gegen 1 oder 2 Uhr mitteleuropäischer Zeit, aus dem ersten Schlaf erwacht, ferne, dumpfe Schläge. Sie erinnerten mich in hohem Grade an die in Oberstein und sonst im Hundsrückgebiet gemachten Wahrnehmungen fernen Geschützdonners. Da aber Geschützübungen zur Nachtzeit gegenwärtig ausgeschlossen und die westlichen Kriegsschauplätze mehr als dreimal so weit als vom Hundsrück<sup>1)</sup> von meinem jetzigen holsteinischen Aufenthaltsorte entfernt liegen, war ich sehr gespannt auf Kriegsnachrichten von Geschützkämpfen. Am nächsten Tage lag der Bericht des Reichsmarineamts von der deutschen Torpedostreife nach dem Osteingange des Englischen Kanals und nach der Themsemündung vor. Margate an dieser, das bombardiert wurde und sicherlich auch selbst nicht schwieg, liegt von meinem Wohnort 628 Kilometer weit entfernt.

Die Richtung nach dort von diesem aus ist westsüdwestlich. Sie entspricht genau der übrigens durchaus nicht ungewöhnlichen Zugrichtung der atmosphärischen Störungen, die, im Norden an dem europäischen Festlande vorbeiziehend, ihm das von ihnen für diese letzten Februartage meinerseits seit Monatsfrist erwartete Tauwetter gebracht haben. Diese Zugrichtung wird durch beherrschende, sturmstarke Hochströmungen der Atmosphäre geboten, die nach vielfältigen Erfahrungen auch Überträger der über Erwarten weitreichenden indirekten Hörbarkeit starken Schalles sind. Über allen Zweifel ist dieser Zusammenhang erhoben durch japanische Vulkanausbrüche, die von den nachdenklichen kleinen Leuten der fernen Inselwelt von jeher genaue Beobachtung gefunden haben. Der Donner jener Vulkanausbrüche ist nach bestimmten Richtungen hin ebenfalls indirekt, daß heißt, durch ein Gebiet der Stille von dem der unmittelbaren Hörbarkeit getrennt, deutlich wahrgenommen worden. Diese Richtungen entsprachen aber jeweils denen der herrschenden Hochstürme der Atmosphäre. Denn nach genau denselben Richtungen wiesen die Spuren, welche diese Hochstürme in der von ihnen verschleppten und dann niedergeschlagenen vulkanischen Asche hinterließen.

Aus eigenen Untersuchungen konnte ich selbst hinzufügen, daß jene Richtungen der mittelbaren Hörbarkeit auch den Zugstraßen der Störungen entsprachen, die bei Ostasien in der ursprünglichen Gestalt der Teifune oder Baguios

<sup>1)</sup> Von neueren Sprachforschern wird „Hundsrück“ aus ethymologischen Gründen für die richtige Schreibart gehalten, anstatt „Hunsrück“.



genannten tropischen Wirbelstürme auftreten.<sup>1)</sup> Eine ausführliche Darstellung dieser und anderer meiner Untersuchungen solcher Fernakustik wird im Verlage des k. k. Österreichischen Flugtechnischen Vereins zu Wien demnächst unter dem Titel „Schallrätsel der Atmosphäre“ herausgegeben. In diesem Buche erscheint auch eine vervollständigte Liste der ganz ungewöhnlich großen, 330 Kilometer übersteigenden Hörweiten. Eine solche Liste war schon in der „Kriegszeitung“ und im „Tag“ vom 16. Juni 1916 erschienen und hat dann u. a. auch in der Monatsschrift „Das Wetter“ vom August 1916 Abdruck gefunden. Von den 11 Fällen dort ist sie inzwischen auf 30 angewachsen. Als 31ster würde der neue Fall Margate-Schnelsen einzureihen sein, und zwar an sechster Stelle. Die Liste gestaltet sich dann wie folgt:

| Nr. | km   | Strecke                                                                           | Schallquelle   | Jahr    |
|-----|------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------|
| 1.  | 4775 | Insel Rodriguez vom Krakatau . . . . .                                            | Vulkanausbruch | 1883    |
| 2.  | 970  | Heilbronn von Belgrad . . . . .                                                   | Geschützdonner | 1915    |
| 3.  | 900  | Preußisch Holland (Ostpreußen) von dem<br>Schlachtfeld beim Skagerrack . . . . .  | „              | 1916    |
| 4.  | 830  | Demerara von St. Vincent . . . . .                                                | Vulkanausbruch | 1812    |
| 5.  | 660  | Insel Föhr von der Sommeffront . . . . .                                          | Geschützdonner | 1916    |
| 6.  | 628  | Schnelsen von Margate . . . . .                                                   | „              | 1917    |
| 7.  | 600  | Ludwigsburger Haken bei Greifswald vom<br>Schlachtfelde beim Skagerrack . . . . . | „              | 1916    |
| 8.  | 590  | Sächsisches Erzgebirge von Antwerpen . . . . .                                    | „              | 1832    |
| 9.  | 578  | Tanneck (Harburg) von Verdun . . . . .                                            | „              | 1916    |
| 10. | 561  | Freiberg (Sachsen) von Sennheim (Elsaß) . . . . .                                 | „              | 1914/15 |
| 11. | 558  | Lindau (Bodensee) von Antwerpen . . . . .                                         | „              | 1914    |
| 12. | 545  | Brand-Erbisdorf (Sachsen) von Lüttich . . . . .                                   | „              | 1914    |
| 13. | 450  | Tribnow (Pommern) von Tannenberg . . . . .                                        | „              | 1914    |
| 14. | 435  | Langensalza von Verdun . . . . .                                                  | „              | 1916    |
| 15. | 423  | Burggrub bei Bamberg von Verdun . . . . .                                         | „              | 1916    |
| 16. | 400  | Heiligenstadt von Verdun . . . . .                                                | „              | 1916    |
| 17. | 390  | Schnelsen vom Schlachtfeld beim Skagerrack . . . . .                              | „              | 1916    |
| 18. | 380  | Gunzenhausen von Verdun . . . . .                                                 | „              | 1916    |
| 19. | 380  | Isselhorst bei Bielefeld von Verdun . . . . .                                     | „              | 1916    |
| 20. | 370  | Altenberg bei Bamberg von Verdun . . . . .                                        | „              | 1916    |
| 21. | 370  | Ansbach von Verdun . . . . .                                                      | „              | 1916    |
| 22. | 370  | Cassel von Verdun . . . . .                                                       | „              | 1916    |
| 23. | 360  | Nieder-Marsberg (Wa) von Verdun . . . . .                                         | „              | 1916    |
| 24. | 355  | Waldheim bei Oberdachstetten von Verdun . . . . .                                 | „              | 1916    |
| 25. | 350  | Rotenburg (Tauber) von Verdun . . . . .                                           | „              | 1916    |
| 26. | 350  | Homburg (Höhe) von Verdun . . . . .                                               | „              | 1916    |
| 27. | 350  | Ulm von Verdun . . . . .                                                          | „              | 1916    |
| 28. | 350  | Sadnigkopf (Kärnten) von Gislikon bei Luzern . . . . .                            | „              | 1847    |
| 29. | 345  | Waldecker Berg bei Kohrbach von Verdun . . . . .                                  | „              | 1916    |
| 30. | 340  | Hundsrück von der Sommeffront . . . . .                                           | „              | 1916    |
| 31. | 338  | Ziegenhain (Hessen) von Verdun . . . . .                                          | „              | 1916    |

<sup>1)</sup> Auch die Verbreitungsrichtung der Aschenfalle von dem neuen tätigen Vulkan Lassen Peak in Kalifornien, am weitesten östlich bis Winnemucca in Nevada, entsprach der gewöhnlichen Zugstraße solcher Störungen über Nordamerika, und diese wurde bei den drei großen aerologischen Untersuchungen Nordamerikas tatsächlich auch übereinstimmend gefunden mit den dominierenden Hochstürmen aus westlicher Richtung.

Die Einreihung der Strecke Margate-Schnelsen in dieser Liste überaus weiter Hörbarkeit einer Donnererscheinung besitzt noch eine besondere Bedeutung deshalb, weil sie größtenteils über das südliche Nordseegebiet führt. Diesem sind, besonders in seinem Westteile, atmosphärische Donnergeräusche eigen, die bis in die neueste Zeit als Rätsel galten. Sie wurden mit dem vlämischen Namen „Mistpoeffer“ von dem Brüsseler Gelehrten van den Broek in die Literatur eingeführt. Vom Volksmund wurden sie längst auf Geschützschießen an der englischen Küste zurückgeführt. Durch die neuen Untersuchungen über Geschützdonner ist diese volkstümliche Ansicht nunmehr wissenschaftlich begründet. Besonders wichtig sind für die Begründung natürlich die Fälle überaus weiter Hörbarkeit des Geschützdonners von und nach England selbst, von denen im gegenwärtigen Kriege tatsächlich auch einige festgestellt werden konnten.

### Das Algolsystem

In einer Ansprache, in der Frank Schlesinger das Ziel astronomischer und mathematischer Forschungen behandelt und in eindringlicher Weise für das Zusammenarbeiten beider Wissenschaften eintritt, gibt er einige wertvolle Anregungen für das Gebiet der spektroskopischen Doppelsterne und der Veränderlichen vom Algoltyp. Bei dieser Gelegenheit bringt er eine ausgezeichnete Monographie über Algol<sup>1)</sup>, die wir hier in Übersetzung mitteilen: „Der erste Stern, der als lichtveränderlich erkannt wurde, war wahrscheinlich Algol. Die Araber scheinen diese Entdeckung gemacht zu haben, denn sonst wäre es nicht zu verstehen, warum er seinen Namen Algol oder El Ghoul, der veränderliche Geist oder Dämon, erhalten hat. Aber unabhängig davon machten auch andere diese Entdeckung, so der Engländer Goodricke im Jahre 1782 im Alter von 18 Jahren. Er verfolgte den Stern bis er seine Periode und die Art seines Lichtwechsels bestimmen konnte und erkannte sofort, was wir heute als wahr anerkennen, daß Algol von einem dunklen Begleiter, der ungefähr so groß ist wie er selbst, zeitweilig verdunkelt wird. Dies war zu jener Zeit eine sehr kühne Schlußfolgerung, da ja die Doppelsterne noch nicht bekannt waren. Wohl waren schon viele Doppelsterne gesehen worden, doch hatte man angenommen, daß dies Beieinanderstehen nur zufällig und perspektivisch zu erklären sei. Erst Mitchell folgerte auf Grund der Wahrscheinlichkeitsrechnung, daß dies nicht der Fall sein könne, weil ihre Zahl zu groß sei, und so war der Entdecker der Doppelsterne eigentlich ein Mathematiker und kein Astronom. Zwanzig Jahre später wies Herschel am Fernrohr nach, daß einige Doppelsterne physische Doppelsterne seien, und durch ihre gegenseitige Anziehung um einander kreisen.

Im Jahre 1880 legte Pickering dar, daß die Lichtschwankungen bei Algol sich gut mit der Verfinsterungstheorie vertragen, und schlug vor, die Frage auf spektroskopischem Wege zu beantworten. Er folgerte, daß durch die Anziehungskraft des dunklen Begleiters die Umlaufgeschwindigkeit bei Algol beträchtlich sein und sich ändern müsse, je nachdem die Beobachtungen vor oder nach dem Minimum vorgenommen würden. Damals war aber das Spektroskop noch nicht so weit, um mit ihm so feine Untersuchungen vornehmen zu können, aber einige Jahre später vervollkommnete es Vogel für Geschwindigkeits-

<sup>1)</sup> Science, Bd. 41 No. 1047.

messungen, indem er das menschliche Auge durch die photographische Platte ersetzte. Zu den zuerst beobachteten Sternen gehörte Algol, und diese Beobachtungen bestätigten, was die Finsternishypothese verlangte. Seitdem ist diese Erklärung bedingungslos für Algol und solche Doppelsterne angenommen worden, die in gleicher Weise veränderlich sind.

Schon früh wurde von Argelander und auch von anderen bemerkt, daß die Periode von Algol, die Zeit zwischen zwei auf einander folgenden Minima, nicht konstant sei. Es wurden Versuche gemacht, diese Ungleichförmigkeit durch Formeln darzustellen, die die zweiten und höheren Potenzen der Zeit enthielten, aber der Stern wollte sich diesen Gleichungen nicht fügen. Im Jahre 1888 bearbeitete Chandler diese Frage ganz gründlich; er zeigte, daß durch die Einführung periodischer Glieder alle bisherigen Beobachtungen gut dargestellt werden können. Das wichtigste dieser Glieder hat einen Koeffizienten von 173 Minuten und eine Periode von 130 bis 140 Jahren. Deswegen nahm Chandler einen dritten Körper im Algosystem an und glaubte, daß Algol mit seinem ihn verdunkelnden Begleiter um den gemeinsamen Schwerpunkt aller drei Körper in dieser großen Periode kreise. Die Größe der Bahn wurde so angenommen, daß ihre Lichtgleichung für einen Beobachter auf der Erde 173 Minuten beträgt, und daß daher die Verfinsterungen um diesen Betrag verfrüht oder verspätet eintreten, je nachdem sie sich auf der näheren oder entfernteren Seite dieser großen Bahn ereignen. Chandler sah sofort ein, daß diese Erklärung Unregelmäßigkeiten in der Eigenbewegung von Algol bedingt, und daß diese groß genug sein dürften, um aus Meridianbeobachtungen erkannt zu werden. Eine Prüfung des bis dahin verfügbaren Materials überzeugte ihn, daß dies tatsächlich der Fall ist; die Größe der Schwankung ergab sich zu  $1,3$  und die Periode zu 131 Jahren. Dieses Resultat erfuhr scheinbar eine Bestätigung durch Searle von der Harvard-Sternwarte, der neue Beobachtungen zu diesem besonderen Zwecke vorgenommen hatte. Bauschinger jedoch kam nach Anbringung der besten systematischen Korrekturen an die Örter der Sternkataloge zu dem Schluß, daß keinerlei Beweis für eine Periode der Eigenbewegung des Algol vorliegt. Im folgenden Jahre prüfte Boss diese Beobachtungen von neuem mit dem Ergebnis, daß die Frage zugunsten einer Periode von 131 Jahren entschieden werden müsse, daß aber ein viel kleinerer Koeffizient als der von Chandler gefundene, und zwar  $0,5$  gegen  $1,3$  richtig sei. Später scheint Boss seine Meinung hierüber geändert zu haben; denn in seinem Vorläufigen Generalkatalog aus dem Jahre 1910 behandelt er Algol, als ob seine Bewegung gleichförmig sei, während er bei anderen Sternen des Katalogs auf periodische Ungleichmäßigkeiten achtet. Es muß betont werden, daß das Fehlen eines bestimmbar periodischen Gliedes in der Eigenbewegung nicht unbedingt Chandlers dritten Körper ausschließt, da seine Theorie ja keinen besonderen Koeffizienten für dieses periodische Glied verlangt. Die einzige Bedingung ist die, daß der Koeffizient mindestens das 20fache der jährlichen Parallaxe des Sterns betragen muß, und daher wird eine genaue Bestimmung der letzteren Licht in die vorliegende Frage bringen. Leider liegt bisher noch keine Parallaxenbestimmung vor, die zu diesem Zwecke genau genug ist.

Tisserand hat, von Chandlers 173 Minuten ausgehend, eine Erklärung ohne Annahme eines dritten Körpers versucht. Er sagt, daß, wenn Algol leicht abgeplattet und die Bahn des verdunkelnden Körpers ein wenig elliptisch ist, sich die Bahn selbst langsam und gleichmäßig in derselben

Richtung wie die Bahnbewegung des Begleiters drehen müsse. Folglich werden die Verfinsterungen früher stattfinden als zur mittleren Zeit, wenn die größte Annäherung in die Hälfte der Bahn fällt, die der Verfinsterung vorangeht, und später, wenn das Periastrum in der Bahnhälfte liegt, die nach der Verfinsterung durchlaufen wird. Diese Erklärung ist so wundervoll einfach und schien eine Zeitlang der Schlüssel zu dem Rätsel zu sein. Leider aber muß ich bekennen, daß *Tisserands* Erklärung sich nicht länger aufrecht erhalten läßt. Seiner Abhandlung hat er folgende Beziehungen zu Grunde gelegt:

Periode mal Excentrizität = 3,1416 mal Ungleichheit. In diesem Falle beträgt die Periode 2,87 Tage und die von *Chandler* gefundene Abweichung 173 Minuten; folglich muß die Excentrizität 0,13 betragen, was unmöglich ist. Eine große Reihe spektrographischer Beobachtungen am Allegheny-Observatorium zeigt überzeugend, daß die Excentrizität dieser Bahn keinesfalls 0,13 betragen, sondern höchstens den fünften Teil so groß sein kann, und daß daher keine größere Abweichung als 40 Minuten auf diesem Wege erklärbar ist.

Kurz nachdem *Chandler* seine Ungleichmäßigkeitsformel veröffentlicht hatte, begann der Stern allmählich davon abzuweichen und jetzt gehen die Verfinsterungen über eine Stunde später vor sich, als die Formel angibt. Der Grund dieser Abweichung ist wieder unbekannt, doch da das Vorhandensein irgend einer Ungleichmäßigkeit außer allem Zweifel steht, muß man auch nach einer Erklärung hierfür suchen.

Während die Wahrscheinlichkeit für das Bestehen von *Chandlers* drittem Körper immer geringer geworden ist, hat sich das Beweismaterial für das Vorhandensein eines ganz anderen dritten Körpers in diesem System allmählich vermehrt. Seit der Veröffentlichung von *Vogels* klassischen Beobachtungen im Jahre 1890 ist es bekannt, daß die Radialgeschwindigkeit von *Algol* einer Schwankung unterworfen ist, deren halbe Amplitude ungefähr 40 km beträgt und deren Periode die gleiche ist wie die der Lichtschwankung, 2,87 Tage. Im Jahre 1906 entdeckte *Belopolsky* in *Pulkowa* das Vorhandensein einer anderen Schwankung der Radialgeschwindigkeit, deren Amplitude viel geringer und deren Periode viel hundert mal länger als die der anderen ist. Beobachtungen am Allegheny-Observatorium haben diese Entdeckung zweifelsfrei bestätigt. Die Periode dieser neuen Schwankung beträgt etwas weniger als 2 Jahre. Sie ließe sich durch das Vorhandensein eines dritten Körpers erklären, von solcher Masse und in solcher Lage, daß die Entfernung vom *Algol* zum Mittelpunkt des Schwerpunkts aller drei Körper etwa  $\frac{2}{3}$  der Entfernung der Erde von der Sonne beträgt. Natürlich muß man sich fragen, ob nicht andere Erklärungen möglich sind, oder in anderen Worten, ob nicht die Verschiebung der Spektrallinien, woraus auf den dritten Körper geschlossen wird, eine andere Ursache als die Veränderung der Geschwindigkeit haben kann. Diese Frage drängt sich den Astronomen immer wieder auf. Glücklicherweise kann sie in diesem Falle verneint werden. Die Anwesenheit des dritten Körpers verlangt eine Lichtgleichung ähnlich der von *Chandler*, aber jetzt mit einer kürzeren Periode als 2 Jahre und mit geringerer Amplitude. Diese Amplitude kann im voraus berechnet werden; sie beträgt etwa 5 Zeitminuten. Ich habe das reiche photometrische Material, das sich in bezug auf diesen Stern in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts angesammelt hat, untersucht und gefunden, daß diese Lichtgleichung immer vorhanden ist. Das läßt keinen Zweifel darüber, daß die Verschiebung der Spektrallinien nichts anderes ist, als

eine Folge der Bewegung und daß das Algol-System mindestens drei Körper umfaßt, von denen selbst in unseren größten Fernrohren nur einer sichtbar ist.

Hier muß der Astronom sich an den Mathematiker wenden und ihn fragen, ob dieser dritte Körper in irgend einer Weise an der langen Ungleichheit der Algolperiode schuld sein kann, d. h. in der Zeit, die zwischen zwei aufeinander folgenden Verfinsterungen verstreicht. Wenn dies nicht der Fall sein sollte, was für Erklärungen können außer den untersuchten noch herangezogen werden?

Die Beantwortung dieser Fragen wird zweifellos auch andere Doppelsterne berühren, denn viele von ihnen zeigen ähnliche Unregelmäßigkeiten der Periode, obgleich bis jetzt nur noch in einem anderen Falle das Vorhandensein eines dritten Körpers herangezogen wird.“

### Aus dem Leserkreise:

Sehr geehrter Herr Direktor!

Beim Durchlesen der Abhandlung „Launen der Schwerkraft“ von Hans Passarge im 17./18. Heft des „Weltalls“, worin darauf hingewiesen wird, daß es außer den örtlichen auch zeitliche Abweichungen vom normalen Wert der Schwerkraft gibt, für deren Erklärung es an jedem Anhalte fehle, erinnerte ich mich sofort eines früheren Aufsatzes über die Birotationstheorie der Planeten. Im Heft 7 Jahrg. 1911 wurde von dem gleichen Verfasser in der Abhandlung „Das Wesen der Gravitation im Sonnensystem“ darüber berichtet.

Die örtlichen Abweichungen vom normalen Wert der Schwerkraft finden nach der eingangs erwähnten Abhandlung in der Annahme eine Erklärung, daß sie unter dem Einfluß von Abweichungen in der gleichmäßigen Dichte der Erde zustande kommen. Wie ich nun zu vermuten wage, ließen sich die zeitlichen Abweichungen vielleicht aus der Birotation der Erde erklären. Ich habe mir deshalb erlaubt, Euer Hochwohlgeboren diesen Erklärungsversuch zu unterbreiten mit der Bitte, ihn als den Versuch eines Laien, der sich in seinen freien Stunden gerne mit der Lektüre des Weltalls beschäftigt, zu betrachten.

Die Schwingungsdauer eines Pendels ist abhängig von der jeweils auf das Pendel wirkenden Schwerkraft. Für denselben Ort wurde die Schwerkraft bisher als konstante Größe angenommen. Nach der Birotationstheorie braucht dies aber notwendigerweise nicht der Fall zu sein, wie aus Nachstehendem sich ergibt. Jener Schwerkraftanteil, der von dem äußern Mantel ausgeht, ist für den gleichen Beobachtungsort jedenfalls als konstante Größe anzusprechen; der Anteil jedoch, der von dem innern, rotierenden Kern hervorgebracht wird, kann aber veränderlich sein. Ebenso wie man für verschiedene Beobachtungsorte eine verschiedene Dichte der Erde im allgemeinen annimmt, kann man auch für den innern Kern an verschiedenen Stellen Abweichungen von der normalen Dichte annehmen. Unter dem Beobachtungsort, für den der Schwerkraftanteil der äußern Schale einen konstanten Wert hat, bewegt sich aber der innere Kern beständig fort, so daß abwechselnd Teile dieses Kerns von verschiedener Dichte unter dem Beobachtungsort hinweggleiten. Je nachdem nun die Dichte des Kerns an der gerade unter dem Beobachtungsort befindlichen Stelle größer oder geringer als die normale ist, wird die Schwingungsdauer des Pendels beschleunigt oder verzögert werden. In der Annahme, daß der Kern mehr oder weniger

flüssig ist, werden aber die Teile von verschiedener Dichte — eben wegen der Bewegung des Kerns — nicht immer an der gleichen Stelle verbleiben, sondern im Laufe der Zeit eine größere oder geringere Verschiebung erleiden. Daraus würde sich auch ohne Zwang erklären, weshalb sich bei den zeitlichen Abweichungen in der Schwingungsdauer des Pendels keine Regelmäßigkeit feststellen läßt.

Die zeitlichen Abweichungen vom normalen Wert der Schwerkraft würden sohin neben andern gewichtigeren Beweisen, falls meine Schlüsse richtig sind, einen weiteren, allerdings indirekten Beweis für die Birotation darstellen.

Dipl.-Ing. Niederländer, Kgl. Oberchemiker.

\* \* \*

Herr Passarge schreibt uns hierzu folgendes:

Die Vermutung, daß die zeitlichen Abweichungen vom normalen Wert der Schwerkraft aus der Birotationstheorie ihre Erklärung finden können, ist zutreffend. Ich habe das auch in der kleinen Abhandlung „Launen der Schwerkraft“ (Heft 17/18 Jahrg. 1916 dieser Zeitschrift) am Schluß andeuten wollen. Der Zusammenhang zwischen der zeitlichen Inkonzanz der Schwere und der Birotation ist indessen meiner Meinung nach ein anderer als Herr Niederländer annimmt, nämlich folgender: Nach der Birotationstheorie wird der Wert der Schwerkraft mitbestimmt durch den Wert des Winkels, den die Achsen der äußeren und der inneren Rotation einschließen; während aber die Achse der inneren Rotation konstant gerichtet ist, weist die Achse der äußeren (Copernikanischen) Rotation unregelmäßige Verlagerungen auf, sie bleibt sich nicht selbst parallel, eine Erscheinung, die als Pol- oder Breitenschwankung bekannt ist. Infolge der Polschwankung ergeben sich also geringe Änderungen im Wert des die beiden Achsen einschließenden Winkels und hieraus die Inkonzanz der Schwerkraft für ein- und denselben Beobachtungsort und gemessen nach ein- und demselben Pendelapparat. In die Erscheinung tritt diese Inkonzanz als Beschleunigung oder Verzögerung des Sekundenpendels, festgestellt durch Beobachtungen von Haasemann, Schumann, Messerschmitt, Anding u. a. (Vgl. Messerschmitt, Die Schwerebestimmung an der Erdoberfläche, Braunschweig 1908, Seite 105.) Genauere Berechnungen, die ich auf diese Annahme hin angestellt habe, geben gute Übereinstimmung mit den Beobachtungen. Die zeitliche Inkonzanz der Schwerkraft ist also in der Tat ein neuer Beweis für die Richtigkeit der Birotationstheorie.

Hans Passarge.

---

## Der gestirnte Himmel im Monat April 1917

Von Dr. F. S. Archenhold

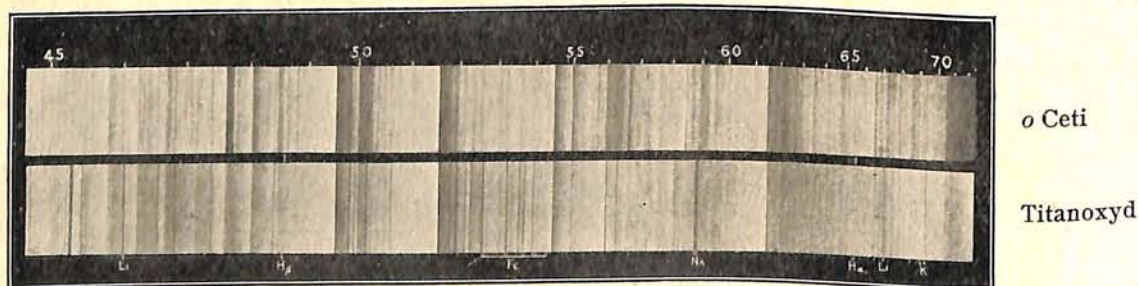
### Die Lichtschwankungen und das Spektrum des veränderlichen Sternes Mira im Walfisch (*o Ceti*)

Am 13. August 1596 beobachtete David Fabricius einen hellen Stern im Walfisch, den er nachher aber nicht wieder auffinden konnte. Erst am 5. Februar 1609 nahm er ihn wieder wahr und verfolgte ihn bis Ende des Monats, ohne ihn mit dem in Bayers Uranometrie als *o Ceti* verzeichneten Stern identifiziert zu haben. Erst 30 Jahre später fand ihn Holwarda durch Zufall wieder auf, hielt ihn für einen neuen Stern und bemühte sich zu beweisen, daß er mit *o Ceti* nicht identisch sei. Dann wurde er 1642 in

Hamburg von Fullenius und Junge wieder beobachtet, worüber aber nur dürftige Nachrichten vorliegen. Erst mit Hevelius setzen die wissenschaftlichen Beobachtungen ein, aus denen hervorgeht, daß der Stern im Maximum die 3. oder 4. Größe, seltener die 2. Größe erreicht. Wurm bestimmte die Periode der Lichtschwankung zu 331,96 Tagen. Westphal fielen im Jahre 1818 die Ungleichheiten in der Periode, die bis zu einem Monat anwachsen oder sich verringern konnten, auf, hielt sie aber nur für zufällig. Nach seinen Angaben nimmt der Stern in 40 Tagen von der 6. Größe bis zum größten Lichte zu und in 66 Tagen von diesem bis zu jener ab, so daß er 106 Tage heller, 226 Tage aber schwächer als 6. Größe ist. Ganz eingehende Untersuchungen stellte Argelander über den Stern an; besonders bemühte er sich, eine Formel für die Maxima zu finden, die gleichzeitig Rücksicht auf die periodischen Ungleichheiten nimmt. Er hält es jedoch für möglich, daß die Helligkeiten eine ganz andere Periode haben als die Maxima. Zur Entscheidung dieser Frage mußte vorerst der mittlere Zug der Lichtkurve wie auch die Zeiten aller Maxima genauer bekannt werden. In neuerer Zeit hat Guthnick<sup>1)</sup> sehr eingehende Untersuchungen am Mira Ceti vorgenommen und alle verfügbaren Beobachtungen zur Bestimmung der Zeiten und Helligkeiten verwandt. Es wurden aus dem Zeitraum von 1596 bis 1900 die Zeiten von 102 Maxima und 27 Minima ermittelt und die Helligkeiten von 108 Maxima und 27 Minima festgestellt. Hierunter befinden sich 10 sehr helle und 7 sehr schwache Maxima. Die Lichtkurven teilte Guthnick in 4 Gattungen ein, die grundlegend geworden sind.

Nach den letzten Beobachtungen vertrat die Lichtkurve im Jahre 1910 den dritten Typus, hat sich aber inzwischen der zweiten Gattung genähert, mit der sie jetzt übereinstimmt. Sie besitzt außerordentlich geringe Helligkeit und erreicht noch nicht einmal die vierter Größe. Dem Spektrum nach gehört der Stern zur dritten Spektralklasse. Die Wasserstofflinien treten hell auf; nur bei HE erscheint eine starke Absorptionslinie, die von einer über der hellen Wasserstofflinie lagernden Kalziumschicht herrührt. Verschiebungen, die auf Veränderungen der Radialgeschwindigkeit schließen lassen, kommen nicht vor, jedoch finden sich Änderungen in der Absorption, die dem Lichtwechsel entsprechen. Der Lichtwechsel rührt demnach nicht von einem dunklen Begleiter her, sondern wird sehr wahrscheinlich durch Erscheinungen verursacht, die Ähnlichkeit mit unseren Sonnenflecken haben.

Schon lange war es aufgefallen, daß fast alle charakteristischen Bänder der dritten Spektralklasse durch Absorption des Titans hervorgerufen wurden, und so lag es nahe, durch eine direkte Gegenüberstellung der beiden Spektren den Beweis unmittelbar zu erbringen. Zu diesem interessanten Vergleich bietet nachstehende Abbildung, die von



Vergleich des Spektrums des veränderlichen Sternes Mira (o Ceti) mit dem im Laboratorium erhaltenen Spektrum des Titanoxyds.

A. Fowler in den Monthly Notices im April 1909 veröffentlicht worden ist, die Handhabe. Das obere Spektrum ist das von Mira Ceti nach einer Slipherschen Spektralaufnahme und das untere das des Titanoxyds.

<sup>1)</sup> A. N. Bd. 157 No. 3745, 1902.

Die Originalaufnahme des Sterns wurde 5 mal vergrößert und das Titanoxyd mit dem Littrow-Spektrographen aufgenommen, der durch seine geringe Dispersion den Vergleich mit dem Sternspektrum erleichterte. Es wurde im Negativ gebracht, damit es mit den dunklen Bändern im Sterne übereinstimmt. Da die Aufnahme im elektrischen Lichtbogen gemacht wurde und die Gase sich zwischen eisernen Polen verflüchtigten, zeigen sich einige Eisen- und Titanlinien neben den Bändern. Die D-Linie des Natriums, sowie die roten und blauen Lithiumlinien bei 6708 und 4602 und eine Reihe von Kaliumlinien bei 5800 und die roten Kaliumlinien 6939, 6941 sind Unreinlichkeiten.

Trotz der beiden verschiedenen Aufnahmeinstrumente ist die Dispersion der Linien beinahe gleich. Man sieht, daß die beiden Spektren zum größten Teil übereinstimmen und daß daher die Identifizierung der Bänder ganz unabhängig von der Bestimmung der Wellenlängen ist, die ja auch beim Stern nicht zu Gebote stehen.

Das Auftreten des Titanoxyds im Spektrum der Mira deutet darauf hin, daß die Atmosphäre des Sterns schon einer starken Abkühlung unterworfen ist, so daß wir uns den Zustand der Oberfläche aller Sterne dieser Spektralklasse in einem ähnlichen Stadium vorzustellen haben, wie bei unserer Sonne.

### Die Sterne

Auf unserer Karte, die für den 1. April abends 10 Uhr entworfen ist, und auch für den 15. April abends 9<sup>h</sup>, den 1. Mai abends 8<sup>h</sup> und so fort gilt, erscheinen zum ersten Male genau im Osten die beiden Jed-Sterne des Schlangenträgers. Nördlich von ihnen ist  $\alpha$  im Herkules sichtbar geworden, in südlicher Richtung erheben sich auch zum ersten Male wieder die drei hellsten Sterne der Wage. Südöstlich von diesen erstrahlt die helle Spica in dem Tierkreisbild der Jungfrau. Von den anderen Bildern der Ekliptik stehen nach Westen zu Löwe, Krebs, Zwillinge und Stier um diese Zeit über dem Horizont. Der Löwe wird vom Meridian durchschnitten, wie auch der Große Bär, der den Zenit umlagert. Durch den Kleinen Bären und den Cepheus senkt sich der Meridian zum Nordhorizont, nachdem er kurz zuvor die Milchstraße durchschnitten hat. Diese liegt in ihrer ganzen Ausdehnung nur in geringer Höhe über dem Horizont. Die beiden Wintergestirne, der Sirius und der Orionnebel, stehen diesmal noch über dem Horizont; dann können wir sie auf unsrer Karte bis zum November nicht mehr verzeichnen.

### Der Lauf von Sonne und Mond

Die Sonne entwickelt jetzt eine überaus rege Fleckentätigkeit; es entstehen oft Flecke von solcher Ausdehnung, daß sie mit bloßem Auge gesehen werden können. Im April rückt sie vom Sternbilde der Fische in das des Widders. Sie steigt schnell höher; am 30. des Monats beträgt die Mittagshöhe bereits 52°. Am 16. April tritt für uns wieder die Sommerzeit in Kraft, indem in der Nacht vom 15. zum 16. April die Uhren um 2 Uhr auf 3 Uhr vorgerückt werden.

Dementsprechend sind in nachstehender Tabelle die Zeiten für den 30. April in mitteleuropäischer Sommerzeit angegeben:

| Sonne    | Deklination | Sonnenaufgang                  | Sonnenuntergang                | Mittagshöhe                      |
|----------|-------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| April 1. | + 4° 26'    | 5 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup> | 6 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> | 42°                              |
| - 15.    | + 9° 40'    | 5 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup> | 7 <sup>h</sup> 2 <sup>m</sup>  | 47 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> ° |
| - 30.    | + 14° 41'   | 5 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> | 8 <sup>h</sup> 26 <sup>m</sup> | 52 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> ° |
|          |             | (Sommerzeit)                   | (Sommerzeit)                   |                                  |

Der Mond, dessen Stellung von 2 zu 2 Tagen mit den wechselnden Lichtgestalten in unsere Karten eingetragen ist, zeigt folgende Hauptphasen:

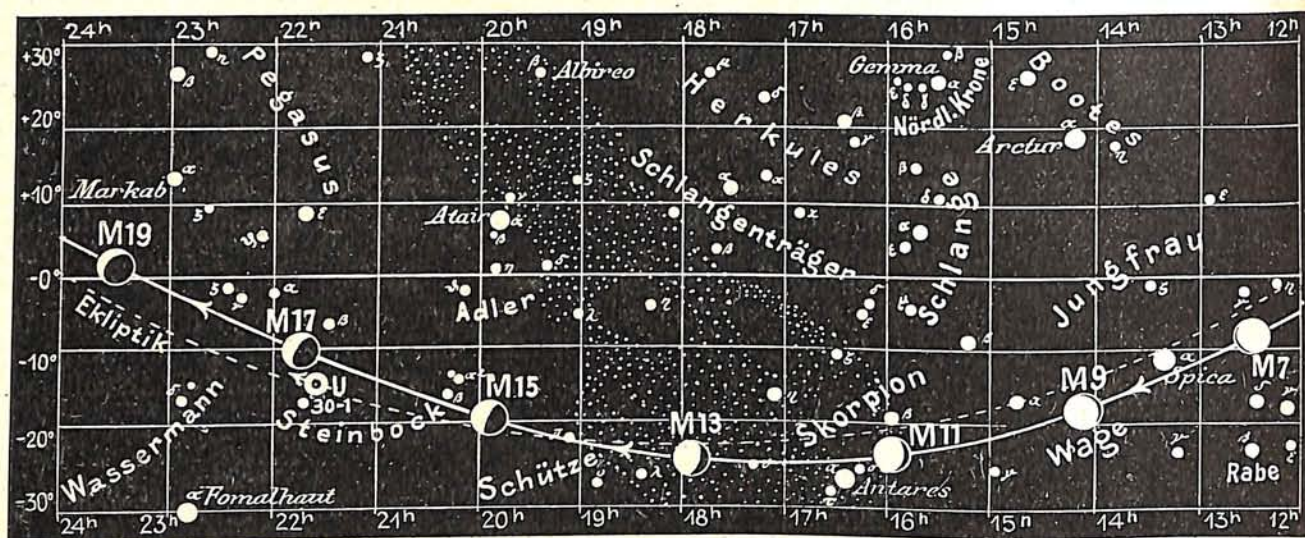
|                  |                                |                 |                                 |
|------------------|--------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| Vollmond:        | April 7. 1 <sup>h</sup> nachm. | Neumond:        | April 21. 3 <sup>h</sup> nachm. |
| Letztes Viertel: | - 14. 8 <sup>h</sup> abends    | Erstes Viertel: | - 29. 6 <sup>h</sup> vorm.      |

### Die Planeten

*Merkur* (Feld 1<sup>h</sup> bis 3<sup>3</sup>/<sub>4</sub><sup>h</sup>) wird in der ersten Hälfte des Monats am Abendhimmel im Nordwesten sichtbar, zuerst nur kurze Zeit, am Ende des Monats jedoch eine Stunde



Fig. 1b



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

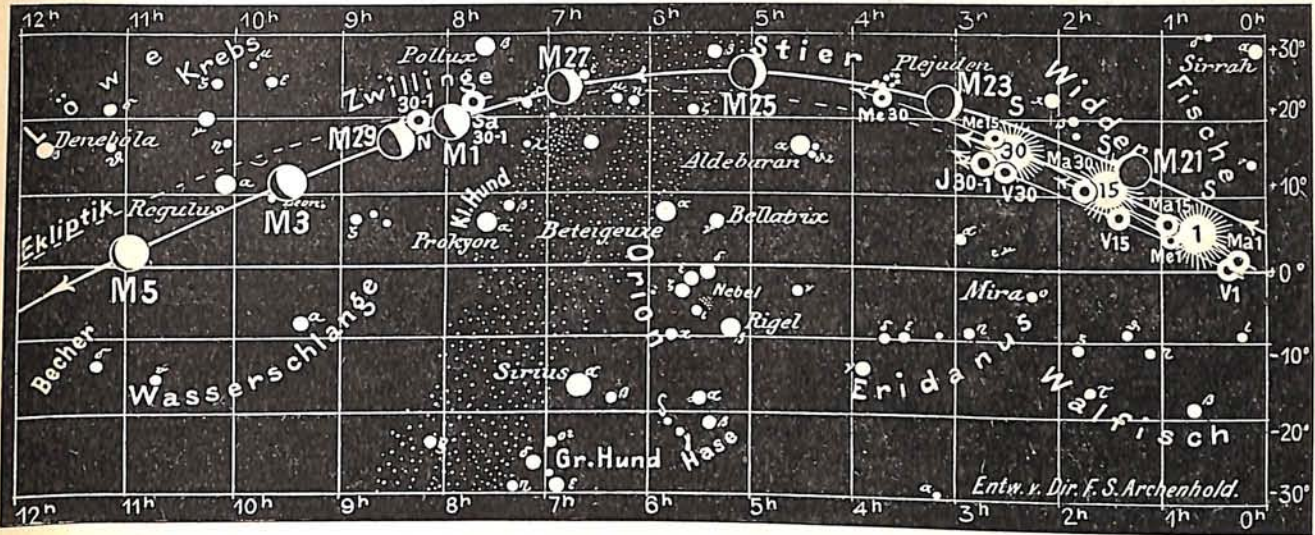
lang. Er steht alsdann unmittelbar südlich unter den Plejaden und ist bequem in kleineren Fernrohren aufzufinden. Eine ähnlich günstige Sichtbarkeit, die allerdings in die frühen Morgenstunden fallen wird, wird Merkur erst wieder in der zweiten Septemberhälfte erreichen.

Venus (Feld  $1\frac{1}{4}^h$  bis  $2\frac{1}{2}^h$ ) ist während des ganzen Monats infolge ihres nahen Standes zur Sonne — am 26. tritt sie mit ihr in obere Konjunktion — unsichtbar.

Mars (Feld  $1\frac{1}{4}^h$  bis  $1\frac{3}{4}^h$ ) bleibt während des ganzen Monats unsichtbar, obgleich er am Schluß schon etwa  $\frac{3}{4}$  Stunden hinter der Sonne zurückbleibt.

Jupiter (Feld  $2\frac{1}{2}^h$  bis  $3^h$ ) ist zu Anfang des Monats am Abendhimmel noch  $1\frac{1}{2}$  Stunden lang zu sehen, wird jedoch Ende April von der Sonne fast ganz eingeholt, so daß auch er alsdann in ihren Strahlen verschwindet. Die zahlreichen Flecken, die auf der Jupiters-Oberfläche auftreten, gewähren uns einen interessanten Einblick in die verschiedenen Umdrehungsgeschwindigkeiten der einzelnen Gasschichten der Planetenhülle. Die hellen Flecke scheinen mit wirbelartigen Strömungen der tieferen Schichten in Zusammenhang zu stehen. Eine besonders heiße Stelle in einer tieferen Lage der Jupitershülle scheint der rote Fleck zu sein, der seit 1878 ständig beobachtet wird, aber schon 50 Jahre vorher gesehen worden ist. Die Umlaufgeschwindigkeit des „Roten Flecks“ war bis zum Jahre 1883 langsamer als die seiner Umgebung, verhielt sich alsdann etwa 17 Jahre lang ähnlich wie seine Nachbarschaft, um in den letzten Jahren wieder eine Zunahme der Geschwindigkeit zu zeigen.

Saturn (Feld  $7\frac{3}{4}^h$ ) ist zu Anfang des Monats noch 7 Stunden lang sichtbar, doch vermindert sich die Dauer seiner Beobachtungsmöglichkeit auf  $4\frac{1}{2}$  Stunden am Ende des Monats. Bisher sind schon 10 Monde des Saturns aufgefunden worden, von denen der hellste, Titan, bereits im Jahre 1656 von Huygens, und der letzte erst im April 1905 von Pickering auf photographischem Wege entdeckt wurde. Die Umlaufzeiten dieser Trabanten schwanken zwischen einem und 555 Tagen. Jetzt ist die südliche Fläche des Ringes sichtbar, der aus einer großen Zahl kleinster Körperchen besteht, die den Planeten umkreisen. Wenn ein Zusammenstoß zwischen einigen von ihnen stattfindet, so ruft dies ein ähnliches Aufleuchten hervor, wie wir es im Großen bei den Katastrophen der neuen Sterne am Himmel sehen. Helle Punkte treten dann zu der



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

Zeit, wenn der Ring zu einer schmalen Linie zusammengeschrumpft ist, längs derselben auf.

*Uranus* (Feld  $21\frac{3}{4}^h$ ) ist wegen seiner niedrigen Stellung nur ungünstig am Morgenhimmel zu beobachten. Er befindet sich während des ganzen Jahres im Sternbild des Steinbocks. Seine Tageslänge ist auf spektroskopischem Wege auf nicht ganz 11 Stunden bestimmt worden. Seine vier Monde umkreisen ihn in rückläufiger Bewegung in der Richtung von Ost nach West.

*Neptun* (Feld  $8\frac{1}{4}^h$ ) steht nicht weit von Saturn und ist ebenso günstig wie dieser während des ganzen Monats zu beobachten. Auf seiner Oberfläche sind neuerdings Äquatorialstreifen, ähnlich denen des Jupiters, entdeckt worden.

#### Bemerkenswerte Konstellationen:

- April 16.  $9^h$  abends Merkur in Konjunktion mit Jupiter.  
Merkur  $3^0 0'$  nördlich von Jupiter.
- 20.  $11^h$  abends Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- 21.  $5^h$  nachmitt. Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 22.  $5^h$  nachmitt. Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- 23.  $5^h$  morgens Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- 28.  $3^h$  morgens Saturn in Konjunktion mit dem Monde.

### Kleine Mitteilungen

**Neuer Komet 1917<sup>a</sup> (Mellish).** Die Entdeckung dieses ersten Kometen des Jahres 1917 ist der astronomischen Zweigstelle Kopenhagen am 22. März nachmittags aus Boston telegraphisch gemeldet worden. Komet Mellish stand, nach dem Ephemeriden-Zirkular der A. N. 1917 No. 522, am 20. März in Rectascension  $31^0 4'$  und in einer Deklination von  $14^0 0'$ .

Inzwischen wurde der Komet in Kopenhagen, Bergedorf, Königstuhl und Bamberg beobachtet. Er erschien rund, mit verdichteter Mitte, ohne Schweif in einer Helligkeit von 7. bis 8. Größe.

Am 20. März stand er in der Nähe von  $\gamma$  im Widder, rückte jedoch bei geringer Änderung der Deklination weiter nach Osten in das Sternbild der Fische hinein. Auf Grund der bisherigen

Beobachtungen hat Professor Strömgren eine parabolische Bahn berechnet, wonach der Komet zu den nicht periodischen zu zählen ist und nur einmal unser Sonnensystem durchheilt. Er ist in den frühen Abendstunden kurz nach Sonnenuntergang in der Dämmerung am westlichen Himmel zu beobachten. Vor dem Kriege war die Kieler Sternwarte die Zentralstelle für Nachrichten über astronomische Neuentdeckungen und stand in Beziehungen zu den Sternwarten aller Erdteile.

Jetzt gehen die Mitteilungen aus dem neutralen und feindlichen Ausland nach Kopenhagen, von wo sie nach Kiel weitergegeben werden. Von hier aus gelangen sie auf telegraphischem Wege oder durch Zirkular an die deutschen Sternwarten.

F. S. A.

**Der Elektrizitätshaushalt der Atmosphäre.** Untersuchungen haben ergeben, daß sich im Mittel in der Nähe der Erdoberfläche in jedem Kubikzentimeter etwa 750 Ionenpaare befinden und zwar im Verhältnis 1,13 : 1 mehr positive als negative Ionen. Es beträgt die positive Raumladung der Luft, also der Überschuß der positiven über die negativen Ionen,  $5 \cdot 10^{-8}$  ESE/cm<sup>3</sup>. Die mittlere Beweglichkeit der positiven Ionen ist 0,9, die der negativen 0,8 cm/sec:Volt/cm. Sie erteilen zusammen der Luft eine Leitfähigkeit von  $2,5 \cdot 10^{-4}$  ESE.

Eine einfache jährliche Periode mit Maximum im Sommer und Minimum im Winter weisen Leitfähigkeit und Ionisierung auf. Ebenso ist ihr täglicher Verlauf einfach im Winter (Maximum um 4 a. m., Minimum um 7–8 p.), im Sommer doppelt (Maxima um 4 a. m. und 1 p. m., Minima um 8 a. m. und 7–8 p. m.).

Große Werte zeigen Leitfähigkeit und Ionisierung bei fallendem Barometer, hoher Temperatur, starkem Winde, ferner bei guter Luftreinheit und geringer Feuchtigkeit, bei welchen die Umwandlung in träge Ionen kleinerer Geschwindigkeit nur wenig erfolgt; vielmals größer als am Erdboden sind die Werte der Leitfähigkeit und des Ionengehaltes in größeren Höhen.

Entgegengesetzt wie diese verhält sich das Potentialgefälle, welches an der Erdoberfläche +125 Volt/m im Mittel ist. Von der Luft zur Erde fließt ständig infolge dieses Potentialgefälles ein Strom von  $1 \cdot 10^{-6}$  ESE/cm<sup>2</sup> (=  $0,3 \cdot 10^{-15}$  Amp/cm<sup>2</sup>).

Die Flächendichte  $\delta$  der auf der Erdoberfläche sitzenden Ladung ist aus dem Potentialgefälle  $F$

$$\delta = -\frac{1}{4\pi} \cdot F = -3,3 \cdot 10^{-4} \text{ ESE/cm}^2.$$

Am Erdboden ist die Dichte der Raumladung  $\rho$  der Luft  $+5 \cdot 10^{-8}$  ESE/cm<sup>3</sup>; sie ist in größeren Höhen kleiner.

Die gesamte in einer Luftsäule von 1 cm<sup>2</sup> Querschnitt befindliche Elektrizitätsmenge berechnet man zu  $+3,3 \cdot 10^{-4}$  ESE.

Die Ionen der Luft verringern sich ständig durch Wiedervereinigung zu neutralen Molekülen oder durch Molisierung, d. h. durch Anlagerung von Staubteilchen und Wassertröpfchen. Es entstehen träge Ionen (Langerin-), welche wegen ihrer geringen Geschwindigkeit (etwa  $\frac{1}{3000}$  cm/sec:Volt/cm) zur Leitfähigkeit der Atmosphäre nichts mehr beitragen, aber durch ihre Ansammlung an Dunstsichten und Wolken den Wert des Potentialgefälles ändern und seine Richtung umkehren. Da der mittlere Ionengehalt konstant bleibt, so müssen Ionen durch andere Prozesse nachgeliefert werden.

Ionisierungsquellen sind:

- zerspritzendes Wasser (Lenardeffekt),
- Lichtelektrizität (Hallwachseffekt),
- ultraviolettes Licht und radioaktive Substanzen.

Der Lenardeffekt ist nur von lokaler Bedeutung und tritt bei Niederschlägen, Wasserfällen und Brandung auf. Zur Ionisierung trägt er nichts bei, da seine Ionen nur Geschwindigkeiten von weniger als 0,2 cm/sec:Volt/cm haben.

Der Hallwachseffekt tritt an mit Wasser oder Vegetation bedeckten Teilen der Erdoberfläche nicht ein und könnte nur selten eine Ionisierung bewirken.

Das ultraviolette Licht (Wellenlänge von 90–180  $\mu\mu$ ) wird durch die höheren Schichten der Atmosphäre absorbiert und kommt dadurch für die Ionisierung an der Erdoberfläche nicht in Betracht. Es bewirkt nur Zunahme der Leitfähigkeit von etwa 3000 m ab.

Es bleiben noch die radioaktiven Substanzen, welche in gewöhnlicher Gartenerde, dem Fangoschlamm (Italien), in Gestein und Boden vorkommen. Bei einem Radiumgehalt zu  $3 \cdot 10^{-12}$  g/g Gestein (neben Radium noch  $1,5 \cdot 10^{-5}$  g Thor/g Gestein) kommt die damit im Gleichgewicht stehende Emanationsmenge  $3 \cdot 10^{-12}$  Curie (1 Curie ist die Emanationsmenge, welche mit 1 g Radium im Gleichgewicht ist).

Wenn 1 Curie einen Sättigungsstrom von  $2,5 \cdot 10^{-6}$  ESE liefert, so würde die in 1 g Gestein vorhandene Radiummenge eine Emanationsmenge ansammeln, welche einen Sättigungsstrom von  $3 \cdot 10^{-12} \cdot 2,5 \cdot 10^{-6} = 7,5 \cdot 10^{-6}$  ESE lieferte und die in  $1 \text{ cm}^3$  vorhandene Emanation würde  $19 \cdot 10^{-6}$  ESE sein (s. G. Berndt, Die Naturwiss. 1914, S. 760). Von dieser geht ein Teil in die in den Bodenkapillaren befindliche Luft (Bodenluft), der andere bleibt in der Erde occludiert, ein Teil entweicht in den oberen Schichten der Emanation mit der Bodenluft in die Atmosphäre.

Die im Boden befindlichen radioaktiven Substanzen genügen zur Erzeugung der in der Bodenluft vorhandenen Emanationsmenge. Der Emanationsgehalt der Bodenluft weist eine jährliche (Maximum im Sommer, Minimum im Winter, wie die Leitfähigkeit der Atmosphäre) und tägliche (Verlauf ähnlich derjenigen des Potentialgefälles und des Barometerstandes) Periode auf und beide Größen und der Emanationsgehalt werden durch den Sonnenstand beeinflusst.

Große Werte weist der Emanationsgehalt auf bei aufsteigenden Luftströmen (bei fallendem Barometer und Sonnenbestrahlung) und kräftigen Winden (saugende Wirkung derselben). Er nimmt zu bis zu 2 m Tiefe; dann sind keine zeitlichen Schwankungen mehr wahrzunehmen. Das Verhältnis der Radium- zur Thor-Emanation ist an der Oberfläche gleich 1600 und beträgt, mit zunehmender Tiefe wachsend, in 4 m 26 000.

Die Emanation wird absorbiert und zuweilen Radium gelöst von den unterirdischen Wässern; viele Quellen sind daher mehr oder weniger aktiv, viele Heilquellen besitzen großen Emanationsgehalt.

Das Radium gelangt auch ins Meerwasser durch Auswaschung der Gesteine und sein Radiumgehalt schwankt zwischen 9 und  $170 \cdot 10^{-6}$  g Ra/Wasser; der Radiumgehalt der Weltmeere wäre 10 000 Tonnen (in Tiefseesedimenten ist der Radiumgehalt größer, nämlich 0,6 bis  $51 \cdot 10^{-12}$  g Ra/Gestein und die Gesamtmenge des Radiums 1 Million Tonnen).

Die Emanation der Bodenluft entweicht durch die Bodenatmung (d. h. durch Fallen des Barometers und Insolation) und die saugende Wirkung der Winde in die Atmosphäre und zerfällt hier in die radioaktiven Niederschläge. Da die Umwandlung des RaD langsam und strahlungslos vor sich geht, so handelt es sich wesentlich nur um die Substanzen A, B und C. Im Durchschnitt entspricht dem Werte der Aktivierungszahl  $A = 1$  eine RaA-Menge von  $0,5 \cdot 10^{-11}$  ESE/cm<sup>3</sup>. Die niedergeschlagene Menge ist aber abhängig von dem angelegten Potential, der Expositionszeit, der Windgeschwindigkeit und meteorologischen Faktoren.

Die radioaktiven Substanzen der Atmosphäre verhalten sich wie positive Molionen von einer Geschwindigkeit von 0,00001 bis 2,5 cm/sec:Volt/cm (Mehrzahl der Werte liegt zwischen 0,5—1,75). Im Mittel ist der vom RaA unterhaltene Sättigungsstrom  $23 \cdot 10^{-11}$  ESE/cm<sup>3</sup> und damit die im radioaktiven Gleichgewicht befindliche Emanationsmenge  $21 \cdot 10^{-11}$  ESE oder rund  $80 \cdot 10^{-18}$  Curie/cm<sup>3</sup>.

Durch Kondensation der Emanation in flüssiger Luft und Anreicherung findet man den Emanationsgehalt von 1 cm<sup>3</sup> Luft zu  $100 \cdot 10^{-18}$  Curie. Absorption der Emanation liefert den Wert  $80 \cdot 10^{-18}$  Curie/cm<sup>3</sup>.

Die Luft enthält außer den Zerfallsprodukten des Radiums auch die des Thors (2—11 %). Der Anteil des Thors an der Ionisierung der Luft beträgt im Mittel 8 %.

Unbestimmt ist noch die jährliche Periode des Gehaltes der Luft an radioaktiven Zerfallsprodukten, die tägliche Periode zeigt ein Hauptmaximum um 7 a. m., ein sekundäres um 4 p. m., ein Hauptminimum um 6 p. m. und ein sekundäres um 11<sup>1</sup>/<sub>2</sub> a. m. (ähnlich wie beim Potentialgefälle). Großer Radiumgehalt herrscht an klaren, sonnigen Tagen (groß auch der Thoranteil), bei fallendem Barometer, hoher Temperatur und Nebel; kleiner dagegen nach Niederschlägen und bei großer Feuchtigkeit. Seine Größe hängt ab von der Bodendurchlässigkeit, Bodenatmung und Reinheit der Luft.

Infolge des Zerfalls der Emanation ist ihre Menge, durch aufsteigende Luftströme in höhere Luftschichten transportiert, dort gering.

Die von der Emanation pro cm<sup>3</sup> und sec erzeugten Ionen sind  $21 \cdot 10^{-11} : (4,65 \cdot 10^{-10}) = 0,45$ , während die in der Luft vorhandenen  $\alpha$ -Strahlen (Emanation, RaA, RaC) 3,2 mal mehr erzeugen, nämlich etwa  $1\frac{1}{2}$  Ionen/cm<sup>3</sup>. sec.

Erstreckt sich die radioaktive Emanation bis zu 10 km Höhe und ist der mittlere Emanationsgehalt  $20 \cdot 10^{-12}$  Curie/m<sup>3</sup>, so wären in der über 1 m<sup>2</sup> Bodenfläche lastenden Luftsäule vorhanden  $20 \cdot 10^8$  Curie. Die Zerfallskonstante der Emanation ist  $\lambda = 2 \cdot 10^{-6}$ , und es zerfallen in jeder Sekunde und sind nachzuliefern  $20 \cdot 10^{-8} \cdot 2 \cdot 10^{-6} = 40 \cdot 10^{-14}$  Curie; den Boden verlassen aber pro m<sup>2</sup> und sec  $75 \cdot 10^{-14}$  Curie Emanation, sie gehen in die Atmosphäre über, um den Zerfall der Emanation derselben zu ersetzen.

Außer der ionisierenden Wirkung der  $\alpha$ -Strahlen käme noch in Betracht diejenige der  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlen. Wenige Zentimeter Luft absorbieren schon die  $\alpha$ -Strahlen, einige Meter die  $\beta$ -Strahlen,

während erst eine Luftschicht von 1 km die  $\gamma$ -Strahlung auf 1 % reduziert. Daher beteiligen sich auch die im Erdboden lagernden radioaktiven Substanzen an der ionisierenden Wirkung dieser durchdringenden Strahlung, welche 3—4 cm<sup>3</sup>/sec Ionen erzeugt. Davon entstammen  $\frac{2}{3}$  aus irdischen und  $\frac{1}{3}$  aus anderen Ionisierungsquellen (außerirdische Strahlung).

Die  $\gamma$ -Strahler der radioaktiven Substanzen (RaC, Mesothor II, Thor D und Aktinium D) sind die irdischen Quellen der durchdringenden Strahlen. Mit Ausnahme von Mesothor II sind alle diese Substanzen im Erdboden und in der Luft und können sich unter dem Einfluß des Erdfeldes an der Erdoberfläche ablagern. Die Ionisierungsstärke der irdischen  $\gamma$ -Strahler ist zu 1,6 Ionen/cm<sup>3</sup>sec. anzunehmen (gefunden wurden 2—2,8). Dazu kommt noch die an der Erdoberfläche erzeugte Sekundärstrahlung und die im Erdboden sich ansammelnde, aus größeren, radiumreicheren Tiefen stammende Emanation. Die im Erdboden befindlichen Substanzen tragen hier nach genug zur durchdringenden Strahlung bei. Diese nimmt in den ersten 1000 m ab (infolge Absorption) und steigt dann stark mit wachsender Höhe.

Unbekannt ist uns die Quelle der außerirdischen Strahlung, welche viel durchdringender ist als die irdische  $\gamma$ -Strahlung. Da nachts keine Änderung ihrer Größe zu beobachten ist, so dürfte die Sonne nicht die Quelle sein. Der Absorptionskoeffizient der außerirdischen Strahlung ist  $0,71 \cdot 10^{-5}$  (der der  $\gamma$ -Strahlung  $4,5 \cdot 10^{-5}$ ), ihre Ionisierungsstärke am Boden etwa 1,5 Ionen.

Es liefern also die durchdringende Strahlung 3—4, die radioaktiven Substanzen in der Luft 1,5 Ionen/cm<sup>3</sup>sec (plus 8 % Thoranteil), also zusammen 4,5 Ionen/cm<sup>3</sup>sec. Die radioaktiven Substanzen ersetzen also völlig die durch Wiedervereinigung in der Luft verschwindenden Ionen und halten eine konstante Ionisierung aufrecht.

Die Ionisation der Atmosphäre erfolgt also durch die radioaktiven Substanzen, ihre Schwankungen größtenteils durch die meteorologischen Faktoren (fallendes Barometer, Sonnenstrahlung, saugende Wirkung der Winde vergrößern, starke Lufttrübung und Feuchtigkeit verringern die Leitfähigkeit und Ionisierung), ohne daß ein Zusammenhang zwischen Luftelektrizität und jenen zu erkennen wäre.

Auf welche Weise die positive Raumladung der Luft erzeugt wird und das Potentialgefälle trotz des vertikalen Leitungsstroms erhalten bleibt, obgleich es dieser ausgleichen will, müssen erst weitere Messungen ergeben.

Dr. M. Blaschke.

**Pflanzenphänologie und Klimakunde.** Einen Vergleich zwischen dem Klima von Bozen-Gries, Darmstadt, Gießen, Nürnberg in phänologischer und meteorologischer Hinsicht, bieten folgende phänologischen Beobachtungen:

Aufblühzeiten in 18- bis 29 jährigen Mittelzahlen:

|                               | für | in Bozen-Gries | Darmstadt | Gießen    | Nürnberg  |
|-------------------------------|-----|----------------|-----------|-----------|-----------|
| Kornelkirsche . . . . .       |     | 9. März        | 13. März  | 20. März  | 25. März  |
| Schlehe . . . . .             |     | 28. -          | 13. April | 20. April | 23. April |
| Süßkirsche . . . . .          |     | 1. April       | 12. -     | 19. -     | 23. -     |
| Apfelbaum . . . . .           |     | 9. -           | 27. -     | 29. -     | 2. Mai    |
| Spanischer Flieder . . . . .  |     | 14. -          | 2. Mai    | 4. Mai    | 6. -      |
| Roßkastanie . . . . .         |     | 15. -          | 29. April | 7. -      | 6. -      |
| Quitte . . . . .              |     | 21. -          | 9. Mai    | 17. -     | 15. -     |
| Goldregen . . . . .           |     | 23. -          | 10. -     | 15. -     | 16. -     |
| Schwarzer Hollunder . . . . . |     | 4. Mai         | 23. -     | 28. -     | 31. -     |
| Schneebeere . . . . .         |     | 10. -          | 27. -     | 2. Juni   | 3. Juni   |
| Sommerlinde . . . . .         |     | 29. -          | 11. Juni  | 21. -     | 21. -     |

Allgemeine Laubverfärbung:

|                       |             |             |             |             |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Roßkastanie . . . . . | 27. Oktober | 15. Oktober | 10. Oktober | 10. Oktober |
| Rotbuche . . . . .    | 6. November | 20. -       | 13. -       | 19. -       |

Der „Erstfrühling“ ist in Bozen-Gries 21 Tage eher zu erwarten als in Nürnberg, der „Vollfrühling“ sogar 25 Tage früher, der Abschluß für das Pflanzenleben tritt in Bozen-Gries 2 bis 3 Wochen später ein als an den anderen Orten, sodaß die gesamte Zeit des im Frühling, Sommer und Herbst tätigen Pflanzenlebens in Bozen-Gries um 5 bis 6 Wochen länger ist als um Nürnberg.

Der Grund dazu liegt in den Wärmeverhältnissen, die Luftwärme in Bozen-Gries ist im Frühling gegenüber Nürnberg um einen vollen Monat voraus, die Niederschläge für Bozen-Gries am größten (74 cm gegen 61 cm in Nürnberg). Dazu kommen die Größe der Bewölkung, die

Zahl der Sonnenscheinstunden, die Stärke der Belichtung und Besonnung der Pflanzen. Auf dem Bozener Boden herrschen eben ganz besonders günstige Verhältnisse, sehr wenig Nebeltage, viel heiterer Himmel, die Sonnenstrahlen fallen infolge der Felsen stellen- und zeitweise senkrecht auf, erhitzen die Felswände, welche bei Tag und Nacht die aufgenommene Wärme wieder an die Luft abgeben. Sie bilden so einen Wärmespeicher für die Gegend, der auch vor allzu starker nächtlicher Abkühlung schützt. Diese erhitze steigende Luftsäule ist ferner relativ sehr trocken, während die aufsteigenden Luftmassen bei uns feuchter sind und in verhältnismäßig geringer Höhe ihren Wasserdampf als Wolken ausscheiden. Über der Gegend von Bozen-Gries werden die über den Alpenkamm gesaugten Nebel- und Wolkenschwaden oft vollständig aufgelöst, vom Hochgebirge nach Süden ziehende Wolken scheinen sogar nach Osten und Westen auszuweichen, sobald sie über den Bozener Boden gelangen. Ähnlich liegen die Verhältnisse um das Meraner Becken und das Nordufer des Gardasees. („Das Wetter“ 1916, S. 112.)

**Über Denkmäler und Blitzgefahr.** In der Zeitschrift „Nature“, 96, 286, 1915, findet sich ein Bericht über eine interessante Arbeit von Ignazio Galli, die in den Atti della Pontificia Accademia dei Nuovi Lincei erschienen ist und die Gefährdung von Denkmälern durch Blitzschlag zum Gegenstande hat. Den Anlaß zu seinen Untersuchungen fand Herr Galli in der Zerstörung des zum Gedächtnis der Schlacht von Volturmo (1860) errichteten Denkmals zu Capua Vetere in der Provinz Caserta, das im Oktober 1914 einem Blitzschlag zum Opfer fiel. Dieses Denkmal wird geschildert als eine auf einem massiven Unterbau ruhende etwa 30 m hohe Säule aus Travertin, die von einer ungefähr 3 m hohen und rund 650 kg schweren Siegesgöttin aus Bronze gekrönt wurde. Die Figur war auf der Säule durch eine Eisenstange befestigt, die senkrecht bis etwa zur Hälfte in die Säule hinabführte. An dem kritischen Tage warf um die zweite Morgenstunde ein Blitzschlag die Figur von der Säule herab und zerstörte die obere Hälfte der letzteren. Herr Galli zieht zum Vergleich eine Reihe ähnlicher Unfälle heran. So wurde im Jahre 518 in Konstantinopel eine Bildsäule durch den Blitz zerstört, im Jahre 1101 gleichfalls in Konstantinopel die Säule arg beschädigt, die Konstantin dem Großen errichtet worden war. Das gleiche Schicksal erlitt im 14. Jahrhundert die dem Andenken des Marcus Aurelius Antoninus geweihte Säule in Rom und im gleichen Jahrhundert die Statue des Trajan auf der Trajanssäule. Tacitus erwähnt, daß im Jahre 61 v. Chr. die Bäder des Nero kaum ein Jahr nach ihrer Vollendung durch Blitz vernichtet worden seien. Im Jahre 1521 zerstörte der Blitz den Turm des Kastells von Mailand, im Jahre 1676 jenen des Kastells zu Ivrea und im Jahre 1769 den Turm von San Nazaro zu Brescia. Im Jahre 1808 hatte die Festung auf dem Lido von Venedig das gleiche Los. Im Jahre 1572 wurde die Flaggenstange des Kastells San Angelo zu Rom, die von einer Bronzestatue des Erzengels Michael gekrönt war, vernichtet. In der Zeit von 1606 bis 1808 wurde die Peterskirche zu Rom mindestens 22mal vom Blitz getroffen; dadurch sah sich der Papst Pius VII. veranlaßt, von 1809 ab die Kirche mit Blitzableitern versehen zu lassen, was den Erfolg hatte, daß seither in dem ganzen gewaltigen Bau kein Blitzschlag mehr zu verzeichnen gewesen ist. Herr Galli vertritt die Ansicht, daß durch Blitzableiter die angeführten Fälle hätten vermieden werden können. Es dürfte ihm wohl beizupflichten sein, wenn er meint, daß eine viele Meter hohe Masse von isolierendem Gestein, durch die die große Bronzemasse eines Standbildes, wie im Falle des Denkmals zu Capua Vetere, vom Grundwasser getrennt wird, eine große Gefahr in sich birgt. Jedenfalls sollte man bei der Errichtung von Denkmälern diesen Gesichtspunkt nicht außer acht lassen.

Iklé.

## Bücherschau

**Fr. Fischli, „Aeronautische Meteorologie“.** Mit 49 Abbildungen, Karten und Tafeln. Bibliothek für Luftschiffahrt und Flugtechnik. Band 7. Berlin W. 62, Richard Carl Schmidt & Co. 1913. Gebunden 6 Mark.

Der Verfasser des vorliegenden Buches, der unter der Schulung von Geh. Rat Hergesell und Teisserenc de Bort gelernt hat, die Theorie mit der Praxis in geschickter Weise zu verbinden, ist seine eigenen Wege gegangen. Zuerst macht er uns mit den physischen Eigenschaften und Zuständen der freien Atmosphäre und der sich in ihr abspielenden Zustandsänderungen und Bewegungsvorgängen bekannt.

In besonderen Kapiteln wird der Luftdruck, die Höhenmessung, Temperatur und Sonnenstrahlung behandelt. Die für die Luftschiffahrt so wichtige Lehre von den Luftbewegungen wird als „Dynamik der Atmosphäre“ unter Beschreibung aller diesbezüglichen modernen Instrumente lichtvoll dargestellt. Luftfeuchtigkeit, Bewölkung und Niederschlag, wie insbesondere alle die

Wolkenarten, die für die Beurteilung der Wetterlage von Bedeutung sind, finden in Wort und Bild mustergiltige Darstellung.

Der Verfasser macht auf die Wichtigkeit des Warnungs- und Gewittermeldedienstes mehrfach aufmerksam. Nichts bietet dem Flieger bei der Ausübung seines Berufes eine größere Sicherheit als die Kenntnis der Elemente, in der er seinen Beruf auszuführen gezwungen ist.

Der Verlag hat es verstanden, durch gute Abbildungen und reiche Ausstattung — an Tafeln ist nicht gespart worden — das Buch für alle Leser wertvoll zu gestalten. F. S. A.

**Braun, Prof. Dr. Gustav, „Deutschland, dargestellt auf Grund eigener Beobachtung, der Karten und der Literatur.“** 2 Bände, I. Textband, XI und 383 Seiten; II. Tafelband, mit 33 Tafeln, Erläuterungen und 10 Beilagen. Berlin 1916, Gebrüder Borntraeger. Geb. 16,50 M.

Dieses neue Werk ist zwar für Fachgeographen bestimmt, jedoch bietet es, namentlich in den ersten Teilen, allen erdkundlich interessierten Menschen eine Fülle von Anregungen. Der Verfasser gibt seine Beschreibung ganz im Sinne der modernen Erdkunde: das gegenwärtige Landschaftsbild wird als etwas Gewordenes erklärt, und Geologie, Geschichte und die der Erdkunde noch verwandten Gebiete werden nur soweit in ihren Ergebnissen herangezogen, wie sie das Landschaftsbild umgestalten helfen. Deutschland wird als der Teil der germanischen mitteleuropäischen Naturlandschaft bezeichnet, die durch die deutsche Geschichte zu einer eigenartigen Kulturlandschaft umgestaltet wurde. Im ersten Teil schildert der Verfasser, von der natürlichen Plastik des deutschen Bodens ausgehend, in großen Zügen die Wirkung der geologischen Geschichte und die Entwicklung der Oberflächenformen unter dem Einfluß von Klima, Gewässernetz, Pflanzen- und Tierwelt. Im II. Teil geht er auf den Besiedlungsgang ein, der die Naturlandschaft zur Kulturlandschaft umgebildet hat. Wir folgen der Entwicklung der deutschen Siedlungen und erkennen den engen Zusammenhang zwischen Bauart und Boden: die rötlichen Sandsteinkirchen des südwestlichen Deutschlands, die Ziegelbauten im steinernen Norddeutschland mit den ungewöhnlich hohen Türmen, die in der Nähe des Meeres zugleich als Seezeichen dienten, die Holzkirchen im waldreichen Osten legen Zeugnis dafür ab, wie Material und Bauweise sich dem Charakter der Landschaft anzupassen versuchen.

Der Hauptteil des Buches gibt dann in 253 Seiten eine erklärende Beschreibung der deutschen Einzellandschaften an der Hand der topographischen Übersichtskarte des deutschen Reiches 1:200 000. Das Werk will keine systematische Darstellung sein, sondern nur eine Sammlung von Studien. Jeder Abschnitt beginnt mit der Schilderung des morphologischen Baues und zeigt dann den Entwicklungsgang der alternden oder neu belebten und verjüngten Landschaft, die erst im Zusammenwirken der natürlichen Begebenheiten mit historischen Vorgängen ihr gegenwärtiges Aussehen erhält.

In dem gesondert gebundenen Tafelband sind gute Kartendarstellungen mannigfachster Art beigegeben, die das Verständnis wesentlich erleichtern. Eine lange Folge von Städte-Plänen gibt wertvolle Anregungen zu interessanten siedlungskundlichen Betrachtungen.

Erwähnt sei noch, daß ein ausführliches Literaturverzeichnis am Ende des Textbandes jedem Leser die Möglichkeit gibt, sich in das Studium eines Einzelgebietes tiefer einzuarbeiten.

G. R.

**Trietsch, D. „Deutschland, Tatsachen und Ziffern.“** Eine statistische Herzstärkung. 32. bis 43. Tausend. J. F. Lehmann's Verlag München 1916. Preis 1 M. 32 Seiten.

Das vorliegende Büchlein hält, was es verspricht: man legt diese statistische Herzstärkung mit dem frohen Bewußtsein aus der Hand, daß Deutschlands überragende Stellung in Kulturhöhe, Bevölkerung, Leistungen, Wohlstand und Rüstungsschutz bei einem Vergleich mit Frankreich und England sich ziffernmäßig erfassen und beweisen läßt. So wird sich die schmucklose aber eindringliche Predigt dieser nackten Zahlen doch noch ihre gebührende Wirkung verschaffen. Eine wertvolle Hilfe für das Lesen der Ziffern sind die zahlreichen graphischen Darstellungen mit hübsch gewählten Farben-Symbolen: auf fast allen Gebieten werden die gelben englischen und die schwarzen französischen Rechtecke von den frisch-roten deutschen beträchtlich überragt. Nur bei der Darstellung der Rüstungsausgaben und der Besteuerung auf den Kopf der Bevölkerung sind die deutschen Figuren wesentlich kleiner! Die angeführten Ziffern sind durchweg amtlichen oder andern zuverlässigen Quellen entnommen. Möchte dies „Hohe Lied des Deutschtums“ recht viele Herzen daheim und draußen erobern!

G. R.

