

Die Verbreitung irdischer Stoffe im Weltraum

nach den neuesten Forschungen zusammengestellt

von

Heinrich Possner.

V o r w o r t.

~~~~~

Die glänzendste und bedeutendste Leistung unseres Jahrhunderts auf dem Gebiete naturwissenschaftlichen Forschens ist die Entdeckung und Anwendung der Spectralanalyse. Die neugewonnene Untersuchungsmethode hat fast in allen Zweigen des naturwissenschaftlichen Studiums tief eingreifend, umgestaltend, befruchtend gewirkt, ungeahnte neue Bahnen des Weiterforschens eröffnet und in der kurzen Zeit einer fünfzehnjährigen Ausbeute die grössten Erfolge geliefert, deren unabsehbare Mehrung im Laufe der Zeit noch in sicherer Aussicht steht. Kein anderer Theil des Naturforschens aber hat solche Förderung und Erweiterung durch die Spectralanalyse erfahren, als die Astronomie. Durch dieses neue Hilfsmittel der Beobachtung wurde unser chemisches Wissen weit über die Schranken unseres Planeten hinausgerückt, die qualitative Beschaffenheit und die physische Konstitution der Gestirne in den Bereich des Forschens und Erkennens gezogen und die grosse Idee der Einheit der Materie im Weltall hervorgerufen und festgestellt. Und diese letzte geistige Erkenntniss ist wohl die grösste Leistung, der bedeutendste Erfolg der Spectralanalyse; sie bietet uns die Grundlage zur Weiterforschung über die Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft des Universums, und in nicht ferner Zeit vielleicht wird es gelingen, aus dem Dasein und dem Zustande der Stoffe auf den einzelnen Weltkörpern auch auf die Gesetze zu schliessen, nach welchen der Entwicklungsprozess des Gestirnes sich bestimmt und fortschreitet. — Die hiebei in Betracht kommenden Resultate der Spectralforschung sind vermöge der nothwendigen Arbeittheilung Seitens der Beobachter in einzelnen Werken

und Zeitschriften vertheilt und zerstreut; unseres Wissens besteht noch kein übersichtliches Verzeichniss der bisher erkannten Stoffe, aus welchen das Weltall zusammengesetzt ist, und doch dürfte wohl eine solche Zusammenstellung nothwendig und geeignet sein, um den Beweis und das Verständniss für die Einheit der Materie im Universum zu geben und zugleich die Grundlage zur Vergleichung und für die daraus zu ziehenden Schlüsse zu liefern. Der Verfasser hat daher, veranlasst zunächst durch den Wunsch einiger Freunde der Naturforschung, unternommen, in Nachstehendem die bisherigen Ergebnisse aller Untersuchungen in Bezug auf die chemische Beschaffenheit der Gestirne in möglichster Genauigkeit und Vollständigkeit zu verzeichnen. Die Arbeit möge daher im Wesentlichen nur als Compilation betrachtet werden und wird ihren Zweck vollständig erfüllen, wenn sie dem Laien einen Einblick in die Natur des Universums und dem Forscher eine arbeiterleichternde Uebersicht gewährt.

## I. Chemische Bestandtheile der Sonne.

Nach Kirchhoff: Baryum, Calcium, Chrom, Eisen, Kalium, Kobalt, Kupfer, Magnesium, Mangan, Natrium, Nickel, Wasserstoff, Zink.

nach Angström und Thalen:

Sicher: Baryum, Calcium, Chrom, Eisen, Kobalt, Kupfer, Magnesium, Mangan, Natrium, Nickel, Titan, Wasserstoff.

Wahrscheinlich: Aluminium, Zink und vielleicht auch Brom.

nach Young:

Sicher oder doch nahezu sicher: Baryum, Calcium, Cerium, Chrom, Eisen, Kobalt, Kupfer, Magnesium, Mangan, Natrium, Nickel, Schwefel, Strontium, Titan, Wasserstoff, Zink.

Mit einem geringeren Grade von Wahrscheinlichkeit: Didymum, Erbium, Lanthanium, Yttrium und vielleicht auch Brom, Sauerstoff und Stickstoff.

Nach Lockyer:

Aluminium, Baryum, Blei, Cadmium, Cerium, Chrom, Eisen, Kalium, Kobalt, Kupfer, Magnesium, Mangan, Natrium, Nickel, Strontium, Titan, Uran, Wasserstoff, Zink.

Wir übergehen die Sonnenstoffe, welche Janssen, Rayet, Secchi u. A. nachwiesen, weil von diesen Forschern keine so vollständigen Beobachtungsreihen, wie die angeführten, vorliegen, und deren Untersuchungen sich nur auf das Vorkommen des Calcium, Eisen, Magnesium, Natrium, Wasserstoff und in einigen Fällen auch des Baryum, Mangan, Nickel beschränken. Dagegen heben wir die interessante Entdeckung Secchi's hervor, dass in der Sonne auch Wasserdampf existirt, und zwar stets in der Nähe grosser Sonnenflecken, deren weit niedrigere Temperatur eben diese Ausscheidung von Wasser begünstigt. Denn bekanntlich gewinnt die Zöllner'sche Theorie mehr und mehr an Boden, nach welcher die Sonnenflecken Rauch ausstossende Schlacken sind, welche auf der glühendflüssigen, zum Theil schon schwach überkrusteten Sonnenkugel schwimmen. Die Entdeckung des Wasserdampfes in der Sonne ist um so wichtiger, als die Anwesenheit desselben auch diejenige des Sauerstoffs, der prismatisch dort nur unvollkommen nachgewiesen ist, theoretisch unabweislich macht.

Nach dem heutigen Standpunkt der Wissenschaft ist die Sonne eine glühendflüssige, von mineralischen Dämpfen umhüllte Riesenkugel, welche ganz die nämlichen Bestandtheile wie unsere heimathliche Erde besitzt.

Vereinigen wir die Forschungen von Kirchhoff, Angström, Young, Lockyer, Secchi und der übrigen Sonnenbeobachter so sind es folgende Substanzen, welche in der Sonne glühen:

Sicher oder doch wahrscheinlich vorhanden: 1. Aluminium, 2. Baryum, 3. Blei, 4. Cadmium, 5. Calcium, 6. Cerium, 7. Chrom, 8. Eisen, 9. Kalium, 10. Kobalt, 11. Kupfer, 12. Magnesium, 13. Mangan, 14. Natrium, 15. Nickel, 16. Schwefel, 17. Strontium, 18. Titan, 19. Uran, 20. Wasserdampf, 21. Wasserstoff, 22. Zink.

Vermuthlich vorhanden: 23. Brom, 24. Didymum, 25. Erbium, 26. Lanthanium, 27. Sauerstoff, 28. Stickstoff, 29. Yttrium.

Die Kenntniss aller dieser Substanzen, welche den 20 Millionen Meilen entfernten Sonnenkörper bilden, ist bekanntlich eine Errungenschaft jenes ungeheuren Fortschritts in den Naturwissenschaften, der durch Kirchhoff und Bunsen im J. 1859 begründeten Spectral-Analyse. Als Beweis für die Sicherheit dieser Methode in ihrer Anwendung auf die himmlischen Körper möge folgendes Beispiel dienen:

Während Kirchhoff schon über 60 und sein Schüler Hoffmann gegen 80 Eisen-Linien in der Sonne mit eben so vielen irdischen Eisen-Linien identificirten, steigt die Anzahl dieser Linien in den Untersuchungen von Angström und Thalen, welche das Eisen im elektrischen Flammenbogen verdampften, auf 450. Solch erstaunliche Uebereinstimmung von vielen Hunderten von Linien und ganzen, charakteristischen Linien-Gruppen kann nun selbstverständlich kein Zufall sein, und schliesst daher jeden Zweifel an dem Ursprung jener Sonnen-Linien vom Eisen aus.

---

## II. Chemische Bestandtheile der Fixsterne.

Die Fixsterne sind bekanntlich nichts Anderes als Sonnen, welche aus ungeheuren Fernen noch zu uns herüberglühen. Sie sind zahllos wie die Halme, Blätter und Blüten unserer irdischen Pflanzenwelt; die Zahl derjenigen, welche in unseren Riesenteleskopen noch sichtbar sind, beträgt vielleicht 1500 Millionen. Nicht wenige derselben hat man auch in Bezug auf die Strahlen geprüft, welche sie uns zusenden, denn die Anzahl der von Huggins und Miller, Secchi, Rutherford, Wolf und Rayet, Janssen, Vogel und Lohse untersuchten Fixsternsonnen beträgt gegenwärtig schon über 1000, und alle diese glühenden, von mineralischen Dämpfen umhüllten, tropfbarflüssigen Riesebälle enthalten fast durchgehends Natrium und Magnesium, sehr häufig auch noch Calcium, Eisen, Wasserdampf und Wasserstoff und bisweilen auch Antimon, Baryum, Chrom, Mangan, Quecksilber, Silber, Tellur, Wismuth, Zinn und sonstige, uns von der Erde her bekannte Stoffe. Wir erwähnen einiger solcher Fixsterne, deren Bestandtheile genauer studirt worden sind.

### 1. Aldebaran im Stier.

( $\alpha$  Tauri).

Er enthält:

nach Huggins und Miller:

Wasserstoff, Natrium, Magnesium, Calcium, Eisen, Wismuth, Tellur, Antimon, Quecksilber.

## Nach Vogel und Lohse:

Wasserstoff, Natrium, Magnesium, Calcium, Eisen, Wismuth, Antimon, Quecksilber.

Hiezu kommt nach Secchi noch Wasserdampf, so dass der Fixstern Aldebaran nach unserer gegenwärtigen Kenntniss folgende 10 Substanzen aufweist:

1. Wasserstoff, 2. Natrium, 3. Magnesium, 4. Calcium, 5. Eisen, 6. Wismuth, 7. Tellur, 8. Antimon, 9. Quecksilber, 10. Wasserdampf.

Da das Spectrum eines Fixsterns selbstverständlich nicht so intensiv sein kann, als das "brillante Sonnen-Spectrum, so können auch dort nicht so viele Absorptions-Linien zur Vergleichung mit irdischen Elementen dienen, wie in dem Prismenbild der Sonne, in welchem schon Kirchhoff gegen 5000 Streifen und Linien unterschied, während neuerdings Cooke mittelst seines grossen Spektral-Apparates aus neun Kohlenstoff-Prismen ihre Anzahl gar nicht zu schätzen wagt.

In der That sind denn auch die Absorptions-Linien in den Spektren der Fixsterne so ausserordentlich fein, dass ihr Studium auf die Dauer das Auge sehr angreift, namentlich bei unruhiger Luft und nahe am Horizont, wo diese Linien beständig im Sehfeld hin- und herzittern. Die genannten Beobachter beschränkten daher ihre Untersuchungen des Aldebaran nur auf einzelne Regionen des Spektrums, und zwar Huggins und Miller auf ungefähr 70—80, Vogel und Lohse auf 72 Absorptionslinien. Diese Linien sind zwar nur ein kleiner Bruchtheil der vielen, zarten Dunkel-Linien, welche das irisfarbigé Lichtband des Aldebaran parallel zu einander durchziehen; allein schon diese geringe Anzahl genügt, um die Anwesenheit der vorhin erwähnten Stoffe in jenem Fixstern zweifellos nachzuweisen. Von den 450 Eisen- und 75 Calcium-Linien, z. B. welche Angström in dem Licht des glühenden Sonnenkörpers und seiner Photosphäre constatirte, finden sich nicht wenige im Spektrum des in Rede stehenden Fixsterns wie die folgende Zusammenstellung beweist:

|             |                                              | nach Huggins<br>und Miller. | nach Vogel<br>und Lohse. |
|-------------|----------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Wasserstoff | coincidirt mit Absorptionslinien im Fixstern | 2                           | 2                        |
| Natrium     | „ „                                          | 2                           | 2                        |
| Magnesium   | „ „                                          | 3                           | 4                        |
| Calcium     | „ „                                          | 4                           | 11                       |
| Eisen       | „ „                                          | 5                           | 18                       |
| Wismuth     | „ „                                          | 4                           | 6                        |
| Tellur      | „ „                                          | 4                           | nicht untersucht.        |
| Antimon     | „ „                                          | 3                           | 4                        |
| Quecksilber | „ „                                          | 3                           | 7                        |

## 2. Beteigeux im Orion.

( $\alpha$  Orionis).

Seine Bestandtheile sind nach Huggins und Miller: Natrium, Magnesium, Calcium, Eisen, Wismuth und vermuthlich auch Thallium, wozu nach Huggin's späteren Untersuchungen noch Wasserstoff kommt.

Nach Secchi: Natrium, Magnesium, Eisen, Wasserstoff und Wasserdampf.

Nach Vogel und Lohse: Natrium, Magnesium, Calcium, Eisen, Wismuth und Wasserstoff.

Nach Angström: Mangan-Oxyd (die schattenartigen Absorptions-Bänder, welche dem dritten Spectral-Typus eigenthümlich sind und bisweilen dem Spectrum ein merkwürdiges columnadenförmiges Aussehen verleihen).

Der Fixstern Beteigeux oder Alpha im Orion enthält demnach sicher: 1. Natrium, 2. Magnesium, 3. Calcium, 4. Eisen, 5. Wismuth, 6. Wasserstoff, 7. Wasserdampf und vermuthlich auch: 8. Thallium, 9. Mangan-Oxyd.

|             |                                              | nach Huggins<br>und Miller | nach Vogel<br>und Lohse |
|-------------|----------------------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Wasserstoff | coincidirt mit Absorptionslinien im Fixstern | 2                          | 1—2                     |
| Natrium     | „ „                                          | 2                          | 2                       |
| Magnesium   | „ „                                          | 3                          | 4                       |
| Calcium     | „ „                                          | 4                          | 10                      |
| Eisen       | „ „                                          | 4                          | 14                      |
| Wismuth     | „ „                                          | 4                          | 7                       |
| Thallium?   | „ „                                          | —                          | nicht untersucht.       |

Auch hier umfassen die Untersuchungen nicht das ganze Spectrum, sondern nur die Parthien im Roth, Gelb, Grün und Blaugrün, welche im Sonnen-Spectrum durch die Linien *C* bis *F*

Fraunhofer begrenzt werden. Zur Vergleichung benützten Huggins und Miller etwa 80, Vogel und Lohse 87 Absorptions-Linien im Fixstern.

### 3. Arcturus im Bärenhüter.

( $\alpha$  Bootis)

enthält nach Huggins und Miller: Natrium, Magnesium, Eisen und Wasserstoff.

Nach Secchi: Natrium, Magnesium, Eisen und Wasserstoff.

Nach Vogel und Lohse: Wasserstoff, Natrium, Magnesium, Eisen, Chrom, Calcium und wahrscheinlich auch Baryum, Mangan und Silber.

Zusammengenommen glühen und verdampfen demnach im Arcturus: 1. Wasserstoff, 2. Natrium, 3. Magnesium, 4. Eisen, 5. Chrom, 6. Calcium und wahrscheinlich auch 7. Baryum, 8. Mangan und 9. Silber.

### 4. Scheat oder Menkab-el-Pheras im Pegasus.

( $\beta$  Pegasi)

enthält nach Huggins und Miller: Natrium, Magnesium und wahrscheinlich auch Baryum.

Nach Secchi: Natrium, Magnesium, Eisen und Wasserstoff.

Nach Vogel und Lohse: Natrium, Magnesium, Eisen und Calcium. Wasserstoff-Linien wurden nicht gesehen.

Die chemischen Bestandtheile des Fixsterns  $\beta$  Pegasi sind demzufolge: 1. Natrium, 2. Magnesium, 3. Eisen, 4. Calcium, ferner wahrscheinlich auch 5. Baryum und 6. vielleicht auch Wasserstoff.

Die Anzahl der in diesem Stern glühenden, uns bekannten Substanzen ist wahrscheinlich noch grösser, als sich aus dieser Zusammenstellung ergibt, und wären fortgesetzte Untersuchungen hier gewiss sehr wünschenswerth. Vogel und Lohse haben nur 40 Linien (darunter 29 wiederholt) bestimmt, obwohl die Anzahl derselben sehr gross ist, denn wir haben schon erwähnt, dass solche Beobachtungen wegen ihrer ausserordentlichen Feinheit sehr schwierig sind.

Huggins und Miller, die wegen ungünstiger Luft sogar nur 17 Linien zu fixiren vermochten, und auch diese nur mit grosser

Mühe, konnten, wie mitgetheilt, ihre Vergleiche nur auf Natrium und Magnesium mit Sicherheit ausdehnen. Die Linien des Baryum, Eisen und Mangan zitterten in Folge der atmosphärischen Unruhe zu sehr, um sich genau identificiren zu lassen, doch schien die Anwesenheit des Baryum nahezu gewiss zu sein. Das Eisen wurde übrigens hier durch Secchi, Vogel und Lohse constatirt und auch das Mangan dürfte nicht fehlen, wenn Angström's Vermuthung sich bestätigen sollte, dass die breiten Absorptionsbänder des dritten Spectral-Typus vom Mangan-Oxyd herrühren. Das prachtvolle, orangengelbe Licht von  $\beta$  Pegasi zerlegt sich nämlich prismatisch in ein schönes Lichtband, von den Farben des Regenbogens, welches ausser den feinen Absorptions-Linien auch eine Anzahl breiter, dunkler, einseitig verwaschener Banden aufweist, die schattenartig über das ganze Spectrum hinziehen. Gerade bei diesem Stern treten jene Banden sehr stark und charakteristisch auf, so dass das Spectrum den sonderbaren Anblick einer Reihe von der Seite beleuchteter Säulen darbietet, und damit eine wahrhaft stereoskopische Aehnlichkeit besitzt.

### 5. Sirius im grossen Hund.

( $\alpha$  Canis majoris).

Er enthält nach Huggins und Miller: Natrium, Magnesium, Wasserstoff und wahrscheinlich auch Eisen.

Nach Secchi: Natrium, Magnesium und Wasserstoff.

Nach Vogel und Lohse: Natrium, Magnesium und Wasserstoff.

### 6. Wega in der Lyra.

( $\alpha$  Lyrae).

Sie enthält nach Huggins und Miller: Natrium, Magnesium, Wasserstoff und wahrscheinlich auch Eisen.

Nach Secchi: Natrium, Magnesium und Wasserstoff.

Die Gesamt-Beobachtungen am Sirius und an der Wega ergeben demnach für jeden dieser beiden Fixsterne die Anwesenheit von 1. Natrium, 2. Magnesium, 3. Wasserstoff und 4. wahrscheinlich auch Eisen.

Eingehendere Spectral-Untersuchungen sind bei den silberfarbigen Fixsternsonnen, wie Sirius und Wega, nicht möglich denn die Absorptions-Linien sind hier unendlich fein, viel feiner



als bei den rothen, z. B. Aldebaran, Arcturus, Antares, Pollux,  $\alpha$  Orionis,  $\beta$  Pegasi,  $\alpha$  Herculis u. s. w., so dass ihre Wahrnehmung und genaue Bestimmung selbst in grossen Telespektroskopen auf das Aeusserste erschwert ist. Eine Ausnahme machen nur die vier Wasserstoff-Linien im Roth, Blau, Blaugrün und Violett, welche hier ungewöhnlich breit und stark sind.

### 7. Antares im Scorpion.

( $\alpha$  Scorpii).

Er enthält nach Secchi: Natrium, Magnesium, Eisen und Wasserdampf.

nach Vogel und Lohse: wahrscheinlich Natrium, Magnesium und Eisen. Die tiefe Stellung dieses Fixsterns über dem Horizont verhinderte leider eine genauere Untersuchung. Die prismatisch erkannten Bestandtheile der Fixsternsonne Antares beschränken sich daher vorläufig nur auf:

1. Natrium, 2. Magnesium, 3. Eisen, 4. Wasserdampf.

### 8. Ras-el-Schethi im Hercules.

( $\alpha$  Herculis).

Seine Bestandtheile sind

nach Huggins und Miller:

Natrium, Magnesium und Eisen

nach Secchi:

Natrium, Magnesium, Eisen und Wasserstoff

nach Vogel und Lohse:

Natrium, Magnesium, Eisen und wahrscheinlich auch Calcium und Zinn.

Die Vereinigung aller Beobachtungen ergibt für den Fixstern  $\alpha$  Herculis: 1. Natrium, 2. Magnesium, 3. Eisen und wahrscheinlich auch 4. Calcium, 5. Zinn und 6. Wasserstoff. Ferner scheint uns das prachtvolle Säulen-Spectrum desselben zu dem Schluss zu berechtigen, dass auf jenem fremden Weltkörper Mangan-Oxyd existirt (nach Angström).

### 9. Mira im Wallfisch.

( $\sigma$ -Omikron-Ceti).

In diesem Stern existiren

nach Secchi: Natrium, Magnesium, Eisen und Wasserstoff.

Ausserdem zeigt Mira ein schönes, kolonnadenartiges Spectrum, das, wie schon erwähnt, nach Angström vermuthlich vom Mangan-Oxyd herrührt.

### 10. Pollux in den Zwillingen.

( $\beta$  Geminorum)

enthält

nach Huggins und Miller:

Natrium, Magnesium und Eisen.

nach Secchi:

Natrium, Magnesium, Eisen, Wasserstoff und Wasserdampf.

nach Vogel und Lohse:

Wasserstoff, Natrium, Magnesium, Calcium, Eisen und vielleicht auch Wismuth. Leider waren die atmosphärischen Verhältnisse diesen Beobachtungen nicht sehr günstig, so dass nur 27 der auffallendsten von den überaus vielen und besonders feinen Linien des Pollux bestimmt werden konnten. Mit ziemlicher Sicherheit ergab sich daraus das Dasein der erstgenannten fünf Stoffe, während die Anwesenheit von Wismuth zweifelhaft blieb. Immerhin aber berechtigt uns die Vereinigung aller bisherigen Beobachtungen zu der Annahme, dass der Fixstern Pollux vorzugsweise aus 1. Natrium, 2. Magnesium, 3. Calcium, 4. Eisen, 5. Wasserstoff, 6. Wasserdampf und vielleicht auch 7. Wismuth zusammengesetzt ist.

### 11. Eta im Schiff Argo.

( $\eta$  Argûs).

Dieser merkwürdige, in Europa unsichtbare Stern des Südhimmels gehört zu den wenigen Fixsternen, in deren Spektren statt der Absorptions-Linien und Absorptions-Banden farbige Linien auftreten, ähnlich, wie bei den Nebelflecken und Sonnen-Protuberanzen, so dass die unmittelbare Vergleichung mit den Spektren irdischer Metalle und Metalloide, wo ja auch die Streifen und Linien farbig sind, vorgenommen werden kann. In der That fand Le Sueur mit dem grossen Melbourne-Telescop auch in dem Stern  $\eta$  der Argo das Vorhandensein einiger uns bekannter Substanzen angezeigt, und zwar dasjenige des Wasserstoffs durch die Linien C (roth) und F (blaugrün) Fraunhofer, während einige andere Linien (gelb und grün) auf Natrium, Magnesium und Stickstoff hinzuweisen schienen.

## 12. Rothes Sternchen im grossen Bären.

(Nr. 152 des Catalogs von Schjellerup).

Dieses höchst interessante Sternchen 6. Grösse befindet sich an der Grenze des grossen Bären und der Jagdhunde Chara und Asterion ( $AR = 12^h 39^m 15^s$ ,  $D = + 46^\circ 7' 21$  für 1875) und zeichnet sich durch sein intensives, hochrothes Licht, sowie durch sein prachtvolles und merkwürdiges Spectrum aus. Letzteres hat nach Secchi eine grosse Aehnlichkeit mit demjenigen des elektrischen Funkens im Benzin-Dampf, so dass es möglich ist, dass Kohlenwasserstoffe eine bedeutende Rolle auf dieser, jedenfalls schon in beträchtlicher Abkühlung befindlichen Fixsternsonne spielen. Secchi hält es für „voreilig aus dieser noch unvollendeten Thatsache Schlüsse zu ziehen“, glaubt aber „nicht zu weit über die beobachteten Thatsachen hinauszugehen“, indem er sagt: „Hier werden wir also in den Gestirnen auf die Existenz sehr merkwürdiger und unerwarteter Verbindungen hingewiesen und der chemischen Astronomie ein neues Feld eröffnet. Seither suchte man besonders nach Elementen, hauptsächlich nach Metallen, und nun zeigt es sich, dass auch Verbindungen in Gasform daselbst vorkommen können. Sehr viele Sterne zeigen eine schwarze Linie im Grün, sehr nahe bei den Magnesium-Linien U Fraunhofer, und es ist wahrscheinlich, dass sie eher durch einen Kohlenwasserstoff, als durch Magnesium hervorgebracht wird.“ —

### III. Chemische Bestandtheile der Nebelflecken.

Diese, häufig blaugrün gefärbten Lichtscheibchen und phantastischen Nebelwölkchen, welche kraftvolle Riesen-Teleskope zu vielen tausenden am klaren Nachthimmel hervorzaubern, sind zuerst von Huggins im August 1864 und später auch von Secchi, Alexander Herschel, d'Arrest, Vogel u. A. durch das Prisma als ungeheure, hauptsächlich aus Stickstoff und Wasserstoff bestehende Ansammlungen von glühenden Gasen erkannt worden. Wir erwähnen hier speciell einige der bekantesten Gasnebel, und zwar nach den Angaben der genannten Forscher:

1) Berühmter Nebelfleck im Schwertgriff des Orion. Diese grosse, seltsam geformte Gas-Wolke ist schon mit freiem Auge sichtbar, schimmert im Teleskop phosphorisch-blaugrün und vert

räth im Spectroscop die Anwesenheit von Stickstoff und Wasserstoff.

2) Berühmter Ring-Nebel in der Lyra, einem phosphorisch schimmernden Reifen gleichend, über welchen ein feiner, duftiger Schleier gespannt ist. Die zahllosen Lichtpünktchen auf dem Nebel-Ring sind bloss Nebelbällchen, keine wirklichen Sternchen. Das ganze, merkwürdige Gebilde besteht fast ausschliesslich nur aus Stickstoffgas.

3) Kleiner planetarischer Nebel im Wassermann, von grünlichblauem Colorit und saturnförmigem Umriss. Die Nebelscheibe läuft am Rand in eine Strahlen-Glorie aus, und das Ganze besteht aus glühendem Stickstoff und Wasserstoff.

4) Planetarischer Nebel im Drachen, eine grünlichblaue Nebelscheibe, mit weissem, sternartigem Centrum, darstellend. Auch diese Gaskugel besteht aus Stickstoff und Wasserstoff.

5) Bläulicher Ring-Nebel in den Zwillingen, mit Strahlen-Glorie und Central-Kern, neben welchem sich ein kleiner, schwarzer, rundlicher Raum befindet. Letzterer ist offenbar keine Oeffnung in der Nebel-Materie, sondern wahrscheinlich ein ausgebranntes Sonnen-System, welches gegenwärtig vor dem Nebelfleck vorüberzieht. Der Ring-Nebel selbst besteht aus Stickstoff und Wasserstoff.

6) Der sogenannte Dumbell-Nebel im Sternbild des Fuchses mit der Gans. Diese ungeheure Nebel-Wolke scheint bloss aus Stickstoffgas zu bestehen. Die sternartigen Pünktchen auf ihr sind ebenfalls nur Verdichtungen in dieser Gasmasse (Nebelbällchen), nicht aber wirkliche, ausgebildete Fixsternsonnen.

7) Stern-Nebel im Schwan, eine grünlichblaue, scharf begrenzte Nebelscheibe, mit sternartigem Centrum. Sie besteht aus Stickstoff und Wasserstoff.

8) Kleiner, aber heller planetarischer Nebel in der Andromeda, mit ringartiger Oeffnung und ovalem Nebelhof. Derselbe ist grünlichblau und besteht aus Stickstoff und Wasserstoff.

9) Planetarischer Nebel in der Hydra, eine kleine aber helle Nebelscheibe von blauem Licht. Sie besteht aus Stickstoff und Wasserstoff.

10) Planetarischer Nebel im Pfeil, von Lord Rosse als Spiral-Nebel erkannt. Dieser kleine Nebelfleck ist satellitenartig von vier Fixsternchen begleitet und besteht, nach dem prismatischen Anblick zu schliessen, nur aus Stickstoffgas.

11) Planetarischer Nebel im Adler. Er bietet eine grosse scharfbegrenzte Nebelscheibe dar und scheint ebenfalls nur aus Stickstoff gebildet zu sein.

12) Planetarischer Nebel im Schlangenträger. Das Licht dieser herrlichen Nebelkugel, von 8 Minuten Durchmesser, ist trübe und verwaschen, flimmert aber sternartig und der Nebelfleck wird daher schon in der Abenddämmerung sichtbar. Eben so schön ist auch das Spectrum, dessen scharfe, brillante Linien hier das Vorhandensein von Stickstoff und Wasserstoff nachweisen. —

---

#### IV. Chemische Bestandtheile der Planeten.

Da die Planeten keine glühenden Körper sind, wie z. B. die Sonne, die Fixsterne und Nebelflecken, und daher auch nicht eigenes Licht aussenden, sondern nur in reflektirtem Sonnenlicht strahlen, so lassen sich hier nur solche Substanzen ermitteln, welche die wenigen Bestandtheile ihrer Atmosphären bilden. In der Erd-Atmosphäre sind diess vorzüglich Stickstoff (79,2), Sauerstoff (20,8), Kohlensäure (zwischen 0,05 und 0,1 variirend) und Wasserdampf, dessen wechselnde Menge von den verschiedenen Wärmegraden unseres Dunstkreises abhängt. Alle diese Bestandtheile der irdischen Atmosphäre sind nun in der That auch in den Dunsthüllen mehrerer anderer Planeten constatirt worden.

Die teleskopische Beobachtung einer Atmosphäre des Mars, welche periodisch — sei es durch Rotation oder Jahreszeitenwechsel — die landschaftlichen Schattirungen an der Oberfläche der Marskugel trübt und dann wieder in klaren, bestimmten Umrissen hervortreten lässt; ferner die beweglichen, lichten Wolkenstreifen, welche in dieser Atmosphäre schwimmen, und deren Existenz ebensowohl durch ältere Beobachter, wie Schröter zu Lilienthal und Wilhelm Herschel zu Slough, als durch neuere, wie Browning zu London und Linsser zu Pulkowa constatirt ist; endlich die Schnee- und Eis-Zonen an den beiden Kältepolen des Mars, welche, ganz nach dem Verlauf der dortigen Jahreszeiten, in ihrer Ausbreitung veränderlich sind, im Winter ein brillantes, fixsternartiges Licht (Mädler, Linsser, Vogel), im Sommer einen rosigen Schimmer (Secchi) aussenden, und uns so ihr abwechselndes Schmelzen und Neubilden vor Au-

gen führen — diess Alles hatte schon früher das Vorhandensein von Wasser auf diesem Nachbar-Planeten theoretisch in hohem Grade wahrscheinlich gemacht. Erst unserer Zeit war es jedoch vorbehalten durch das Prisma den directen Beweis hiefür zu liefern. Der französische Physiker Janssen, der sich bis zum Jahr 1865 durch verschiedene, sinnreiche Experimente überzeugt hatte, dass mehrere der telluratmosphärischen Spektral-Linien durch Wasserdampf hervorgebracht werden, benützte nämlich im Jahr 1867 eine wissenschaftliche Reise nach Italien und Griechenland, um die Atmosphären der Planeten Mars und Saturn bezüglich ihres Gehaltes an Wasser einer prismatischen Analyse zu unterziehen. Er beobachtete, um sich gegen jede Täuschung zu sichern, auf dem Gipfel des Aetna, in einer Höhe von 10,000 Fuss und somit fast gänzlich ausserhalb des Bereiches jedes störenden Einflusses der Erd-Atmosphäre. Zu Palermo und Marseille wurden später diese Forschungen mit grösseren Spektroskopen fortgesetzt und constatirt, dass Wasserdampf sowohl in der Atmosphäre des Mars, wie in derjenigen des Saturn vorkommt.

Diese interessante Entdeckung ist seitdem auch von anderen Beobachtern bestätigt worden, und zwar für den Mars: von Secchi, Huggins und Miller, Vogel und Lohse; für den Saturn: von Secchi, Huggins und Miller, Vogel und Lohse; für den Jupiter: von Secchi, Huggins und J. Miller, Le Sueur, Vogel und Lohse; für die Venus: von Secchi, sowie von Vogel und Lohse. Die Anzahl der atmosphärischen Streifen des Mars-Spektrums, welche mit solchen der Erd-Atmosphäre identisch sind, beträgt nach Dr. Vogel's sorgfältigen Messungen sieben. Sie bestätigen die schon vor Anwendung des Prisma's bestandene Ansicht, dass Mars eine Atmosphäre besitzt, deren Zusammensetzung nicht wesentlich von der unserigen abweicht, und dass vor Allem diese Atmosphäre reich an Wasserdampf sein muss. Die Anwesenheit des Wasserdampfes in der Mars-Atmosphäre liefert aber in Verbindung mit den teleskopischen Wahrnehmungen den Beweis, dass auch auf dem Mars das Wasser einem ähnlichen Kreislauf unterworfen ist, wie auf der Erde, indem das Wasser der dortigen Meere, Seen und Flüsse verdampft, in der Atmosphäre aufsteigt und, je nach der Temperatur der letzteren, als Schnee oder Regen, als Reif oder Thau wieder auf den Planeten fällt.

Bei dem Riesen-Planeten Jupiter, der im Teleskop keine

Spur von landschaftlichem Detail verräth, wohl aber ein stark-wolkiges Aussehen darbietet, das nicht allein vom Wasserdampf herzurühren scheint, sondern wahrscheinlich mit den plutonischen Vorgängen auf jener Planetenkugel im Zusammenhang steht — zeigen sich nach Vogel und Lohse acht Streifen und Banden von atmosphärischem Ursprung. Sieben derselben stimmen mit tellur-atmosphärischen Banden überein, und deuten auf eine Gashülle des Jupiter hin, welche auf die sie durchdringenden Sonnenstrahlen eine ähnliche Wirkung ausübt, wie unsere Erd-Atmosphäre. Die achte Bande hingegen, im rothen Lichtfeld, fehlt in den Atmosphären der Erde und ihrer Nachbar-Planeten, und findet sich nur noch in der Gashülle der Saturnkugel und vielleicht auch in derjenigen ihres Ring-Systems, die beide ja ebenso wie Jupiter sich noch im erbitterten, plutonischen Kampf um das Dasein befinden.

Das bleiche, nebelartig verschwommene Aussehen der dunklen Schattirungen an der Venus-Oberfläche und ihr schwieriges Erkennen, selbst bei klarer, ruhiger Luft; ferner das grelle blendende Licht auf der Tagesseite der Venus und dessen allmähliges Erblassen nach der Nacht-Halbkugel des Planeten hin; endlich die wolkenartigen, oft sehr intensiven Lichtflecken auf diesem matten Hintergrund und das Auftreten von Dämmerungs-Zonen an dieser Grenze von Tag und Nacht — das Alles machte schon früher das Vorhandensein einer sehr dichten und wolkenreichen Dunsthülle der Venus unzweifelhaft. Durch das Spectroskop erkannten Secchi, Vogel und Lohse Spuren von Wasserdampf in dieser Atmosphäre, woraus bei dem vorgerückten Bildungsstadium der Venus sich das Vorhandensein von Wasser an der eigentlichen Planetenoberfläche, also von Meeren und Seen, von selbst ergibt. Wasser und Wasserdampf setzen aber auch die Anwesenheit von Sauerstoff voraus, da Wasser ja die chemische Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff ist. Endlich findet Secchi eine merkwürdige Verstärkung der irdisch-atmosphärischen Stickstofflinie nahe bei F. Fraunhofer, sobald sich diese auf die auf- oder untergehende Venus projicirt, und diese Verstärkung ist nur erklärlich, wenn auch in der Venus-atmosphäre Stickstoff existirt.

Der Planet Mercur und der Planetoid Vesta sind ebenfalls von Vogel und Lohse spektroskopisch untersucht worden; doch ist das Ergebniss noch keineswegs sicher. Bekanntlich wird das

Licht der Merkursscheibe gegen die Grenzlinie der Tag- und Nachthalbkugel hin matter, ähnlich, wie bei der Venus; auch sahen am 29. September 1832 Beer und Mädler in Berlin die Lichtgrenze nicht ganz scharf, sondern etwas verwaschen. Schröter und Harding zu Lilienthal bei Gotha beobachteten auf diesem Himmelskörper einen dunklen Streifen mitten auf der Scheibe, welcher nach Osten hin eine schwärzere Stelle zeigte. Aus diesen und einigen anderen, weniger sicheren Beobachtungen hat man geschlossen, dass Merkur eine nicht ganz durchsichtige Atmosphäre besitzt. In der That fand auch Vogel in den Jahren 1871 bis 1873, dass im Spectrum des Merkur, welches im Uebri- gen stets vollkommen mit dem Sonnenspectrum übereinstimmte, die beiden Streifen  $\alpha$  und  $\delta$  des telluratmosphärischen Spectrums vorhanden sind. Indessen steht Merkur am Morgen und Abend stets so niedrig über unserem Horizont, dass es sich schwer wird entscheiden lassen, ob diese Streifen von unserer eigenen Atmosphäre herrühren oder jenem Planeten eigenthümlich sind.

Die kleine Vesta, mit ihrem Durchmesser von nur 40—60 Meilen, nähert sich uns bisweilen, in günstigen Oppositionen, bis auf 23 Millionen Meilen und sie wird dann am Nachthimmel einem scharfen, unbewaffneten Auge als zartes Lichtpünktchen 6. Grösse sichtbar. Bei einer solchen Gelegenheit, am 13. Februar 1872, wurde sie von Vogel prismatisch untersucht und ergab sich ein sehr schwaches Farbenband mit drei Absorptionsstreifen, von welchen die zwei schwächeren vom reflektirtem Sonnenlicht herrührten, der stärkste hingegen mit der tellur-atmosphärischen Liniengruppe  $\delta$  Brewster zusammenzufallen schien. Vesta stand während dieser Beobachtung hoch am Himmel, so dass die Erdatmosphäre mit ihren prismatischen Banden nicht störend einwirken konnte; denn die tellur-atmosphärischen Absorptionsbanden pflegen in den Spectren der Gestirne erst bei deren Annäherung an den Horizont aufzutreten.

Die besprochene Linien-Gruppe, welche der englische Physiker Brewster mit  $\delta$  bezeichnete und daher als „Brewster'sche Region“ bezeichnet wird, ist bisher in der Sonne, in einer sehr grossen Anzahl von rothen und gelben Fixsternen und endlich, mehr oder minder, in den Atmosphären der Planeten Mars, Saturn, Jupiter, Venus, Mercur und Vesta wahrgenommen worden, und ihre gründliche Erforschung ist daher von sehr grosser Wichtigkeit. Janssen und mit ihm Secchi, Vogel und andere



Spectralforscher führen bekanntlich den Ursprung dieser tellurischen Absorptions-Bande auf denjenigen vom Wasserdampf zurück; allein dieser Annahme tritt ein sehr kompetenter Beobachter Prof. Angström entgegen. Auch Angström theilt in seinen „Untersuchungen über das Sonnen-Spectrum“ (Recherches sur le spectre solaire) Janssens Ansicht, dass die tellur-atmosphärischen Spectral-Linien hauptsächlich vom Wasserdampf herrühren, namentlich diejenigen, deren Aussehen, je nach dem Feuchtigkeits-Gehalt der Luft, mehr oder minder veränderlich ist. Andere dagegen, z. B. die in Rede stehende Gruppe  $\delta$  Brewster, glaubt er auf andere Substanzen, am wahrscheinlichsten auf Kohlensäure, zurückführen zu dürfen. „Um die Entstehung“ sagt er, „der dunklen Streifen A, B,  $\alpha$  und  $\delta$  zu erklären, welche sehr beständig sind und nicht merklich von den Schwankungen der Luft-Temperatur abhängen, muss man zu anderen gasigen Stoffen seine Zuflucht nehmen, deren Spannung weniger wechselnd ist, als diejenige des Wasserdampfes. Unter diesen Stoffen habe ich bereits auf die Kohlensäure hingewiesen, und man könnte selbst annehmen, dass das Ozon eine ähnliche Wirkung erzeugen kann, vorausgesetzt, dass es frei in der Atmosphäre vorkommt.“

Sollte sich die Vermuthung des verdienstvollen Angström im Lauf der Zeit bestätigen, so hätten wir auch auf unseren Nachbar-Planeten, namentlich der Venus, mehr oder minder vollständig alle diejenigen Bestandtheile beisammen, welche auf unserer Erde als wesentlich für das Leben gelten, nämlich Stickstoff, Sauerstoff, Kohlensäure und Wasserdampf.

---

## V. Chemische Bestandtheile der Kometen.

Von den Kometen, welche auf ihren Irrfahrten durch den Weltraum vorübergehend auch unser Sonnensystem besuchen, oder solchen, denen dieser Besuch gefährlich wird, indem sie fortan bis zu ihrer völligen Auflösung in unzählige Meteorkörperchen zur unfreiwilligen Wanderung um die Sonne genöthigt sind, sind auch in der letzten Zeit nicht wenige im Perihelium sichtbar geworden. Seit Anwendung des Prisma auf die Sterne (1862) hat man z. B. gegen 50 jener interessanten Fremdlinge beobachtet, und von diesen hat allein das Jahr 1873 sieben ge-

bracht. Aber die Mehrzahl derselben war selbst für die grossen und kraftvollen Spektroskope der Gegenwart zu lichtschwach, und daher ungeeignet zu Aufschlüssen über die Materie, aus welcher diese, früher so räthselhaften Himmelskörper bestehen. Nur bei einigen der helleren, zu denen sich im vorigen Sommer, nach langem, sehnüchtigem Harren von Seite der Wissenschaft, endlich auch einmal ein grosser, brillanter Komet (Coggia 1874 III) gesellt hat, ist man so glücklich gewesen, derartige Aufschlüsse zu finden. Uebereinstimmend ergab sich bei denselben die interessante Thatsache, dass Kohlenstoff ihren Hauptbestandtheil bildet, mochte man auch ihr Spektrum mit demjenigen verschiedener Kohlenwasserstoffe: des Benzin, des blauen Theiles einer Leuchtgasflamme oder des blauen Theiles einer Petroleumflamme vergleichen. Diese kohlenstoffhaltigen Kometen sind folgende:

- 1) Komet von Winnecke (1868 II) nach den Untersuchungen von Secchi und Huggins.
- 2) Komet von Winnecke (1871 I) nach Huggins.
- 3) Komet von Tuttle (1871 III) nach Young.
- 4) Komet von Encke (1871 V) nach Huggins.
- 5) Komet von Henry (1873 IV) nach Vogel.
- 6) Komet von Coggia (1874 III) nach Secchi, Vogel und v. Konkoly.

Vogel, welcher ursprünglich nur bei den Kometen von Winnecke (1868 II), von Henry und dem grossen Kometen von Coggia die Identität der farbigen Kometen-Banden mit denjenigen des Kohlenstoff-Spectrums anerkannte, neigt sich neuerdings zur Annahme hin, dass die erwähnten sechs Kometen sämmtlich kohlenstoffhaltig sind. Die Ansicht des englischen Astronomen Christie, welcher aus seinen Beobachtungen auf der Sternwarte zu Greenwich den Schluss zieht, der Kopf des grossen Kometen von Coggia bestehe aus Kohlenoxyd oder Kohlensäure, berichtigt Vogel dahin, dass die Vergleichung mit den Spektren von Kohlenwasserstoffen, sowohl hier als bei anderen Kometen, sich den Beobachtungen viel besser anschliesst als diejenige mit den Spektren der Sauerstoffverbindungen des Kohlenstoffs.

Dieser Kohlenstoffgehalt der Kometenköpfe erklärt auch die grünliche oder bläuliche Färbung mancher Kometen, wie man sie bereits schon vor Erfindung des Fernrohrs beobachtet hat. So wurden bläuliche Kometen in den Jahren 1468 und

1476 nach Chr. gesehen. Der grosse Komet von 1811 hatte einen grünlichblauen Kopf, mit schwach röthlichem Kern, der Halley'sche Komet von 1835 und der Donatische von 1858 waren ebenfalls bläulichgrün. Der Swift'sche Komet von 1862 hatte einen bläulichen Schweif, während die Ausströmung eine gelbliche Farbe zeigte. Der Kopf des Winnecke'schen Kometen von 1868, dessen Spektrum so auffallend mit denjenigen der Kohlenwasserstoffe übereinstimmte, schimmerte blau und ebenso verbreitete der grosse Komet von Coggia nach meinen eigenen Wahrnehmungen ein meergrünes Licht. Am zweifellosesten gab sich diese Färbung am Abend des 14. Juli 1874, wo der Kometenkopf zum letzten Mal noch über dem Horizont stand, zu erkennen. Ich untersuchte ausschliesslich zu diesem Zweck den Kometen auf dem kleinen Observatorium des Herrn Dr. Remeis in der Nähe der Altenburg bei Bamberg. Die Nacht der Beobachtung war klar und ruhig; weder Mondlicht noch künstliche Beleuchtung störten, da der Beobachtungsort westlich von der Stadt auf einem Hügel im Freien liegt.  $\alpha$  im kleinen Bären,  $\lambda$  im Drachen (Dschianzar),  $\gamma$  im Adler (Tarsed) und andere Sternchen dritter bis vierter Grösse zeigten im Tubus ihr gewöhnliches, prachtvolles Oranigelb. Das zarte, geisterhafte Gewebe des Kometenkopfes hingegen schimmerte deutlich in grünlich-phosphorischem Schein, mit Ausnahme des röthlichen Kernes und seiner fächerförmigen Ausströmung. Auch die vom Kometenkopf entfernteren Parthien der schönen, riesigen Lichtfelder, welche der Schweif nach Aufhören der Dämmerung am nördlichen Himmel bildete, zeigten jenen eigenthümlichen, schwer zu beschreibenden, grünlichen Schimmer und contrastirten hiedurch gegen den schwarzen Streifen, welcher vom Kern aus den Kometenschweif in zwei Hälften schied.

## VI. Chemische Bestandtheile der Meteor-Sternchen.

(Sternschnuppen, Leuchtkugeln, Meteorsteine).

Diese Miniatur-Himmelskörperchen sind mineralische Massen von kometarischem Ursprung, die bald einzeln, bald in Schwärmen von Milliarden, sich mitten unter den zahllosen

Sonnen, Planeten, Kometen und Nebelflecken im Weltraum bewegen. Zuweilen begegnen sie auf ihrer Wanderung der Erde, und werden dann von ihr mehr oder minder kräftig angezogen. In diesem Fall versetzt sie ihre rasende Geschwindigkeit beim Durcheilen unserer Atmosphäre in vorübergehenden Gluthzustand, und sie werden uns dann, je nach ihrer Grösse und Entfernung im Moment des Aufstrahlens, entweder als Sternschnuppen oder Leuchtkugeln sichtbar, die ausserhalb unseres Dunstkreises bald wieder erlöschen. Oefters fallen sie aber auch als sogenannte Meteorsteine (Aërolithen) vom Himmel zur Erde nieder, wo wir diese merkwürdigen Fremdlinge, die vielleicht schon seit undenklichen Zeiten im Weltraum umhergezogen, mit unseren Fingern betasten, mit unseren leiblichen Augen besichtigen können, etwa wie eine gepflückte Blume oder einen gefangenen Schmetterling. Manche dieser Meteorsteine sind nur so gross wie eine Nuss, eine Erbse und noch kleiner, und wiegen oft nur 0,17 bis 0,60 Gramm, wie die am 1. Januar 1869 bei Hessel in Schweden gefallenen Meteoriten. Sie sind wohl ohne Zweifel mit jenen winzigen Sternschnuppen identisch, die man bisweilen plötzlich am Himmel aufleuchten und sofort auch wieder verpuffen sieht. Andere — und diese mögen bei ihrer Entzündung in unserer Atmosphäre wahrscheinlich das Phänomen grosser Leuchtkugeln darbieten — besitzen enorme Dimensionen, wie die grosse Steinmasse von 600 Pfund, welche zugleich mit ungefähr tausend anderen, kleineren Meteorsteinen am 9. Juni 1866 zu Kniahynia in Ungarn fiel, oder die im Jahr 1871 von Prof. Nordenskjold aufgefundenen Meteor-eisenmassen von Ovifak in Grönland, welche sogar 49000, 20000 und 10000 Pfund wiegen, und sich gegenwärtig in den Sammlungen von Stockholm und Kopenhagen befinden. Dass die Sternschnuppen und Leuchtkugeln, sowie die glühenden Dämpfe, von welchen sie, gleich den Kometen, bei ihrem Aufstrahlen in der Erdatmosphäre schweifartig begleitet sind, eine verschiedenartige, chemische Zusammensetzung besitzen, beweisen schon die verschiedenen Farben dieser Himmelskörperchen. Die Mehrzahl derselben strahlt in silberfarbigem oder phosphorischem Lichtschein; aber sehr viele sind auch rosenroth, blutroth, kupferroth, orange, violett, saphirblau, stahlgrau, smaragdgrün, blaugrün. Manche zeigen eine eigenthümliche Mischung von Grün und Goldfarben, von Grün und Kupferroth, und

nicht selten ist das Licht auch irisirend, wie bei einer schönen, von Secchi im November 1868 beobachteten Sternschnuppe, welche hintereinander alle Farben des Regenbogens zeigte. Einzelnen Beobachtern ist es nun geglückt eine mässige Anzahl solcher Meteorsternchen einer prismatischen Analyse zu unterziehen, so wenig auch ihre flüchtige Erscheinung sie für das Studium im Spektroskop geeignet macht, und finden Alexander Herschel, Browning, Secchi und v. Konkoly, dass Natrium, Magnesium und Strontium am Verbrennungsprocess der Meteore hauptsächlich betheilig sind. Nach v. Konkoly ist das Natrium in den gelben, das Magnesium in den grünen, das Strontium in den rothen Sternschnuppen und ihren Schweifen vorherrschend.

Wir können uns vorläufig mit diesem kleinen, aber wichtigen Anfang zur Kenntniss der substanziellen Beschaffenheit der Meteorsternchen begnügen, da wir schon vor Anwendung der Spectral-Analyse — und zwar auf einem viel näheren Wege — hierüber eingehend unterrichtet waren. Diesen Aufschluss verdanken wir den Meteorsteinen, welche bei directer chemischer Analyse eine wahre Musterkarte von Stoffen darbieten, welche uns von der irdischen Heimath her bekannt sind. Ja, was eben so merkwürdig ist, die elementaren Bestandtheile dieser Meteorsteine, dieser Abkömmlinge der Kometen von Swift (1862 III), Tempel (1866 I), Thatcher (1861 I) und Biela (der berühmte Doppelkomet), welche nachweislich mit den grossen, periodischen Meteor-Schwärmen vom August, November, April und December im innigsten Zusammenhang stehen — sie kommen dort, wenn auch nicht ganz in den nämlichen, so doch in ähnlichen Verbindungen und Formen vor, welche jene Urstoffe auf unserem Erdkörper einzugehen pflegen. Ihr Aussehen ist sehr mannichfaltig, und es ist daher nicht immer leicht, zwischen den einzelnen Meteorsteinen eine Verwandtschaft zu entdecken, namentlich zwischen jenen zusammengebackenen, erdigen oder kohlenartigen Massen, mit wenigen, darin zerstreuten Metallbrocken, und dem Meteoreisen, aus welchem sich arabische Chalifen und mongolische Fürsten Schwerter schmieden lassen konnten. Gleichwohl zeigen sie, wie gross auch die Verschiedenheit ihrer inneren chemischen Beschaffenheit sein mag, in ihrem Aeusseren eine gewisse physiognomische Uebereinstimmung, welche sie von irdischem Gestein sofort unterscheidet. Fast alle besitzen nämlich einen

dünnen, pechschwarzen, glänzenden und geäderten Ueberzug, eine prismatische oder pyramidale, an der Spitze abgestumpfte Form, breite, etwas gebogene Bruchflächen und abgerundete Ecken. Im Allgemeinen sehen wir in diesen Aërolithen nur die Bruchstücke zersprungener Meteore vor uns, denn nur selten gelangen diese in derjenigen Form zur Erde, in welcher sie vorher durch den Weltraum gezogen. Die meisten senden bei dem Eindringen in die irdische Atmosphäre und der hiedurch hervorgerufenen, starken Erhitzung entweder nur ihre Trümmer zu uns hernieder, oder sie verpuffen und zerstäuben vollständig, wobei sie als sogenannter Meteorstaub sich auf die Erde bisweilen herabsenken. Zu denjenigen Ausnahmen, wo ein Meteor in seiner ursprünglichen, kosmischen Form zur Erde fällt, zählt der ungeheure Steinregen von Pultusk in Polen, wo am 30. Januar 1868 ein ganzer Meteoritenschwarm, von vielen tausenden von Aërolithen, aus der Atmosphäre herabstürzte, sowie der vereinzelt Aërolithenfall von Krähenberg in der Pfalz, wo am 5. Mai 1869 unter gewaltiger Detonation eine  $31\frac{1}{2}$  Pfund schwere, mineralische Masse fiel. Dieselbe hat die Form eines abgeplatteten Sphäroids oder einer dicken Scheibe, mit einer dünnen, pechschwarzen Schmelzkruste von Eisen-Oxydul-Oxyd und eigenthümlichen, fingerartigen Eindrücken. Die Grundmasse des Meteorsteins ist hellgrau und enthält zahlreiche Blättchen und Körnchen von Eisen, dergleichen sehr fein vertheilten Schwefelkies. Aehnliches zeigen auch die Meteorsteine von Pultusk, jedoch mit dem Unterschied, dass nur bei wenigen sich jene charakteristische, sphäroidale oder dickscheibenartige Form erhalten hat und leider die Mehrzahl dieser kosmischen Stein-Sphäroide bis zur Unkenntlichkeit zertrümmert und geschmolzen wurde, selbst bis zur Kleinheit von Staub oder Sandkörnern. Manche von den grösseren dieser Aërolithen zeigen nämlich an ihrer Rückseite ein angekittetes Conglomerat kleiner und kleinster Meteorikörner, theils umrindet, theils auch ganz geschmolzen. Dieser Umstand erklärt sich leicht durch die Erwägung, dass die von dem kosmisch bewegten, gegen den stets wachsenden Atmosphärendruck ankämpfenden Aërolithen abgeschmolzenen Theilchen sich wieder mit demselben vereinigen mussten, sobald sie in die momentane Luftleere, unmittelbar hinter demselben gelangten; denn in diesem Fall mussten sie eine grössere Geschwindigkeit als der glühende Hauptkörper,

von welchem sie abtröpfelten oder sich losbröckelten, annehmen und daher denselben auch augenblicklich wieder einholen.

Bis jetzt sind in den Meteorsteinen folgende 24 einfache Körper erkannt worden:

1) Aluminium, 2) Arsen, 3) Blei, 4) Calcium, 5) Chrom, 6) Eisen, 7) Kalium, 8) Kobalt, 9) Kohlenstoff, 10) Kupfer, 11) Lithium, 12) Magnesium, 13) Mangan, 14) Molybdän, 15) Natrium, 16) Nickel, 17) Phosphor, 18) Sauerstoff, 19) Schwefel, 20) Silicium, 21) Strontium, 22) Titan, 23) Zinn, 24) Wasserstoff.

Ob übrigens Wasserstoff in allen Fällen einen wirklichen Bestandtheil der Meteorsteine und somit auch der Meteor-Sternchen, deren Fragmente sie ja sind, bildet, bleibt vorläufig dahin gestellt. Denn manche Meteorsteine, wie die 194 Pfund schwere Meteoreisenmasse von Lenarto in Ungarn, enthalten solch unbegreifliche, allen unseren Erfahrungen widersprechende Mengen von Wasserstoff, dass wir mit Graham, dem berühmten Entdecker dieser wichtigen und merkwürdigen Thatsache, nothwendig annehmen müssen: das Meteoreisen von Lenarto habe sich, bevor es zur Erde fiel, irgendwo im Weltraum in einer Atmosphäre mit Luft gesättigt, die den Wasserstoff unter einem viel höheren Druck, d. h. in viel grösseren Mengen, enthält als der Druck unserer irdischen Atmosphäre beträgt. Wo diese wasserstoffreiche Himmelsregion zu suchen ist, lässt sich allerdings nicht mit Bestimmtheit angeben. Aber wahrscheinlich ist es, dass vielleicht vor undenklichen Zeiten das Meteor von Lenarto einmal durch einen Nebelfleck hindurchging und dort den Wasserstoff in sich aufnahm, denn bekanntlich sind jene bleichen, phantastischen Nebelgestalten, welche den Himmel zu vielen tausenden bevölkern, ungeheure, glühende Gasmassen, deren Hauptbestandtheil der Wasserstoff bildet.

Gustav Rose, der berühmte Kenner der Meteorsteine, zählt in denselben, die er in Stein- und Eisenmeteoriten theilt, folgende Mineralien:

- 1) Meteoreisen, gediegenes Eisen, das etwas nickelhaltig, hexaëdrisch, stahlgrau, nickelhaltig, metallglänzend und spaltbar ist.
- 2) Tänit, ein etwas nickelhaltigeres Eisen als das vorige.

- 3) Schreibersit, eine eigenthümliche, schon von Berzelius bemerkte Verbindung von Phosphor, Nickel und Eisen.
- 4) Rhabdit, ein Phosphor-Nickel-Eisen ähnlich dem vorigen.
- 5) Graphit.
- 6) Trollit oder Einfach-Schwefel-Eisen.
- 7) Magnetkies.
- 8) Chrom-Eisenerz.
- 9) Quarz.
- 10) Olivin, derb und krystallisirt.
- 11) Shepardit.
- 12) Augit.
- 13) Anorthit.

Ausser dem Meteor von Lenarto, welches durch seinen überraschenden Reichthum an Wasserstoff uns unerwartete Aufschlüsse über die früheren Schicksale dieses Himmelskörperchens darbietet, gibt es sogar auch solche, deren Fragmente anzudeuten scheinen, dass auch anderwärts im Weltraum, als nur auf unserem Erdplaneten, organisches Leben existirt. In diese Kategorie gehören die kohlehaltigen Meteorsteine von Alais, Bokkefeld, Kaba und Orgueil, denen wir schliesslich hier eine kurze Beschreibung widmen wollen.

1) Alais. Am 15. März 1806 fielen bei Alais im südlichen Frankreich, und zwar in der Nähe der Dörfer St. Etienne de Lolm und Valence, unter heftigen Detonationen zwei heisse Steine von 8 und 4 Pfund Gewicht zur Erde nieder. Dieselben wanderten, wie üblich, in die Sammlungen, und wurden von einigen damaligen französischen Chemikern einer sehr unvollkommenen Analyse unterzogen, mit welcher man sich lange Zeit begnügte. Erst im Jahre 1834 entdeckte Berzelius die merkwürdige Thatsache, dass das Meteoritengestein von Alais eine organische, in Wasser lösliche, beim Erhitzen sich bräunende und etwas schwarze Kohle zurücklassende Materie enthält. Neuerdings untersuchte auch Roscoe ein Fragment der nämlichen Aërolithen und fand in demselben eigenthümliche Krystalle, theils nadelförmig, theils rhombische, die einen sonderbaren, aromatischen Geruch verbreiteten und bei starkem Erhitzen einen kohligen Rückstand hinterliessen.

2) Bokkefeld. Am 13. October 1838 ereignete sich bei Bokkefeld am Cap der guten Hoffnung unter furchtbarer Detonation ein grossartiger Steinregen. Harris unterzog ein-



zelle dieser Meteorsteine einer sorgfältigen Analyse, und fand ausser Kohlenstoff, Eisen, Nickel, Schwefel, Kieselsäure, Eisenoxydul, Magnesia, Calciumoxyd, Thonerde, Chromoxyd, Kalium, Natron, Manganoxydul, Kupfer und Spuren von Kobalt und Phosphor auch eine bituminöse Substanz im Betrag von 0,25 der untersuchten Gesamtmasse. Dieselbe ist von gelblicher Farbe, harz- oder wachsartig und sehr leicht schmelzbar, und zersetzt sich beim Erhitzen in schwarze Kohle, unter Entwicklung eines starken, bituminösen Geruches.

3) Kaba. Am 15. April 1858 fiel bei Kaba, in der Nähe von Debreczin in Ungarn, ein Aërolith von sphäroidaler Form und  $7\frac{1}{2}$  Pfund Gewicht. Wöhler findet hier ausser Kohlenstoff, Eisen, Nickel, Kupfer, Chromeisenstein, Magnetkies, Eisenoxydul, Magnesia, Thonerde, Calciumoxyd, Kalium, Mangan-Oxydul, Kieselsäure, auch Spuren von Kobalt, Phosphor und eine unbekannte Materie, ganz ähnlich der kohlenstoffhaltigen Substanz in den Meteorsteinen von Bokkefeld. Wie dort, so kommt sie auch hier ausser der freien Kohle vor, wird an siedenden Alkohol als leicht schmelzbare, weiche Masse, ähnlich unseren Bergwachsarten, abgegeben, und ist nach Köhler „unzweifelhaft“ organischen Ursprungs, vielleicht nur ein Ueberrest ursprünglich in dem Meteoriten enthaltener und im Moment der Feuererscheinung unter Abscheidung von Kohle zersetzter, organischer Substanz.“

4) Orgueil. Am Abend des 15. Mai 1864 sah man in einem grossen Theil des südwestlichen Frankreich einen geschweiften Feuerball, fast von Vollmondgrösse, der, ähnlich einer verpuffenden Rakete, sich in zahlreiche Sternchen auflöste und verschwand. Einige Minuten später erfolgte ein donnerartiges Rollen und ein Steinregen gestattete die ausserirdischen Substanzen zu prüfen, aus welchen jenes Meteor bestand. Leider wurden nur etwa 20 Fragmente, in der Nähe des Dorfes Orgueil, gefunden, und zwar von der Grösse eines Kopfes bis zu derjenigen einer Faust. Sie besaßen eine schwarze Rinde und ihre chemische Analyse ergiebt ausser Eisen, Magneteisen, Magnetkies, Schwefel, Nickel, Silicaten nach den übereinstimmenden Untersuchungen von Cloëz, Pisani und Berthelot eine organische Substanz, die nach dem erstgenannten Chemiker 7,41 der gesammten Meteoritenmasse beträgt und aus

63,45 Kohlenstoff  
 5,98 Wasserstoff  
 30,57 Sauerstoff

zusammengesetzt ist. Berthelot hat im Jahr 1868 auch die höchst interessante Frage zu beantworten gesucht, von welcher ursprünglichen Beschaffenheit wohl die organischen Stoffe sein mögen, durch deren Zerstörung jener kohlenstoffartige Rückstand in einzelnen Meteorsteinen erzeugt wird, und zwar durch Untersuchung der Meteorsteinmasse von Orgueil. Diese Frage ist zwar sehr kühn und übersteigt die gegenwärtigen Hilfsmittel der Wissenschaft. Gleichwohl hat Berthelot wenigstens ein annäherndes Resultat erzielt, bemerkenswerth desswegen, weil es eine weitere Analogie zwischen der kohlenstoffartigen Substanz der Meteorsteine und den kohlenstoffhaltigen Substanzen organischen Ursprungs an der Erdoberfläche nachweist. Durch eine von ihm herrührende, eigenthümliche Methode ist nämlich Berthelot im Stande jede organische Verbindung in die entsprechenden Kohlenwasserstoffe umzuwandeln, selbst Holzkohle und Steinkohle. Obwohl nun eine nur unbedeutende Menge der kohlenstoffartigen Materie von Orgueil zur Untersuchung verwendet werden konnte, so gelang dennoch Berthelot auch hier die Umwandlung in Kohlenwasserstoff, ähnlich den Oelen des Petroleums.

---

### A n m e r k u n g .

Es dürfte nicht unerwünscht sein, wenn wir dieser Zusammenstellung der im Weltraum verbreiteten, uns von der Erde her bekannten Stoffe auch einige Angaben über die Forscher beifügen, welchen wir jene staunenswerthen Entdeckungen verdanken:

Kirchhoff, der geniale Begründer der himmlischen Spectral-Analyse, ist Professor der Physik an der Universität zu Heidelberg; Angström, Observator an der Sternwarte zu Upsala in Schweden; Lockyer, Astronom und Besitzer einer Privatsternwarte zu London; Young, Director der Sternwarte des Dartmouth-College zu Dorf Hannover in Nord-Amerika. Die Sonnen-

linien beobachtete er im Juli und August 1872 auf der 8300 Fuss hoch gelegenen Station Sherman im Wyomingterritorium. Janssen, dem wir die umfassendsten Untersuchungen über Wasserdampf in den Himmelskörpern verdanken, ist Pariser Physiker. Das Sonnenobservatorium, welches ihm Kaiser Louis Napoleon auf seine eigenen Kosten in einem Pavillon des Palastes von St. Cloud errichten liess, war leider eines der ersten Gebäude, welches bei der Belagerung durch die deutschen Armeen dem Bombardement zum Opfer fiel. Seine prismatischen Untersuchungen der planetarischen Atmosphären vom Jahr 1867 auf dem Gipfel des Aetna hat er später am Himalaya fortgesetzt, als ihn die totale Sonnenfinsterniss vom 18. August 1868 nach Indien rief, und constatirte er hier das Vorhandensein wasserhaltiger Atmosphären auch bei einer sehr grossen Anzahl von rothen und gelben Fixsternen. Rayet ist Adjunct-Astronom am Pariser Observatorium; seine Spectralbeobachtungen der Fixsterne, anfangs in Paris angestellt, umfassten später auch die Sterne des Südhimmels, als ihn 1868 die genannte Sonnenfinsterniss zur Reise nach Indien veranlasste. Huggins beobachtet die Fixsternspectren seit 1862 mit grossen Telespectroscopen von 8 und 15 Zoll Oeffnung, und zwar auf seinem Privatobservatorium zu Upper-Tulse-Hill am Westende von London. Anfangs stellte er diese Beobachtungen in Gemeinschaft mit Miller an, gegenwärtig allein. Miller ist Vice-Präsident der Royal-Astronomical-Society zu London; Pater Secchi, Director der Sternwarte des Jesuitencollegiums in Rom; Hermann Vogel (Bruder des bekannten Afrikareisenden) bisheriger erster Astronom der prachtvollen Sternwarte des Kammerherrn v. Bülow zu Schloss Bothkamp bei Kiel und zur Zeit designirter Director der neuen Sternwarte auf dem Telegraphenberg bei Potsdam; Lohse zweiter Astronom der Sternwarte von Bothkamp; Capitän Alexander Herschel, ein Sohn des unlängst verstorbenen, berühmten Astronomen Sir John Herschel; d'Arrest Professor der Astronomie und Director der Universitäts-Sternwarte zu Kopenhagen. Letzterer beobachtet mit einem herrlichen Refractor von  $10\frac{1}{2}$  Zoll Oeffnung und 16 Fuss Brennweite, und gilt gegenwärtig als grösster Kenner der Nebelflecke, von denen er schon bis zum Jahr 1867 nicht weniger als 1942 (zum Theil auch spektroskopisch) beobachtete und beschrieb. Wöhler ist Professor

der Chemie in Göttingen; Le Sueur, Director der Sternwarte zu Melbourne in Australien (Victoria); Browning, berühmter Optiker, Astronom und Besitzer einer Privatsternwarte zu Upper-Halloway bei London; v. Konkoly, Besitzer eines Ritterguts und einer hier errichteten, gut ausgerüsteten Privatsternwarte zu Gyalla bei Comorn in Ungarn.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bericht der naturforschenden Gesellschaft Bamberg](#)

Jahr/Year: 1875

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Possner Heinrich

Artikel/Article: [Die Verbreitung irdischer Stoffe im Weltraum. 21-48](#)