



ILLUSTRIRTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE DER ANGEWANDTEN NATURWISSENSCHAFTEN

Durch alle Buchhandlungen und Postanstalten zu beziehen.

herausgegeben von
DR. OTTO N. WITT.

Preis vierteljährlich
3 Mark.

Verlag von Rudolf Mückenberger, Berlin.
Dessauerstrasse 13.

N^o 65.

Alle Rechte vorbehalten.

Jahrg. II. 13. 1890.

Die Wirbelstürme der Vereinigten Staaten.

Von Dr. Hugo Toppén.

(Schluss.)

An Wirbelstürmen, die in einiger Entfernung vorüberziehen, kann man diese Wolke am leichtesten beobachten (Abb. 101); bei solchen, die auf den Punkt des Beobachters zukommen, wird sie oft durch Staubwirbel verdeckt. Ein fürchterliches Geheul begleitet das Rasen des Wirbelwindes, ein Getöse, das von den unter dem schrecklichen Eindruck des Phänomens Stehenden bald mit dem „Brüllen einer Million wilder Stiere“, bald mit dem „Donnern zehntausend beladener Güterzüge“ u. s. w. verglichen wird. Es rührt jedenfalls von unaufhörlichen elektrischen Entladungen und auch von der heftigen Wirbelbewegung der Luft her. Das Wüthen des Wirbelsturmes an einem Orte dauert nur wenige Minuten; mit wunderbarer Schnelligkeit klärt sich dann der Himmel, und die Sonne scheint auf die Bahn der Verwüstung herab, oder die Sterne leuchten friedlich hernieder: ein Beweis, dass die ganze Erscheinung in jedem Augenblicke nur einen kleinen Raum bedeckt, oder besser gesagt, sich im Fortschreiten an jeder Stelle frisch ernährt. Die eigentliche Bahn des Wirbels ist selten breiter als 60 bis 100 m, gelegentlich bis 300 m;

31. XII. 90.

wenn grössere Maasse angegeben werden, so ist auch die Strecke mit eingeschlossen, auf welcher die umhergeschleuderten Trümmer Schaden angerichtet haben. Ueber die Geschwindigkeit der wirbelnden Bewegung, welche weit grösser ist, als die der Vorwärtsbewegung, gehen die Schätzungen weit auseinander; manche versteigen sich bis zu tausend englischen Meilen = 1600 km in der Stunde, was ohne Zweifel äusserst übertrieben ist. Doch zeigen die Wirkungen, dass die Geschwindigkeit mehrfach grösser ist, als die der stärksten geradeaus wehenden Stürme. Durch einen Wirbelsturm, der am 9. August 1878 Wallingford in Connecticut traf, wurden auf dem Friedhofe Denkmäler zerstört; dabei wurde u. a. ein Grabstein von zwei Fuss (60 cm) im Quadrat und der doppelten Länge glatt durchgebrochen, wozu nach angestellter Berechnung eine Geschwindigkeit der Luftbewegung von über 400 km in der Stunde nöthig gewesen ist. Häufig ist beobachtet worden, dass die ungeheure Schnelligkeit der wirbelnden Luft fähig ist, aus den leichtesten Gegenständen, wie Strohhalmen, wirksame Geschosse zu machen und sie in Stücke Holz oder Borke hineinzutreiben (Abb. 102). Die Richtung der Luftbewegung im Wirbel ist der Bewegung der Zeiger einer Uhr entgegengesetzt; früher glaubte man, dass Bewegungen in beiden Richtungen

13

vorkommen, und manche Leute halten noch an dieser Ansicht fest. Es ist eine allgemein bestätigte Beobachtung, dass Mauern von Gebäuden, welche während des vorüberziehenden Wirbelsturmes einstürzen, nach aussen fallen, was eine ansaugende Kraft des Wirbels andeutet. Doch behaupten einige Beobachter, in jedem solchen Falle lasse sich nachweisen, dass zuvor auf der gegenüberliegenden Seite eine Thür oder ein Fenster aufgesprungen sei, durch welche der Winddruck Eingang gefunden habe, um alsdann die ihm entgegenstehende Mauer nach aussen zu werfen; andere stellen das ebenso entschieden in Abrede, und das häufige Bersten von Fenstern nach aussen in verschiedenen Zimmern, das Abheben von Dächern u. s. w.

spricht mehr für ihre Meinung. In vielen Fällen ist die Wirkung eine so verheerende,

dass die Ueberreste kaum erkennen lassen, wie die Zerstörung vor sich gegangen ist, denn nicht selten fallen Häuser in einem Augenblick zu Trümmern zusammen, die dann hinweggeführt und weit

vom ursprünglichen Orte entfernt umhergestreut werden. Bisweilen kommt es auch vor, dass ganze Häuser vom Sturme ergriffen, eine Strecke weit fortgetragen und dann verhältnissmässig wohl erhalten wieder niedergesetzt werden. Die leichten Holzhäuser der Präriestädte sind dafür wie gemacht.

Von den kleinen Sand- und Staubwirbeln unserer gewöhnlichen Gewitter ausgehend, hat A. C. Ranyard in London den Versuch gemacht, die wichtigsten Erscheinungen der amerikanischen Wirbelstürme zu erklären. In Oberägypten, welches er im Jahre 1882 mit der französischen Expedition zur Beobachtung der Sonnenfinsterniss besuchte, hatte er Gelegenheit, solche Wirbel in grösserer Entwicklung zu beobachten. Dem Lager gegenüber war auf der andern Seite des Flusses eine Ebene von etwa $1\frac{1}{2}$ km Breite, jenseits welcher sich steile Hügel erhoben. Fast täglich, wenn der kühle

Nordwind zu blasen begann, erzeugten die von den Hügeln reflectirten Luftwirbel Sandsäulen, die sich bis an 10 m hoch erhoben, dem Flusse zugetragen wurden und sich dann über demselben in Staubwolken auflösten. Beobachtung durch das Fernrohr ergab, dass der Sand unten herangezogen und dann in einer nach oben mehr und mehr sich ausdehnenden Spirale emporgewirbelt wurde, bis er endlich oben seitwärts geschleudert, in feinem Schauer wieder herabfiel. Die wirbelnde Luft entwickelt, gleich einem an einer Schnur herumgeschleuderten Steine, Centrifugalkraft und entfernt sich so weit von der Achse, bis der Gegendruck der Aussenluft sie aufhält. Um die Achse entsteht ein luftverdünnter Raum, der sich durch Ansaugung füllt

und so den Sand in die Höhe zieht. Da die Reibung an dem Erdboden die Geschwindigkeit der bewegten Luft unten vermindert, und somit auch die Centrifugalkraft des Wirbels dort am geringsten ist, kann der Widerstand dort am leichtesten überwunden und Material

von aussen hereingezogen werden. Die verschiedene Geschwindigkeit der Vorwärtsbewegung der Luftmasse in verschiedener Höhe erklärt auch den Umstand, dass die Achse des Wirbels nicht gerade, sondern gekrümmt ist, so dass das untere Ende nachzuschleppen scheint. Die Luft, welche im Innern des Trichters aufwärts gerissen wird, hat ausser der Bewegung nach oben auch eine solche um die Achse, welche sich mit jener zu einer Bewegung in der Spirale verbindet. Gleichwie ein an einer Schnur im Kreise geschwungener Stein die Kreise schneller vollendet, wenn die Schnur sich verkürzt, so wirbelt die unten aus den äusseren Theilen des Wirbels in den luftverdünnten Kern hineingesogene Luft hier im Innern schneller um die Achse. Der innere Theil des Ganzen ist also in schnellerer Wirbelbewegung, als der äussere.

Ranyard bemerkt richtig, dass die nordamerikanischen Sturmwirbel sich von diesen

Abb. 101.



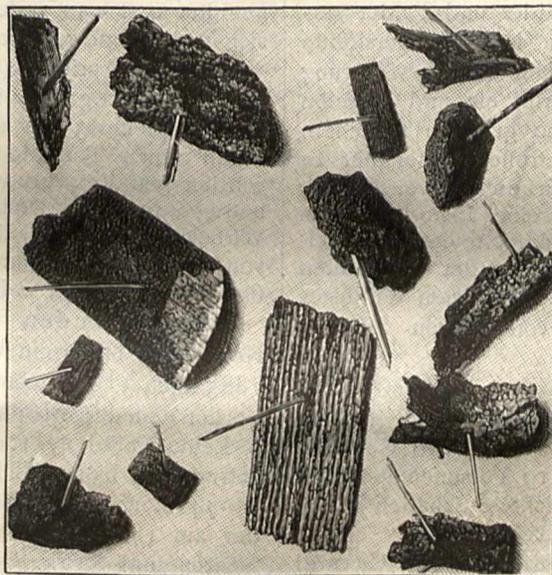
Wirbelsturm, beobachtet aus einer Entfernung von 20 Kilometer bei Jamestown in Dakota.

kleinen, durch das Zusammentreffen von Luftbewegungen verschiedener Temperatur gebildeten Wirbeln so wesentlich unterscheiden, dass noch andere Ursachen bei ihnen mit im Spiele sein müssen. Diese liegen höchst wahrscheinlich in der ausserordentlichen Erwärmung der untersten Luftschichten auf den an Wald und oft an Vegetation überhaupt armen Flächen, auf denen die Wirbelstürme ihren Ursprung nehmen, sowie in der Sättigung derselben mit Wasserdampf. Unsere Atmosphäre empfängt ihre Wärme hauptsächlich von der durch die Sonne erwärmten Erdoberfläche, es findet demnach eine Abnahme der Wärme von unten nach oben statt, welche erfahrungsmässig in der Ebene etwa 0,5, im Gebirge etwa 0,6° C. für je 100 m beträgt. Aufsteigende Luft dehnt sich aber infolge des nach oben hin abnehmenden Druckes aus und kühlt sich infolgedessen ab. Diese Abkühlung ist für einen Höhenunterschied von 100 m reichlich um die Hälfte grösser, als der stehende Temperaturunterschied beider Schichten. Wenn Luft, die an der Erdoberfläche 20° C. warm ist, 100 m emporsteigt, so kommt sie in Schichten von 19,5° C., und da sie selbst infolge der Ausdehnung sich unterdessen unter diese Temperatur abgekühlt hat, ist sie schwerer, als diese Luft, und müsste wieder sinken bis zu ihrem ursprünglichen Niveau. Nehmen wir aber an, dass die Luft noch mit Wasserdampf nahezu gesättigt war, so wird derselbe sich beim Aufsteigen in kühlere Regionen verdichten und der Luft dadurch genau so viel Wärme wiedergeben, wie unten zum Verdampfen derselben Feuchtigkeitsmenge verbraucht worden ist. Dadurch wird die Luft in der Höhe von 100 m wärmer, als die dort befindliche Luft, also mit der Tendenz zu weiterem Steigen ankommen. Und wenn die untersten Luftschichten zeitweilig besonders stark erhitzt werden, wird dieser Unterschied noch weit grösser sein; ja die abnorme Erwärmung allein kann genügen, um die steigende Tendenz aufrecht zu erhalten. Eine Wirbelbewegung der Luft muss, wie oben gezeigt, ein solches Aufwärtsströmen der Luft veranlassen, und es wird so die erhitzte Luft

einer beträchtlichen Landstrecke aufwärts strömen. Wenn sich die wirbelnde Luft umgekehrt wie der Zeiger einer Uhr bewegt, wird das Einströmen der Luft am Boden in den Kern des Wirbels noch zur Beschleunigung der Wirbelbewegung beitragen, denn die von der Nordseite her einfallende Luft wird, da sie in eine Gegend mit grösserer Erdumdrehungsgeschwindigkeit vorrückt, ein wenig hinter dem Mittelpunkte des Wirbels zurückbleiben, die von Süden her kommende Luft aber ihm ein wenig voraneilen; beide strömen also mit der Richtung des Wirbels ein. Ist der Wirbel und der aufsteigende Luftstrom einmal gebildet, so vermehrt sich die Tendenz zum Emporsteigen mit dem unaufhörlichen Zuströmen heisser Luft, und auch die

Wirbelbewegung beschleunigt sich, da die angesogene Luft endlich aus ziemlicher Entfernung herbeiströmen muss, so dass recht merkliche Unterschiede in der Umdrehungsgeschwindigkeit der Punkte der Erdoberfläche, über die sie strömt, in Frage kommen. So erreicht der Wirbel und der aufsteigende Strom solche Kraft, dass die stärksten Bäume und Gebäude ihm nicht widerstehen können, dass er Eisenwerk biegt und bricht wie Stroh, dass er schwere Gegenstände hoch in die Luft hinaufwirbelt. In höheren

Abb. 102.



Strohhalme, durch die Gewalt eines Wirbelsturmes in Borke und Holzstücke getrieben.

Regionen, wo die Kreise des Wirbels weiter und weiter werden, löst die Centrifugalkraft und die Schwerkraft die hinweggeführten Gegenstände endlich los, sie fallen wieder zur Erde und richten oft Schaden an weit über den Streifen hinaus, den der Wirbelsturm selbst durchzogen hat. Die meisten dieser Gegenstände fallen nördlich von der Bahn des Wirbelsturmes nieder, da auf der Nordseite die Wirbelbewegung der allgemeinen Fortbewegungsrichtung entgegengesetzt ist, auf dieser Seite also eher eine Schwächung der Kraft, die die Gegenstände trägt, eintritt, als auf der Südseite. Hinter dem Wirbel stürzt die nach Nordosten strömende Luft der oberen Schichten herab, um die vom Wirbel aufgesogene und aufwärts getragene heisse Luft zu ersetzen; das Herabstürzen der kühlen Höhenluft erzeugt die schweren Regenfälle, Hagelschläge und elektrischen Er-

scheinungen, welche stets hinter dem Wirbel beobachtet werden. Die trichterförmige, sich oben ausbreitende Wolke, welche den Tornado aus der Ferne erkennen lässt, wird durch den Niederschlag des Wasserdampfes der aufsteigenden Luft gebildet, und wenn man bedenkt, dass der Wirbel über Gegenden dahinstreicht, die bald mehr, bald weniger mit Wasserdampf gesättigte Luft enthalten, so versteht man es, warum die Trichterwolke bald bis zum Boden herabreicht, bald sich in die Luft zu heben scheint, nämlich wenn der Wasserdampf in geringerer Menge da ist, so dass er erst höher oben sich zu verdichten anfängt.

Da der Streifen, den ein Tornado verwüstet, schmal ist, kommt es vor, dass er eine weite Strecke zurücklegt, ohne eine grössere Ortschaft heimsuchen, vielmehr nur einzelne Häuser und Scheunen, Zäune, Wälder und Felder zerstört. In diesem Sinne ist das zerstreute Wohnen der amerikanischen Landbevölkerung ein Vortheil. Nicht oft trifft ein und derselbe Wirbelsturm mehr als eine grössere Ortschaft, so dass sie nach der betroffenen benannt zu werden pflegen. H. A. Hazen hat vor kurzem in der Zeitschrift *Science* eine Liste der verheerendsten, seit 1874 aufgetretenen Wirbelstürme veröffentlicht, mit Angabe der vernichteten Menschenleben und des geschätzten Verlustes an Eigenthum. Einige von diesen Stürmen seien hier erwähnt.

Am 22. November 1874, abends um 6 Uhr, traf ein Wirbelsturm Tuscumbia im County Colbert in Alabama; es wurden 100 Gebäude zerstört oder beschädigt, 10 Personen getödtet, 30 verwundet. Der angerichtete Schaden wurde auf 100 000 Dollars geschätzt.

Am 4. Juni 1877 wurde Mount Carmel im County Wabash in Illinois von einem Wirbelsturm heimgesucht, der einen 60 bis 120 m breiten Pfad der Zerstörung zurückliess. Es wurden 16 Personen getödtet, 100 verletzt und Eigenthum im Werthe von 400 000 Dollars zerstört.

Der Wirbelsturm, welcher am 1. Juni 1878 Richmond im County Ray in Missouri traf, strich in einer Breite von 230 m quer durch die Stadt und liess auf diesem Streifen kein Gebäude stehen. 5 m lange Pfosten von 45 cm Dicke wurden vom Sturme davongetragen, 13 Menschen verloren ihr Leben, 70 wurden verwundet. Der Schaden betrug 100 000 Dollars.

In Wallingford im County New Haven in Connecticut verloren am 9. August 1878 34 Menschen ihr Leben durch einen Wirbelsturm, 70 wurden verletzt, 92 Gebäude wurden zerstört und beschädigt. Die elektrischen Entladungen waren furchtbar. Die Trümmer der zerstörten Gebäude fanden sich zu beiden Seiten der Sturmbahn.

Marshfield im County Webster in Missouri wurde am 18. April 1880 das Opfer eines Wirbelsturms; kein Haus in dem Städtchen von 2000 Einwohnern blieb unzerstört oder unbeschädigt; 65 Menschen wurden getödtet, 200 verletzt. Bäume von 3 Fuss Durchmesser wurden auf einer Strecke von mehreren hundert Metern ganz aus dem Boden herausgehoben.

New Ulm, die deutsche Stadt im County Brown in Minnesota, erfuhr die Wuth eines Wirbelsturms am 15. Juli 1881; 300 Gebäude wurden zerstört oder schwer beschädigt, 11 Personen getödtet, 53 verletzt. Der Schaden betrug 400 000 Dollars.

Am 17. Juni 1882 wurden zu Grinnell im County Poweshiek in Jowa in fünf Minuten 140 Häuser in Trümmer gelegt, 60 Menschen getödtet und 150 verletzt. Der Schaden belief sich auf 600 000 Dollars.

Am 22. April 1883 wurden in dem Städtchen Beauregard im County Copiah in Mississippi um 3 Uhr nachmittags alle Gebäude durch einen Tornado zerstört. 29 Menschen wurden getödtet, 40 verwundet. Der Schaden betrug 450 000 Dollars. Die Gewalt des Wirbels war so gross, dass eine eiserne Schraube von einer Baumwollenpresse im Gewicht von 675 Pfund 275 m weit getragen wurde.

Ueber Camden im County Camden in New Jersey brach ein Wirbelsturm am 3. August 1885 nach 3 Uhr nachmittags herein. 500 Häuser wurden niedergerissen oder arg beschädigt, 6 Leute getödtet, 100 verletzt. Der Schaden betrug eine halbe Million Dollars.

74 Menschenleben kostete der Wirbelsturm, der am 14. April 1886 St. Cloud im County Stearns und Sauk Rapids im County Denton in Minnesota überfiel; ausserdem wurden 136 Menschen verwundet und 138 Gebäude zerstört.

Am 19. Februar 1888 wurde Mount Vernon im County Jefferson in Illinois heimgesucht. Der Sturm fegte 100 Gebäude von seinem Pfade weg, vernichtete 18 Menschenleben und verletzte 54 Personen. Der Schaden betrug 400 000 Dollars. Nach dem Sturm trat eine lange Periode nassen und kalten Wetters ein, und die Bevölkerung litt viel.

Der Tornado, der Louisville in Kentucky am 27. März 1890 traf, tödtete 76 Personen und verwundete 200. Er brach ungewöhnlich spät, wenige Minuten vor 8 Uhr, herein. Sein Pfad war, wo er die Stadt erreichte, 170, wo er sie verliess, 450 m breit. Der angerichtete Schaden belief sich auf $2\frac{1}{4}$ Mill. Dollars. Das ergreifendste Ereigniss bei diesem Sturme war die Zerstörung der Falls City-Halle, wo mehrere Vereine versammelt waren und eine Anzahl Kinder eine Tanzstunde nahmen. Ein ganze

Masse von Todten und Verwundeten wurde unter den Trümmern hervorgeholt. Ein Geretteter schildert seine Erfahrung so: „Das erste Zeichen der Gefahr war ein deutlich wahrnehmbares Schwanken des Gebäudes, dann wurde ein Fenster in unserm Logenzimmer aus dem Rahmen gedrückt, und sofort begann auch die Decke Trümmer herabzusenden. Alles stürzte dem Vorzimmer zu, und der Schwarm nahm mich mit. Eben hatte ich die Thüre erreicht, da gab der Fussboden nach, und in einer Wolke von Staub stürzten wir in das Kellergeschoss hinab, bedeckt durch nachstürzendes Gebälk. Zufällig fiel der Thürrahmen mit mir und blieb dabei aufrecht, so dass ich schliesslich mich selbst aus dem Wirrarr befreien und durch ein Nachbarhaus, dessen Thüre ich einstiess, das Freie gewinnen konnte. Das schreckliche Schreien der Verschütteten zusammen mit dem Brausen des Sturmes machte einen furchtbaren Eindruck auf mich. Ich war nur leicht verwundet und eilte mit mehreren anderen Männern nach dem hintern Theil des Gebäudes, um die dort ausbrechenden Flammen zu löschen.“

Derselbe Tornado traf auch das Louisville gegenüber am Ohio gelegene Städtchen Jeffersonville, wo er u. a. eine Kirche abdeckte und das Dach davontrug, ohne dass einer der in der Kirche Versammelten das Leben verloren hätte. An demselben Abend wurden ferner in 20 Counties in Kentucky und in 10 Counties in Tennessee Verheerungen angerichtet, sowie in mehreren Orten Indianas. Doch unterbrachen unberührte Strecken die Stätten der Verwüstung. Der ganze betroffene Streifen lag am Rande der Sphäre eines grossen, durch das Land ziehenden Minimums.

Eine lebhafte Beschreibung eines Wirbelsturmes giebt H. P. Curtis, Mitglied der Neuenglischen Meteorologischen Gesellschaft, in der Zeitschrift *Knowledge*. Er befand sich im Sommer 1884 im Lake Mohonk Mountain House, westlich vom Hudson, im südlichen Theile des Staates New York. Still und schwül, schreibt er, brach der 12. Juli an; die Luft war mit Elektrizität geschwängert und liess ein schweres Gewitter erwarten; die Thiere in den Ställen waren ruhelos, und diejenigen auf Feld und Weide suchten geschützte Stellen auf. Seit zwei Tagen bewegte sich ein barometrisches Minimum in der Grenzgegend Canadas und der Staaten hin, und am Morgen des 12. Juli lag der Mittelpunkt der elliptisch gestalteten Depression in der Gegend von Montreal. Zwischen ein und zwei Uhr zog im Norden von uns, um die Südabhänge der Catskill-Berge herum, ein Gewitter nach Osten, über den Hudson hinüber und dann nach den Neuengland-Staaten hinein. Gegen halb drei Uhr erschienen neue Haufen von Wolken im Westen, vielleicht hundert engl.

Meilen entfernt und vom mittleren New York nach Pennsylvanien hinein sich erstreckend. Bald hörte man auch in weiter Ferne das dumpfe Rollen des Donners, das von nun an drei Stunden lang nicht verstummte. Um vier Uhr wälzten sich die Wolken zwischen dem Oak Mountain und den westlichen Catskill-Bergen nach Osten; um drei Viertel auf fünf Uhr waren sie etwa 50 Meilen vom Lake Mohonk Mountain, dem nördlichsten Ausläufer einer dem Hudson im Westen parallel laufenden Erhebung, entfernt. Etwa 12 Meilen breit schob sich die Wolkenbank vorwärts, durch endlose Massen Feuchtigkeit von unten ernährt. In der Form eines ungeheuren Ambosses thürmten sich die Wolken auf, oben weiss im Sonnenlicht, dann dunkel-olivengrün, unten endlich rabenschwarz. Drei Minuten schien es zu dauern, bis das Getöse des Donners von dem Ort des Gewitters bis zu meinem Standpunkte herüberkam; 45 engl. Meilen lagen also dazwischen. Als diese Zeit sich auf eine Minute verringert hatte, war das Schauspiel ein unglaublich grossartiges; die Blitze zuckten unaufhörlich, und mächtiger Donner rollte durch die aufgeregten Wolken hin. Nun löste sich plötzlich das südliche Ende der Wolken los und gestaltete sich zu einer ringförmigen Wolke, die sich nach drei oder vier Umdrehungen nach links hin zusammenballte, sich dann spiralförmig ausdehnte und etwa sieben Meilen westlich vom Lake Mohonk zur Erde hinabzusteigen schien. Das war mein erster Blick auf die vielgenannte trichterförmige Tornadowolke. Alsbald begann auch das Werk der Zerstörung. Bäume, sowie Bretter und Gebälk von Farmhäusern und Zäunen wurden aufwärts gewirbelt und, als wögen sie nicht mehr wie Papierdrachen, aufwärts getragen bis zu einer Höhe von vielleicht 3000 Fuss über dem Meeresspiegel, so dass sie nur noch wie Grashalme oder Holzschnitzel aussahen. Später fand man all diese Trümmer auf der linken Seite des Sturmpfades niedergelegt. Der Tornadotrichter hatte nach meiner Schätzung einen Durchmesser von etwa 300 Fuss, zog sich aber in der Nähe des Erdbodens oft auf vielleicht 100 Fuss zusammen. Er hatte die Farbe von Olivenblättern. Zu meinem Schrecken und Staunen bewegte sich der Wirbel gerade auf meinen Standpunkt zu, mit einem Geheul, das man meilenweit hören konnte. Aber in der Entfernung von etwa einer Meile bog er plötzlich etwas nach rechts ab, in ein enges Thal zwischen dem Lake Mohonk Mountain und dem Lake Minnewaska Mountain. Dort brauste er, Zerstörung bringend, dahin, nach meiner Schätzung mit einer Geschwindigkeit von etwa dreissig Meilen in der Stunde, und mit einem Getöse, das dem mehrerer gleichzeitig über eine eiserne Brücke fahrender Frachtzüge

glich. Nun stürzte der Regen herab in Unmassen, wie ich sie nie habe fallen sehen, der See wurde zu Schaum gepeitscht, und der Wind trug die Regentropfen wagerecht dahin. Ein schwerer Hagelschlag folgte dem Wirbelsturm auf dem Fusse. Wie gross die wirbelnde Geschwindigkeit der Luft war, lässt sich kaum schätzen; doch waren die längs des Sturmpfades gefundenen Balken und Bretter derartig zerschmettert, dass sie nur noch als Brennholz hätten gebraucht werden können.

Nachdem die Tornadowolke jene enge Schlucht durchtobt hatte, verschwand sie, zehn Minuten nach sechs Uhr, hinter dem Mohonk. Sie setzte ihren Pfad der Zerstörung nach New Paltz hin fort, dann, zwanzig Minuten nach sieben Uhr, theilte sich der Wirbel; der eine Theil zog in der ursprünglichen Richtung weiter, über den Hudson hinweg, der andere an dem Flösschen Wallkill entlang nach Süden gegen Newbury hin, dann über den Newbury Lake, eine Erweiterung des Hudson, wo er vor den Augen der Offiziere der Cadettenanstalt West Point eine Wasserhose in die Höhe wirbelte. Nicht weit davon erfasste er an der West Shore-Bahn ein Wärterhäuschen und schleuderte es sammt dem darin befindlichen Weichensteller auf's Geleise gegen einen vorüberfahrenden Zug, wobei der arme Mann sein Leben einbüsste.

[770]

Die Erscheinung der Symbiose insbesondere zwischen Pflanzen.

Von N. Freiherrn von Thümen in Jena.

(Schluss.)

Mycorhizen sind zunächst bei allen chlorophyllfreien Phanerogamen, soweit sie nicht in die Reihe der Schmarotzer gehören, zu finden, also bei den blattgrünlosen, walddhumusbewohnenden Orchideen, beim Fichtenspargel u. s. w., welche alle bezüglich ihrer Ernährung auf den pilzlichen Partner angewiesen sind. Zahlreicher ist die Anzahl der chlorophyllhaltigen Humusbewohner, deren Wurzeln constant zu Mycorhizen umgewandelt erscheinen. Hierher gehören vor allen anderen unsere wichtigsten Waldbäume, nämlich sämtliche waldbildende Nadelhölzer und alle Cupuliferen (Becherfrüchtler), ferner die Betulaceen, die Weidenarten, die Linde, welche insgesamt die ectotrophische Form der Pilzwurzel aufweisen. Das Gleiche ist bei den im Haidehumus und auf Moorboden wachsenden Ericaceen, Vaccineen und anderen der Fall. Die endotrophische Form findet sich bei zahlreichen, im Wald- oder Wiesenhumus heimischen Kräutern, bei den meisten Orchideen, vielen Liliaceen, Smilaceen, Umbelliferen, Compositen u. s. w.

Obleich diese mit Blattgrün reichlich ausgestatteten Pflanzen im Stande sind, Kohlensäure zu assimiliren, werden ihnen doch durch den ihnen verbündeten Pilz auch direct aus den Bestandtheilen des Humus organische Substanzen zugeführt, und viele dieser hier in Betracht kommenden phanerogamen Pflanzen haben sich derart in das Genossenschaftsverhältniss mit dem unscheinbaren, im dunkeln Erdschoosse vegetirenden Pilz eingelebt, dass sie gar nicht mehr ohne denselben zu existiren vermögen. Die Buche z. B., ferner Haidekraut, Alpenrosen, Preisselbeeren u. a. vermögen nur in einem humusführenden Boden, wo die Entstehungs- und Existenzbedingungen für die mit ihnen in Symbiose tretenden Pilze gegeben sind, zu gedeihen, und jeder Versuch, sie in einem humuslosen Erdreich zu cultiviren, missglückt immer und stets. Wenn man beispielsweise eine solche Pflanze an ihrem natürlichen Standort mit sämtlichen Mycorhizen ausgräbt und in einen von jeder organischen Beimengung freien Boden verpflanzt, so verliert sich der Pilz, welchem nunmehr seine Hauptnahrung fehlt, nach und nach ganz und die Pflanze führt, wenn sie nicht, was fast stets der Fall ist, ganz zu Grunde geht, nur ein höchst kümmerliches Dasein.

Die Frank'sche Entdeckung dieser merkwürdigen Thatsache macht uns auch jetzt die allen Gärtnern längst aus der Praxis bekannte Erscheinung verständlich, dass die Stecklinge und Keimpflanzen mancher Gewächse nur in humusreicher Erde, die frisch dem Walde entnommen wurde, fortkommen.

Der Mycelmantel entwickelt sich unter seiner Entstehung günstigen Verhältnissen sehr rasch. Frank fand oft schon an einjährigen Sämlingen das ganze Wurzelsystem mit Pilzfäden umspinnen, welche nunmehr während der ganzen Lebensdauer der betreffenden Pflanze ihr ständiger Begleiter und Ernährer bleiben.

Wenn man analoge Verhältnisse berücksichtigt, so kann man wohl gleich von vornherein annehmen, dass der aus dem symbiotischen Verhältniss erwachsende Vortheil kein einseitiger, nur den betreffenden phanerogamen Pflanzen zu Gute kommender sein könne, sondern dass auch der partnerische Pilz einen gewissen Nutzen aus der Verbindung ziehen müsse. Dies ist auch zweifelsohne der Fall, und zwar geniessen die Hyphen der Mycorhiza den gleichen Vortheil, welchen die Pilzfäden der Flechten von den umspinnenden grünen Algenzellen haben; der Pilz empfängt von den Wurzeln der Waldbäume und der übrigen hier in Betracht kommenden Pflanzen als Gegendienst für seine Leistungen jene organischen Verbindungen, welche durch die grünen Blätter mit Hilfe des Chlorophylls gebildet und von dort zu allen im Wachstum begriffenen Organen, besonders aber zu den

sich verlängernden Wurzeln zur Ermöglichung des Wachstums geleitet werden. Wir sehen also, dass auch hier, ebenso wie bei der Flechte, eine Arbeitstheilung zwischen den Ernährungsgenossen besteht, welche zu gegenseitiger Unterstützung und Förderung in den Lebensfunctionen führt. Das Pilzmycelium bietet der grünbelaubten Pflanze Stoffe aus dem Erdreiche, die grünbelaubte Pflanze aber bietet dem Pilze Stoffe, die oberirdisch im Sonnenlichte erzeugt wurden.

Eine andere merkwürdige Art der Wurzelsymbiose ist in jüngster Zeit namentlich durch die Untersuchungen Hellriegels, Prazmowsky's und Beyerinck's in dem genossenschaftlichen Verhältniss zwischen den Leguminosenpflanzen und im Erdboden befindlichen Mikroorganismen aufgedeckt worden. Dieselbe verdient deshalb ein ganz besonderes Interesse, weil sie von allerhöchster Bedeutung für die Landwirthschaft ist, indem nämlich die Leguminosen durch das Zusammenleben mit den bezüglichen kleinen Wesen die Eigenschaft erlangen, den ungebundenen Stickstoff der atmosphärischen Luft zu assimiliren und in organische Substanz umzuwandeln, sowie auch den Boden direct an Stickstoff zu bereichern. Schon seit langem hatte man in der Praxis die Beobachtung gemacht, dass die Leguminosen bezüglich der Stickstoffnahrung ein durchaus anderes Verhalten zeigen, als die übrigen Culturpflanzen. Auf ganz stickstoffarmem Boden, welcher nicht mehr im Stande war, eine leidliche Getreideernte zu liefern, gediehen die angebauten Leguminosen auch ohne Düngung meistens ganz ausgezeichnet und nach diesen, ebenfalls ohne Düngung, angebaute andere Früchte, wie etwa ein Halmgewächs, zeigten ein weit besseres Wachstum und lieferten viel höhere Erträge, als dies vor dem Anbau der Leguminosen vorfrucht der Fall gewesen war. Da nun bekanntermaassen diese Pflanzen zu den stickstoffreichsten Gewächsen gehören, und mit ihren Ernteproducten sehr bedeutende Stickstoffmengen dem Acker entzogen werden, so musste man in Anbetracht der beiden befremdenden That-sachen, dass erstens diese stickstoffreichen Erzeugnisse auf einem erfahrungsgemäss stickstoffarmen Boden, der kein Halmgewächs mehr mit Erfolg tragen konnte, gewonnen wurden, und zweitens, dass trotz der grossen Stickstoffausfuhr sich nachher doch ein weit besseres Gedeihen der übrigen Feldgewächse constatiren liess, als vorher, nothwendiger Weise zu der Ueberzeugung gelangen, dass den Leguminosen nicht nur eine andere Stickstoffquelle zur Verfügung stehe, als den übrigen Culturgewächsen, sondern dass ihnen auch in gewissem Maasse eine bodenbereichernde Eigenschaft zuzuschreiben sei.

Erklärlicher Weise haben auch bald verschie-

dene Männer der Wissenschaft diesem Gegenstande ihr Interesse zugewandt, und mannigfache Theorien wurden zur Erklärung des eigenthümlichen, räthselhaften Verhaltens der Leguminosen aufgestellt, ohne dass jedoch auch nur Eine darunter wirklich im Stande gewesen wäre, eine befriedigende und beweiskräftige Auskunft über diesen Gegenstand zu geben. Erst vor wenigen Jahren ist es Hellriegel gelungen, den unumstösslichen Beweis zu erbringen, dass den Leguminosen in der That eine im hohen Maasse bodenbereichernde Eigenschaft zukomme, dass ihnen eine allen anderen Pflanzen verschlossene Stickstoffquelle in Gestalt des freien Stickstoffs der Atmosphäre zur Verfügung stehe, und dass sie die Fähigkeit, sich diesen Stickstoff nutzbar zu machen, nur durch das symbiotische Verhältniss mit kleinsten Lebewesen erlangen. Seitdem haben sich verschiedene Forscher diesem ebenso interessanten als bedeutungsvollen Gegenstande zugewandt, so dass wir heutigen Tages schon einen gewissen, wenn auch noch beschränkten Einblick in die hier obwaltenden eigenthümlichen genossenschaftlichen Verhältnisse haben. Ueber den physiologischen Vorgang der Assimilation des ungebundenen atmosphärischen Stickstoffs zu organischen Verbindungen sind wir noch völlig im Unklaren, wir wissen aber, dass der im Erdboden in mehr oder weniger hohem Maasse fast überall verbreitete, mit den Leguminosen in ein symbiotisches Verhältniss tretende Mikroorganismus, welchen Frank *Rhizobium leguminosarum* benannt hat, von aussen in die Wurzel eindringt, sich dort mit dem Protoplasma der Zellen vermischt und dadurch jedenfalls eigenthümliche, bisher noch unaufgeklärte Veränderungen im Innern der Pflanze hervorruft. Diese letztere erlangt nämlich durch die Action der kleinen Wesen eine weit energischere Lebensthätigkeit, wächst rascher und üppiger, bildet reichlicher Chlorophyll, assimilirt die Kohlensäure in höherem Maasse, entfaltet auch eine ausserordentlich reiche Bildung organischer Stickstoffverbindungen. Gleichzeitig entstehen an ihren Wurzeln die bekannten merkwürdigen Leguminosenknöllchen, welche ein eigenthümliches parenchymatisches Gewebe enthalten, in dessen Zellen zahlreiche geformte Eiweissstoffe eingelagert sind, welche man als Bacteroiden bezeichnet. Hand in Hand mit diesen Erscheinungen geht, wie unzweifelhaft nachgewiesen, die Assimilation des freien Stickstoffs und eine erhebliche Stickstoffbereicherung des Bodens.

Auf allen Böden kommen die geschilderten Vorgänge nicht in gleichem Maasse zur Beobachtung, sondern der grösste Einfluss des symbiotischen Verhältnisses ist auf sandigem, humus- und stickstoffarmem Boden zu constatiren, während in einem Erdreich mit entgegen-

gesetzten Eigenschaften die Einwirkung des pilzlichen Partners auf die Leguminosenpflanze weit weniger zur Geltung gelangt. Die Symbiose mit dem Rhizobium ersetzt also der Pflanze die in einem sehr fruchtbaren Boden in reichlichem Maasse zur Verfügung stehende Stickstoffnahrung und ermöglicht es den hier in Betracht kommenden Gewächsen, trotz des hohen Stickstoffgehaltes aller ihrer Theile doch auch auf ganz armem, fast sterilem Erdreich üppig und normal zu gedeihen. Der Landwirth ist durch diese Wurzelsymbiose der Leguminosen in die Lage versetzt, sich den in unerschöpflicher Menge kostenlos zur Verfügung stehenden atmosphärischen Stickstoff nutzbar zu machen und in pflanzliche und thierische Producte umzuwandeln, er kann bei weiser Benutzung dieser eigenthümlichen Erscheinung den Stickstoffvorrath seiner Wirthschaft bedeutend vermehren. Hier ist natürlich nicht der Ort dazu, um sich eingehender mit der geradezu eminenten Bedeutung der Assimilation des freien Stickstoffs durch die Leguminosen für die Landwirthschaft zu befassen, dass aber die gewichtige Hellriegelsche Entdeckung einen gewaltigen Einfluss auf die fernere Gestaltung des Ackerbaues ausüben werde und müsse, daran ist wohl nicht zu zweifeln.

Den Leguminosen kommt speciell für den Stickstoff die gleiche Rolle zu, wie allen grünen Pflanzen bezüglich des Kohlenstoffes, indem sie durch ihre Fähigkeit, ungebundenen Stickstoff in organische Verbindungen zu verwandeln, den Kreislauf dieses Stoffes unterhalten und der organischen Welt das wieder zuführen, was denselben bei den permanent auf der ganzen Erde sich abspielenden Oxydationsprocessen an dabei freiwerdendem Stickstoff verloren geht.

Zum Schlusse dieser Abhandlung wollen wir noch der ganz besonders merkwürdigen und interessanten Symbiose zwischen Pflanzen und Thieren in Kürze gedenken. Eine der hierhergehörenden Erscheinungen, das eigenthümliche Verhältniss hochentwickelter Pflanzen zu den Ameisen, das man mit der Bezeichnung Myrmekophilie belegt hat und welches namentlich in den Tropen, besonders bei den *Cecropia*-Arten so schön ausgebildet ist, wurde bereits an dieser Stelle (*Prometheus* Nr. 24) eingehender besprochen, weshalb es hier auch keine weitere Berücksichtigung erfahren soll.

Ebenso bemerkenswerth ist aber das Zusammenleben zwischen einzelligen Algen und thierischen Wesen, bei welchem nicht, wie dies bei der Myrmekophilie der Fall ist, die Pflanze, sondern das Thier als Gastgeber auftritt. Schon längst war man in den Körpern von Protisten, Seeanemonen, Korallen, Quallen, Seewürmern, Süßwasserpolypen und anderen auf gewisse grünliche, bräunliche oder gelbliche, nahe der Oberhaut liegende Zellen aufmerksam

geworden, welche die entsprechende Färbung der Thiere bedingen, über deren Bedeutung man sich aber keinen Aufschluss geben konnte, bis endlich von verschiedenen Forschern nachgewiesen wurde, dass es sich um einzellige Algen handle, welche in die Körper der betreffenden Thiere eindringen und mit ihnen ein symbiotisches Verhältniss eingehen, wodurch die beiderseitigen Existenzbedingungen eine wesentliche Förderung erfahren. Die hier in Frage kommenden Thiere bedürfen zu ihrem Leben ausser der organischen Nahrung auch noch Sauerstoff, und dieser wird ihnen von den Algen geliefert, welche sie in ihrem Körper beherbergen; um den pflanzlichen Genossen die Arbeit zu erleichtern, setzen sich die genannten Thiere zeitweise dem hellen Tageslichte aus, wobei eine lebhaftere Ausscheidung von Sauerstoff aus den Algenzellen stattfindet, welcher zur Unterhaltung des Athmungsprocesses der Thiere dient. Andererseits bedürfen aber die Algen zu ihrem Gedeihen und Wachsen Kohlensäure und andere Stoffe, welche ihnen direct von dem Thiere geliefert und von ihnen unter dem Einflusse des Lichtes zu pflanzlicher Substanz verarbeitet werden, wobei wieder Sauerstoff für die Athmung des thierischen Partners frei wird. Dieses innige Zusammenleben von Pflanze und Thier bedingt auch, dass Letzteres nur in einem Medium von gewisser Helligkeit gedeihen kann, in beständiger Dunkelheit hört die Assimilation von Kohlensäure und Ausscheidung des Sauerstoffes auf, die Thiere siechen ebenso wie die ihnen verbündeten Algen dahin.

Wir haben hier im engsten Raume einen Kreislauf und Austausch der Lebensstoffe vor uns, wie er sonst erst im weiteren Umkreise zwischen der Gesamtheit von Thieren und Pflanzen stattfindet, eine wunderbare Erscheinung, die uns ein Beispiel dafür giebt, wie die Natur ihre Einrichtungen dem Zweckmässigkeitsprincip unterordnet und oft, wie wir dies bei den Flechten so deutlich erkennen, mit kleinen Mitteln Grosses vollbringt. — *Viribus unitis!*

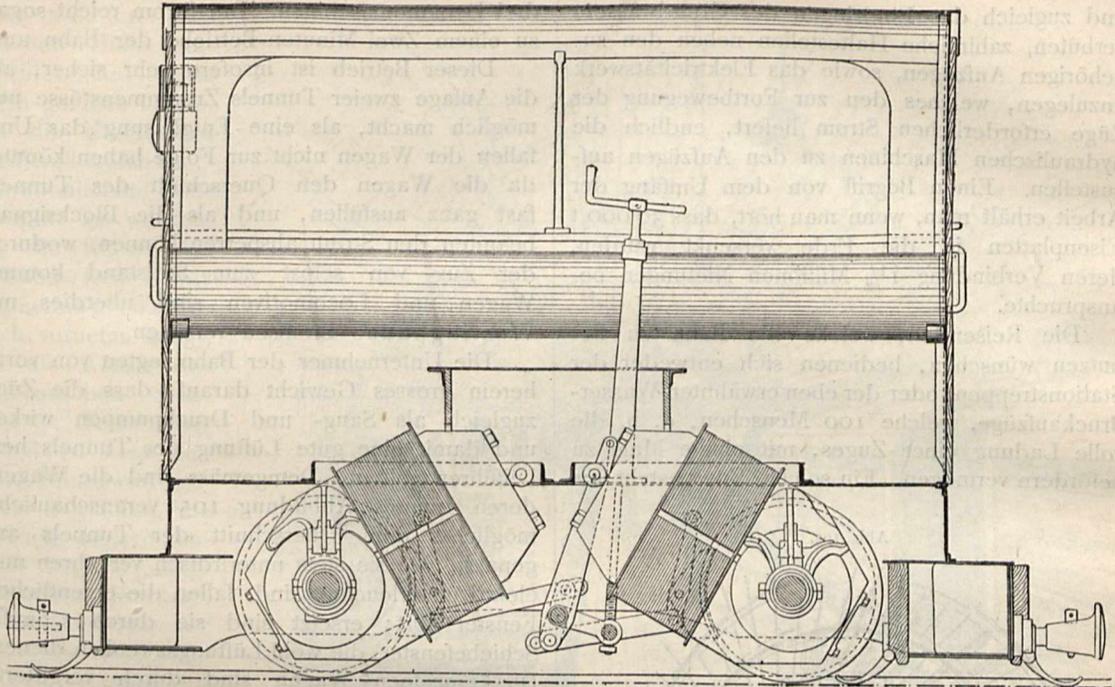
[694]

City- und Süd-London-Bahn.

Mit fünf Abbildungen.

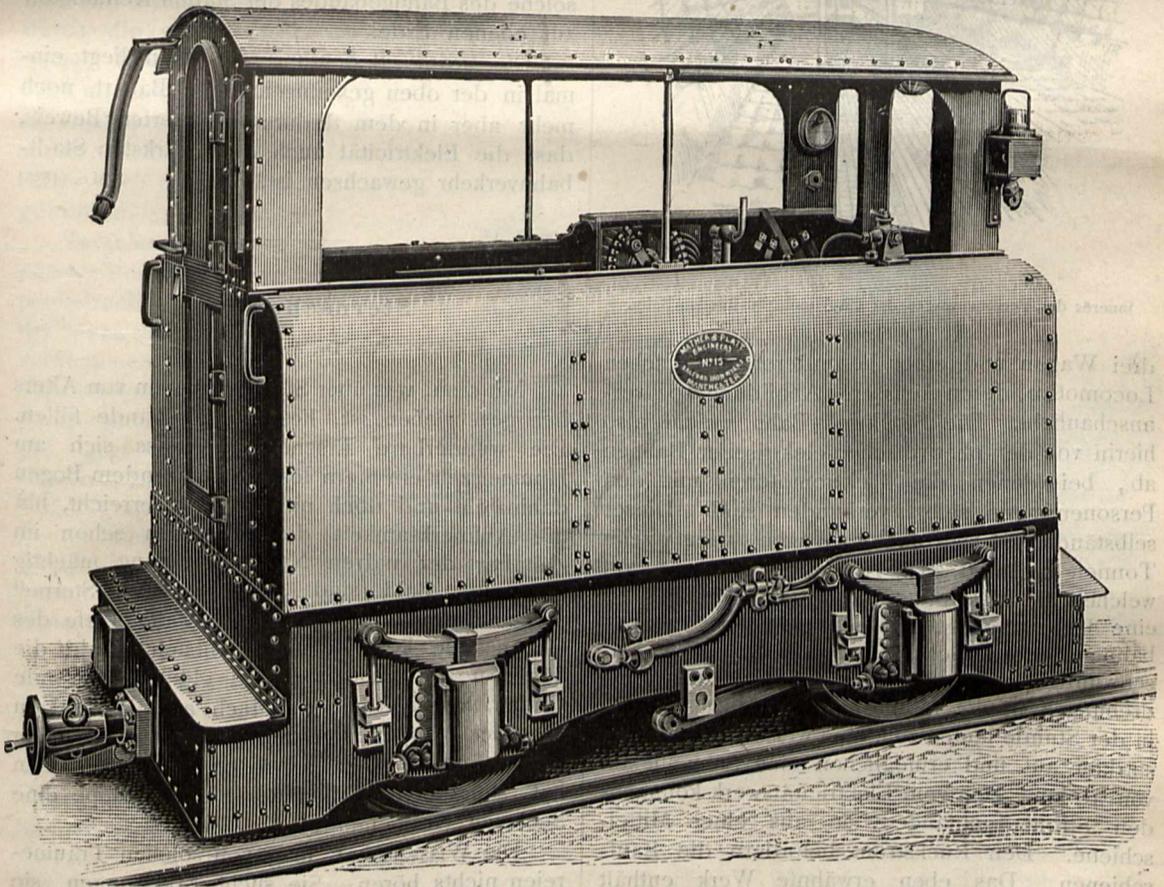
Die unterirdische Bahn, welche die Londoner City mit dem Stadttheile Stockwell verbindet, und die wir bereits erwähnten, wurde im November, nach überraschend kurzer Bauzeit, dem Verkehr übergeben. Ueberraschend kurz, wenn man bedenkt, dass es galt, zwei Stollen von je 3 m Durchmesser in einer Tiefe von 15—20 m, und oben ein zum Theil unter der Themse, vorzutreiben, diese Stollen mit 140 000 Eisenringen auszukleiden, welche die Stelle der Ausmauerung vertreten

Abb. 103.



Durchschnitt durch eine Locomotive der City- und Süd-London-Bahn zur Veranschaulichung der Anordnung der Elektromotoren.

Abb. 104.

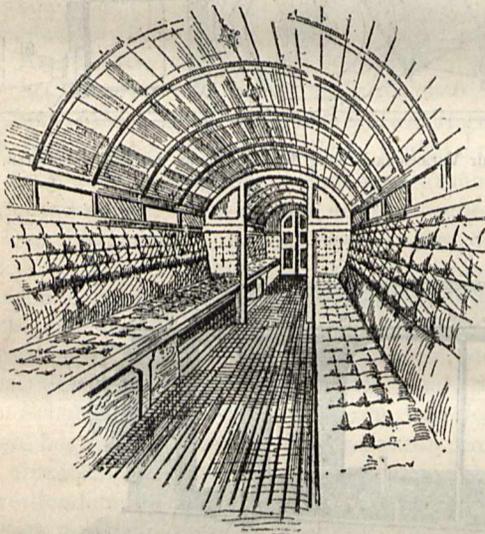


Elektromotor-Locomotive der City- und Süd-London-Bahn.

und zugleich das Eindringen des Grundwassers verhüten, zahlreiche Haltestellen neben den zugehörigen Aufzügen, sowie das Elektrizitätswerk anzulegen, welches den zur Fortbewegung der Züge erforderlichen Strom liefert, endlich die hydraulischen Maschinen zu den Aufzügen aufzustellen. Einen Begriff von dem Umfang der Arbeit erhält man, wenn man hört, dass 30 000 t Eisenplatten in die Erde versenkt wurden, deren Verbindung $1\frac{1}{2}$ Millionen Nietungen beanspruchte.

Die Reisenden, welche die Bahn zu benutzen wünschen, bedienen sich entweder der Stationstreppen, oder der eben erwähnten Wasserdrukkaufzüge, welche 100 Menschen, d. h. die volle Ladung eines Zuges, mit einem Male zu befördern vermögen. Ein solcher Zug besteht aus

Abb. 105.



Inneres der Personenwagen der City- und Süd-London-Bahn.

drei Wagen und einer besonderen elektrischen Locomotive, deren Aeusseres Abbildung 104 veranschaulicht. Die Stockwell-Bahn weicht also hierin von den oberirdischen elektrischen Bahnen ab, bei denen die Elektromotoren mit den Personenwagen selbst verbunden sind. Dieser selbständige Elektromotor-Wagen wiegt zehn Tonnen und hat zwei Achsen (Abb. 103), auf welchen die Elektromotoren direct sitzen, so dass eine Uebertragung, wie sie bei den Strassenbahnen erforderlich, hier wegfällt. Die Geschwindigkeit dieser Motoren beträgt 190 Umdrehungen in der Minute, wenn der Zug 24 km in der Stunde laufen soll. Sie weisen 100 Pferdestärken auf und ermöglichen eine Schnelligkeit von 40 km. Den vom Elektrizitätswerk kommenden Strom empfangen sie aus einer Mittelschiene. Den Rückstrom befördern die Laufschienen. Das eben erwähnte Werk enthält Dampfmaschinen von 275 Pferdestärken und

drei Dynamomaschinen. Der Strom reicht sogar zu einem Zwei-Minuten-Betriebe der Bahn aus.

Dieser Betrieb ist insofern sehr sicher, als die Anlage zweier Tunnels Zusammenstösse unmöglich macht, als eine Entgleisung das Umfallen der Wagen nicht zur Folge haben könnte, da die Wagen den Querschnitt des Tunnels fast ganz ausfüllen, und als die Blocksignalbeamten den Strom absperren können, wodurch der Zug von selbst zum Stillstand kommt. Wagen und Locomotiven sind überdies mit Westinghouse-Bremsen versehen.

Die Unternehmer der Bahn legten von vornherein grosses Gewicht darauf, dass die Züge zugleich als Saug- und Druckpumpen wirken und damit eine gute Lüftung des Tunnels herbeiführen sollten. Demgemäss sind die Wagen, deren Inneres Abbildung 105 veranschaulicht, möglichst dem Querschnitt der Tunnels angepasst. Da sie stets unterirdisch verkehren und elektrisch erleuchtet sind, fallen die eigentlichen Fenster fort; ersetzt sind sie durch schmale Schiebefenster, die wohl Lüftungszwecken dienen. Die einzelnen Wagen sind durch vergitterte Plattformen miteinander verbunden. Wir geben in unseren Abbildungen 106 und 107 auch eine Ansicht des unterirdischen Bahnhofes zu Stockwell, wo vorläufig die Bahn endet, sowie eine solche des Bahngebäudes der Station Kennington zur ebenen Erde.

Die grosse Bedeutung der Bahn liegt einmal in der oben gekennzeichneten Bauart, noch mehr aber in dem dadurch gelieferten Beweis, dass die Elektrizität auch dem stärksten Stadtbahnverkehr gewachsen ist. Me. [856]

Sternschnuppen.

Von Dr. A. Miethe.

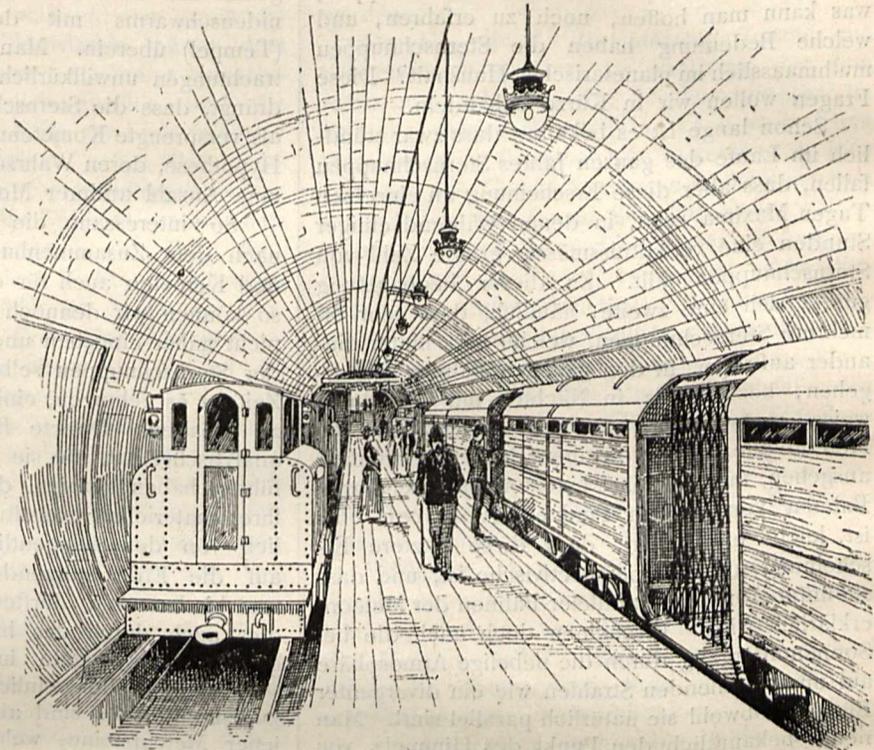
Mit dem, was über Sternschnuppen von Alters her geschrieben ist, liessen sich Bände füllen. Die wunderbare Erscheinung, dass sich am Himmelszelt ein Stern löst, in glänzendem Bogen dahinzieht und doch nie die Erde erreicht, hat die Aufmerksamkeit der Menschen schon im Zeitalter der naiven Naturbetrachtung mächtig gefesselt. Bald sind „die fallenden Sterne“ „Himmelstränen“, aus denen in der Tiefe des Oceans die kostbare Perle entsteht, bald die Thränen der Heiligen, bald glückverheissende Omina, von einer höheren Macht auf den dunkeln Weg des Wanderers gesandt. Im altnorwegischen Volksmärchen, welches Andersen übernommen hat, steigt beim Fallen der Sternschnuppe eine Seele zu Gott empor.

Die Wissenschaft mag von solchen Träumereien nichts hören. Sie sucht Erklärungen, sie will Wissen schaffen. Auch die Sternschnuppe

ist von ihr ihrer poetischen Hülle entkleidet und muss sich gefallen lassen, in die Klasse des Alleralltäglichen, Gewöhnlichen eingezählt zu werden, in die Klasse des Staubes, freilich, was immerhin noch ziemlich vornehm klingt, in die Klasse des „kosmischen Staubes“. Kosmischer Staub ist lange Zeit ein Schlagwort gewesen, welches, wie manche andere ähnliche Begriffe („Magnetisches Gewitter“, „Strahlende Materie“ etc.), die Stelle wirklichen Wissens vertreten musste. Niemand hat bis jetzt eine Sternschnuppe in der Hand gehabt, niemand ihren Weg durch die planetarischen Räume verfolgt, und noch vieles ist dunkel und unsicher, vieles allerdings auch bekannt geworden.

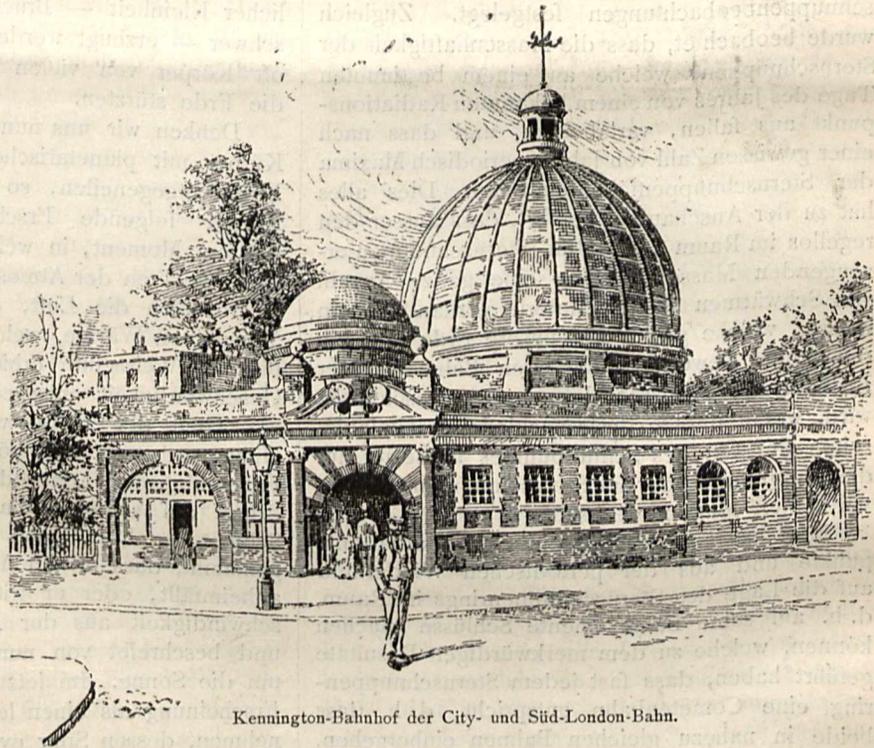
Veranlassung zu unserer Sternschnuppenbetrachtung hat der letzte, den jüngst verflossenen Wochen angehörende Leonidensternschnuppenfall gegeben, zu dessen optischer und photographischer Beobachtung grosse Vorbereitungen getroffen waren, die leider durch das Wetter vereitelt wurden. In ganz Deutschland war es theils neblig, theils wolzig, und nur wenige Augenblicke war es — wenigstens an meinem Beobachtungsort — möglich, den Himmel in den ersten Morgenstunden zu sehen, und nur eine einzige Sternschnuppe konnte ich sehnsüchtig verfolgen.

Abb. 106.



Stockwell-Station der City- und Süd-London-Bahn.

Abb. 107.



Kennington-Bahnhof der City- und Süd-London-Bahn.

Was wollte man denn an diesen Abenden beobachten? Welche Fragen drängten zur Entscheidung, welche Aufschlüsse erhoffte man?

Was weiss man bis jetzt von den Sternschnuppen, was kann man hoffen, noch zu erfahren, und welche Bedeutung haben die Sternschnuppen muthmaasslich im planetarischen Haushalt? Diese Fragen wollen wir in Kürze behandeln.

Schon lange ist es bekannt, dass zwar stündlich im Laufe des ganzen Jahres Sternschnuppen fallen, dass aber diese Erscheinung an einzelnen Tagen Maxima zeigt, in denen während einiger Stunden eine verhältnissmässig grosse Zahl von Sternschnuppen fällt. Zu dieser Beobachtung gesellt sich eine zweite, nämlich, dass sehr oft mehrere Sternschnuppen, welche kurz hinter einander auftreten, in den gleichen Bahnen einhergehen, bezw. dass in Nächten mit ausnahmsweise massenhaften Sternschnuppenfällen die Meteore alle nahezu von einem Punkt des Himmels ausgehen, und dass ihre leuchtenden scheinbaren Bahnen von diesem Punkte divergiren. Es ist leicht einzusehen, dass diese letztere Erscheinung nur eine perspectivische ist, und dass sie unter Annahme paralleler Bahnen der Meteore erklärlich wird. Erscheinen doch auch die bei Sonnenuntergang durch die nebelige Atmosphäre auf uns zu fallenden Strahlen wie ein divergenter Büschel, obwohl sie natürlich parallel sind. Man nennt bekanntlich den Punkt des Himmels, von welchem aus die Sternschnuppen divergiren, den Radiationspunkt und hat bereits mindestens 50 solcher festen Radiationspunkte durch Sternschnuppenbeobachtungen festgelegt. Zugleich wurde beobachtet, dass die Massenhaftigkeit der Sternschnuppen, welche an einem bestimmten Tage des Jahres von einem bekannten Radiationspunkt aus fallen, variabel ist, und dass nach einer gewissen Zahl von Jahren periodisch Maxima der Sternschnuppenfälle eintreten. Dies alles hat zu der Anschauung geführt, dass ausser den regellos im Raum vertheilten, Sternschnuppen erzeugenden Massentheilchen eine ganze Anzahl von Schwärmen solcher Materie vorhanden sein müsste, welche gleich wie unsere Erde sich um die Sonne bewegen und deren Bahn von der Erdbahn zu gewissen Jahreszeiten geschnitten wird, wobei infolge der verschiedenen Umlaufzeiten der Ort des Schnittpunktes in Bezug auf die Hauptmasse der im Sternschnuppenschwarm vertheilten Massen wechselt.

Man hat aus der Kenntniss der Radiationspunkte und aus der periodischen Wiederkehr auf die Lage des Sternschnuppenrings im Raum, d. h. auf seine Bahnelemente Schlüsse machen können, welche zu dem merkwürdigen Resultate geführt haben, dass fast jedem Sternschnuppenring eine Cometenbahn entspricht, d. h. dass beide in nahezu gleichen Bahnen einhergehen. Es ist besonders ein Verdienst Schiaparelli's, in einer grossen Zahl von Fällen eine solche Uebereinstimmung nachgewiesen zu haben. So stimmt die Bahn der August-Sternschnuppen fast

genau mit dem Kometen 1862, die des Leonidenschwarms mit dem Kometen 1866 I (Tempel) überein. Man wird durch diese Betrachtungen unwillkürlich zu der Hypothese gedrängt, dass die Sternschnuppen nichts anderes als versprengte Kometenmaterien darstellen, eine Hypothese, deren Wahrscheinlichkeit noch durch eine Anzahl anderer Momente gestützt wird.

So interessant die Verfolgung der Frage nach dem Zusammenhang von Sternschnuppen und Kometen auch für den Fachastronomen ist, so können wir dennoch an dieser Stelle darauf nicht näher eingehen und wenden uns der Natur der Sternschnuppen selbst zu. Erst in jüngster Zeit ist es gelungen, einige Aufschlüsse hierüber zu erhalten. Directe Beobachtungen spectralanalytischer Art, wie sie z. B. Schiaparelli ausführte, haben gezeigt, dass die Sternschnuppen ihrer materiellen Constitution nach nicht wesentlich von den gelegentlich aus dem Weltraum auf die Erde stürzenden kosmischen Massen verschieden sein dürften. In der That wird dies auch durch das häufige Vorkommen von grossen Feuerkugeln in den Sternschnuppenschwärmen wahrscheinlich gemacht. Die Feuerkugeln ihrerseits sind aber offenbar die Träger jener Meteorsteine, welche zur Erde gelangen. Zwischen den Sternschnuppen und den Feuerkugeln besteht nur ein quantitativer Unterschied. Erstere dürften durch Körper von ausserordentlicher Kleinheit — Bruchtheile eines Grammes schwer — erzeugt werden, während in letzteren oft Körper von vielen Centnern Gewicht auf die Erde stürzten.

Denken wir uns nun einen Schwarm solcher Körper mit planetarischer Geschwindigkeit der Erde entgegenzueilen, so werden wir an jedem Körper folgende Erscheinungen beobachten: In dem Moment, in welchem er in die äussersten Schichten der Atmosphäre eintritt, verdichtet er vor sich die Luft, es entsteht eine grosse Menge von Wärme, welche den kleinen Körper bis zur Weissgluth erhitzt. Zugleich wird die Geschwindigkeit entsprechend vermindert, und ein Theil der Masse wird durch die enorme Hitze verdampft. Es könnten nun verschiedene Fälle eintreten; entweder der Körper durchdringt auf seiner Bahn eine genügend dicke Schicht der Luft, seine Bewegung wird so weit gehemmt, dass er der Anziehungskraft der Erde anheimfällt, oder er tritt mit verminderter Geschwindigkeit aus der Atmosphäre wieder aus und beschreibt von nun an eine andere Bahn um die Sonne. Im letzten Fall werden wir die Erscheinung als einen leuchtenden Bogen wahrnehmen, dessen Spur ev. von den noch glühenden Theilchen, welche das Meteor zurückgelassen, eine Zeit lang sichtbar bleibt, im ersten Fall werden wir den Körper in Gestalt einer heftig glühenden Masse sich der Erde nähern

sehen, der Körper zerplatzt meist, ehe er die Erdoberfläche erreicht, während der durch die Geschwindigkeit der Translation hinter dem Meteor erzeugte Hohlraum sich unter beträchtlicher Detonation plötzlich ausfüllt, und die Trümmer werden noch heiss zur Erde fallen.

Wie wir gesehen haben, geben also einerseits die eigentlichen Sternschnuppen einen Theil ihrer Masse an die Erde ab, andererseits wird durch die Meteorsteine der Erde fortwährend Materie aus dem Weltraum hinzugefügt. Diese Massenzufuhr ist gewiss im Verhältniss zur Masse der Erde eine sehr geringe, sie wird aber dennoch einen Einfluss auf die Umlaufzeit unseres Planeten und damit auf seine Entfernung von der Sonne ausüben müssen, zumal sich diese Massenzufuhr und die dadurch verlangsamte Bewegung der Erde mit einem Verlust an lebendiger Kraft der Erdbewegung verbindet, welchen wir in Gestalt von Wärme bei dem Zusammenstoss der Erde mit den Meteoriten auftreten sehen.

Relativ viel massenhafter, als auf der Erde, wird der Meteoriteinfall auf der Sonne sein. Einerseits ist die Masse und damit die Anziehungskraft dieses Körpers so viel grösser, als die der Erde, und andererseits ist die Atmosphäre der Sonne viel dichter und verhältnissmässig ausgedehnter. Durch den ununterbrochen stattfindenden Sturz von Meteoriten in die Sonne wird daher sowohl deren Masse zunehmen, als auch eine stete Zufuhr an Wärme stattfinden, indem an ihrer Oberfläche die kinetische Energie der Meteoriten in potentielle übergeführt wird, wenn deren Bewegung zum Stillstand gebracht wird. Es ist wahrscheinlich, dass durch die auf die Sonne fallenden Meteoriten ein nicht unwesentlicher Theil des Energieverlustes, den die Sonne durch Strahlungswirkung erfährt, compensirt wird. Es wird nun scheinen, als ob durch das ewige „Verbrauchen“ der Sonne und der Planeten von Meteoriten diese selbst schliesslich verringert werden müsste, und dass diese Quelle der Sonnenwärme durch allmähliche Verminderung der auf die Sonne stürzenden Massen schliesslich versiegen müsste; man muss hierbei aber wohl erwägen, dass erstens das Volumen der grössten Körper unseres Sonnensystems in einem so verschwindenden Verhältniss zu dem von diesem System eingenommenen Raume steht, und zweitens kein Grund vorhanden ist, die Zufuhr von Meteoriten aus den ausserplanetarischen Räumen zu leugnen. Es wird eine solche Zufuhr schon durch das Erscheinen der aperiodischen Kometen bewiesen, die, auch aus dem extraplanetarischen Raum kommend, der Sonne zueilen, um entweder nach einmaligem Umschwung um dieselbe die planetarischen Räume wieder zu verlassen oder durch die

Gewalt der Gravitation in ihnen festgebannt zu werden.

Da also durch die Meteore sowohl die Sonnenwärme genährt, als auch mit der Zeit, wenn auch sehr allmähig, der Durchmesser der Erdbahn verringert wird, so kann man leicht einsehen, dass dieselben von bedeutendem Einfluss auf das Geschick unseres Geburtsplaneten sind, indem sie dessen Bewohnbarkeit, welche wesentlich durch ein gewisses Maass von Sonnenwärme unterhalten wird, verlängern, schliesslich aber seinen unvermeidlichen Sturz in den Centralkörper und damit den endlichen Abschluss aller organischen Lebens herbeiführen. — Der kindliche Glaube, der den Einfluss der fallenden Sternschnuppen auf das Schicksal des Einzelnen forderte, wird durch die höhere Anschauung ersetzt, dass die Sternschnuppen in ihrer Gesamtheit die Entwicklungsgeschichte des Planetensystems beeinflussen.

Wichtiger als diese hypothetischen Speculationen, deren letzte Entscheidung wir nie treffen können, sind für uns die Sternschnuppen und die Meteore selbst. Sie haben uns sowohl durch die Untersuchung ihrer chemischen Beschaffenheit, als auch durch die Möglichkeit, aus der Lage ihrer leuchtenden Bahnen gewisse Schlüsse auf die Ausdehnung unserer atmosphärischen Umhüllung zu ziehen, Antwort auf manche wichtige Frage gegeben.

Die Analyse der gelegentlich aus dem Weltraum auf unsere Erdoberfläche fallenden Meteoriten, sowie des Staubes, der, sicher kosmischen Ursprungs, hin und wieder auf den Schneefeldern der Hochgebirge und der arktischen Regionen vorkommt, haben die durch die Spectralanalyse indirect bewiesene Thatsache der Gleichheit der Materie im ganzen Weltraum bestätigt. Die Bestandtheile dieser Trümmer sind vielfach sogar zu Mineralien verbunden, welche unseren irdischen Mineralien vollkommen entsprechen.

So fanden sich in den Steinmeteoriten u. a.: Augit, Anorthit, Chromeisen, Magnetkies, Olivin, Quarz, Graphit (Diamant) etc., in den Eisenmeteoriten: Eisen, Nickel, Cobalt, Kupfer, Zinn, Mangan etc.

Durch die Bestimmung der Höhe des Aufleuchtens von Sternschnuppen wird die wichtige Frage nach der Höhe unserer Atmosphäre gelöst. Denn da das Erglühen der kleinen Körperchen erst durch die Reibung in den Luftschichten erfolgt, so giebt die Höhe, in welcher dieses Phänomen eintritt, die Grenze der merklich dichten Atmosphäre an. Die Bestimmung dieser Höhe aber ist eine schwierige und immer noch sehr unsichere Sache. Man bediente sich bis vor kurzer Zeit ausschliesslich parallaxischer Beobachtungen mit freiem Auge resp. dem Fernrohr, d. h. man beobachtete an zwei Orten mit genügender, bekannter Entfernung gleich-

zeitig die fallenden Sternschnuppen und trug den scheinbaren Punkt des Aufleuchtens in eine Sternkarte ein. Nach bekannten Principien berechnete man dann aus der Verschiebung der an beiden Stationen beobachteten Bahnanfangspunkte und aus der bekannten Entfernung der Beobachtungsstationen die Höhe des Eintrittspunktes über der Erdoberfläche.

Diese Methode ist aber natürlich eine sehr mangelhafte, da die Eintragung des Eintrittspunktes der Sternschnuppe nur sehr roh geschehen kann. Auf diesem Wege haben verschiedene Beobachter folgende Daten für die mittlere Eintrittshöhe der Sternschnuppen gefunden:

Heis.	13,6	Meilen.
H. A. Newton . . .	15,45	„
Newcomb	16,3	„
Förster (<i>in maximo</i>)	22,0	„

Viel grössere Genauigkeit dieser Werthe würde man erlangen, wenn es gelänge, eine genügend grosse Anzahl Sternschnuppen von zwei verschiedenen Orten aus photographisch zu registrieren. Man erkennt leicht, dass, wenn an beiden Orten photographische Apparate auf gleiche Punkte des Himmels gerichtet würden, beide zu gleicher Zeit geöffnet und nach einer gewissen Zeit gleichzeitig geschlossen würden, dann alle Daten vorhanden wären, um die Höhe der Sternschnuppen zu ermitteln — wenn diese überhaupt sich abbilden. Man erhielte dann aus den bogenförmigen Sternspuren, welche die Sterne durch ihre tägliche Bewegung auf der Platte verzeichnen, eine genügende Anzahl von Fixpunkten, auf welche man die Sternschnuppenbahnen beziehen könnte. Dieser 1885 gemachte Vorschlag ist bei verschiedenen Gelegenheiten ausgeführt worden, doch hat sich leider — was auch nach Voruntersuchungen wahrscheinlich war — gezeigt, dass die weitaus grösste Zahl selbst der lichtstärksten Sternschnuppen sich wegen ihrer schnellen Bewegung nicht abbildet, da ihre Intensität nicht ausreicht, bei der kurzen Zeit, welche ihr Bild auf jedem Punkt der empfindlichen Schicht verweilt, einen photographischen Eindruck zu hinterlassen. Es sind zwar einige Sternschnuppen bis jetzt photographirt worden, aber es waren dies stets nur ausnahmsweis helle Meteore, deren Erscheinen immerhin selten ist.

Die Hoffnung einer späteren Lösung der Frage nach der Höhe der Sternschnuppen ist besonders mit Hülfe der photographischen Methode gewiss nicht aufzugeben: wir bedürfen, um eine mittlere Sternschnuppe mit Sicherheit photographiren zu können, nur photographischer Schichten, deren Empfindlichkeit 5—10 Mal unsere modernen empfindlichen Platten übertrifft, oder Objective von sehr viel grösserer verhältnissmässiger Oeffnung, welche dabei ein mässiges

Areal des Himmels scharf auf der Platte abbilden.

Beides sind Wünsche, deren Erfüllung auch nach anderen Richtungen hin werthvoll wäre.

[862]

RUNDSCHAU.

Wir haben an dieser Stelle wiederholt Betrachtungen über die Sinneswahrnehmungen angestellt, dabei ist aber bis jetzt der Gehörsinn zu kurz gekommen. Wir wollen versuchen, diese Unterlassungssünde gutzumachen, indem wir auf einige Eigenthümlichkeiten der Gehörempfindung eingehen. Der freundliche Leser fürchte nicht, dass wir uns in eine tief sinnige musikalische Grübelelei verlieren; das Wesen der Töne und Tonarten zu erforschen, überlassen wir gerne Leuten, die musikalischer veranlagt sind, als wir; uns ist es vielmehr darum zu thun, festzustellen, wie die äussere Erscheinung einer Tonschwingung sich dem Menschen fühlbar macht und in sein Bewusstsein aufgenommen wird. Und da gerathen wir von vornherein in Widerspruch mit dem Musikschwärmer. Dieser schwelgt gerne in einer „Welt von Tönen“, die auf ihn eindringt. Er glaubt in einem Orchester alle Instrumente auf einmal zu vernehmen und sieht in dem gemeinsamen Erklängen zusammenpassender Töne das Wesen der Musik. Nun wissen wir aber, dass der Mensch zur Zeit nur einen einzigen Ton in sich aufzunehmen vermag. Was uns als Accord in's Ohr klingt, ist die Resultante mehrerer Tonwellen, welche gleichzeitig die Luft erschüttern. Indem sie sich gegenseitig beeinflussen, bringen sie zusammen eine Art der Erschütterung hervor, welche wir durch lange Uebung als das Product mehrerer Töne zu erkennen gewohnt sind. Diese Thatsache, welche von Helmholtz zuerst erkannt wurde, ist experimentell durch die Erfindung des Grammophons und Phonographen auf das glänzendste bestätigt worden; an diesen Instrumenten können wir auf das deutlichste beweisen, dass auch die scheinbar zusammengesetzten Töne doch nur einfache Schwingungserscheinungen sind. Wir erkennen unter dem Mikroskop die Schwingungscurven der Grammophonplatte als regelmässige Wellenlinien und glauben doch, wenn die Schalldose des Apparates gezwungen wird, diesen Linien folgend zu vibriren, die verschiedenen Stimmen eines ganzen Orchesters herauszuhören. Das Ohr ist in dieser Beziehung das genaue Gegentheil des Auges: Während dieses die verschiedenartigen Lichtstrahlen, von denen es getroffen wird, zu einer Gesamtempfindung vereinigt, zerlegt das Ohr auf Grund erlangter Uebung eine einheitliche Tonempfindung in mehrere Componenten. Es ist unglaublich, bis zu welchem Grade diese Fähigkeit durch Uebung gesteigert werden kann. Dass der Dirigent eines aus 50—60 Musikern bestehenden Orchesters den geringsten Fehlgriff eines einzigen seiner Untergebenen sofort heraushört, ist eine so bekannte und selbstverständliche Sache, dass jeder Musiker, der dieselbe nicht könnte, zum Dirigenten unbrauchbar wäre. Da die Musik auf einer systematischen Tonfolge beruht, so ist schliesslich die geschilderte Gehörverfeinerung nicht einmal so sehr auffallend. Viel grösser ist das Kunststück, welches uns fast jeder Werkführer einer mechanischen Spinnerei vormachen kann. In den grossen Sälen einer solchen drehen sich Tausende und Aber-tausende von Spindeln mit einem pfeifenden Geräusch, welches verschieden ist, je nachdem der Wagen der Spinnmaschine vor- oder rückwärts bewegt wird. Das Gesamtergebnis ist ein durchdringendes Geheul aller gleichzeitig arbeitenden Spindeln, ein Lärm, der so stark ist, dass selbst ein lautgesprochener Satz ungehört verhallt. Wenn aber in dem ganzen Saal ein einziger

Faden reisst, wodurch eine Spindel stehen bleibt, so hört dies der Werkführer sofort und eilt mit unfehlbarer Sicherheit an die betreffende Stelle, wenn er nicht rechtzeitig durch das Gehör den Eindruck erhält, dass der Faden wieder angeknüpft und die Spindel wieder im Gange ist. In ähnlicher Weise machen die Werkführer in Buchdruckereien, Maschinenfabriken, Webereien von ihrem Gehör bei ihrer Arbeit Gebrauch und sind sich oft nicht einmal bewusst, dass sie es thun.

Bekannt ist das Wort von dem Müller, der aus dem Schlafe fährt, wenn das Klappern seiner Mühle verstummt. Seit aber die kleinen Mühlen am Ufer lustiger Waldbäche verschwunden sind und nur noch in den Gedichten unserer Lyriker klappern, müssen auch die Müller es sich gefallen lassen, ebenso zu schlafen, wie alle anderen Menschen auch. Aber in anderer Form können wir auch heute noch beobachten, wie das Ohr seine Fähigkeit zu hören verliert, wenn es sich um regelmässige Geräusche handelt. Der glückliche Besitzer einer Stutzuhr hört dieselbe selten oder niemals schlagen, obgleich er eben weil sie regelmässig ihren Dienst thut. Aber wehe ihr, wenn sie einmal sich gegen die Regel vergeht, zu schlagen vergisst oder gar falsch schlägt — das hören wir sofort. Wer an der Bahn wohnt, verliert bald das Gehör für pfeifende Locomotiven und vorbeibrausende Züge. Wer mit Kindern gesegnet ist, arbeitet friedlich mitten in ihrem Lärm. Nur wer in einem „musikalischen“ Hause wohnt, gewöhnt sich nie an das „Gebet einer Jungfrau“; denn auch das zur Anpassung so geeignete menschliche Ohr hat eine Grenze seiner Tragfähigkeit.

Das Gehör ist eigentlich der einzige Sinn, der nie ruht. Wenn wir schlafen, so ruht das Auge gänzlich, es wird sogar durch besondere Vorkehrungen vor jeder Wahrnehmung sorgsam geschützt. Geruch und Geschmack ruhen, das Gefühl ist sehr herabgesetzt, nur das Gehör wacht, um uns vor jeder Gefahr zu warnen, die uns beschleichen könnte. Man pflegt zu sagen, dass die Träume schlafender Menschen einer unbeabsichtigten Fortdauer der Gehirnthatigkeit ihre Entstehung verdanken; aber auch das Ohr ist an ihrer Entstehung beteiligt. Wenn wir, am Ende einer Serie von Traumbildern angelangt, schliesslich einen Kanonenschuss oder Donner Schlag vernehmen und infolge desselben erwachen, dann können wir sicher sein, dass wenigstens dieser Knalleffekt unseres Traumes auf Wirklichkeit beruht — jemand hat an die Thür geklopft oder die Nachtlampe ist umgefallen oder es ist sonst etwas Entsetzliches passiert. Das Ohr hat seinen Wachdienst treu versehen, aber das Gehörte konnte uns nur durch die Vermittelung der absurden Gedankenfolge eines Traumes zum Bewusstsein kommen.

So ist uns das Ohr ein treuer, aber ein beschränkter Diener. Denn das Gebiet seiner Wahrnehmungen ist viel kleiner, als es von Rechtswegen sein könnte. Während unser Gefühl Wärmeschwingungen jeder Art uns vermittelt, während das Auge in der Wahrnehmung der Aetherschwingungen des Lichtes nur für einen kurzen Theil des Spectrums sich als unzulänglich erweist, ist das Ohr auf die verhältnissmässig kurze Scala von Tönen beschränkt, wie sie etwa von einem Clavier uns dargeboten wird. Alle Schwingungszahlen, die unter und über dieser Scala liegen, sind für uns stumm. Wenn wir an einem schönen Sommerabend durch den Wald wandern und uns freuen, dass es „so kirchenstill“ ist, dann mögen viel tausend Wesen um uns her ihr jubelndes Lied herauschmettern, ohne dass wir es wissen, denn sie singen in Tönen, die jenseits der Grenze unserer Empfindung liegen. Nur das Märchen hat schon vor tausend Jahren die Wahrheit geahnt, als es erzählte, dass auch Blumen, Ameisen und Schmetterlinge ihre Sprache hätten, die wir armen Menschenkinder nur nicht hören können. Wer weiss, ob die moderne Wissenschaft nicht auch den andern Theil des Märchens, der von den Sonntagkindern erzählt, wahr machen und uns

ein Mittel angeben wird, um Töne hörbar zu machen, die wir bis jetzt zu empfinden nicht fähig sind. Bis zu einem gewissen Grade ist das Problem sogar schon gelöst; das wird jeder zugeben, der schon einmal das Getrappel einer in ein Hughes'sches Mikrophon eingesperrten Fliege vernommen hat. [935]

* * *

Die höchste Wetterwarte der Erde. Als wir vor einigen Monaten eine ausführliche Besprechung der Hochwetterwarten Europas veröffentlichten, konnten wir als das höchste Observatorium der Erde den Sonnblick angeben. Seit Mitte August d. J. sind wir hierzu nicht mehr berechtigt, indem der Sonnblick durch den Mont-Blanc bedeutend übertrumpft ist, dessen Seehöhe 4400 m beträgt, also 1300 m höher ist, als der Sonnblick. Die Besteigung des Mont-Blanc war bisher mit ausserordentlichen Schwierigkeiten verknüpft, indem in den oberen Gebirgspartien keine Zufluchtstätte für den Touristen vorhanden war. Die Einrichtung einer Schutzhütte bestand schon seit langer Zeit als Project, dessen Ausführung aber war mit fast unüberwindlichen Schwierigkeiten verknüpft. Erst in neuerer Zeit ist es den Bemühungen des Ingenieurs M. Vallot gelungen, alle Hindernisse zu überwinden und ein verhältnissmässig geräumiges Schutzhaus hoch auf dem Gipfel des Mont-Blanc aufzubauen, welches gleichzeitig mehreren Personen einen beliebig langen Aufenthalt in diesen sonst so ungestlichen Regionen ermöglicht.

Ausser dem Touristenzimmer mit 9 Betten, Küche etc. enthält das Schutzhaus noch ein eignes Zimmer für wissenschaftliche Zwecke, welches mit allen Instrumenten ausgestattet ist, die zu meteorologischen Beobachtungen dienen können, wobei natürlich Registrirapparate nicht fehlen. Die Beobachtungen, welche auf dem Gipfel des Mont-Blanc angestellt werden, dürften jedenfalls zu den interessantesten zählen und zu grossen Erwartungen berechtigen. Schon beim Aufstieg zur Eröffnung des Observatoriums wurde ein Sturm beobachtet, so gewaltig, wie er in unseren Gegenden auch in den extremsten Fällen nicht vorgekommen ist. M. Vallot schätzte nach Anemometerangaben die Windgeschwindigkeit bei diesem Sturme auf 100 m in der Secunde, eine Windgeschwindigkeit, die meines Wissens noch niemals beobachtet wurde. Alle draussen liegenden beweglichen Gegenstände, selbst von beträchtlichem Gewichte, wurden durch die Gewalt des Sturmes aufgehoben und weit weggeführt. Die Schwankungen des Barometers waren ausserordentlich gross und erreichten bis zu 8 mm in zwei Minuten. Hierdurch waren nach Vallot gewaltige Luftwirbel angezeigt, welche in der Niederung nicht verspürt wurden. Mit diesem Sturme hatte das Schutzhaus die Sturmtaufe überstanden. Eine Vergrösserung des Schutzhauses ist in Aussicht genommen.

W. J. v. B. [872]

* * *

Grosse Elektrisirmaschine. Nach dem *Bulletin international de l'électricité* baute der Pariser Elektriker Ducretet eine Elektrisirmaschine nach dem System von Wimshurst, die fünf Glasscheiben von 75 cm Durchmesser aufweist. Sie sind neben einander geschaltet und auf derselben Welle angeordnet. Mit ihren Condensatoren versehen, geben sie einen 42 cm langen Funken, der dem Blitze gleicht. Ohne Condensator aber erzeugt die Maschine glänzende Funkenbüschel. A. [847]

* * *

Elektrischer Schlag. Ch. Cherry erhielt auf dem Electricitätswerke zu Weltham, als er an dem Schaltbrette etwas vornehmen wollte, den ganzen Strom einer Dynamomaschine von 1500 Volts. Er wurde zu Boden geschlagen und erlitt starke Brandwunden an den Händen;

doch hat er sonst keinen ernstlichen Schaden davon getragen. Der Vorfall beansprucht ein hohes Interesse. Bisher nahm man an, dass Ströme von 500—600 Volts, wie sie bei den Strassenbahnen vorkommen, ziemlich die äusserste Grenze von dem bilden, was der menschliche Organismus vertragen kann, wohlgemerkt aber Gleichströme. Wechselströme sind ungleich gefährlicher. Aus dieser Unsicherheit über die Wirkung des elektrischen Stromes auf den menschlichen Organismus erklärt sich der nichts weniger als glatte Verlauf der ersten elektrischen Hinrichtung.

A. [848]

* * *

Schiessversuche gegen Panzerdecke. Aus den neulich in Meppen veranstalteten Versuchen mit Krupp'schen Haubitzen von 28,55 cm Kaliber nach einem horizontalen Schiffsdeck aus vier Stahlplatten von zusammen 76 mm — also Wurschiessen — zieht *Engineer* den für England tröstlichen Schluss, dass einem solchen Deck mit Wurffeuern schwer beizukommen sei, zumal die Versuche mit einem 70 t wiegenden Geschütze vorgenommen wurden, welches keineswegs leicht in eine solche Lage zu bringen sei, dass es wirken kann. Auch sei zu berücksichtigen, dass das Ziel feststand, während ein Schiffsdeck sich im Gefecht meist fortbewegt. Es werde einem Geschoss aus Schmiedestahl, wie es verwendet wurde, schwerlich gelingen, ein Schiff von oben derart zu durchbohren, dass es dadurch zum Sinken gebracht wird.

R. [853]

* * *

Niagarakraft. Das Ergebniss einer längeren Untersuchung über die Ausnutzung der Niagarafälle fasst *Engineering* wie folgt zusammen: Die gewonnene Kraft soll über- oder unterirdisch, in Gestalt von Elektrizität, Druckluft, Wasser, Kabel oder sonstwie nach zu bauenden Fabriken im Umkreise von 6400 m und nach dem 32 km entfernten Buffalo geleitet werden. Für diesen Ort wären 50000 Pferdestärken in Aussicht zu nehmen. Die Niagarafälle sollen also liefern:

- 1) Elektrizität für Zwecke der Strassen- und Hausbeleuchtung, sowie zum Betriebe von Werkstätten;
- 2) Wasser als Triebkraft, sowie zum Feuerlöschen und zu häuslichen Zwecken; endlich
- 3) Luft als Betriebskraft, sowie zum Lüften und Kühlen.

Selbstverständlich wäre auch der Betrieb der in Buffalo und in der Umgebung der Fälle vorhandenen Strassenbahnen in Aussicht zu nehmen. Die Arbeiten an den Schächten wurden am 4. October in Angriff genommen. Es werden drei Schächte von 3×6 m Querschnitt erbohrt und man hofft in drei Monaten damit fertig zu sein.

A. [855]

* * *

Fortschritte der Elektrotechnik. In der Eröffnungssitzung des Elektrotechnischen Vereins zu Berlin hielt der Vorsitzende, Director im Reichspostamt Hake, eine Ansprache, der wir Folgendes entnehmen:

Ganz erstaunliche Fortschritte hat die elektrische Beleuchtung in Berlin und anderen deutschen Städten aufzuweisen, wogegen die Zahl der Elektromotoren nur sehr langsam zunimmt, soweit ihre Verwendung in Werkstätten in Betracht kommt. Dafür „scheint der elektrische Bahnbetrieb nach und nach bei uns Eingang zu finden“.

Was das Fernsprechwesen anbelangt, so sind uns die Vereinigten Staaten hierin, wie in Bezug auf elektrische Bahnen und die Anlage von Elektrizitätswerken, überlegen. Es sind dort über 750 Fernsprechanlagen mit etwa 200 000 Theilnehmern vorhanden. Auf die Vereinigten Staaten folgt indessen Deutschland, welches gegenwärtig 50 508 Fernsprechstellen aufweist. Unübertroffen in der Welt ist in dieser Hinsicht Berlin mit über 14 000 Theilnehmern und täglich 670 000 Gesprächen.

Der Versuch, unterseeische Kabel von grösserer Länge zum Fernsprechen zu benutzen, ist auch in Deutschland mit Erfolg gemacht, und zwar auf dem 75 km langen Kabel Cuxhaven-Helgoland. In Bezug auf die unterirdische Verlegung der Fernsprechlinien ist Deutschland, wie seiner Zeit mit den Telegraphen, bahnbrechend vorgegangen.

Am 1. Januar 1890 waren in Deutschland vorhanden: 2590 Anlagen für elektrische Beleuchtung mit 338 946 Glühlampen und 21 060 Bogenlampen, 9 Anlagen zu elektrolytischen Zwecken, 16 Anlagen für elektrische Kraftübertragung.

A. [845]

* * *

Die elektrischen Bahnen in Amerika. Ueber diesen Gegenstand berichtet die *Elektrotechnische Zeitschrift*, der wir Folgendes entnehmen:

1873 fand in San Francisco die erste Fahrt einer Taubahn statt; heute nach 17 Jahren zählt man erst 44 derartige Anlagen. 1884 wurde die erste elektrische Bahn dem Betriebe übergeben — also drei Jahre nach der Eröffnung der Lichtenfelder Bahn —; heute nach sechs Jahren zählt man in den Vereinigten Staaten bereits 265 Bahnen mit über 3000 km Bahnstrecke und 3000 Motorwagen, und es werden mehr als 25 Proc. der Strassenbahnen des Landes elektrisch betrieben. — Die Stromzuführung geschieht fast ausschliesslich mittelst oberirdischer Leitungen. Das Bestreben geht dahin, die Umlaufzahl des Motors so weit herabzusetzen, dass derselbe mit der Achse direct verkuppelt werden und man der Zahnradübersetzungen entzehen kann. Vielversprechend ist in dieser Hinsicht der Eickemeyer-Motor, der nur 60 bis 120 Umdrehungen in der Minute macht und dessen Höchstleistung 30 Pferdestärken beträgt.

A. [846]

* * *

Helgoländer Schnelldampfer. Auf der Werft der Fairfield Co. in Govan bei Glasgow ist, *Uthland's Wochenschrift* zufolge, für Hamburger Rechnung ein Schnelldampfer für die Fahrt nach Helgoland im Bau begriffen, welcher nach dem Vorbilde der neuen Calais-Dover-Boote entworfen ist. Ein Promenadendeck erstreckt sich über die ganze Länge des Schiffs und gewährt 1500 Personen bequem Platz. Auf dem Oberdeck liegt ein grosser Versammlungsraum und darunter im Hauptdeck der Speisesaal mit dem anstossenden Damenzimmer und einer Koje für Raucher. Das Schiff hat eine Länge von 79,5 m und eine Breite von 10 m. Die Fahrgeschwindigkeit ist bei 5000 Pferdestärken auf 19 Knoten (etwa 35 km) in der Stunde bemessen.

D. [849]

BÜCHERSCHAU.

Dr. H. Hovestadt, *Lehrbuch der angewandten Potentialtheorie nach Kleyer's System.* Stuttgart 1890. Julius Maier. Preis 7 Mark.

Dieses Buch, welches sich zur Aufgabe macht, die Grundzüge der Potentialtheorie und deren Anwendungen ohne Hülfe der Differential- und Integralrechnung darzulegen, besonders aber zum Selbststudium zu dienen, entspricht unseres Erachtens diesem Zwecke nicht. — Eine Potentialtheorie ohne Anwendung des höheren Calculus aus rein physikalischen Begriffen zu entwickeln, ist keine leichte Aufgabe. Es dürfte daher auch dieses Buch für den Leser, der sich in die an und für sich schon schwierige Theorie einarbeiten will, in manchen Punkten unklar sein. — Dagegen sind die in dem Werke enthaltenen zahlreichen Uebungsbeispiele als lehrreich hervorzuheben.

Dr. Hafner. [895]