

PROMETHEUS

7. 89.

ILLUSTRIRTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT,

Durch alle Buchhandlungen und Postanstalten zu beziehen.

herausgegeben von

DR. OTTO N. WITT.

Preis vierteljährlich
3 Mark.

Verlag von Rudolf Mückenberger, Berlin,
Dörrbergstrasse 7.

N^o 502.

Jeder Nachdruck aus dem Inhalt dieser Zeitschrift ist verboten.

Jahrg. X. 34. 1899.

Extreme Temperaturen.*)

Von Dr. L. BRANDT.

Die modernen Naturwissenschaften haben in den letzten Jahren Erfolge zu verzeichnen gehabt, welche an das Wunderbare grenzen und uns jetzt Dinge als alltäglich erscheinen lassen, deren Verwirklichung vor wenigen Jahren auch die kühnste Phantasie nicht erträumt hätte. Derartige Erfolge sind u. a. auch auf dem Gebiete der Erzeugung extremer Temperaturen erzielt worden; man ist zu Temperaturen hinabgestiegen, bei welchen alle bekannten Gase verflüssigt werden und grösstentheils sogar in den festen Zustand übergehen, andererseits hat man enorme Hitzegrade erreicht, welchen nur sehr wenige Körper Widerstand zu leisten vermögen. Es sei daher gestattet, auf diese Errungenschaften der modernen Physik und Chemie etwas näher einzugehen.

Ein einfaches Mittel zur künstlichen Erniedrigung der Temperatur sind die Kältemischungen. Beim Lösen vieler Salze in Wasser

*) Dieser Aufsatz wird manchem unserer Leser willkommen sein als übersichtliche Zusammenstellung von Thatsachen, von welchen die meisten für sich allein in unserer Zeitschrift bereits besprochen, die aber in ihrem Zusammenhang bisher nicht geschildert worden sind.

Die Redaction.

kann man eine merkliche Abkühlung der Lösung beobachten, welche um so beträchtlicher ist, je mehr man die Auflösung des fein zerriebenen Salzes durch Rühren beschleunigt. Um nämlich das Salz in Lösung zu bringen, müssen die kleinsten Theilchen desselben von einander getrennt, ihre Anziehungskraft muss überwunden werden; es ist also eine gewisse mechanische Arbeit zu leisten, wozu Wärme verbraucht wird. Diese wird der Mischung entzogen, so dass die Temperatur der letzteren sinkt. Grösser ist der Effect, wenn auch das Wasser sich in festem Zustande befindet: mischt man z. B. Kochsalz mit Eis oder Schnee, so erhält man leicht eine Temperatur von -20° C., aus Schnee und krystallisirtem Chlorcalcium sogar eine solche von -42° C., so dass man durch die letztere Mischung leicht Quecksilber, dessen Gefrierpunkt bei -39° liegt, zum Erstarren bringen kann. Dieses Metall bildet alsdann eine dehnbare Masse, welche sich ähnlich wie Blei hämmern lässt.

Die mit Hülfe von Chlorcalcium und Schnee zu erreichende Kälte genügt schon, um manche Gase zu verflüssigen, z. B. geht Schwefeldioxyd, das beim Verbrennen des Schwefels auftretende, stechend riechende Gas, ebenso wie Ammoniakgas in den flüssigen Zustand über.

Ein anderes Mittel, niedere Temperaturen zu erzielen, gründet sich auf die Verdunstung

von Flüssigkeiten. Wie zur Schmelzung oder Lösung eines festen, so ist auch zur Verdampfung eines flüssigen Körpers Wärme erforderlich; dieselbe wird aus der Umgebung aufgenommen, welche dadurch bei lebhafter Verdunstung erheblich abgekühlt wird. Die „Verdunstungskälte“ macht sich beispielsweise nach einem Bade fühlbar, sie wird gesteigert, wenn man die Verdunstung durch Luftzufuhr beschleunigt, eine Thatsache, welche in der Form der kühlenden Wirkung des Windes allgemein bekannt ist.

Die Verdunstung lässt sich auch dadurch befördern, dass man den auf der Flüssigkeit lastenden Luftdruck vermindert, da Flüssigkeiten im luftverdünnten Raume bedeutend leichter sieden und verdampfen. Man kann daher Wasser durch schnelle Verdunstung im Vacuum zum Gefrieren bringen. Durch Anwendung leichter siedender Flüssigkeiten wird dieselbe Wirkung noch bequemer erreicht. Während nämlich Wasser, wie bekannt, bei 100°C . siedet, geht Aether schon bei 35° in den Gaszustand über und verdunstet in Folge dessen auch bei gewöhnlicher Temperatur viel energischer. Giesst man daher etwas Aether in die hohle Hand und bewegt dieselbe hin und her, so nimmt man eine bedeutende Abkühlung wahr. Durch eine geeignete Vorrichtung lässt sich auch mit Hülfe des Aethers im Kleinen künstliches Eis erzeugen.

Im Grossen bedient man sich zur Eisbereitung noch tiefer siedender Flüssigkeiten, nämlich des Schwefeldioxyds und des Ammoniaks. Wie bereits erwähnt, gehen diese bei gewöhnlicher Temperatur gasförmigen Körper in einer Kältemischung in den flüssigen Zustand über. Nimmt man sie aus der Mischung heraus, so werden sie natürlich bald wieder gasförmig, sie sieden, Schwefeldioxyd bei -8° , Ammoniak bei -34° . Geht das Sieden in einem von Wasser umgebenen Raume vor sich, so wird die zum Sieden nothwendige Wärmemenge aus dem Wasser aufgenommen und dieses dadurch in Eis verwandelt. Die Verflüssigung der Gase lässt sich nun auch ohne Kältemischung vornehmen, wenn man bei erhöhtem Druck arbeitet. Während nämlich verminderter Druck das Sieden von Flüssigkeiten erleichtert, verzögert erhöhter Druck dasselbe und begünstigt umgekehrt die Verflüssigung eines Gases. Durch einen Druck von etwa 3 Atmosphären kann man daher Schwefeldioxyd bei gewöhnlicher Temperatur condensiren, für Ammoniak ist bei 15° ein Druck von ungefähr 7 Atmosphären erforderlich. Indem man also die genannten Gase durch Druck verflüssigt und unter vermindertem Druck wieder sieden lässt, macht man sie für die Eisfabrikation nutzbar.

Etwas schwieriger als die bisher betrachteten Gase ist die Kohlensäure zu verdichten, nämlich bei 0° durch einen Druck von $38\frac{1}{2}$ Atmosphären.

Gegenwärtig wird das Gas, wie bekannt, im Grossen verflüssigt und in schmiedeeisernen Cylindern in den Handel gebracht, um im Gastwirthsgewerbe Verwendung zu finden. Ein Cylinder mit flüssiger Kohlensäure kann auch bequem zur Erzeugung niedriger Temperaturen benutzt werden: lässt man aus dem umgekehrt aufgestellten Cylinder die flüssige Kohlensäure in dünnem Strahle in einen untergehaltenen Tuchbeutel ausströmen, so sinkt in Folge lebhafter Verdunstung die Temperatur unter -80° , so dass ein grosser Theil der Kohlensäure in den festen Zustand übergeht und sich als lockere weisse, schneeartige Masse in dem Beutel vorfindet. Da dieselbe ein schlechter Wärmeleiter ist und in Folge dessen nur langsam aus der Umgebung Wärme aufnimmt, so hält sie sich längere Zeit und kann auch ohne Nachtheil mit der Hand berührt werden, weil eine dünne, fortwährend sich erneuernde Gasschicht die unmittelbare Berührung hindert. Presst man sie jedoch zwischen den Fingern, so ruft sie intensives Schmerzgefühl hervor und veranlasst später Blasenbildung an den betroffenen Stellen, ganz ähnlich wie ein sehr heisser Körper. Ein Leichtes ist es, mit Hülfe dieser festen Kohlensäure, welche man zweckmässig mit etwas Aether benetzt, grosse Mengen Quecksilber in hämmerbarem Zustande zu erhalten. Lässt man Kohlensäure im Vacuum verdampfen, so kann man die Verdunstungskälte noch erheblich steigern und bis zu einer Temperatur von -140° gelangen.

Wie die bisher betrachteten, so konnten auch viele andere Gase durch mehr oder minder starken Druck und gleichzeitige Abkühlung verdichtet werden, einige aber widerstanden lange Zeit hartnäckig den angestrengtesten Bemühungen der Forscher, namentlich Sauerstoff und Stickstoff, die Hauptbestandtheile der atmosphärischen Luft, ferner die letztere selbst sowie Kohlenoxyd und Wasserstoff. Man legte bei den ersten Versuchen mehr Werth auf möglichst hohen Druck als auf besonders niedrige Temperatur und setzte die Gase beispielsweise dem ungeheuren Drucke von 3000 Atmosphären aus, ohne dass die Verdichtung gelang. Da wurde im Jahre 1871 die Beobachtung gemacht, dass jedes Gas oberhalb einer bestimmten Temperatur unter allen Umständen im Gaszustande verharrt, ohne Rücksicht auf die Grösse des Druckes. Diese „kritische“ Temperatur*) liegt bei den einzelnen Gasen in sehr verschiedener Höhe, für die leicht verdichtbaren liegt sie verhältnissmässig hoch, für Kohlensäure z. B. bei $+31^{\circ}\text{C}$., sie war daher bei den Verdichtungsversuchen nicht überschritten worden.

*) Wir verweisen auf unsere wiederholten Betrachtungen über die kritischen Daten der Gase in der „Rundschau“ früherer Jahrgänge unserer Zeitschrift.

Hätte man oberhalb dieser Temperatur gearbeitet, dann wäre auch in diesem Falle die Verdichtung nicht gelungen. Für die bisher für permanent gehaltenen Gase dagegen liegt die kritische Temperatur ausserordentlich tief, für Sauerstoff z. B. bei -119° , für Stickstoff bei -146° , für Wasserstoff bei -221° . Da man so niedrige Temperaturen nicht angewendet hatte, konnte die Verflüssigung nicht gelingen. Auf Grund dieser neuen Erkenntniss wurden wiederum Versuche angestellt, welche jetzt zu einem günstigeren Resultate führten. Anfangs erreichte man allerdings nur eine kurze Nebel- oder Tröpfchenbildung in den zusammengepressten Gasen, später aber gelang den Forschern Dewar, Wroblewsky und Olszewsky die Condensation grösserer Mengen von Sauerstoff, Stickstoff und Luft, wobei zur Kühlung im Vacuum siedende Kohlensäure oder Aethylen benutzt wurden, welches letztere eine Temperatur von -150° liefert. In neuester Zeit konnte Dewar auch den Wasserstoff in grösseren Mengen verflüssigen. Bei den enorm niedrigen Temperaturen bedurfte es nur verhältnissmässig geringen Druckes, um die Verflüssigung herbeizuführen, z. B. wurde Sauerstoff unmittelbar unterhalb der kritischen Temperatur durch 50, Stickstoff durch 35 Atmosphären verdichtet, während sich die Gase früher bei 3000 Atmosphären nicht condensirt hatten. Die Siedepunkte unter gewöhnlichem Druck liegen natürlich noch tiefer als ihre oben angeführten kritischen Temperaturen, so siedet Sauerstoff bei -181° , Stickstoff bei -194° ; beim Sieden unter vermindertem Druck werden noch tiefere Temperaturen erreicht.

Die Verflüssigung der permanenten Gase, welche früher nur auf sehr umständlichem Wege und nur in geringem Umfange erreichbar war, ist sehr erleichtert worden durch eine Erfindung Professor Lindes. Dieselbe beruht auf der bekannten Erscheinung, dass ein Gas beim Zusammenpressen sich erwärmt, beim Ausdehnen aber sich abkühlt. In dem Lindeschen Apparat wird die Luft auf ca. 200 Atmosphären zusammengepresst und passirt in diesem Zustande zunächst einen gewöhnlichen Kühler, welcher die Temperaturerhöhung wieder ausgleicht, und darauf einen zweiten, besonders wirksamen Kühler, worauf sie durch ein geeignetes Ventil in einen Raum, wo bedeutend niedrigerer Druck herrscht, ausströmt. Hierdurch kühlt sich die Luft stark ab und wird nun in dem erwähnten zweiten Kühler zur Kühlung der ankommenden comprimierten Luft verwendet, so dass deren Temperatur vor der Ausdehnung stärker erniedrigt wird als zu Anfang des Processes. Diese kältere Luft wird bei ihrer Ausdehnung eine noch niedrigere Temperatur annehmen, welche nun auch der ankommenden frischen Luft wieder mitgetheilt wird u. s. f., so dass die Temperatur der Luft un-

unterbrochen sinkt, bis endlich ihre Verflüssigung eintritt.

Der Lindesche Apparat erlaubt, flüssige Luft in grösseren Mengen, z. B. literweise, herzustellen, so dass man die Eigenschaften derselben bequem studiren und einer grösseren Zuhörerschaft demonstrieren kann. Die Flüssigkeit, welche der Apparat zunächst liefert, ist durch feste Kohlensäure milchig getrübt, kann aber durch Filtration leicht geklärt werden. Die Kohlensäure ist zwar in der Luft nur in geringer Menge enthalten, reichert sich aber, da sie eher condensirt wird, bei diesem Verfahren in der flüssigen Luft an. Die letztere würde in gewöhnlichen Gefässen sehr schnell verdunsten, da diese im Vergleich zu ihr sehr warm sind und ausserdem fortwährend Wärme von aussen zugeführt erhalten. Um diese Wärmezufuhr möglichst zu erschweren, hat der englische Forscher Dewar Kolben mit doppelten Wandungen construirt, welche in dem Zwischenraume ein möglichst vollständiges Vacuum enthalten. Ein solcher Kolben erschwert die Erwärmung der darin befindlichen flüssigen Luft ausserordentlich und ermöglicht daher ein längeres Aufbewahren derselben. Beim Eingiessen der flüssigen Luft findet allerdings auch hier stürmisches Sieden statt, da der Kolben seine Wärme erst abgeben muss, um die tiefe Temperatur der flüssigen Luft anzunehmen. Dieselbe Erscheinung zeigt sich beim Eintauchen von Gegenständen.

Nachdem die Luft längere Zeit dem Verdunsten ausgesetzt war, nimmt sie eine bläuliche Färbung an, weil der viel niedriger siedende Stickstoff vorzugsweise verdunstet und also ein sauerstoffreicheres Gemenge zurückbleibt; dem flüssigen Sauerstoff aber ist die bläuliche Färbung eigenthümlich. Ein zu dieser Zeit in die Mündung des Kolbens gehaltener glimmender Span zeigt durch helles Aufleuchten an, dass jetzt ein sauerstoffreiches Gasgemisch entweicht. Die auf solchem Wege darstellbare sehr sauerstoffreiche Luft wird wahrscheinlich in Zukunft für die Industrie Bedeutung erlangen; es existiren gegenwärtig schon Anlagen, welche eine Verwerthung des Productes im Grossen versuchen.

Taucht man in die flüssige Luft eine mit absolutem Alkohol gefüllte Röhre ein, so erstarrt der Inhalt in kurzer Zeit zu harten, weissen Krystallen, was in so fern bemerkenswerth ist, weil man sich vor einigen Jahrzehnten stets vergeblich bemühte, diesen Körper zum Gefrieren zu bringen. Auch eingeleitetes Kohlensäuregas wird fest, ebenso Acetylen; bringt man das letztere in einer Glasröhre zum Erstarren, so kann man die feste Masse später herausstossen und wie eine Kerze entzünden. Von grossem Interesse ist das Ausbleiben heftiger chemischer Reactionen bei tiefen Temperaturen, welches sich ebenfalls leicht veranschaulichen lässt: das Metall Kalium wirkt auf Wasser oder Eis mit solcher Energie

ein, dass der dabei entwickelte Wasserstoff sich entzündet, so dass das geschmolzene Metallkugelchen, von dem brennenden Gase umgeben, zischend auf dem Wasser hin und her fährt, bis es durch die Reaction verzehrt ist. Ebenso reagirt das Metall geradezu explosionsartig mit concentrirter Salzsäure; durch sehr niedrige Temperaturen kann jedoch selbst diese heftige Reaction verhindert werden: bringt man nämlich die Salzsäure in einer Röhre in die flüssige Luft, so erstarrt sie darin zu einer eisähnlichen Masse, auf welche man jetzt ein Stückchen Kalium bringen kann, ohne dass eine Einwirkung erfolgt. Erst nach dem Herausnehmen aus der kalten Flüssigkeit erfolgt nach einiger Zeit durch die allmähliche Erwärmung eine heftige Reaction unter Feuererscheinung, wobei die Röhre meist zersprengt wird.

Das Ausbleiben energischer Reactionen zeigte sich in interessanter Weise auch bei der Verdichtung des Fluorgases. Dieses Element zeichnet sich durch eine besonders starke chemische Affinität aus und konnte lange aus seinen Verbindungen nicht dargestellt werden, weil es fast alle Körper auf das heftigste angreift. Auch die Verbindung des Fluors mit Wasserstoff, die Flusssäure, besitzt sehr stark ätzende Eigenschaften und wird in verdünntem Zustande zum Aetzen des Glases benutzt. Viel energischer wirkt das freie Fluor auf Glas wie fast auf alle bekannten Körper ein. Seine Abscheidung gelang erst im Jahre 1886 Moissan mit grossen Schwierigkeiten in Platin-Iridium-Gefässen, dagegen konnte die Verflüssigung des Gases von Moissan und Dewar in Glasgefässen ausgeführt werden, da bei der Temperatur der flüssigen Luft eine Einwirkung des Fluors auf das Glas nicht mehr stattfindet. Die Siedetemperatur des flüssigen Fluors liegt bei -187° , also etwas tiefer als die des Sauerstoffs.

Die grössten Schwierigkeiten waren bei der Verdichtung des Wasserstoffes zu überwinden, doch hat auch dieses Gas in neuester Zeit von Dewar in grösseren Quantitäten verflüssigt werden können, dadurch, dass es mit flüssiger, unter stark vermindertem Druck siedender Luft gekühlt und gleichzeitig einem entsprechenden Druck ausgesetzt wurde. Der Siedepunkt des Wasserstoffes unter gewöhnlichem Druck wurde anfangs zu -238° C. bestimmt, doch erwiesen sich die Angaben des elektrischen Platin-Widerstandsthermometers bei dieser Temperatur, bei welcher Luft sehr schnell und vollständig zu einer weissen Masse erstarrt, nicht mehr als zuverlässig. Die neuesten Messungen mit verbesserten Vorrichtungen ergaben -246 bis -252° . Man darf annehmen, dass man mit dieser Temperatur dem absoluten Nullpunkt, bei welchem überhaupt keine Wärmeschwingungen mehr stattfinden, sehr nahe gekommen ist, da sich derselbe aus dem thermischen Verhalten der Gase zu etwa -273° C. berechnet.

Nachdem wir im Vorstehenden die tiefsten Temperaturen betrachtet haben, welche die neuere Chemie erreichbar machte, wollen wir uns nun den Fortschritten zuwenden, welche in entgegengesetzter Richtung, in der Erzeugung sehr hoher Hitzegrade, erzielt wurden. Auf diesem Gebiete haben die Culturvölker schon in den ältesten Zeiten Erfolge errungen, da ihnen das Schmelzen von Metallen geläufig war. Auch Glas, dessen Bereitung ebenfalls hohe Temperaturen erfordert, wurde schon im Alterthum hergestellt, wiewohl seine Verwendung eine beschränkte war. Die Schmelzpunkte des Kupfers und des Silbers liegen nahe bei 1000° C., der des Goldes bei 1200° C.; das sind Temperaturen, welche leicht erreicht werden können. Grössere Hitze ist zur Gewinnung des Eisens aus seinen Erzen erforderlich; in den hierzu benutzten Hochöfen steigt die Temperatur bis 1600° . Noch höhere Hitzegrade kommen bei manchen Processen zur Anwendung, welche die Verarbeitung des Roheisens auf schmelzbares Eisen und Stahl bezwecken. Hier sind besonders der Bessemer- und der Martin-Process zu erwähnen.

So mächtig aber auch die Gluth erscheinen mag, welche uns aus einem derartigen Schmelzofen entgegenstrahlt, so sehen wir sie doch übertroffen durch die Hitze, welche uns die kleine, unscheinbare Flamme des Knallgasgebläses liefert. Das Wasserstoffgas, welches man im Kleinen aus Zink und verdünnter Salzsäure entwickeln kann, verbrennt angezündet mit nicht leuchtender, aber sehr heisser Flamme, deren Hitze sich zu ausserordentlicher Gluth steigert, wenn man das Gas durch die gerade erforderliche Menge reinen Sauerstoffs verbrennt. Dies geschieht durch das Knallgasgebläse, welches einen genau regulirten Sauerstoffstrom durch die Wasserstofflamme zu leiten gestattet. Die so entstehende Flamme vermag Wirkungen zu äussern, welche im stärksten Ofenfeuer nicht erreicht werden. So schmilzt z. B. das Platin in der Knallgasflamme mit Leichtigkeit. Die Verarbeitung des Platins zu den zahlreichen in chemischen Laboratorien wie in der Grossindustrie unentbehrlichen Gerätschaften ist daher durch Anwendung des Knallgasgebläses bedeutend erleichtert worden.

Ein weiterer Erfolg zeigte sich in der Schmelzbarkeit der Thonerde, des Oxydes des jetzt so bekannten Metalles Aluminium. Die Thonerde tritt in Thon und Lehm, Porzellanerde u. s. w. mit Kieselsäure verbunden auf, in freiem Zustande aber findet sie sich in sehr harten Krystallen, welche in reinster Form sehr geschätzte Edelsteine darstellen und farblos als Korund, durch geringe Beimengungen roth und blau gefärbt als Rubine und Saphire bezeichnet werden, während die unreinen Varietäten den gemeinen Schmirgel bilden. Künstlich kann man die Thonerde leicht als weisses Pulver erhalten, welches früher für

unerschmelzbar galt und daher nicht in den krystallinen Zustand übergeführt werden konnte. Das Knallgasgebläse aber ermöglichte auch die Schmelzung dieses Körpers, und so gelang es, beim Erkalten der geschmolzenen Masse Krystalle von Korund zu erhalten. Durch Beimengung geringer Mengen färbender Stoffe konnten auch kleine Rubine und Saphire erhalten werden, welche den natürlichen in allen Beziehungen gleichen und daher nicht als Nachahmungen, sondern als wirkliche, künstlich dargestellte Edelsteine zu betrachten sind. Da indessen nur kleine Krystalle erhalten wurden, so konnte diese Errungenschaft nur wissenschaftliches Interesse beanspruchen und auf den Preis der genannten Edelsteine keinen Einfluss ausüben.

Durch die Zufuhr reinen Sauerstoffs oder einer sehr sauerstoffreichen Luft würde auch die Temperatur der Schmelzöfen erheblich gesteigert werden können. Es würde daher für die Industrie von bedeutendem Werthe sein, wenn man anstatt gewöhnlicher Luft ein sehr sauerstoffreiches Gasgemisch in die Oefen einblasen könnte. Da ein solches, wie oben gezeigt, aus flüssiger Luft erhalten werden kann, so hofft man, diese Thatsache technisch ausbeuten zu können, wenn es gelingt, die Kosten der Verflüssigung noch weiter als bisher herabzusetzen. Man wird also, um recht hohe Hitzegrade zu erzielen, die enorm niedrige Temperatur der flüssigen Luft zu Hilfe nehmen müssen.

Lange Zeit war die Temperatur des Knallgasgebläses die höchste, welche man überhaupt erreichen konnte, bis der elektrische Strom das Mittel lieferte, sie noch zu übertreffen. Moissan erreichte in seinem elektrischen Ofen eine Temperatur von etwa 3000° C., bei welcher fast alle bekannten Körper in den flüssigen und sogar in den gasförmigen Zustand übergehen. Der Ofen besteht aus einem Block von Kalkstein, welcher in der Mitte zur Aufnahme der zu erhitzenden Substanz eine Höhlung und von dieser ausgehend zwei Furchen enthält, in welche die als Elektroden dienenden Kohlenstäbe eingelassen sind. Dieser Block ist von einer Kalkplatte bedeckt, welche erforderlichenfalls über der Höhlung des Blockes eine Oeffnung besitzt, um den Ofen auch während der Erhitzung beschicken zu können. Wird nun durch die Kohlenelektroden ein starker Strom geleitet, so bildet sich zwischen den gegenüberliegenden Enden derselben der elektrische Lichtbogen, dessen Temperatur in der Höhlung des Kalkofens zur vollen Wirkung gelangen kann. In diesem Ofen konnten 200 g Silber binnen wenigen Minuten destillirt, d. h. verdampft und wieder verdichtet werden! Bei der höchsten Temperatur von 3000° schmolz auch Magnesia und der Kalk des Ofens selbst floss wie Wasser, Thonerde verflüchtigte sich. Der Kohlenstoff, welcher bisher noch nie anders als im festen

Aggregatzustande gesehen worden war, verwandelte sich, als er in Form einer Röhre in den Ofen gebracht wurde, in Dampf, welcher sich an den kälteren Theilen des Rohres zu einer filzigen Masse verdichtete. Er besitzt, wie manche andere Körper, die Fähigkeit zu sublimiren, d. h. sich direct zu verflüchtigen, ohne erst flüssig zu werden. Eine Verflüssigung ist nur zu erwarten, falls es gelingt, den Kohlenstoff bei erhöhtem Druck derselben Temperatur auszusetzen. Der sublimirte Kohlenstoff zeigte die Form des Graphits, doch erreichte Moissan auch die Ueberführung von Kohlenstoff in die Form des Diamanten, indem er Eisen, welches in der Hitze Kohlenstoff zu lösen vermag, im elektrischen Ofen damit sättigte und es dann schnell abkühlte. Da das Eisen sich beim Erstarren ausdehnt, so musste es im Innern einen bedeutenden Druck erzeugen. Beim Erstarren wurde der gelöste Kohlenstoff ausgeschieden, und zwar erfolgte die Ausscheidung unter dem hohen Drucke in Form von Diamant. So konnten nach dem Auflösen des Eisens in einer Säure wohlausgebildete, durchsichtige Diamantkrystalle gefunden werden, welche allerdings wegen ihrer ausserordentlichen Kleinheit nur wissenschaftlich von Werth sind.

Dem elektrischen Ofen ist jedoch auf einem anderen Gebiete ein Erfolg zu verdanken, welcher sich industriell verwerthen liess und grosse Bedeutung erlangt hat. Es zeigte sich nämlich, dass Kohle und Kalk, in der Hitze dieses Ofens zusammengeschmolzen, unter Entweichen von Kohlenoxyd Calciumcarbid bildeten, einen Körper, welcher in Berührung mit Wasser ein aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehendes, brennbares, sehr leuchtkräftiges Gas, das Acetylen, liefert. Beide Körper waren zwar schon seit längerer Zeit bekannt, doch war die bisherige Darstellungsmethode nur für kleine Laboratoriumsversuche, nicht aber für die technische Darstellung geeignet. Als sich daher die elektrische Darstellung als lohnend erwies, wurde dieselbe in grossem Maassstabe aufgenommen und dadurch eine Industrie gegründet, welche einen immer grösseren Umfang annimmt.

In neuester Zeit wurde wieder eine chemische Methode zur Erzeugung hoher Temperaturen bekannt, welche auch für die Technik von Nutzen zu werden verspricht. Sie beruht auf der hohen Verbrennungswärme des Aluminiummetalls. Dasselbe liefert mit gewissen Oxyden Gemische, welche, an einer Stelle zum Glühen erhitzt, unter Entwicklung einer gewaltigen Hitze verglühen, indem das Aluminium aus dem Oxyd das darin enthaltene Metall reducirt. Man kann dies zur Gewinnung gewisser sonst schwer darstellbarer und schwer schmelzbarer Metalle, wie Chrom, benutzen, wenn man die Oxyde dieser Metalle anwendet. Will man jedoch die hohe Temperatur

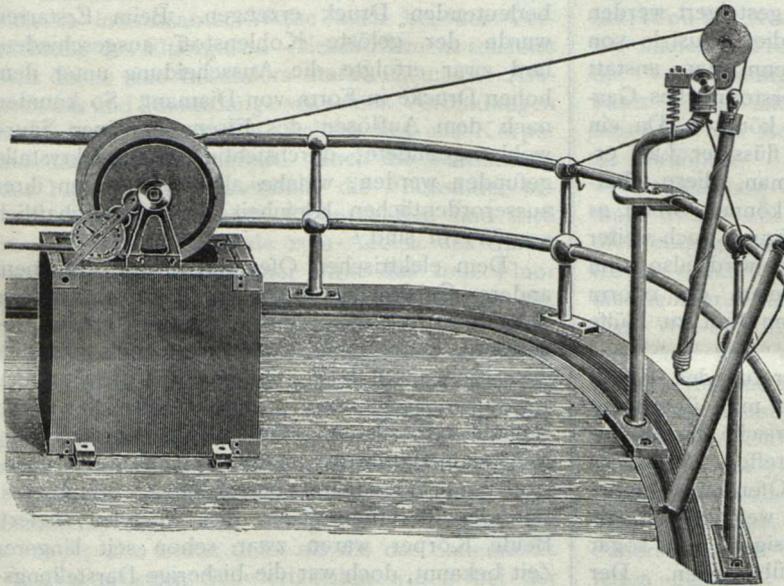
zu anderen Zwecken ausnutzen, so mischt man das Aluminium mit einem billigen Oxyde, wie Eisen- oder Bleioxyd, und stellt in die Mischung den Tiegel mit der zu erhitzenden Substanz ein. Das Verfahren liefert zwar nicht so hohe Temperaturen wie der elektrische Ofen, es wird nur die Schmelzhitze der Thonerde erreicht, doch findet es für manche Zwecke schon jetzt vortheilhafte Anwendung und dürfte in Zukunft noch grössere Bedeutung erlangen. [6514]

Ein neues englisches Patentloth.

Mit vier Abbildungen.

Wassertiefen werden mit dem Loth oder Senkblei gemessen. Es besteht aus dem schweren

Abb. 378.



Lothapparat von Cooper und Wigzell mit eingeschaltetem Zählwerk.

Lothkörper und einer Leine, in welcher die Faden- oder Meterlängen durch Knoten oder eingebundene verschiedenfarbige Tuchstreifen bezeichnet sind. Kleinere Lothe werden mit der Hand ausgeworfen, Tiefseeloth mittelst Maschinen. Bei diesen Lothen ist auch die Leine durch Claversaitendraht ersetzt, von dem 1000 m an der Luft etwa 3,5 kg wiegen. Zum Messen der abgelaufenen Drahtlänge dient ein Zählwerk, welches zwischen Drahtspindel und Leitrolle, über welche der Draht ins Wasser läuft, eingeschaltet ist (Abb. 378). Je grösser die Wassertiefe ist, um so schwerer muss der Lothkörper sein, damit er die Lothleine möglichst senkrecht ziehen kann, denn durch die Fahrt des Schiffes wird das Loth vom Wasserwiderstande aus der Senkrechten abgelenkt, so dass die auf diese Weise ermittelte Wassertiefe der Wirklichkeit nicht entspricht. Das gewonnene Maass wird um so ungenauer sein, je mehr

Leine abgelaufen ist und je mehr dieselbe durch Fahrgeschwindigkeit oder Wasserströmung aus der Senkrechten abgelenkt wurde. Viele Erfindungen bezwecken diesem Uebelstande abzuhelfen. Die Anwendung des Stahldrahtes hat ihn wohl abgeschwächt, aber nicht beseitigt. Eine genaue Messung ist erst dann möglich, wenn das Maass der abgelaufenen Lothleine von der Messung ausgeschlossen und die mit der Tiefe wachsende Wirkung des Wasserdrucks mittelst des Lothkörpers gemessen und dadurch die Wassertiefe bestimmt wird.

Thomsons Patentloth entspricht diesem Grundsatz. Es besteht aus einer oben geschlossenen Glasröhre, deren Innenwand mit einem Ueberzug von rothem chromsaurem Silberoxyd versehen ist, der durch das Wasser entfärbt wird. Die Röhre steckt in einer messingenen Schutzhülse, die mit einem 10—20 kg schweren Gewicht belastet ist (Abb. 378).

Je tiefer die Röhre in das Wasser einsinkt, um so mehr wird die Luft in ihr verdichtet und der farbige Ueberzug der Röhre vom aufsteigenden Wasser entfärbt. Das entfärbte Stück wird gemessen und die entsprechende Wassertiefe in einer Tabelle abgelesen. Dieser Apparat arbeitet bis zu 200 m Wassertiefe, die schon fast über das Interesse des Seemanns hinausgeht, recht gut, darüber hinaus nimmt seine Zuverlässigkeit ab, weil die Druckunterschiede zu klein werden. Er hat aber den Nachtheil, dass die Glasröhre für jede

Lothung einen neuen Farbeüberzug erhalten muss.

Diesem Uebelstande soll durch das in unseren Abbildungen 379—381 dargestellte Loth von Cooper und Wigzell (nach *Engineering*) abgeholfen werden. In der Röhre (Abb. 381) ist ein Kolben verschiebbar, der durch eine silberne Spiralfeder gehalten wird. Auf demselben steht ein Stab mit Zahnung an einer Seite, auf welchem sich ein gefederter Schieber mit Zeigerknopf *A* (Abb. 380) leicht nach unten schieben lässt, nach oben jedoch nur dann, wenn man auf den Zeigerknopf drückt. Dieser bewegt sich in einem Schlitz, zu dessen beiden Seiten Gradeintheilungen angebracht sind. Die linke entspricht einer Wassertiefe bis zu 20 Faden (1 Faden = 1,829 m), die rechte einer solchen bis zu 100 Faden. Durch Drehung der Daumenschraube *D* am unteren Ende der Röhre lässt sich die Gebrauchsweise, ob an der linken oder rechten Scala gemessen werden soll,

einstellen. Beim Gebrauch wird der Stempel in der Röhre vom Wasserdruck gehoben, wobei sich die Zahnstange durch die Zeigerhülse hindurch nach oben schiebt, um so weiter, je mehr der Wasserdruck mit der Tiefe zunimmt. Wird das Loth heraufgewunden, so sinkt der Stempel und mit ihr die Zahnstange herab, auf welcher der Zeiger die Stellung behält, die er bei der grössten Wassertiefe erlangte, die nun an der Scala sofort abgelesen werden kann. Stellt man nun den Zeiger wieder auf Null, so ist das Loth zum neuen Wurf gebrauchsfertig. Der Apparat ist von einer Schutzhülse umgeben (Abb. 379), um welche eine Leine geschlungen ist, in deren obere Oese *E* die Lothleine, in deren untere Oese *F* das Senkgewicht eingehakt wird, wie es aus der Abbildung 378 ersichtlich ist. r. [6506]

Die Regeneration bei den Plattwürmern.

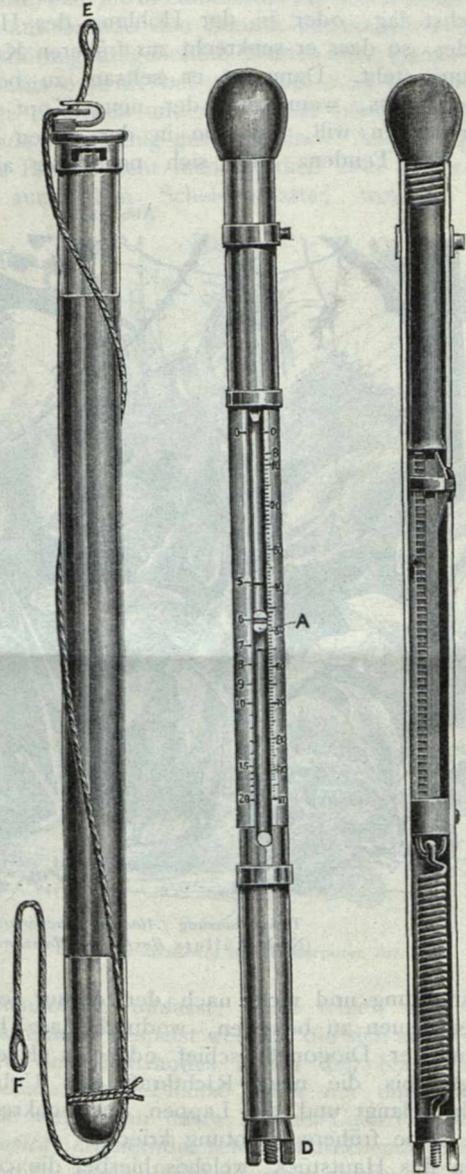
Eine wiederholt bestätigte Erfahrung lehrt, dass die Neuergänzung verstümmelter Körper bei Thieren und Pflanzen um so anstandsloser, vollständiger und schneller vor sich geht, je tiefer das betreffende Wesen in der Stufenleiter des Lebens steht, weil die Elementar-Organen des Körpers um so weniger stark gesondert sind, der Körper vielmehr gleichmässiger, aus ähnlicheren Elementen aufgebaut ist. Dieses Verhalten wird lebendig illustriert durch die neuen Versuche über die Regeneration der Plattwürmer, welche T. H. Morgan in Roux' *Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen* jüngst mitgetheilt hat. Die älteren Versuche von Shaw, Draparnauld, Dalyell, Johnson, Dugès u. A. wurden dadurch aufs glücklichste ergänzt und vervollständigt.

Morgan hatte eine der bei uns häufigsten Arten, den gefleckten Plattwurm (*Planaria maculata*), ein höchstens 20 mm langes und 1 1/2 mm breites Thier, zu seinen Versuchen gewählt, die er damit begann, dass er ein solches kleines Thier durch 5 Querschnitte in 6 Stücke zerlegte, die sich sämmtlich wieder, d. h. das Kopfstück, Schwanzstück und die Mittelstücke, jedes zu einem vollkommenen Plattwurm ergänzten, wobei sich (mit Ausnahme des Kopfstücks) stets das Schlundstück bereits im alten Gewebe bildete. In allen Fällen entstand am vorderen Rande jedes Segments der Kopf und am hinteren der Schwanz. Da der Kopf der Neubildung stets dieselbe Grösse wie der alte erlangte, so geht daraus hervor, dass, vom zweiten angefangen, jedes Stück so viel vordern Körperstoff neu gebildet hatte, als vor ihm vor der Quertheilung vorhanden war.

Wurde der Wurm, statt in 6, in 12 gleiche Querstücke zerlegt, so ging das erste vor den Augenpunkten abgeschnittene Querstück ein, wenn auch manchmal erst nach 14 Tagen, aber die andern elf entwickelten sich wieder zu ganzen

Thieren. Auch ein halbes Kopfstück that dies, wenn es nur ein Auge enthielt, obwohl dieses Stück manchmal kleiner war als das vor den Augen weggeschnittene Stück, welches sich nicht regenerirte. Auch halbe Querstücke aus den hinteren Theilen wuchsen weiter und erzeugten

Abb. 379—381.



Das Patentloth von Cooper und Wigzell.

manchmal einen neuen Kopf in der Querrichtung, wobei immer der Schlund im alten Gewebe, Kopf und Nerven im neuen entstanden. Natürlich gab es eine Grenze für die Kleinheit der Gewebstücke, über welche hinaus eine Neuergänzung zum vollständigen Thier nicht mehr eintrat.

Die Form der Ausschnitte bleibt nicht ohne

Einfluss. Wenn man anstatt eines zweiseitigen Querstückes auf der einen Seite einen Lappen herauschneidet, so krümmt er sich halbmondförmig, wobei die Schnittfläche die Hohlseite bildet. Diese Halbmonde können sich auf zweierlei Weise ergänzen: entweder bildet sich der Kopf an dem einen Ende des Halbmondes, und zwar an demjenigen, das früher dem Kopfe zunächst lag, oder in der Höhlung des Halbmondes, so dass er senkrecht zur früheren Kopf- richtung steht. Dann ist es seltsam zu beobachten, dass, wenn nun der neue Kopf das Thier lenken will, dasselbe in der ersten Zeit noch die Tendenz hat, sich nach der alten

merkwürdigsten Missgeburten erzielen, ähnlich wie dies Loeb, Bickford und Driesch bei Tubularien erreichten. Immer aber entstand der Schlund als nöthigstes Organ im alten Gewebe, Kopf und Augen im neuen. [6493]

Laufende Brunnen im Gewächreich.

VON CARUS STERNE.

Mit drei Abbildungen.

In einem früheren Aufsatz dieses Blattes (Nr. 448 u. 449, S. 504 ff.) war von Bäumen und Holzgewächsen die Rede, welche nach dem Volksglauben einen Regen ergiessen sollten, der sich aber als Ausspritzung von Blattläusen und Cikaden herausgestellt hat. Es wurde dabei kurz erwähnt, dass es auch Pflanzen giebt, welche freiwillig aus ihren Blattspitzen tropfbar-flüssiges Wasser ausscheiden, und von solchen Gewächsen, die wie ein kleiner Röhrenbrunnen tröpfeln, ja sogar unter Umständen wie ein Springbrunnen spritzen, will ich heute erzählen. Die Wasserausscheidung an unverletzten Blattspitzen und Blattzähnen in einzelnen Tröpfchen ist eine sehr gewöhnliche Erscheinung im Gewächreiche, die wir besonders häufig an Balsaminen, Fuchsien, Kapuzinerkressen, Weinreben, Kohl- und Weidenarten beobachten können, namentlich wenn die Erde warm und die Luft mit Feuchtigkeit gesättigt ist, so dass die Pflanzen ihr überschüssiges Wasser nicht schnell genug verdunsten können und daher in tropfbar-flüssiger Gestalt ausscheiden müssen. Man beobachtet daher solche oft mit Thau verwechselte Ausscheidungen am häufigsten in den Tropengegenden, wo die Atmosphäre an besonders vielen Tagen dampfbeladen ist, und bei uns in Warmhäusern.

Goethe studirte diese Tropfenbildungen bereits aufmerksam an mehreren Zimmer- und Gewächshauspflanzen, besonders an seinem Liebling, dem durch seine wunderbare Reproduktionskraft berühmten Sprossblatt (*Bryophyllum calycinum*), welches man mit Recht die Goethepflanze genannt hat. Er deutete die Erscheinung auch vollkommen richtig, als er 1820 schrieb: „Begießt man jüngere oder ältere Pflanzen (von *Bryophyllum*) stark, Licht und Wärme sind aber nicht mächtig genug, um proportionirte Verdunstung zu bewirken, so dringen aus dem Rande der Stengel-

Abb. 382.



Taro-Pflanzung (*Alocasia macrorrhiza*).
(Nach Müllers Buch der Pflanzenwelt.)

Längsrichtung und nicht nach der darauf senkrechten neuen zu bewegen, wodurch das Thier sich in der Diagonale schief oder im Kreise bewegt, bis die neue Richtkraft das Uebergewicht erlangt und der Lappen nun senkrecht gegen seine frühere Richtung kriecht.

Da das Hautstück, welches hierbei die convexe Fläche des Halbmondes bildet, nicht wächst und sprosst, so entsteht eine kurze und dicke *Planaria* ohne Schwanz und ohne Schlund. Dagegen bilden sich die Köpfe und Nerven vollständig aus, und manchmal entstehen Missgeburten mit zwei Köpfen auf der Hohlseite des Halbmondes, deren Bewegungen dann oft recht widersinnig sind. Jeder Kopf bekommt dann zwei Augen und einen Nervenknotten (Gehirn). So liessen sich auch aus Längsschnitten die

blätter zarte, kleine Tropfen hervor und zwar nicht etwa aus den Kerben, aus denen sich künftig ein junges Auge entwickelt, sondern aus Erhöhungen zwischen denselben. Bei jungen Pflanzen verschwinden sie nach eingetretener Sonnenwärme, bei älteren gerinnen sie zu einem gummiartigen Wesen.“

Auch zahlreiche Pilze bedecken sich mit kristallklaren Wassertropfchen, die wie Thau glitzern, so z. B. *Pilobolus crystallinus*, verschiedene *Polyporus*-Arten und der Hausschwamm (*Merulius lacrymans*), der danach den Beinamen des „Thränenden“ erhielt. Dieses Wasser wird theils im Zellgewebe bis zum Blattrande geleitet und dabei vielfach, zuletzt noch an der Austrittsstelle, durch die dünnen Zell- und Oberflächenhäute filtrirt; in anderen Fällen sammelt es sich vor dem Austritt in Zwischenzellhöhlungen (Intercellularräumen) und erzwingt sich dann den Austritt durch feine Risse der Oberhaut, wenn der innere Blutungsdruck stark genug wird. Bei zahlreichen anderen Pflanzen, namentlich der Aroideen-Familie, ist aber eine vollkommene Röhrenleitung (Drainage) vorhanden, die das überschüssige Wasser zur Blattspitze oder zu den Blattzähnen führt und dort (bei den Aroideen) durch zwei bis drei schon dem unbewaffneten Auge erkennbare Oeffnungen (Poren oder Emissorien) hervortreten lässt. Dieselben tröpfeln oft sehr reichlich.

Am frühesten wurden diese Erscheinungen bei den Taro- (*Colocasia*-) Arten beobachtet, die in einem grossen Theile Ostindiens, auf Ceylon, den Sunda-Inseln, Molukken und Südsee-Inseln als Nahrungspflanzen auf feuchtem, sumpfigem Grunde angebaut werden und in ihren grossen, die Kartoffeln weit an Umfang übertreffenden Wurzelknollen ein reichliches Mehl erzeugen, welches man durch Zerreiben der Wurzel, Auspressen, Waschen und nachheriges Trocknen gewinnt und, ganz wie die Farinha der Brasilianer aus der Maniokpflanze (*Manihot utilisima*), zu allerlei Speisen und Gebäcken verwendet. Ausserdem kocht man die im rohen Zustande scharf schmeckenden Blätter zu einem dem Spinat ähnlichen Gemüse. Es sind mehrere einander ziemlich nahe stehende *Alocasia*- und *Colocasia*-Arten, die in dieser Weise in den Tropen der ganzen Welt und noch etwas über dieselben hinaus, in den wärmeren Theilen der gemässigten Zone, angepflanzt und benutzt werden, namentlich die aus Ceylon stammende grosswurzlige Taropflanze (*Alocasia macrorhiza*, Abb. 382), die einen bis 5 m hohen Stamm bildet und ein Schattendickicht aus 0,60 m langen Riesenblättern erzeugt, ferner die auch in der Neuen Welt stark angebaute Calopflanze (*Colocasia antiquorum*), und die auf Ceylon Baro- oder Bara-, auf Java Talassa-Pflanze genannte *Colocasia esculenta*. Sie sind mit geringen Unterschieden in der Blüthe

und im Wuchse einander in der allgemeinen Tracht sehr ähnlich, und wir begnügen uns deshalb mit der genaueren Beschreibung der letztgenannten Art.

Die Baropflanze Ceylons (*Colocasia esculenta*, Abb. 383) ist eine auf feuchtem Boden üppig gedeihende Pflanze, deren Scheinstamm (Sympodium) bis 1,80 m Höhe erreicht, deren hellgrüne, dem am Grunde den Stamm umfassenden Stiele schildförmig aufgeheftete Blätter eine Länge von 0,40 bis 0,50 m bei 0,20 bis 0,25 m grösster Breite erreichen und im Umriss pfeilförmig, am Grunde herzförmig gestaltet sind. An der Spitze jedes Blattes sieht man deutlich zwei Poren (a), die auch dem Scheidenblatte, welches den



Abb. 383.

Colocasia esculenta mit Wasserporen (a).

Blüthenkolben umfasst, nicht fehlen und von Kanälräumen gespeist werden, die sich auf beiden Seiten des Blattrandes neben den Randnerven hinziehen. Jede Pflanze liefert nur eine einzige grosse weisse, an unsre Zimmer-Calla (*Richardia aethiopica*) erinnernde, sehr wohlriechende Blüthe, eigentlich einen Blütenstand, dessen Kolben oben mit gelben Staubfäden bedeckt ist, während unten die Fruchtknoten stehen, die sich zu länglichen, saftigen, rothen Beeren entwickeln. Wie bei andern Aroideen erwärmt sich der Blütenstand durch lebhafte Oxydation des Kolbenzellinhaltes beim Aufblühen beträchtlich, so dass seine Temperatur sich wohl auf zehn und mehr Grade über die Luftwärme erhöht und die Blüthenhülle sich deutlich warm anfühlt. Man glaubt, dass diese „Wärmstübchen“ ein nächtliches An-

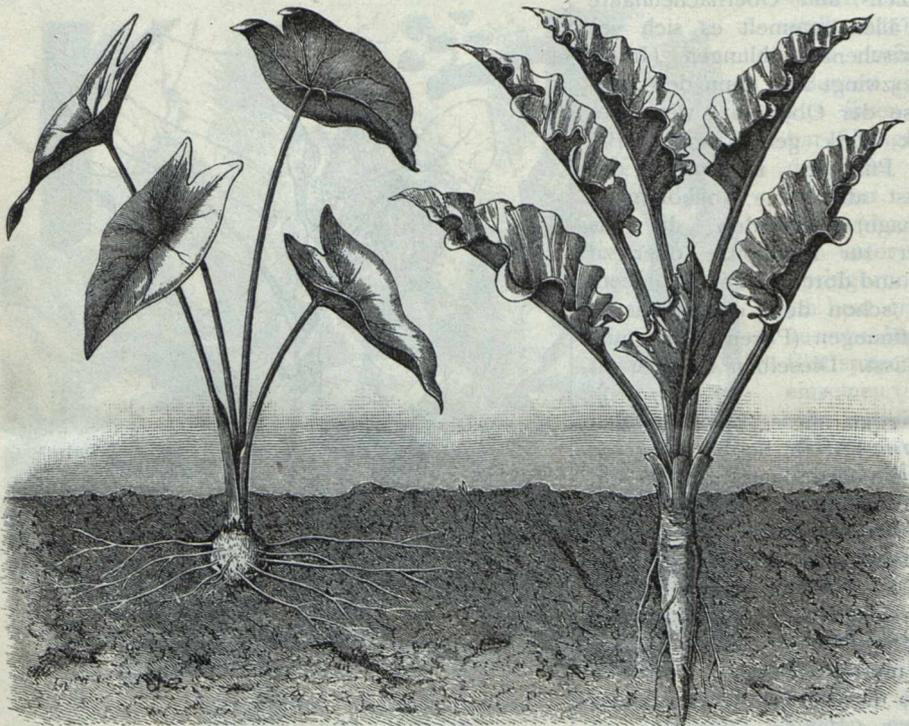
lockungsmittel für Schnecken und Fliegen seien, die, vom Dufte benachrichtigt, diese geheizten „Nachtconditoreien“ aufsuchen und die Narben mit Blumenstaub versehen, den sie von andern Blüten mitbringen.

Den Wasserausfluss der Blätter schilderte Abraham Munting, Professor der Botanik in Groningen, schon in einem 1672 erschienenen Werke mit der Bemerkung, dass er das Wasser aus diesen Aroideenblättern wie eine Fontaine habe herauspringen sehen. Spätere Beobachter wollten an der Genauigkeit dieser Angabe zweifeln, und Duchartre fand (1859) nur, dass

denn wenn man dasselbe in die hohle Hand nimmt und wie das Euter einer Kuh streicht, so spritzt das Wasser eine Zeit lang (nach Henry Chastrey) im zusammenhängenden Strahle heraus, weshalb die Bewohner Ceylons unser Gewächs auch die „Kuhpflanze“ nennen.

Wir ersehen aus alledem, dass das Wasser in den Gewächsen mit einem gewissen Drucke emporsteigt und in den Zellräumen eine Schwellung (Turgor) erzeugt, die bei Gewächsen, welche keine besonderen Ausführungsgänge (Emissorien) besitzen, bis zur Sprengung der Oberhaut führen kann. Die Wasserbewegung in den Pflanzen

Abb. 384.



Centrifugale und centripetale Ableitung des Wassers: 1. bei *Caladium*, 2. bei einer Rhabarberpflanze.
(Nach Kerners *Pflanzenleben*.)

das Blatt von *Colocasia antiquorum* in der Minute 25 bis 60 Tropfen von der Blattspitze abtröpfeln liess, so dass sich über Nacht in einem daruntergestellten Gefässe 22,6 g ansammelten. Dagegen berichtete Musset in den Schriften der Pariser Akademie (Bd. 61, 1865), dass er bei *Colocasia esculenta* unter einer Blattspitze in der Minute 85 Tropfen aufgefangen habe, so dass eine Pflanze mit 12 bis 15 Blättern ganz wohl ein viertel Liter Flüssigkeit ergiessen mag. Musset beobachtete auch wieder, dass das Wasser zu Zeiten aus den Ausführungsgängen in einem feinen Strahl $3\frac{3}{4}$ Zoll weit fortgeschleudert wurde. Der stärkste innere Druck scheint sich in dem noch zusammengerollten Endblatte vorzufinden,

ist eine sehr zusammengesetzte und noch keineswegs klar dargelegte physikalische Erscheinung. Schon im Anfang des vorigen Jahrhunderts wurden darüber Versuche angestellt, und Hales fand an einem Weinstock, dass die Kraft, mit welcher der Saft der Rebe aufsteigt, dem Drucke einer Quecksilbersäule von 38 Zoll (107 cm) Höhe das Gleichgewicht hielt. Der Wurzel- oder besser Blutdruck der Pflanzen, der das Wasser bis in die Wipfel der höchsten Bäume treibt, muss noch bedeutend grösser sein, aber wahrscheinlich ist die Ursache des Saft-

steigens eine zusammengesetzte, und während schon unten in den Wurzelzellen ein Druck vorwalten muss, der das aufgenommene Wasser nach oben treibt, werden in allen Achsenhöhen weitertreibende und saugende Kräfte dazu kommen, so dass die gesammte mechanische Leistung der Wasserhebung sich auf zahllose Einzelzellen vertheilt. Die Theorie des reinen „Wurzeldruckes“ ist auch längst aufgegeben, und wenn Duchartre an der Basis des Blattes von *Colocasia antiquorum* einen Einschnitt anbrachte, der den Zusammenhang des in das Blatt aufsteigenden Stromes an dieser Stelle unterbrach, weil dort beständig Wasser ausfloss, so traten doch an den Poren der Blattspitze weitere Tropfen hervor, die nur

von einer im Blatte selbst ausgeschiedenen Wassermenge herrühren konnten. Dass die Blätter beständig grössere Wassermengen beherbergen, geht ja aus dem oben beschriebenen Versuch des „Melkens“ am zusammengerollten Endblatt hervor.

Noch dunkler als das Problem, wie die Pflanzen das Wasser so hoch heben, z. B. manche Lianen, die einen reichen Wasserstrom in ihren dünnen Stämmen mehrere hundert Fuss hoch befördern, ist die Frage, wozu überhaupt manche Pflanzen überflüssiges Wasser, welches sie gleich wieder ausgiessen, heben, wie die hier besprochenen Aroideen. Gräbt man, sagt Kerner, bei den im freien Lande cultivirten *Colocasia*- und *Caladium*-Arten nach, so findet man regelmässig die Spitzen der von dem knolligen Wurzelstocke in horizontaler Richtung auslaufenden Seitenwurzeln unter den wasserabführenden Spitzen der schräg nach aussen geneigten grossen Blattflächen in die Erde gebettet (Abb. 384, 1), während bei solchen Pflanzen, die das Regenwasser centripetal durch die rinnigen Blattstiele gegen den Stengel und nach der Wurzel leiten, wie die Rhabarberpflanze (Abb. 384, 2), die Seitenwurzeln sich nicht weit von der Hauptwurzel entfernen. Man könnte danach glauben, es sei auf einen einfachen Kreislauf des Wassers bei *Colocasia* abgesehen, der dasselbe nur durch fortdauernde Aufpumpung verhindern soll, in tiefere Bodenschichten zu sinken. Aber diese Erklärung kann nicht die richtige sein, denn die *Colocasien* verlangen einen immer feuchten Boden.

Eine andere Erklärung der mit Lauporen versehenen Pflanzen nimmt an, dass es sich um eine fortwährende Ausspülung des Pflanzengewebes, um Befreiung von darin sich ansammelnden Kalk- und anderen Mineraltheilen handeln möge. Das Gewebe vieler Aroideen ist ganz mit langen, feinen Nadeln von Kalkoxalat erfüllt, die den Blättern einen peinigend stechenden Geschmack, wie schärfster Pfeffer, ertheilen, weil sie sich in die Zunge einbohren und als Schutzmittel gegen das Gefressenwerden der Blätter, namentlich Schnecken gegenüber, dienen sollen. In der That enthält das Rinnwasser der mit Emissorien versehenen Aroideen und anderer Pflanzen vorzugsweise nur Kalktheile, nicht aber Gummi und Zucker, wie die in den Blatt- und Blüthendrüsen ausgeschiedene Flüssigkeit, und keine Verdauungsstoffe, wie das in den Kannen der Destillirpflanzen sich ansammelnde Wasser. Unger fand bei Untersuchungen des Wassers der Zimmer-Calla (*Richardia aethiopica*), bei *Colocasia antiquorum*, beim Mais und kretischen Kohl 0,0007 bis 0,001 Procent feste Stoffe in demselben, namentlich kohlen-sauren Kalk, und aus solchen über den Wasserspalten der Blatzzähne verdunstenden Wasserausscheidungen entstehen die zierlichen Schüppchen aus kohlen-saurem Kalk,

welche den Blattrand mancher Steinbrecharten zieren (siehe die Abbildung von *Saxifraga aizoon* im *Prometheus* Nr. 477, S. 130). Auch die schneeweisse „gummiartige“ Materie, welche Goethe aus dem ausgeschiedenen Wassertröpfchen des Sprossblattes entstehen sah, ist wohl nichts Anderes als Calciumcarbonat. Im rinnenden Wasser der *Colocasia*-Arten fanden die Chemiker ausser Calciumcarbonat, Chlorkalium und Chlor-natrium noch eine bittere scharfe Substanz, die reizend auf die Schleimhäute wirkte. Jedenfalls kann es sich in allen diesen aufgelösten Stoffen nur um Auswurfstoffe handeln, welche die Pflanze nicht weiter gebraucht. [6451]

RUNDSCHAU.

Nachdruck verboten.

Durch den Vortragsabend, welchen die Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft kürzlich vor einem geladenen Publicum veranstaltet hat, ist die Aufmerksamkeit aufs neue auf eine der interessantesten Erfindungen der Neuzeit gelenkt worden, auf die elektrolytische Glühlampe von Nernst. Manche Unklarheit, welche bisher über diesen Gegenstand herrschte, ist beseitigt und einer grossen Anzahl von Personen ist Gelegenheit gegeben worden, die vielbesprochene neue Lichtquelle in den verschiedensten Stärken und Ausführungsformen kennen zu lernen.

Die bei dieser Gelegenheit gehaltenen Vorträge des Erfinders sowie Derer, welche bemüht sind, die neue Errungenschaft allgemein zugänglich zu machen, sind von einem grossen Theile der Tagespresse fast wörtlich wiedergegeben worden. Unsere wöchentlich erscheinende Zeitschrift, deren Herstellung weit längere Zeit in Anspruch nimmt als die einer Tageszeitung, würde daher einem grossen Theile ihrer Leser nur Bekanntes bringen, wenn auch sie den Gegenstand mit den eigenen Worten des Erfinders besprechen wollte. Aber zum Glücke für uns sind wissenschaftliche Themata unerschöpflich selbst für ihre geistigen Urheber, und der Zuschauer eines Experiments kann auch Dem noch Etwas erzählen, dem kurz zuvor schon der Experimentator selbst Bericht abgestattet hat.

So z. B. scheint mir trotz der neuesten Veröffentlichungen noch immer eine gewisse Unklarheit über das eigentliche Princip der Nernstlampe zu herrschen. Aus der Bezeichnung der zum Glühen gebrachten Substanz (deren chemische Natur als „Magnesia oder ein analoger Körper“ defnirt wird) als „Leiter zweiter Classe“ glauben manche Leute den Schluss ziehen zu dürfen, dass es sich hier um einen Körper handelt, der die elektrische Energie ganz ebenso wie die bisher zu elektrischen Lampen ausschliesslich benutzte Kohle, jedoch weniger gut leitet, gerade so wie man sowohl mit Droschken erster, wie mit solchen zweiter Classe fahren kann, nur mit den letzteren etwas weniger bequem und rasch als mit den ersteren. Wenn wir einer solchen Auffassung huldigen, so ist es uns schlechterdings unverständlich, mit welchem Rechte man in der Erfindung der Nernstlampe die Einführung eines neuen Principes erkennen will. Man wird auch kaum begreifen können, zu welchem Zweck eine derartige Classeneintheilung erforderlich ist, da es doch schon unter den Leitern erster Classe ganz erhebliche Differenzen in der Leitfähigkeit giebt, wie Jedermann weiss, der einmal darüber nachge-

dacht hat, wie sehr viel dünner kupferne Telephondrähte sind, als eiserne.

In Wirklichkeit existirt ein Unterschied nicht in dem Grade, sondern in der Art und Weise der Leitung des Stromes in Leitern erster und zweiter Classe. Zu den Leitern erster Classe gehören alle Metalle und einige wenige andre Körper, darunter der Kohlenstoff. Sie leiten den Strom unter allen Umständen und setzen demselben um so geringeren Widerstand entgegen, je kälter sie sind. Wie die Stromleitung in ihnen zu Stande kommt, darüber sind die Begriffe noch recht unklar. Mit Sicherheit wissen wir nur, dass die Substanz des Leiters durch den Strom in keiner Weise verändert wird, sowie dass diese Leiter den Strom um so weniger festzuhalten vermögen, je höher seine Spannung ist. Sehr hoch gespannte Wechselströme von hoher Frequenz, wie sie z. B. Tesla für seine Versuche erzeugt, lassen sich überhaupt nicht mehr durch einen Leiter fortpflanzen, sondern durchfluthen den ganzen Raum, in welchem sie erzeugt werden.

Mit den Leitern zweiter Classe verhält sich die Sache ganz anders. In ihnen verrichtet der Strom eine wirkliche chemische Arbeit, indem er die Materie des Leiters selbst angreift und verändert. Magnesia, wie sie von Nernst für seine ersten Versuche verwendet wurde, ist ein solcher Leiter zweiter Classe. Sie wird von dem Strom, den wir in sie hineinschicken, zerspalten in metallisches Magnesium und freien Sauerstoff, gerade so wie Wasser, welches wir der Einwirkung des Stromes unterwerfen, in Wasserstoff und Sauerstoff zerspalten wird. Und hier wie dort entwickeln sich die beiden Bestandtheile der Substanz an den beiden entgegengesetzten Polen. Die Erklärung, weshalb das so ist, liefert uns die bekannte Ionentheorie. Wenn an einem Pol der durch Wasserzersetzung entstandene Wasserstoff entweicht, so weiss der übrig bleibende Sauerstoff gewissermassen im ersten Moment nicht, was er anfangen soll. Dann aber stürzt er sich auf ein noch intactes Wassermolekül und entreisst demselben seinen Wasserstoff, wobei wieder ein Sauerstoffion rathlos zurückbleibt. So geht das fort, bis endlich das letzte Wassermolekül, nämlich das an der andren Elektrode befindliche, zerrissen wird, wobei dann dem letzten übrig bleibenden Sauerstoff nur noch die Möglichkeit gegeben ist, als solcher zu entweichen.

Ganz genau ebenso haben wir uns den Vorgang in der elektrolytisch glühenden Magnesia vorzustellen. Ein Molekül derselben wird zerrissen in Sauerstoff, welcher entweicht, und Magnesium. Dieses verbrennt zu Magnesia auf Kosten des Sauerstoffs eines benachbarten Magnesia-theilchens. Das jetzt frei gewordene Magnesium macht es ebenso, und so geht das Spiel fort, bis endlich das allerletzte Magnesiumtheilchen mit dem Sauerstoff der Luft wieder zu Magnesia verbrennt. Hier also haben wir fortwährende Energieverwandlung: der elektrische Strom wird in chemische Arbeit umgesetzt, diese in Wärme und diese wieder in Licht, wenn durch die fortwährende Wärmezeugung die Temperatur eine genügend hohe geworden ist.

Fassen wir Vorstehendes zusammen, so können wir sagen, dass in den Leitern erster Classe der Strom direct bei der Ueberwindung des Widerstandes der Materie in Wärme umgesetzt wird, bei den Leitern zweiter Classe wird noch die Umsetzung in chemische Arbeit zwischengeschaltet. Das aber ist ungemein wichtig für das Verständniss des eigenthümlichen Verhaltens der Leiter zweiter Classe.

Jeder chemische Process verlangt eine bestimmte Anfangstemperatur. Denn er kann nur eintreten, wenn

die Dissociationsspannung in den Molekülen der reagirenden Körper eine bestimmte Grösse erreicht hat. Diese Spannung aber wächst mit der Temperatur. Daher kann auch der Strom den Leiter zweiter Classe erst durchdringen, wenn die Dissociationsspannung seiner Moleküle so gross geworden ist, dass der Strom mit seiner chemischen Arbeit beginnen kann. Das aber ist auch der Grund, weshalb man die Nernstsche elektrische Lampe mit einem Streichhölzchen entzünden muss, ehe sie brennen kann. In der Nernstlampe haben wir eben ein wirkliches Brennen von metallischem Magnesium (oder dem Metall, welches den analogen, in den jetzt hergestellten Nernstlampen benutzten Oxyden zu Grunde liegt), und der ganze Unterschied von einer Magnesiumlampe alter Construction ist der, dass der elektrische Strom benutzt wird, um aus dem Verbrennungsproduct das brennbare Metall in demselben Maasse wieder zu erzeugen, in dem es bei der Verbrennung verbraucht wurde.

Nernst selbst hat seine Lampe mit dem Auersehen Gasglühlicht verglichen. Auch das bedarf der Erklärung. Vergleichbar ist bloss der Effect, nicht der Vorgang bei beiden Beleuchtungsmitteln. Beim Gasglühlicht wird nicht aus den angewandten Oxyden fortwährend das Metall abgeschieden und aufs neue verbrannt. Der Erdenstrumpf eines Gasglühlichtes ist an den chemischen Vorgängen in demselben nur zum allergeringsten Theil betheiligt. Seine Rolle besteht darin, die bei der Verbrennung des Gases erzeugte Wärme zu sammeln und auf sich aufzuspeichern, und zwar in solcher Menge, dass dadurch seine eigene Masse in Weissgluth geräth und Licht ausstrahlt. Könnten wir einem solchen Glühstrumpf auf andre Weise reichliche Mengen von Wärme zuführen, als durch die Verbrennung von Gas, so könnten wir von ihm auch im luftleeren Raum die Erzeugung von Licht erwarten. Die Nernstlampe aber bedarf, obgleich sie von Hause aus aus einem nicht-brennbaren Körper besteht, des Luftsauerstoffs zur Lichterzeugung. Denn wenn sie denselben nicht vorfände, so würde sich bald an dem einen Pol so viel elektrolytisch abgeschiedenes Metall ansammeln, dass dasselbe durchschmelzen und abtropfen würde. Dann hätte alles Leuchten ein Ende. Geben wir ihr aber stets einen reichlichen Ueberschuss an Sauerstoff, so giebt sie uns denselben ganz gewissenhaft wieder zurück. So kommt es, dass diese paradoxeste aller Lampen, die aus einem unverbrennlichen Körper besteht und doch mit einem Streichholz angezündet werden muss, zwar des Luftsauerstoffs bedarf, und doch keinen Sauerstoff verbraucht.

Im Effect aber sind Nernstlampe und Gasglühlicht vergleichbar. Denn in der Nernstlampe ist das brennende Metall die Wärmequelle, das bei der Verbrennung entstandene und in Weissgluth gerathene Oxyd der Lichtspender. In beiden Beleuchtungsmitteln entnehmen wir also das Licht der Weissgluth des Oxydes oder, was dasselbe ist, der Erde. Und daher ist auch die Wirkung beider Lichtquellen auf unser Auge sehr ähnlich. Hier wie dort handelt es sich um ein ungemein weisses, an rothen und gelben Strahlen armes Licht.

Man hat das Nernstlicht mit dem Tageslicht verglichen. Das entspricht einer uralten Gewohnheit der Menschen, jede Verbesserung in unsren Beleuchtungsmitteln als eine Annäherung an das geliebte, aber unerreichbare Sonnenlicht zu bezeichnen. Als man anfangs Lampen mit Mineralöl statt des früher ausschliesslich üblichen trübe brennenden Rüböls zu speisen, da nannte man das neue Oel Solaröl. Als die ersten Intensivgaslampen eingeführt wurden, da hiessen sie Sonnenbrenner.

Als das Gasglühlicht aufkam, da hiess es, es sei von Tageslicht nicht zu unterscheiden. Jetzt ist das Nernstlicht das „Licht des Tages“. Der vorurtheillose Beobachter aber wird, bei aller Anerkennung des ausserordentlichen Fortschrittes, den wir wieder in der Befriedigung unsres unersättlichen Lichtungers gemacht haben, sich dennoch versucht fühlen, in passender Umgestaltung eines bekannten schönen Verses zu erklären:
 „Ach, zu der Sonne Strahlen wird so bald
 Kein irdisch Leuchten sich gesellen!“

WITT. [6515]

* * *

Das Hämatin, der eisenhaltige Farbstoff des Blutes, zeigt nach den in *Comptes rendus* mitgetheilten Bestimmungen von P. Careneuve und P. Breteau einen je nach der Thiergattung verschiedenen Bestand; auf eine wesentliche Verschiedenheit zu schliessen berechtigt nach der Meinung der genannten Forscher der Mengenunterschied im Stickstoff- und Eisengehalte, der für Pferd- und Schafblut-Hämatin gefunden wurde. Am Hämatin sind nach ihren Angaben folgende Elemente betheiligt: bei Blut vom

	Ochsen	Pferd	Schaf
Kohlenstoff . . .	64,68	64,37	64,24
Wasserstoff . . .	5,33	5,38	5,32
Stickstoff . . .	9,02	10,11	9,41
Eisen . . .	8,81	9,38	10,65
Sauerstoff . . .	12,16	10,76	10,38
	100,00	100,00	100,00

O. L. [6482]

* * *

Schupmanns Medial-Fernrohr.*) Bei der immer weiter schreitenden Construction von Riesenfernrohren (Refractoren) wird es immer schwieriger, den Hauptbestandtheil, das Objectiv des Fernrohrs, wegen der grossen Dimensionen völlig fehlerfrei herzustellen. Insbesondere ist die Achromatisirung, d. h. die Vermeidung gefärbter und undeutlicher Bilder (hervorgerufen durch Farbenzerstreuung), bei den grossen Objectiven nur schwierig zu erreichen. Man bewirkt die Achromatisirung durch Zusammensetzung des Objectivs aus einer Crown-glas- und einer Flintglaslinse, da die Farbenzerstreuungen dieser Linsen gleich und einander entgegengesetzt wirkend verwendet werden können; oder man setzt hinter ein einfaches Crown-glas-Objectiv eine Doppellinse aus Crown- und Flintglas (dialytisches Fernrohr). Eine neue, von Professor Schupmann (*Die Medial-Fernrohre*, Leipzig 1899) vorgeschlagene Construction sucht die Achromatisirung auf directem Wege zu bewirken. Ersetzt man nämlich die achromatische Zwischenlinse des dialytischen Fernrohrs durch eine blosse Flintglaslinse von genügender Brennweite und stellt dahinter einen Hohlspiegel auf, so dass die Strahlen von diesem zurückgeworfen werden und noch einmal die Flintglaslinse passiren, so entsteht ebenfalls ein achromatisches Bild des betrachteten Gegenstandes; letzteres wird durch einen weiteren Spiegel (oder Prisma) sichtbar gemacht. Wegen der Reflexionen an den Spiegeln und der Brechungen in den Linsen erleidet bei dem „Medial-Fernrohr“ die Lichtstärke eine Einbusse, die aber unabhängig von der Grösse des Objectivs sein soll. Ein Refractor von $4\frac{1}{2}$ Zoll Oeffnung soll in Bezug auf Bildhelligkeit dem Medial-Fernrohr 15 Procent über-

*) Vgl. die „Bücherschau“ in *Prometheus* Nr. 491, S. 367.

legen sein, schon bei einem 11 zölligen Fernrohr fände aber Gleichheit in dieser Hinsicht statt, und bei einem 36 zölligen Refractor soll ein gleich grosses Medial dem letzteren um 30 Procent überlegen sein. Das Schupmannsche Medial-Fernrohr ist bisher in kleineren Dimensionen praktisch ausgeführt und soll die theoretischen Erwägungen durchaus bestätigen. * * *

Schlafgräser. In der russischen Steppe und im südlichen Nordamerika wachsen einige Grasarten, deren Genuss auf die Thiere eine narkotische Wirkung ausübt. Die Gräser gehören der weitverbreiteten Gattung *Stipa* an, zu der auch das in Tunis, Algerien und Spanien gezogene, zur Papierfabrikation und zu Flechtarbeiten benutzte Espartogras oder Halfa (*Stipa tenacissima*), das Pfriemgras, das haarförmige Pfriemgras (*Stipa capillata*) und das wegen seiner langen Grannen als Hutschmuck oder in Makartsträussen verwendete Federgras (*Stipa pennata*) gehören. Gillespie hat, wie die *Wiener Medizinischen Blätter* mittheilen, im *New York Medical Journal* die Wirkung dieser narkotischen Gräser besprochen. In einigen Südstaaten der nord-amerikanischen Union, besonders in New Mexico und Texas, ist die schädliche Wirkung der *Stipa viridula* auf Pferde und Rinder häufig beobachtet worden. Die Hirten treiben die Herden über die hoch gelegenen Prairien und finden am Morgen die Thiere oft in einem Zustande, der ein Weitertreiben unmöglich macht. So stehen die Pferde mit gesenktem Kopfe und Schwänze, zittern am ganzen Körper und sind über und über mit Schweiss bedeckt. Die Athmungsbewegungen sind unregelmässig und beschleunigt, die Herzthätigkeit ist gesteigert und das Thier unfähig, sich zu bewegen. Nach einigen Tagen sind die starken Merkmale der Erkrankung vorüber, doch bleibt das Allgemeinbefinden noch einige Zeit gedrückt. Auf Schafe scheint der Genuss der *Stipa* keinen Einfluss auszuüben. Gillespie hat versucht, den wirksamen Giftstoff aus den Gräsern zu ziehen. Am besten ist ihm dies in einer wässrigen Mischung von Salz- und Essigsäure gelungen, jedoch musste vor weiterer Benutzung der saure Grasextract wieder entsäuert werden, wobei ein Theil des wirksamen Stoffes verloren ging. Thierversuche, die Gillespie — drei an Fröschen und einen an einem Kaninchen — anstellte, scheinen die narkotische und lähmende Wirkung des in der *Stipa* enthaltenen Giftstoffes zu bestätigen. Die Thiere wurden nach der Einimpfung der Flüssigkeit von grosser Angst und Hallucinationen befallen. [6495]

* * *

Bodenbewegung bei Erdbeben. Nach einer, wie es scheint, bis jetzt wenig beachteten Angabe in dem officiellen Bericht der englischen Commission zur Vermessung der afghanisch-persischen Grenze verkürzte sich bei dem grossen Erdbeben vom 20. December 1892 die Bahnlinie von Chaman nach Quetta in Belutschistan um etwa einen Meter. Diese Verkürzung steht im Zusammenhang mit einer Erdbebenspalte, welche dicht am Ausgang des grossen Tunnels dieser Linie beginnt und sich in gerader Linie 120 Miles weit über die Khwaja-Amran-Bergkette hinüber erstreckt. Sie ist nach dem Bericht der Afghanen nicht erst bei dem letzten Erdbeben entstanden, sondern schon bei früheren, hat sich aber seit Menschengedenken erheblich erweitert und vertieft, auch im Jahre 1892. Heute gleicht sie einem Eisenbahndurchstich und dient den

Afghanen als bequeme Strasse, besonders da sie in Folge ihrer tieferen Lage besser mit Quellen versehen ist als die Umgegend. [6479]

* * *

Ein ehemaliger Bahr-el-Ghazal-See. In Afrika herrschen, mit Ausnahme des gefalteten Atlas-Gebirgs-systemes, Stufenlandschaften vor, deren gehobene Ränder zu Wallgebirgen erodirt sind. Beim Verlassen einer Gebirgsterrasse ist der schiffbare Lauf der afrikanischen Ströme von Katarakten unterbrochen. Hinter den Katarakten dehnt sich auf der Terrasse ein weitverzweigtes, wasserreiches, zu Sumpf- und Bifurcationsbildungen geneigtes Flusssystem aus. Im *Bulletin de la Société de Géographie de Lyon* werden die Verhältnisse der Wasserscheide zwischen dem Stromgebiet des Nils und dem des Congos, insonderheit zwischen den Becken des Bahr-el-Arab und des Mbomu, erörtert, und es wird darauf hingewiesen, dass in der Bahr-el-Ghazal-Provinz des Sudans früher ein ausgedehnter See vorhanden gewesen sei. Der Abfall der Wasserscheide nach dem Nil ist felsig und fast unfruchtbar, die oberflächliche Humusschicht ist dort ohne Bedeutung. Die Bäche führen nur periodisch Wasser, und die Wassermenge von Flüssen, wie Bibi, Sopo, Bisi, schwankt zwischen fast gänzlicher Leere und einer Fülle von oft mehr als 2000 cbm in der Minute. Weiter nach Norden haben überhaupt nur noch die stärksten Wasseradern ein eigentliches Flussbett. Die besonders in den Sommermonaten Juli bis September sehr zahlreichen Bäche und Rinnsale irren ohne festes Bett durch die Ebene, wie auf der Suche nach einem günstigen Gefälle. Im Dinka-Lande, wo man sich mehr und mehr der Mitte des Bahr-el-Arab-Beckens nähert, bildet die Ebene während der Regenzeit ein ungeheures Sumpfland, das sich während der trockenen Monate in eine dürre Gegend ohne einen Tropfen Trinkwasser verwandelt. In Folge dessen ist das Land zur Höhe der nassen und zu der der trockenen Jahresperiode für Reisende unpassierbar, während die einheimischen Viehherden dadurch zu einem periodischen Hin- und Herwandern gezwungen sind. Dieses ganze Gebiet, einschliesslich der vom Sopo, Dulon, Radjia, Boru, Bisi und Kuru durchflossenen Ebenen, bestand einst aus einer ausgedehnten Landseedeppression, die stets mit Wasser bedeckt war. Durch die jahrhundertelange Thätigkeit des abfliessenden Wassers wurde das Ausflussthör in den Felsenschranken am Nil nach und nach tiefer gegraben, und damit sank das Wasser langsam im oberen Becken. Zugleich schwebten die Regengüsse die organischen Rückstände unaufhörlich nach dessen Mitte und liessen das höher gelegene Gelände nackt, dürr und wild zurück. [6498]

* * *

Das fast vollständige Skelett eines paarhörnigen Nashorns wurde kürzlich mit andern Säugethierresten in den Asphaltbergwerken von Pyrimont (Savoyen) gefunden. Von dieser im Miocän Nordamerikas stärker vertretenen Gruppe von Rhinoceroten mit zwei neben einander stehenden Nasenhörnern, für die Marsh die Gattung *Diceratherium* errichtet hatte, war bisher in Europa nur eine Art, das im Pariser Museum aufbewahrte und von Duvernoy beschriebene *Rhinoceros pleuroceros* von Gannat, bekannt. Die neu gefundene Art ist aber verschieden, viel grösser und mit mehr nach vorn stehenden

Hörnern versehen. Das Skelett ist in die paläontologische Sammlung der Universität Lyon gekommen. [6489]

BÜCHERSCHAU.

Die Paulinysche Relief-Darstellung in topographischen Karten.*

Im Jahre 1895 erschien in *Streffleur's Österreichischer Militärischer Zeitschrift* und als Separat-Abdruck daraus bei Wilhelm Braumüller in Wien eine Abhandlung unter dem Titel: *Mémoire über eine neue Situationspläne- und Landkarten-Darstellungsmethode* von J. J. Pauliny, in welcher der genannte technische Vorstand im k. k. Militär-geographischen Institute eine Methode auseinandersetzt, die hypsométrische Terrainzeichnung ohne Schummerung, Schraffirung und Lavirung dadurch zu erreichen, dass man die Horizontalcurven des betreffenden Planes als von der Seite beleuchtet, nach einer bestimmten Regel, bald hell, bald dunkel zeichnet, je nach der Configuration der Bodengestalt. Die Horizontalcurven (oder, wohl besser ausgedrückt, ein nach ihnen hergestelltes Stufenrelief) werden von einem Lichtstrahle von Westen her, bei einer Abweichung von der senkrechten Beleuchtung um 45°, getroffen. Die beleuchteten Theile der Curven werden mit weisser Tusche, eventuell mit heller Farbe, die im Schatten befindlichen Partien mit schwarzer Tusche, eventuell mit dunkler Farbe, auf grauem Papier gezeichnet. Die Uebergänge vermitteln gestrichelte, bzw. punktirte Curvenstücke, welche dementsprechend weniger hell oder dunkel erscheinen. „Wenn das Bild, welches durch die beleuchteten Höhengurven erzielt wird,“ sagt Pauliny auf S. 5 seiner Abhandlung, „für besondere Zwecke ungenügend wäre, was kaum der Fall sein dürfte, dann kann nach dieser Methode auch die Schraffirung, Schummerung oder Lavirung angewendet werden.“ Dieser letztere Fall kommt hier zunächst nicht in Betracht, in so fern es sich um die „neue Paulinysche Methode“ handelt. Diese aber besteht in der Erzeugung einer Relief-Wirkung durch helle und dunklere Färbung der Horizontalcurven eines topographischen Planes.

Welchen Werth Pauliny selbst dieser Methode beilegt, geht aus S. 23 seiner Abhandlung hervor, wo er sich folgendermaassen ausdrückt: „Die neueren und neuesten kartographischen Erzeugnisse des Eidgenössischen Topographischen Bureaus in Bern gehören offenbar zu den vortheilhaftesten und schönsten Leistungen der Gegenwart im Kartenfache; es sind dies förmlich landschaftliche Aquarellimitationen, deren Darstellung des Terrains mit Aequidistanzen und Lavirung in chromolithographischem Drucke excellent ausgeführt ist. — Denken wir uns aber so ein Kartenblatt auf dem silbergrauen Zeichenpapiere mit Isohypsen nach der Licht- und Schatten-Scala ge-

*) Pauliny, J. J., techn. Vorstand d. R. des k. k. militärgeograph. Institutes. *Karte von Schneeberg, Raxalpe und Semmering*. Nach seiner Kartendarstellungs-Methode entworfen und gezeichnet. Maassstab 1:37 500. 4 Blatt à 34,5×38,5 cm in Umschlag. Wien, Wilhelm Braumüller. 4 farbige Ausgabe: Preis 4,25 M.; 8 farbige Ausgabe: Preis 8,50 M.

— „— *Mémoire über eine neue Situationspläne- und Landkarten-Darstellungsmethode*. (Separat-Abdruck aus „Streffleur's Österr. Militärische Zeitschrift“.) gr. 8°. (24 S.) Ebenda in Comm. Preis 0,50 M.

zeichnet und die Anlagen zwischen den Isohypsen mit weisser oder hellfarbiger und schwarzer oder dunkelfarbiger Tusche lavirt, so erschiene dem geistigen Auge ein Bild der Erdoberfläche nicht nur von beispielloser Schönheit, sondern auch von exacter mathematischer Richtigkeit, ja, man könnte dann sagen, ein durchaus vollkommenes, nichts mehr zu wünschen lassendes kartographisches Resultat. — Ein solches wirklich tadelloses Werk würde ohne Zweifel alle kartographischen Kräfte zur eifrigsten Nachahmung anregen und herausfordern, und es dürften danach alle Culturstaaten allmählich und nur in ihrem eigenen Interesse diese neueste Methode zu erwerben geneigt sein.“

Nach vorstehenden Aeusserungen des „Erfinders“ selbst durfte man mit Recht auf eine nach seiner Methode ausgeführte Kartendarstellung gespannt sein, und als nun vor einiger Zeit die erste von ihm selbst ausgeführte Karte von *Schneeberg, Raxalpe und Semmering*, nach seiner Kartendarstellungsmethode entworfen und gezeichnet von J. J. Pauliny, Maassstab 1:37500, bei Wilhelm Braumüller in Wien im Buchhandel erschien, liess auch ich mir dieselbe kommen. Meine hochgespannten Erwartungen erlitten aber eine vollständige Enttäuschung. Vorgenannte Karte ist in zwei Ausgaben erschienen, die eine in vierfarbigem, die andere in achtfarbigem Drucke. Letztere soll naturgemäss die vollkommene sein, und in der That, an einzelnen Felspartien und scharf markirten Terrainformen ist eine gute Plastik erzielt, aber nur an diesen. Das Gesamtbild des Terrains, welches bei den Schweizer Reliefkarten grossartig schön mit greifbarer Plastik der Gebirge und Thäler hervortritt, ist in der Paulinyschen Karte aufgelöst in ein wirres Durcheinander von verschiedenen Farben, hellen und dunklen Linien, Flächenstücken und Punkten. Das Hauptflussthal tritt als solches gar nicht hervor. Der Hauptfluss selbst ist nicht, wie die kleineren Wasserläufe, blau gedruckt, sondern weiss ausgeführt — geradezu ein Schlag ins Gesicht — und tritt mit den gleichfalls weiss gehaltenen Strassen als hoch gelegenes Netzwerk hervor. Von der prächtigen Luftperspective der Schweizer Reliefkarten gar keine Spur. Dazu die unzähligen weissen Punkte und Pünktchen, denn jeder Pfad und Steg ist mit weissen Punkten garnirt, das völlige Zurücktreten der Hauptbahn, die man geradezu suchen muss, während eine Secundärbahn sofort mächtig in die Augen springt, die als Kartenschrift undeutliche und unschöne Rundschrift u. s. w. veranlassten mich, diese achtfarbige Ausgabe der Karte nicht in unsere Kartensammlung aufzunehmen und nur die vierfarbige Ausgabe zu behalten als Beispiel der Paulinyschen Darstellungsmethode. So weit war ich mit meinem Urtheile, als ich vor kurzem von der Redaction des *Prometheus* die Aufforderung erhielt, über die Paulinysche Methode und die Karten meine Ansicht zu äussern. Beigelegt war ein Schreiben des Verlegers der genannten Karten, in welchem es von diesen heisst: „das erste Product dieser neuen, von allen Fachleuten und Laien als grossartig und bahnbrechend anerkannten Methode, die berufen sein dürfte, auf kartographischem Gebiet eine vollständige Umwälzung hervorzubringen.“ Da unter allen Fachleuten und Laien auch meine Wenigkeit inbegriffen sein müsste, so ist vorstehende Behauptung offenbar nicht ganz zutreffend, aber auch mehrere hiesige Kartographen, denen ich die Paulinyschen Karten vorlegte, stimmten in ihrem Urtheile über dieselben mit dem meinigen so vollständig überein, dass ich keinen Anstand nehme, dasselbe ungeschwächt hier auszusprechen. In den letzten

Jahrzehnten ist zur nicht geringen Freude aller Kartographen das Interesse an guten Landes- und Touristen-Karten ein immer regeres geworden. Die grösseren Vereine, die Alpenclubs voran, lassen auf eigene Kosten Kartenwerke drucken, und das grosse Publicum beginnt den Werth und die Bedeutung guter Landeskarten mehr und mehr zu begreifen. Was soll nun ein Laie denken, wenn er auf der einen Seite solche Anpreisungen vom „Erfinder“ und seinem Verleger zu lesen bekommt und dann die Karten selbst sieht! Viele werden unwillig ihr Interesse an der Kartographie überhaupt verlieren. Deshalb erscheint eine offene Aussprache nothwendig. Zugleich möchte ich mir erlauben, noch einige Worte über Reliefkarten hinzuzufügen. Die Darstellung des Terrain-Reliefs in Karten durch Schraffen, Abtönung, Curven etc. hat den Zweck, die körperlichen Formen der Bodengestaltung dem Auge annähernd so bildlich darzustellen, wie es dieselben in einer wirklichen Reliefdarstellung im Grossen, bezw. in der Natur selbst aus passender Entfernung körperlich erblicken würde. Zur bildlichen Darstellung der gesammten Situation, d. h. der Wege, Eisenbahnen, Flussläufe, Gewässer, Ortschaften, Grenzen etc., muss also noch die weitere Zeichnung des Terrains in der Karte hinzukommen, ohne die volle Klarheit und Deutlichkeit der ersteren zu beeinträchtigen. Diese Forderung ist sehr schwer in ausreichendem Maasse zu erfüllen. Will man nur eine orographische Karte haben, in welcher also nur die Gebirgsformationen zur Darstellung und zur Geltung kommen sollen, so dürfen naturgemäss diese auf Kosten der Situationsdarstellung dominiren. Aber nach einer solchen Karte kann man nicht reisen, und Niemandem wird es in den Sinn kommen, eine rein orographische Karte als Touristenkarte benutzen zu wollen. Sehr vielfach aber hat man reine Situationskarten als solche verwerthet. Die Reliefdarstellung ist somit in der Touristenkarte nur eine Zugabe und Ergänzung zur Situationsdarstellung, eine zwar werthvolle und nützliche, die aber niemals auf Kosten jener zu sehr dominiren darf. Betrachtet man unter diesem Gesichtspunkte die Paulinyschen Karten, so empfindet man sofort, dass die Reliefdarstellung durch die Curven hier die Hauptsache ist, gegen welche alles Andere zurücktritt. Daher die starken, breiten Höhenlinien, welche dreimal so breit sind als sonst gebräuchlich und nothwendig ist. In den steilen Partien, wo dieselben nahe zusammenrücken, wird durch sie auf solche Weise eine wirksame Plastik erzielt; je weniger steil aber das Terrain abfällt und je mehr daher die Curven von einander abstehen, um so schwächer wird die Wirkung, denn um die gleiche Wirkung zu erzielen, müssten die Curvenlinien an Breite entsprechend der geringeren Neigung immer mehr zunehmen. Tritt nun in dem weniger coupirten Terrain eine reichhaltigere Situationszeichnung hinzu, weil naturgemäss hier die Bebauung und Bearbeitung des Terrains nach allen Richtungen zunimmt, so ist die schwache Reliefwirkung der verschieden beleuchteten Curven bald ganz durch sie zerstört und es entsteht ein geradezu beunruhigendes wirres Durcheinander von Linien, Punkten und Farben, wie solches die Paulinyschen Karten an vielen Stellen zeigen.

Wie man eine solche Kartendarstellung, in welcher noch dazu die Flussläufe und Strassen, die an den tiefsten und daher von dem Beschauer am meisten entfernten Terraintheilen liegen, allen Begriffen von Luftperspective zuwider weiss hervorspringen, den Reliefkarten der Schweiz nicht nur als ebenbürtig zur Seite, sondern gar als Vorbild hinstellen will, bleibt unverständlich. Die letzte schweizerische Landesaussstellung fand im Jahre 1896

in Genf statt. In einem grossen Saale hatte das Eidgenössische Topographische Bureau an einer Wand mehrere der von Kümmerli in Bern in Chromolithographie hergestellten Reliefkarten ausgestellt, unter andern das Albula-Gebiet, das Ober-Engadin und das Blatt Evolena-Zermatt-Monte Rosa, das erste mehr grünlich-gelb, das zweite bläulich-grün und das dritte zwischen beiden in der Farbe der Abtönung, welche letztere von allen dreien auch für sich allein auf besonderen Blättern dargestellt war. Das Monte Rosa-Blatt machte in Farben und Relief wohl den vollkommensten Eindruck, aber alle drei Blätter sind prachtvoll, wahre Kunstwerke mit lichten durchsichtigen Schattenpartien ohne crasse Helligkeitsunterschiede und derart vollkommen in der Abtönung, dass hierdurch die plastische Reliefwirkung in keiner Weise beeinträchtigt wird, im Gegentheil, die Plastik tritt bei ihnen mit der ruhigen Farbenharmonie besser hervor, als bei andern Reliefkarten, welche viel stärkere Helligkeitsunterschiede zeigen. Dies trat zugleich sehr augenfällig hervor bei der Betrachtung der Reliefkarten des Cantons Glarus, die Professor Becker im anstossenden Saale ausgestellt hatte, und zwar 6 Nummern in chronologischer Reihenfolge ihrer Entstehung. Die ersten in den Schatten sehr dunklen Darstellungen lassen das Relief weit weniger gut erkennen als die letzteren, bei denen auch die Farbenharmonie besser getroffen ist. Das Blatt Nr. 5 machte mit seinen goldig-violetten Tönen den Eindruck der Abendbeleuchtung bei untergehender Sonne und stand in wunderbarem Gegensatz zu Nr. 6, welches in einfarbiger Abtönung gehalten war. Dies letzte Blatt zeigte den gewaltigen Fortschritt der Reliefabtönung gegenüber den ersten Blättern; es machte einen kartographisch gediegenen, künstlerischen Eindruck, während Nr. 5 wie ein Effectstück wirkte, welches bei längerer Betrachtung immer mehr an innerem Werthe verliert. Das grelle, auf den ersten Blick bestechende reiche Farbencolorit einer Karte bedingt, wie hier deutlich vor Augen trat, weder die Wirkung des Reliefs noch überhaupt den Werth einer Karte, und das gilt in vollem Maasse auch von der mehrfarbigen Ausgabe Paulinys. Wenn man sich auf vorgenannter Ausstellung in dem Hauptverbindungsgang zwischen den beiden eben besprochenen Kartenwerken aufstellte, so konnte man von einer und derselben Stelle dieselben gleichzeitig und zwar aus einer Entfernung von 4—6 m betrachten. Die Wirkung, welche sich bei wiederholter Betrachtung immer mehr steigerte, war die, dass die Reliefkarten des Eidgenössischen Topographischen Bureaus in ihrer ruhigen und gleichmässigen Farbenharmonie und wundervollen Plastik immer mehr gewannen gegenüber den erstmaligen Farbenwirkungen in den Karten des Cantons Glarus, von denen Nr. 5 mit seiner Alpenglüh-Beleuchtung nur noch den Wunsch erregte, die Sonne würde besser nun untergehen.

Es liesse sich hier über die schweizerische Kartographie, welche in vielfacher Hinsicht ein unerreichtes Vorbild ist, zumal in Hinsicht auf Relief-Abtönung und wirkliche Reliefs, noch Vieles anführen. Das Gesagte mag genügen, um darzuthun, dass es, um dieselbe zu erreichen, geschweige denn zu übertreffen, nicht ausreicht, „neue Methoden“ aufzustellen, als unerreicht in „Gesetz-mässigkeit“ etc. hinzustellen, um dann nach der Muster-Schablone die „vollkommensten“ Reliefkarten anfertigen zu können. Wenn es hierzu ausreichte, die Curven nach bestimmten Regeln hell oder dunkel, gestrichelt oder punktiert zu zeichnen, dann allerdings bräuchten die Schweizer Kartographen weder Topographie und Geologie

etc. zu treiben, noch Farbenlehre, Luftperspective etc. sowie den künstlerischen und reproductionstechnischen Theil der Kartographie zu studiren. Auch Stich und Druck der Karte spielen eine grosse Rolle. Die Schärfe des Kupferstiches bleibt klar und deutlich auch in den Schattenpartien, was bei der mehr flächenartig wirkenden Zeichnung auf dem Steine, bezw. dem Umdrucke auf denselben lange nicht im gleichen Maasse der Fall ist. Das feinere Korn der Roulette-Abtönung in Kupfer wirkt anders als das gröbere auf dem Steine u. s. w. Was aber für den praktischen Gebrauch der Reliefkarten am wichtigsten ist: Jeder, der sich nach einer solchen Karte im Terrain orientiren will, sei es für touristische, militärische, topographische oder ähnliche Zwecke, d. h. also, wer die Karte im Terrain wirklich gebrauchen will, wird die Reliefabtönung so hell und durchsichtig wie nur immer möglich wünschen, wenn er nicht sogar schliesslich der Curvenkarte ohne Abtönung für sich den Vorzug einräumt. Diese Erfahrung gilt ganz allgemein, auch von den prächtigen Reliefkarten der Schweiz. Ein Hervortreten des Reliefs ist in erster Linie für Schulwandkarten zur anschaulichen Erklärung der Gebirgsformationen geeignet, in zweiter Linie, aber weit schwächer bereits, für militärtopographische Karten zur Erleichterung des Ueberblicks über das Terrain in Hinsicht auf seine Manövrierfähigkeit, in dritter endlich für Touristenkarten, aber nur so weit, als die Klarheit von Situation- und Curven-Zeichnung durch die Abtönung nicht beeinträchtigt wird. Auch eine ganz leichte Abtönung veranschaulicht dem Laien weit besser die Terraininformation als die Curvenlinien allein und giebt der Karte mehr Ruhe. Nach dieser Richtung wird die weitere Vervollkommnung der Reliefkarten anzustreben sein durch künstlerische Vollendung.

[6508]

Braunschweig, 27. April 1899.

Prof. Dr. C. KOPPE.

POST.

An den Herausgeber des Prometheus.

Zu dem Capitel „Intelligenz der Ameisen“ erlaube ich mir ebenfalls durch Mittheilung einer vor mehreren Jahren gemachten Beobachtung beizutragen: Meine Rosenstöcke wurden eifrig von den grossen Blattschneiderameisen, hier „bachacos“ genannt, besucht und ihrer Blätter beraubt. Um sie abzuhalten, zog ich einen 30—40 cm breiten Graben um das Beet und leitete Wasser hinein. Es dauerte indessen nicht lange, so waren sie wieder da, und es zeigte sich, dass die Thiere einen niedrigen blühenden Baum, der nahe dem Graben stand, erklettert hatten und seine unseren Holunderblüthen ähnlichen Blüthen abschnitten und in das Wasser warfen. Durch die grosse Menge der herabgeworfenen Blüthen bildete sich in kurzer Zeit eine zusammenhängende, breite Brücke, auf welcher die Ameisen das Wasser überschritten. Ich war aber grausam genug, den Thieren den Lohn ihrer Betriebsamkeit nicht zu gönnen; ich erbat mir die Erlaubniss zum Eintritt ins Nachbargrundstück, von wo sie kamen, und vergiftete den ganzen Stock mit Quecksilberchlorid, welches hier in ungläublichen Mengen zu diesem Zweck verbraucht wird.

[6521]

Hochachtungsvoll

Ciudad-Bolívar (Venezuela),

W. Kühn.

den 10. April 1899.