



**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.
Dörnbergstrasse 7.

N^o 305.

Alle Rechte vorbehalten.

Jahrg. VI. 45. 1895.

Das amerikanische Bewässerungswesen in seiner historischen Entwicklung.

Von M. KLITTE-Frankfurt a. d. Oder.

Erst vor kurzem durcheilte die Kunde von dem furchtbaren Dammbbruch bei Épinal alle Zeitungen und lenkte die Aufmerksamkeit des Publikums wieder einmal auf jene Wasserbauwerke, deren jedes bei seiner Vollendung gewöhnlich für einen Triumph menschlicher Schaffungskraft erklärt wird, und denen man in solchen Momenten befriedigten Stolzes nur allzu sehr geneigt ist eine wenn nicht unbegrenzte, so doch recht lange Dauer zu prophezeien. Und doch treten immer wieder Fälle ein, in denen auch die nach menschlicher Berechnung widerstandsfähigsten Dämme dem ungeheuren Drucke der zurückgehaltenen Wassermassen nachgeben und der Inhalt der Becken sich verderbenbringend und zerstörend über die Stätten menschlicher Thätigkeit ergießt, um sie als eine von Geröll, Schlamm, Trümmern und Leichen starrende Einöde zu hinterlassen. Wenige Stunden genügen so, die Arbeit von Jahren zu vernichten.

Allein selbst dann, wenn nicht gerade derartige Unglücksfälle unsere Augen mit zwingender Gewalt auf diese Bauwerke richten, vermögen sie unser Interesse in hohem Grade zu erregen.

Dürfen wir uns doch nur daran erinnern, dass die ersten Anfänge menschlicher Gesittung sich, soweit wenigstens unsere historische Kenntniss reicht, in Ländern entwickelten, deren gesammte Cultur von der künstlichen Bewässerung des Bodens abhängig war und mit ihr stieg und sank. Es bedarf keiner langen Ausführungen, um darzuthun, dass mit diesen Ländern Mesopotamien und Aegypten gemeint sind. Vor allem das erstere ist in Folge des Verfalles des mit so grossem Geschick angelegten Kanalnetzes der Babylonier heute fast wieder in den Zustand der Oede und Barbarei versunken, und es werden gewiss noch lange Zeiträume vergehen, ehe auch hier wieder an den Stätten ehemaliger reger Thätigkeit mit Hilfe ausgehnter Bewässerungsanlagen neues Leben erblüht. Aegypten ist zwar auf dem Wege, sich in langsamer Entwicklung der Kanalanlagen wieder zu einer Kornkammer für die umliegenden Länder emporzuarbeiten; es verdankt aber diesen vorläufig nur geringen Aufschwung nicht der Initiative seiner Bewohner, sondern der thatkräftigen Verwaltung Englands, das hier in so fern zwei Fliegen mit einer Klappe schlägt, als es neben der militärischen Sicherung des Suezkanals gleichzeitig dort eine grosse Zahl seiner Landeskinder in fetten Beamtenstellen unterbringt und ausserdem durch Hebung der ägyptischen

tischen Finanzen in seine eigene Tasche arbeitet, indem die Zinsen der Staatsschuld jetzt regelmässiger als früher gedeckt werden.

Doch nicht nach jenen alten Culturstätten wollen wir unsere Leser führen, sondern in die Neue Welt, auf einen Schauplatz, auf dem eins der unternehmungslustigsten und thatkräftigsten Völker, das je die Weltgeschichte gekannt hat, im Begriffe ist, auch einen grossen Theil der dürrn Striche seines riesigen Besitzthums dem Ackerbau mit Hülfe künstlicher Bewässerung dienstbar zu machen.

Die Vereinigten Staaten haben sich unter Aufwendung ganz bedeutender Mittel in ihrem Geological Survey eine Behörde geschaffen, welche den Vergleich mit keiner der europäischen geologischen Landesanstalten zu scheuen braucht, und deren überaus reich ausgestattete Veröffentlichungen uns alljährlich von dem Fortschreiten der geologischen Erforschung Nordamerikas Kunde geben. In allerneuester Zeit hat diese Behörde ihre Aufmerksamkeit auch dem Bewässerungswesen der sogenannten Arid Region westlich vom 100. Meridian zugewendet, und sie ist seit 1888 bestrebt, die wissenschaftlichen Grundlagen für eine erschöpfende Behandlung dieser so höchst wichtigen Frage zu schaffen, indem sie das Gebiet vor allem in meteorologischer Beziehung gründlich zu erforschen sucht, um im Anschluss an eine genaue topographisch-hydrographische Kartirung desselben feststellen zu können, welche Flüsse genug Wasser zur Unterhaltung des Ackerbaues auf geeigneten Ländereien in ihrer Nähe abgeben können und an welchen Oertlichkeiten sich etwa nutzbringende Sammelbecken mit den relativ geringsten Kosten anlegen lassen würden.

Doch wollen wir uns an dieser Stelle nicht mit der Zukunft der künstlichen Bewässerung in den Vereinigten Staaten beschäftigen, verweisen in dieser Hinsicht vielmehr auf eine frühere Arbeit (*Zeitschrift f. prakt. Geologie*, 1895, Maiheft u. folg.). Lassen wir dagegen unter enger Anlehnung an eine Arbeit, welche H. M. WILSON vor kurzem veröffentlicht hat*), die Entwicklung des amerikanischen Wasserbauwesens an uns vorüberziehen.

Wie schon erwähnt, liegen diejenigen Theile der Vereinigten Staaten, in denen nicht genug Regen fällt, um den Ackerbau auch in weniger günstigen Jahren vor unerträglichen Verlusten zu bewahren, westlich vom 100. Meridian. Die Arid Region bedeckt in ihrer Gesamtumschließung von diesem an bis hinüber zum Cascaden- und Küstengebirge eine Fläche von $3\frac{1}{2}$ Millionen Quadratmeter und würde also

Deutschland ungefähr sieben Mal in sich aufnehmen können. Auch bei noch so ausgedehnter Bewässerung werden sich aber besten Falls vielleicht 20% davon cultiviren lassen, denn es liegt auf der Hand, dass dies vor allem von der Menge des verfügbaren Wassers abhängig ist. Alles Wasser auf Erden befindet sich bekanntlich in einem ewigen Kreislaufe, und es kann daher der Regen mit Recht als die vornehmste Quelle sowohl der natürlichen als auch der künstlichen Bewässerung angesehen werden. Wenn aber, wie in jenen Gegenden, die Menge des jährlichen Regenfalles verhältnissmässig gering ist, und wenn sie sich noch dazu in sehr ungünstiger Weise über die dem Ackerbau förderlichen Jahreszeiten vertheilt, so ist es selbstverständlich, dass man sich nach anderen Bezugsquellen umsehen muss. Als solche treten uns zunächst die Bäche, Flüsse und Ströme entgegen. In der Arid Region sind sie, weil fast ausnahmslos dem Gebirge entspringend, gewöhnlich wenigstens für einen Theil des Jahres wasserreich; aber nicht immer fällt dieser Zeitpunkt mit dem des grössten Wasserbedarfs der Landwirthschaft zusammen; ausserdem treten an ihnen allen gefährliche und bisweilen überraschend plötzliche Hochfluthen auf, und endlich versiegen nicht wenige von ihnen für einen beträchtlichen Theil des Jahres gänzlich. Will man sich also ihres Wasserreichthums während der Hochfluthen versichern, so muss man einen Theil desselben in mächtigen Sammelbecken oder Reservoirs aufspeichern. Eine weitere und in den allermeisten Gegenden vorhandene Vorrathsmenge bietet ferner das Grundwasser, obwohl es selten in solcher Mächtigkeit auftritt, dass sich damit ausgedehntere Flächen bewässern lassen, Die Menge desselben und sein Stand wechseln je nach der Beschaffenheit des Untergrundes, doch tritt es z. B. auf den grossen Ebenen östlich von den Felsengebirgen so stark auf, dass sich im Volk dort die allerdings falsche Meinung von einem *underflow* (Grundwasserstrom) gebildet hat, und dass man auf die künftige Ausnutzung desselben trotz mancher Misserfolge immer noch Hoffnungen zu setzen geneigt ist. Die Bewegung des Grundwassers wird wenig durch die Schwerkraft, in hohem Grade dagegen durch die Capillarität des Bodens beeinflusst. Gerade in Folge der letzteren kann sie jedoch nur langsam vor sich gehen. Das Grundwasser wird entweder mittelst einfacher Pumpbrunnen nutzbar gemacht, oder dadurch, dass man in der Nähe von grösseren Flussläufen oder auch in Hügellehnen Tunnels anlegt, in denen es sich sammelt und von wo aus es dann zu Bewässerungszwecken weitergeleitet werden kann. Wir werden später bei der Schilderung des sogenannten Subsurface-Wassers auf die technischen Einzelheiten derartiger An-

*) *American Irrigation Engineering*. XIIIth Annual Report of the U. S. Geological Survey 1891/92, Part III, p. 101—349.

lagen noch näher eingehen, möchten aber hier schon bemerken, dass in ihnen eine Menge Geld ohne nennenswerthen Nutzen angelegt worden ist und dass die Fehlschläge derartiger Unternehmungen in dieser Beziehung keine aussichtsreiche Perspektive eröffnen. Wenn in einer Gegend längere Zeit künstliche Bewässerung stattgefunden hat, so sättigt sich der Boden nach und nach mit Feuchtigkeit, was ebenso selbstverständlich ein Steigen des Grundwasserspiegels zur Folge hat. Wo nun die Bodengestaltung dem natürlichen Abfluss des Wassers günstig ist, da hat dies weiter keine schädlichen Folgen; fehlt dagegen die natürliche Drainage, so wird der Boden saurer, es blühen Alkalien aus und es kann sogar zu Sumpfbildungen kommen, wie man dies z. B. im San Luis-Thale in Colorado beobachtet hat. In solchen Fällen muss für Abfluss mittelst künstlicher Drainage gesorgt werden. Immerhin wird aber das Abfangen des Grundwassers unter wasserlosen Strömen mittelst wasserdichter Querdämme in ihren Betten oder in Hügellehnen für die Zukunft in manchen Gegenden aussichtsreich erscheinen. Im allgemeinen liefern Pumpbrunnen meistens nur genügendes Wasser für den Hausgebrauch, zum Tränken des Viehes auf Rinderfarmen und zur Bewässerung kleinerer Ackerflächen. Etwas Aehnliches gilt von den artesischen Brunnen. Sie geben gewöhnlich einen mässigen Ertrag, finden sich zwar zahlreich in Dakota, Texas und Südcalfornien, aber nicht in einer Gegend in solcher Menge, dass man mit ihrer Hilfe grössere Strecken bewässern könnte. Auch in ihnen hat man nutzlos grosse Summen angelegt. Von nicht dem geringsten nachhaltigen Erfolge sind endlich die Versuche, künstlich Regen zu erzeugen, begleitet gewesen.

Wo immer es sich daher um die ausreichende Bewässerung ganzer Gegenden handelt, da wird man stets seine Zuflucht zum Wasser der Ströme oder zur Aufspeicherung ihrer Hochfluthen, sowie der Platzregen nehmen müssen.

Will man jedoch die Bewässerungsanlagen, wie Kanäle und Reservoirs, nicht rein auf das Gerathewohl hin ausführen, so muss man sich eine genügende Kenntniss der zur Verfügung stehenden Wassermengen zu verschaffen suchen. Dieselben sind abhängig von der Regenmenge, dem Ablauf derselben zu den Strömen und der Verdunstung in diesen letzteren sowie in Kanälen und Reservoirs. Als weitere wichtige Momente müssen alsdann noch die Auffüllung dieser beiden durch die vom Wasser mitgeführten Sinkstoffe, sowie die Ausscheidung von Alkalien auf den bewässerten Flächen ins Auge gefasst werden. In den Kanälen und Reservoirs treten noch Verluste durch Versickerung hinzu. Bei der vor allem auf praktische und möglichst schnelle Erfolge gerichteten Denkweise der

Amerikaner hat man ehemals diesen Momenten im Ganzen wenig Bedeutung beigelegt und erst in den letzten zehn Jahren angefangen, sich durch gleichmässig fortgesetzte meteorologische und hydrographische Untersuchungen die nöthigen Grundlagen für die wissenschaftliche Behandlung solcher Fragen zu verschaffen. Die Resultate derselben sind theils in den Berichten der Staats-Ingenieure von Californien, Colorado und Wyoming, neuerdings jedoch hauptsächlich in den Irrigation Reports des Geological Survey zu Washington niedergelegt.

Die Regenmenge ist, wie es bei einem sich durch viele Breiten- und Längengrade erstreckenden Gebiete selbstverständlich erscheinen muss, je nach der geographischen und Höhenlage der betreffenden Gegenden grösser oder geringer; sie erreicht aber nirgends in den dem Ackerbau günstigen Theilen der Arid Region diejenige Höhe, wie sie für das Bestehen desselben erforderlich wäre; dagegen fällt in den Gebirgen eine beträchtliche Menge, so dass Wasser zur Aufspeicherung vorhanden ist. Die thatsächlich in die Flüsse gelangende Ablaufmenge ist nicht nur von dem Regen selbst, sondern auch von der Oberflächenbeschaffenheit des Gebietes und seiner Durchlässigkeit abhängig. Man hat z. B. im Gebiet des Truckee River einen Ablauf von 45—65 % der Regenmenge, in dem des Carson und Walker River über 65 %, in Colorado durchschnittlich 60 %, aber auf den grossen Ebenen nur 10—20 % gefunden. Die übrigen Bruchtheile gehen durch Verdunstung und Versickerung, die besonders in den Plains sehr bedeutend sind, verloren. Auch in den Kanälen und Reservoirs sind in den ersten Jahren nach ihrer Vollendung die Verluste durch Sickerwasser stets recht gross, sie vermindern sich jedoch mit dem Alter der ersteren, da die Dämme durch die vom Wasser mitgeführten Sinkstoffe nach und nach gedichtet werden. Diese Verluste erreichen bisweilen eine Höhe bis zu 60% und sinken selten unter 30%; nach längeren Jahren betragen sie meistens 20—25 %. Die meisten Flüsse des fernen Westens führen sehr bedeutende Mengen von Sinkstoffen, besonders der Sacramento, San Juan, Colorado und Gila. Im Rio Grande in New Mexico beträgt die Schlammmenge durchschnittlich 0,345 %, und sie würde genügen, ein Reservoir von 18 m Tiefe in 150 Jahren völlig aufzufüllen. Um einen Begriff von der Menge von Sedimenten mancher Gebirgsströme zu geben, möge hier angeführt werden, dass der American River in Californien bei Folsom in einem Jahre eine Schlammschicht von über 9 m Mächtigkeit hinter einem Damm ablagerte. Man muss daher für genügende Strömung in den Kanälen sorgen, damit diese Massen nicht die Schleusen und sonstigen Vorrichtungen an Kanälen und Re-

servoirs unbrauchbar machen. Ausserdem ist es von Wichtigkeit, dass der Schlamm auf die Aecker gelangt und sie düngt.

Selbstverständlich kann das Wasser abgeschlossener Becken, wie sie sich besonders im sogenannten „Great Basin“ zwischen dem Wahsatch-Gebirge und der Sierra Nevada in grosser Menge finden, wegen seines Salzgehaltes nicht zur Bewässerung verwendet werden, ebenso wie die Landstriche in der Umgebung solcher „Sinks“ zum Ackerbau gänzlich ungeeignet sind, da entweder eine Salzkruste hier den Boden bedeckt oder letzterer doch in so hohem Grade mit dem Pflanzenwuchs schädlichen Salzen geschwängert ist, dass von Ackerbau nicht die Rede sein kann. Durch ungeeignete Anwendung künstlicher Bewässerung sind nicht nur solche Salzflächen noch vergrössert worden, sondern es haben sich an Oertlichkeiten, denen eine natürliche Drainage mangelte, sogar neue gebildet. Bei genügendem Abfluss dagegen wird das Salz fortgeführt; wo dies jedoch auch auf künstlichem Wege nicht zu erreichen ist, da empfiehlt es sich, tiefwurzelnde und zugleich den Boden beschattende Futterkräuter, wie Luzerne, dagegen keine Cerealien anzubauen, oder die Bewässerung durch unterirdischen Zufluss zu bewirken, um die Verdunstung und das in ihrem Gefolge auftretende Ausblühen von Salzen an der Oberfläche zu verhindern oder auf das geringste Maass zu beschränken. Gegen geringen Salzgehalt wendet man auch mit Erfolg Gyps oder Kreide an, die vor der Bewässerung über die Ackerfläche gestreut und untergeharkt werden müssen.

Im Laufe der Praxis hat sich nun herausgestellt, dass für eine bestimmte Ackerfläche eine gewisse Wassermenge zur Berieselung notwendig ist, und man bezeichnet das Verhältnis dieser beiden Grössen zu einander in den Vereinigten Staaten allgemein als „*Water duty*“. Dieselbe ist nicht constant, sondern je nach Klima, Bodenbeschaffenheit, Höhenlage verschieden, und sie wird ausserdem ganz besonders durch den Culturzustand des Ackers sowie die Erfahrung und Geschicklichkeit des Farmers im Bewässern beeinflusst. Frisch gebrochener und zum ersten Male gepflügter Boden erfordert eine bei weitem grössere Wassermenge, als altes Culturland, da sich mit Hilfe des mitgeführten Schlammes die Poren allmählich verstopfen und die oberen Erdschichten mit Wasser gesättigt werden. In Folge dessen zeigt die *Water duty* allgemein eine Tendenz zum Steigen; sie hat sich in den letzten Jahren in Colorado verdoppelt, in Californien vervierfacht. Als Wassereinheit hat man in den Vereinigten Staaten für Ströme und Kanäle den Secundenfuss, d. h. einen laufenden Cubikfuss pro Secunde, und für

Reservoirs den Ackerfuss, d. h. eine Wassermenge angenommen, welche einen Acre (0,4 ha) Land einen Fuss hoch zu bedecken im Stande ist. Ein Ackerfuss ist gleich 43 560 Cubikfuss (1233,43 cbm), ein Strom von 1 Secundenfuss Stärke bedeckt einen Acre (0,4 ha) innerhalb 24 Stunden 1,983 Fuss (0,604 m) tief. Man setzt daher 1 Secundenfuss pro Tag ungefähr gleich 2 Ackerfuss an. Im Jahre 1883 genügte 1 Secundenfuss in Colorado nur zur Bewässerung von 50—55 Acres (20—22 ha), jetzt dagegen schon für 100—125 Acres (40—50 ha); in Utah betrug die *Water duty* ehemals 60 (24 ha), heutzutage aber schon 100 Acres (40 ha). In Californien bewässert man mit dieser Wassermenge 300 Acres (120 ha), wenn hölzerne Gerinne mit seitlichen Ausflusslöchern verwendet werden, dagegen nur 133 Acres (53,2 ha), wenn das Wasser offenen Gräben entströmt. Durch Anwendung unterirdischer Vertheilungsröhren hat man die *Water duty* in den Obst- und Weinregionen Californiens auf 250—500 Acres (100—200 ha) pro Secundenfuss gesteigert, ja es kommen Fälle vor, dass sie, wenn man zu jedem Fruchtbaum ein besonderes Rohr legt, die riesige Höhe von 1000 Acres (400 ha) erreicht. Dabei hat man zugleich die Erfahrung gemacht, dass sparsame Verwendung des Wassers grössere Erfolge zeitigt, als nutzlose Verschwendung desselben.

(Schluss folgt.)

Werden und Vergehen der Seen.

Von Dr. K. KEILHACK.

(Schluss von Seite 698.)

7) Wir kommen zur letzten Gruppe von Seen, denjenigen unebener Ablagerungen. Wenn undurchlässige Massen bei ihrer Ablagerung eine solche Oberfläche erhalten, dass dieselbe geschlossene Hohlformen bildet, so sind der Bildung von Seen gewöhnlich zahlreiche Möglichkeiten gegeben. In der Natur kennen wir freilich nur zwei Ablagerungsarten, bei denen eine unebene Oberfläche sich zu bilden pflegt, nämlich Bergstürze und Gletscherablagerungen. Die gesetz- und ordnungslos mit dem Bergsturz ins Thal sausende Trümmernasse, die in wenigen Secunden ihre Ablagerung vollendet, besitzt eine von tausend Zufälligkeiten abhängige Oberfläche, in welcher natürlich auch die Form des geschlossenen Beckens sich finden kann. Diese wird bei günstigen Umständen einer Wasseransammlung Platz gewähren und als See sich uns darbieten; hierher gehören die landschaftlich reizvollen Seen auf dem Bergsturze von Flims im Vorder-Rheinthale.

Ungeheure Räume werden von den Gletscherablagerungen in Nordeuropa, dem Alpengebiete

und Nordamerika eingenommen, und ganz unglaublich gross ist die Zahl der heute noch vorhandenen und noch viel grösser die der bereits durch verschiedene Ursachen wieder zerstörten grossen und kleinen Seebecken auf der unebenen, undurchlässigen Oberfläche der alten Grundmoränen. Ich gebe als Beispiel einen kleinen Ausschnitt aus der Baltischen Seenplatte im mittleren Hinterpommern (Abb. 427),

Abb. 427.



Seen auf unebener Ablagerung. Ausschnitt aus der Karte der Grundmoränen-Seen der Baltischen Seenplatte. 1 : 30 000.

auf welchem alle heutigen und ehemaligen Seebecken angegeben sind. Glaubt man nicht, mehr Wasser- als Landfläche in diesem Gebiete zu erblicken? Und ähnlich wie hier, wenn auch nicht immer so ausgesprochen, liegen die Verhältnisse auf Tausenden von Quadratmeilen im Gebiete des diluvialen Inlandeises.

Gerade aus diesen Gebieten aber lernen wir auch, wie verhältnissmässig kurzlebig die Seen sind. Die überwältigende Mehrzahl der einstigen Seebecken der Baltischen Seenplatte ist heute nicht mehr als Wasserfläche, sondern als grüne Wiese oder braunes Moor vorhanden, und damit kommen wir zum zweiten Theile unserer Betrachtung: zur Frage nach den Ursachen des Verschwindens der Seen. In sechs grosse Gruppen können wir die Kräfte theilen, durch welche Seen zum Erlöschen gebracht werden: 1) tektonische, 2) klimatische Veränderung, 3) Erosion, 4) Zuschüttung, 5) Verschwinden des absperrenden Dammes, 6) thierische und pflanzliche Thätigkeit.

1) In derselben Weise, wie durch die gebirgsbildenden Kräfte Seebecken geschaffen werden, können dieselben auch wieder zerstört werden. Durch ungleichmässige Hebung oder durch Faltung des Bodens können geschlossene Hohlformen in einseitig geneigte Thäler verwandelt werden, wobei der Wassergehalt natürlich einfach abfliesst. Der Fall ist wohl als ein ziemlich seltener zu betrachten.

2) Um so intensiver scheinen klimatische Aenderungen an der Zerstörung und Verkleinerung der Seen zu arbeiten. In Perioden feuchten oceanischen Klimas schwellen die Seen an, in solchen trockener continentaler Verhältnisse nehmen sie ab. Die Diluvialzeit scheint für viele Gebiete der Erde eine Zeit stark erhöhter Niederschläge und feuchtwarmen Klimas gewesen zu sein, denn zu jener Zeit erfüllten ungeheure Binnenseen Gebiete, die heute als ausserordentlich trocken und regenarm verschrien sind. Zwei solcher Riesenseen, der Lake Bonneville und der Lake Lahontan, lagen im Great Basin, jener ungeheuren abflusslosen Salzsteppe oder Wüste im Westen der Vereinigten Staaten; sie schwanden mit dem Inlandeise und die concentrirte Salzlake des Grossen Salzsees im Mormonenlande ist der kümmerliche Rest. Im südöstlichen Europa und den angrenzenden Gebieten von Sibirien und Turkestan dehnte sich das Aralo-kaspische Meer aus, von der Wolga bis zum Balkasch-See reichend, ganz Transkaspien und das Gebiet von Amu Darja und Syr Darja umfassend. Heute ist das riesige Becken, welches an Grösse dem Mittelmeer kaum nachstand, verschwunden bis auf den Balkasch-, Aral- und Kaspi-See und eine Anzahl kleinerer zu richtigen Salzpfannen eingedampfter Seen. Zur gleichen Zeit erfüllte ein mächtiger Binnensee von Tausenden von Quadratmeilen Grösse das abflusslose Gebiet der Hochebene des inneren Turkestan, und auch diese gewaltige Wasserfläche schrumpfte mit dem Hereindringen des trockenen Klimas der Postglacialzeit zusammen zu Hunderten kleiner Salzseen.

3) Nicht in so grossem Stile, aber mit nicht geringerer Energie arbeitet die Erosion am Werke der Trockenlegung von Seen, indem sie danach trachtet, das Bett des Seeabflusses tiefer und tiefer einzugraben. Dadurch wird der Spiegel des Sees um einen Meter nach dem andern gesenkt, bis von der stolzen Wasserfläche auch das letzte Stückchen geschwunden ist. Jedem Besucher des Haslithales im Berner Oberland ist der wundervolle Thalkessel bekannt, der bei Innertkirchen liegt und ein durch eine Querriegelauffaltung abgeschnürtes Stück des Aarethales darstellt. Am Ende der Diluvialzeit lag hier zwischen himmelhoch ragenden Bergen ein herrlicher runder Alpensee von rund 100 m Tiefe, in welchen die Aare mündete. Sie floss ab über den Riegel des Kirchet und stürzte in Cascaden in das Thal von Meiringen hinab. Allmählich schnitt sie sich ein enges, gerade verlaufendes Bett in die Thalsperre ein und entleerte schrittweise das Seebecken. Heute liegt an seiner Stelle ein ebener Thalboden und Tausende durchwandern mit Bewunderung die grossartige Aareschlucht, durch welche die Abzapfung vor

sich ging. — Schneller geht der Process natürlich vor sich, wenn die Thalsperre nicht wie hier aus festem Gesteine, sondern, was viel häufiger der Fall ist, aus Gebirgsschutt besteht.

4) Am entgegengesetzten Ende greift die Zuschüttung ihr Werk der Zerstörung an; nicht wo der Fluss den See verlässt, sondern da, wo er in ihn eintritt, mindert er ihm die Fläche. Je rascher das Gefälle, je näher das Gebirge, um so grösser sind die Schuttmengen, die er in Form von Sand, Kies und Schotter mit-schleppt und in dem gleich einem riesigen Klärbecken wirkenden See ablagert. Dabei nehmen die Sedimente die S. 491 dieses Jahrgangs beschriebene Deltastructur an und häufen sich unmittelbar vor der Mündung des Flusses an, während der feine Schlamm auf dem Grunde der ganzen Seefläche gleichmässig sich niederschlägt. So werden in sämtliche grossen Alpenseen enorme Schottermassen hineinbefördert, und wenn man auf einer Höhe steht, kann man die Deltas überschauen, welche beispielsweise die Reuss in den Vierwaldstätter, die Linth in den Walensee und die Ach in den Alpacher See hineinbauen, und die grossen Ebenen überblicken, die der Strom aus Wasserfläche in Landfläche verwandelt hat. Bei dem Züricher See war die Verlandung durch die Linth so bedeutend, dass der östliche Theil des Sees von Rapperswyl an zu verschwinden drohte, weshalb man durch eine Kanalisierung der Linth und Einführung ihrer Schotter in den tiefen Walensee der Verlandung Halt gebot.

5) Das Verschwinden des aufstauenden Damms hat zumeist die glacialen Stauseen der Diluvialzeit zum Verschwinden gebracht oder sie in ihrer Grösse bedenklich beeinträchtigt. Der Vorgang ist ungeheuer einfach: der absperrende und aufstauende Eiswall zog sich mehr und mehr nach Norden zurück und gleichzeitig verminderte sich seine Mächtigkeit, dadurch nahm die Tiefe und damit auch die Fläche des Stausees mehr und mehr ab, bis das zurückziehende Eis einen Weg freigab, durch welchen die gänzliche Entleerung des Wasserbeckens erfolgen konnte. Kolossal waren die so verschwundenen Wasserflächen in Canada, wo sie ein kleines Binnenmeer bildeten, aber auch am Nordrande unseres Baltischen Höhenrückens, im nördlichen Alpenvorlande und in Skandinavien fehlten sie, wenn auch bedeutend geringer an Grösse, nicht. In Grönland sind durch die gewaltigen Inlandeismassen und die von ihnen ausgehenden Gletscher manche Fjorde theilweise erfüllt, dass der obere Theil des Fjordes abgeschnürt, vom Meere getrennt und in einen See verwandelt wird. Jede stärkere Rückzugsbewegung des Eises stellt natürlich das alte Verhältniss wieder her und bringt den See zum Verschwinden.

6) Gleichmässig ruhig und wenig in die Augen fallend, aber vom grössten Erfolge gekrönt ist die Arbeit der Pflanzenwelt an der Beseitigung der Seen, nur dass dieser Vorgang sich weniger in den heissen, als in den gemässigten und kalten Zonen der Erde abspielt. Die winzigen einzelligen Kieselalgen, die Diatomeen, vermögen durch ihre ungeheure Vermehrungsfähigkeit im Laufe der Zeit in den stehenden Gewässern so gewaltige Anhäufungen zu bilden, dass dieselben der Oberfläche nahekommen und die Wasserfläche verdrängen. So sind in der Lüneburger Heide und in Oberschlesien zahlreiche Seen durch die Thätigkeit dieser mikroskopischen Lebewesen zum Verschwinden gebracht worden. Noch viel intensiver aber arbeitet die höhere Pflanzenwelt durch Torfbildung. Wenn Pflanzentheile nach ihrem Tode frei an der Luft liegen, so verwesen sie, d. h. ihr Kohlenstoffgehalt oxydirt sich zu Kohlensäure. Unter Wasserabschluss aber vertorft die abgestorbene Pflanze, d. h. es tritt eine Reduction der organischen Substanz zu mehr oder weniger reinem Kohlenstoff ein, der sich mehr und mehr anhäuft, bis schliesslich mächtige Torflager entstehen. Die Zerstörung und Beseitigung der Seebecken durch den Vertorfungsprocess ist ein sehr mannigfaltig sich abspielender Vorgang, der wesentlich von der chemischen Zusammensetzung der im Wasser enthaltenen Bestandtheile, von der Beschaffenheit des Untergrundes, von der Tiefe und von der Höhenlage und geographischen Breite, sowie von den klimatischen Verhältnissen der Umgebung des Sees abhängig ist. Auf unserm Baltischen Höhenrückens, wo viele Tausende von Seen durch Vertorfung in Moore und Wiesen verwandelt sind, spielt sich der Vorgang gewöhnlich in folgender Weise ab:

Die Haupt- und Anfangsarbeit bei der Vertorfung führen schwimmende Moose, unterstützt durch andere schwimmende Wasserpflanzen, aus. Sie durchwuchern die ganze Wassermasse und bilden ein immer dichteres Gewebe. Sobald dieselben eine bis an die Oberfläche reichende, hinreichend dichte Decke gebildet haben, siedeln sich darauf andere, dem Wasser entwachsende Moose an, die nun ihrerseits den Boden abgeben für solche höhere Pflanzen, die einen hohen Grad von Feuchtigkeit verlangen, *Menyanthes trifoliata* (Fiebertree), *Carex*-(Riedgras-) Arten, *Eriophorum* (Wollgras), *Drosera rotundifolia* (Sonnentau), *Vaccinium Oxycoccus* (Moosbeere), *Andromeda polifolia* und andere. In diesem Zustande ist das Moos noch immer schwimmend, seine Decke steigt und fällt mit dem Wasserspiegel. Mit der Zeit wird dieselbe fester, es siedeln sich andere Sträucher, *Empetrum nigrum* (Krähenbeere), *Vaccinium uliginosum*, *Myrtillus* und *Vitis idaea* (Sumpf-, Heidel- und Preisselbeere) und *Ledum palustre* (Sumpfporst) darauf

an. Manchmal versuchen sogar in dem dichten Moosteppeich, in welchem der Fuss bis zum Knie versinken kann, Kiefern ihr Dasein zu fristen und bringen es dann nach 50jährigem Bemühen auf Stämme von 2 m Höhe und 3—5 cm Durchmesser.

Auch die Thierwelt ist, wenn auch in geringerem Maasse, an der Zerstörungsarbeit betheiligt; gemeinschaftlich mit gewissen niederen Pflanzen (Characeen) scheiden Muscheln und Schnecken aus dem Seewasser kohlen-sauren Kalk ab zum Bau ihrer Schale, und die Gehäuse der abgestorbenen Thiere sammeln sich auf dem Grunde des Seebeckens an und bilden im Laufe der Jahrtausende mächtige Anhäufungen von Süsswasserkalk, die bis an die Oberfläche emporwachsen, sich mit einer dünnen Torfdecke bekleiden und den See zum Verschwinden bringen.

Und seitdem in der jüngsten Periode der Erdgeschichte der Mensch seine Herrschaft über die gesammte Natur angetreten hat, ist auch er in die Reihe der Seen schaffenden und vernichtenden Gewalten eingetreten. Die Kunst des Ingenieurs zieht gewaltige Dämme quer über die Thäler und staut mächtige Seen auf, deren Wassermasse für Zeiten des Mangels aufgespeichert, als Kraftquelle verwendet, oder an allzu schnellem, Hochwasser erzeugendem Abflusse gehindert wird. Und andererseits bringt Menschenhand auch Seen zum Verschwinden, wovon in unseren Tagen die in diesen Blättern eingehend dargestellte Katastrophe des durch den Mansfelder Bergbau zum Verschwinden gebrachten Salzigen Sees bei Eis- leben ein beredtes Zeugniß ablegt.

So sehen wir denn aus der Betrachtung der Seen, dass sie keine bleibende, dauernde Erscheinung sind, sondern dass die geheimniss-vollen Gewalten der Tiefe, die Kräfte, die auf der Oberfläche wirksam sind, die Thier- und Pflanzenwelt und nicht zuletzt die Culturarbeit des Menschengeschlechts an ihrer Beseitigung arbeiten. Trösten mag es uns, dass alle diese Factoren so langsam arbeiten, dass noch manches Jahrtausend vergehen mag, bis eine nennenswerthe Minderung der Zahl jener lieblichen Schmuckstücke unserer Landschaften zu befürchten steht. [3836]

Die Einwirkung innerer und äusserer Bedingungen auf die Transpiration der Pflanzen.

Von Dr. OSCAR EBERDT.

Mit dreizehn Abbildungen.

Schon früh hatte man beobachtet, dass die Stärke der Transpiration bei denselben Pflanzen sich nicht immer gleich blieb, sondern

Schwankungen unterworfen war. Natürlich dachte man, als man die Pflanze bald strotzend von Saftfülle, bald schlaff und welk sah, nur an einen eventuellen Einfluss der die Pflanze umgebenden Atmosphäre, und thatsächlich versuchte MARIOTTE in seinem *Essay de la végétation des plantes* schon im Jahre 1679 die Verdunstung der Pflanzen in ein gewisses Verhältniss zur Temperatur der Luft zu bringen und experimentell die Abhängigkeit der Verdunstung von der Lufttemperatur nachzuweisen. HALES, GUETTARD und Andere folgten ihm, und bis in die neueste Zeit hat man nicht aufgehört, sich mit der Frage zu beschäftigen, in welchem Verhältniss äussere, durch die Natur gegebene Bedingungen zur Transpiration der Pflanzen stehen. Bedeutende Erfolge zu erzielen und Licht in das Dunkel zu bringen gelang freilich erst in der neuesten Zeit, denn erst seit nicht viel mehr als einem Jahrzehnt ist man im Stande, die äusseren Factoren, wie Feuchtigkeitsgehalt der Luft, Licht und Wärme von einander zu trennen und die Einwirkung jedes einzelnen derselben gesondert zu betrachten.

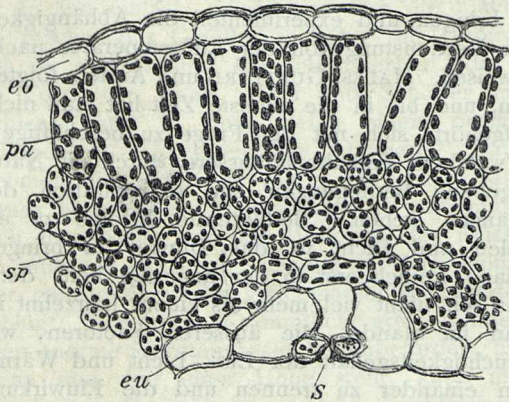
Ein Resultat der anatomisch-physiologischen Forschung, wie sie seit Anfang der siebziger Jahre von den Botanikern getrieben wird, der genetischen Botanik, welche den Zusammenhang zwischen anatomischem Bau und physiologischer Leistung der Pflanzenorgane aufzudecken sucht, nicht mehr die Frage nach dem „Wie ist es?“ sondern vielmehr nach dem „Wie ist es gerade so geworden?“ in den Vordergrund stellt, ein Resultat dieser Forschung ist es ebenfalls erst, wenn wir darüber unterrichtet sind, dass die Transpiration neben äusseren auch von inneren Factoren, d. h. also von den Eigenschaften der Pflanze, von anatomischen Verhältnissen abhängig ist. Als solche sind anzuführen: Beschaffenheit der Epidermis und Cuticula, Intensität der Ausbildung des Palissadenparenchyms, des Korks, Spaltöffnungen, Behaarung u. s. w. Umgekehrt wirkt aber auch die durch äussere Factoren beschleunigte oder herabgesetzte Transpiration selbst wieder gewebeverändernd, und diese Gewebeveränderungen können an sich wiederum von beschleunigendem oder hemmendem Einfluss sein, so dass es nicht ganz leicht ist, hier Ursache und Wirkung aus einander zu halten.

Unterziehen wir zuerst die Abhängigkeit der Transpiration von den Eigenschaften der Pflanze selbst einer Betrachtung.

Bekanntlich ist das Blatt, so wie das Assimilations-, auch das typische Transpirationsorgan, und deshalb wird auch der Bau desselben auf die Energie und den Umfang der Transpiration von grösstem Einfluss sein. Physiologisch von Bedeutung ist in der Hauptsache die höchstens 0,2 bis 0,3 mm dicke Blattspreite, die Lamina. Dieselbe besteht aus mehreren Zellschichten, deren erste Art, das Palissadenparenchym, aus

schmalen, langgestreckten, fest an einander liegenden englumigen Zellen, deren andere Art, das Schwammparenchym, aus fast runden, locker an einander liegenden Zellen, zwischen welchen sich leere Räume, die sog. Intercellularräume, befinden, besteht. Nachstehende Abbildung 428

Abb. 428.



zeigt (nach SACHS) einen Querschnitt durch die Spreite eines Blattes der Georgine (*Dahlia*) bei ca. 450facher Vergrößerung. Es bedeutet *eo* Epidermis der Oberseite, *pa* Palissadenparenchym, *sp* Schwammparenchym, *eu* Epidermis der Unterseite, *S* Spaltöffnung.

Die beiden Zellschichten, das Palissaden- und das Schwammparenchym, umgibt die Epidermis auf der Ober- und Unterseite.

Es braucht nun wohl kaum erwähnt zu werden, dass, je nachdem die Epidermis zart oder mit einer mässig dicken oder sehr starken Cuticula versehen ist, grosse Mengen Wassers in Dampfform entweichen werden oder geringere, oder dass endlich der Wasserdampf-Austritt auf ein Minimum reducirt werden kann. Hiervon kann man sich leicht überzeugen, wenn man spaltöffnungsfreie Theile von Wasserpflanzen, die ja meist überaus zarte Epidermen besitzen, an die Luft bringt und das im Verhältniss zu anderen Pflanzen viel schnellere Welken derselben beobachtet.

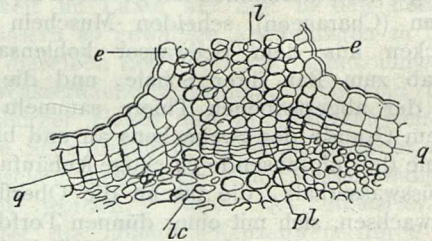
Eine wenn auch nur äusserst geringe Durchlässigkeit lässt sich nun experimentell selbst für sehr dicke Epidermen nachweisen, falls nur die Versuchsdauer genügend lange ausgedehnt wird; desgleichen verzögern, aber verhindern nicht nach neueren Untersuchungen, im Gegensatz zu der früher geltenden SANIOSCHEN Ansicht, verkorkte Membranen die Transpiration.

Die Durchlässigkeit des Korkgewebes begünstigen die sog. Lenticellen oder Rindenporen. Das sind kreisförmig umschriebene Stellen des Periderms (Kork), an welchen die Korkzellen nicht lückenlos zusammenschliessen, sondern durch Zwischenzellräume von einander getrennt

sind. Sie ermöglichen den Zutritt der umgebenden Luft zum Rindengewebe und finden sich leicht als weissliche Flecken, namentlich an einjährigen Zweigen.

Den Querschnitt durch eine Lenticelle von *Sambucus* (Hollunder) veranschaulicht in 300facher Vergrößerung Abbildung 429. Man sieht hier

Abb. 429.



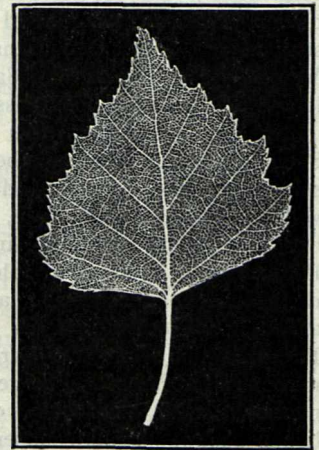
die Epidermis *e*, das Phellogen (Meristem, aus welchem durch tangentielle Theilung der Zellen die Korkzellen entstehen) *q*, die Füllzellen *l*, das Phellogen der Lenticelle *pl*, das chlorophyllhaltige Rindenparenchym *lc*.

Wenn wir zunächst bei der Betrachtung der Aussenseiten der Blätter bleiben, so müssen uns vornehmlich die sog. Blattnerven in die Augen fallen. Das Wesentliche derselben sind die Gefässe, welche durch den Blattstiel hindurch mit dem Stamm in Verbindung stehen.

Da nun in den Gefässen das mit Nährstoffen beladene Wasser bekanntlich dem assimilirenden Gewebe zugeführt wird, und ferner die Assimilationsproducte ebenfalls durch die Gefässe in den Stamm zurückgeleitet werden, so leuchtet die hohe Bedeutung der Nervatur wohl Jedem ein. Trotzdem lässt sich aus der mehr oder minder kräftigen Ausbildung derselben ein Schluss auf die assimilatorische resp. transpiratorische Thätigkeit des Blattes ohne weiteres nicht ziehen, da, namentlich bei grösseren Blattflächen, den Nerven vornehmlich eine rein mechanische Function, nämlich die dünne Blattlamelle flach und straff gespannt zu erhalten, zukommt.

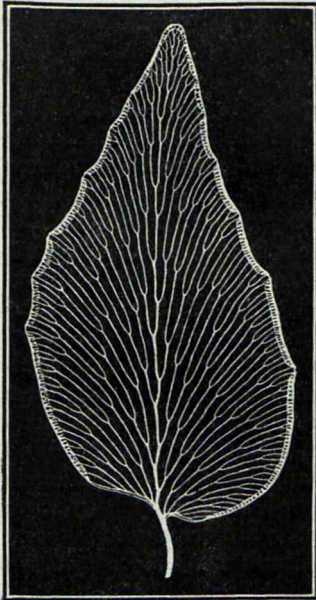
Die Nervatur einiger Blätter verschiedener Pflanzen sollen die beifolgenden Abbildungen veranschaulichen. Abbildung 430 zeigt ein Blatt

Abb. 430.



von *Betula alba* L. (Birke), Abbildung 431 einen Wedelabschnitt eines Farnes, *Adiantum platyphyllum*, Abbildung 432 desgleichen eines Farnes, *Struthiopteris germanica* W., Abbildung 433 ein Blatt von *Fragaria vesca* L. (Erdbeere) und Abbildung 434 Blätter von *Convallaria Polygonatum* L. (Maiblume).

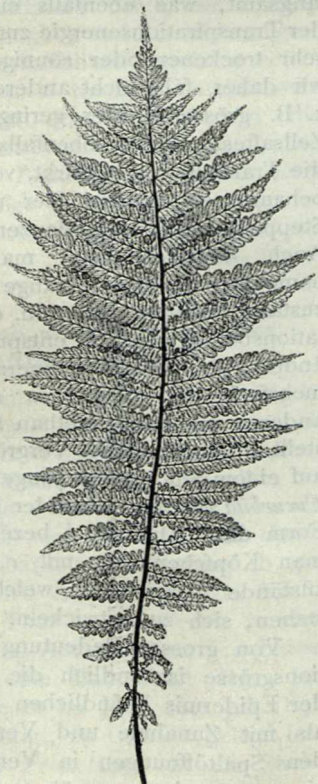
Abb. 431.



Eine wesentliche Bedeutung für die Transpiration haben nun bekanntlich die Spaltöffnungen, zu deren Auffindung wir freilich das Mikroskop zu

Hülfe nehmen müssen, denn nach den Untersuchungen von WEISS bewegt sich ihre Grösse zwischen 0,00011 und 0,00459 qmm. Dieselben durchbohren in grösserer oder geringerer Anzahl, fast immer jedoch in beträchtlicher Menge, die Epidermis der Blätter und zwar meist die der Unterseite. Ihre Spalten können sie, je nach Bedürfniss, erweitern oder schliessen, und da sie wirkliche Ausführungs-

Abb. 432.



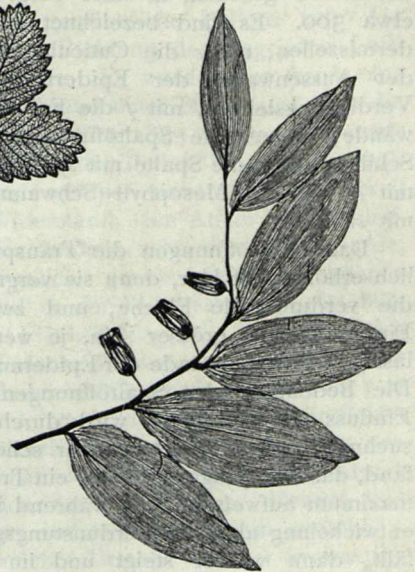
öffnungen der Intercellularräume innerhalb des Blattgewebes repräsentieren, so ermöglichen sie dem in diesen Räumen befindlichen Wasserdampf den Austritt in die Atmosphäre. Die Ursache der Schliesszellenbewegung der Spaltöffnungen ist bekanntlich das Licht.

Ohne auf die von SCHWENDENER in so hervorragend schöner und klarer Weise dargelegte Mechanik der Spaltöffnungen einzugehen, sei

Abb. 433.



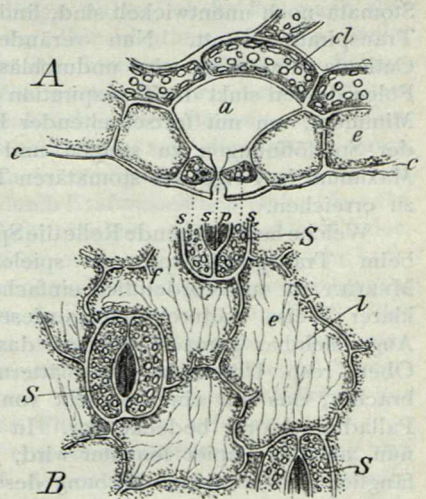
Abb. 434.



hier nur erwähnt, dass jedenfalls in Folge der durch das Licht herbeigeführten assimilatorischen Thätigkeit der in den Schliesszellen befindlichen Chlorophyllkör-

ner osmotisch wirksame Stoffe gebildet werden. Zwischen den Schliesszellen und den umliegenden Parenchymzellen findet nun in Folge dessen ein stärkerer

Abb. 435.



diosmotischer Verkehr statt, d. h. es bewegt sich ein Wasserstrom aus den letzteren nach den Schliesszellen hin. Dadurch wird der hydrostatische Druck derselben grösser als der der anliegenden Epidermiszellen, sie werden turgescens und müssen sich zufolge ihres Baues unter dem Einflusse dieser Turgescenz, deren Intensität von der Menge und Qualität der osmotisch wirksamen Stoffe abhängig ist, öffnen, es findet Gasaustausch statt. Denn nicht allein dass Wasserdampf austritt, es dringt auch durch die geöffneten Spaltöffnungen Kohlensäure in das Innere der Blätter ein.

Die vorstehende Abbildung 435 zeigt die

Epidermis mit Spaltöffnungen von der Blattunterseite von *Helleborus foeditus* (Nieswurz, Pflanzengattung aus der Familie der Ranunculaceen), und zwar *A* im Querschnitt, *B* von der Fläche gesehen, in einer Vergrößerung von etwa 300. Es sind bezeichnet mit *e* die Epidermiszellen, mit *c* die Cuticula, mit *l* die auf der Aussenwand der Epidermis befindlichen Verdickungsleisten, mit *f* die Falten der Seitenwände, mit *S* die Spaltöffnungen, mit *s* die Schliesszellen, die Spalte mit *sp*, die Athemhöhle mit *a* und das Mesophyll (Schwammparenchym) mit *cl*.

Dass Spaltöffnungen die Transpiration wirklich erhöhen, ist klar, denn sie vergrössern doch die verdunstende Fläche, und zwar wird ihr Einfluss um so grösser sein, je weniger durchlässig die Aussenwände der Epidermiszellen sind. Die Bedeutung der Spaltöffnungen, sowie der Einfluss der Epidermis wird durch die Untersuchungen von HÖHNELS sehr schön klar. Er fand, dass die jüngsten Blätter ein Transpirationsmaximum aufweisen, dass während ihrer Weiterentwicklung aber die Verdunstungsgrösse zuerst fällt, dann wieder steigt und im vollkommen entwickelten Blatt ein zweites Maximum erreicht, um von da an wieder langsam zu fallen. VON HÖHNEL zeigte nun, dass der Verlauf der Transpirationscurve das Resultat des Verhaltens der Cuticula und der Spaltöffnungen ist. Solange nämlich die Cuticula zart ist und die Stomata noch unentwickelt sind, findet cuticuläre Transpiration statt. Nun verändert sich die Cuticula allmählich, wird undurchlässiger und in Folge dessen sinkt die Transpiration bis zu einem Minimum, um mit fortschreitender Entwicklung der Spaltöffnungen zu steigen und ein zweites Maximum in Folge der stomatären Transpiration zu erreichen.

Welche hervorragende Rolle die Spaltöffnungen beim Transpirationsprocess spielen, ist von MERGET in ausserordentlich einfacher und doch klarer Weise dadurch nachgewiesen und dem Auge sichtbar gemacht worden, dass er auf der Ober- resp. Unterseite von Blättern Papier anbrachte, das mit einer Schicht von Eisen- und Palladiumchlorür bedeckt war. In dem Maasse nun, als das Papier feuchter wird, geht die anfänglich gelblichweisse Färbung desselben durch immer dunkler werdende Töne nach und nach in ein vollkommenes Schwarz über, und je nachdem nun ein oder das andere Blatt, oder die Unter- resp. Oberseite eines Blattes mehr oder weniger Spaltöffnungen aufwies, war auch die Intensität der Färbung grösser oder geringer.

Mit zunehmendem Alter des Blattes wird die Function der Spaltöffnungen geringer, ja hört schliesslich ganz auf. Auch beobachtete SCHWENDENER, dass durch Sprossungen und Haarbildungen innerhalb der Spaltöffnungen die

Athemhöhlen derselben verstopft und die betr. Organe dadurch functionslos werden.

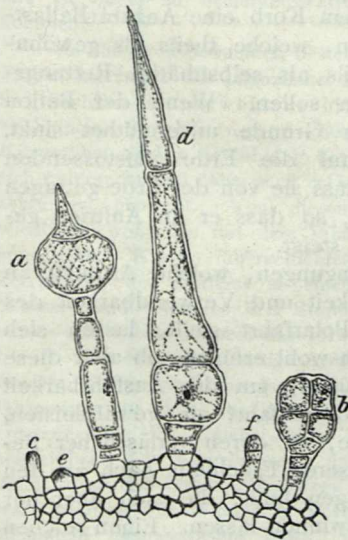
Es ist klar, dass die Wirksamkeit der Spaltöffnungen bei ihrer vorhin erwähnten Kleinheit nur durch ihre grosse Anzahl ermöglicht wird. Thatsächlich finden sich denn auch auf dem Quadratmillimeter eines Laubblattes meist 40—100 Spaltöffnungen, ja auch noch mehr.

Die Haare, welche sich bei manchen Pflanzen auf der Oberfläche der Blätter finden, verrichten die wichtigsten Leistungen. Entweder sind sie Secretions- oder Haftorgane, oder Schutzmittel gegen Thierangriffe, wie z. B. die Stacheln, Borsten, Drüsen- und Brennhaare, oder endlich Schutzmittel gegen zu concentrirte Belichtung und Erwärmung. Im letzteren Falle dienen sie natürlich der Transpiration, indem sie dieselbe vermindern und dadurch die Pflanze vor dem Vertrocknen schützen. Experimentell ist festgestellt, dass, trotz der oft zarten Epidermis und der oft reich unter dem Haarkleid vorhandenen Spaltöffnungen, stark behaarte Stengel, und vor allem Blätter, doch ausserordentlich wenig Wasser transpiriren im Verhältniss zu gleich grossen und ähnlich beschaffenen, jedoch unbehaarten. Denn durch die Haare wird sowohl die Lichtwirkung abgeschwächt und die Einwirkung des Lichtes auf die Spaltöffnungen weniger intensiv, als auch die Wärmewirkung vermindert. Ausserdem wird auch der Luftwechsel über der transpirirenden Epidermis durch den Haarfilz verlangsamt, was ebenfalls eine Herabminderung der Transpirationsenergie zur Folge hat. Pflanzen sehr trockener oder sonniger Standorte finden wir daher, falls nicht andere Einrichtungen, wie z. B. grösserer oder geringerer Salzgehalt des Zellsaftes, welcher ebenfalls verlangsamen auf die Transpiration einwirkt, vorhanden sind, meist behaart; es braucht hier nur an die meisten Steppen- und Wüstenpflanzen erinnert zu werden. Auch künstlich kann man vielen Pflanzen, namentlich Blättern, solange sie sich im Jugendzustand befinden, dadurch, dass man die Vegetationsbedingungen in entsprechender Weise abändert, ein Haarkleid anziehen, wie es Verf. mehrfach bei *Tropaeolum majus* (Kresse) und anderen mit Erfolg gethan hat. Abbildung 436 stellt in hundertfacher Vergrößerung eine Anzahl auf einem Stück eines jungen Fruchtknotens von *Cucurbita* (Kürbis) sitzender Haare verschiedener Form dar. Die mit *b* bezeichnete Form nennt man Köpfschenhaar, mit *c*, *e*, *f* sind Jugendzustände bezeichnet, welche erst im Begriff stehen, sich zu entwickeln.

Von grosser Bedeutung für die Transpirationsgrösse ist endlich die Structur des unter der Epidermis befindlichen Gewebes, in so fern als mit Zunahme und Vergrößerung der mit den Spaltöffnungen in Verbindung stehenden, eingangs schon erwähnten Intercellularräume

die Transpiration wachsen wird, weil die verdunstende Fläche dadurch sich vergrössert. Das Vorhandensein des vorerwähnten Palissaden-

Abb. 436.



parenchymsvermindert dagegen die Transpiration, denn durch dasselbe werden die Intercellularen auf ein Minimum reducirt. Abgesehen davon, dass das Palissadenparenchym die beste Zellform für die Stoffableitung der Assimilate vorstellt, repräsentirt es also auch in gewissem Sinne eine Schutzeinrichtung gegen

zu grosse Transpiration, in so fern, als es in Folge derselben in erhöhtem Maasse ausgebildet wird.

Steht nun die Transpiration der Pflanzen einerseits in inniger Beziehung zu den mannigfaltigen Organisationsverhältnissen derselben, so wird sie auf der andern Seite von einer grossen Zahl äusserer Verhältnisse beeinflusst. Licht und Wärme, Luftfeuchtigkeit und Erschütterungen, Wind und Bodenbeschaffenheit reguliren neben den eben besprochenen inneren Verhältnissen ebenfalls fortwährend den Verlauf und die Intensität des Transpirationsvorganges. Die Einwirkung äusserer Bedingungen in der eben genannten Reihenfolge einer Betrachtung zu unterziehen, soll nun Aufgabe der folgenden Zeilen sein.

(Schluss folgt.)

Andrees Versuch zum Steuern eines Luftballons.

Das Heft 5 (Mai) d. J. der *Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre* enthält einen Bericht des schwedischen Obergeringieurs ANDREE über einen Versuch, den Luftballon bei einer Schleppfahrt zu steuern. Dieser Versuch ist nicht nur deshalb von Interesse, weil durch denselben die Lenkbarkeit des Ballons in gewissen Grenzen ohne Anwendung von Kraftmaschinen in der That nachgewiesen worden ist, sondern auch, weil ANDREE diese Ergebnisse seinem Plane für eine Ballonfahrt über den Nordpol hinweg, die er im Juni oder Juli 1896 auszuführen beabsichtigt, zu Grunde gelegt hat. Für die Leser des *Prometheus* hat die Sache aber noch in so fern ein besonderes Interesse,

als dieser Gegenstand bereits in einer Rundschau (Nr. 298, S. 605) behandelt worden ist. ANDREE sagt, solange das Problem, völlig lenkbare Ballons herzustellen, nicht gelöst ist, darf der Versuch nicht unterlassen werden, durch einfache Mittel gewöhnliche Ballons zum Abweichen aus der Richtung des tragenden Luftstromes zu bringen. Er wurde dazu durch eine Beobachtung während einer Ballonfahrt über die Ostsee am 19. October 1893 angeregt. Damals bemerkte er, dass der Ballon bei einer Schleppfahrt, während welcher seine Geschwindigkeit durch den Widerstand, den Anker und Schleiftau im Wasser fanden, sehr vermindert wurde, bisweilen ziemlich grosse Seitenbewegungen machte, sobald er der Windrichtung nicht völlig symmetrische Flächen darbot. Das lässt sich durch eine einfache Betrachtung erklären. Hat z. B. der Wind eine Geschwindigkeit von 7 m in der Secunde und wird die Geschwindigkeit des Ballons durch das Schlepptau auf 5 m vermindert, so hat der Ballon einem Winddruck von 2 m Widerstand zu leisten. Kommt nun das Schleiftau, welches den Ballon zurückhält, aus irgend welcher Ursache aus der Symmetrie ebene des Ballons, so wird er von der senkrechten Ebene, die man sich durch ihn und das Schleiftau gelegt denkt, in zwei ungleich grosse Hälften getheilt; dann wirkt auf die grössere Hälfte auch der stärkere Winddruck, der selbstverständlich eine Seitenbewegung des Ballons zur Folge haben, d. h. ihn nach der Seite aus der Windrichtung drücken muss, nach welcher die kleinere Hälfte des Ballons liegt. Es geht daraus hervor, dass in diesem Falle die Lenkbarkeit des Ballons durch ausgespannte Segelflächen aus dem umgekehrten Grunde genau so ermöglicht ist, wie bei solchen Ballons, die durch Kraftmaschinen eine grössere Geschwindigkeit erhalten, als die des Windes. In beiden Fällen wirkt auf den Ballon ein Luftstrom, im letzteren der Flugrichtung entgegen, also von vorn, im ersteren mit der Flug- oder Windrichtung, also von rückwärts. Lässt man diesen Luftstrom auf schräg gestellte Steuerflächen wirken, so muss eine Ablenkung aus der bisherigen Flugrichtung erfolgen.

Um nun eine unsymmetrische Theilung des Ballons und dementsprechend eine Seitenabweichung desselben hervorzurufen, hatte ANDREE Einrichtung getroffen, dass das 180 m lange Schlepptau bis zu 75° seitwärts der durch die Windrichtung bezeichneten Mitte des Ballontrageringes befestigt werden konnte; ausserdem war in dem Raum zwischen Ballon und Tragering eine als Steuer dienende Segelfläche angebracht, die vom Korbe aus mittelst Leinen ihre Stellung erhielt.

Den Versuch, ob auf diese Weise ein Steuern des Ballons möglich ist, hat ANDREE am

14. Juli 1894 in einer Ballonfahrt ausgeführt. Es gelang ihm festzustellen, dass der Ballon durch die vereinigte Einwirkung des Schlepptaues und des Steuersegels aus der Windbahn abgewichen und dass die Richtung der Abweichung in Uebereinstimmung mit der Stellung des Steuersegels gewesen ist. Die Windgeschwindigkeit betrug 5,7 m, die mittlere Geschwindigkeit des Ballons, während das Schlepptau auf dem Boden lag, etwa 3,8 m. ANDREE sagt, dass er mit seinen unvollkommenen Anordnungen, die sich nach den Erfahrungen noch wesentlich verbessern lassen, bereits eine mittlere Abweichung aus der Windrichtung von 27° erzielte, und glaubt, dass mit verbesserten Einrichtungen eine mittlere Abweichung von wenigstens 35° erreichbar sei, so dass der Ballon bei Schleppfahrten in hohem Grade steuerbar ist. Die Wirkung der Steuerbarkeit gewinnt mit der Länge des Weges und wird, wie ANDREE meint, bei geographischen Entdeckungsfahrten mit dem Ballon, bei denen es sich immer um weite Strecken handelt, zur Geltung kommen. — Hiermit ist wohl zunächst auf die von ihm geplante Nordpolfahrt hingedeutet. Von dem diesem Zwecke dienenden Ballon verlangt ANDREE 3000 kg Tragkraft, dass er sich 30 Tage lang in der Luft schwebend halten kann, mit Leuchtgas an einem Orte der Polargegend gefüllt wird und dass er zum Theil lenkbar sei. Der von ihm in Paris bestellte Ballon von 5500 cbm Inhalt wird, mit Leuchtgas gefüllt, reichlich 3000 kg Auftrieb besitzen. Er wird nahezu 22 m Durchmesser haben. Weshalb ANDREE Leuchtgas, nicht Wasserstoffgas verwenden will, ist uns nicht bekannt. Der Ballon würde, mit Wasserstoffgas gefüllt, nur etwa 17 m Durchmesser und 2500 cbm Inhalt zu haben brauchen, also um ein Geringes kleiner sein können als der Ballon *Phoenix* des Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin (s. *Prometheus* V, S. 321), der 2630 cbm Inhalt hat.

Die Technik hat auch längst die zweite Bedingung ANDREES gelöst. POISEUILLES und GRAHAM haben durch Versuche festgestellt, dass ein Ballon von 8 m Durchmesser (268 cbm Inhalt) während eines Monats nur 6 kg an Tragkraft einbüßte. Wie die beiden ersten Bedingungen, so ist auch die dritte lösbar. Das Füllgas soll in Stahlflaschen verdichtet nach Norskörpern an der Nordwestspitze Spitzbergs geschafft werden, wo ein Ballonhaus errichtet werden und der Aufstieg erfolgen soll. Die Lösbarkeit der vierten Bedingung glaubt ANDREE durch seinen vorbeschriebenen Versuch nachgewiesen zu haben. Bei diesem Versuche war es ein Uebelstand, dass das Schlepptau zu geringe Reibung an der Erdoberfläche hatte und dass der Ballon, aus diesem Grunde mit, in wellen-

förmiger Bewegung seine Höhe beständig wechselte. Der Polarballon soll auf 250 m Höhe ausbalancirt werden. Mehrere Schlepptaue sollen auf der Erde schleifen, um den Ballon, wenn nöthig, steuern zu können. Ausserdem sollen aus dem Korb eine Anzahl Ballastleinen herabhängen, welche theils als gewöhnlicher Ballast, theils als selbstthätige Rettungsvorrichtung dienen sollen. Wenn der Ballon aus irgend einem Grunde unvermuthet sinkt, sollen ihn die auf die Erde aufstossenden Leinen dadurch, dass sie von der Erde getragen werden, entlasten, so dass er an Auftrieb gewinnt und wieder steigt.

Die vier Bedingungen, welche ANDREE an die Leistungsfähigkeit und Verwendbarkeit des Ballons für die Polarfahrt stellt, lassen sich demnach technisch wohl erfüllen, ob aber diese Bedingungen genügen, um die Ausführbarkeit der geplanten Nordpolfahrt zu gewährleisten, das ist eine Frage, zu deren verlässlicher Beantwortung es unseres Erachtens nach an den nöthigen Erfahrungen fehlt, die sich aber nur durch Versuche gewinnen lassen. Einen solchen Versuch will ANDREE wagen!

C. [4078]

RUNDSCHAU.

Nachdruck verboten.

Ueber die Frage, ob gewisse Lebewesen ein vollständiges, auch innerliches Gefrieren oder Eintrocknen vertragen können, ohne endgültig zu sterben, so dass sie bei genügender Vorsicht durch Auftauen oder Anfeuchten wieder zur Lebensthätigkeit gebracht werden können, sind bekanntlich die Meinungen der Forscher trotz vieler darüber angestellter Versuche und beglaubigter Beobachtungen noch immer sehr getheilt. Im allgemeinen hat sich jedoch die Wagschale immer mehr zu Gunsten Derer geneigt, die, wie die Physiologen PFLÜGER und PREYER und der Physiker PICTET, die Möglichkeit eines „anabiotischen“ Zustandes, einer wirklichen Lebensstarre, also so zu sagen eines zeitweiligen Todes (nicht zu verwechseln mit Winterschlaf, Sommerschlaf und ähnlichen Erscheinungen einer bloss herabgesetzten Lebensthätigkeit) annehmen. Im *Biologischen Centralblatt* veröffentlicht nun KOCHS zu Bonn, der hartnäckigste Gegner der erwähnten Anschauung aus den letzten Jahren, neue Versuche und Beobachtungen, die die ganze Angelegenheit in veränderte Beleuchtung rücken. KOCHS hatte sich früher im wesentlichen darauf beschränkt, auf gegentheilige, von ihm angestellte Versuche hinzuweisen, bei denen die Wiederbelebung der fraglichen Thiere, besonders der Fische und Frösche, nicht gelungen war, und es war gewöhnlich nicht schwer, dieses Misslingen von der gegnerischen Seite auf ungenügende Vorsichtsmaassregeln zurückzuführen. In seiner letzten Veröffentlichung räumt KOCHS dies denn auch ein; er thut es mit den Worten: „Zahlreiche Versuche, welche ich gelegentlich immer wieder anstellte, überzeugten mich, dass die Möglichkeit des Wiederlebendigwerdens eines zu einem Eis-

klumpen gefrorenen Frosches nicht mehr be-
streitbar ist.“ Mit diesem wichtigen und wesent-
lichen Zugeständnisse zugleich hat sich jedoch KOCHS
nun das Verdienst erworben, den inneren Gründen
des jeweiligen Gelingens oder Misslingens nachzuspüren,
und ist dabei zu bemerkenswerthen Ergebnissen ge-
kommen.

Rein chemisch betrachtet, bestehen die lebensthätigen
Theile thierischer wie pflanzlicher Körper, wie bekannt,
hauptsächlich aus Eiweissverbindungen und stark
verdünnten Salzlösungen. Das Verhalten solcher
Körper bei starker Abkühlung hat deshalb KOCHS für
sich untersucht und dabei auch mikroskopische Beob-
achtungen gemacht. Von diesen Versuchen ist der
wichtigste wohl der mit dem Inhalte eines Hühneries
angestellte. KOCHS überschichtete das Ganze (ohne
Zerreißen des Dotters) in einem Glase mit reinem
Wasser, und setzte es drei Stunden lang einer Kälte
von -10° C. aus, wobei das Eiweiss noch flüssig
blieb. Erst eine zehnstündige Abkühlung bis auf -16°
brachte Dotter und Eiweiss zum Gefrieren, aber im
Gegensatz zu dem aus dem Uberschichtungswasser
entstandenen Eise blieb beides immer noch leicht
schneidbar. Die Vergrößerung durch die Lupe zeigte
dann, dass das Ganze keineswegs gleichmässig erstarrt
war, sondern nur Wasser in Form unzähliger kleiner
Eisnadeln ausgeschieden hatte, während die übrige
Masse zwischen diesen als zähe Flüssigkeit
zurückgeblieben war. Ein ähnlicher mikrosko-
pischer Befund zeigte sich aber selbst dann, wenn (bei
sehr wasserreichen thierischen oder pflanzlichen Ge-
weben) die ganze Masse äusserlich steinhart erschien.
Hiernach würde vorläufig anzunehmen sein; dass in den
von gegnerischer Seite beobachteten Fällen trotz starker
und langer Abkühlung doch kein vollständiges inner-
liches Hartfrieren habe stattzufinden brauchen.

Auch das Aufthauen gefrorener thierischer Gewebe
untersuchte KOCHS nun dementsprechend mit Hilfe des
Mikroskops, und fand dabei, wie übrigens nach dem
Vorerwähnten nicht mehr anders zu erwarten war, dass
bei dem gleichzeitigen Schmelzen der zahllosen, aus
chemisch reinem Wasser bestehenden Eisnadelchen
sich zwischen den dadurch gebildeten Tröpfchen und
der zähen, nicht gefroren gewesenen Eiweissflüssigkeit
sogleich heftige Diffusionsströmungen bildeten,
die auf den feineren Bau des Ganzen völlig zerstörend
wirkten und dadurch der Möglichkeit des Weiterlebens
ein Ziel setzten. Aus diesem Grunde wirkt auch, wie
KOCHS bemerkt, chemisch reines („destillirtes“) Wasser
überhaupt auf lebende Gewebe in kurzer Zeit tödtlich.
Dass diese Wirkung beim gleichzeitigen Aufthauen un-
zähliger, durch das ganze Innere vertheilter Eiskristalle
in noch erhöhtem Maasse eintreten muss, wird man
KOCHS ohne weiteres zugeben, und die Ergebnisse
seiner Untersuchungen bewahrheiten somit auch theo-
retisch die von PREYER stets betonte Nothwendigkeit
der Vorsichtsmaassregel, das Aufthauen möglichst
langsam vorzunehmen, die ja auch bei der sach-
verständigen Wiederbelebung erfrorener Glieder längst
als geboten anerkannt ist.

KOCHS hat zur Vergleichung auch Gefrierversuche
mit schwächeren und stärkeren Salzlösungen ange-
stellt und dabei gefunden, dass sich diese je nach der
Art der beteiligten Salze ganz verschieden verhalten.
Während sich zum Beispiel aus einer gesättigten Lösung
von Kupfervitriol bei Abkühlung auf -10° sehr bald
der grösste Theil des Wassers in strahligen Eiskristallen

ausscheidet, bleibt eine solche von Kochsalz unter sonst
gleichen Umständen noch gleichmässig flüssig. Für das
menschliche Blut kämen von Salzen hauptsächlich
Chlornatrium und kohlenensaures Natron in Betracht. Für
alle Salze gilt jedoch, dass, sobald das Ausfrieren be-
ginnt, der Gefrierpunkt der zurückbleibenden, stärker
gesättigten Lösung erniedrigt wird, so dass also das
völlige Hartfrieren durch den Vorgang selbst immer
mehr erschwert wird. Erfolgt es aber doch schliesslich
(was, wie KOCHS anzunehmen scheint, in keinem der
von PFLÜGER, PREYER, PICTET u. s. w. angeführten Fälle
wirklich geschehen sei), so ist nach seiner Ansicht der
Tod unvermeidlich, erfolgt aber nicht durch die Ab-
kühlung an sich, sondern durch die dadurch herbei-
geführte Austrocknung, sowie durch die Abscheidung
sämtlicher in den Körperflüssigkeiten gelöst oder ge-
bunden gewesener Salze und Gase, mit einem Worte,
durch physikalisch-chemische Zersetzung.

Alle diese Beobachtungen und Schlüsse als richtig
angenommen, ist nun freilich die Frage nach der Mög-
lichkeit einer echten Anabiose an sich durch KOCHS'
Untersuchungen noch keineswegs entschieden. Denn die
Beantwortung dieser Frage hängt durchaus nicht an
der der rein physikalischen Frage nach der Zusammen-
hangsform der Theilchen, dem sogenannten Aggregat-
zustande, sondern sie muss auf ausschliesslich physio-
logischer Grundlage erfolgen. Der anabiotische Zu-
stand ist gegeben, wenn bei bewiesener Möglichkeit der
Wiederbelebung doch keine Spur physiologischer
Thätigkeit mehr vorhanden ist. Dies wäre aber recht
wohl auch denkbar, ohne dass sämtliche Körperflüssig-
keiten völlig erstarrt wären, allein durch die Wirkung
der Abkühlung (oder starker, wenn auch nicht voll-
ständiger Eintrocknung). Sollte also die Möglichkeit
einer thatsächlichen Unterbrechung aller Lebens-
thätigkeiten in den von den erwähnten Forschern an-
geführten Fällen gelegnet werden, so wäre erst zu be-
weisen, dass die bei durch hohe Kältegrade oder auf
andere Weise herbeigeführter starker Austrocknung noch
verbleibenden Flüssigkeitsreste die Fortsetzung einer ge-
ringen Lebensthätigkeit (einer „vita minima“ wie beim
Winterschlaf) gestatten. Dies kann offenbar nur dann
der Fall sein, wenn sich noch physikalische oder
chemische Umänderungsvorgänge dabei ab-
spielen; geschieht das nicht, so ist der Zustand des
Hartgefroren-Scheinens physiologisch dem des Völlig-
Erstarrtseins gleich zu achten.

Dr. JAENSCH. [4079]

* * *

Der Jupiter und seine Monde. Auf der durch Klar-
heit des Himmels begünstigten Sternwarte von Arequipa
(Peru) hat Herr W. H. PICKERING Fortschritte in der
Jupiterbeobachtung gemacht, über welche Folgendes
berichtet wird. Er glaubt nunmehr behaupten zu können,
dass die Oberfläche des Jupiter völlig weiss, von wolken-
artiger Natur und ohne eigenes Licht ist. Die dunkleren
Streifen wären von einem dünnen Schleier bräunlicher,
unseren Cirrus-Wolken vergleichbarer Materie abzuleiten.
Jede Oeffnung in diesem Schleier würde die so oft beob-
achteten weissen Flecken hervorbringen, welche die Jupiter-
oberfläche zeigen. Die Monde erscheinen nicht rund,
sondern als Ellipsoide, und PICKERING glaubt versichern
zu können, dass der erste Mond sich in 13 Stunden
und 3 Minuten um seine kleine Achse dreht, während
er 1 Tag 18 Stunden 27 Minuten 33,5 Secunden braucht,
um den Jupiter zu umkreisen. Der dritte Mond zeigt

einen schwarzen Streifen und scheint seine ellipsoidische Form im Umlauf zu wechseln, woraus PICKERING schliesst, dass dieser und die andern Jupitermonde durch die Vereinigung meteorischer Massen gebildet wurden, die vorher in Ringform den Jupiter umkreist haben, wie sie noch heute den Saturn umkreisen. Der Zusammenhang und die gegenseitige Befestigung dieser Massen sei aber durch die ungeheure Ebbe und Fluth, welche der Centalkörper des Systems hervorruft, gestört worden, und die Satelliten des Jupiter beständen deshalb aus locker mit einander verbundenen Theilen. [4020]

* * *

Ein neues Wasservelociped. (Mit einer Abbildung.)

Das Gebiet des Wassersports mit Erfindungen zu befruchten, schien bisher ein Vorrecht der Engländer und Amerikaner zu sein.

Kürzlich hat sich ihnen auch ein Spanier, DON RAMON BARCA, mit einer Erfindung angeschlossen, die ihres Erfolges wegen sogar von den Franzosen mit besonderer Anerkennung besprochen wurde. Unsere *Scientific American* entnommene Abbildung macht die Einrichtung dieses eigenthümlichen Wasserfahrzeuges leicht verständlich. Getragen wird es von den beiden bootartigen Schwimmern aus Stahlblech, welche durch mehrere Querriegel in parallelem Abstände verbunden sind. Während aber das in Nr. 274 S. 223 des *Prometheus* beschriebene amerikanische Velocipedboot seine Fortbewegung durch eine mittelst Trittkurbeln gedrehte Schiffsschraube erhält, hat BARCA ein Schaufelrad angewendet, welches, wie bei Heckraddampfern, in der Längsmittle am hinteren Ende des Fahrzeuges liegt. Die Uebertragung der Bewegung von den Trittkurbeln auf das Schaufelrad mittelst Gallscher Kette ist ganz dieselbe wie bei Land-Fahrrädern. Das Ruder zum Lenken des Fahrzeuges liegt hinter dem Schaufelrad. Seine Drehung geschieht mittelst der Handgriffe an der Lenkstange in derselben Weise, wie man ein Fahrrad lenkt. Die Drehung wird durch Ketten auf das Ruderblatt übertragen. Das ganze Fahrzeug wiegt nur etwa 45,5 kg, seine Fahrgeschwindigkeit beträgt etwa 11 km in der Stunde. Sr. [4075]

* * *

Mikroben und Metalle. Die Einwirkung der Metalle auf das Wachsthum von Mikroben ist durch BEHRING, MILLER und neuerdings durch Dr. MEADE BOLTON studirt worden. UFFELMANN hatte bereits bemerkt, dass, wenn er Gelatineculturen des Cholera bacillus auf Kupfer-

münzen strich, dieselben nach 17 Minuten, auf einer Bronzemünze erst nach 60 Stunden zerstört waren. BOLTON wendete MILLERS Methode an, ein Röhrchen mit geschmolzener Nährgallerte mit einem bestimmten Mikroben zu inficiren, dann den Inhalt auf eine sterilisirte Glasplatte zu schütten und dort mit dem zu prüfenden Metalle in Berührung zu bringen. Auessert das Metall eine hemmende Wirkung auf die Entwicklung des Mikroben, so bildet sich eine klare Zone um dasselbe, während die andern Theile der Gallerte trüb werden. Die Ausdehnung dieser Zone wechselt mit den Mikroben wie nach den Metallen. So erzeugt gereinigtes Silber bei Cholera bacillen eine helle Zone von 5 mm Breite, ebenso beim Colon bacillus, während der nahe verwandte Typhoid bacillus nur eine 1 mm breite Zone zeigte. Reines Gold, Nickel, Platindraht, Platinschwarz, Aluminium, Silicium und Niobium liessen keine Einwirkung

erkennen. Dass die leichtere Angreifbarkeit der Metalle die Stärke und Eintrittsschnelligkeit der Wirkung bestimmt, ergaben vergleichende Versuche mit *Staphylococcus pyogenes aureus*, in dessen Culturen Cadmium schon nach einer Minute eine helle Zone von 1 mm Dicke erzeugte, die sich in drei bis vier Minuten auf 3 mm ausbreitete. Sehr ähnliche Ergebnisse lieferte Zink, während Kupfer und Bronze erst nach 36 bis 50 Minuten eine Wirkung erkennen liessen. (*Nature*, 25. April 1895.) [4025]

* * *

Abb. 437.



Ein neues Wasservelociped.

Die in den Schwimmblasen der Fische enthaltenen Gase bildeten den Gegenstand einer neuen Untersuchung, welche JULES RICHARD auf der Yacht „Prinzess Alice“ des Fürsten von Monaco angestellt hat. Sägebarsche (*Serranus*) aus 60 m Tiefe und bei der Bank von Gorringa aus Tiefen von 175 m emporgezogene Meerale lieferten ein Gasgemisch mit mehr als 80% Sauerstoffgehalt, der Rest bestand aus Stickstoff mit Kohlensäurespuren. Der Sauerstoffreichthum liess sich bei jedem neuen Fange sogleich durch das bekannte Experiment feststellen, dass glimmende Zündhölzchen darin sofort zur hellen Flamme aufloderten. Aus 1674 m Tiefe heraufgezogene *Simenchelys parasiticus* ergaben 78% Sauerstoff, also weniger als die Sägebarsche aus 60 m Tiefe, woraus hervorgeht, dass die BIOTSche Regel, nach welcher die Sauerstoffmenge mit der Tiefe zunehmen soll, nicht zutrifft. BIOT wollte gefunden haben, dass die Schwimmblase schon bei Fischen, die aus 1000 m Tiefe stammen, 90% Sauerstoff enthalte. Die Frage wird jedenfalls auf breiterer Basis und möglichst an solchen Fischen studirt werden müssen, die verschiedene Tiefen aufsuchen. (*Comptes rendus*, 1. April 1895.) [4031]

Sirenen unter den Spinnen. Als Begleiter der HORN- schen Forschungs Expedition erfuhr Professor BALDWIN SPENCER während eines kurzen Aufenthalts in Central- australien, dass Eingeborene und Ansiedler von einer des Nachts zirpenden Spinne erzählten, die ihm dann auch lebend gebracht wurde und sich als *Phrictis crassipes*, eine mit der bekannten Vogelspinne (*Mygale*) zu den Territelarien gehörende Riesenspinne erwies (*Nature*, 7. März 1895). Es ist ein 6 bis 7 cm langes Thier, dessen Beine 12 cm weit spannen und welches sich eine 3 cm weite und halbmeterlange Röhre schief im Boden als Wohnung baut. Zuerst wollten die Gefangenen keinen Laut von sich geben, und SPENCER glaubte bereits, dass das ganze Gerücht auf Täuschung beruhe, aber als ein grosses Weibchen der mehreren Dutzend seiner Gefangenen eines Tages mit einem Stroh- halm gereizt wurde, erhob es sich auf den Hinterbeinen und brachte ein eigenthümliches pfeifendes Geräusch hervor, indem es mit den Kiefertastern (Palpen) an den Oberkiefern (Cheliceren) hin und her rieb, wobei es zornige Vorstöße gegen den Strohalm ausführte. Bei genauerer Untersuchung fand SPENCER am Grundgelenk jedes Tasters eine kammartige Bildung aus harten Chitin- stäben, die einen keulenförmigen Knopf tragen und so gestellt sind, dass sie bei der Auf- und Niederbewegung der Taster gegen einen besondern Theil des Oberkiefers gerieben werden, wodurch ein Laut entsteht, der in stiller Nacht 2 bis 3 m weit hörbar war. Schon im Jahre 1877 hatte übrigens WOOD MASON eine musicirende Vogel- spinne (*Mygale stridulans*) mit ähnlicher Einrichtung in den Schriften der Londoner Entomologischen Gesell- schaft beschrieben, und noch viel länger bekannt sind die schon 1874 von LANDOIS beschriebenen und ab- gebildeten Tonapparate der zirpenden Männchen mehrerer bei uns heimischen Wildspinnen (*Theridium*), welche den Tonapparat aber am Hinterleibe tragen. Er besteht aus einer halbmondförmigen sägezähnigen Leiste an der Basis des Hinterleibes, auf welcher sich die gerillten Reibleisten des Bruststückendes hin und her bewegen und ein Zirpen hervorrufen.

E. K. [4029]

BÜCHERSCHAU.

Eingegangene Neuigkeiten.

(Ausführliche Besprechung behält sich die Redaction vor.)

- TRINIUS, AUGUST. *Alldeutschland in Wort und Bild.* Eine malerische Schilderung der deutschen Heimat. Mit mehreren Hundert künstlerischen Illustrationen. (In 15 Heften.) Heft 1—3. gr. 8^o. (S. 1—272.) Berlin, Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung. Preis à 1 M.
- LEHMANN, DR. O., Hofrath u. Prof. *Elektricität und Licht.* Einführung in die messende Elektricitätslehre und Photometrie. Mit 220 Holzst. u. 3 Taf. gr. 8^o. (XV, 390 S.) Braunschweig, Friedrich Vieweg und Sohn. Preis 7 M.
- BAUER, DR. MAX, Prof. *Edelsteinkunde.* Eine all- gemein verständliche Darstellung der Eigenschaften, des Vorkommens und der Verwendung der Edel- steine, nebst einer Anleitung zur Bestimmung der- selben für Mineralogen, Steinschleifer, Juweliere etc. Mit 8 Chromotaf., mehreren Lichtdruckbildern u. Lithographien, sowie vielen Illustr. im Text. (In ca. 8 Liefergn.) Lieferung 1. Lex.-8^o. (S. 1—48 u. 1 Taf.) Leipzig, Chr. Herm. Tauchnitz. Preis 2,50 M.

POST.

An die Redaction des Prometheus.

Als Leser Ihres *Prometheus* hat mich Ihr Artikel über die Bergkrankheit sehr interessirt, und habe ich einen Bekannten, Herrn SAL. SPRÜNGLI, bewogen, mir seine diesbezüglichen Erfahrungen in den Cordilleren mitzutheilen. Vielleicht haben dieselben für die Leser des *Prometheus* einiges Interesse, und ich stelle Ihnen den Bericht daher gern zur Verfügung.

Hochachtend

Zürich, 15. Mai 1895.

FRIDR. WEBER.

*

Schon früher hatten Sie mich gebeten, Ihnen meine Beobachtungen und Erlebnisse, die Bergkrankheit be- treffend, mittheilen zu wollen, was ich nun anlässlich des *Prometheus*-Artikels gern thun will.

Nachdem ich während sieben Jahren in Lima (Peru) unterm 12.^o südl. Breite an der Küste gewohnt, etablirte ich mich im Jahre 1886 in Arequipa, einer Binnenstadt, die unterm 16.^o südl. Breite, ca. 100 km in Luftlinie von der Küste entfernt, inmitten einer künstlichen Oase auf der Höhe von 7800' liegt. Die Strecke von der Küste nach Arequipa wurde in früheren Jahren vom Hafenzorte Islay aus zu Pferde (jetzt vom Hafen Mollendo per Bahn) zurückgelegt und nahm zwei Tage in Anspruch, wobei man in der Nähe von Arequipa die Höhe von 9000' passirte.

Auf dieser ersten Tour, deren ich später mehrere machte, habe ich beim Passiren von 9000' nie irgend eine Beklemmung oder Athemnoth beobachtet, weder an mir selbst noch an meinem Reitthier (Pferd oder Maulthier), wogegen ich, das erste Mal in Arequipa an- gelangt, zu Fuss einen Schritt einschlagen wollend, wie ich ihn an der Küste gewohnt war, alle 40—50 Schritte still stehen musste, um Athem zu schöpfen, eine Be- schwerde, die sich jedoch später, als ich dort nieder- gelassen war, ganz verlor.

In Lima ans Turnen gewöhnt, wollte ich in Are- quipa diesem Sport ebenfalls huldigen und liess mir provisorisch Reck und Barren machen, musste jedoch nach kurzer Zeit die Sache aufgeben, indem bei einiger- massen andauernder Anstrengung die Lungen den Dienst versagten und ausserdem eine Art Uebelkeit oder Schwindel eintrat.

Im Jahre 1869 machte ich die erste Reise von Are- quipa aus nach dem Innern des Landes, wobei in den ersten sieben Stunden die Höhe von 15 500' (die Höhe des Passes zwischen dem Vulkan Misti und dem Höhen- zuge Pichu-Pichu) überschritten wurde, ohne dass ich die geringste Uebelkeit oder Athemnoth verspürte, weil ich zu Pferde war und mich nicht anzustrengen brauchte. Da ich bergan sehr langsam ritt und dem Thier von Zeit zu Zeit etwas Rast gönnte, bemerkte ich auch bei diesem kein Anzeichen der Höhenkrankheit, „Soroche“ genannt.

Zur Vorsicht führt der die Cordilleren und Anden überschreitende Reisende gewöhnlich ein kleines Fläsch- chen Salmiakgeist (*Alcali volatil*) mit, um im Nothfalle sich oder dem Reitthier bei Athemnoth oder Uebelkeit dasselbe unter die Nase zu halten, worauf der Anfall weicht und die Lungen wieder besser functioniren.

In Ermangelung von *Alcali volatil* und wohl auch der Billigkeit halber führt der Arriero (Maulthiertreiber) auch Knoblauch (Aji) mit sich, verreibt solchen und hält ihn dem Thiere und in gewissen Fällen auch dem

Reisenden unter die Nase, womit der gleiche Effect erzeugt wird, wie beim Gebrauche des Salmiakgeistes.

Der Soroche oder die Höhenkrankheit giebt sich beim Menschen durch Kopfweh, verbunden mit Uebelkeit, kund, wobei es Einem zu Muthe ist, als würde Einem je eine Schraube an beiden Schläfen in den Kopf gebohrt. Vollblütige Personen und auch die Thiere bluten stark aus der Nase, und wenn die Thiere umfallen, ehe man mit einem Gegenmittel zur Hand ist, so stehen sie gewöhnlich nicht mehr auf.

Der Soroche tritt gewöhnlich nur bei Reitthieren ein, die oft ohne Wissen und Willen des Reiters mehr als thunlich angestrengt, oft aber auch wissentlich forcirt werden. Bei Frachtthieren kommt die Krankheit selten vor, da solche ungezwungen laufen und beliebig Halt machen können.

Das Thier giebt den Soroche durch Stillstehen zu erkennen, und ist, wenn stark „asorochado“, selbst durch Sporen nicht mehr vom Platze zu bringen, ehe ein Hilfsmittel angewandt wird oder es sonst lange genug ausgeruht hat.

Mein Reiseziel war Vilque, der grosse südamerikanische Jahrmaktsplatz, wo ich genöthigt war, mit Hilfe von Indianern eine Verkaufsbude aus getrockneten Lehmziegeln (Adoves) herzurichten. Vilque liegt auf einer Hochebene zwischen den Cordilleren und Anden 13 000' über Meer; und dennoch arbeiteten diese Leute ohne sichtliche Anstrengung, wogegen ich mit Kisten und Ballen nicht hantiren konnte, wie in Arequipa oder gar an der Küste; ich musste öfters innehalten, um Athem zu schöpfen. Dies ist für mich ein schlagender Beweis, dass der an diese Höhen gewöhnte, oder besser gesagt, der auf diesen Höhen geborene Mensch, sei er Indianer oder Europäer, sich von Jugend an an die Höhenverhältnisse, d. h. an die viel reinere Luft, gewöhnt und daher nicht vom Soroche leidet.

Auf einer späteren Reise nach der alten Inkastadt Cuzco kreuzte ich bei Santa Rosa de la Raya die Anden und hielt mich auf der obersten Passhöhe, 17 000' über Meer, wohl zwei Stunden auf, ohne von Soroche befallen worden zu sein, wogegen mein Reisebegleiter, auch ein Europäer, beim Herausholen eines Maulthieres, das in eine Lagune (Sumpf) gefallen war, sehr von der Höhenkrankheit zu leiden hatte. Wiederum ein Beweis, dass ohne körperliche Anstrengung in freier Luft der Mensch von der Höhenkrankheit nicht befallen wird.

Im Jahre 1874 machte ich in Gesellschaft von fünf andern Europäern und zwei Indianern (als Führer) eine Excursion auf den in der Nähe Arequipas liegenden Vulkan Misti, in der Absicht, „Carbon“ zu suchen. Bis zu 15 000' Höhe bedienten wir uns der Maulthiere; von da ging es nach in grimmiger Kälte im Freien zugebrachter Nacht den folgenden Morgen zu Fuss weiter, meist durch losen Sand mit Lavasteinchen vermischt. Auf 17 000' angelangt, blieb einer der Gesellschafter des ihn befallenden Soroches halber zurück, 500' höher ein zweiter und nachher ein dritter und vierter, bis auch ich auf der Höhe von 18 500' genug hatte, ohne jedoch Soroche zu verspüren. Es versagten mir ganz einfach die Lungen, und um keinen Schlaganfall zu provociren, stellte ich den Spaziergang ein (der im übrigen ganz ungefährlich war) und blieb im Sande liegen. Der sechste der Gesellschafter, ein magerer, zäher französischer Schweizer, stieg rüstig weiter, verspürte aber bei einer besonders starken Anstrengung, wobei er mit Händen und Füßen klettern musste, bei 20 000' Höhe eine gewisse Unbehaglichkeit, die er zuerst für Hunger

hielt, die aber auch nach Genuss einer Conserve nicht weichen wollte und schliesslich mit Kopfweh endete, das ihn am Weitermarschiren resp. -Klettern hinderte. Er unternahm den Abstieg und war binnen kurzer Zeit vom Soroche befreit, als man ihm Salmiakgeist (den er leider nicht bei sich trug) zu riechen gab.

Im Jahre 1872, also zwei Jahre früher, bestieg mein Bruder mit zwei Deutschen, von denen der jüngere, 18 Jahr alt und in Peru auf einer Hochebene geboren, sich als ausgezeichnete Bergsteiger bewährte, den gleichen Vulkan. Sie verbrachten die Nacht ebenfalls auf 15 000' Höhe, wobei der eine der Herren von den Anstrengungen des Tages (sie waren nicht beritten) so sehr litt, dass er die ganze Nacht, trotz angewandter Mittel, nicht schlafen konnte, ohne aber gerade an Soroche gelitten zu haben. Er war vielmehr aufgereggt, fand keinen Schlaf und konnte den folgenden Morgen nicht weiter gehen. Mein Bruder und der junge Deutsche erreichten um zwei Uhr nach achtstündigem Marsche ihr Ziel ohne jegliche Spur von Höhenkrankheit, bedienten sich aber schon von 16 000' an des *Alcali volatil*, und je höher sie kamen, desto mehr Gebrauch wurde davon gemacht, bis sie die 22 000' hinter sich und den Krater vor sich hatten. Als Trophäe brachten sie eine vom 17. Juni 1863 datirte Küstenkarte des gelehrten Perureisenden ROBERT MARSHAM, eines Engländers, mit, die sie in einer Flasche beim Kreuze auf der Spitze vorfanden.

Zur weiteren Orientirung melde ich Ihnen noch, dass ich verschiedentlich auf der höchstgelegenen Eisenbahnstation der Welt, in Vincocaya, zwischen Arequipa und Puno, 15 200' über Meer, übernachtete*), wobei ich, weil ich mich nie anstrengte, auch nie an Soroche litt.

Ob nun auf Breitregraden, unter denen die Schweiz liegt, die Verhältnisse in Hinsicht der Höhenkrankheit die gleichen oder andere sind, vermag ich als Laie nicht zu beurtheilen, würde aber mit allem Vertrauen gelegentlich eine Fahrt auf die Jungfrau per Bahn als Probstein mitmachen; und für den Fall, dass ich noch einen Weg zum Gipfel zu Fuss zurückzulegen haben sollte, würde ich mich zur Vorsicht mit Salmiakgeist und Knoblauch versehen.

[4085]

Zürich, im Mai 1895.

SAL. SPRÜNGLI.

* * *

An die Redaction des Prometheus.

Friedenau, den 20. Juli 1895.

Es ist vielleicht für manchen Leser des *Prometheus* die Mittheilung von Interesse, dass Bäume mit spiralförmigem Wuchs des Stammes, wie sie in einer Zuschrift an die Redaction auf S. 672 dieses Jahrgangs beschrieben sind, in vielen schönen Exemplaren in den Strassen Friedenaus sich vorfinden. Hier kommt dieser eigenthümliche Wuchs nur an Kastanien vor. In gewissem Alter des Baumes treten in der Regel drei stark nach aussen gewölbte Rippen hervor, welche die Rinde in zahllosen Rissen der Oberrinde aus einander drängen, in denen die helle Unterschicht der Rinde diesen Vorgang schon aus einiger Entfernung bemerklich macht. Diese helle Farbe ist bei älteren Bäumen der der anderen Rinde gleich geworden.

[4097]

Hochachtungsvoll

J. CASTNER.

*) Die Bahn geht noch 300' höher, ich übernachtete also auf 15 200' — in einem „Loche“.