

bestimmtes Datum den entsprechenden Punkt zur A. R.-Schaulinie eines der beweglichen Gestirne auf und gehen wir von diesem Punkt aus senkrecht auf die eingezeichnete Ekliptik, so ist in der Nähe dieses Ekliptikpunktes das betreffende Gestirn am Himmel zu suchen. So werden wir leicht finden können (Abb. 2), daß Anfang August Jupiter rückläufig nahe bei Antares im Sternbild des Skorpions steht; oder daß um den 20. April herum Venus als Abendstern nördlich Aldebaran im Stier zu suchen war. Gleiche Überlegungen lassen sich selbstverständlich auch auf Sonne und Mond anwenden.

Als sehr praktisch hat sich folgende technische Ausführung erwiesen: Die Schauliniendarstellung wird auf starke Pappe ausgezogen, die Sternkarte in richtigem Maßstab auf Pauspapier gezeichnet und in einem leichten Holzrähmchen befestigt. Dieser Rahmen mit der Karte läßt sich dann leicht verschiebbar anbringen und kann jahrelang seinen Dienst versehen, während die Schaulinien naturgemäß für jedes Jahr neu gezeichnet werden müssen.

Eine kleine, auf unserer Zeichnung nicht ausgeführte Erweiterung der Darstellung ließe sich noch dadurch erzielen, daß zu beiden Seiten der

Sonnenkurve im Abstände von je $18^\circ = 1\frac{1}{2}$ Stunden Parallelen gelegt würden. Der so erhaltene Streifen stellt die Zone der astronomischen Dämmerung dar. Mit seiner Hilfe lassen sich ohne weiteres die Zeiten des Ein- und Austretens von Planeten und Sternbildern aus dem Dämmerungsbogen leicht ermitteln.

Soll ein solcher graphischer Kalender eine befriedigende Genauigkeit liefern, so muß er in ziemlich großem Maßstab angefertigt werden; je größer das Bild, desto größer die Genauigkeit. Am besten wird die Darstellung auf Millimeterpapier gezeichnet; handliche Größe erhält man bei der Wahl von 1 Tag = 1 mm und 1 Stunde = 2 cm; bei diesem Maßstabe und bei sorgfältiger Ausführung läßt sich eine recht erhebliche Genauigkeit erzielen. —

Und nun: Wer Lust an solchen geistfördernden Arbeiten hat, möge es frisch versuchen; die Mühe ist klein im Verhältnis zum Gewinn. An leicht zugänglicher Stelle aufgehängt, wirkt ein solcher selbsthergestellter Kalender als ständige Aufforderung zum Beobachten. Das Feststellen der Übereinstimmung unserer Zeichnung mit den Vorgängen am Himmelsgewölbe erhöht die Freude am Schauen.

Die Berührungsempfindlichkeit der Pflanze.

von Dr. Adolf Koelsch.

I.

Weil ein Busch nicht die Blätter säubert, wenn wir seine Zweige rücksichtslos auseinanderbiegen, weil Gräser nicht bleich werden vor Schreck, wenn ein Fuß sie zu Boden tritt, oder weil eine Rübe sich nicht krampfartig zusammenzieht, wenn einer sie drückt, bilden wir uns ein, daß die Pflanzen von dem allem nichts spüren. Wir gestehen ihnen zwar zu, daß sie gegenüber Licht-, Wärme- und Schwerkrafteinflüssen überaus reizbar sind; wir erkennen auch ihre Empfänglichkeit für Betäubungs- und Raufmittel an, sind also überzeugt, daß sie empfinden. Der Vorstellung vom Vorhandensein einer Empfindlichkeit für Berührungseize aber verschließen wir uns in der Regel, weil wir meinen, daß es an offenkundigen Zeugnissen für das Bestehen einer so weitgehend durchgebildeten Seelenhaftigkeit fehle.

Und doch ist es in vielen, sogar sehr vielen alltäglichen Fällen durchaus nicht schwer zu begreifen, daß auch die Pflanzen gegen Berührung empfindlich sind. Ihr Verhalten gegenüber festen Gegenständen, mit denen sie während ihres

Wachstums zusammenstoßen, ist immer wieder dasselbe und so bezeichnend, daß kein Zweifel darüber bestehen kann, daß die Berührung von ihnen verspürt worden ist und den Anstoß zu einer bestimmten Handlung gegeben hat: Ebenso wie bei uns der Zusammenprall mit einer Mauer oder der Kegelbruch eines Haares.

In diese bereits Gruppe, deren Sprache sich vor niemand verschließt, gehören alle jene bald krautigen, bald strauchigen Gewächse, von denen eine körperliche Begegnung mit anderen Pflanzen oder sonstigen hochragenden Gegenständen unmittelbar aufgesucht wird, weil sie das Bedürfnis haben, sich an ihnen emporzuziehen, um in der Höhe Bewegungsraum und Licht für ihre Entfaltung zu finden. Wir bezeichnen diese Pflanzen als Kletter- und Windepflanzen (Abb. 1). Die Windepflanzen, ihrem ganzen Bau nach zu schwankend und schwach, um sich aus eigenen Mitteln gerade halten und im Aufrechtstehen den nötigen Lichtraum erkämpfen zu können, deswegen inmitten jeder üppigen Vegetation zu Untergang oder Siechtum verdammt, entgehen

dem Verderben, weil es ihnen gelingt, sich aus der Umarmung der andern dadurch emporzuschaffen, daß sie jeden einigermaßen festen und nicht zu dicken Gegenstand mit ihren Stengeln schraubenförmig umwachsen und ihrem Körper auf diese Weise künstlich den Halt verleihen, den ihm sein eigenes „Skelett“ nicht zu geben vermag. Das eigentliche Sinnesorgan für die Berührung liegt bei allen Windegewächsen in der Spitze des Stengels, der durch unermüdllich kreisende Bewegung die ganze Umgebung so lange erforscht, bis er eine Unterlage gefunden und sich ihrer versichert hat. Von Pflanzen, die wohl jeder kennt, verhalten sich in dieser Weise die Bohnen, Binden, der Hopfen und das wohlriechende Weißblatt, ein Heckenstrauch.

II.

Ein noch viel bunteres und reicheres Bild



Abb. 1. Rechts- und links-windender Eprob.

bieten die Kletterpflanzen, weil im Lauf der Geschichte und je nach der Art, um die es sich handelt, nahezu jedes Organ mit der Aufgabe betraut worden ist, die verspürte Berührung wie in einem Becken zu sammeln und die Pflanze am stützenden Gegenstand festzumachen. Bald treten die Blätter- oder Blattstiele in den Berührungs- und Kletterdienst, indem sie sich in Haken, Krallen, Ranken und fingerförmige Klimmfäden verwandeln, die den Nachbar umschlingen (Erdranch, Klematis, Wicke, Erbse, Kürbis und viele andere); bald werden ganze

Zweige (Passiflora) und Blütenstände (Wildber Wein) in reichgegabelte Ranken oder Haftscheiben umgebaut. Eine dritte Gruppe endlich, zu der unser Esen gehört, hat ihre Zweige von Knoten zu Knoten mit oberirdischen Wurzeln bedeckt und ihnen die Leistung von Berührungs- und Kletterwerkzeugen zugeschoben (Abb. 2—4).

Ebenso greifbar wie bei Kletter- und Windepflanzen liegt die Berührungsempfindlichkeit bei den insektenfressenden Kräutern am Tag, deren Blätter oder sonstige Fangeinrichtungen sich über angefliegenen kleineren Tieren schon nach

Berlauf weniger Sekunden zusammenschließen, während sie die bezeichnende Fangbewegung niemals ausführen, solange der entsprechende Reiz



Abb. 2. Blatt der Erbse mit Blatttraufe. n Nebenblätter.

unterbleibt. Endlich sind als Formen mit sehr eindrucksvollem Tastempfindungsvermögen die sogenannten Sinngewächse zu nennen, d. h. die Pflanzen, die entweder — nach Art der Mimosen — jede Berührung mit dem Zusammentreffen ihrer Blätter beantworten oder — nach Art der Flockenblume — in den Staubfäden der Blüte Organe besitzen, die sich bei Berührung durch einen Insektenrüssel muskelartig zusammenschieben, um sich nach dem Verklingen des Reizes wieder zu strecken (Abb. 5). In allen diesen Fällen sind die Berührungswirkungen so kraftvoll und umfangreich, daß schon das bloße Auge die Gegenbewegungen wahrnimmt.

Aber noch ein Zweites ist (mit Ausnahme der Mimose) allen bisher besprochenen Formen gemeinsam: Die offenskundige Tastempfindlichkeit ist nicht wie bei uns Menschen über die ganze Hautoberfläche verteilt, sondern auf besondere Organe oder organhaft umgrenzte Körperstellen beschränkt. Nur wenn diese ausgezeichneten Teile in Anspruch genommen werden, rafft sich die Pflanze als Ganzes zu jenem

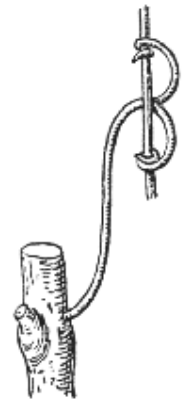


Abb. 3. Zur Uhrfederranke umgebauter Zweig von Paullinia.

Handlungen auf, an denen wir den Erfolg der Berührung erkennen. Es ist ungefähr so wie bei den Insekten, bei denen ja auch alle eingepanzerten Körperteile unfähig sind, Tastreize aufzunehmen; dafür findet man die Sinneszellen an Fühlern und Gelenkrändern um so dichter gehäuft. Obgleich nun, wie schon betont worden ist, die pflanzlichen Werkzeuge der Berührung, ohne daß die betreffenden Gewebe gleichzeitig auch durch einen besonderen Zellenbau kenntlich wären, ihren Sitz bald in den Spitzengliedern der wachsenden Stengel genommen haben, bald in den Endabschnitten der Blätter oder in ranken- und fühlfadenartig entwickelten Zweigen, Blütenständen und Greifwurzeln angebracht sind, ist doch innerhalb der Reichen die Empfindlichkeit dem Grade nach recht wechselnd gestuft. Im großen und ganzen ist es so, daß man die höchsten Reizwerte bei den Blatt- und Zweigranken antreift. Stößt das Spitzenglied dieser Gebilde mit einem noch so zarten und drucklosen Nachbargewächs oder sonst umklammerbaren dünnen Gegenstande zusammen, so setzt schon in den ersten 20 Sekunden nach der Berührung, oft schon nach der zweiten Sekunde jene Krümmungsbewegung ein, die die Antwort der Pflanze auf den Berührungseiz darstellt. Von der getroffenen Stelle aus breitet sich die Einkrümmung beiderseits der Reizstelle so schnell über die nächste Umgebung aus, daß die Ergreifung und Umwicklung des Stützpunktes bereits nach einigen Minuten vollendet ist, wenigstens bei den mit sehr dünnen und leicht bewegbaren Sprossen ausgerüsteten Gewächsen, denen (wie beispielsweise der Haargurke) daran gelegen sein muß, jede Begegnung rasch auszunützen, weil sonst der Wind oder eine andere Macht der Umwelt die Gelegenheit zur Umklammerung wieder vernichtet. Ist die Umfassung geglückt, die von der Haargurke schon versucht wird, wenn der Druck des berührenden Gegenstandes nicht stärker ist als der eines Baumwollfädchens von $\frac{1}{5000}$ Milligramm Gewicht, so kommt die Krümmungsbewegung bei sehr vielen Pflanzen indessen noch lange nicht sofort zur Ruhe; sie breitet sich von der umschlingenden Rankenstelle im Laufe der nächsten Stunden oder Tage langsam nach einwärts aus und bewirkt eine schraubenförmige Einrollung des ganzen inneren Rankenteiles. Wir können das sehr schön bei unserer Jaunrebe, noch schöner bei der Jaunrübe sehen (Abb. 6). Der Nutzen dieser Maßnahme ist klar: Die Einschraubung zieht den Sproß näher an die ergriffene Stütze heran; die Pflanze wird also nicht nur befestigt, sondern

zugleich gehoben. Den allerstärksten Reizungsertrag aber haben wir bei jenen Gewächsen zu buchen, von denen die Berührung mit Entwicklung von Haarwurzeln (gewisse Algen) oder breiten Haftscheiben (japanische Hausrebe) beantwortet wird (s. Abb. 4). Die Berührung löst hier nicht nur bestimmte Bewegungen, sondern sogar bestimmte, umfangreiche Gestaltbildungen aus, die ohne sie nie erscheinen. Nicht unerwähnt soll bleiben, daß durch betäubende oder giftige Stoffe die Berührungsempfindlichkeit in allen Fällen



Abb. 4. Hastranken des weiblichen japanischen Weins.

stark herabgesetzt oder ganz gelähmt wird, desgleichen durch die als Etiollement bezeichnete krankhafte Bleichsucht, die aus den Ranken den Grünstoff bis zur völligen Weißfärbung entfernt.

III.

Während man nun aber lange Zeit der Meinung gewesen ist, daß es im Pflanzenreich andere Formen von Berührungsempfindlichkeit als die genannten nicht gäbe, hat die neue und neueste Zeit mit diesem Vorurteil aufgeräumt und gezeigt, daß jede Pflanze gegen Berührung empfindlich ist, und zwar in allen lebendigen Körperteilen. Es sind also nicht mehr die insektenfressenden Pflanzen, die Sinn-, Winde- und Rankengewächse allein, die sich mit dem Ruhm der Tastempfindung bekränzen dürfen. Der gleiche Ruhm kommt jeder von ihnen zu: Jedem Moos, jedem Gras, jedem Strauch oder Baum, heiße er, wie er wolle.

Es ist die zunehmende Kenntnis der elektrischen Erscheinungen des Pflanzenleibes, die diese Erweiterung unserer Einsicht bewirkt hat. Mit unsern unbewaffneten Sinnen spüren wir

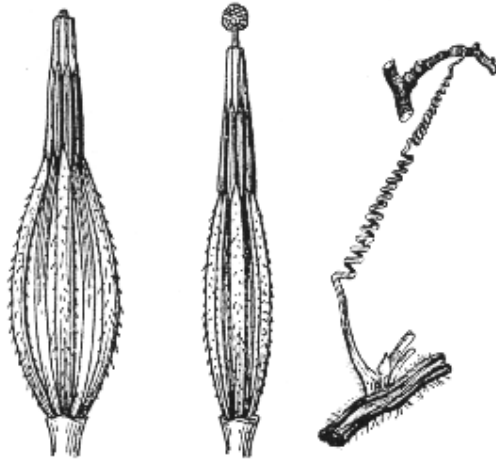


Abb. 5. Staubfäden der Pistillendume im gereizten (links) und im ungereizten Zustand (rechts).

Abb. 6. Spiralförmig eingerollte Schlingranke der Bohnenrinne.

von den elektrischen Vorgängen im Pflanzenleib nichts. Sobald der Leib jedoch in besondere Apparate eingesperret wird, die die Ableitung etwa vorhandener elektrischer Ströme und ihre Zuführung zu sehr feinen Meßapparaten gestatten (Abb. 7), werden wir gewahr, daß die Pflanze beständig elektrische Ströme oder Spannungszustände erzeugt, die aufs tiefste verbunden sind mit jenen unermüdblichen Stoffwechsel- und Lebensvorgängen, die sich im Innern ihrer Zellen abspielen. Die betreffenden Spannungszustände fehlen nie; sie wechseln zwar von Ort zu Ort, sind also nach der Stärke ihres Gefalles verschieden, je nachdem zwischen einem Blatt und einem Blatt, einem Blatt und der Wurzel oder der Blüte oder dem Stengel gemessen wird. Nichtsdestoweniger bekunden auch sie insofern eine gewisse Beständigkeit, als man nur zwei beliebig gewählte Punkte fest zu verbinden und das Ganze dann in Ruhe zu lassen braucht, damit man sofort einen dauernden Strom erhält, der mit annähernd schwankungsfreier Stärke zwischen den beiden Polpunkten kreist. Man nennt diesen Strom den Ruhestrom.

Der Ruhestrom ändert sich fast augenblicklich, wenn man innerhalb der Körperstrecke, aus der man ableitet, oder auch in deren Nähe die geringste Veränderung an der Pflanze vornimmt. Man macht zum Beispiel einen Versuch und

sticht die Pflanze mit einer Nadel. Fast sofort zuckt der Strom. Ja, er zuckt nicht nur, sondern der Ruhestrom ändert seinen Wert, und wir erhalten an seiner Stelle einen langandauernden Verwundungsstrom, der seinem Wesen und seiner Stärke nach nichts anderes ist als der sichtbare Ausdruck des neuen Zustandes von Gleichgewichtslosigkeit, der in der Pflanze durch die Verletzung geschaffen wurde. Die elektromotorischen Kräfte dieser Verwundungsströme sind geringfügig; sie betragen nicht mehr als einige Hundertstel oder Tausendstel Volt. Aber sie sind damit immerhin so groß wie die Verwundungsströme an tierischen Muskeln.

Nun braucht man eine Pflanze aber nicht einmal tödlich zu verletzen, um den Ruhestrom zum Zucken zu bringen. Es genügt, daß man sie an einer innerhalb des Strombogens liegenden Stelle ein wenig kneift oder drückt, betastet, beklappt, biegt oder streichelt, — und die auf die Spannung des Ruhestromes eingebettete Nadel des Meßapparates schlägt als Antwort auf den Eingriff kurzdauernd aus! Eine Mohrrübe, in den ableitenden Stromkreis gespannt und gewickelt, zuckt derart zusammen, daß man (wie dies Boje gezeigt hat) den Ausschlag des elektrischen Meßapparates nur in einen Spiegel zu werfen und von da auf eine entfernte Wand zu projizieren braucht, damit man — ins Ungeheure vergrößert — die Erregung vor Augen hat, die die Rübe bei der Berührung befallt. Auch bei Verbiegen von Blättern oder Verdrehung von Stengeln, Palmen und Zweigen entsteht ein deutlich wahrnehmbarer Erregungsstrom, dessen Stärke meßbar zunimmt mit der

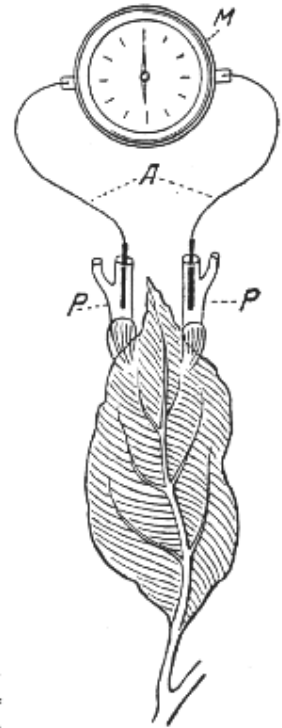


Abb. 7. Einfache Vorrichtung zur Ableitung von elektrischen Strömen aus Pflanzen. Im vorliegenden Fall wird von den beiden Seiten eines Blattes abgeleitet. M = Meßinstrument, A = Ableitungsdrähte, P = unpolarisierbare Binnet-Elektroden.

Ge
fe
di
de
se
fe
fi

Al
ob
pi
P
D

C

me
feh

sch
Re

De
fal
ru
Te
ein
der
St
ih
lid
sp
Di
lie
(1

Größe des Winkels, um den die Drehung erfolgt. Alle diese Zuckungen bleiben aus, sobald die Pflanzen ätherisiert oder narkotisiert und dadurch in einen Zustand von Betäubung versetzt worden sind; die Empfindung ist ausgeschaltet.

Die Folgerungen aus diesen Erfahrungen sind leicht zu ziehen: Auch die Rose nimmt es

wahr, wenn man sie sticht oder drückt, und auch an einem Haselstrauch geht der Griff nicht spurlos vorüber, mit dem man ihn auseinanderbiegt, um zwischen seinen Zweigen hindurchzuschlüpfen, so wenig wie am Laub einer Hängebuche der Stoß vom Hut eines Wanderers.

Mensch oder Affe? Der Unterkiefer von Piltown.

von Dr. Hans Weinert.

III.

Man darf die Besprechung der unter diese Überschrift fallenden Funde nicht beschließen, ohne auch des gelegentlich genannten *Coanthropus Dawsoni*, des „Morgenröttemenschen“ von Piltown bei Sussay in Südingland zu gedenken. Daß diesem Fossilfund eine weit kürzere Be-

schädels, beide Nasenbeine und — als wichtigstes Stück — die rechte Hälfte eines Unterkiefers mit den ersten beiden Backenzähnen; der Weisheitszahn fehlt, war aber im Leben vorhanden. Später wurde noch ein Eckzahn gefunden, der wohl dazu gehört.

Der Streit geht zunächst darum, ob die Fundstücke zusammen gehören. Die Schwierigkeit wird durch die widersprechendsten Ansichten gekennzeichnet, die den Unterkiefer einem tertiären Menschenaffen, den Schädel einem modernen Menschen zuschreiben wollen. Der Entdecker Dawson und englische Bearbeiter, besonders Smith-

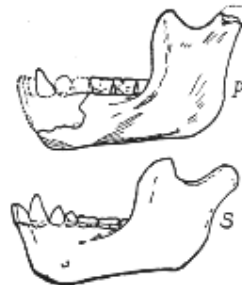


Abb. 2. P. Der Unterkiefer von Piltown ergänzt. Die vordere punktierte Linie ist Smith-Woodwards Ergänzung, die dahinter liegende würde wohl auch schon genügen und dann noch „menschlicher“ wirken. S. Unterkiefer eines Schimpansen, der dem von Piltown am nächsten steht.

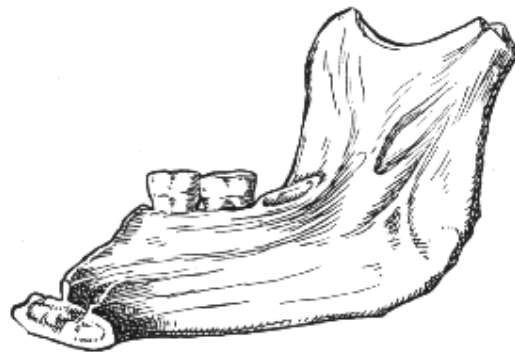


Abb. 1. Der Unterkiefer von Piltown, von innen gesehen, um die richtige Bruchlinie an der Stirngegend zu zeigen.

schreibung gewidmet wird, liegt lediglich am Raumangel, nicht an seiner Bedeutung.

Ähnlich wie beim *Pithecanthropus* wird die Deutung des *Coanthropus* durch die Mannigfaltigkeit der Funde erschwert. Die Ablagerungen des Piltownflusses enthalten Reste des Tertiärs, Diluviums und Alluviums so durcheinandergemengt, daß man eher nach der Art, dem Erhaltungszustand und der Abrollung der Fundstücke auf ihr Alter schließen muß, als nach ihrem Lagerungshorizont. Das erschwert natürlich ihre Einordnung und macht die widersprechenden Urteile der Fachleute verständlich. Die menschlichen Fossilfunde, die bisher vorliegen, bezeichnet man mit I und II. Zu I (1912) werden gerechnet Teile eines Gehirn-

Woodward, treten unbedingt für die Zusammengehörigkeit ein und geben den Fossilien ein ganz frühdiluviales Alter. Trotz der rein menschlichen Form des Schädels hat ihn Smith-Woodward so zusammengesetzt, daß er nur 1070 ccm Gehirnräum faßt; dabei bleibt aber auch die Wiederherstellung der Stirn — die am Fossil fehlt — menschlich, noch nicht einmal neandertal-ähnlich. Die Schwierigkeiten werden durch den II. Piltownfund nicht behoben. Dieser lieferte neben einem Mittelstück des Hinterhauptbeines und dem ersten Mahlzahn der linken Unterkieferseite gerade das Stück der rechtsseitigen, vorderen Stirngegend, die dem I. Fund fehlt. Aber auch dieses Stirnbein zeigt normale menschliche Verhältnisse: Es muß wie bei uns