

benachbarte Organe von dem Vorgang mitergriffen werden. Wenn man z. B. bei unserer Waldrebe (*Clematis vitalba*) eines der einander gegenüberstehenden Blättchen einseitig verletzt, dann krümmt es sich nach der Wundflanke; in vielen Fällen führt auch das opponierte Blatt und auch der Sproß, an dem beide stehen, eine entsprechende Bewegung aus; umgekehrt kann eine traumatotropische Reaktion vom Stengel auf das Blatt übergreifen. Hier handelt es sich um verwickelte Reizleitungsvorgänge, deren Wesen noch keineswegs geklärt ist. Als besonders empfindlich erwiesen sich die Keimlinge von Gräsern (*Avena*, *Panicum* usw.). Hier hat der Eingriff mitunter zur Folge, daß der Keimling sich schraubenförmig nach der Wundstelle zu aufrollt, eine Reaktion, an der die ganze noch wachstumsfähige Region teilnimmt. Interessante Verhältnisse ergaben sich bei dem Keimstengel der Hirse (*Panicum miliaceum*). Hier liegt die größte Reizempfindlichkeit an der Spitze des Stengels. Bringt man nun auf der einen Seite eine Verletzung ganz oben an und auf der entgegengesetzten ganz unten, dann verhält sich der Keimling zunächst so, wie wenn er bloß an der Spitze verletzt wäre; er krümmt sich im Sinne der oberen, stärker wirksamen Wunde. Ist diese Reaktion aber vollzogen, dann beginnt mit einem Male eine Bewegungsumkehr. Der untere Reiz, der eine Krümmung nach der entgegengesetzten Flanke anstrebt, beginnt in Kraft zu treten und gelangt schließlich zum Siege. Im weiteren Verlauf kann dann noch ein abermaliger Umschlag im Sinne der Spitzenreizung erfolgen. Es sind also gleichzeitig im Stengel zwei entgegengerichtete Krümmungstendenzen vorhanden, die in verschiedener Weise auf- und abklingen, und das Krümmungsbild in jedem Zeitpunkt entspricht einer Gleichgewichtslage, die sich je nach der Stärke der Erregung nach der einen oder der anderen Richtung verschiebt. Maßgebend hierfür ist die absolute Stärke des Reizes und die Empfindlichkeit der gereizten Zone. Damit eine Reaktion vollzogen wird, ist es nicht erforderlich, daß die lokale Wundstelle vorhanden bleibt. Verletzt man einen Keimling an der Spitze einseitig und trägt dann etwa nach einer Minute durch einen glatten Schnitt die Spitze samt Wundstelle ab, dann führt der Stumpf dessenungeachtet eine traumatotropische Reaktion aus. Der Reiz ist also inzwischen in die Basis geleitet worden. Durch Narkose mit Äther wird zwar die Reizempfindlichkeit (Sensibilität), nicht aber das Reaktionsvermögen unterdrückt. Verletzungen im Ätherraum sind wirkungslos, dagegen vollziehen sich die Reaktionen normal, wenn die Keimlinge erst nach der Reizung in die Narkose versetzt werden. Daß die Krümmungen nicht einfach dadurch zustande kommen, daß das Wachstum auf der Wundflanke gehemmt wird, folgt aus Messungen, die mitunter eine Beschleunigung von 100% ergaben. Diese Beschleunigung erfolgt nicht gleichmäßig, sondern in erster Linie auf der dem Reizort opponierten Seite, daher die Krümmung nach der Wunde. Eine biologische Deutung der auffälligen Erscheinungen läßt sich noch nicht geben. Bei der Wurzel, die sich von der Wundstelle abwendet, könnte man daran denken, daß der Gegenstand, welcher die Verletzung hervorruft, gemieden werden soll.

P. St.

Das Rumphiusphänomen und die primäre Bedeutung der Blattgelenke. (Goebel, *Biologisches Centralblatt* 36, 1916.) Schon Rumphius hat im 17. Jahrhundert beobachtet, daß *Phyllanthus urinaria*, wenn sie gewaltsam aus der Erde herausgerissen wird, ihre Blätter

nach oben zusammenschlägt. Diese Erscheinung, die Goebel nach ihrem Entdecker als „Rumphiusphänomen“ bezeichnet, und die ja auch in ähnlicher Form bei der bekannten Sinnpflanze (*Mimosa pudica*) auftritt, ist offenbar eine Folge des Wundreizes, der von der Wurzel durch den Sproß nach den Blättern geleitet wird und dort die auffällige Reizreaktion auslöst. Daraus, daß das Zusammenlegen der Blättchen schon 1 Minute nach dem Eingriff erfolgt, kann auf sehr rasche Reizleitung im pflanzlichen Gewebe geschlossen werden. Derselbe Erfolg wird erzielt, wenn man den Stengel an der Basis durchschneidet oder die Pflanze in irgendwelcher anderen Weise verletzt. Wichtig ist, daß kleine Reize, die einzeln wirkungslos wären, summiert werden können, und daß eine Verletzung auch eine erhöhte Reaktion für andere Reize (Licht-, Stoßreize usw.) herbeiführt. Nicht nur durch Verwundung, sondern auch durch Stöße, ferner durch Wärme-, Licht- und Feuchtigkeitsschwankungen wird das Rumphiusphänomen ausgelöst. Der Erfolg der Stoßreize (*Seismonastie*) ist proportional der Reizstärke; der Ausschlag nimmt mit der Zahl der Stöße fortschreitend zu. Aber auch bei heftiger Erschütterung dauert es 4—5 Minuten, bis ein völliges Zusammenlegen der Fiederblättchen stattfindet. Hierdurch unterscheidet sich *Phyllanthus* deutlich von der Sinnpflanze, bei der auch durch einen leichten Reiz gleich der volle Ausschlag erzielt wird. *Phyllanthus* kann daher als primitivere Stufe aufgefaßt werden. Mit großer Regelmäßigkeit stellen sich die Blattbewegungen beim Lichtwechsel ein, und zwar erfolgt das Zusammenklappen unter normalen Umständen beim Übergang vom Licht ins Dunkle. Man bezeichnet diese im Pflanzenreich weit verbreitete Erscheinung als Schlafbewegung. Neben dem normalen Nachtschlaf gibt es aber auch einen Tagesschlaf, der dann stattfindet, wenn die Belichtung außerordentlich stark ist. Bezeichnenderweise neigen vor allem solche Individuen zum Tagesschlaf, die in verhältnismäßiger Dunkelheit großgezogen sind und daher intensive Helligkeit schlecht vertragen. Man hat die geschilderten Bewegungserscheinungen, gerade weil sie bei den verschiedensten Pflanzenarten in mehr oder minder auffällender Weise zutage treten, vielfach von teleologischer Warte aus zu erklären versucht, aber bisher sind noch keine befriedigenden Erfolge auf diesem Gebiete erzielt worden. Welchen Nutzen die Wundreaktionen gewähren sollen, ist nicht einzusehen. Das Zusammenlegen der Blättchen bei starker Trockenheit könnte als Verdunstungsschutz betrachtet werden; darauf deutet eine in jüngster Zeit erschienene Arbeit von *Erbau*, wonach die Spaltöffnungen, die ja die Transpiration regulieren, vielfach so gelegen sind, daß sie beim Vollzug der Schlafbewegung zugedeckt werden. Der Tagesschlaf bringt die Blattflächen in Profilstellung, d. h. die Lichtstrahlen fallen nicht auf die Fläche, sondern auf die Kante; dadurch werden die Chlorophyllkörner dem schädlichen Einfluß zu intensiven Lichtes entzogen. Die Bedeutung des normalen Nachtschlafs soll nach *Stahl* darauf beruhen, daß die Blätter des Nachts vor Betauung geschützt sind und so der Gefahr entgehen, daß die Spaltöffnungen durch Wasser verschlossen werden; dem ist aber entgegenzuhalten, daß auch einige untergetauchte Pflanzen (*Marsilea*) Schlafbewegungen vollziehen. Besonders zahlreich sind naturgemäß die Hypothesen, die an die besonders augenfälligen Reaktionen anknüpfen, welche die Sinnpflanze bei Stoßreizen vollzieht. So hat man die Ansicht vertreten, daß das in wenigen Sekunden erfol-

gende Zusammenklappen der Blätter einen Schutz gegen Hagelschlag gewähren soll; das trifft tatsächlich zu, wie Beobachtungen in unserem Klima zeigen. Da aber in der Heimat der Pflanze der Hagel zu den seltenen Erscheinungen zählt, so kann dies nur als Nebenerfolg betrachtet werden. Ebensovienig ist erwiesen, daß die Blattbewegungen durch die Plötzlichkeit, mit der sie sich vollziehen, eine abschreckende Wirkung auf Weidetiere ausüben. Eingehende Untersuchungen hierüber, die in der Heimat der Sinnerpflanze angestellt werden müßten, fehlen. So viel ist aber sicher, daß überall dort, wo die Reaktion langsam erfolgt, an eine solche Deutung nicht gedacht werden kann (Phyllanthus usw.). Goebel bestreitet keineswegs, daß in einzelnen Fällen einer solchen ökologischen Erklärung eine gewisse Bedeutung zukommt. Aber er nimmt an, daß es sich hier durchweg um sekundäre Nebenerfolge handelt und daß die primäre Funktion der Gelenke, welche die Bewegungsreaktionen ausführen, in anderer Richtung zu suchen ist. Sie stellen Entfaltungsorgane dar, welche die Aufgabe haben, die Blättchen aus der Knospelage durch entsprechende Bewegungen in die richtige Orientierung zu bringen. Erst weiterhin haben sie sich dann bei den und jenen Gewächsen an weitere biologische Leistungen angepaßt.

P. St.

Über Blattstielkrümmungen infolge von Verwundung (Traumanastie). (Molisch, Sitzber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Mathem.-naturw. Kl., Abt. I. 125. Bd. 1916.) Traumanastische Bewegungen sind bekanntlich im Gegensatz zu traumatotropischen dadurch ausgezeichnet, daß ihre Richtung keine Beziehung zur Einwirkungsrichtung des Reizmittels zeigt. Solche traumanastische Krümmungen wurden bisher nur selten beobachtet. Der Verfasser hat einen neuen Fall bei den Blattstielen von folgenden Pflanzen nachgewiesen: *Episcia bicolor*, *Tydaea Decaisneana*, *Saintpaulia ionantha*, *Goldfussia glomerata*, *Eranthemum nervosum*, *Peperomia pelata* und *Geranium robertianum*. — Wird die Blattspreite dieser Pflanzen z. B. von *Episcia bicolor* abgeschnitten, so krümmt sich der an der Mutterpflanze verbleibende, schief aufwärts gerichtete Blattstiel in den folgenden Tagen allmählich nach abwärts, so daß er mit seinem Ende nach unten gewendet ist, ja mitunter kommt es sogar zu einer Krümmung über die Vertikale hinaus, so daß der Blattstiel eine geschlossene Kreislinie bildet. — Die Krümmung des Blattstiels (*Episcia*, *Tydaea*) tritt auch ein, wenn nicht bloß die Spreite, sondern auch wenn diese mit dem Stiel abgeschnitten wird, ja sie kommt auch, obgleich in schwächerem Grade, zustande, wofern der Blattstiel für sich isoliert und auf nasses Filtrierpapier in feuchtem Raume aufgelegt wird. Bei der beschriebenen Krümmung handelt es sich um eine Reizerscheinung. Der von der Schnittwunde ausgehende Reiz wird auf weiter entfernt liegende Teile des Blattstiels übertragen und löst hier an der morphologischen Oberseite des Stieles stärkeres Längenwachstum aus als an der Gegenseite. Dadurch kommt die Krümmung zustande. Die Blattstielkrümmung nach abwärts tritt an alten Blättern einiger der genannten Pflanzen auch spontan ein. Diese normale Krümmung kann aber durch Abschneiden der Spreite schon zu einer Zeit hervorgerufen werden, wenn das Blatt noch nicht das Streben hat, sich nach abwärts zu beugen. In der traumanastischen

Krümmung des Blattstiels liegt eine Bewegung vor, die wohl für die Pflanze keinen besonderen Wert hat. Ein Blattstiel ohne Spreite ist für die Pflanze an und für sich nutzlos. Daher entledigt sich die Pflanze gewöhnlich auch des Blattstiels, indem sie ihn mit einer Trennungsschicht abstößt. Trotzdem führt der Blattstiel bei den genannten Gewächsen vor dem Abfallen eine höchst auffallende Bewegung aus, obwohl ihm diese keinen Nutzen schafft; denn ob der Blattstiel gerade oder gekrümmt abfällt, hat wohl für die Pflanze, soweit man dies beurteilen kann, keine Bedeutung.

Autoreferat.

Anatomisch-physiologische Untersuchungen über Wasserspalten. E. Neumann-Reichardt; Beitr. f. allg. Bot. I. 1917. Eine ganze Reihe einheimischer und ausländischer Pflanzen besitzt an den Blättern, besonders an den Blattzähnen, dort, wo die Nerven endigen, besondere Ausführwege, durch die überschüssiges Wasser in Tropfenform ausgeschieden wird. Schon *Trinchinetti* hat 1836 darauf hingewiesen, daß diese sogen. „Wasserspalt“ (Hydathoden) durch Umwandlung von Spaltöffnungen entstanden sind. Es ist also ein Funktionswechsel eingetreten. Die Spaltöffnungen dienen bekanntlich dem Gasaustausch und stehen nach innen mit der „Atemhöhle“ in Verbindung, die den Anschluß an das reich verzweigte Netz der Luftkanäle (Interzellularen) vermittelt. Bei den Wasserspalten wird die Atemhöhle zur „Wasserhöhle“ (*Haberlandt*), und nach dieser Wasserhöhle konvergieren die letzten Endigungen des wasserleitenden Systems, die Tracheiden. Daß die phylogenetische Ableitung der Wasserspalten von den Spaltöffnungen berechtigt ist, ergibt sich aus einer ganzen Reihe anatomischer Merkmale. Obwohl bei den Wasserspalten eine regulatorische Verengerung oder Erweiterung des Kanals nicht mehr stattfindet, so stimmt der Bau der Zellen, welche den Spalt umgrenzen, doch mehr oder minder weit mit dem der Spaltöffnungsschließzellen überein; es sind dieselben Verdickungsleisten und Gelenke vorhanden, die bei den Spaltöffnungen das Öffnen und Schließen bewirken. Aber es lassen sich schöne Übergangsreihen aufstellen von solchen Wasserspalten, die noch weitgehend an die Spaltöffnungen erinnern bis zu solchen, bei denen der Bau wesentlich vereinfacht ist. Oft lassen sich bei ein und demselben Objekt solche Bindeglieder feststellen. (*Aucuba*, *Ranunculus Steveni*.) In manchen Fällen ist die Bildung der Wasserspalten erblich gefestigt, so daß sie von der Wasserbilanz unabhängig erscheint (nesselblättrige Glockenblume, *Campauula Trachelium*), mitunter findet aber an trockenen Standorten eine Reduktion der Wasserspalten statt (*Nachtschatten*, *Solanum nigrum*). Bei der Kapuzinerkresse (*Tropaeolum majus*) läßt sich auch eine Beziehung zwischen der Größe der Wasserspalten und der Reichhaltigkeit des Wasserstroms nachweisen. Wie bei den Spaltöffnungen kann auch bei den Wasserspalten in Fällen der Not ein sekundärer Verschuß des Ausführkanals eintreten. Dieser Verschuß wird bewirkt entweder durch Wachsausscheidungen (*Alpenveilchen*, *Cyclamen europaeum*) oder durch Zellwucherungen, welche die Wasserhöhle verstopfen, sogenannte Thyllen. Neben den zahlreichen atavistischen Merkmalen konnte *Neumann-Reichardt* auch einige Neuanpassungen feststellen, deren Wesen im einzelnen allerdings noch nicht völlig geklärt ist.

P. St.