Die Wachstumsrichtung wird vielfach durch Schwerkraft, Licht, Feuchtigkeit oder Ernährungsverhältnisse beeinflußt, und manche Organe reagieren namentlich gegenüber den beiden ersteren Kräften in ganz bestimmtem Sinne. Auf die Intensität des Wachstums übt das Licht dagegen eine hemmende Wirkung aus, während Wärme bis zu einer gewissen Grenze beschleunigend wirkt.

IV. Abschnitt.

Die Bewegungserscheinungen bei Pflanzen.

In früherer Zeit galt Beweglichkeit ganz allgemein als eine ausschließlich dem Tierreiche zukommende Eigenschaft, und alle beweglichen Organismen wurden ohne weiteres zu den Tieren gestellt. Indessen zeigte sich, je weiter man in der Erforschung der niedersten Lebewesen kam, daß auch unzweifelhaft echte Pflanzen entweder während ihres ganzen Lebens oder wenigstens während einer gewissen Entwicklungsdauer mit Eigenbewegung begabt waren. Namentlich konnte dies bei einer großen Zahl von Algen an gewissen Fortpflanzungszellen beobachtet werden; auch die männlichen Geschlechtszellen der Moose und Farne, die Spermatozoiden, zeigen lebhafte Eigenbewegung. Diesen mit Ortsveränderung verbundenen Bewegungserscheinungen niederer Pflanzen stehen bei den höheren Pflanzen andere gegenüber, welche meist nur einzelne Teile der Organe betreffen und naturgemäß bei den festgewurzelten Pflanzen keine Ortsveränderung mit sich bringen, jedoch gegenüber den Bewegungen jener mikroskopischen Organismen zum Teil riesenhaft erscheinen.

Solche nicht mit Ortsveränderung verbundene Bewegungen können einmal unabhängig von äußeren Kräften aus in der Pflanze selbst liegenden Ursachen erfolgen, und dann nennt man sie autonom, oder sie werden durch von außen wirkende

Reize herbeigeführt, wie Licht, Schwerkraft, Wärme, Feuchtigkeit usw., und heißen dann paratonisch.

Das Zustandekommen der Bewegung selbst kann nun wieder auf dreierlei Weise erfolgen. Sie kann einmal darauf beruhen, daß die Zellwände auf den verschiedenen Seiten eines Organs in ungleicher Weise Wasser aufnehmen und daher auch in ungleicher Weise sich vergrößern (hygroskopische oder Imbibitionskrümmungen), oder darauf, daß der Turgor der Zellen sich ändert und infolgedessen eine zeitweilige Verkürzung oder Verlängerung gewisser Gewebspartien eintritt (Variationsbewegungen), oder endlich darauf, daß auf den verschiedenen Seiten eines Organs ungleiches Wachstum vorhanden ist (Wachstumskrümmungen oder Nutation).

a. Hygroskopische Krümmungen.

Die hygroskopischen Krümmungen sind im allgemeinen bei lebenden Pflanzen nicht häufig, da für gewöhnlich die Zellmembranen bei solchen vollkommen mit Wasser gesättigt sind, und die Pflanzen vertrocknen und absterben, wenn die Zellmembranen ihr Wasser verlieren. Bei Pflanzen, die jedoch das Austrocknen ohne Einbuße ihrer Lebensfähigkeit vertragen, können auch hygroskopische Krümmungen eintreten, so bei der interessanten Selaginella lepidophylla, welche sich bei der Austrocknung vollkommen zusammenballt, bei genügender Feuchtigkeit flach ausbreitet. Eine große Rolle spielen die hygroskopischen Krümmungen bei dem Aufspringen der Früchte, indem die Gewebe der Samenbehälter in ungleicher Weise austrocknen und infolgedessen in verschiedener Weise aufplatzen oder aufreißen. Es kommt dabei nicht selten zu so starken Spannungen der Gewebe, daß bei dem endlichen Eintreten des Aufplatzens die Samen mit großer Gewalt fortgeschleudert werden (z. B. bei den Tricoccae). Bei anderen treten zu hygroskopischen

Krümmungserscheinungen noch hygroskopische Torsionen hinzu, wie bei den Früchtchen von Stipa pennata und anderen Gräsern. Ungleiches Austrocknen der Gewebe ist auch die Ursache des Aufplatzens der Staubbeutel und der Sporangien. Ebenso beruhen die Schleuderbewegungen der Elateren in den Kapseln der Lebermoose und des Capilitiums in den Sporenbehältern der Myxomyceten auf hygroskopischen Krümmungen. Einer ganz eigentümlichen Erscheinung begegnen wir bei den Sporen der Schachtelhalme. Hier hat sich nämlich die äußere Schicht der Sporenmembran in zwei kreuzweise gestellte, an den Enden etwas kolbig verdickte Fäden gegliedert, welche nur an dem Kreuzungspunkte noch mit der Spore zusammenhängen und von dieser in trockenem Zustande wie vier Arme oder Füße ausgehen. Ein feuchter Hauch genügt, um diese Arme zu blitzartiger Einrollung um den Sporenkörper zu bringen; nach wenigen Augenblicken rollen sie sich wieder auf. Dabei führen die Sporen passive Ortsbewegungen aus, wodurch sie schließlich in kleine Erdrisse, Spalten und Gruben hineingelangen und so einen passenden Ort für die Keimung erreichen; außerdem bleiben infolge von Verschlingungen der Arme meist mehrere Sporen zusammen, was insofern für die Erhaltung der Art von Wichtigkeit ist, als die aus den Sporen hervorgehenden Prothallien eingeschlechtig sind und deshalb nur eine Befruchtung stattfinden kann, wenn männliche und weibliche Prothallien dicht nebeneinander wachsen.

b. Variationsbewegungen.

Die Variationsbewegungen kommen, wie bereits erwähnt, dadurch zustande, daß der Turgor der Zellen sich ändert und dadurch die Zellen eines Gewebes sich abwechselnd verlängern oder verkürzen. Turgordruck und Elastizität der Zellmembran halten sich gewissermaßen das Gleichgewicht; überwiegt der

erstere, so wird die elastische Zellmembran gedehnt und die Zelle selbst nimmt an Volumen zu. Geht der Turgordruck zurück, so zieht sich die Zellmembran und damit die Zelle wieder zusammen. Im Gegensatz zu den Wachstumskrümmungen kommen die Variationsbewegungen ausschließlich an ausgewachsenen Organen oder doch ohne Rücksicht auf das etwa noch stattfindende Wachstum vor, und ebenso beschränkt es sich auf Blattgebilde, während Nutationsbewegungen vorzugsweise Stengel und Blütenstiele betreffen.

Der Sitz der Variationsbewegungen bei den Blättern ist ein besonderes Organ, ein Gelenkpolster, welches sich auch anatomisch von anderen benachbarten Organen unterscheidet, indem es aus einem sehr elastischen parenchymatösen Gewebe besteht, welches von einem zentralen Gefäßbündelstrang durchzogen wird. Mechanische, der Festigung dienende Gewebe fehlen vollständig; weder Sklerenchym, noch Kollenchym, noch stark verdickte oder verholzte Zellen kommen darin vor. Gewöhnlich nimmt ein solches Gelenkpolster die Basis eines Blattstieles ein. Sind die Zellen sehr turgeszent und straff gespannt, so ist der Stiel aufgerichtet; wird der Turgordruck geringer, so werden die Zellen schlaffer und der Stiel biegt sich im Polster.

Die Schwankungen im Turgordruck und die damit zusammenhängenden Variationsbewegungen können autonom oder paratonisch sein. Die ersteren sind seltener und kommen nicht so leicht zur Beobachtung als die letzteren. Von unseren heimischen Pflanzen führen die Blättchen des Klees im Dunklen autonome Variationsbewegungen aus, namentlich das mittlere Blättchen kann in Perioden von 2—4 Stunden seine Stellung sehr wesentlich verändern. Im Licht hören diese Bewegungen auf. Das gleiche gilt von den Blättchen des Sauerklees. Als ein besonders interessantes Beispiel für autonome Variationsbewegungen haben die kleinen ersten Fiederblättchen von Desmodium gyrans, einem tropischen Schmetterlingsblütler, zu

gelten. Dieselben beschreiben mit ihrer Spitze in ungefähr zwei Minuten einen Kreis von nicht unbeträchtlichem Durchmesser im Vergleich zu ihrer eigenen Größe. Licht oder Dunkelheit ist dabei gleichgültig, doch muß die Lufttemperatur genügend hoch (25° C) und auch der Feuchtigkeitsgehalt der Luft ein entsprechend hoher sein.

Die paratonischen Variationsbewegungen, welche durch äußere Reize ausgelöst werden, kommen meist durch die Einwirkung des Lichtes, der Schwerkraft oder durch mechanische Reize zustande. Für die letzteren ist die Sinnpflanze, Mimosa pudica, ein sehr bekanntes Beispiel. Die Blätter dieser zierlichen Pflanze sind zusammengesetzt; der Hauptblattstiel trägt mehrere sekundäre, fingerförmig angeordnete Blattstiele, an denen zahlreiche Fiederblättchen stehen. Alle diese einzelnen Teile, Fiederblättchen, sekundäre Blattstiele und Hauptstiel, können Reizbewegungen ausführen, und der Reiz kann sogar fortgeleitet und auf andere Blätter übertragen werden. Jedoch ist zum Zustandekommen einer ergiebigen und energischen Reizbewegung eine Temperatur von 25—30° C notwendig. Berührt man eines der äußersten Fiederblättchen, so klappt das gereizte Blättchenpaar aufwärts zusammen; dann setzt sich die Bewegung je nach der Temperatur und der Intensität des Reizes rascher oder langsamer auf die folgenden Blättchenpaare fort, und auch der sekundäre Blattstiel führt eine Bewegung aus, indem er sich mehr in die Ebene des Hauptstiels stellt. Von dem Ende des Sekundärstiels überträgt sich nun der Reiz auf die anderen Sekundärstiele, an denen die Bewegungen in umgekehrter Reihenfolge auftreten. Schließlich klappt der Hauptstiel plötzlich herab, und das ganze Blatt wird dadurch erheblich gesenkt. Ähnliche Bewegungen werden durch Erschütterung, Verletzung, allzu intensive Wärme usw. hervorgerufen. Sie kommen dadurch zustande, daß infolge des Reizes aus den reizbaren Zellen der Unterseite plötzlich Wasser in die Inter-

zellularräume austritt und die Zellen dadurch plötzlich geringeren Turgor besitzen, als die nicht reizbaren Zellen der Oberseite des Gelenkpostens, und daß sich der Blattstiel nach der Seite hin krümmt, wo er dabei auf keinen Widerstand stößt.

Eine ganz ähnliche Stellung nehmen die Blätter der Sinnpflanze im Dunkeln ein; auch hier klappen die Fiederblättchen zusammen, die sekundären Blattstiele legen sich aneinander und der Hauptstiel senkt sich. Dies beruht jedoch nicht auf Wasseraustritt aus den reizbaren Zellen auf der Unterseite des Gelenkpolsters, sondern auf Zunahme des Turgors in den Zellen der Oberseite. Ähnliche Veränderungen in der Stellung der Blätter und Blättchen, welche durch den Wechsel der Beleuchtung hervorgerufen werden, sind bei vielen Pflanzen, insbesondere bei den Leguminosen, zu beobachten. Man unterscheidet dann Nacht- und Tagstellung und nennt die Bewegungen, durch welche die Blättchen von der einen in die andere Stellung übergehen, Schlafbewegungen (nyktitropische Bewegungen). In der Tagstellung richtet sich das Blatt so, daß es mehr oder weniger senkrecht von den Lichtstrahlen getroffen wird; in der Nachtstellung richten sie sich so, daß sie möglichst wenig Wärme verlieren; sie legen sich mehr dem Stengel an, oder klappen zusammen und senken oder heben sich dabei. Dieser Wechsel zwischen Tag- und Nachtstellung erfolgt in regelmäßigen Perioden beim Anbruch der Nacht resp. des Tages; er dauert auch noch eine Zeitlang regelmäßig fort, wenn die Blätter fortwährend belichtet oder verdunkelt werden. Man bezeichnet diese Erscheinung als Nachwirkung des Reizes. Erst bei länger andauernder Beleuchtung oder Verdunkelung tritt auch dauernde Tag- oder Nachtstellung ein, die Blätter verfallen dann in einen Starrezustand (Lichtstarre, Dunkelstarre). Ähnliche Starrezustände, bei welchen die Blätter nicht mehr auf die Reize durch entsprechende Bewegungen reagieren, treten ein, wenn die Temperatur zu niedrig oder zu

hoch ist (Kältestarre, Wärmestarre), oder bei Wassermangel (Trockenstarre).

c. Wachstumskrümmungen.

Die Wachstumskrümmungen endlich sind Bewegungserscheinungen, welche in mehr oder minder auffallendem Grade allen Pflanzen, resp. deren wachsenden Teilen zukommen, wenn sie auch mitunter so gering sind, daß sie der oberflächlichen Beobachtung entgehen. Man unterscheidet auch hier zwischen autonomen Wachstumskrümmungen und paratonischen.

Die autonomen Wachstumskrümmungen (Nutationen) sind allgemein an jungen wachsenden Pflanzenteilen vorhanden; sie erfolgen in der Weise, daß die Spitze des wachsenden Organs eine kreisförmige oder elliptische unregelmäßige Linie beschreibt, oder daß sie sich von der einen Seite nach der anderen zu krümmen. In allen Fällen ist ungleichmäßiges Wachstum die Ursache der Krümmung. Wächst z. B. ein Stengel auf der Oberseite stärker (Epinastie), so krümmt er sich nach der Bauchseite zu; wächst er auf der Bauchseite stärker (Hyponastie), so krümmt er sich nach der Rückseite. Läuft das stärkere Wachstum allmählich und gleichmäßig um den ganzen Stengel herum, so daß der Reihe nach Bauchseite, linke Seite, Rückenseite, rechte Seite und wieder Bauchseite, oder in umgekehrter Reihenfolge, stärker wachsen, so wird die Spitze des wachsenden Organes in einer Schraubenlinie aufwärts geführt, und man spricht von einer rotierenden Nutation. Auf Nutation beruht auch die Knospenentfaltung; die jungen, in der Knospenlage zusammengefalteten und einwärts gekrümmten Blätter breiten sich beim Öffnen der Knospen durch Hyponastie aus. Unter den paratonischen Wachstumskrümmungen nehmen die durch Licht und Schwerkraft bedingten das größte Interesse in Anspruch. Indessen verhalten

sich die einzelnen Teile einer Pflanze gegen die gleiche Einwirkung eines Reizes sehr verschieden, sie sind anisotrop; so wächst infolge der Einwirkung der Schwerkraft die Wurzel senkrecht nach unten, der Stamm senkrecht nach oben. Selbst ein und dasselbe Organ kann einfache oder sogar mehrfache Anisotropie zeigen, indem es an verschiedenen Punkten ungleich gegen denselben Reiz reagiert. Ebenso kommt es häufig vor, daß dasselbe Organ in verschiedenen Perioden ganz verschieden und oft in geradezu entgegengesetzter Weise auf den gleichen Reiz reagiert.

Unter Heliotropismus versteht man die Eigenschaft der Pflanzen oder einzelner Organe, sich mittels Wachstumskrümmungen in eine bestimmte Lage zum Licht zu bringen. Krümmen sie sich dem Licht entgegen, so nennt man sie positiv heliotrop, wenden sie sich vom Licht ab, negativ heliotrop, stellen sie sich senkrecht zu den einfallenden Lichtstrahlen, transversal heliotrop. Positiv heliotrop sind fast alle jungen Stengelteile, Blütenstiele, negativ heliotrop viele Luftwurzeln, ferner viele Blütenstiele nach dem Verblühen, die vorher positiv heliotrop waren, z. B. von Linaria cymbalaria, transversal heliotrop die meisten Laubblätter. Die heliotropischen Krümmungen werden oft in sehr energischer Weise ausgeführt. Als ein Beispiel können die Blütenstiele der schon erwähnten Linaria cymbalaria angeführt werden. Die Knospen wie die Blüten sind dem Licht zugewendet. Legt man einen Sproß des zierlichen Pflänzchens so, daß die Blüten vom Licht abgewendet sind, so kann man schon nach einer halben Stunde deutlich beobachten, wie sich bei ihnen das Bestreben geltend macht, wieder in die frühere Lage zum Licht zurückzukehren. Gewöhnlich führt der Blütenstiel an seiner Basis eine sehr energische Krümmung aus, die schließlich dazu führt, daß oft schon nach zwei Stunden die Blüten wieder dieselbe Stellung zum Licht einnehmen, wie vor der Umkehrung des Sprosses. Das Umgekehrte

kann man an den stark verlängerten Stielen der bereits abgeblühten Blüten wahrnehmen. Diese wendeten sich vom Licht fort, nach Umkehrung des Sprosses dem Licht zu führen sie sehr bald aber wieder so kräftige negativ heliotropische Krümmungen aus, daß sie wieder in ihre ursprüngliche Lage zurückkehren.

Der Heliotropismus ist für die Pflanzen von außerordentlicher Wichtigkeit, indem er die einzelnen Organe so stellt, daß sie je nach ihren speziellen Eigentümlichkeiten die günstige Wirkung des Lichtes am vorteilhaftesten ausnutzen, die schädliche fliehen können. Bei mangelhafter Beleuchtung strebt der Stengel und die Blattstiele grüner Pflanzen der Lichtquelle zu, und die Blätter stellen sich senkrecht zu den einfallenden Lichtstrahlen, um möglichst viel von dem für die Assimilation so wichtigen Licht aufzufangen; bei allzu intensiver Beleuchtung, die zu einer Zerstörung der Chlorophyllkörner führen würde, können bei normaler Beleuchtung positiv heliotrope Organe negativ heliotrop werden und sich vom Lichte wegwenden. Bei nicht grünen Pflanzen oder Pflanzenteilen wirkt das Licht oft schädlich, und sie sind deshalb auch oft negativ heliotrop, wie Wurzeln, viele Bakterien. Jedoch auch hier kommt zuweilen positiver Heliotropismus vor, wie bei den Sporangienträgern von Pilobolus cristallinus, einem kleinen, auf Pferdemist wachsenden Pilze, die sich energisch dem Licht entgegenstrecken.

Die heliotropischen Krümmungen kommen dadurch zustande, daß die Schattenseite stärker wächst als die beleuchtete Seite. Dabei wirken rotes und gelbes Licht nur sehr unbedeutend, blaues und violettes dagegen stark.

Andere durch die Einwirkung des Lichtes hervorgerufene Bewegungserscheinungen, die aber nicht mit Heliotropismus zusammenhängen, bewirken bei manchen Pflanzen das Öffnen und Schließen der Blüten, so bei der bekannten Seerose (Nymphaea alba). Die Blüten schließen sich, wenn sie verdunkelt

werden, sie öffnen sich im Licht. Es beruht dies darauf, daß durch den Wechsel in der Beleuchtung bald die Oberseite, bald die Unterseite der Blätter zu stärkerem Wachstum angeregt wird und dadurch bald ein Einwärtskrümmen — Schließen der Blüte —, bald ein Ausbreiten — Öffnen der Blüte — bewirkt wird. Ähnlich wie das Licht wirkt bei anderen Pflanzen, z. B. bei Crocus und Tulpen, Abkühlung und Erwärmung hinsichtlich des Öffnens und Schließens der Blüten.

Geotropismus ist die Eigenschaft der Pflanzen und Pflanzenorgane, gegenüber der Einwirkung der Schwerkraft eine bestimmte Stellung anzunehmen. Positiv geotrop sind Organe, wenn sie senkrecht abwärts, dem Mittelpunkt der Erde zu wachsen, negativ geotrop, wenn sie senkrecht aufwärts, transversal geotrop, wenn sie in mehr oder weniger horizontaler Richtung wachsen. Die meisten Stämme und Stengel von Pflanzen, manche Blätter (z. B. von Iris), selbst gewisse Wurzeln (Atemwurzeln) sind negativ geotrop, die Wurzeln, wenigstens die Pfahlwurzeln und die meisten Luftwurzeln, sind positiv geotrop, die Zweige und Seitenwurzeln erster Ordnung sind transversal oder diageotrop. Transversal geotrop sind auch die meisten Laubblätter, kriechende Stengel, aber sie sind gleichzeitig dorsiventral, d. h. sie besitzen eine von der Oberseite physiologisch und anatomisch verschieden ausgebildete Unterseite, welche sich immer der Erde zukehrt, während es bei den radiären diageotropischen Organen gleichgültig ist, welche Seite der Erde sich zuwendet.

Auch die geotropischen Krümmungen werden von jungen, lebhaft wachsenden Organen oft sehr energisch ausgeführt. Namentlich kann man dies gut an jungen Keimpflänzchen beobachten, welche, aus ihrer normalen vertikalen in eine horizontale Lage gebracht, sofort durch Krümmungen sich bestreben, ihre normale Lage gegenüber der Schwerkraft einzunehmen. Die Wurzel krümmt sich energisch nach unten, der Sproß nach

oben. In beiden Fällen kommt die Krümmung dadurch zustande, daß die Außenseite des Krümmungsbogens, bei der Wurzel also die Oberseite, beim Sproß die Unterseite, sehr viel energischer wächst, als die Innenseite.

Eine besondere Form des Geotropismus, den man als Lateralgeotropismus bezeichnet, tritt bei den Schlingpflanzen auf. Bei diesen ist nämlich eine Seite geotropisch reizbar, wächst stärker und bewirkt ein Überneigen des Gipfels nach der andern Seite, wobei derselbe mit seiner Spitze eine kreisförmige Bewegung ausführt. Bei dieser Bewegung kommt aber keine Torsion zustande, sondern der Sproßgipfel dreht sich gleichzeitig in entgegengesetzter Richtung um seine eigene Achse, und zwar um so viel, als nötig ist, um die sonst bei der Kreisbewegung entstehende Drehung zu kompensieren. Dadurch, daß der Sproßgipfel sich entsprechend der Kreisbewegung um seine eigene Achse dreht, kommen immer neue Seiten des Stengels in die Lage der lateral-geotropischen Reizbarkeit, und die Folge davon ist, daß der Gipfel der Schlingpflanzen kreisförmige oder besser schraubenförmige Linien von oft recht bedeutendem Durchmesser beschreibt. Die meisten Pflanzen, wie unsere Winde (Convolvulus), die Bohne (Phaseolus) usw., winden links herum, dem Lauf des Uhrzeigers entgegengesetzt, wenige rechts herum, wie der Hopfen, Geißblatt, noch wenigere zeigen hinsichtlich des Windens keine bestimmte, ein für allemal gültige Richtung.

Windende Pflanzen besitzen selbst einen zu schwachen Stamm, um sich aufrecht erhalten zu können, sie sind daher auf fremde Stützen angewiesen, um die sie sich herumschlingen, und dies wird ihnen durch die eigentümlichen, durch den Lateralgeotropismus bedingten, ausgiebigen Kreisbewegungen ihrer Sproßgipfel sehr erleichtert. Hat sich der Sproßgipfel einer Schlingpflanze um eine Stütze geschlungen, so windet er sich lose um diese Stütze weiter; die älteren Windungen werden

aber allmählich infolge von negativem Geotropismus steiler und legen sich der Stütze eng an.

In der Regel sind nur wachsende Pflanzenteile fähig, Krümmungsbewegungen, sei es infolge von Heliotropismus oder Geotropismus, auszuführen; indessen kommt es doch zuweilen vor, daß auch in älteren Organen mit bereits abgeschlossenem Wachstum infolge von äußeren Reizen Krümmungen eintreten können, welche auf neu eintretendem Wachstum beruhen. Dies ist z. B. bei den Knoten der Gräser der Fall. Getreide, welches sich infolge von Stürmen oder heftigen Regengüssen gelagert hat, richtet sich oft wieder auf, indem die Knoten der niederliegenden Stengel auf der Unterseite plötzlich zu wachsen anfangen, so daß sich der Stengel nach oben biegen muß.

Sehr schwierig ist es manchmal, zu entscheiden, auf welche Art von Reizen eine Pflanze reagiert, da sehr oft Heliotropismus und Geotropismus an dem Zustandekommen von Reizbewegungen zugleich beteiligt sind. Hier hilft in vielen Fällen ein Klinostat genannter Apparat eine Entscheidung herbeiführen. Es ist dies ein durch ein Uhrwerk in Bewegung gesetzter, langsam um seine eigene Achse sich drehender Metallstab, welcher entweder genau horizontal oder genau vertikal gestellt wird. Will man die Wirkung der Schwerkraft auf wachsende Organe ausschließen, so werden Pflanzen an der horizontalen Achse befestigt und der Apparat in Bewegung gesetzt. Dadurch wird die Pflanze gedreht, und alle ihre Seiten werden der Reihe nach in gleicher Weise der Erde zugekehrt, die Schwerkraft wirkt also der Reihe nach auf alle Seiten der Pflanze in gleichem Maße, so daß es nicht zu geotropischen Krümmungen kommen kann. Dies gilt jedoch nur für radiäre Organe, nicht für dorsiventrale, bei denen die Unterseite so viel reizbarer ist, daß die kurze Zeit, während welcher sie bei der Drehung des Klinostaten der normalen Einwirkung der Schwerkraft aus-

gesetzt ist, hinreicht, um bei weitem die Einwirkung auf die Oberseite zu überwiegen. In ähnlicher Weise kann man durch den Klinostaten die heliotropischen Krümmungen verhindern.

Außer Heliotropismus und Geotropismus besitzen die Pflanzen noch Eigenschaften, auf verschiedene äußere Reize mit Wachstumskrümmungen zu reagieren, insbesondere auf Wärme (Thermotropismus), Feuchtigkeit (Hydrotropismus), chemische Reize (Chemotropismus), welcher letztere namentlich bei den Schwärmzellen verschiedenster Herkunft zu eigentümlichen chemotaktischen Reizbewegungen, bei Pilzfäden und Pollenschläuchen zu ausgesprochenen Krümmungen führt.

Schließlich sind noch die Krümmungen durch Kontaktreize zu erwähnen. Dieser Fähigkeit, auf Reibung oder Berührung zu reagieren, verdanken die rankenden Pflanzen ihr Klettervermögen. Wird eine Ranke durch Reibung an einem Gegenstande einseitig gereizt, so krümmt sie sich energisch nach der Richtung des Reizes. Durch diese Krümmung werden immer neue Teile der Ranke dem gleichen Reize ausgesetzt, und die Krümmungsbewegung schreitet immer weiter und immer energischer fort, bis sich die Ranke ganz um den Körper, von dem der Reiz ausgeht, wenn es sein Durchmesser gestattet, gelegt hat. Die Krümmung beruht darauf, daß das durch die Berührung gereizte Gewebe Wasser ausstößt und sich verkürzt, während die gegenüberliegende Seite der Ranke weiter wächst.

Die Ausbildung und die Funktionstüchtigkeit der Ranken ist eine außerordentlich verschiedene, ebenso wie sich von morphologischen Gesichtspunkten aus sehr verschiedenartige Organe am Ranken beteiligen. Ein sehr einfacher Fall ist z. B. der rankende Blattstiel von Tropaeolum majus, der Kapuzinerkresse. Eine sehr vollkommene Ranke finden wir beim wilden Wein (Ampelopsis quinquefolia). Hat sich bei diesem die vorher sehr dünne und weiche Ranke um einen Gegenstand herumgeschlungen, so wird die Ranke härter, holziger, der Rankenstiel,

soweit er nicht den Gegenstand umwickelt, beginnt sich ebenfalls in schraubigen Windungen einzurollen, und zwar, um die hierbei unmögliche Torsion — da beide Endpunkte der Ranke festliegen — zu ersetzen, teils in rechtsläufigen, teils in von jenen durch sogenannte Wendepunkte getrennten linksläufigen Windungen. Hierdurch wird die kletternde Pflanze, da sich die Ranke erheblich verkürzt, in die Höhe gezogen und gleichzeitig in der neuen Lage festgehalten. Ranken, die nicht Gelegenheit haben, andere Gegenstände zu umwickeln, vertrocknen oft bald und fallen ab.