

Die „Sinnesorgane“ der Pflanzen.

Von Ludwig Esch S. J. in Valkenburg (Holland).

Bekanntlich hat die Scholastik zu allen Zeiten an dem Wesensunterschied zwischen Tier und Pflanze unerschütterlich festgehalten. So hatte sie es im Mittelalter von Aristoteles gelernt, dem sie wegen des grossen Wissensmaterials, das sie auch über naturwissenschaftliche Fragen in seinen Werken zusammengetragen und geordnet fand, ein grosses Vertrauen entgegenbrachte. Wie Aristoteles gelehrt, so sprach 2000 Jahre später Linné in seinem grossartigen Universalwerk „*Systema naturae*“ in klarer, vielbewunderter Weise dieselbe Ueberzeugung deutlich aus. Und wenn auch heute statt der 500 Tiere, die Aristoteles beschrieb, 500 000 Tiere neben 200 000 Pflanzen wissenschaftlich untersucht sind, so hält doch und gerade gestützt auf die Zoologie und Botanik auch die neuere Scholastik die Ansicht, die Aristoteles und Linné ausgesprochen, als unzweifelhaft fest. Doch kann nicht verschwiegen werden, dass sich gerade in letzter Zeit die Stimmen mehren, welche, sich berufend auf die Ergebnisse der neueren Forschung, Zweifel und Gegengründe geltend zu machen suchen. Einer dieser Angriffe bezieht sich auf das „Sinnenleben“ der Pflanzen; betrifft also gerade das, worin man hauptsächlich den Unterschied fand und findet: die Erkenntnis.

A. Es hat auch in früheren Zeiten einige gegeben, die ernsthaft behaupteten, den Pflanzen sei eine wirkliche Empfindung zuzuschreiben. Schon der hl. Augustinus¹⁾ fand sich veranlasst, in nicht misszuverstehender Weise zu diesem „*error sacrilegus*“, wie er sagt, Stellung zu nehmen, und er verwirft aus Herzensgrund diese „*impietas rusticana plane magisque lignea, quam sunt ipsae arbores, quibus patrocinium praebet!*“ — Ist dem wirklich so? In der jüngsten Zeit hat der rühmlichst bekannte Grazer Professor Dr. Haberlandt eingehend zu beweisen gesucht, bei manchen Pflanzen treffe man spezifische Sinnesorgane, von gleicher Art, wie man sie bei den Tieren schon lange kennt²⁾. Er veröffentlichte seine Forschungen namentlich in den letzten 5 Jahren mit dem ausgesprochenen Herzenswunsche, die sorgfältig gehütete „aristotelische Grenzmauer“

¹⁾ *De quantitate animae* i. 35 n. 71.

²⁾ „*Physiologische Pflanzenanatomie*“ 477 ff. — *Naturwissenschaftl. Rundschau* (1904) 574 ff., 585 ff. — „*Sinnesorgane im Pflanzenreich*“ (1906) 2.

zwischen den beiden grossen Reichen organischen Lebens zu weiterem Einsturz zu bringen, um auf ihren Trümmern die Fahne einer allgemeinen Biologie aufzupflanzen. Führen wir uns zunächst die hauptsächlichsten Fakta vor, auf die Haberlandt sich stützt, und fragen wir dann, ob seine Hoffnung, die Brücke, die er zwischen Tier- und Pflanzenreich geschlagen, werde die „Belastungsprobe“ bestehen, berechtigt ist. Es sind Fakta, die zum Teil schon seit Jahrhunderten bekannt, zum Teil vor einigen Jahrzehnten entdeckt, zum Teil durch Haberlandt selbst gefunden worden sind. Wir beschränken uns auf den Licht- und Tastsinn, welche beide Haberlandt bei den Pflanzen mit Sicherheit nachweisen will.

1. Der Heliotropismus und Geotropismus ist eine allgemein bekannte Erscheinung. Stellt man Blumen in ein Zimmer, so wachsen ihre Stengel nicht wie im Freien gerade aufrecht, sondern wie hilfesuchend strecken sie ihre Blattstiele dem Lichte entgegen, als wenn sie alle neugierig zum Fenster hinausschauen wollten. Denn, ist das Licht auch nicht für jedes Wachstum erforderlich, also keine generelle Lebensbedingung, wie z. B. ein gewisses Mass von Wärme, so ist es doch eine Hauptbedingung für die Entwicklung grüner Pflanzen und wirkt als Hauptfaktor auf das Wachstum und den Gesundheitszustand der Pflanzenorgane ein. Besonders zeigen viele Blätter das Bestreben, sich dem Lichte auszusetzen und zwar sich so zu den einfallenden Sonnenstrahlen einzustellen, wie es für ihre Entwicklung am besten ist; was so weit geht, dass die Blattstellung, die wir in unseren Gegenden beobachten, gerade durch diesen Heliotropismus verursacht ist. Einem Australier z. B. kommt diese Blattstellung sonderbar vor, weil in seinem Erdteil die Blätter, um nicht durch das zu starke Licht Schaden zu leiden, viel paralleler zu dem Hauptstamm stehen, und zwar zu seinem grossen Leidwesen, denn so gibt z. B. der blattreiche Eukalyptus keinen Schatten! — Die andere Erscheinung ist der Geotropismus. Dass die Stämme der Bäume und die Stengel der Kräuter aufwärts wachsen, die Wurzeln aber abwärts in den Boden eindringen, kommt uns ungemein selbstverständlich vor. Und doch ist es eine auffallende Erscheinung, dass selbst im Dunkel der Erde die Hauptwurzel, mag sie nun wie immer durch äussere Einflüsse gehemmt und gebogen werden, nach unten zu dringen sucht, während Stengel, Blütschäfte usw. nach oben streben und, werden sie aus ihrer Lage gebracht, sich so lange wieder aufzurichten suchen, als sie noch wachstumsfähig bleiben. Man kann das vor allem bei dem Samen konstatieren. Nie tritt der fatale Fall ein, dass statt des Stieles z. B. die Wurzel ans Tageslicht kommt, und doch untersucht kein Gärtner, wo der Samen Wurzeln und wo Keimlinge treiben wird! Es liegt nun die Frage nahe, wie merkt das Blatt, dass es senkrecht zu den Sonnenstrahlen steht, wie merken Wurzeln und Stengel, dass sie sich in richtiger Lage befinden?

2. Wie auf viele nahegelegende Fragen, so hat man auch auf diese lange keine Antwort gewusst. Da hat nun Haberlandt eine sehr probable

Hypothese aufgestellt. Was den Heliotropismus der Laubblätter angeht, so gelangt die Blattspreite in der Regel durch ihre eigenen Krümmungen oder durch Drehungen des Blattstieles in die geeignete Lichtstellung. Bei manchen Pflanzen ist der Blattstiel selbst gar nicht heliotropisch, dann wird er einfach von dem Blatte selbst gedreht; er gehorcht diesem, wie der Hals dem Kopf; bei anderen ist er selbst heliotropisch und besorgt selbst die grobe Einstellung, die feinere Richtung aber veranlasst die Blattspreite. In beiden Fällen ist diese also ein dirigierendes Prinzip. Damit sie aber einen zweckmässigen Befehl ihrem Träger geben kann, muss sie selbst irgend eine Art von Wahrnehmungs- und Unterscheidungsvermögen für die Richtung der einfallenden Lichtstrahlen haben. Dieses verlegt Haberlandt, dessen Gedankengang wir wiedergeben, in die obere Epidermis des Blattes also in die oberste Zellschicht noch über dem grünen Assimilationsgewebe. Die Epidermis besteht in der Regel aus einer einzigen Lage farbloser Zellen, und diese Zellen zusammen bilden gleichsam ein ausgedehntes Fazettenauge. Jede einzelne Zelle nämlich gleicht einer Linse, denn die Aussenwand, die an die Luft grenzt, ist meistens mehr oder weniger vorgewölbt, während die gegenüberliegende Innenwand eben ist. Tatsächlich dient diese Zelle auch als Sammellinse, wie sich mit Mikroskop und Photographie nachweisen lässt. Es werden dank jener konvexen Vorwölbung die senkrecht auffallenden Strahlen so gebrochen, dass sie die Mitte der hinteren Wand am stärksten beleuchten, die Zone um die Mitte herum jedoch dunkler lassen. Ist diese Beleuchtung der hinteren Wand nun wirklich so, fallen also die Strahlen wirklich senkrecht ein, dann ist die Zelle zufrieden und bleibt im Gleichgewicht. Fallen dagegen die Strahlen nicht senkrecht ein, so wird die Mitte natürlich dunkler, die Randzone aber heller. Diese ungewohnte Beleuchtung empfindet die innere Zellwand als einen Reiz und löst, durch diesen veranlasst, eine entsprechende heliotropische Bewegung im Blattstiele aus, und zwar tut sie dies so lange, bis ihre Mitte wieder am hellsten leuchtet! — So erklärt sich leicht die merkwürdige Einstellung des Blattes zur Sonne. —

3. Ganz ähnlich ist es beim Geotropismus. Schon vor hundert Jahren wurde von Knight bewiesen, dass sowohl der positive Geotropismus der Hauptwurzel, als auch der negative des Stammes seinen Grund in dem Vermögen der Pflanze habe, die Richtung wahrzunehmen, in der die Schwerkraft wirkt, und dann die einzelnen Organe entsprechend einzustellen. Denn ersetzt man die Schwerkraft durch die Zentrifugalkraft, die ja eine analoge Wirkung hat, schaltet man so eine einseitig arbeitende Schwerkraft aus, indem man die Pflanzen auf eine genügend schnell rotierende Scheibe bringt, so wachsen die Wurzeln nach aussen und die Stengel nach innen. Die Wurzel folgt also positiv dem Zug, der Kraft, die den Körper anzieht, während der Stamm dem Zug dieser Kraft entgegenwächst, also negativ heliotropisch ist. Wie merkt aber die Pflanze die Richtung der

Schwerkraft? Das sagt uns Haberlandts Statolithentheorie. Erinnern wir uns zum Verständnis derselben an die Otolithen des Menschen. Wir wissen immer ziemlich genau, wie unsere Körperstellung ist, ob aufrecht oder nicht, ob wir den Kopf gerade oder schief halten, ob wir das Haupt nach vorne oder hinten neigen. Ja selbst wenn wir nichts sehen oder hören, beim Schwimmen und im Dunkeln sind wir über all dieses genau unterrichtet. Das verdanken wir unserem sog. statischen Sinne, und, worauf es uns hier ankommt, zum grossen Teil verdanken wir es den sog. Otolithen oder, wie man auch sagt, den Statolithen, kleinen Körperchen im Gehörapparat, die von feinen Härchen getragen werden. Halten wir den Kopf nach der Seite oder nach vorne geneigt, so werden einige Härchen mehr gedrückt, als in der Gleichgewichtslage, dadurch werden zugehörige Nerven erregt, und so wird die jeweilige Lage des Kopfes zum Bewusstsein gebracht. Aehnlich geht es nach Haberlandt bei den Pflanzen zu. In der Wurzel z. B. finden sich, gewöhnlich in der Spitze, eine Menge von Sinneszellen für den Schwerkraftreiz zu einem Komplex vereinigt. Jede einzelne Zelle, Statocyste genannt, ist mit Plasmahäuten ausgestattet, die für Reize empfindlich sind; in der Zelle selbst befinden sich, den Statolithen des Menschen entsprechend, Stärkekörner, die freibeweglich jedem Zug der Schwerkraft folgen können, sodass sie also, in welcher Lage die Zelle auch sein mag, immer zu unterst liegen. Die Empfindlichkeit der Zellwände ist nun so eingerichtet, dass in der Gleichgewichtslage, wenn also Wurzel und Stamm senkrecht wachsen, kein Reiz empfunden wird; sobald aber Wurzel oder Stengel aus ihrer Lage kommen, fallen die Stärkekörner auf die empfindlichen Plasmawände der Sinneszellen, drücken diese, und der so ausgeübte Reiz löst eine geotropische Krümmung aus, sei es nach oben, sei es nach unten, und die Zelle beruhigt sich nicht, bis sie keinen Reiz mehr spürt, also wieder in Gleichgewichtslage ist . . .

4. Dass all das nicht bloss theoretische Vermutungen sind, ist durch eine ganze Reihe sinnreicher Beobachtungen und Experimente bestätigt worden. So fand man, um nur beim Geotropismus zu bleiben, dass die Statocysten in keinem krümmungsfähigen Organ fehlen; dagegen besitzen Stengel und Wurzeln, welche nicht geotropisch sind, wie die Haftwurzeln des Epheu, auch keine Statolithen. — Pflanzen, die sonst keine Stärke ablagern, besitzen solche Organe in den Wurzelhauben. Die Blumen und Staubblätter mancher Pflanzen, die ausserordentlich geotropisch sind, besitzen ausnahmslos Statocysten, während solche in den Blütenorganen verwandter Pflanzen, die aber nicht geotropisch sind, fehlen.

Auch die Probe des Experimentes bestand diese Theorie. Wird z. B. die Wurzelspitze abgeschnitten, so kann sich die Wurzel nicht mehr geotropisch krümmen, — begreiflich! Es fehlt ihr ja das Organ dafür. Die Tätigkeit kehrt aber in einigen Tagen wieder, nachdem sich wieder bewegliche Stärke gebildet hat. — Hatten Pflanzen durch Kälte ihren Stärke-

gehalt gänzlich verloren; so waren sie im warmen Zimmer solange unfähig, die Schwerkraftrichtung „wahrzunehmen“, als die Stärke sich nicht erneuert hatte.

Für den Zusammenhang des Organs und der Leistung besteht also wohl alle wünschenswerte Gewähr. Auch lässt sich nicht die Möglichkeit leugnen einer Weiterleitung des Reizes von der Sinneszelle an bis zu der Stelle, wo die Bewegung ausgelöst wird; denn es ist nachgewiesen worden, dass die einzelnen Zellen nicht völlig getrennt sind, sondern durch zarte Plasmafäden in Verbindung stehen. Wir sind darum genötigt, die Theorie selbst, solange nicht das Gegenteil bewiesen oder etwas Besseres an ihre Stelle gesetzt wird, als hinlänglich begründet anzunehmen, und man kann nicht umhin, dem Forscher, der auf einem so schwierigen Gebiete solch eingehende Aufklärungen gegeben, alle Anerkennung zu zollen.

B. Wesentlich anders aber muss unsere Stellung den Folgerungen Haberlandts gegenüber sein. Wegen der Aehnlichkeit, die ohne Zweifel zwischen der besprochenen Reizaufnahme der Pflanzen und den Sinneswahrnehmungen der Tiere besteht, glaubt er in den Sinnesfähigkeiten Pflanze und Tier auf eine Stufe stellen zu können, den Pflanzen ähnlich wie den Tieren ein Empfindungsvermögen, ja ein reichentwickeltes Sinnenleben zuzuschreiben zu müssen. Haberlandt macht die Bekämpfung seines auffallenden Schlusses dadurch schwerer, dass er es mitunter an der wünschenswerten Klarheit fehlen lässt, was er eigentlich unter „Sinneswahrnehmung“, unter „Empfindung“ der Pflanze verstanden hat; ob er die chemischen und physikalischen Prozesse allein genommen ein Sinnenleben nennt, oder aber, ob er damit Bewusstseinsvorgänge auch für die Pflanzen beweisen will.

Was ist nun zu diesen beiden Möglichkeiten zu sagen? ad 1. Sagt Haberlandt, ich nenne nun einmal die beschriebenen physiologischen Vorgänge Empfindung, so hätten wir es nur mit einer sonderbaren, missverständlichen Ausdrucksweise zu tun. Denn es versteht jedermann unter Empfindung etwas mehr als die Reizaufnahme, Weiterleitung und Auslösung einer Bewegung. Dies fasst man sozusagen als die Begleiterscheinung einer Empfindung auf; Empfindung selbst bedeutet psychisches Leben, Wahrnehmung. Das versteht auch die Psychologie darunter. Jedoch, was für uns von besonderer Bedeutung ist, angenommen, Haberlandt will eine eigene Terminologie sich schaffen, dann ist gar nicht einzusehen, warum er dann bei dieser Auffassung von Empfindung mit solcher Emphase gegen den „stolzen Turm der aristotelisch-linnéschen Grenzmauer zwischen Pflanzen- und Tierreich“ ankämpft; denn diesen Turm hat er sich dann selbst in Gedanken aufgerichtet. Kein Scholastiker sagt, die Tiere hätten darum Empfindung, weil sie die erwähnten körperlichen Erscheinungen bieten, sondern, weil sie psychisch wahrnehmen können. Kein Scholastiker wird Anstand nehmen, auch den Pflanzen diese Prozesse zuzuschreiben, ohne

aber dadurch irgendwie genötigt zu sein, den Unterschied zwischen Tier und Pflanze aufzugeben und so die berühmte Genzmauer abzutragen. Mit anderen Worten: Es ist dann nur ein Wortstreit in einer nebensächlichen Sache; und bei diesem Streit hat die Scholastik den ganzen alten und modernen Sprachgebrauch durchaus für sich, während Haberlandt vereinzelt dasteht mit einer neuen Ansicht, die eigentlich nur ein neuer Terminus ist.

ad 2. Doch wenden wir uns zur anderen, wohl wahrscheinlicheren Auffassungsmöglichkeit der Behauptungen Haberlandts: Die Ausdrücke Sinneswahrnehmung, Empfindung usw. wollen nicht nur eine neue Bezeichnung einführen, sondern schreiben der Pflanze ein tatsächliches Sinnenleben, ähnlich dem der Tiere, also ein wenn auch unvollkommenes psychisches Handeln zu. Auch in dieser Fassung ist die Ansicht durchaus nicht haltbar. Zwar hat man bei den niedersten Tieren und Pflanzen Schwierigkeiten, Sinnenleben und einfache Reflextätigkeiten zu unterscheiden, aber diese einzelligen Wesen können wir ausseracht lassen, weil auch Haberlandt sich vor allem auf die höheren Pflanzen beruft. Zudem was diese Mikroorganismen angeht, so ist zu sagen: Wenn sich nachweisen lässt, dass sie ein Sinnenleben haben, so ist damit einfach entschieden, dass sie Tiere und nicht Pflanzen sind. Aber wie ist es bei den höheren Pflanzen? — Antwort: Dass die vorggeführten Sinnesorgane ein psychisches Leben supponieren oder beweisen, ist entschieden zu verneinen, und alle Erscheinungen sind als blosse Reflexe zu erklären. Dass dem so ist, kann man 1) experimentell beweisen, und 2) aus der Art und Weise folgern, wie man sonst die Naturerscheinungen erklärt. Führen wir dies einzeln durch.

1. Was verstehen wir unter Reflextätigkeiten? Es sind jene zweckmässigen Vorgänge im Organismus, die wesentlich abhängig sind von den Reizen an ganz bestimmten Stellen und allein durch diese Reize bestimmt werden. Sie beruhen also ursächlich auf der im Organismus begründeten Verbindung zwischen bestimmten Reizen und bestimmten Bewegungen, wobei nichts die Bewusstseinschwelle zu überschreiten braucht. Also ein blosser Mechanismus ist die Hauptsache, ein psychisches Moment kommt an sich nicht in Frage. Solche Reflexe sind z. B. Niesen, Husten, Gähnen. Ist ein Reiz vorhanden in den Atmungswegen oder wo immer, dann wird die Reaktion ausgelöst, ob wir uns dessen bewusst werden oder nicht; es geschieht eben ohne unser Zutun, ja oft gegen unseren Willen. Nun ganz so ist es hier, nur dass die ausgelöste Reaktion der Pflanze nicht Husten oder Gähnen ist, sondern, dass die Sonnenstrahlen auf der Innenwand der Zelle und die Stärkekörner auf die Plasmawände einen Reiz ausüben, auf den dann unfehlbar eine mechanische heliotropische oder geotropische Bewegung folgt. Haberlandt selbst hat auffallender Weise das Verdienst, dadurch, dass er dies wenigstens für bestimmte Reize experimentell bewies, seine eigene Theorie widerlegt zu haben. Er zeigte nämlich mit Pfeffer, dass die *mimosa pudica*, die Sinnespflanze κατ' ἐξοχήν, gleich ob sie lebt

oder eben getötet ist, gewisse äussere Reize auf dieselbe Weise beantwortet. Einmal schaltete schon Pfeffer die Lebensfunktionen aus, indem er ein Stück eines Blattstieles chloroformierte, und er fand, dass dennoch die Pflanze einen Wundreiz auch über die unempfindlich gemachte Zone hinaus fortpflanzte. Ein andermal brühte Haberlandt selbst¹⁾ eine Blattstielzone ab, und siehe da, ein Wundreiz pflanzte sich auch über die so getötete Zone fort. Wir haben demnach Reizfortpflanzung ohne lebendige Protoplasten. Das aber zeigt, und man muss sich sicher wundern, dass Haberlandt nicht selbst diesen Schluss aus seinen Experimenten gezogen, dass wir es hier mit einfachen Zellenmechanismen zu tun haben, die solange funktionieren, als eben der Mechanismus intakt ist, gleich ob anderes in der Pflanze sich geändert, ob selbst die Lebensprozesse zum Stillstand gekommen sind, mit einem Wort, dass wir Reflexe haben. Von Sinneswahrnehmung und Empfindung bei Prozessen zu sprechen, die selbst im toten Organismus vor sich gehen, ist einfach undenkbar.

2. Zu demselben Resultat führt eine andere Erwägung: Bekanntlich lautet das Grundgesetz jeder vernünftigen, modernen Naturerklärung: Man muss die Erscheinungen möglichst einfach erklären. Wie wir nach diesem Gesetz den Tieren keine höheren psychischen Fähigkeiten zuschreiben dürfen, als zur Erklärung der Beobachtungstatsachen erforderlich sind, so dürfen wir auch den Pflanzen keine höheren Fähigkeiten zuerkennen, wenn die Data mit niedrigeren befriedigend erklärt werden können. Also dürfen die Erscheinungen, die Haberlandt zu Sinneswahrnehmungen stempeln möchte, keine Empfindungen usw. genannt werden, wenn die Annahme blosser Reflexe alles erklärt, und der Pflanze ist kein psychisches Leben zuzuschreiben, wenn alles mechanisch aufgefasst werden kann. Dem ist aber ohne Zweifel so! Denn wir haben nur eine Reizaufnahme an einer bestimmten Stelle, von dort pflanzt sich der Reiz unmittelbar zu einer anderen Stelle fort und löst dort notwendig eine eindeutige Reaktion aus. Man sieht in der Tat gar nicht ein, an welcher Stelle während des ganzen Vorgangs irgend ein psychisches Moment erforderlich wäre, und was ein solches dazu helfen könnte, dass der Prozess aus solcher oder in Bezug auf seinen Nutzen für die Pflanze vervollkommen werde. Für die Erklärung ist also jedes psychische Moment überflüssig, also zu verwerfen. Ja wir können noch weiter gehen. Die Annahme eines solchen würde zu ganz sonderbaren Konsequenzen führen. Niemand schreibt z. B. der elektrischen Schelle ein Sinnenleben zu, und doch müsste Haberlandt dieses konsequent tun; denn auch hier haben wir den Druckreiz am Knopf, die Weiterleitung und die eindeutige Auslösung an der Klingel. Der einzige Unterschied ist der, dass der Vorgang sich in dem einen Fall im lebenden Organismus vollzieht, in dem andern dagegen in etwas Anorganischem.

¹⁾ Pflanzenanatomie 484.