

chanisch zu verstehen ist, so liegt das an der unendlich viel größeren Kompliziertheit des organischen Apparates gegenüber einer Maschine. Alle Vorgänge, welche neben und durcheinander im Organismus verlaufen, können doch nur eine Art ursächlichen Zusammenhang haben und nicht auch noch von offkultur Lebenskraft beherrscht werden. Die Gesamtheit der im Protoplasma versteckten energetischen Verknüpfungen bezeichnet man wohl auch vorläufig als inneren Kräftekomplex, womit aber nur eine unbekannte, aber nicht heterogene Größe angedeutet wird. Es ist auch für das Verständnis mancher physiologischen Erscheinungen nicht unbedingt nötig, alle molekularen Verhältnisse zu kennen. Für manche Fälle reichen theoretische Vorstellungen vorläufig eben so aus, wie in der Chemie, wo man auf Sichtbarmachung der Molekularbewegungen ganz verzichtet und sie dennoch in der Gewalt hat, um chemische Verbindungen herzustellen.

Die Reizvorgänge.

Die Formen der Energie, welche in der Pflanze zur Wirkung kommen, sind, wie aus dem Vorhergehenden hervorgeht, nicht sehr mannigfaltig. Man sollte daher erwarten, daß auch die Arbeitsleistung der Pflanze einfach und übereinstimmend sein müßte. Das ist aber nicht der Fall und die Ursache dieser Mannigfaltigkeit liegt in den überaus wechselnden Formverhältnissen der Pflanze. Es kommt eben ganz darauf an, auf welche Strukturverhältnisse die Energien einwirken. Das ist ja auch bei Maschinen ähnlich. Durch dieselbe Spannkraft einer Feder kann man ein Uhrwerk treiben, ein Gewicht bestimmen oder ein Geschloß abschießen und so sind denn nach der allgemeinen Kenntnis der treibenden Kräfte doch immer wieder die Formverhältnisse der Pflanzen und ihrer Organe der wichtigste Bestandteil der Wissenschaft vom Leben. Aber Formverhältnisse und Energien können auch vorhanden sein, ohne

daß irgend ein Lebensvorgang sich zeigt. Ein trockener Same enthält in seinem Wurzel und Kothyledonen gegliederten Keim oder in dem Endosperm Nährstoffe, in der chemische Energie in Menge aufgespeichert ist, ohne daß der Same, wenn man ihn trocken jahrzehntelang liegen läßt, irgend eine Lebensregung nach außen zeigt. Es ist ähnlich wie mit einer auf dem Tische liegenden Kugel. Sie hat eine feste Form und sie besitzt Energie der Lage, zeigt aber keine Veränderung. Damit sie Arbeit leisten kann, müssen wir ihr eine Geschwindigkeit erteilen durch einen Anstoß, wonach die Kugel dann sofort eine Wirkung ausübt. Auch in einer mit Brennmaterial versehenen Maschine sind Form und Energie vorhanden, aber wenn der Dampfkessel nicht geheizt wird, oder wenn das Ventil nicht gedreht wird, welches dem Dampf Zutritt zu dem Kolben ermöglicht, kommt sie nicht in Bewegung. Bei der Maschine nennen wir die Einrichtung, die sie in Gang setzen, Auslösungsvorrichtung. Bei den Pflanzen wird die Bewegung durch Ursachen ausgelöst, die man „Reize“ nennt. Erst infolge von Reizen kann die Pflanze Lebenserscheinungen zeigen, und mit Rücksicht auf zweckmäßige Ziele gewissermaßen handelnd auftreten. Die Reizbarkeit ersetzt in der Pflanze die bei den Tieren, mit Ausnahme der niedersten Stufen, vorhandene Erkenntnis. Während die Tiere nach Motiven handeln, d. h. ein in allen Abstufungen der Vollkommenheit an Nervensystem und Gehirn geknüpftcs Vorstellungsvermögen haben, und nur in gewissen Fällen ebenfalls auf Reize reagieren, tun die Pflanzen das letztere ausschließlich und mit ihnen nur die tierischen Organismen in allerniederster Form, bei denen eine Grenze zwischen Pflanze und Tier überhaupt verschwindet.

Diese Anschauung ist zuerst von Schopenhauer an mehreren Stellen seiner Werke klar und zusammenhängend ausgesprochen worden, z. B. in der Zeitschrift über die Freiheit des menschlichen Willens (Reclam'sche Ausgabe, Bd. III,

§. 409 ff.¹⁾ Es heißt dort: „Während das Leben der Tiere noch eine ganz andere Sphäre hat, so geht hingegen das Leben der Pflanzen ausschließlich nach Reizen vor sich. Alle ihre Assimilation, Wachstum, Hinstreben mit der Krone zum Licht, mit der Wurzel nach besserem Boden, ihre Befruchtung, Keimung usw. ist Veränderung auf Reize.“ Diese Anschauung, die Schopenhauer noch ausführlicher erläutert, ist von Sachs in die Physiologie aufgenommen worden, ohne etwas Neues hinzuzufügen.

Schopenhauer hat schon mit aller Ausführlichkeit auf das Charakteristische der Reizvorgänge hingewiesen, was darin besteht, daß die Wirkung des Reizes keine mit ihrer Wirkung im Verhältnis stehende Gegenwirkung erleidet und inbezug auf Intensität des Reizes und der Wirkung keine Gleichmäßigkeit stattfindet. Z. B. bei *Mimosa pudica* werden durch einen Stoß Krümmungen der Bewegungsorgane ihrer Blätter ausgelöst, wobei die Blätter sich zusammenschlagen und die Blattstiele sich abwärts senken. Bei den Ranken einer Zaunrube wird durch bloße Berührung mit einem Stabe die Ranke gereizt, sich um den Stab herumzuwickeln. In beiden Fällen kann die Intensität der Berührung ganz gering sein und die Bewegungen sind viel bedeutender, als man vermuten sollte. Ja, die Proportionalität zwischen Reiz und Wirkung ist so wenig vorhanden, daß wie Schopenhauer richtig bemerkt, eine Steigerung des Reizes nicht immer eine Steigerung der Wirkung herbeiführt, sondern oft das gerade Gegenteil.

Man hat wohl in dieser Beziehung die Reizvorgänge mit einigen physikalischen und chemischen Vorgängen verglichen, z. B. damit, daß Jodstickstoff schon bei der leisesten Berührung mit einer Federfahne explodiert; aber verständlicher werden die pflanzlichen Reizvorgänge durch solche Vergleiche kaum, da sie im

¹⁾ Vergl. Hansen, Ernährung der Pflanzen, Leipzig, Freitag.

Protoplasma ihren eigentlichen Sitz haben und die Unbekanntheit mit seiner Zusammensetzung auch hier im Stiche läßt. Man hat wohl die Schwerkraft, Licht, Feuchtigkeit usw. als äußere Reize bezeichnet und sogenannte spontane Bewegungen als durch innere, im Protoplasma zur Wirkung kommende Reize angesprochen. Doch sind die inneren Reize einfach Energiepotentiale, die in den Zellen entstehen und die äußeren Reize sind nur Ursachen, welche die Entstehung solcher Potentiale veranlassen.

Man sucht vielfach die Reize noch weiter zu zergliedern, indem man die Reizursache und die Reizerscheinung durch eine ganze Kette von ineinandergreifenden Wirkungen (Reizkette) verbunden denkt. Man trennt die Perzeption des Reizes durch ein Organ und erkennt einen zeitlichen Verlauf von der Aufnahme bis zur Reizwirkung. Der Reiz wird in unbekannter Form vom Protoplasma der Zellen, die das Organ aufbauen, empfunden oder aufgenommen und wirkt dann häufig auch noch weiter, wenn die Reizursache aufhört. So krümmt sich ein horizontal gelegter Sproß auch dann noch geotropisch, wenn man ihn einige Zeit der veränderten Schwerkraftswirkung aussetzt und vor dem Eintreten der Krümmung wieder in normale Lage bringt.

Besonders bemerkenswert ist auch die Fortpflanzung eines Reizes auf größere Strecken. Wenn eine Ranke an ihrer Spitze durch Berührung gereizt wird, so rollt sie sich nicht nur an der gereizten Stelle ein und befestigt sich eventuell an einer Stütze, sondern es zeigt auch die gar nicht berührte Strecke, die zwischen Ursprungsort der Ranke am Stengel und dem Anheftungspunkt liegt, später eine Krümmung, durch die sie zu einer Spiralfeder wird.

Man hat in neuerer Zeit versucht, die Reizwirkungen in Analogie zu setzen mit dem tierischen Sinnesleben, allein es bieten solche Analogien die Gefahr, auf falsche Wege zu geraten.

Daß die Pflanzen für manche Reize anatomisch sichtbare Aufnahmeeinrichtungen besitzen, wie z. B. die Ranken sogenannte Fühlstüpfel, berechtigt noch nicht dazu, von Sinnesorganen der Pflanzen zu reden. Alle Sinnesorgane der Tiere sind äußere Apparate eines Zentralorganes und diesem dienstbar. Etwas Analoges fehlt den Pflanzen ganz und gar. Es ist nicht richtig, daß das Ausfuchen der Pflanzennährstoffe im Boden, das sogenannte Wahlvermögen mit dem Geruch und Geschmack der Tiere zu vergleichen wäre. Ebenso wenig ist die Aufrechthaltung des Menschen mit dem Geotropismus der Pflanzen zu vergleichen, denn ein Mensch kann sein ganzes Leben horizontal liegen, ohne daß er den Reiz der Schwerkraft spürt, sich aufzurichten. Zwischen Geotropismus und Wille gibt es gar keine Übergänge, welche zu einem Vergleich berechtigten. Und so ist es überall. Wenn ein Tier das Licht flieht, um sich vor Feinden zu schützen, so hat das nicht die geringste Ähnlichkeit mit dem negativen Heliotropismus der Pflanzen usw.

Die Pflanze folgt auch nur mit ihren Bewegungen Intensitätsdifferenzen und nicht absoluten Intensitätsgraden. Ein Mensch sucht das Licht, um Gegenstände unterscheiden zu können, die positiv heliotropische Pflanze wird vom Licht gezwungen, es aufzusuchen, immer, wenn die eine Seite heller ist als die andere; bei negativ heliotropischen Organen ist es umgekehrt.

Es ist zweifellos eine bedenkliche Vorwegnahme, die schwierig analysierbaren Reizbewegungen durch die noch viel schwieriger verständlichen Erscheinungen im Sinnes- und Seelenleben der Tiere erklären zu wollen.

Fortpflanzung.

Das, was alle Organismen in den größten und schlagendsten Gegensatz zum Mechanismus stellt, ist die Fähigkeit der lebendigen Bildungen, ihresgleichen zu erzeugen, sich fortzupflanzen.