

Die kausale Grundlegung der Pflanzenanatomie durch Klebs in ihrer Abhängigkeit von der philo- sophischen Diskussion des Zweckproblems bei Sigwart.

Von Hans André in Würzburg.

Im September 1918 starb der berühmte Heidelberger Pflanzenphysiologe Georg Klebs. Das wissenschaftliche Hauptverdienst von Klebs war, dass er die anatomischen Verhältnisse der Pflanze, die man vorwiegend vom physiologischen Gesichtspunkt der Funktion aus zu verstehen suchte, ganz konsequent unter den Gesichtspunkt der kausalen Betrachtung stellte und dabei wertvolle Einblicke in die Abhängigkeit der Wachstums- und Differenzierungsprozesse von der Aussenwelt eröffnete. In der klaren Unterscheidung zwischen physiologisch-funktioneller (also teleologischer) und kausaler Erklärungsweise geht Klebs auf die klassischen Untersuchungen seines Schwiegervaters Sigwart, insbesondere auf dessen Abhandlung: „Der Kampf gegen den Zweck“ (Kleine Schriften, 2. Reihe, Freiburg 1881) zurück.

1. Nach Sigwart ist der der physiologisch-funktionellen Betrachtungsweise zugrunde liegende Zweckbegriff dem Bewusstsein unseres Handelns und Wollens entsprungen. Wir wissen, dass unser bewusstes willkürliches Tun von dem Gedanken eines zukünftigen Zustandes ausgeht. Dieser Gedanke wird Gegenstand unseres Wollens, und unser Wollen bestimmt nun weiter die Tätigkeiten, die auf die Verwirklichung jenes Gedankens gerichtet sind, und die, wo es sich um äussere Veränderungen handelt, in willkürlichen Bewegungen unseres Leibes bestehen. Diese Beziehung auf die künftige Verwirklichung durch unser Tun scheidet die Gedanken, welche wir als Gegenstände unseres Wollens Zwecke nennen, von andern, die ihnen darin ähnlich sind, dass sie gleichfalls unser Interesse erwecken und einen Reiz auf uns ausüben, an deren Verwirklichung wir aber zweifeln, von blossen Wünschen oder unerreichbaren Idealen; dadurch tritt der Zweck aus seiner bloss subjektiven Innerlichkeit heraus und fordert seinen Korrelatbegriff, den des Mittels; dieser drückt die wirkliche Ursache aus, die nach den Gesetzen der Natur den Zweck zu realisieren geeignet ist und von uns in Bewegung gesetzt werden kann. Eben damit aber ist der Zweckbegriff, auch

wenn wir ihn nicht weiter in seiner Entstehung zurück verfolgen, dem Begriff der wirkenden Ursache nicht entgegengesetzt, sondern schliesst ihn vielmehr ein. Sehen wir nun davon ab, dass der Gedanke des Erfolges durch den Willen des Menschen und seine Organisation hindurch die einzelnen Bewegungen wirklich hervorbringt, betrachten wir nur das objektive Verhältnis des realisierenden Zwecks zu den äusseren Mitteln, die ihn verwirklicht haben, vermöge dessen der Zweck der einheitliche Enderfolg einer Vielheit von Ursachen, diese aber geeignet sind, einen Erfolg hervorzubringen, so ergibt sich zunächst die Möglichkeit einer rein formellen Anwendung des Zweckbegriffs auch auf die Objekte der Natur. Da weiterhin im natürlichen Geschehen der Punkt nicht auffindbar ist, an dem eine zwecksetzende und durch Zwecke bestimmte Macht ähnlich der des Menschen nachweisbar eingriffe, um jene Objekte herzustellen, so hindert die teleologische Betrachtung nach keiner Seite hin, die natürlichen Ursachen und Bedingungen ihrer Entstehung und ihrer Reaktionsweise zu verfolgen; im Gegenteil je deutlicher die Eigentümlichkeit der zweckmässigen Anlage z. B. bei den organischen Wesen erkannt ist, desto stärker fordert sie auf zu fragen, aus welchen Ursachen so verwickelte Systeme und die daran sich abspielenden Wachstums- und Differenzierungsprozesse hervorgegangen sind.

2. Klebs hat nun die durch die Zweckbetrachtung geforderte Kausalbetrachtung speziell für anatomische Verhältnisse der Pflanzen mit grossem Geschick und glänzenden Erfolgen durchgeführt. Er hat z. B. gezeigt, dass in dem bekannten Hauswurz oder Dachwurz (*Sempervivum*) die mannigfaltigsten Wachstums- und Differenzierungsmöglichkeiten stecken. Diese Pflanze bildet eine dichte Rosette dickfleischiger Blätter; von ihr zweigen zarte Ausläufer ab, die wieder in einer Rosette endigen und der vegetativen Vermehrung dienen. Schreitet eine Rosette zur Blüte, was nicht vor dem zweiten Jahre geschieht, so streckt sich der Vegetationspunkt zu einer aufrechten mit kleinen Blättchen besetzten Achse, die an ihrem Ende eine Anzahl von Zweigen, sogenannte Wickel trägt, an denen die rosafarbenen Blüten sitzen.

Im embryonalen Gewebe des Vegetationspunktes stecken also verschiedenartige Wachstums- und Differenzierungsmöglichkeiten: entweder bildet er grüne assimilierende Dickblätter, oder er streckt sich als Achse des Blütenstandes, oder er entfaltet an den Zweigenden das farbige Perigon und die Geschlechtsblätter der Blüte. Rein theoretisch muss man annehmen, dass die inneren Ursachen je nach der Verwirklichung der einer anderen Potenz ebenfalls verschieden sein müssen. Die Beschaffenheit der inneren Ursachen hängt aber nach der kausalen Auffassung notwendig ab von der Beschaffenheit der äusseren Ursachen. Daraus ergibt sich, zunächst rein logisch, die zwingende Konsequenz, dass es durch Veränderung und Kombination der einzelnen Aussenfaktoren gelingen muss, den natürlichen

Entwicklungsgang in beliebiger Richtung bald unter Begünstigung des vegetativen Wachstums, bald unter Bevorzugung der Fruktifikation abzuändern.

Tatsächlich ist das Klebs gelungen. Bei seinen Versuchen stellte sich — wie bereits theoretisch vorauszusehen war — heraus, dass die inneren Ursachen für das vegetative Wachstum und für die Blütenbildung prinzipiell von einander verschieden sind. Untersucht man den Preßsaft blühreifer und nicht blühreifer Rosetten auf seinen Gehalt an Kohlehydraten (in Form gelösten Zuckers) und an löslichen Stickstoffverbindungen (in Form von Eiweiss, Amiden u. dgl.), so ergibt sich, dass das errechnete Verhältnis $\frac{\text{Menge des Kohlenstoffs}}{\text{Menge des Stickstoffs}} = \frac{C}{N}$ bei den blühenden Rosetten deutlich grösser ist als bei den Nichtblühenden. Das legt den Gedanken nahe, dass für die Bildung der Geschlechtsorgane im Vergleich zum vegetativen Wachstum eine Anfeuchtung der Kohlehydrate, wie Stärke, Zucker, notwendig ist. Dabei scheint es weniger auf die absolute als auf die relative Menge anzukommen, die in dem Verhältnis C : N zum Ausdruck kommt.

Der experimentelle Eingriff in den Entwicklungsgang der Pflanze läuft also darauf hinaus, durch verschiedenartige Anwendung der äusseren Faktoren das Mischungsverhältnis C : N zu ändern. „Gute Kohlenstoffassimilation in hellem Licht befördert bei entsprechender reichlicher Wasser- und Nährsalzzuführung (N) die Vegetation, bei wenig Wasser und Nährsalzen die Blütenbildung. Bei mittlerer Wasser- und Nährsalzaufnahme entscheidet die Stärke der Assimilation zu Gunsten der Blütenbildung, daher auch rotes Licht in positivem, blaues Licht in negativem Sinne wirkt“. So gelingt es, eine Menge oft sonderbarer Formen zu erhalten: Rosetten, die mit abgekürzten Internodien aufrecht weiter wachsen, ohne zu blühen, Blütenstände, die sich etwas strecken und in einer Blattrosette endigen, solche, die sich am Gipfel verzweigen und an ihren Zweigenden neben Rosetten Blüten ansetzen, von denen ein Teil abweichende Gestaltung zeigt.

Wie bei den Versuchen mit *Sempervivum*, so hat Klebs noch bei einer Unzahl anderer Versuche — besonders bei Algen und Pilzen — eine durchgängige Abhängigkeit des Wachstums in der Differenzierung von der Aussenwelt gezeigt. Wie wenig aber diese kausale Betrachtung, die Klebs seiner Methode zu Grunde legte, die physiologisch-funktionelle oder die Zweckbetrachtung formell ausschliesst, haben wir schon an obigen prinzipiellen Erörterungen Sigwarts gezeigt. Sigwart aber bohrt noch tiefer und bleibt bei einer rein formellen Anwendung des Zweckbegriffs nicht stehen:

„Die höchsten Leistungen mathematischen Scharfsinns wären machtlos gegenüber der Natur, wenn sie nicht selbst eine verkörperte Mathematik wäre, das wirkliche Geschehen wäre in keiner Formel zu fassen, wenn nicht seine Bestandteile ein System von Gedanken darstellten. Die Voraussetzung aller Forschung, dass Gesetze in der Welt herrschen, sagt nur in andern Worten, dass die Natur Gedanken realisiere, dass Naturnotwendigkeit und logische Not-

wendigkeit dasselbe sei. Dann ist aber auch gesagt, dass die wirkliche Welt nicht erklärbar wäre, wenn sie nicht durch Gedanken bestimmt ist. Lässt sich die ganze Welt in einer mechanischen Formel darstellen, welche ihren ganzen Verlauf rückwärts und vorwärts enthält, so müsste es doch der ungeheuerlichste Zufall sein, wenn diese durchgängige Kongruenz mit unserem Denken nicht in ihrem Grunde selbst gelegen wäre; ist sie aber nur als Gedanken erklärbar, so muss sie ebenso als Zweck wie als blosser Wirkung einer Ursache gelten: beides fällt auch hier zusammen. Und endlich: Die Auffassung, welche alle und jede Gültigkeit des Zweckbegriffs leugnet, und nur die Betrachtung der wirkenden Ursachen für zulässig erklärt, hebt sich selbst auf, indem sie den Unterschied von Wahr und Falsch zerstört. Rein nach den wirkenden Ursachen betrachtet, ist alles gleich notwendig, Wahrheit und Lüge, Wissenschaft und Aberglauben, Wahnsinn und gesunder Verstand. Alle Gedanken, mögen sie gedacht sein, von wem sie wollen, haben hier dasselbe Recht; auch die teleologische Auffassung wäre nicht da, wenn sie nicht notwendig wäre, und ist in der Welt kraft des Rechts der Kausalität, so gut als die mechanische Wissenschaft. Wer Wahres und Falsches scheidet, misst das menschliche Denken an einem Zwecke, und erkennt an, dass es dazu da sei, die Wahrheit zu finden. Würde aber die Natur der Dinge ihm das vermöge ihrer Notwendigkeit versagen, so wäre sein Beginnen wahnwitzig; er muss voraussetzen, dass seine eigene geistige Organisation auf Erkenntnis der Wahrheit angelegt ist, und dass darum auch die Natur der Dinge darauf angelegt ist, erkannt zu werden. Die Lebhaftigkeit also, mit der die Verbannung des Zweckbegriffs verkündigt, und die Betrachtung der wirkenden Ursachen als die allein wissenschaftliche und wahre verteidigt wird, spottet ihrer selbst, und weiss nicht wie“ (Sigwart, Kleine Schriften, 1881).