

**ZUR THEORIE DER TROPISMEN.**  
**ERWIDERUNG AUF DIE GRADMANNSCHE KRITIK MEINER ARBEIT**  
**„VERWUNDUNG, WACHSTUM, UND TROPISMEN“.**

Von

**N. CHOLODNY**

(Kiew).

*(Eingegangen am 24. August 1931.)*

Zunächst einige Worte über die Versuche mit ausgebohrten Hypokotylen, die beweisen sollten, daß die geotropische Krümmung auch dann erfolgt, wenn die Stärkescheide mitentfernt ist. In der von GRADMANN angegriffenen Arbeit berufe ich mich nicht auf meine ersten Versuche (CHOLODNY 1926), sondern auf die späteren, die von MOISSEJEWA unter meiner Leitung angestellt worden waren (CHOLODNY 1928 und besonders die dort zitierte Arbeit von MOISSEJEWA 1928). Wie aus der letztgenannten Arbeit zu ersehen ist, wurde bei diesen Versuchen ein etwas breiterer Bohrer angewandt ( $d = 1,8 \text{ mm}^1$ ). Andererseits dienten uns als Versuchsobjekte außer *Lupinus angustifolius* auch andere Pflanzen, wie z. B. *Lupinus luteus* und *Helianthus annuus*, die sich durch dünnere Hypokotyle auszeichnen. Deshalb wurden beim Ausbohren dieser Hypokotyle nicht nur die Stärkescheide, sondern auch ein beträchtlicher Teil von Rindenparenchym regelmäßig entfernt, so daß die zum Experimentieren angewandten Hohlzylinder ausschließlich aus der unverletzten Epidermis und einigen wenigen Zellenlagen von Rindenparenchym bestanden. Trotzdem zeigten auch diese dünnwandigen Hypokotylzylinder eine recht deutliche geotropische Reaktion, nachdem ihnen in die Höhle ein mit Wuchsstoff getränktes Gelatineklümpchen eingeführt worden war. Somit handelte es sich hier offenbar nicht um „gelegentliche Beobachtungen“, sondern um eine auf Grund zahlreicher Beobachtungen einwandfrei festgestellte Tatsache, die mit der HABERLANDTSchen Statolithentheorie keineswegs in Einklang zu bringen ist.

Was die geotropische Reaktion der isolierten Oberhälfte betrifft, so scheint GRADMANN diese jetzt durch meine neuen Versuche für bewiesen zu halten. Ob dabei die Regenerationserscheinungen in der Tat eine so große Rolle spielen, wie es GRADMANN annimmt, kann wohl nur durch weitere experimentelle Untersuchungen entschieden werden. Da es sich

<sup>1</sup> Bei meinen früheren Versuchen (CHOLODNY 1926) bediente ich mich eines etwa 1,6 mm breiten Bohrers.

nun hier in erster Linie um die physiologische Regeneration handeln kann, und da in den von mir beschriebenen Fällen die Regeneration der Stärkescheide nicht zu beobachten war, so sprechen doch diese Versuchsergebnisse gegen die GRADMANNsche Auffassung. Ebenso wenig stimmen mit seiner Theorie auch die Versuche mit Hypokotylhälften überein, denen die Epidermis abgeschabt wurde (S. 687 meiner Arbeit). Leider hat GRADMANN, der sich immer darum kümmert „die unter verschiedenen Gesichtspunkten gewonnenen Ergebnisse unter einen Hut zu bringen,“ diese neuen seiner Ansicht widersprechenden Befunde außer Acht gelassen.

Indem ich nun zur GRADMANNschen Kritik meiner Hauptversuche mit einseitig verwundeten Hypokotylstücken übergehe, muß ich vor allem darauf hinweisen, daß die Zuwachsunterschiede zwischen den von oben und von unten verwundeten Hypokotylstücken gar nicht so klein waren, wie es GRADMANN zu glauben scheint. Wie aus meinen Versuchsprotokollen leicht zu berechnen ist, schwankte diese Größe meistens in engen Grenzen um 1,5 mm herum. Ein solcher Längenunterschied liegt natürlich weit oberhalb der möglichen Fehlergröße und kann wohl sehr leicht festgestellt werden, wenn man die Messungen sogar an gekrümmten Organen und mittels eines gewöhnlichen Millimeterlineals ohne Nonius, den ich zu verwenden pflegte, vornimmt. Ganz klar trat dieser Unterschied auch dann hervor, wenn man die gekrümmten Hypokotylstücke an ein Millimeterlineal vorsichtig anschniegte und gerade machte. Ausschlaggebend sind hier aber gewiß die Versuche mit den in Glasröhrchen eingesteckten Hypokotylen (siehe z. B. Seite 675 meiner Arbeit, Versuch 12 und 13); der Zuwachsunterschied zwischen den von oben und von unten verwundeten Stücken übertraf in diesem Fall 2 mm und war wohl an den fast gerade gebliebenen Stengeln sehr leicht und genau zu bestimmen. Die Methodik dieser Messungen ist so einfach, und die Ergebnisse sind so zuverlässig, daß ich es für unnötig hielt, auf diese Seite meiner Untersuchungen ausführlicher einzugehen. Daß ich bei gekrümmten Stücken die Mittellinie maß, ist selbstverständlich.

Die Formeln  $a = g + t$  und  $b = g - t$ , durch die ich meine Versuchsergebnisse etwas veranschaulichen wollte, gaben leider den Anlaß zu einer Reihe von Mißverständnissen, in denen GRADMANN sich hoffnungslos verwirrt. Als ich über das Zusammenwirken des Geo- und Traumatotropismus sprach, war mir der Gedanke wohl fern, durch bloßes Addieren und Subtrahieren von geo- und traumatotropischen Krümmungen die von mir beobachteten Erscheinungen endgültig erklären zu können. Ich war mir wohl vollauf dessen bewußt, daß diesem Zusammenwirken ein innerer physiologischer Mechanismus zugrunde liegen muß. Deshalb habe ich versucht, in meinen weiteren Ausführungen das Wesen dieses Mechanismus vom Standpunkt der hormonalen Theorie der Tropismen

aus zu beleuchten. Somit handelte es sich hier nicht um eine „zweite Erklärung“ für die Krümmungsunterschiede, sondern um einen Versuch, etwas tiefer in den Mechanismus der komplizierten Erscheinungen einzudringen, die sich in einem einseitig verwundeten pflanzlichen Organ unter dem Einfluß der Geo- bzw. Photoinduktion abspielen.

Nun glaubt GRADMANN gezeigt zu haben, daß diese „zweite Erklärung“ der ersten und zugleich den Ergebnissen meiner Krümmungsmessungen widerspricht. Und zwar weist er darauf hin, daß „nach der zuerst gegebenen Erklärung die Verwundung in jeder Lage dieselbe Reaktion  $t$  bewirken würde, nach der zweiten die Verwundung der Unterseite eine stärkere Wirkung haben müßte, als die der Oberseite,“ da sie die Tätigkeit der sich an der unteren Seite anhäufenden Wuchsstoffe hemmen sollte. Es ist aber klar, daß GRADMANN dabei *zwei ganz verschiedene Begriffe verwechselt*. Ich habe ja ausdrücklich betont, daß ich unter  $t$  die Größe der *rein traumatotropischen Reaktion*, wie sie auf dem Klinostaten zum Vorschein kommt, verstehe (siehe S. 674 meiner Arbeit). Diese Größe muß natürlich in jeder Lage dieselbe sein. Wenn nun GRADMANN von der zweiten Erklärung spricht, so meint er unter  $t$  nicht diese rein traumatotropische Reaktion, sondern den *Gesamteffekt des Geo- und Traumatotropismus*, denn die Anhäufung von Wuchsstoff an der Unterseite stellt ja schon eine Folge der Wirkung der Schwerkraft dar.

Daß sämtliche von mir beobachteten Erscheinungen (sowohl Wachstum- als auch Krümmungsunterschiede) ihre einfachste Erklärung im Zusammenwirken dieser zwei Faktoren zwanglos finden, muß wohl jeder anerkennen, der meine Versuchsergebnisse unbefangen betrachten will. Und wenn GRADMANN doch in dieser Erklärung einen inneren Widerspruch nachgewiesen zu haben glaubt, so zeugt dies meines Erachtens nur dafür, daß es manchmal recht schwierig ist, ganz einfache Dinge richtig zu verstehen, wenn man von einem „bewußt beschränkten Gesichtskreis“ ausgeht.

Auch andere Stellen des GRADMANNschen Aufsatzes zeigen auf das Deutlichste, daß er diese einfachen Verhältnisse sich ganz verkehrt vorstellt. So sagt er z. B., daß der Einfluß der Verwundung auf die geotropische Reaktion auch in seinen Versuchen (mit halbierten Hypokotylen) berücksichtigt würde, da, wenn die Wirkung  $t$  der Verwundung in den verschiedenen Lagen dieselbe ist, die festgestellten Unterschiede nur auf eine Verschiedenheit der geotropischen Reaktion  $g$  zurückgeführt werden können. Dabei vergißt der Verfasser offenbar, daß  $g + t$  auch in dem Fall größer als  $g - t$  sein muß, wenn  $g$  in beiden Lagen dieselbe Größe hat, d. h. wenn die rein geotropische Reaktion verschieden orientierter Objekte keine Verschiedenheit aufweist.

Zuletzt gibt GRADMANN an, daß meine Erklärung sich auf die Verhältnisse an halbierten Sprossen schon deswegen nicht anwenden ließe, weil

die verwundete Seite der Unterhälfte in Versuchen von ihm und von SCHTSCHERBACK mächtiger als irgendein Teil der Oberhälfte wuchs. Ich muß betonen, daß dieselbe Erscheinung auch an nichthalbierten einseitig verwundeten Sprossen beobachtet werden konnte, wie es z. B. aus meinen Versuchen 12 und 13 hervorgeht. Somit besteht auch in dieser Hinsicht kein Unterschied zwischen den Objekten von GRADMANNs und meinen Versuchen. Diese interessante Tatsache muß zum Ausgangspunkt weiterer Untersuchungen werden. Ich glaube, daß sie dadurch erklärt werden kann, daß auch die obere Hälfte eines nichthalbierten Stengels ein wenig Wuchsstoff erhält, wenn die untere mit diesem in überschüssiger Menge versorgt wird.

Soweit über die wichtigsten kritischen Bemerkungen von GRADMANN. Wie wir sehen, können sie kaum irgendwen davon überzeugen, daß die GRADMANNsche Auffassung richtig und die meine falsch ist.

Zum Schluß möchte ich noch den Wunsch aussprechen, daß GRADMANN schließlich vom bloßen Theoretisieren zu weiteren experimentellen Untersuchungen auf dem sich so schnell entwickelnden Gebiet der Reizphysiologie übergeht. Ich hoffe, daß neue eigene Beobachtungen ihm besser als meine Auseinandersetzungen zeigen werden, welche Auffassung sich hier „am besten bewährt hat.“

---

#### Literatur.

Cholodny: Jb. f. wiss. Bot. 65 (1926). — Planta 6 (1928). — Ebenda 13. (1931). — Gradmann: Planta 15 (1931), dieses Heft. — Moissejewa: Bull. Jard. Bot. de Kiew 7 (1928).