

Melobesien zu recenten Geschlechtern gerechnet, zu denen jedenfalls einige Arten ganz gewiss zu rechnen sind. Natürlich erhalten einige, noch unvollständig bekannte Arten einen unsicheren Platz im Systeme, ganz wie im letzten von HEYDRICH gelieferten System.

Was gegen das von HEYDRICH jetzt aufgestellte System spricht, darauf will ich hier nicht näher eingehen. Es wird gewiss keinen Beifall gewinnen, dass er alle fossilen Arten von den recenten trennt, als anderen Geschlechtern zugehörend. Dies wird in mehreren Fällen sogar eine willkürlich gewählte Grenze zur Folge haben. Es giebt z. B. längs der nördlichen Küste von Norwegen Arten, die man, wenn todte Exemplare sich überhaupt bestimmen lassen, von den bisweilen Kilometer langen Lagern im Meere, unter dem Rasen am Ufer bis zur Höhe von wenigstens 10 m über dem Meeresspiegel finden kann. Ob diese theilweise einer älteren Formation zufallen oder als recente Reste der jetzigen Pflanzenwelt anzusehen sind, ist ziemlich schwer zu entscheiden. ROTHPLETZ nennt l. c. eine pliocaene Form, die er für identisch mit dem recenten *Lithophyllum racemus* (Lam.) Fosl. (*Lithothamnion racemus* Aresch.) hält. Wahrscheinlich durch eine zwar eigenthümliche Incurie hat HEYDRICH diese Art zu den fossilen Melobesien als *Lithothamniscum racemus* (Aresch.) sp. nov. gerechnet.

## 28. Bohumil Němec: Ueber die Art der Wahrnehmung des Schwerkraftreizes bei den Pflanzen. □

Eingegangen am 13. Juni 1900.

NOLL hat in seiner „Heterogenen Induction“ ganz klar hervorgehoben, dass die Schwerkraft durch Massenbeschleunigung den geotropischen Reiz hervorruft, ebenso den Bau eines thierischen Organes, welches die Schwerkraft percipiren soll, theoretisch geschildert. Hauptsache bei diesem Organ ist ein specifisch schwereres, in einer Flüssigkeit befindliches Körperchen, welches durch sein Gewicht in demjenigen perceptionsfähigen Plasma, dem es jeweilen anliegt, einen Reiz hervorrufen kann. Auch für die Pflanzen scheint es ihm, wenigstens für homalotrope und plagiotrope Pflanzentheile, „als ob zur Ermöglichung der hier stattfindenden Reizvorgänge wirklich specifisch schwerere Theile mitwirken müssten“.

An dieser Anschauung hält er noch in seiner neuesten Abhandlung (Jahrb. für wiss. Bot. Bd. 34) fest, und zwar auch dem abweichenden

den Standpunkte, den CZAPEK einnimmt, gegenüber. NOLL meint da, „dass nur die Gewichtswirkung innerhalb der geotropischen Plasma-structur in Betracht kommen könne.“ Dabei greift er zu centrosphärenartigen Gebilden, die auch gar nicht sichtbare Dimensionen erreichen müssten.

Wie man sieht, handelt es sich um das Vorkommen von specifisch schwereren (oder leichteren!) Körperchen in einer Flüssigkeit, welche in einem zur Organachse fix orientirten Protoplasma (oder in einer plasmatischen Haut) den Schwerkraftreiz auslösen könnten. Mir waren jedoch schon seit einer ziemlich langen Zeit Körperchen bekannt, die sich im Protoplasma gewisser Zellen befinden und sich gerade so wie Körper von einem grösseren oder kleineren specifischen Gewicht in einer Flüssigkeit verhalten. Die Körperchen sinken nämlich je nach der Lage des Pflanzenorgans, in welchem die Zellen vorkommen, immer in den physikalisch unteren, resp. steigen in den physikalisch oberen Theil der Zelle. Dabei berühren die Körperchen bei ihrer definitiven Lage die protoplasmatische unbewegliche Hautschicht. Bringt man das Pflanzenorgan aus seiner Lage, so nehmen die Körperchen ihre neue physikalische Ruhelage in einer ziemlich kurzen Zeit ein, so z. B. in der Wurzelhaube von *Vicia Faba* nach Umkehrung der Wurzel bei einer Temperatur von 20° C. in 15—20 Minuten. Die Körperchen, um welche es sich hier handelt, sind einerseits Leucoplaste und Chloroplaste mit Stärkekörnern im Innern, oder Chloroplaste mit Krystalloiden, oder anorganische Krystalle, schliesslich auch Kerne. Die drei erstgenannten Körper verhalten sich immer wie specifisch schwerere Körper, die Kerne können sich entweder so oder auch wie Körperchen von einem geringeren specifischen Gewicht verhalten. Bei der Mehrzahl der betreffenden Zellen fand ich den Kern immer in dem oberen Theile, bei einigen im unteren Theile der Zellen. Es giebt auch Pflanzen, wo die Kerne keine bestimmte Lage gegen die Schwerkraftrichtung einnehmen, wogegen es in derselben Zelle Körperchen giebt, die immer in die physikalisch unteren Theile der Zelle sinken.

Bei einer und derselben Pflanzenart können sich die Kerne in verschiedenen Organen verschieden verhalten. So befinden sich dieselben in der Wurzelhaube von *Panicum miliaceum* immer im oberen Theile, in der Spitze der Coleoptile bei den Keimpflanzen derselben Art im unteren Theile der Zellen.

Bei der Wurzel befinden sich die Zellen, welche solche Körperchen und Kerne enthalten, in der Wurzelhaube, und zwar vorwiegend in der sog. Columella. Diese Zellen bilden meist einen ganz scharf begrenzten Gewebecomplex, dessen Zellen in ihrer Grösse, Structur und Form so auffallend sind, dass sie so zu sagen ein besonderes Organ vorstellen. Es giebt jedoch auch einige Wurzeln, bei welchen die

Wurzelhaube frei von diesen Zellen ist, so z. B. bei *Trianaea bogotensis*, *Selaginella Martensii*. Bei diesen Pflanzen befinden sich Zellen mit den betreffenden Körperchen ein wenig hinter dem Vegetationspunkt im inneren Periblem.

In den Stengeln und Blättern verschiedener Gefäßpflanzen befinden sich Zellen mit sinkenden oder steigenden Körperchen meist in der Stärkescheide, wo dieselben schon UNGER, DEHNECKE und HEINE gesehen haben. Doch giebt es auch Fälle, wo die Körperchen im Grundparenchym vorkommen (Blätter von *Aspidium Filix mas*, Blütenstiele von *Streptocarpus Gardenii*) Bemerkenswerth ist das reichliche Vorkommen der mit den betreffenden Körperchen ausgestatteten Zellen in der Spitze der Coleoptile bei einigen Gramineenkeimlingen, z. B. bei *Setaria viridis*, *Panicum miliaceum*, *Avena sativa* etc. Ebensolche Zellen findet man weiter im Blattknoten bei einigen Gräsern (*Triticum repens*, *Phalaris arundinacea*), bei *Phragmites communis* jedoch im Stengel selbst. Auffallend ist die Erscheinung, dass in den Bewegungspolstern einiger Pflanzen, die nyctitropische Bewegungen ausführen, ebenfalls in der Stärkescheide Amyloplasten mit grossen Stärkekörnern vorkommen, die sich immer in dem physikalisch unteren Theile der Zellen befinden. So bei *Lupinus*, *Phaseolus*, *Trifolium*, *Galega*, *Amicia* (!) u. s. w.

Das sind nur ganz wenige Beispiele, wie und wo die betreffenden Zellen zu finden sind. Ich habe bisher an mehr als 150 Pflanzenarten untersucht und überall in Organen, welche einer geotropischen Reaction fähig sind, diese Zellen oder Zellencomplexe gefunden.

Die Localisation sowie das zeitliche Auftreten dieser Zellen stehen ebenfalls zur geotropischen Reactionsfähigkeit in einer engen Beziehung. Die Zellen oder Zellencomplexe, um welche es sich hier handelt, befinden sich bei positiv geotropischen Organen immer unter derjenigen Zone, wo die Reizkrümmung ausgeführt wird. Bei negativ geotropischen Organen ist das Umgekehrte der Fall, oder die Zellen liegen in der Krümmungszone selbst. Dasselbe gilt für transversal geotropische Organe.

Was das zeitliche Auftreten der Körperchen in den betreffenden Zellen betrifft, so geht diese Erscheinung Hand in Hand mit dem Auftreten der geotropischen Reactionsfähigkeit. Ganz junge Organe, welche keiner Reaction noch fähig sind, besitzen auch keine Zellen, in deren Inhalt sich Körperchen befänden, deren Lage direct durch die Schwerkraft bestimmt wird. Sobald man jedoch solche Zellen trifft, findet man auch, dass die Organe einer geotropischen Reaction, also wohl auch einer Perception fähig sind. Typische Wurzeln, denen die Wurzelhaube abgeschnitten und damit auch der erwähnte, in der Haube befindliche Zellencomplex entfernt wurde, sind keiner geotropischen Reaction fähig. Dieselbe kehrt immer erst dann, wenn

sich die Haube regenerirt oder ein Callus gebildet hat, in denen es Zellen giebt, welche sinkende oder aufsteigende Körperchen besitzen. Ebenso sind öfters abnorme oder krankhafte Wurzeln keiner geotropischen Reaction fähig, und man kann sich dann gewöhnlich überzeugen, dass sie keine solche Zellen besitzen.

Ausserdem verlieren die normalen Wurzeln die Reactionsfähigkeit, wenn es uns gelingt, die specifisch schwereren Körperchen aus den Zellen zu entfernen. Dies ist mir bei den Wurzeln dadurch gelungen, dass ich dieselben eingegypst habe und eine längere Zeit (bei *Vicia Faba* 9—11 Tage) im Gypsverbande liess. Unter normalen Verhältnissen sind es in der Wurzelhaube Stärkekörner (für *Hyacinthus orientalis* von ROSEN festgestellt), welche immer in den physikalisch unteren Theil der Zelle sinken. Während sich nun Wurzeln im Gypsverbande befinden, wird die Stärke aufgelöst und die Leucoplaste selbst sind specifisch nicht viel schwerer als das Protoplasma. Befreit man jetzt die Wurzel, so wächst sie weiter, ohne geotropisch reizbar zu sein. Erst nachdem sich in der Haube neue Stärke gebildet hat (zunächst tritt Amylodextrin auf), stellt sich wieder bei der Wurzel die Fähigkeit ein, geotropisch zu reagiren.

Zahlreiche Versuche und vergleichende Betrachtungen haben mich zur Ueberzeugung gebracht, dass die Körperchen, welche sich im Protoplasma wie specifisch schwerere oder leichtere Körperchen verhalten, die Perception der Schwerkraft in der Pflanze ermöglichen. Im Princip hat man es hier mit derselben Einrichtung zu thun, wie in den Statocysten der niederen wasserbewohnenden Thiere, deren Function allerdings besonders nach der neuesten Arbeit von CYON nicht endgiltig festgestellt erscheint. Die Einrichtung entspricht aber auch ganz gut dem theoretischen Postulat von NOLL.

Was speciell die Wurzel betrifft, so könnte man vielleicht daran zweifeln, ob ein in der Haube percipirter Reiz sich in die ziemlich weit entfernte Krümmungszone fortpflanzen kann. Dass dem so ist, konnte ich gut mit Hilfe des traumatischen Reizes nachweisen. Wird eine Wurzelhaube verwundet, so verbreitet sich die traumatropische Reaction (einseitige Ansammlung des Cytoplasmas und Bewegung der Kerne) in der Wurzel gerade so, wie wenn der Vegetationspunkt oder die obere meristematische Zone verwundet wird. Aus der Haube pflanzt sich die traumatropische Reaction mit derselben Geschwindigkeit in den eigentlichen Wurzelkörper, wie vom Vegetationspunkte selbst fort.

Weiter könnte man auch daran zweifeln, ob in den Zellen, welche specifisch schwerere oder leichtere Körperchen enthalten, thatsächlich irgend welche Reizvorgänge hervorgerufen werden; denn wenn in diesen Zellen die Perception des Schwerkraftreizes geschieht, so müssen hier auch die ersten Glieder der ganzen Reizkette verlaufen. Es ist thatsächlich leicht zu beweisen, dass dem so ist.

Befindet sich die Wurzel in der Ruhelage, so liegen die Körperchen an der physikalisch und auch morphologisch unteren Hautschicht. Wird die Wurzel z. B. vertical aufgestellt, so fallen die Körperchen auf die morphologisch obere, physikalisch allerdings auch jetzt untere Hautschicht der Zelle. Und bald nachdem dies geschehen ist (nach 15 Min. bei *Pisum sativum*) tritt in dem morphologisch unteren Theile der Zellen, wo sich sonst in der Ruhelage die Körperchen befinden, eine starke plasmatische Ansammlung auf, welche viel auffallender und eigenartiger ist als diejenige, welche als traumatropische Plasmaansammlung in der Nähe einer Wunde auftritt (TANGL, NESTLER). Eine ähnliche Ansammlung erscheint auch in den Pleromzellen, und es lässt sich gut nachweisen, dass sie sich vom Vegetationspunkt gegen die Krümmungszone hin fortpflanzt.

Krümmt sich die Wurzel geotropisch, so wird allmählich die morphologisch untere Hautschicht auch zur physikalisch unteren und die specifisch schwereren Körper kommen allmählich auf dieselbe wieder zu liegen. Gleichzeitig rückt die Plasmaansammlung nach oben auf die Partien der Hautschicht, welche noch nicht mit den Körperchen bedeckt sind, sie wird allmählich kleiner und verschwindet ganz, wenn die Wurzelspitze die Ruhelage wieder erreicht hat.

Daraus erhellt, dass in der Wurzelhaube die erste sichtbare geotropische Reaction auftritt, und von hier sich in den Wurzelkörper fortpflanzt; weiter jedoch auch, dass diese erste wahrnehmbare Reaction mit der Lage der specifisch schwereren Körperchen innig zusammenhängt.

Alle diese Thatsachen haben mich schliesslich zur Ueberzeugung gebracht, dass die specifisch schwereren oder leichteren Körperchen im Dienste der geotropischen Reizperception stehen. Nun muss schon jetzt, in dieser vorläufigen Mittheilung, erwähnt werden, dass zwar da, wo Zellen mit solchen Körperchen vorkommen, die Fähigkeit zu einer geotropischen Perception vermuthet werden kann, jedoch nicht thatsächlich existiren muss. Für alle solche Fälle muss der specielle Nachweis erbracht werden, dass die betreffende Einrichtung mit der Fähigkeit den geotropischen Reiz zu percipiren, in Zusammenhang steht. Es könnte auch sein, dass bei einigen Pflanzen, zumal bei einzelligen Organen oder Organismen die Einrichtung anders beschaffen ist und vielleicht näher dem von NOLL entworfenen Schema steht.

Eingehendere Angaben und die theoretischen Folgerungen werden in extenso demnächst veröffentlicht werden.

Prag, Botanisches Institut der böhm. Universität.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1900

Band/Volume: [18](#)

Autor(en)/Author(s): Nemeč Bohumil Rehor

Artikel/Article: [Ueber die Art der Wahrnehmung des Schwerkraftreizes bei den Pflanzen. 241-245](#)