

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und **Dr. E. Selenka**

Professoren in München,
herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XXI. Band.

15. Juni 1901.

Nr. 12.

Inhalt: **Haberlandt**, Ueber Reizleitung im Pflanzenreich. — **Cohn**, Blätter der Erinnerung. — **Zacharias**, Ueber die im Süßwasserplankton vorkommenden Synchaeten. — **Prowazek**, Transplantations- und Protoplasmastudien an *Bryopsis plumosa*. — **Wasmann**, Biologie oder Ethologie? — **Wolff**, Ueber die Wechselbeziehungen zwischen der Form und der Funktion der einzelnen Gebilde des Organismus. — 73. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Hamburg.

Ueber Reizleitung im Pflanzenreich.

Von **G. Haberlandt**.

Die Erkenntnis, dass so wie im Tierreich auch bei den Pflanzen sehr häufig eine Fortleitung äußerer Reize, beziehungsweise der von diesen geschaffenen Reizzustände, stattfindet, gehört zu den wichtigsten Errungenschaften der modernen Pflanzenphysiologie. Das älteste Beispiel, die Fortpflanzung eines Stoß- oder Wundreizes bei *Mimosa pudica*, stellt allerdings einen ungewöhnlichen Fall von Reizleitung vor: schon Dutrochet, und später Meyen, Sachs, Pfeffer haben diesen Vorgang bei der Sinnpflanze auf eine Flüssigkeitsbewegung zurückgeführt, und 1890 ist von mir gezeigt worden, dass es hydrostatische Druckdifferenzen sind, die in einem besonderen Röhrensystem, dem „reizleitenden Gewebesystem“, durch Stoß- oder Wundreize hervorgerufen werden, deren Ausgleichung die Reizfortpflanzung vermittelt.

Dagegen wird bei den meisten anderen Pflanzen, in denen sich Reizleitung abspielt, dieser Prozess mit Recht auf die Ausbreitung rätselhafter Erregungs- resp. Bewegungszustände im lebenden Protoplasma zurückgeführt und damit der Reizfortpflanzung im Nervensystem der Tiere zur Seite gestellt. Ein besonderes reizleitendes Gewebesystem ist allerdings im Pflanzenreich bisher nicht aufgefunden worden. Zwar hat Hanstein vermutungsweise die Siebröhren als ein den tierischen Nerven vergleichbares System von „materiellen Verbindungswegen“ aufgefasst, allein diese Meinung hat aus berechtigten Gründen wenig Anklang gefunden. Dagegen warf die glänzende Entdeckung Ed. Tangl's, der als erster das Vorhandensein zarter Plasma-

verbindungen zwischen benachbarten Zellen nachwies, ein helles Licht auf eine ganze Reihe von Reizleitungsprozessen. Jetzt war erst die histologische Grundlage für den Vergleich der pflanzlichen Reizleitung mit der Reizfortpflanzung im tierischen Nervensystem gewonnen: die faserförmigen Plasmaverbindungen konnten mit den Axenzylindern der Nervenfasern, den Dendriten und überhaupt den Plasmafortsätzen der Ganglienzellen verglichen werden. Dass es die Plasmaverbindungen sind, welche die Reizleitungsbahnen von Zelle zu Zelle vorstellen, galt und gilt als ausgemacht. Welche Bahnen aber der Reiz im Zelllumen selbst, d. h. im eigentlichen Plasmaleib einschlägt, wurde nicht weiter diskutiert. Man nahm stillschweigend an, dass der gesamte Plasmakörper der Zelle als Reizleiter fungiere, oder ließ diesen Satz vielleicht mit der Einschränkung gelten, dass die Hautschicht des Protoplasten, die von Noll als das reizpercipierende Organ desselben angesprochen wurde, zugleich auch sein reizleitendes Organ vorstelle.

Eine bestimmtere Fragestellung wurde in dieser Hinsicht erst durch die bekannten Entdeckungen Apáthy's, Bethe's u. a. vorbereitet, die in den Ganglienzellen und Nervenfasern das Vorhandensein feiner Fibrillen nachgewiesen haben. Diese Neurofibrillen bilden bei Würmern und anderen Wirbellosen im Ganglienzellkörper ein weitmaschiges Gitterwerk, während sie bei den Wirbeltieren, mit gewissen Ausnahmen, keine Anastomosen besitzen. Dass die Neurofibrillen im ganzen Nervensystem eine ununterbrochene Kontinuität aufweisen, wird wohl von der Mehrzahl der Forscher, die sie beobachtet haben, angenommen. Nach Mönckeberg und Bethe sollen sie allein es sein, die an den Ranvier'schen Schnürringen von einem Nervenabschnitt in den anderen kontinuierlich übergehen. Daraus wird nun von Apáthy, Bethe u. a. der naheliegende Schluss gezogen, dass die Neurofibrillen die eigentlichen und ausschließlichen Leitungsbahnen im Nervensystem vorstellen.

Mit Recht hat Verworn¹⁾ vor kurzem in einem den gegenwärtigen Stand der Neuronenlehre zusammenfassenden Vortrag hervorgehoben, dass die erwähnte Schlussfolgerung unter dem Einfluss des alten Vergleiches der Nerven mit Telegraphendrähten gezogen worden ist. In der That erscheint uns die Einengung der Reizleitung auf ganz dünne, fibrilläre Bahnen als die naheliegendste Konsequenz der eingetretenen Arbeitsteilung. Eine absolut notwendige Konsequenz ist sie aber nicht, — so wie es heutzutage ja auch eine drahtlose Telegraphie giebt. So hat denn auch Leydig, dem sich Nansen, Rohde u. a. angeschlossen haben, bis auf die neueste Zeit die Ansicht vertreten, dass nicht die Fibrillen, sondern vielmehr die homogene flüssige Grundsubstanz, das „Hyaloplasma“, in das sie eingebettet sind, die Leitungs-

1) Das Neuron in Anatomie und Physiologie, Jena 1900. Soweit sich die Angaben in meinem vorliegenden Aufsätze auf zoohistologische Dinge beziehen, sind sie hauptsächlich dieser Schrift entnommen.

bahn repräsentiere. Dazu kommt noch, dass die Fibrillen selbst durchaus nicht eine von allen Forschern unbestrittene Struktureigentümlichkeit der lebenden Neuronen sind. Bütschli hält sie für langgezogene Wabenwände und auch Held kommt beim Studium fixierten Materiales zu einer ähnlichen Auffassung. Am frischen, lebenden Präparat gelang es ihm nicht, eine fibrilläre Struktur zu beobachten.

Es erschien mir notwendig, auf diese Kontroversen hier ausdrücklich hinzuweisen, weil sie für die Beurteilung der kürzlich von B. Němec bei Pflanzen gefundenen Verhältnisse nicht ohne Belang sind. Sie gemahnen in dieser Hinsicht zu doppelter Vorsicht. Jedenfalls ist es eine sehr verdienstvolle Leistung des eben genannten Forschers, in seinem jüngst erschienenen Buche „Die Reizleitung und die reizleitenden Strukturen bei den Pflanzen, Jena 1901“, als erster den Versuch gemacht zu haben, die Neurofibrillenlehre auf das pflanzenhistologische und -physiologische Gebiet zu übertragen.

Němec hat in den Wurzelspitzen verschiedener Pflanzen, vor allem bei *Allium cepa*, dann bei *Hyacinthus orientalis*, *Iris germanica*, *Panicum miliaceum*, *Zanichellia palustris*, *Trianea bogotensis*, ferner bei einigen Farnen (*Woodwardia* und *Aspidium*) und Dicotylen (*Cucurbita*, *Pisum* u. a.) fibrilläre Strukturen aufgefunden, die hauptsächlich im Plerom, und zwar in den später zu Gefäßen werdenden Zellreihen entwickelt sind, mehr oder minder deutlich aber auch im Periblem und ev. auch im Dermatogen zur Ausbildung gelangen. Im wesentlichen besteht diese Struktur darin, dass die betreffenden gestreckten Zellen ihrer Länge nach von einem oder mehreren Plasmasträngen durchzogen werden, welche an den Querwänden miteinander korrespondieren. An entsprechend fixierten und gefärbten Mikrotomschnitten lässt sich bei genügend starker Vergrößerung eine fibrilläre Struktur dieser Plasmastränge beobachten. Die Fibrillen durchziehen die Zelle anscheinend ihrer ganzen Länge nach, umgeben den Kern, oder legen sich auch in seitliche Furchen desselben hinein und erreichen mehr oder minder pinselförmig auseinanderweichend die beiderseitigen Querwände, beziehungsweise die äußeren Plasmahäute. So wie die plasmatischen Stränge korrespondieren auch die einzelnen Fibrillen an den Querwänden miteinander, allein nie stehen sie in kontinuierlichem Zusammenhange, die Querwände werden von ihnen nicht durchbrochen. An den Fibrillen unterscheidet Němec eine scharf distinkte Hülle oder Scheide, die sich mit *Gentiana* violett oder blau färbt, und die eigentliche Fibrillensubstanz, welche erythrophil ist. Auf die verschiedenen Abweichungen von diesem typischen Verhalten, die alle mit großer Sorgfalt und Genauigkeit beschrieben werden, kann hier natürlich nicht eingegangen werden. Nur das eine sei noch bemerkt, dass bei verschiedenen Pflanzen, besonders Dicotylen, zwar die Plasmastränge, nicht aber auch ihre fibrilläre Struktur beobachtet werden konnten.

Nach den Angaben von Němec kann es kaum einem Zweifel unterliegen, dass die von ihm beobachteten Fibrillensysteme mit jenen faserigen Strukturen nahe verwandt oder identisch sind, die schon früher von verschiedenen Forschern außerhalb des Zellkernes gesehen wurden und ihrerseits wieder mit der Substanz der Spindelfasern verwandt sind. Von Strasburger werden bekanntlich diese faserigen Bildungen unter den Begriff des „Kinoplasmas“ zusammengefasst¹⁾. Bei Durchsicht der Litteratur begegnet man Angaben, die mit jenen von Němec eine sehr bemerkenswerte Aehnlichkeit besitzen, und es muss als ein Mangel der Němec'schen Arbeit bezeichnet werden, dass sie den näheren Hinweis darauf und die vergleichende Besprechung jener Angaben unterlässt²⁾. Es handelt sich u. a. um fädige Strukturen, wie sie von Mottier und P. Bonin in den Embryosackmutterzellen verschiedener Liliaceen beobachtet worden sind, wobei diese Fibrillen zuweilen gleichfalls zu Bündeln vereinigt, die Zellen der Länge nach durchziehen³⁾. Der Leitung äußerer Reize werden solche in einzelnen Zellen auftretende Fibrillensysteme wohl kaum dienen. Auch die interessanten Beobachtungen Mieh'e's⁴⁾ über die Suspensionierung des Zellkernes in den Epidermiszellen von *Hyacinthus* durch kinoplasmatische Aufhängefasern, die bis zur Hautschicht reichen, gehören hierher. Mieh'e spricht sogar schon den Grundgedanken des Němec'schen Buches aus, wenn er (l. c. p. 391) sagt, dass bei den traumatropen Umlagerungen des Zellkernes diese kinoplasmatischen Aufhängefasern die Reize der Verwundung leiten könnten. — In der Wurzelspitze von *Vicia faba* hat Ch. Hottes⁵⁾ durch Kultur bei verhältnismäßig hohen Temperaturen die Bildung kinoplasmatischer Fasern erzielt, „deren Verwandtschaft zur Spindelfasersubstanz sich durch alle Mittelstufen erweisen ließ“. In welchem Verhältnis stehen überhaupt die Němec'schen Fibrillen zu den Spindelfasern, speziell den „Stützfasern“ oder Verbindungsfäden? Da Němec seine Beobachtungen am meristematischen Teil der Wurzelspitze und den unmittelbar daran grenzenden Partien angestellt hat, so wäre auf diese Frage näher einzugehen gewesen. Die gegenseitige Korrespondenz der Fibrillen an den Querwänden legt die Möglichkeit nahe, dass es sich in ihnen um persistierende und in die Länge gewachsene Verbindungsfasern handelt. Das wenige, was Němec über das erste Auftreten der Fibrillen sagt, schließt diese Möglichkeit nicht aus.

1) Vergl. E. Strasburger, Ueber Reduktionsteilung, Spindelbildung, Centrosomen und Cilienbildner im Pflanzenreich. Jena 1900, p. 142 ff.

2) Der flüchtige Hinweis auf p. 145 ist kein hinlänglicher Ersatz dafür.

3) Vergl. D. M. Mottier, Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. 31. B., p. 126.

4) H. Mieh'e, Bot. Centralblatt, 78. B., 1899, p. 386 ff.

5) Vergl. Strasburger l. c., p. 143.

Wenn nun auch, was von anderer Seite zu entscheiden sein wird, die Fibrillenbündel in den Wurzelspitzen zu den Kinoplasmastrukturen im Sinne Strasburger's gehören, so ist damit ihre von Němce behauptete Funktion als Organe der Reizleitung natürlich noch nicht widerlegt. Es könnten hier sekundäre Anpassungen vorliegen, und selbst Verbindungsfäden könnten einem Funktionswechsel unterliegen und später Reizleitungszwecken dienen. Was aber entschieden gegen die Analogisierung dieser Fibrillen mit den Neurofibrillen des tierischen Organismus spricht, das ist der Umstand, dass sie die betreffenden Zellenzüge nicht kontinuierlich durchziehen, dass sie bloß bis zu den Querwänden reichen und hier von diesen in ihrem Längsverlaufe unterbrochen werden¹⁾. Was die Neurofibrillen mit immerhin großer Wahrscheinlichkeit als Reizleitungsbahnen erscheinen lässt, das ist ja vor allem ihre ununterbrochene Kontinuität durch das ganze Nervensystem hindurch.

Němce stellt sich demnach die Reizleitung von Zelle zu Zelle folgendermaßen vor: Ein die äußere Plasmahaut treffender Reiz wird sich zunächst in dieser verbreiten, wobei er auch in die mit der Hautschicht verbundenen Fibrillenscheiden übertritt und in diesen sich bis zur nächsten Hautschicht fortpflanzt. Hier würde er sich wieder radiär, d. h. wohl diffus, verbreiten, und dann durch die intercellularen Plasmabrücken der Querwand in die Hautschicht der nächsten Zelle gelangen, sich hier abermals ausbreiten und wieder in die Fibrillen gelangen. Die geforderten Plasmaverbindungen in den Querwänden hat Němce nicht beobachtet, wenigstens giebt er nichts darüber an und auch seine Abbildungen zeigen bis auf die schematische Textfigur auf p. 143 nichts derartiges. Doch kann man es ja immerhin als wahrscheinlich gelten lassen, dass solche Plasmaverbindungen existieren. Bestimmte lokale Beziehungen zwischen diesen Verbindungen und den Fibrillenden nimmt aber Němce nicht an und so ist denn auch nicht einzusehen, welchen Vorteil die genaue Korrespondenz der Fibrillen an beiden Seiten der Querwände gewähren sollte. Dieser Umstand bestärkt mich in der Vermutung, dass jene genaue Korrespondenz der Fibrillen mit anderen Momenten als jenen der Reizleitung zusammenhängt.

Ich glaube, dass man bei der Annahme eines ganze Zellreihen durchziehenden reizleitenden Fibrillensystems an der Forderung vollständiger Kontinuität wird festhalten müssen. Die intracellularen Fibrillen müssen sich als direkte Fortsetzungen der intercellularen Plasmaverbindungen nachweisen lassen.

Was den experimentellen Teil der Untersuchung betrifft, so muss anerkannt werden, dass Němce mit großer Sorgfalt und Gründlichkeit eine beträchtliche Anzahl von Beobachtungstatsachen zusammen-

1) Bloß für die in radialer Richtung verlaufenden Fibrillen des Dermatogens und „Hypoderms“ hält Němce eine wirkliche Kontinuität für wahrscheinlich.

getragen hat, um seine Ansicht betreffs der reizleitenden Funktion des besprochenen Fibrillensystems zu stützen. Wie in fast allen Fragen der Reizphysiologie sind aber auch auf diesem Gebiete die Versuchsergebnisse vielfach mehrdeutig und wenig beweiskräftig. Ich habe unter all den von Němec angestellten Experimenten nicht eines gefunden, das unzweideutig zu Gunsten seiner Ansicht sprechen würde.

Besonders eingehend hat sich Němec mit der Fortpflanzung des Wundreizes in Wurzelspitzen von *Allium cepa* beschäftigt. Es ist mir nicht möglich, auf seine zahlreichen, wenig übersichtlich zusammengestellten Versuchsergebnisse näher einzugehen. Es handelte sich ihm im wesentlichen darum, die Art und Schnelligkeit der Ausbreitung jener Wundreiz-Reaktion festzustellen, die zuerst von Tangl als „traumatrop“ Umlagerung des Protoplasmas und der Zellkerne beschrieben worden ist. Němec unterscheidet eine primäre, mit Vacuolisation des Protoplasmas verbundene, und eine sekundäre, ohne Vacuolisation auftretende traumatropische Reaktion. Erstere breitet sich radial aus, die sekundäre jedoch bloß longitudinal und basalwärts. Dabei findet die Fortpflanzung der Reaktion mit der größten Schnelligkeit in den inneren Periblemreihen und in den großen Pleromzellen statt, welche die Fibrillenbündel in vollkommenster Ausbildung zeigen. Bezüglich der Schnelligkeit der Reizfortpflanzung fand Němec, dass z. B. nach einer in der Nähe des Vegetationspunktes angebrachten Verwundung die Reaktion in der ersten Viertelstunde sich auf eine Entfernung von etwa 1 mm verbreitet hatte. In der nächsten halben Stunde kam sie kaum um 0,2 mm weiter. Da sich aber die Fibrillenbündel bis auf eine Entfernung von 4—6 mm vom Vegetationspunkt verfolgen lassen, so spricht diese rasche Verlangsamung der Reizfortpflanzung wohl nicht zu Gunsten der Němec'schen Ansicht.

Da sich die Fibrillenbündel nicht auf mechanischem Wege entfernen oder unterbrechen lassen, so brachte sie Němec durch plötzliche Temperaturveränderung zur Desorganisation. Wurden nun die Wurzeln verwundet, so pflanzte sich die sekundäre Reaktion entweder nicht oder nur mit sehr geringer Schnelligkeit fort. „Die schnelle Fortpflanzung des Wundreizes hängt somit mit dem Vorhandensein von normalen Fibrillen zusammen.“ Ob dieser Zusammenhang ein kausaler ist, darüber kann natürlich dieses Versuchsergebnis nichts aussagen. Durch den Temperaturwechsel kann ja ebensogut die Leitungsfähigkeit der Hautschicht oder anderer Teile des Protoplasmas herabgesetzt werden. Němec drückt diesen Einwand selbst in treffender Weise mit den Worten aus: „Der pathologische Zustand der Zelle ist Schuld daran, dass die Zelle den Reiz nicht schnell zu leiten imstande ist, nicht die Destruktion der Fibrillenbündel.“ Dagegen wendet er nun ein, dass auch ganz normale, gesunde Zellen, wenn sie keine longitudinalen Fibrillen besitzen, den Reiz auch nicht schnell zu leiten

vermögen. Das gilt z. B. für die Zellen des Dermatogens. Ich kann aber nicht finden, dass durch einen solchen Hinweis die Beweiskraft des experimentellen Ergebnisses außer Zweifel gestellt wird.

Wichtiger als die Beziehungen des Fibrillensystems zur Fortleitung des Wundreizes müssten natürlich diejenigen zur Fortpflanzung des geotropischen Reizes sein. Němec gesteht selbst zu, dass der experimentelle Nachweis der geotropischen Reizleitung im Fibrillensystem sehr schwierig ist und dass operative Eingriffe überhaupt keine überzeugenden Folgerungen gestatten. Es erscheint daher nicht nötig, auf seine diesbezüglichen Versuche näher einzugehen. Auch seine etwas gekünstelte indirekte Beweisführung erscheint mir nicht stichhaltig.

Außer in Wurzelspitzen hat Němec auch in der „Plumula“ von *Panicum miliaceum* und von *Avena* Fibrillenbündel gefunden und bringt sie hier gleichfalls in Beziehung zur geotropischen und heliotropischen Reizleitung.

Dass auch fibrillenlose Plasmakörper reizleitend sein können, wird auch von Němec zugegeben. Wo Fibrillenbündel vorhanden sind, erzielen sie nach seiner Ansicht bloß eine wesentliche Beschleunigung der Reizleitung. Es liegt daher nahe, vor allem solche Pflanzenteile zu untersuchen, in denen sich noch viel raschere Reizleitungsvorgänge abspielen als in den Wurzelspitzen: Reizbare Staubblätter und Narben, Ranken, die Blätter von *Biophytum sensitivum*, *Aldrovandia vesiculosa* und *Dionaea muscipula*. Da in all diesen Organen die Reizleitung zweifelsohne eine Funktion des lebenden Protoplasmas und seiner Verbindungen ist, so müsste, wenn irgendwo, am ehesten hier die Ausbildung von reizleitenden Fibrillen zu erwarten sein. Dieselben müssten sich von den reizpercipierenden Stellen, den Fühlpapillen und Fühlhäpfeln mancher Staubblätter und Ranken, den Fühlhaaren und -Borsten von *Aldrovandia* und *Dionaea*, bis in das aktive Bewegungsgewebe hinein verfolgen lassen. Die Untersuchung solcher vollständig ausgewachsener Organe böte auch den weiteren Vorteil, dass die Verwechslung der etwa vorhandenen Fibrillen mit kinoplasmatischen Fasern, deren Ausbildung direkt oder indirekt mit den Zellteilungsvorgängen zusammenhängt, so gut wie gänzlich ausgeschlossen wäre.

Schon im Sommer v. Js. habe ich in diesem Sinne einige orientierende Untersuchungen angestellt, und dieselben vor kurzem durch verschiedene Beobachtungen ergänzt. Ueber ihre Ergebnisse möge im Nachstehenden kurz referiert werden.

Bei *Aldrovandia vesiculosa* kommen bekanntlich auf den Oberseiten der beiden annähernd halbkreisförmigen Hälften der Blattspreite zarte Fühlhaare vor, deren Berührung das Zusammenklappen der Spreiten-

hälften zur Folge hat¹⁾. Zwischen mehreren Etagen langgestreckter steifer Zellen befindet sich eine sehr kurzellige Etage, das „Gelenk“ des Haares; hier allein tritt bei einem Stoß auf den oberen Teil des Haares eine scharfe Knickung ein; die Gelenkzellen resp. ihre Protoplasten werden dabei stark deformiert und repräsentieren demnach zweifelsohne die reizpercipierenden Zellen des Fühlhaares. Der Reiz wird dann durch den unteren Teil des Haares in das Blattgewebe und von hier zum Bewegungsgewebe des Mittelnervs geleitet.

Zunächst habe ich mittelst bekannter Methode festgestellt, dass die unteren Querwände der Gelenkzellen, die nicht getüpfelt sind, von einigen wenigen äußerst zarten Plasmaverbindungen durchbrochen werden. Ich habe in den wenigen Fällen, in denen die Plasmafäsern überhaupt deutlich genug hervortraten, nicht mehr als 3 Fasern in einer Querwand gezählt. Zur Beantwortung der später aufgeworfenen Frage, ob in den basalen Haarzellen und im Blattgewebe Fibrillenbündel oder wenigstens einzelne Fibrillen auftreten, stand mir leider nur mehr gut konserviertes Alkoholmaterial zur Verfügung²⁾. Dasselbe wurde 24 Stunden lang mit 1prozentiger Chromsäure gebeizt und nach längerem Auswaschen mit Gentianaviolett gefärbt. Auch Tinktionen mit Hämalaun wurden vorgenommen. Das Ergebnis war ein negatives. Im plasmatischen Wandbelag der unterhalb des Gelenkes gelegenen Haarzellen konnten Fibrillen nicht wahrgenommen werden. Im Hinblick auf die Beobachtungen Miehé's bei *Hyacinthus* war es geboten, den spindelförmigen, an ihren Enden frei zugespitzten Zellkernen besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Eine Verlängerung dieser fädigen Kernenden zu die ganze Zelle durchziehenden Fibrillen konnte ich aber nicht wahrnehmen. — Die die „Blase“ bildenden Teile der Blattspreite bestehen aus drei Zelllagen: der beiderseitigen Epidermis und einer mittleren großzelligen Parenchymzelllage. Für die Reizleitung kommt die oberseitige Epidermis und die Parenchymzellschicht in Betracht. Die Zellen der Epidermis sind senkrecht zum Mittelnerv, also in der Hauptrichtung der Reizleitung gestreckt. Sie enthalten einen zarten plasmatischen Wandbelag und an einem Ende häufig eine etwas größere Plasmaansammlung. Das Zelllumen wird von einem grobmaschigen Netzwerk feiner Plasmafäden durchsetzt. Die Maschen sind häufig längsgestreckt, so dass die Plasmafäden longitudinal verlaufen. Die Knotenpunkte des Netzwerkes zeigen häufig eine Verdickung, auch einzelne Fäden sind manchmal dicker und dabei feinkörnig. Sehr häufig setzen diese Fibrillen an

1) Vergl. G. Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie, II. Aufl., p. 480; ferner K. Goebel, Pflanzenbiologische Schilderungen, II. Teil, Insektivoren, p. 69 und 201.

2) Némec giebt übrigens an, die Fibrillen auch an Alkoholmaterial beobachtet zu haben.

die Chlorophyllkörner an, und verbinden diese untereinander, sowie mit dem spindelförmigen, beiderseits fein zugespitzten Zellkern. — In der Parenchymschicht lässt sich dasselbe Netzwerk beobachten; die Fäden sind aber meist derber als in der Epidermis. Nicht selten setzen die Fäden an die spitzen Enden der Zellkerne an, verlaufen dann oft eine ansehnliche Strecke lang in mehr oder minder longitudinaler Richtung und endigen an einem Chlorophyllkorn. Zuweilen sah ich auch einen etwas dickeren Plasmastrang in der Mitte der Zelle von einem Ende desselben zum anderen gehen und beiderseits zarte Fibrillen abgehen, die dann in querer Richtung mit dem Wandbelag oder mit Chlorophyllkörnern in Verbindung traten.

Es liegt kein triftiger Grund vor, dieses Netzwerk von Plasmafäden mit den Nēme'e'schen Fibrillensystemen in Parallele zu bringen, wenn auch die Möglichkeit einer Reizleitung in diesen Plasmafäden nicht zu bestreiten ist. Diese Möglichkeit liegt aber für jeden durch das Zelllumen ausgespannten Plasmafaden vor, sobald die betreffende Zelle in einer Reizleitungsbahn liegt. Im vorliegenden Falle möchte ich aber die Bedeutung des Netzwerkes für die Beziehungen des Zellkernes zur Stärkebildung in den Chlorophyllkörnern in den Vordergrund stellen. Die ganze Erscheinung erinnert mich nämlich lebhaft an ähnliche Vorkommnisse, die ich in ergrünenden Kartoffelknollen beobachtet habe¹⁾.

An den Ranken verschiedener Cucurbitaceen kommen in den Außenwänden der Epidermis der sensibeln Rankenseite Fühltüpfel vor, die zuerst Pfeffer beobachtet hat. Bei *Cucurbita Pepo* besitzt jede Epidermiszelle in der Regel einen einzigen Fühltüpfel in der Mitte der Außenwand. Der Tüpfelkanal ist an seinem Ende trichterförmig erweitert. Wenn reizleitende Fibrillen vorhanden wären, so müssten sie gegen das im Fühltüpfel enthaltene reizpercipierende Protoplasma konvergieren. Ich habe mich aber vergeblich bemüht, etwas derartiges aufzufinden. Weder die sogen. Lebendfärbung mit Methylenblau noch die Tinktion mit Hämalan oder Gentianaviolett nach Fixierung mit 90prozentigem Alkohol und nachträglicher Beizung mit 1prozentiger Chromsäurelösung ließ in dem kräftig entwickelten Plasmaschlauch das Vorhandensein von Fibrillen erkennen. Allerdings sieht man nach letztgenannter Behandlung auf Flächenschnitten von den Fühltüpfeln häufig einige dunkle Fäden ausstrahlen, die jedoch nicht den Rand der Zelle erreichen. Es lässt sich aber leicht zeigen, dass es sich hierin bloß um ein Artefakt handelt, hervorgerufen durch Quellung der Membran bei Behandlung mit der Chromsäurelösung. Nach Behandlung mit Salzsäure tritt diese zarte radiale Streifung, die leicht eine Plasmastrahlung vortäuscht, noch deutlicher hervor, auch sind die

1) Vergl. G. Haberlandt, Physiol. Pflanzenanatomie, p. 233.

Streifen noch zahlreicher. Am Rande der Schnitte, wo die Außenwände von dem anhaftenden Plasmabelag befreit sind, ist aber die von den Fühltpfeln ausgehende Strahlung gleichfalls zu beobachten. Es handelt sich offenbar um eine zarte Fältelung der innersten Membranschichten, resp. des Innenhäutchens, die durch die Quellung bedingt wird. Unterlässt man das Beizen mit Chromsäure, so ist an Alkoholmaterial von einer radialen Streifung nichts zu sehen.

Die reizbaren Staubfäden von *Opuntia vulgaris* sind mit winzigen Fühlpapillen versehen, die überaus dünne Wände besitzen¹⁾. Auch hier gelang es mir nicht, von den Papillen ausgehende Plasmafibrillen nachzuweisen.

Auf Grund dieser vorläufigen Beobachtungen, die natürlich noch kein abschließendes Urteil gestatten, halte ich es nicht für wahrscheinlich, dass in der oben erwähnten Gruppe von reizbaren Organen Fibrillensysteme vorkommen, die dem von Němec beobachteten an die Seite zu stellen wären.

Zum Schlusse möchte ich noch darauf hinweisen, dass die von Němec aufgefundenen Strukturen sich fast ausnahmslos nur in unausgewachsenen, erst in Entwicklung begriffenen Zellen vorfinden, und dass die Fibrillen mit den Zellkernen meist in eine sehr innige Berührung treten. Diese beiden Umstände lassen mich vermuten, dass die Hauptbedeutung jener Fibrillensysteme in der Uebertragung der vom Zellkern ausgehenden Impulse auf die Zellmembran besteht. Auch Němec ist diese Möglichkeit nicht entgangen. Schon vor längerer Zeit habe ich darauf hingewiesen²⁾, dass, wenn die Kerne sich nicht in unmittelbarer Nähe derjenigen Stellen befinden, wo das Wachstum am lebhaftesten vor sich geht, gewöhnlich Plasmastränge eine Verbindung der Kerne mit den Wachstumsstätten auf kürzestem Wege herstellen. Wenn nun in diesen Plasmasträngen fibrilläre Bahnen zur Uebertragung der von den Zellkernen ausgehenden Impulse, mögen dieselben dynamischer oder stofflicher Art sein, ausgebildet wären, so müsste das als eine vorteilhafte Einrichtung bezeichnet werden. Am schärfsten hat Němec die Fibrillensysteme in jenen Zellreihen des Pleroms entwickelt gefunden, die später zu Gefäßen werden. Die Querwände, denen die Fibrillenbündel aufsitzen, werden später aufgelöst; wenn diese Auflösung unter dem Einfluss der Zellkerne vor sich geht oder vorbereitet wird, so wäre es begreiflich, wenn bei der relativ weiten Entfernung der Querwände von den Zellkernen für die Sicherung der Uebertragung des Kerneinflusses durch Ausbildung fibrillärer Bahnen gesorgt würde.

1) Vergl. G. Haberlandt, *Physiol. Pflanzenanatomie*, p. 479.

2) G. Haberlandt, *Ueber die Beziehungen zwischen Funktion und Lage des Zellkernes bei den Pflanzen*, Jena 1887.

So giebt die besprochene Schrift von Němec nach verschiedenen Seiten hin Anregung zu neuen Untersuchungen. Schon deshalb muss sie als eine ganz hervorragende Leistung bezeichnet werden, selbst dann, wenn die darin beschriebenen, sehr merkwürdigen Strukturen in funktioneller Hinsicht sich nicht als das erweisen sollten, als was sie ihr Entdecker hinstellt.

[61]

Graz, am 25. März 1901.

Ferd. Cohn: Blätter der Erinnerung.

Zusammengestellt von seiner Gattin Pauline Cohn. Mit Beiträgen von Prof. Rosen. Breslau 1901. J. U. Kern's Verlag.

Im vorliegenden Werke sind viele interessante Mitteilungen über Professor Ferd. Cohn, den bekannten Breslauer Pflanzenforscher, enthalten. Wir können die Lektüre dieser Erinnerungsblätter nur gelegentlichst empfehlen. Sind die Verdienste des Verstorbenen um die Begründung desjenigen Zweiges der wissenschaftlichen Botanik, den man Pflanzenphysiologie nennt, auch ganz allgemein anerkannt und gewürdigt, so ist es darum doch von entschiedenem Interesse, aus dem Studiengange Professor Cohn's zu ersehen, wie er schon als ganz junger Mann diejenige Richtung des Forschens, die später für ihn charakteristisch war, eingeschlagen hat. Das hierauf bezügliche Kapitel (S. 109—130) rührt von Prof. Rosen her und wir bekommen durch dasselbe gleichzeitig einen Einblick in die Art, wie vor 50 Jahren Botanik an unseren Universitäten gelehrt wurde. Waren doch die Mikroskope damals noch ganz primitiv und die Stative derselben meistens nur aus Holz hergestellt. Für gewöhnlich begnügte man sich bei Besichtigung der zarteren Details mit Lupen und von einer mikroskopischen Technik im heutigen Sinne war keine Rede. Dieser Sachlage gegenüber sehen wir Ferd. Cohn eifrig bemüht, seine Schüler in der Kunst des Mikroskopierens zu unterrichten und bei ihnen Interesse für die Pflanzenwesen von niederer Organisation zu erwecken. So kam es, dass die Universität Breslau zu allererst in Deutschland Gelegenheit dazu bot, die Lebenserscheinungen der Algen und Pilze kennen zu lernen, welche bisher sehr stiefmütterlich im Vergleich zu der phanerogamischen Pflanzenwelt behandelt worden waren. Und hierin besteht eins der Hauptverdienste Professor Cohn's, welches ihm unvergessen bleiben wird. Er hat Hunderte von Mikroskopikern ausgebildet und diese haben wieder ihrerseits dazu beigetragen, den Gebrauch der stark vergrößernden Linsensysteme innerhalb der botanischen Forschung zu verallgemeinern. Das Breslauer pflanzenphysiologische Institut wurde auch sonst vielfach als Vorbild benutzt, obgleich die Einrichtung desselben recht bescheiden zu nennen war. Erst später verfügte Professor Cohn über einen größeren instrumentellen Apparat. Man muss es demnach bewundern, dass so viele ausgezeichnete und epochemachende Arbeiten aus einem nur mit den notwendigsten Hilfsmitteln ausgestatteten Laboratorium hervorgehen konnten.

Das Verzeichnis der von Cohn publizierten Schriften, welches den „Erinnerungsblättern“ beigegeben ist, zeigt den außerordentlichen Fleiß und die Vielseitigkeit des unermüdeten Forschers. Es umfasst den Zeit-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1901

Band/Volume: [21](#)

Autor(en)/Author(s): Haberlandt Gottlieb Johann Friedrich

Artikel/Article: [Ueber Reizleitung im Pflanzenreich. 369-379](#)