

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.

1. September 1901.

Nr. 17.

Inhalt: **Němec**, Die Bedeutung der fibrillären Strukturen bei den Pflanzen. — **Bretschner**, Zur Biologie der Regenwürmer. — **Rádl**, Ueber die Bedeutung des Prinzips von der Korrelation in der Biologie (Fortsetzung).

Die Bedeutung der fibrillären Strukturen bei den Pflanzen.

Von **B. Němec**.

Es ist eine schwierige Aufgabe, die physiologische Leistung von plasmatischen Strukturen zu eruieren. Von methodischer Seite ist man gar zu oft auf die Untersuchung von fixierten Präparaten hingewiesen, wobei man sehr vorsichtig sein muss, um die eventuellen Artefakte von Strukturen unterscheiden zu können, die *in vivo* bestehen. Die Experimente selbst sind gar zu oft zweideutig und gestatten manchmal nur indirekte Schlüsse. Die Schwierigkeiten liegen in der Sache selbst und man muss sich dessen klar werden, dass man zu evidenten Beweisen heutzutage kaum gelangen kann. Andererseits kann man sich wohl nicht mit einer bloßen Feststellung und Beschreibung irgend welcher Strukturen begnügen, und so kommt man zur Aufstellung von Theorien, die mehr oder minder wahrscheinlich sind. Hier mag der wertvollen Strasburger'schen Kinoplasmatheorie gedacht werden, die wohl manches für sich hat, manches jedoch auch gegen sich. Versuche, die einen experimentellen Beweis dieser Theorie ergeben sollen, sind nicht zahlreich und man wird wohl gestehen, dass dieselben nicht ganz evident sind; und „dem realen Geschehen — kann man die Ursachen nicht direkt ansehen“ (Pfeffer). Somit wird zwar vielleicht etwas gewonnen, wenn man eine neue Erscheinung mit der Kinoplasmatheorie in Zusammenhang bringt, nicht jedoch alles, geschweige denn, dass eine Erklärung der betreffenden Erscheinung gegeben wäre.

Es giebt im pflanzlichen Protoplasma verschiedene „fibrilläre“ Strukturen. Die meisten erscheinen bei der Keru- und Zellteilung.

Sie erscheinen meist vor der Teilung und verschwinden meist nach der Teilung. Ich selbst habe die Persistenz der Spindelfasern (und speziell der Verbindungfasern) nach erfolgter Zellteilung bei Gefäßpflanzen nie beobachtet. In ruhenden Zellen erscheinen fibrilläre Strukturen selten. Mit den Spindelfasern können nur einfache, solide, homogene Fasern verglichen werden, wie dieselben Mottier und Bouin¹⁾ in Embryosackmutterzellen beschrieben haben. Auch diese Fasern zeigen zur eigentlichen Teilungsspindel keine direkte Beziehung, wohl jedoch zur Teilungsfähigkeit der Zelle. Es sind transitorische Gebilde, welche Strasburger „bis auf Weiteres“ unter den Begriff des Kinoplasmas subsumiert. Ihre Bedeutung ist unbekannt. Nach Strasburger bekunden sie nur, dass die betreffenden Zellen besonders reich an Kinoplasma sind. Diese Gebilde hat früher schon Dixon (1896), neuerdings Juel gesehen (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 35). Ich habe fibrilläre Strukturen in den äußeren Plerom- und inneren Rindenzellen in den Wurzeln von *Blechnum brasiliense* gefunden. Sie verlaufen annähernd diagonal durch die Zelle, persistieren auch in ruhenden Zellen, bei der Teilung entwickelt sich die Teilungsfigur unabhängig von ihnen. Doch werden in einigen Fällen diese Fibrillen an den Polen der Figur angesammelt und bilden dann eine Strahlung²⁾ um dieselben. Für die Teilung selbst haben sie offenbar keine Bedeutung, da sich nebenstehende Zellen ohne solche Fibrillen ganz normal teilen. Sie stellen feine homogene Fäserchen vor, welche den Spindelfasern ganz ähnlich aussehen. Ähnlich dürften die Fäserchen sein, welche nach Hottes³⁾ Untersuchungen in meristematischen Zellen im Plasma auftreten, wenn man Wurzeln bei abnorm hohen Temperaturen kultiviert. Näheres weiß ich über diese Fäserchen nicht zu sagen, da Hottes seine Arbeit noch nicht veröffentlicht hat.

Auch Kerne können faserige Fortsätze entsenden, die bis zur äußeren Plasmahaut führen und Mische⁴⁾ hat den Gedanken ausgesprochen, dass sie nervöser und kontraktiler Natur sind, welche einerseits die von der Hantschicht percipierten Reize auf den Kern übertragen, oder von ihm aus centrifugal Impulse leiten. Mit Spindel- und Aufhängefasern cytoplasmatischen Ursprungs hätten Mische's Kernfortsätze nur das gemeinsam, dass sie aus kinoplasmatischem Material gebildet sind. Ebenso mit den von Dixon, Mottier und Bouin in Embryosackmutterzellen festgestellten ergastoplasmatischen Fasern und mit den in einigen Zellen der Wurzelspitze bei einigen Farne auftretenden oben erwähnten Fäserchen.

1) Vergl. mein Ref. im Bot. Ctbl. Bd. 80, p. 225.

2) Cfr. Fig. 2, Taf. 15 in Ber. d. d. bot. Ges., Bd. XIX, 1901.

3) Strasburger, E., Histol. Beitr., II. VI, p. 154.

4) Mische, II., Bot. Ctbl., Bd. 78, 1899, Sep. p. 23, 24.

Neben Swingle's und Lagerheim's Vibrioiden und Zimmermann's Nematoplasten, giebt es in normalen Pflanzenzellen noch fibrilläre Bildungen, welche ich unlängst beschrieben und als reizleitende Strukturen gedeutet habe¹⁾. Dieselben weichen von den bisher erwähnten Fasern in mancher Hinsicht ab. Erstens erscheinen sie meist als homogene, schwach tingierbare Fäden, die von einer stärker tingierbaren Scheide umgeben sind. Sie verlaufen von einer Plasmahaut zur anderen, ihr Verlauf ist oft geschlängelt, manchmal verlaufen sie um den Kern, seiner Membran dicht angeschmiegt herum, in anderen Fällen zeigen sie zu demselben lose, teilweise auch keine Beziehungen, was allerdings seltener ist²⁾. In schönster Ausbildung erscheinen sie in sich nicht mehr teilenden Zellen. Das alles hat mich bewogen, von einem Vergleich dieser Fibrillen mit den echten kinoplasmatischen Fäserchen abzusehen, ebenso dieselben mit Mieh'e's Kernfortsätzen (die bekanntlich bei Gefäßpflanzen ziemlich verbreitet sind) zu vergleichen. Die Aehnlichkeit zwischen meinen Fibrillen und Mottier's und Bouin's „ergastoplasmatischen“ Fasern habe ich als eine vielleicht nur äußere bezeichnet (l. c. p. 122). Bei einem näheren Vergleich zeigt sich jedoch, dass diese Aehnlichkeit nicht allzu groß ist, worüber ich mich durch eigene Anschauung überzeugen konnte. Gegen Fixierungsflüssigkeiten und Tinktionsmittel verhalten sich meine Fibrillen (die innere, homogene Substanz) ganz anders als Spindelfasern oder ergastoplasmatische Gebilde. Die Scheide meiner Fibrillen würde der ganzen Substanz jener Fasern entsprechen, was doch ein wichtiger Unterschied ist. Eine Ausnahme macht *Blechnum brasiliense*³⁾. Die Fibrillen verlaufen hier in einigen Zellen isoliert. Einige von ihnen sind außergewöhnlich fein und zeigen eine Aehnlichkeit mit Spindelfasern. Die übrigen sind dicker und von einem typischen Fibrillenbau. Da könnte man meinen, dass die typischen Fibrillen sich aus jenen feinen, den Spindelfasern ähnlichen Fäserchen herausgebildet haben und diese vielleicht wirkliche ehemals zur Kern- und Zellteilung in Beziehung gestandene Kinoplasmafäsern vorstellen, die jedoch persistieren. Da gilt es, die Beziehungen der Fibrillen zur Teilungsfigur zu untersuchen. Jene großen Pleromzellen in den Farnwurzeln, welche die auffallendsten Fibrillen aufweisen, werden sehr früh durch eine perikline Wand von den sogen. Sextanten abgetrennt und teilen sich entweder überhaupt nicht mehr oder nur einmal⁴⁾. In beiden Fällen besitzen diese Zellen, die zu den centralen Tracheiden werden, korrespondierende, längsverlaufende Fibrillenbündel. Dieselben ziehen von

1) Němec, B., Die Reizleitung und die reizleitenden Strukturen bei den Pflanzen, Jena 1901.

2) Nie sind sie um den Kern strahlig angeordnet.

3) Dasselbe habe ich erst den letzten Winter untersucht.

4) Rosen, F., in Beitr. z. Biol. d. Pfl., Bd. 7, p. 277.

einer Querwand zur anderen, auch in Zellen, in denen es nie längsverlaufende Spindelfasern gegeben hat. Bei den phanerogamen Pflanzen, wo in den großen Zellreihen des Pleroms Querteilungen vorkommen, zeigen die Fibrillen zu den Spindelfasern — und speziell zu den Verbindungsfasern keine Beziehung. Eben an Stellen, wo in ruhenden Zellen Fibrillenbündel an die Querwände ansetzen, verschwinden die Verbindungsfasern früh, da sie an die Peripherie der Zellplatte rücken, oder hier neugebildet werden, während die centralen Fasern degenerieren. Doch ist noch wichtiger der Befund, dass durch Temperaturwechsel oder extreme Temperaturen und andere Eingriffe die Fibrillen zur Degeneration gebracht werden, unter normalen Verhältnissen sich jedoch wieder regenerieren, und zwar überhaupt ohne Kern- und Zellteilungen. Diese Fibrillen sind somit sicher nicht Reste von Teilungsfiguren.

Außerdem zeigen „kinoplasmatische“ Fasern eine andere Eigentümlichkeit. Ihre Bildung soll durch abnorm hohe Temperaturen angeregt und gesteigert werden, wogegen meine Fibrillen durch höhere Temperaturen zur völligen Degeneration und Auflösung gebracht werden. Ich habe mich im letzten Winter durch erneute Versuche von der Richtigkeit meiner Angaben überzeugt.

Die Fibrillen zeigen gewisse Beziehungen zu den äußeren Plasmahäuten und zwar sowohl topographische als auch substanzielle. Jene werden von Strasburger als kinoplasmatisch bezeichnet, ich that es auch für die Fibrillenscheiden, wobei ich mich auf einige experimentelle Ergebnisse stützte. Was wird nun dadurch gewonnen? Noll hat die Plasmahäute als das receptorisch wirksame Plasma erkannt und es ist weiter wahrscheinlich, dass sich gewisse Reize in denselben fortpflanzen. Man könnte daher diese Funktionen auch den Fibrillen zuschreiben. Die Perception von äußeren Reizen kommt wohl bei den Fibrillen nicht in Betracht, es bleibt von den angeführten Funktionen die Reizleitungsfähigkeit über. Hierin könnten sie, wenn Strasburger's Anschauung richtig ist, mit wirklichen kinoplasmatischen Fasern übereinstimmen. Denn Strasburger war der erste, welcher das Kinoplasma als eine reizleitende Bahn, durch die der Kern auf die Hautschieht und ihre Thätigkeit einwirkt¹⁾, bezeichnet hat. Er hat später²⁾ diese Anschauung, die eine reizleitende stabile kinoplasmatische Verbindung zwischen Kern und Hautschieht supponiert, auf embryonale und meristematische Gewebe der Pflanzen beschränkt. Es ist nicht zu bezweifeln, dass eine solche Reizleitung, wenn es sich um formative Impulse des Zellkernes handelt, in manchen Fällen zu postulieren ist, so z. B., wenn in Zellen bestimmt lokalisierte Wachstumsvorgänge an einem vom Zellkerne entfernten Orte geschehen, wie

1) Strasburger, E., *Histol. Beitr.*, II, V, p. 98, 99.

2) Derselbe, *Jahrb. f. wiss. Bot.*, Bd. 30, Sep. p. 230.

das z. B. bei der Anlage von Wurzelhaaren häufig der Fall ist. Ich habe nun beobachtet, dass der Plasmastrang, welcher in solchen Fällen den Kern mit den Wachstumsstätten verbindet und welchen Haberlandt beschrieben hat, thatsächlich abweichend vom übrigen Cytoplasma tingiert wird und zuweilen auch faserig gebaut ist. Man könnte nun meinen, dass auch meine Fibrillen, da sie meist mit dem Kerne in Berührung stehen, von demselben formative Impulse in das Cytoplasma überführen, besonders da es sich meist um langgestreckte, große Zellen handelt. In Fällen jedoch, wo auffallend kurze mit langen Zellen abwechseln¹⁾, und wo ein korrespondierender Fibrillenstrang durch alle Zellen verläuft, wäre es gar nicht begreiflich, warum es auch in den Kurzzellen Fibrillen giebt. Weiter wäre die Korrespondenz der Fibrillen in benachbarten Zellen gar nicht zu begreifen, besonders da sie sich absolut nicht entwicklungsgeschichtlich von den Verbindungsfasern der Teilungsfiguren ableiten lassen. Ebenso wäre es unbegreiflich, warum sich Fibrillen hauptsächlich oder (im Plerom) fast ausschließlich an Querwände anlegen, die doch ihr Wachstum meist früh einstellen und warum dies ebenso in Zellreihen geschieht, deren Querwände resorbiert werden, als auch in solchen, wo dies überhaupt nicht geschieht (Farne!). Ueberdies werden die Querwände in jenen Zellen, welche im jüngeren Teile der Wurzelspitze die mächtigsten Fibrillen aufweisen, erst in einem Stadium aufgelöst, wo es von Fibrillen keine Spur mehr giebt. Weiter sei bemerkt, dass die Anschauung kinoplasmatische Fasern und Kernfortsätze seien „nervöser“ Natur, den Wert einer völlig unbewiesenen Hypothese hat. Irgend welche experimentelle Beweise giebt in dieser Hinsicht weder Strasburger noch Miehle. Und dasselbe gilt von den Fäserchen, welche Flimmerhaare oder Cilien mit dem Kern verbinden. Somit wäre für die Kenntnis der Funktion unserer Fibrillen nicht viel gewonnen, wenn man dieselben mit ergastoplasmatischen und kinoplasmatischen Fasern oder schließlich mit Kernfortsätzen identifizieren wollte.

Ich habe schon auf den wichtigen Umstand hingewiesen, dass meine Fibrillen immer in Verbindung mit den „sensiblen“ äußeren Plasmahäuten treten. Ich habe die Fibrillenscheiden mit der Substanz der Plasmahäute identifiziert. Da, wo die Fibrillen keine Innensubstanz zeigen, wie es für die dünnen Fasern der *Blechnum* wurzel gilt, wäre die ganze Fibrille aus solcher Substanz aufgebaut. Wir können mit gewissem Recht den Fibrillenscheiden oder den Fibrillen selbst auch einige Funktionen der äußeren Plasmahäute zuschreiben. Von den überhaupt möglichen Funktionen ist nach meinen Versuchen die Reizleitung übrig geblieben. Da nun nicht überall alle Fibrillen mit dem Kern in Berührung treten, so kann es sich nicht ausschließlich

1) Das kommt z. B. bei *Allium* im Hypoderm der Wurzelspitze vor.

um Reize handeln, die vom und zum Kern geleitet werden. Es müssen auch Reize in Betracht gezogen werden, die sich durch die Zelle fortpflanzen und da, wo Zellen zu der Außenwelt nicht direkt in Beziehung kommen, kann es sich lediglich um Reize handeln, die von einer Zelle zur anderen geleitet werden. Thatsächlich müssen in zahlreichen Fällen derartige Reizleitungen angenommen werden.

Mit Hinsicht auf das Verhältnis der Endreaktion zur Richtung der Reizursache müssen in Fällen, wo es sich um Reizleitung handelt, zwei Arten von Reizvorgängen unterschieden werden. Erstens solche, wo die Reaktion immer in derselben Qualität verläuft, wo sie also besonders in ihrer Richtung vorbestimmt ist. Reizbare Narben, einige Filamente, Blätter (*Aldrovandia*, *Dionaea*, *Mimosa* etc.) führen unter bestimmten äußeren Bedingungen immer dieselben Reaktionen aus, mag die Reizursache in ihrer Art und Richtung noch so verschieden sein, wenn sie nur recipiert wird. Da ist es wohl möglich, dass die Vorgänge der Reizleitung, welche die Receptions- und Reaktionsstätten verbinden, rein physikalisch, ohne Mitwirkung der lebendigen Substanz verlaufen können, was thatsächlich für *Mimosa* und nach Max Dougal auch für *Biophytum sensitivum* zutrifft. Im zweiten Fall handelt es sich um die Leitung von polarisierten Reizen. Dabei handelt es sich bei der Pflanze darum, auf die Richtung der Reizursache durch eine bestimmt orientierte Reaktion zu antworten. Streng radiäre orthotrope Organe sind z. B. ringsum gleich befähigt durch einen Reiz konkav oder konvex zu werden. Die Polarisation der Reaktion selbst wird durch die Polarisation der zugeleiteten Reizvorgänge bestimmt. Diese Reizvorgänge verbreiten sich im Protoplasma und es ist höchst wahrscheinlich, dass sie sich, um der Polarisation, auf welche es hauptsächlich ankommt, nicht verlustig zu werden, in einem ruhenden Plasma verbreiten. Dieses Plasma ist vorwiegend in der ruhenden äußeren Plasmahaut zu suchen, andererseits könnten jedoch besondere ruhende plasmatische Strukturen, welche durch die Zelle ziehen, die Reizleitungsfähigkeit der Zelle verstärken. Es ist leicht einzusehen, dass sich polarisierte Reize auch ohne solche Strukturen (bloß in den äußeren Plasmahäuten) fortpflanzen können, dass jedoch die Reizleitungsfähigkeit mit Ausbildung der erwähnten Strukturen zunehmen müsste.

Bei den Wurzeln, wo Reize auch auf ziemlich entfernte Partien geleitet werden müssen, handelt es sich meist um die Fortpflanzung von polarisierten Reizen. Als Typus möge hier der geotropische Reiz angeführt werden. Und eben in Wurzeln, welche einer geotropischen Reaktion fähig sind, lassen sich meine Fibrillen nachweisen. Sie fehlen jedoch Wurzeln, die auf Richtungsreize schwach, auf den geotropischen Reiz überhaupt nicht reagieren. In den jüngsten Teilen der Wurzelspitze, wo das Protoplasma relativ ruhig ist (wie in den

meisten meristematischen Zellen), sind die Fibrillen schwach ausgebildet oder fehlen ganz, hingegen sind sie in älteren Zellen, deren Plasma weniger dicht, hingegen beweglicher ist, stark entwickelt. Sie verbinden die Plasmahäute in der Richtung der Reizleitung. Der geotropische Reiz wird in der Wurzel vorwiegend longitudinal geleitet (in anderen Richtungen nur unter besonderen Umständen und viel schwächer), die Fibrillenbündel stimmen mit dieser Richtung überein.

Stellen wir uns nun vor, wie sich der Reiz ohne solche fibrilläre Strukturen verbreitet¹⁾. Da würden die Erregungszustände aus der Plasmahaut einer Zelle in diejenige der Nachbarzelle durch die intercellularen Plasmabrücken übertreten. Sind nun die Fibrillen reizleitende Strukturen, so lässt sich nicht verkennen, dass Plasmabrücken, wenn sie besonders reichlich jene Partien der Plasmahäute verbinden, an die sich unsere Fibrillen anlegen, besonders wichtig für eine ergiebige Reizleitung wären und es ist zu untersuchen, ob da, wo Fibrillenbündel an die Zellwand treten, dieselbe an dieser Stelle wirklich reichliche Plasmabrücken aufweist. Das habe ich bei meinen fortgesetzten Untersuchungen über die Bedeutung der Fibrillen thatsächlich bei *Allium* gefunden. Es spricht keineswegs gegen die Deutung der Fibrillen als reizleitende Strukturen, wenn dieselben keine Kontinuität aufweisen. Uebrigens ist die Kontinuität der Fibrillen nicht ausgeschlossen²⁾; jedermann, der sich mit cytologischen Untersuchungen beschäftigt hat, wird gestehen, wie schwierig es ist, die intercellulären Plasmabrücken im meristematischen Gewebe nachzuweisen, geschweige denn ihre Beziehungen zu cytoplasmatischen Bestandteilen festzustellen. Die Bedeutung der inneren, homogenen Substanz liegt vielleicht darin, dass sie die Fläche der reizleitenden Scheide (welche in die äußeren Plasmahäute übergeht) vergrößert. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass ihr noch andere Funktionen zukommen. Die Kontinuität der Fibrillen a priori zu postulieren, weil tierische Neurofibrillen eine solche zeigen, scheint mir nicht begründet zu sein, denn die reizleitenden Strukturen der Pflanzen müssen eben nicht mit denen der Tiere vollständig übereinstimmen. Daher ich mich auch in meiner Schrift selbst zuzugeben

1) Noll hat unlängst seine Ueberzeugung ausgedrückt (Ueber Geotropismus, *Jahrb. f. wiss. Bot.*, Bd. 34, p. 486), dass sich der geotropische Reiz kaum radiär fortpflanzen kann, wenn seine Polarisierung erhalten bleiben und er zu einer antagonistischen Reaktion führen soll. Thatsächlich ist das, was man bei Wurzeln als radiale Fortpflanzung unter gewissen Umständen bezeichnet, streng genommen keine radiäre Leitung.

2) Hier sei einer interessanten Beobachtung gedacht, die Czapek mitgeteilt hat (*Jahrb. f. wiss. Bot.*, Bd. 32, p. 218). Er hat in der Wurzelspitze von *Vicia faba* intercellulare Plasmabrücken in vivo gesehen. „Die Zellwände sind sehr oft mit queren Schattenstreifen durchzogen und öfters bemerkte ich an diesen Stellen leichte knotige Anschwellungen der anliegenden Hyaloplasmaschläuche.“

bereit erklärte, dass die Uebereinstimmung eine rein äußere sein kann. Es ist klar, dass nicht überall da, wo Reizleitung stattfindet, besondere reizleitende Strukturen vorhanden sein müssen. Ihr Vorkommen ist a priori da, wo es sich nicht um Leitung von polarisierten Reizen handelt, nicht zu erwarten. Auch bei Tieren können höchst wahrscheinlich Reize ohne Nerven geleitet werden und sogar zu Reflexen führen, welche allerdings in einer vorbestimmten Weise verlaufen. Aber auch polarisierte Reize können bei Pflanzen ohne besondere Strukturen¹⁾ geleitet werden, denn die äußere Plasmahaut bildet eine ruhige Bahn, in der die Polarisation der Reizvorgänge erhalten bleiben kann.

Welcher Vorteil erwächst aber der Pflanze aus den reizleitenden Fibrillen? Einerseits wird wohl durch dieselben die reizleitende Bahn verstärkt, was mit sich bringt, dass Reizvorgänge mit größerer Intensität geleitet werden können. Auch die Geschwindigkeit der Reizleitung kann durch solche Strukturen gesteigert werden. Dies habe ich durch Beobachtungen über die Fortpflanzung des Wundreizes zu beweisen versucht. In meiner Schrift werden jedoch bloß über die Geschwindigkeit der Fortpflanzung der Reaktion absolute Werte mitgeteilt, wogegen man über die Geschwindigkeit der Reizleitung nur relative Verhältnisse angeben kann. Da wurde gefunden, dass die Reizleitung in der Longitudinalrichtung mit der relativ größten Geschwindigkeit vor sich geht. Diese Geschwindigkeit hängt topographisch innig mit dem Vorhandensein von Fibrillenbündeln zusammen. Die absolute Geschwindigkeit der Reizleitung darf nicht direkt aus der Fortpflanzung der Reaktion abgeleitet werden, denn in der Wurzelspitze steigt die Reaktionszeit der Zellen von 1—2 Min. (meristematische Zellen) allmählich bis zu 2 Stunden (Zellen im Streckungsstadium), so dass sich dadurch ganz evident das Stocken der Reaktion am Uebergange von der Teilungs- zur Streckungszone erklärt. Dieses Stocken bezieht sich jedoch wahrscheinlich bloß auf die Fortpflanzung der Reaktion, wogegen sich der Reiz, wie man aus der Degeneration der Fibrillen schließen darf, mit viel größerer Geschwindigkeit weiter fortgepflanzt hat.

Wenn man nun sieht, dass die Reaktion unter normalen Verhältnissen relativ schnell in Richtungen sich fortpflanzt, in denen Fibrillenbündel verlaufen, dass sie sich in Zellen, welche keine Fibrillenbündel besitzen, recht langsam verbreitet, dass sich ebensolche Verlangsamung

1) Es giebt Ranken, bei denen die Reaktion in ihrer Art fast ganz vorbestimmt ist, aber auch solche, deren Reaktion durch die Richtung der Reizursache orientiert wird. Auch hier sind Fibrillen nicht überall zu erwarten, auch nicht in den sogen. Fühlhäpfeln, deren Funktion allerdings noch recht hypothetisch ist. Borzi (Rend. d. R. Ac. d. Lincei 1901) giebt jedoch an, er habe in Zellen, die mit solchen Fühlhäpfeln versehen sind, „una marcatissima struttura fibrillare“ beobachtet.

gleichzeitig mit einer experimentell erzielten Desorganisation der Fibrillen in allen Zellen einstellt, so wird man einen ursächlichen Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein von Fibrillen und einer ausgiebigen Reizleitungsfähigkeit wenigstens als wahrscheinlich gelten lassen. Alle Versuche sprechen für diese Wahrscheinlichkeit; sollte das alles bloß zufällig sein? Und so haben auch Versuche ihren Wert, welche zeigen, dass sich bei geotropischer Reizung eben in Zellen, welche Fibrillen besitzen, gewisse Vorgänge, die mit bestimmt orientierten Plasmaansammlungen verbunden sind, fortpflanzen, denn es handelt sich eben darum, nachzuweisen, dass sich in mit Fibrillenbündeln versehenen Zellreihen Impulse zu gewissen Vorgängen fortpflanzen.

Man muss sich in diesen Sachen meist mit einer Wahrscheinlichkeit begnügen, doch wäre es wohl verfehlt, den Wert einer experimentell erreichten Wahrscheinlichkeit zu negieren, besonders wenn „in fast allen Fragen der Reizphysiologie — die Versuchsergebnisse vielfach mehrdeutig und wenig beweiskräftig“ sind.

Ebenso wie tierische Neurofibrillen nicht überall den gleichen Bau zeigen, gibt es auch bei den pflanzlichen fibrillären Bildungen Strukturverschiedenheiten. Es handelt sich bei einigen Pflanzen, wie ich in diesem Jahre erkannte, wirklich um retikuläre (gitterförmige) Strukturen, so z. B. bei *Lonchitis pubescens*, *Calla palustris*. Immerhin bilden auch diese Strukturen abweichend sich verhaltende und ruhende Plasmastränge, welche die Zellen durchziehen, an die Querwände sich anlegen und korrespondieren. Ihr gitterförmiger Charakter ist besonders in jungen Zellen auffallend, in älteren Zellen nehmen die Stränge ein fibrilläres Aussehen an.

Sehr lehrreich waren auch Untersuchungen, die ich an lebendigen Objekten angestellt habe, um den Bau der Fibrillenbündel in vivo kennen zu lernen. Ich untersuchte Schnitte in wässriger 2%iger Traubenzuckerlösung. Am besten lassen sich Fibrillen bei Farnen (in den Wurzelspitzen) in vivo sehen und ich empfehle denen, die sich schnell von der Richtigkeit meiner diesbezüglichen Angaben überzeugen wollen, besonders Adventivwurzeln von *Aspidium decussatum* zur Untersuchung. Mit überraschender Deutlichkeit sieht man da in den großen Pleromzellen die Fibrillenbündel, die Fibrillen selbst sind stark lichtbrechend und bilden hier und da anscheinend ein Retikulum, doch lässt sich an anderen Stellen ihre Selbständigkeit sicher nachweisen. An den Enden der Zellen sieht man die feinsten Verästelungen der Fibrillenbündel. Hier stellt sich auch am frühesten die körnige Degeneration der Fibrillen ein. Sie stimmt vollständig mit jener überein, die ich bei *Allium* an fixierten Präparaten beobachtet habe. Die Fibrillen wandeln sich in körnige, aus zahlreichen Kügelchen zusammengesetzte Massen um, die allmählich zum Kern rücken. Aus

Teilungsfiguren, die unter denselben Bedingungen beobachtet wurden, entstehen nicht solche Gebilde, auch beginnt die Degeneration der Fibrillen früher als diejenige der Teilungsfiguren. Auch daraus folgt, dass sich Fibrillen kaum mit Spindelfasern identifizieren lassen.

In der Wurzel befinden sich Fibrillen in der wachsenden Spitze. Sie verbinden etwa die receptorische Zone mit den motorischen Zellen. Und eben der Teil, in welchem sie verlaufen, wird fortwährend durch neue Bestandteile bereichert, denn im akroskopischen Teile werden immer neue Zellen gebildet, im basiskopischen stellen immer neue Zellen ihr Wachstum ein und treten in den Dauerzustand über. Es bilden sich Fibrillen in immer neuen Zellen aus und verschwinden fortwährend in Zellen, welche die Streckungszone verlassen. Das erscheint im Lichte meiner Anschauungen ganz vorteilhaft. Denn es wäre unnützlich, wenn die Fibrillen auch in nicht reaktionsfähigen Zonen reichten würden. Bei der stetigen Veränderung der Reaktionszone müssen die Fibrillen selbst die Fähigkeit haben, sich relativ schnell auszubilden und wieder zu verschwinden. Und als Folge davon erscheint ihre leichte Zerstörbarkeit durch äußere Eingriffe. Ganz anders verhält es sich bei den Tieren, wo die völlig ausgebildeten nervösen Bahnen meist das ganze individuelle Leben hindurch unverändert bleiben. Hingegen handelt es sich in der Wurzelspitze um transitorische, in stetiger Umänderung begriffene Bahnen, deren leichte Zerstörbarkeit sogar für die Pflanze vorteilhaft ist. Es könnte ja die durch Zerstörung der Fibrillen in älteren Teilen der Wurzelspitze gewonnene Substanz zum Aufbau neuer Fibrillen in den jüngsten Teilen benutzt werden.

Zu dem vorstehenden Artikel wurde ich durch Haberlandt's jüngst in dieser Zeitschrift¹⁾ erschienenen Aufsatz angeregt, in welchem versucht wird, meine Fibrillen anders zu deuten, als ich es gethan habe. Ich kann jedoch nicht anders, als meine Anschauungen aufrecht erhalten und dieselben Haberlandt's hypothetischen Deutungen der Fibrillen gegenüber als die wahrscheinlichsten und am nächsten liegenden betrachten.

[84]

Prag, am 25. Juni 1901.

Zur Biologie der Regenwürmer.

Von

Dr. K. Bretscher, Zürich.

Die Regenwürmer gehören zu den bekanntesten und häufigsten Tieren unserer Fauna, eine Reihe namhafter Forscher haben sich das Studium ihrer Lebensweise zur Aufgabe gestellt; trotzdem sind

1) Haberlandt, G., Ueber Reizleitung im Pflanzenreich. Diese Zeitschrift 1901, Nr. 12.

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): Nemeč Bohumil Rehor

Artikel/Article: [Die Bedeutung der fibrillären Strukturen bei den Pflanzen. 529-538](#)