

# Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten  
Naturwissenschaften

zu

**M a r b u r g.**

---

**ro. 9.**

**October.**

**1872.**

---

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 30. Oktober 1872  
erörterte Herr Dr. W. Pfeffer seine

## **Untersuchungen über Reizbewegung.**

Die Zellen der sich auf Reiz verkürzenden Staubfäden der  
Cynareen sollen nach Unger, und ebenso nach Hofmeister<sup>1)</sup>,  
keine Flüssigkeit aus dem Zelllumen abgeben. Die aus den  
Messungen über Verkürzung und dabei stattfindende Verdickung  
der Filamente sich ergebende Volumenabnahme lässt der letzt-  
genannte Forscher durch Compression der in den Intercellular-  
räumen enthaltenen Luft zu Stande kommen. Uebereinstimmend  
mit Unger finde ich bei der Verkürzung der Filamente keine  
nennenswerthe Veränderung der Breite derselben (des tangen-  
tialen Durchmessers bezüglich der Blütenachse), aber die Zu-  
nahme der Dicke (des radialen Durchmessers) war ausnahmslos  
bei allen meinen Messungen, welche namentlich mit *Cynara*  
*Scolymus* und *Centaurea Jacea* vorgenommen wurden, eine nur  
geringe, auch dann wenn die Contraktion sehr ansehnlich war.  
An den Filamenten von *Centaurea Jacea* lassen sich bei  
geeignetem Vorgehen Messungen über Verkürzung und gleich-

---

1) Pflanzenzelle p. 310.

zeitige eventuelle Veränderung der Querdurchmesser der völlig cylindrischen Parenchymzellen mit Genauigkeit anstellen. Hierbei ergab sich, dass auch bei sehr ansehnlicher Verkürzung die beiden Querdurchmesser nie zunahmen, dass also der Rauminhalt der einzelnen Zelle sich durch Abgabe von Flüssigkeit verminderte. Diese kann bei der Verkürzung der Längsachse der rein cylindrischen Zellen nur aus dem Zellinhalt stammen, auch abgesehen davon, dass das bei einer kräftigen Contraction abgegebene Flüssigkeitsquantum grösser ist, als das gesammte Volumen der Zellmembran. Ausserdem lässt sich an den Filamenten von *Cynara*, besonders schön aber an den Gelenken von *Mimosa*, der im Momente des Reizes vor sich gehende Austritt von Flüssigkeit demonstrieren. Die sehr geringe Verdickung der sich verkürzenden Filamente findet in anderen Ursachen ihre Erklärung, auf welche ich hier nicht eingehe.

In den expandirten und reizempfindlichen Staubfäden ist die im hohen Grade dehbare und vollkommen elastische Membran jeder einzelnen Parenchymzelle durch endosmotische Kräfte (wahrscheinlich allein durch diese) verlängert, indem offenbar die Dehnbarkeit der elastischen Seitenwand in zur Längsachse senkrechten Flächenrichtung sehr wesentlich geringer ist, wofür ich hier die Belege nicht beibringen kann. Die Elastizität der Seitenwand ändert sich nachgewiesenermassen bei der Contraction des Filamentes, auch im Momente des Reizes nicht und hieraus, sowie auch aus noch anderen Gründen lässt sich zeigen, dass durch eine Reizung Bedingungen geschaffen werden müssen, welche eine Abgabe von Flüssigkeit aus den Zellen ermöglichen. Es ist kaum daran zu zweifeln, dass allein das Protoplasma Veränderungen erfährt, doch muss ich die Ausführung des Punktes auf meine ausführliche Arbeit aufsparen. Die Ansicht Hofmeister's, dass die Reizbarkeit auf einer Ausstossung von Flüssigkeit aus den Membranen beruhe, findet in meinen Untersuchungen keine Bestätigung.

Die Länge, welche ein reizbares Filament annimmt, ist die Resultirende aus der Expansionskraft der aktiv beteiligten Parenchymzellen und der elastischen Kraft der passiv gedehnten Gewebe (Epidermis und Gefässbündel) Auf einen Reiz erfahren

nun die Parenchymzellen eine Veränderung, welche den der Flüssigkeit des Zelllumens entgegenstehenden Filtrationswiderstand vermindern und allein schon durch die elastische Kraft der gespannten Membranen der reizempfindlichen Zellen ist nun eine Ursache zur Hervorpressung von Flüssigkeit gegeben. Die auch nach der Contraction noch passiv gedehnten Gewebe vermehren wohl den Flüssigkeitsaustritt, sie sind aber keineswegs die einzige Ursache desselben. Der Turgor der parenchymatischen Zellen (worunter ich mit Sachs nur den hydrostatischen Druck des Zellinhaltes gegen die Membran verstehe) hat sich bei der Contraction der Zellen nur vermindert, ist nicht aufgehoben, und die Membran unserer Zellen ist noch straff gespannt wie zuvor, Faltungen haben sich keineswegs gebildet. Die Querfaltungen, in welcher Cohn die Ursache der Verkürzung der Staubfäden suchte, treten, wie schon Unger zeigte, erst an dem dem Absterben entgegen gehenden und sich in Folge dessen sehr ansehnlich verkürzenden Filamente auf

Durch Bestimmung der gesammten elastischen Kraft der Membranen eines expandirten Filamentes lässt sich ein Schluss ziehen auf den Druck, unter welchem die Flüssigkeit des Zelllumens steht. Dieser ist auffallend gross, er kommt nämlich in einem völlig verlängertem Filamente von *Cynara Scolymus* mindestens dem Drucke einer Wassersäule von 10 Meter Höhe gleich<sup>1)</sup> und sinkt bei einer kräftigen auf Reiz erfolgten Contraction wohl nicht unter 5 Meter Wasserhöhe. Unter den zwischenliegenden Druckkräften hat also die austretende Flüssigkeit durch die Zellwand zu filtriren. Aus der bekannten Volumenverminderung der Zelle und der Grösse der an Interzellularräume stossenden Fläche der Seitenwand lässt sich aber zeigen, dass das hier durch die Flächeneinheit filtrirende Flüssigkeitsquantum weit kleiner ist, als die Menge des Wassers, welche durch eine gleich grosse Fläche thierischer Blase unter viel geringerem Drucke innerhalb der Zeit filtrirt, welche eine Contraction des Filamentes in An-

---

1) Thatsächlich ist dieser Druck entschieden höher. Der Zellinhalt der Parenchymzellen ist in unseren Filamenten, wie namentlich auch bei *Mimosa pudica* reich an Glycose.

spruch nimmt. Aehnliche Betrachtungen zeigen auch für die Gelenke von Mimosa, dass die Membranen nicht einmal so peremabel zu sein brauchen, als es eine ungleich dickere thierische Blase für Wasser ist, um die nöthige Menge Flüssigkeit in die zwischen den kugeligen Zellen befindlichen, communicirenden Intercellularräume in der kurzen Zeit einer Reizbewegung treten zu lassen. Damit sinkt der einzige Grund, welchen Nägeli und Schwendener <sup>1)</sup> für die Reizbarkeit der Membran geltend machten.

Die Gelenke von Mimosa, welche den primären Blattstiel und die Zweige miteinander verbinden, und welche ich hier allein im Auge habe, sind bekanntlich nur auf der Unterseite reizbar. Die vorzüglich empfindlichen Gewebeschichten sind diejenigen, welche zunächst auf das luftführende, das Gefässbündel umgebende Parenchym folgen. Die Ursachen des Flüssigkeitsaustritts der reizbaren Zellen sind die gleichen wie bei den Staubfäden der Cynareen, nur dass hier der durch die obere antagonistische Wulsthälfte ausgeübte Druck die wesentlich assistirende Rolle spielt.

Die untere Wulsthälfte verdickt sich, wie in geeigneter Weise angestellte Messungen ergeben, bei der Reizkrümmung nicht oder nicht wesentlich, und ist also die Volumenverminderung, wenn die Achsen und der Krümmungsradius bekannt sind, zu berechnen, indem das Gefässbündel, resp. die neutrale Achse dieses eine unveränderte Länge bewahrt. Die obere Wulsthälfte nimmt aber bei der Reizbewegung nicht in dem Maasse an Volumen ab, wie es unter Zugrundelegung der auf bekannte Grössen gestützten Rechnung erfordert wird.

Die Flüssigkeitsabgabe aus der reizbaren Polsterhälfte lässt sich direkt zeigen, wenn man Gelenke dicht am Blattstiel quer durchschneidet. Bei richtiger Behandlung kehrt die Reizbarkeit nach einiger Zeit zurück und gleichzeitig mit der Reizbewegung schießt Flüssigkeit hervor. Diese tritt, wie man sicher erkennen kann, vorzüglich aus den Intercellularräumen, welche sich zwischen den Mantellagen parenchymatischer Zellen befinden, die das

---

1) Mikroskop 1867, p. 377.

immer luftführende, das Gefässbündel zunächst umgebende Parenchymgewebe einhüllen. Bei energischer Reizbewegung kommt aber auch fast immer aus den Intercellularen der gleichen Parenchymschichten der nicht reizbaren Gelenkhälfte Flüssigkeit zum Vorschein, die man zuweilen entschieden einen Moment später, als auf der Schnittfläche der unteren Wulsthälfte hervortreten sieht. Es erklärt sich dieses einfach daraus, dass die fraglichen Zwischenzellräume im ganzen Gelenke communiciren und die aus den Zellen der reizbaren Wulsthälfte hervorgepresste Flüssigkeit nach allen Richtungen sich hinbewegt, wobei natürlich der Weg zu der Schnittfläche der oberen Polsterhälfte ein wenig länger ist. Wir haben damit gleichzeitig eine Ursache für den Eintritt von Flüssigkeit aus der gereizten in die nicht reizbare Wulsthälfte kennen gelernt und es lässt sich ausserdem zeigen, dass wahrscheinlich in letzterer ein Streben nach Aufnahme von Flüssigkeit sich geltend macht. Die Volumenzunahme der sich krümmenden nicht reizbaren Gelenkhälfte ist ein weiteres Argument für den Uebertritt von Flüssigkeit in diese.

Die in der Richtung der Längsachse des Gelenkes sich fortbewegende Flüssigkeit dringt in das nächst angrenzende parenchymatische Gewebe der Zweige und Blattstiele. Hier wird offenbar die Flüssigkeit in die engeren Intercellularräume aufgesogen, während die darin enthaltene Luft verdrängt wird. Eine irgend zu berücksichtigende Compression der Luft in den Geweben kommt indess nicht zu Stande, weil die Intercellularräume miteinander in Verbindung stehen und ihr Rauminhalt gegenüber dem aus dem Polster verdrängten Wasservolumen ungeheuer gross ist. Das eben Gesagte gilt auch für die Staubfäden der Cynareen, bei welchen die aus den Zellen austretende Flüssigkeit fast ausschliesslich in den zuvor luftführenden sehr ansehnlichen Intercellularräumen des Parenchymgewebes zurückgehalten wird, indem auch hier die Intercellularen des Filamentes mit den relativ sehr grossen luftführenden Räumen in der Corolle in vollkommener Verbindung stehen.

Einen Uebertritt von Flüssigkeit in das Gefässbündel habe ich bei der Reizung des Gelenkes von *Mimosa pudica* nicht

constatiren können, wenn ein solcher wirklich stattfindet, handelt es sich jedenfalls um geringe Mengen. Aus der bekanntlich allein durch das Gefäßbündel vermittelten Fortleitung des Reizes ist ein Uebertritt von Flüssigkeit in jenes bis dahin allgemein angenommen, doch kann diese Reizleitung, wie ich hier nicht andeuten will, auch auf andere Weise geschehen, worüber indess erst fernere Untersuchungen zu entscheiden haben.

Bei der Reizung wird in der unteren Polsterhälfte aus einer Anzahl von Intercellularräumen Luft verdrängt. Es geschieht dieses indess nur in den Zwischenzellräumen des Gewebes, welches das stets luftführende Parenchym zunächst umgibt, während die übrigen Intercellularräume immer Flüssigkeit führen. Die Darlegung meiner bezüglichlichen Versuche unterlasse ich in dieser Mittheilung.

Wird die reizbare Wulsthälfte von Mimosa in genügend kurzen Intervallen berührt, so erhebt sich der Blattstiel ebenso schnell, als wenn das gereizte Gelenk in Ruhe gelassen wird. Das Polster, welches unter andauernden Stößen seine Krümmung ausglich, erlangt, nachdem jene sistirt sind, im günstigsten Falle in etwas weniger als fünf Minuten seine Reizbarkeit wieder, ohne dass irgend eine äusserlich sichtbar werdende Veränderung vor sich ginge. Auch erheben sich die Blattstiele auf Reiz gekrümmter Polster dann, wenn die Reizbarkeit durch Chloroform oder Aether aufgehoben ist. Bei dieser Behandlung sowohl, als auch bei andauernder Berührung verhalten sich die Staubfäden der Cynareen in ähnlicher Weise. Aus diesen Thatsachen lässt sich der wichtige Schluss ziehen, dass die endosmotische Aufnahme von Wasser in die Zellen unabhängig von dem specifisch reizbaren Zustand ist und ferner, dass die auf Reiz eintretenden Veränderungen nur transitorisch sind, sich nicht fixiren lassen.

Die Biegungsfestigkeit der Gelenke von Mimosa wird, wie Brücke in seiner bahnbrechenden Arbeit zeigte, bei der Reizung vermindert und dasselbe geschieht auch bei den Staubfäden der Cynareen, sowie bei den Blättchen von Oxalis Acetosella. Bei den Staubfäden der Cynareen lässt sich zeigen, dass die ansehnliche Verminderung der Steifheit allein durch den sinkenden Turgor der Zelle bedingt ist, die Zellmembran aber hierbei

nicht anders, als vermöge ihrer elastischen Kraft betheilt ist, während Hofmeister bekanntlich die verminderte Biegefestigkeit von Geweben wesentlich nur in Veränderungen der Zellmembran sucht. Aber auch bei *Mimosa* beruht die sinkende Steifheit des Gelenkes jedenfalls nur auf der Verminderung des hydrostatischen Druckes im Zelllumen, wie ja ohnehin selbstverständlich ist, dass mit Einpressung von Wasser die Steifheit eines elastischen Schlauches zunimmt.

Die Belege für das hier Mitgetheilte, sowie weitere Details wird meine ausführliche Arbeit bringen. Ich will hier nur noch darauf hinweisen, dass die grossen Kugeln in den parenchymatischen Zellen des Gelenkes von *Mimosa* eine substanzreiche Lösung von Gerbsäure sind, die sich mit einer Membran (Niederschlagsmembran) umgeben hat.

---

In der Sitzung vom 30. October waren von eingegangenen Schriften aufgelegt:

Leopoldina Heft VII. Nro. 15. Heft VIII. Nro. 1.

C. W. Moesta, *Tratado de Astronomia per Brünnow*. Traduc. al castellano. Dresde et Leipzig. 1871.

Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft in *Frauenfeld*. 1871.

Abhandlungen vom naturwissenschaftlichen Verein in *Bremen*. Bd. III. Heft II.

Jahrbuch der K. K. geologischen Reichsanstalt. Jahrg. 1872. Bd. XXII. Nro. 2.

Verhandlungen der K. K. geologischen Reichsanstalt. 1872. Nro. 7—10 incl.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de *Moscou*. Année 1872. Nro. 1.

*Smithsonian Report* 1870. Washington 1871.

Annual Report of the Trustees of the Museum of comparative Zoology at *Harvard* College. Boston 1871.

Proceedings of the American Philosophical Society at *Philadelphia*. Vol. XIV. Part. III. Philadelphia 1871.

Haltrich, Die Macht und Herrschaft des Aberglaubens. 2te Aufl. 1871.

