

# Elodea canadensis, Casp.

Die canadische Wasserpest, *Elodea canadensis*, ist als Object für die Demonstration des Baues und der Lebenserscheinungen pflanzlicher Zellen nicht minder interessant, als die in unserem Atlas ebenfalls dargestellte *Chara fragilis* und *Erythrotis Beddomei* (vergl. die Tafeln dieser Benennungen). Zeigen uns die Röhrenzellen von *Chara* die Rotation des lebendigen Zellinhaltes (mit Ausschluss der wandständigen Chlorophyllkörner), während die Zellen der Staubfadenhaare von *Tradescantia* und *Erythrotis Beddomei* uns den besten Einblick in die Circulations-Erscheinungen lebendiger Plasmastränge gewähren, so bietet uns die canadische Wasserpest in ähnlicher Weise wie *Vallisneria spiralis* zu jeder Jahreszeit das beste Material zur Demonstration der Uebergänge zwischen Circulation und Rotation lebender Plasmamassen, wobei als besonders wichtiges Moment der Umstand mit in Rechnung fällt, dass hier — bei *Elodea canadensis* — der ganze plasmatische Zellinhalt, Chlorophyllkörner und Zellkern mit inbegriffen, die Bewegungen ausführt. Der Leichtigkeit, mit welcher sich diese physiologisch hochberühmte Pflanze in Cultur und lebhafter Vegetation erhalten lässt, ist es zu danken, dass wir jetzt die canadische Wasserpest fast in allen botanischen Gärten der civilisirten Welt antreffen und als beliebte Aquarium-Pflanze auch in weiteren Kreisen finden. Ohne grosse Mühe und Kosten und fast ohne Plage dürfte sie leicht für alle Lehranstalten erhältlich sein, in denen unser Atlas Eingang gefunden hat.

Die canadische Wasserpest stammt, wie der Name sagt, aus dem nördlichen Amerika, wo sie von Canada bis zum Mississippi einheimisch ist. Nach Europa gelangte sie durch Zufall im Jahr 1836, wo sie unmittelbar nach der Auspflanzung nordamerikanischer Wasserpflanzen in einem Teiche Irlands Fuss zu fassen begann. In kurzer Zeit — noch im gleichen Jahre — ward jener Teich von ihr derart ausgefüllt, dass sie Alles überwucherte und daher bei der Ausreinigung ganze Wagenladungen fortgeschafft werden mussten. Fünf Jahre später fand sie sich zerstreut schon in mehreren Seen von Schottland und Irland. Von 1841 an bis zum Jahr 1854 verbreitete sie sich üppig wuchernd in dem Kanalsystem von Mittel-England nach allen Richtungen in solchem Masse, „dass sie die Fischerei, die Schifffahrt, das Oeffnen und Schliessen der Schleusen hinderte, ja hier und da den Abfluss des Wassers aufstaute und dadurch Ueberschwemmungen verursachte.“ Hiedurch erwarb sie sich den Namen „Wasserpest“. — Im Jahre 1854 liess sich ein Berliner Botaniker die Pflanze zur Untersuchung aus England schicken; in diesem Jahre gelangte die Wasserpest also zum ersten Mal auf das europäische Festland, welches bis jetzt von ihr verschont blieb. Im Jahre 1857 hatte sich *Elodea canadensis* bereits bei Sanssouci in der Nähe von Potsdam im Freien angesiedelt; von hier aus sich rasch weiter ausbreitend war sie bis 1864 schon in die Havelseen vorgedrungen, wo sie, wie vorher in England, Alles überwucherte und den vorher klaren Wasserspiegel in ein wiesenähnliches

Grün verwandelte. „Bald zeigte sie sich im ganzen Lauf der Havel, von ihrer Quelle an der mecklenburgischen Grenze bis zu ihrer Mündung, ebenso in der Spree und allen mit ihnen in Verbindung stehenden Canälen; ja, sie drang selbst in die Elbe vor; in Hamburg nahm sie vom Alsterbassin Besitz; von Stettin aus hat sie in der Dammschen See, Oder und Dievenow, und von Breslau aus in zahlreichen Teichen Schlesiens sich eingenistet; von Gent aus hatte sie schon seit 1858 die flandrischen Kanäle in Beschlag genommen“. — Seit einigen Jahren zeigt sich die Wasserpest auch in Züricher Gewässern, so im untern, der Stadt zunächst gelegenen Theil des Sees, dann im Ausfluss des Sees, der als „Limath“ die Stadt durchzieht. Im Sommer 1881 waren manche Partien des Zürichersees so von ihr erfüllt, dass kleine Schiffe im Dickicht derselben stecken blieben und ganze Schiffs-ladungen weggeführt werden mussten. Hier gelangte sie denn auch im gleichen Sommer zur Blüthe. Es ist kein Zweifel, dass *Elodea canadensis*, die sich in Europa nur durch Sprosse und Knospen vermehrt, in wenig Jahren den grössten Theil von Deutschland, Oesterreich, von der Schweiz und wohl auch von Frankreich, Italien und Oesterreich-Ungarn erobert haben wird. Sie scheint überhaupt alle Anlagen zu einem Kosmopolit zu haben. Seichte, stagnirende und langsam fliessende Süsswasser mit sandigem oder schlammigem Grunde scheinen die einzigen Existenzbedingungen dieser Pflanze zu sein; sie verträgt zu ihrer Vegetation alle Wärmegrade vom Eispunkt an bis zur tropischen Temperatur von 24–34° Celsius. Ein kleiner, mit Sand oder gewöhnlicher Dammerde gefüllter Blumentopf im Aquariumgrunde dient ihr als geeigneter Standort bei Zimmer-Cultur. Jahraus, jahrein im Wasser untergetaucht, verlangt sie keiner weiteren Pflege, sondern sprosst und vegetirt ins Unendliche.

Ich habe in Fig. I den Habitus eines üppig vegetirenden weiblichen Exemplars nach lebenden Pflanzen dargestellt. Der schlanke, oft viele Fuss Länge erreichende, hellgrüne, saftige Stengel ist sehr zerbrechlich, senkrecht oder schief vom Grunde aufsteigend, zweigabelig verzweigt, in seiner ganzen Länge bis in die höhern, jüngern Regionen hinauf gleich dick und in regelmässigen Abständen mit meist 3-zähligen Blattquirlen versehen. Da und dort entspringt im Winkel der Gabeläste eine lange, röthlich gefärbte, senkrecht abwärts bis zum schlammigen Grund reichende Wurzel (r r Fig. I).

Unter günstigen Verhältnissen kommen in Europa gelegentlich die hier acclimatisirten weiblichen Exemplare auch zum Blühen. *Elodea canadensis* kommt in ihrer Heimat in drei verschiedenen Blütenformen zur Anthese. Dort trifft man nebst weiblichen Exemplaren auch hermaphrodite und männliche Stöcke, die, sonderbar genug, auch in der Differenzirung jeder der drei Blütenformen auffallend stark variiren. Die Zwitterpflanze und die männliche und weibliche sind in Amerika nirgends an derselben Stelle beobachtet worden; bei St. Louis und New-York kommen z. B.

nur männliche und weibliche Exemplare vor. (Die männlichen Blüten besitzen 3—9 Staubblätter, während die Zwitterblüten deren 3—6 zählen).

Die Zweige der weiblichen (europäischen) Pflanze, an denen die Blüte erscheint (Fig. 1), befinden sich mehr oder weniger tief, 2 bis 12 bis 20 und mehr Centimeter, unter der Oberfläche des Wassers. Die Blüten sitzen einzeln in der Achsel eines Blattes, welches eigentlich dem nächst höheren Knoten zugehörte, aber um ein Internodium abwärts versetzt wurde, so dass der Blattquirl, von dem die Blüte abgeht, nun 4-zählig erscheint, während der nächstfolgende höhere Blattquirl auf zwei Blätter reducirt ist. Die weibliche Blüte besitzt (wie die zwitterige) eine langgestreckte, fadenartige Perigonröhre, welche bei oberflächlicher Betrachtung irrthümlich als schlanker Blütenstiel genommen wird. Diese Röhre (**pr, pr', pr''** Fig. 1), dehnt sich so lange aus, bis die oberen Blüthentheile die Wasseroberfläche erreichen, wobei eine von den Kelchklappen abgeschiedene, in der noch nicht oder nur wenig geöffneten Blüte eingeschlossene Luftblase (**ll** Fig. 1) so lange als Schwimmapparat dient, bis an der Grenze zwischen Luft- und Wasserspiegel die Blüte sich vollständig ausbreiten kann (**fl fl** Fig. 1). Ich habe indess auch Blüten beobachtet, die den Wasserspiegel nicht vollständig erreichten und dennoch ihre Perigonkreise öffneten; dabei blieb die kugelige Luftblase in der offenen Blüte haften, so dass die central gelegenen Theile der letzteren dennoch von Luft umspült blieben. Ohne Zweifel findet die normale Anthese auf dem Wasserspiegel selbst statt. Am Grund der 2 bis 20 bis 30 Centimeter langen Blütenröhre (**pr, pr', pr''**) findet sich eine scheidenförmige „Spatha“ (**s** Fig. 1 und 2), welche sich oben zweilappig öffnet und nach dem Entwicklungsgeschichtlichen Befund als aus der Verwachsung zweier seitlicher Vorblätter hervorgegangen zu betrachten ist. Am untern Ende der Blütenröhre, von der Basis der scheidenförmigen „Spatha“ **s** umgeben, findet sich der länglich-ovale, einfächerige Fruchtknoten (**f** Fig. 2), der an jeder der 3 Placenten 1—2 orthotrope Samenknochen trägt. Der Querdurchmesser der geöffneten Blüte beträgt 4—5 Millimeter. Das geöffnete Perianthium besteht aus 3 oblong-linealen, schief aufrechten, nachenartig vertieften, schmutziggelblichrothen Kelchblättern (**k k k** in Fig. 3), die nach Ausen und Oben in eine stumpfe, kapuzenartige Spitze endigen, und aus drei Kronblättern von weisslicher Farbe und ähnlicher Gestalt, wie die Kelchblätter; nur ist die Consistenz der letztern eine festere, diejenige der Kronblätter (**c c** Fig. 3) eine zartere. Dann folgen drei farblose, fast cylindrische Fäden, die nicht völlig die Länge der Kelch- und Kronzipfel erreichen und durch ihre Stellung und Ausbildung sich als verkümmerte Staubblätter (**f** Fig. 3) zu erkennen geben. Den innersten Kreis bilden drei oblong-lineale, stark ausgebreitete und gekrümmte, mit langen, carminrothen Narbenpapillen ausgestattete Stigmata (**st st st** Fig. 3). Caspary, der die weibliche Elodea-Blüte zuerst gründlich untersucht hat, fand gelegentlich auch einzelne Blüten, wo 1 oder 2 Stigmata fehlten. In Fig. 2 und 3 sind normale weibliche Blüten bei 8- und bei 23-facher Vergrößerung mit Hülfe des Prismas nach dem Leben dargestellt worden;

wie aus diesen Figuren hervorgeht, alterniren die 4 dreizähligen Kreise der Blütenblattformationen. Eine Bestäubung dieser Blüten kann hierzulande nicht stattfinden, da die männlichen Elodeastöcke in Europa noch nie beobachtet wurden. Es unterbleibt daher bei uns auch jede Fruchtbildung und bleibt es somit Aufgabe der amerikanischen Fachgenossen, die Bestäubungsvorgänge und die Fruchtbildung von *Elodea canadensis* zu ermitteln.

Für unsere Zwecke liegt das Hauptgewicht in den vegetativen grünen Laubblättern, die, soweit die Quirle nicht von der Blütenbildung beeinflusst sind, alle in dreizähligen Wirteln am Stengel angeordnet erscheinen. Sie sind länglich, bis lineal-lanzettlich, spitz oder spitzlich (Fig. 2), nach vorn verschmälert, kleingesägt von zahnartig vorspringenden Blattrand-Zellen (**z z** Fig. 4) und bestehen mit Ausnahme des Randes und der Mittelrippe aus zwei Schichten eng mit einander verbundener Zellen. Diejenige Zellschicht, welche die Oberseite des Blattes bildet, besteht aus parallelepipedischen Zellen von beträchtlichen Dimensionen; die Zellen der untern Schichte dagegen sind bedeutend kleiner, im Uebrigen aber gleichgestaltet. Sämmtliche Zellen stehen in lückenlosem Verbands, bis auf ziemlich enge Intercellulargänge von ungefähr quadratischem Querschnitt, welche die Stellen einnehmen, wo je zwei der grösseren Zellen der Oberseite und zwei der kleineren Zellen der Unterseite an einander grenzen. Flächenansichten des Blattes bei durchfallendem Lichte zeigen uns diese mit Luft erfüllten Intercellularräume als schwarze, das Blatt der Länge nach durchziehende, hier und da auch Anastomosen bildende Längsstreifen.

In allen Blattzellen, auch in den zählig vorspringenden Zellen des Randes (**z z z** Fig. 4) finden sich zahlreiche Chlorophyllkörner, die jedoch nicht immer die gleiche Lage beibehalten, sondern in Folge verschiedener Beleuchtung und mechanischer Eingriffe leicht ihre gegenseitige Stellung und die Art ihrer Lagerung und Vertheilung auf der Innenseite der Zellwände ändern. Die Anordnung und Ortsveränderung der Chlorophyllkörner ist in den Zellen der Blattoberseite wegen der grösseren Weite derselben viel deutlicher als in den schmalen Zellen der Blattunterseite. Wir haben daher in Fig. 4 die diesbezüglichen Verhältnisse in einem Fragment der Blattoberseite und zwar aus der Nähe des gezähnten Blattrandes, sowie diesen letzteren selbst zur Darstellung gebracht.

Wenn wir ausgewachsene grüne Blätter von der lebenden Pflanze ohne weitere Präparation so unter das Microscop bringen, dass die Oberseite der in Wasser liegenden Objecte dem Deckglas zugekehrt ist, so erkennt man schon bei mittelstarker Vergrößerung das Gefüge der Zellschicht an der Blattoberseite. Die Mitte des Blattes wird der Länge nach, von der Basis bis zur Blattspitze, von einem aus mehreren Zellschichten zusammengesetzten Faserstrang durchzogen; rechts und links von diesem Mittelnerv besteht die Zellschicht der Blattoberseite aus grösseren, breiteren, in der Flächenansicht oft quadratisch aussehenden Zellen, die ziegelsteinartig an einander gefügt sind. Jede dieser Zellen wird von einer farblosen, glashellen, doppelt conturirten Membran begrenzt; wo benachbarte

Zellen an einander stossen, dient dasselbe Membranstück für beide sich berührende Zellen. Da letztere im Ganzen und Grossen die Gestalt eines Ziegelsteines besitzen, so müssen wir an jeder Zelle 6 verschiedene Wandflächen unterscheiden, von denen 4 senkrecht zur Blattoberfläche stehen und die wir daher „Seitenwände“ nennen. Sie werden bei der Flächenansicht des ganzen Laubblattes allein gesehen, während die zwei andern Wandflächen parallel zur Blattoberfläche verlaufen: die eine von diesen zweien fällt in die Aussenfläche des Blattes selbst und soll kurzweg „Aussenwand“ genannt werden; die andere liegt tiefer, rückwärts, im Innern des Blattes und grenzt an die Zellen der Blattunterseite; wir nennen sie kurzweg „Rückenwand“. Während die Seitenwände (**sw sw** Fig. 4) bei mittlerer Einstellung alle auf einmal im optischen Schnitt gesehen werden und als farblose, zwischen zwei parallel neben einander laufenden Linien liegende Streifen erscheinen, können wir die parallel mit dem Deckglas verlaufende Aussen- und Rückenwand wegen ihrer Frontlage nicht direkt wahrnehmen, es sei denn dass wir es mit einer zerrissenen toten Zelle, deren Wände in Folge des Absterbens bräunlich gefärbt erscheinen, zu thun haben, wie dies in Fig. 4 bei **T T** der Fall ist, wo bei höherer Einstellung die Fragmente der bräunlich gewordenen Aussenwand in der Frontansicht wahrnehmbar sind.

Gegen den Blattrand hin nehmen die Zellen der Blattoberseite eine schmalere, langgestreckte Form an; die Längsaxe dieser Zellen verläuft in der Längsrichtung des Blattes. Am Blattrande selbst findet sich eine Zellreihe, in welcher je die zweite oder dritte Zelle in einen schief nach Vorn und Aussen gerichteten Zahn (**z z z** Fig. 4) ausgewachsen ist.

Alle Zellen ohne Unterschied stimmen darin überein, dass sie im lebenden Zustand von einer klaren, farblosen, wasserhellen Flüssigkeit erfüllt sind, während die Innenseite der Zellwände von einer dünnen Schichte farblosen Wandplasmas austapeziert erscheint. Auf diesem, von kleinen farblosen Körnchen durchsetzten Wandplasma liegt die grösste Zahl der grünen, assimilirenden, linsen- oder eiförmigen Chlorophyllkörner (**ch ch** Fig. 4) und der in jeder Zelle vorhandene, meist linsenförmige Zellkern (**N N**).

Unmittelbar nachdem wir das frisch abgeschnittene Blatt von *Elodea canadensis* im Wasser liegend und vom Deckglas bedeckt, unter das Microscop gebracht haben, finden wir die Chlorophyllkörner in einer lückenlosen einfachen Lage in der Plasmaschichte der in die Blattoberseite fallenden Aussenwand, bald in dichtgedrängter Stellung, so dass sich die grünen Körner mit ihren Rändern fast berühren, bald mehr zerstreut stehend, aber dann immer so, dass die Abstände zwischen den Chlorophyllkörnern gleich gross sind. Immer liegen letztere mit ihrem grössten Durchmesser der Zellwand parallel und sie befinden sich in Ruhe. In diesem Zustand gestattet das Object eine genauere Betrachtung der einzelnen Chlorophyllkörner (vergl. **T T** Fig. 4). Da finden wir häufig Körner von linsenförmiger Gestalt, die, weil sie uns die Breitseite zuehnen, von kreisrundem Umriss erscheinen. Bei andern Körnern finden wir einen elliptischen Umriss, noch andere sind länger gestreckt und zeigen auf halber Länge eine mehr oder weniger tief

gehende Einschnürung (**ch" ch"** bei **T T** in Fig. 4). Diese letzteren Körner sind im Begriffe, sich durch Zweitheilung zu vermehren. Jene Einschnürung greift nämlich immer tiefer, bis das erst langgestreckte, dann bisquitförmige Korn in zwei symmetrische Hälften, in Tochterkörner zerfällt. Bei Tag enthält jedes Chlorophyllkorn 1 oder 2 kleine kugelige Stärkekörnchen, die mehr oder weniger excentrisch, oft beinahe ganz am Rande des einen oder andern Poles liegen und — weil thatsächlich farblos — nur blass grünlich-gelb schimmern, da sie von einer mehr oder weniger dünnen Lage grüingefärbten Plasmas bedeckt sind. Da die Chlorophyllkörner von *Elodea* relativ gross sind, so eignet sich unsere Pflanze ganz vorzüglich zur Demonstration der Theilungsvorgänge geformter Plasmakörper. Häufig — aber nicht immer — trifft man auch den Zellkern auf der Aussenwand, neben den Chlorophyllkörnern im Wandplasma liegen (**N N** in **T T** Fig. 4). Da derselbe linsenförmig ist und ebenfalls mit der Breitseite der Aussenwand anliegt, so erscheint er uns in der Flächenansicht kreisrund. Er besteht aus feingekörntem, farblosem Protoplasma und besitzt ein excentrisches, kugelförmiges Kernkörperchen **n**. Wir haben in den beiden Zellenfragmenten **T T**, wo in Folge eines Risses der ganze Wandbeleg plötzlich getödtet und die ursprüngliche Lage der Chlorophyllkörner und des Zellkernes nur wenig alterirt wurde, die in Vorstehendem signalisirte Normalstellung der geformten Plasmatheile illustriert. Auf den Seitenwänden finden sich keine Chlorophyllkörner, oder nur ausnahmsweise hie und da ein solches, das dann seine schmale Seite dem Beobachter zuehrt und ebenfalls bewegungslos ist. Die mit der von Chlorophyllkörnern bedeckten Aussenwand parallele Rückenwand ist in dieser Zeit entweder ganz leer oder auch mit einigen wenigen Körnchen ordnungslos bedeckt.

Frank hat gezeigt, dass auch in Blättern, welche mit der Pflanze noch zusammenhängen, die nämlichen Zustände wie im eben frisch abgeschnittenen, unter dem Microscop liegenden Blatt gefunden werden. Dem gleichen Beobachter verdanken wir die anschauliche Beschreibung der hier nun zur Sprache kommenden Bewegungs-Erscheinungen. Unsere eigenen Beobachtungen, die wir zum Zwecke der Herstellung unserer Tafel anstellen mussten, stimmen mit den Frank'schen Angaben überein. Wir lehnen uns daher im Folgenden an die letzteren an:

In der Regel schon wenige Minuten nach Herstellung des Präparates bemerkt man Bewegung in die Chlorophyllkörner und Unordnung in ihre Stellung gerathen. Man sieht an einer oder an einigen Stellen der Aussenwand einige Körner weiter von einander rücken und anderen entsprechend sich nähern. Auch rutschen manche Chlorophyllkörner schon jetzt auf eine Seitenwand (wie in Zelle I. Fig. 4), meistens aber werden zunächst an der Aussenwand die Chlorophyllkörner an gewissen Stellen zusammengeschwemmt, bald vorwiegend in einen, bald in mehrere, aber nicht scharf umschriebene Haufen, bald auch mehr in Quer- oder in einem Längsstreifen; oder es sind solche Haufen nach einer oder mehreren Seiten hin zu einem Streifen verdünnt. Es ist überaus deutlich, dass diesen Anhäufungen von Chlorophyllkörnern eine Häufung schleimigen Protoplasmas an diesen Stellen entspricht. Bei

hinreichend starker Vergrößerung und guter Beleuchtung, z. B. bei Anwendung des Hartnack'schen Immersions-Systemes IX., kann man unschwer Theile des bis dahin gleichmässig vertheilten feinkörnigen Protoplasmas sich zu dünnern oder dickern Ballen oder zu Strängen zusammenziehen sehen, wobei die eingebetteten grossen Chlorophyllkörner passiv von ihrer Stelle gerückt werden. Man sieht nun aber auch in diesen Strängen eine innere Strömung beginnen, in Folge welcher die Chlorophyllkörner langsam in Bewegung gerathen. Dabei ist es überaus deutlich, wie ausnahmslos die Richtung, in welcher die grünen Körner sich bewegen, dieselbe ist, wie die, in welcher der Protoplasmaschleim fliesst.

Die Ströme verändern fortwährend ihre Lage, manche verzweigen sich, andere verschwinden, während wieder neue auftreten. Die Lage und Richtung der Ströme ist eine sehr mannigfaltige: manche gehen unter der Aussenwand querüber von einer Seitenwand nach der entgegengesetzten Seite in gerader oder in schiefer Richtung; meist aber senkt sich der Strom von einer Stelle der Aussenwand anhebend in schiefer Richtung in tiefere Gegenden der Zelle, nach der Rückenwand oder ungefähr nach der Kante zwischen dieser und einer Seitenwand (vergl. in Zelle II. Fig. 4 die beiden schief nach Oben und in die linke Ecke sich bewegenden Plasmaströme *pl pl*). In allen solchen Strömen werden vielfach auch Chlorophyllkörner mit fortbewegt und zwar entsprechend der Richtung und Lage dieser Ströme ohne bestimmtes Ziel. Zu einer gewissen Zeit werden z. B. eine Anzahl grüner Körner nach einer Seite hin oder nach dem Hintergrunde geschwemmt, während bald darauf durch einen neu entstandenen Protoplasmaström andere oder vielleicht dieselben Chlorophyllkörner wieder an die Aussenwand zurückgetrieben werden. So geschieht es auch zuweilen, dass vorübergehend einmal alle Chlorophyllkörner von der Aussenwand verschwunden sind; nach kurzer Zeit werden aber wieder welche dahin gebracht, um daselbst eine Zeit lang zu liegen oder umhergetrieben zu werden, und so kann sich auf einer schon leer gewordenen Aussenwand wieder eine ziemliche Anzahl Körner ansammeln. In dieser Weise geht das Spiel der Bewegungen eine Zeit lang fort, bis endlich nach 1—2 Stunden ein neuer Zustand angebahnt wird. Unverkennbar wird nämlich die Anzahl der momentan an der Aussenwand befindlichen Chlorophyllkörner im Allgemeinen immer geringer, während sich dieselben an den Seiten und Hinterwänden immer mehr anhäufen. Eine genauere Betrachtung lehrt aber auch, dass die Strömchen unter der Aussenwand (vergl. Zelle II. in Fig. 4) seltener werden. Man sieht nämlich, wie dieselben ihre Lage entweder so verändern, dass sie sich der um die Seitenwände vertheilten Protoplasma- masse einlagern, oder wie diejenigen Strömchen, welche von der Aussenwand nach der Seite oder nach Hinten fliessen, rückwärts aufhören und also ebenfalls von der an der Seite oder auf der Rückenwand liegenden Masse des Protoplasmas vollständig aufgenommen werden. In dem Maasse nun, als dieses Fliehen des Protoplasmas und der Chlorophyllkörner von der Aussenwand vollständiger wird, beginnt in den jetzt an den Seitenwänden (*sw sw* Fig. 4) angehäuften Massen eine neue Erscheinung, nämlich eine rings herum

laufende Rotation des plasmatischen Wandbeleges sammt den darin eingebetteten Chlorophyllkörnern, in gleicher Weise, wie es von der *Vallisneria spiralis* schon längst bekannt ist. Die Rotation bildet sich aber erst allmählig aus; zunächst sieht man nur an diesem oder jenem Punkte des Umfanges der Zelle schwache Ansätze einer solchen hervortreten, die an einer sehr trägen Fortbewegung dieses oder jenes grünen Kornes parallel der Seitenwand sichtbar wird. Es gerathen aber in der Folge immer mehr Körner in gleiche und gleichsinnige Bewegung und die letztere wird immer beschleunigter, bis endlich alle an den Seitenwänden der Zellen liegenden Chlorophyllkörner in je nach der Höhe der Temperatur verschieden lebhafter Rotation begriffen sind. Dabei macht man unschwer die Beobachtung, dass die den Seitenwänden aufliegende, in strömender Bewegung begriffene Plasmaschichte, in welcher die Chlorophyllkörner mit fortgeführt werden, jetzt gerade relativ sehr mächtig geworden ist (vergl. *pl pl* in Zelle III. Fig. 4).

Ist die Rotation einmal im vollen Gange, so bemerkt man in der Regel auch keine an der Aussenwand oder durch die Zellhöhle hingehenden Protoplasmaströmchen mehr. (Nur im Uebergangs-Stadium, wie z. B. in Zelle II. Fig. 4 zu sehen ist, können beiderlei Erscheinungen gelegentlich wahrgenommen werden).

Bis zum Eintritt der lebhaftesten Rotation sind auch in der Regel sämtliche Chlorophyllkörner von der Aussenwand verschwunden, oder es ist wohl noch eins oder auch ein paar daselbst sitzen geblieben (*ch" ch"* in Zelle V. Fig. 4), aber diese liegen dann dauernd in Ruhe. Auf der Rückenwand bemerkt man häufig eine grössere Anzahl von grünen Körnern, die unregelmässig gehäuft oder zerstreut liegen; auch diese sind unbeweglich.

Ist die Rotation einmal im Gange, so bleibt sie es dauernd, ebenso wie auch die Chlorophyllkörner in ihrer nunmehrigen Anordnungsweise unverändert verharren. Es wird also überhaupt der Zustand der Zelle, wie er sich beim Eintritt der Rotation ausgebildet, ein constanter. In abgeschnittenen Blättern, welche in Wasser unter Deckglas lagen, erhielt Frank die Zellen viele Tage lang am Leben, ein Umstand, der dieses Demonstrationsobject für Zwecke des Unterrichtes ungemein werthvoll macht.

Die beschriebenen Uebergänge aus dem Ruhezustand des wandständigen Protoplasmas und der darin eingebetteten Chlorophyllkörner und des Zellkernes in den Zustand ununterbrochener Rotation vollziehen sich in der Regel nicht genau gleichzeitig in allen Zellen des abgeschnittenen Blattes. Den Anfang machen in der Regel die der Wundstelle zunächst gelegenen Zellen, während diejenigen der Blattspitze und ihrer nächsten Partie etwas später nachfolgen. Auch in den Querzonen des Blattes befinden sich die Zellen im Allgemeinen nicht in ganz gleichen Stadien; die der Mittelrippe und dem gesägten Blattrand zunächst liegenden beginnen die Veränderungen früher als jene mehr isodiametrischen Zellen der Blattoberseite zwischen Rippe und Rand. Dies trifft auch dann zu, wenn wir ein frisch abgeschnittenes Blatt durch kreuzende Schnitte in mehrere Stücke zerlegen und letztere einzeln beobachten.

Hinsichtlich der Rotationsrichtung besteht keine bestimmte Beziehung zwischen den benachbarten Zellen: sowohl zwei seitlich als auch zwei in longitudinaler Richtung verbundene Zellen (letztere stehen in Längsreihen) können gleichsinnige wie entgegengesetzte Rotation haben, so dass es ebenso gut Zellwände gibt, auf deren beiden Seiten die Plasmastränge gleichgerichtet sind, wie solche, an denen dieselben in entgegengesetzten Richtungen fließen. Im einen wie im andern Falle ist das Schauspiel ein ungewohnt interessantes und belebtes, wenn man gleichzeitig die Rotation in mehreren Zellen auf einmal übersieht.

In den zu spitzen Zähnen (**z z z** Fig. 4) ausgewachsenen Zellen des Blattrandes ist das Protoplasma des Wandbeleges in anastomosirende Stränge verdickt, in denen langsame Circulationsbewegungen ähnlicher Art wahrgenommen werden, wie in den Zellen der Staubfadenhaare von *Tradescantia* und von *Erythrotis Beddomei* (vergl. die Tafel letzterer Benennung). Auch hier sind die wenigen Chlorophyllkörner in der Regel den circulirenden Plasmasträngen eingebettet, ebenso der Zellkern, der ähnlich wie die Chlorophyllkörner und die stets wechselnden Ströme seine Lage bald langsam, bald schneller wechselt, wie aus unserer Hauptfigur 4, wo die Pfeile jeweilen die Stromrichtung des beweglichen Plasmas andeuten, leicht zu ersehen ist. Verfolgen wir die Veränderungen im Zellinhalte eines frisch abgeschnittenen Blattes von Anfang an bis zum Eintritt der continuirlichen Rotation in den grösseren Blattzellen zwischen Rand und Rippe, so haben wir während der Fixirung der dem Blattrande angehörenden und ihm zunächst liegenden Zellen reichlich Gelegenheit, alle möglichen Uebergangsstadien zwischen ausgesprochener Circulation einerseits und Rotation andererseits wahrzunehmen, wobei sich jene Bilder ergeben, die wir in den mehreren Randzellen und den benachbarten Zellen der Blattoberseite (Fig. 4) dargestellt haben.

Diese Bewegungserscheinungen des lebendigen, in seinen bisherigen Beziehungen zum ganzen Pflanzenkörper durch die Lostrennung und das Zerschneiden des Blattes gestörten Protoplasmas sind an und für sich schon interessant; sie beanspruchen aber von jedem Beobachter um so mehr Interesse, als hier nicht bloss farbloses, peripherisch im Zellinnern eingeschlossenes Plasma (wie bei *Chara*) in Bewegung geräth, sondern auch die grossen Chlorophyllkörner und der noch grössere Zellkern passiv in die Wanderung mit hineingezogen werden. Die rotirenden Chlorophyllkörner kehren dem Beschauer selbstverständlich die Schmalseite zu, sind daher nur im Profil zu sehen. Das Gleiche gilt von dem rotirenden, also auf den Seitenwänden der Zelle hingleitenden Zellkern (vergl. **N' N'** in Fig. 4 rechts oben). Häufig stauen sich nicht allein die Wellen werfenden, wandernden, feinkörnigen und farblosen Particen des Wandplasmas, sondern auch die mitwandernden Chlorophyllkörner zu langsam dahintrutschenden Haufen (**ch** in Zelle B Fig. 4). Ebenso häufig stauen sich die wandernden, lebhaft rotirenden Chlorophyllkörner am träge dahingleitenden Zellkern, diesen oft ganz bedeckend und mit ihm zusammen einen momentan in seiner Bewegung verzögerten Klumpen bildend. Nicht selten bleiben einzelne Chlorophyllkörner, oder der isolirt gleitende

Zellkern allein in einer Ecke zwischen Längs- und Querwand für einige Augenblicke liegen, oft durch den ziehenden Druck des rotirenden Plasmastromes für Momente in den Formen sich verändernd, bis sie langsam und allmählig aus dem Winkel wieder auf die flache Wand vorrücken, dort ihr Linsenprofil wieder annehmend und abermals in eine lebhaftere Bewegung gerathend.

Das Fliehen der Chlorophyllkörner von den mit der Blattoberseite parallelen Zellwandflächen auf die seitlichen Wände, wobei die grünen Körner zur Flächenansicht des Organes Profilstellung einnehmen, ist nicht allein bei *Elodea*, sondern auch bei andern grünen Pflanzen beobachtet worden. In vielen Fällen vollzieht sich diese Flucht unter dem Einfluss verschiedener Lichtintensitäten. Hierüber wolle man die Stahl'sche Arbeit „Ueber den Einfluss von Richtung und Stärke der Beleuchtung auf einige Bewegungserscheinungen im Pflanzenreich“ (Bot. Zeitung 1880) nachlesen und dieselbe vergleichen mit der Arbeit von Frank: „Ueber die Veränderung der Lage der Chlorophyllkörner und des Protoplasmas in der Zelle und deren innere und äussere Ursachen“ (in Pringsheim's Jahrbüchern für wissenschaftliche Botanik, Band. VIII., 2. Heft, 1871). In beiden Arbeiten ist die weitere diesbezügliche Literatur angegeben. Ein den dormaligen Stand dieser Frage beleuchtendes Referat findet sich in W. Pfeffer, Pflanzen-Physiologie, II. Band 1881 pag. 392 ff. unter dem Titel: „Bewegungen der Chlorophyllkörner“. —

**Fig. 1.** Habitusbild eines üppig vegetirenden und blühenden, weiblichen Exemplars von *Elodea canadensis*, in natürlicher Grösse nach dem Leben gezeichnet. **st st** — Stengel; **rr** — Wurzeln; **kn** — neue Sprossknospe am untern, ältern Stengeltheil; **sss** — überall die „Spatha“ der axillären Blüten; **pr, pr' pr''** — langgestreckte, fädige Blütenröhre; **ff** — drei an der Oberfläche des Wasserspiegels zur Anthese gekommene Blüten; **bl bl** — unter dem Wasserspiegel sich öffnende Blüten, je eine kugelige Luftblase **ll** tragend.

**Fig. 2.** Fragment eines Stengelstückes mit drei Blattquirlen **A, B** und **C** und einer vom Quirl **A** abgehenden, aus der Achsel des „Deckblattes“ **blt'** entspringenden weiblichen Blüthe, bei 8-facher Vergrösserung nach der Natur gezeichnet. **s** — Spatha; **pr** — Blütenröhre.

**Fig. 3.** Oberer Theil einer weiblichen Blüthe, schief von Oben gesehen, 23 mal vergrössert. **pr** — Blütenröhre; **kkk** — Kelchblätter; **ccc** — Kronblätter; **f** — die drei verkümmerten fädigen Staubblätter; **st st** — die carminrothen Narben.

**Fig. 4.** Fragment der Blattoberseite mit dem gezähnten Rand und den nächstliegenden Längsreihen der hier langgestreckten Blattzellen, am Ende der Uebergangszeit zur Rotation des plasmatischen Wandbeleges. Unten rechts bei **TT** zwei bei der Präparation zerrissene, plötzlich getödtete Zellen mit bräunlichen Wänden; die Chlorophyllkörner liegen flach auf der dem Beschauer zugekehrten Aussenwand und

zeigen alle Theilungsstadien. **N N** — Zellkerne; **n n** — Kernkörperchen. In Zelle I. beginnen die Chlorophyllkörner auf die Seite zu fliehen; in Zelle II. ist diese Flucht weiter vorgeschritten: die letzten Plasmastränge **pl** fliehen mit dem Zellkern **N** und den Chlorophyllkörnern **chl** von der Aussenwand auf die Seitenwände **sw sw**, wo das Plasma bereits in Rotation übergeht. In den Zellen III. und IV. und B sind alle Chlorophyllkörner auf die Seitenwände vertheilt und rotiren hier sammt dem Zellkern im geschlossenen Strom des Wandplasmas. In Zelle V. sind einige

Chlorophyllkörner (**ch''**) auf der Aussenwand verblieben und verharren in Ruhe. In Zelle VI. rotirt das auf den Seitenwänden liegende Plasma, während noch ein Plasmastrang auf der Aussenwand schief von einer Seite zur andern querüber läuft. In den Blattrandzellen, die zum Theil in spitze Zähne **z z z** ausgewachsen sind, bietet das lebendige Plasma die schönsten Bilder der Circulation. Ueberall geben die Pfeile die Richtung an, in welcher die Plasmatheile strömen. Vergrößerung 2200. (Alle Figuren wurden vom Herausgeber nach dem Leben gezeichnet).

- Literatur:** **Torrey, John.** Flora of the State of New-York. Vol. II., Plate CXXV. pag. 264, 265. Albany 1843.
- Caspary.** Die Hydrilleen, in Pringsheim's Jahrbüchern für wissenschaftliche Botanik. Bd. I.
- Caspary.** Die Blüthe von *Elodea canadensis*, in Bot. Zeitung 1858 pag. 313 ff. und Tafel IX.
- Horn.** Zur Entwicklungsgeschichte der Blüthe von *Elodea canadensis*, im Archiv für Pharmacie, III. Reihe. Vol. I. Heft V.
- Frank.** Ueber die Veränderung der Lage der Chlorophyllkörner und des Protoplasmas in der Zelle, und deren innere und äussere Ursachen. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Band VIII. pag. 233 ff. Leipzig 1871.
- Eichler.** Blüthendiagramme I. Theil, pag. 92, 93. Leipzig 1875.
- Stahl, E.** Ueber den Einfluss von Richtung und Stärke der Beleuchtung auf einige Bewegungs-Erscheinungen im Pflanzenreiche, mit 1 Tafel. Botanische Zeitung 1880.
- Pfeffer, W.** Pflanzen-Physiologie II. Band. Leipzig 1881, pag. 392 ff.