

# Der Bellenstaat.

Von

Prof. Dr. Ferdinand Cohn in Breslau.

Nichts ist gewisser, als daß alles Leben dem Altern und dem Tode verfallen ist, und doch widerstrebt nichts mehr unserm Gefühle. In der Kraft der Jugend fühlt unser Körper sich wie für ewige Dauer geschaffen; warum muß das höchste Kunstwerk mit der Zeit sich abnutzen und zerfallen? Je fürchtbarer der Widerspruch zwischen der unerschöpflichen Lebensfreudigkeit und dem unentrinnbaren Schicksal, desto größer die Sehnsucht, die sich in's Reich der Poesie flüchtet und in der selbstgeschaffenen Welt des Traums die finsternen Mächte der Wirklichkeit zu bannen hofft. Ewiger Jugend erfreuen sich die unsterblichen Götter, der Genuß von Nektar und Ambrosia läßt ihren lockigen Scheiteln das Alter nicht nahen. Die nämliche Mythe klingt in andrer Gestalt in den Liedern der Edda wieder, wo Idun den Aßen Walhall's täglich die Äpfel darreicht, deren Genuß ihnen die ewige Jugend erhält. Auch der durch die Flammen gereinigte Halbgott Herakles wird unsterblich, nachdem er von Hebe, der Göttin der Jugend die Schale mit Nektar empfangen. Selbst sterbliche Menschen können sich durch die Gnade der Götter verjüngen. Als Odysseus nach zwanzigjähriger Irrfahrt, durch unsägliche Leiden gealtert, zur trauten Heimath zurückgekehrt ist, gießt ihm Pallas Athene über Haupt und Schultern blühende Jugend und Schönheit, wie der Künstler Gold über Silber gießt. Wer die geheimen Kräfte der Pflanzen kennt, vermag wol aus ihnen einen Trank zu bereiten, der den gealterten Gliedern die Jugend wiedergibt; so verjüngt Medea durch den Lebenssaft magischer Kräuter ihren greisen Vater, bei der Bereitung des Trankes begrünt sich der Holzquirl und treibt Blüthen und Früchte, wo der vom kochenden Gebräu ausgespritzte Schaum hinfällt, da sprossen Kräuter und Blumen hervor.

So die Sage, und wie sie in hundertfacher Gewandung von orientalischer und abendländischer Phantasie ausgesponnen wird, erzählt sie bald von einem Trank, bald von einem Kraut, bald von einer Quelle der Verjüngung. Eine solche aufzufinden war im Mittelalter die Aufgabe geheimnißvoller Adepten; der Stein der Weisen sollte nicht bloß die Kraft haben, Kupfer in Gold zu verwandeln, sondern auch Todte zu erwecken, Kranke gesund und Greise jung zu machen. Zahlreiche Charlatane, von Apollonius von Thyana bis zum Grafen St. Germain und Cagliostro behaupteten, das Elixir des Lebens erfunden zu

haben, und noch Mehrere haben es ihnen geglaubt. Und nicht bloß in den dunkeln Laboratorien der Alchymisten wurde dem Mysticism der Verjüngung nachgeforscht; die Sehnsucht danach trieb ganze Völker zu abenteuerlichen Unternehmungen von historischer Bedeutung. Nach einer alten Sage zogen am Anfang des dritten Jahrhunderts 300 junge Paare unter Anführung ihrer Priester aus China in das östliche Meer hinaus, um das Heilmittel aufzufinden, das unsterblich macht; zwar fanden sie es nicht, aber sie entdeckten die Insel Nipon und gründeten auf dem Archipel des Sonnenaufgangs das japanische Reich. Den spanischen Entdeckern erschien Amerika mit seinen Schätzen und Herrlichkeiten als ein Land der Wunder, wo alle Kindermärchen, alle frommen Wünsche ihre Verwirklichung finden sollten, es käme nur darauf an den richtigen Ort zu entdecken. Wie sie das Goldland, El Dorado in den brasilianischen Urwäldern suchten, so wurden Expeditionen unternommen, um die Quelle der ewigen Jugend zu entdecken, die irgendwo in der neuen Welt fließen sollte; bei einem dieser Streifzüge im Jahr 1513, auf dem Tausende umkamen, wurde Florida entdeckt <sup>1)</sup>. „Der Durst nach Schätzen und der Wunsch nach Verjüngung“, sagt A. v. Humboldt, „haben beinahe wetteifernd die Leidenschaften der Völker gereizt“.

Dorado ist inzwischen in Californien und Australien entdeckt worden, reicher an Gold, als die aufgeregte Phantasie jener spanischen Abenteurer träumen konnte; die Quelle der Verjüngung aber ist nicht gefunden worden und kann nicht gefunden werden, wenn man sie an einem bestimmten Orte der Erde sucht. Dennoch ist sie kein Märchen, kein Traumgebilde, es braucht keines Adepten, um sie aufzufinden; sie strömt hell und unerschöpflich — in der ganzen lebendigen Natur.

Die Natur bleibt ewig jung; die Erde schmückt sich in jedem Frühling mit Laub und Blüten, ganz ebenso frisch und jugendkräftig wie damals, wo sie zum ersten Mal „hervorsprossen ließ Gras und samentragendes Kraut und Fruchtbaume ein jegliches nach seiner Art“. Die Gräser und Blumen freilich, die heuer gemäht oder verdorrt sind, die Blätter und Blüten, die heut der Sturm vom Baume herabgeweht hat, tragen nicht mehr dazu bei, dem nächsten Frühling sein Kleid zu weben; aber die Natur entlockt den alten Wurzeln neue Sprossen, den alten Stämmen neue Blätter und so verjüngt sich die Natur mit jedem neuen Jahre. Und wenn das Menschengeschlecht, wenn auch die übrigen Arten der Thiere und Pflanzen, trotz der ungezählten Jahrtausende, wo sie die Erde bewohnen, noch keine Spur des Alters zeigen, so ist freilich das einzelne Geschöpf vergänglich, es altert und stirbt; aber in die Lücke schieben sich ununterbrochen neue Generationen, so daß die Gesamtheit in jugendfrischer Lebenskraft beharrt. So beruht also die Verjüngung in der Natur darauf, daß zwar jedes einzelne Glied nur einen engbegrenzten Entwicklungskreis durchläuft, endlich abgenutzt und ausgeschieden wird, daß es aber durch frische Glieder ersetzt wird, welche den eben vollendeten Cyclus von neuem durchlaufen.

<sup>1)</sup> „Kein Fluß, kein Teich in ganz Florida blieb unversucht, wo Spanier sich nicht gebadet hätten, und noch zu Herrera's Zeit (um 1600) gab man die Hoffnung nicht auf, den Jugendbrunnen zu entdecken.“ Pfeffel, Geschichte des Zeitalters der Entdeckungen, p. 521. Bekannt ist die humoristische Darstellung des Jungbrunnens auf dem Bilde von Lucas Cranach vom Jahre 1546 in der Gemäldegalerie des alten Museums zu Berlin (Nr. 593).

## I.

Wenden wir diese Anschauung, die wir von der Verjüngung der Natur im Großen und Ganzen gewonnen, auf die Betrachtung eines einzelnen lebenden Wesens, möge es nun Mensch, Thier oder Pflanze sein, so erkennen wir, daß alles Leben auf einer stetigen Verjüngung beruht. Das Leben ist ein ununterbrochener Kampf mit dem Tode, der dasselbe in jedem Momente angreift, aber durch die Verjüngung zurückgeschlagen wird. Nur Täuschung ist es, wenn wir ein lebendes Wesen uns als etwas Beharrendes, seine Erscheinung als etwas Bleibendes vorstellen; das Leben gleicht in Wahrheit einem Wasserfall, der auch nur scheinbar ein stetiges Bild bewahrt; aber in Wirklichkeit behält keines der Wassertheilchen seinen Ort, das eine wird immer durch das andre verdrängt und ersetzt; nur in der ewigen Bewegung erzeugt sich das Scheinbild der Ruhe. Das Leben gleicht einer Flamme, die sich rastlos selbst verzehrt, und nur dann ein gleichförmiges Licht ausstrahlen kann, wenn immer neue Theilchen an Stelle der verbrannten treten, um ihrerseits einen Moment später der Vernichtung anheim zu fallen.

Auch im lebenden Körper ist die Mischung und Lagerung der Stoffe, von denen seine äußere Gestalt und seine innere Einrichtung abhängt, keinen Augenblick die nämliche; es findet ein ununterbrochener Stoffwechsel statt. Die Theilchen, welche sich in diesem Moment an einem Punkt zusammenfinden, sind im folgenden auseinander gesprengt und durch andere ersetzt. Denn nur eine Zeit lang fügen sich die Atome, welche den Körper aufbauen, dem Dienste des Lebens; früher oder später verlassen sie denselben, um dem freien Spiele der Anziehungskräfte zu folgen, welche die Elemente zu den beharrlicheren Verbindungen der unlebendigen Natur zusammensfügen. Darum muß der lebende Körper stets neue Elemente als Nahrung von außen aufnehmen, durch die er seine Verluste ausgleicht und so innig schieben diese sich an die Stelle der ausgeschiedenen, daß selbst das, mit den schärfsten Hilfsapparaten moderner Wissenschaft ausgerüstete Auge des Naturforschers erst nach längerer Zeit bemerkt, daß überhaupt eine Veränderung statt gefunden hat.

In Wirklichkeit aber ist jeder lebende Körper in ununterbrochener Veränderung begriffen, die in einer bestimmten Reihenfolge fortschreitet; das Leben gleicht einem Strome, der aus verborgener Quelle hervorspringt, langsam heranwächst, eine Zeit lang in gleicher Stärke dahinsluthet, um endlich mit abnehmender Geschwindigkeit im Meere der Unendlichkeit aufzugehen. Wir bezeichnen die Reihenfolge der Veränderungen, welche jedes lebende Wesen, die Pflanze und das Thier so gut, wie der Mensch durchläuft, als seine Entwicklung; die Entwicklung beginnt mit dem Momente der Erzeugung und endet mit dem Tode.

Aber mit dem Tode des Einzelwesens verschwindet nicht sein Geschlecht; allen lebenden Wesen wohnt die Fähigkeit bei, daß sich ein Theil vom Ganzen ablösen kann, der sich selbständig fortentwickelt, ernährt und durch den Stoffwechsel verjüngt. Wir bezeichnen diese Ablösung eines entwicklungsfähigen Theiles vom Ganzen, als Fortpflanzung; mit der Fortpflanzung vererbt sich die Entwicklungsgeschichte; der abgegliederte Theil, den wir als Ei oder Spore, als Keim oder Embryo, als Knospe oder Brutknolle bezeichnen, durchläuft im Wesentlichen die

nämliche Reihenfolge der Veränderungen, wie das Ganze von dem er sich abgelöst hat. Aus Gleichem entsteht Gleiches; die Kinder gleichen den Eltern, und da diese wieder ihren Ahnen gleichen, so erhält sich trotz der Vergänglichkeit des Einzelnen der Charakter der Art durch alle Generationen im Wesentlichen unverändert. <sup>1)</sup>

Am reinsten und klarsten spricht es sich in der Welt der Pflanzen aus, daß das Leben nichts ist, als eine stetige Entwicklung und eine ununterbrochene Verjüngung. Freilich ist es nicht leicht, das Leben der Pflanzen richtig aufzufassen, halten doch Viele es bloß für eine bildliche und uneigentlich angewendete Redensart, wenn man überhaupt vom Leben der Pflanzen spricht. Die Pflanzen laufen ja nicht fort, wenn man sich ihnen nähert; sie schreien nicht, wenn man sie anrührt, wie können sie da leben? Sie empfinden nicht, sie bewegen sich nicht, sie haben kein Bewußtsein, keine Seele, wie die Thiere, kann man das Leben nennen?

Wenn freilich Bewegung, Empfindung und Bewußtsein allein den Begriff des Lebens ausmachten, so könnte es zweifelhaft sein, ob die Pflanzen leben, obwohl es noch der Untersuchung werth ist, ob diese höheren Thätigkeiten wirklich den Pflanzen fehlen. Hat doch erst in den letzten Tagen Darwin in Uebereinstimmung mit vielen älteren Beobachtungen nachgewiesen, daß alle Theile der Pflanzen in einer ununterbrochenen Kreisbewegung begriffen sind und daß einzelne Organe derselben solche Empfindlichkeit zeigen, daß er sie mit dem Gehirn niederer Thiere zu vergleichen wagte <sup>1)</sup>.

Aber wenn wir statt von den höchsten Leistungen des Lebens auszugehen, uns an seine allgemeinen und wesentlichen Erscheinungen halten, so wird es uns zweifellos klar, daß die Pflanzen ganz in demselben Sinne lebendig sind, wie die Thiere und die Menschen. Nur dadurch unterscheiden sich die Pflanzen, nicht von den Thieren überhaupt, aber doch von den höheren Thieren, die dem Menschen am nächsten stehen und nach denen wir unsere Vorstellungen über das Thierleben im Allgemeinen zu bilden pflegen, daß bei ihnen die Einheit, oder wie wir es mit einem schwerfälligen und doch schwer zu übersetzenden Ausdruck gewöhnlich bezeichnen, die Individualität, in viel unvollkommener Weise ausgeprägt ist. Das Säugethier, der Vogel, der Fisch, der Käfer, der Schmetterling ist ein in sich abgeschlossenes, ein einheitliches und untheilbares Wesen; die Zahl seiner Glieder ist beschränkt; selbst Adern und Muskeln sind gezählt; keins kann hinzukommen, keins darf fehlen; nur dadurch daß sie alle in Wechselwirkung zu einander treten, erhalten sie das Leben des Ganzen, wie ihr eigenes. Im lebenden Thier treibt das Herz den Blutstrom durch die Gefäße, die Lungen läutern denselben, der Muskel vermittelt die Bewegung, der Nerv die Empfindung; aber aus dem Zusammenhange gelöst, athmet die Lunge nicht, schlägt das Herz nicht, empfindet der Nerv nicht, zuckt der Muskel nicht. Nicht der kleinste Theil kann vom Körper getrennt werden, ohne daß das Ganze litte, die Verletzung eines Gliedes wird gefühlt und ruft Gegenwirkung hervor in allen, auch den entferntesten Gliedern, weil

Alles nur zum Ganzen strebt,  
Einz in dem Andern wirkt und lebt.

<sup>1)</sup> Charles Darwin. The power of movements of plants. London 1880.

Ganz anders ist es bei der Pflanze. Zwar erscheint auch der Baum in gewisser Beziehung als ein einheitliches Wesen, wenn er das Netz seiner Wurzeln in den Erdboden einsenkt, den schlanken Stamm in die Luft erhebt und ihn oben in das Geflecht seiner Aeste und Zweige ausbreitet. Die Glieder, aus denen der Baum besteht, lassen sich als seine Organe auffassen; der Baum saugt durch die Wurzeln seine Nahrung ein, er athmet durch die Blätter, er pflanzt sich fort durch die Blüthen. Aber diese Glieder stehen untereinander in unendlich loferem Zusammenhange, als die Organe des Thieres. Ich kann von einer Weide soviel Blätter abreißen, als ich Lust habe, das Uebrige lebt weiter; ich kann ihre Aeste abschneiden, die stehen bleibenden werden sich um so kräftiger entwickeln; ich kann die Weide über der Wurzel abhauen, der Stumpf wird neue Sprosse treiben; setze ich die wurzellose Krone in die feuchte Erde, so wird sie ebenfalls fortleben. Um einen Ableger zu bekommen, brauche ich nur die Spitze eines Zweiges einzusetzen, sie wird sich betwurzeln und weiter wachsen; bei vielen Pflanzen ist sogar jedes einzelne Blatt lebens- und entwicklungsfähig; wir brauchen nur ein Blatt der Wachablume, der Citrone mit dem Stiel in die Erde zu stecken, so treibt dasselbe Wurzeln und auf der Oberseite sprießt ein neues Pflänzchen hervor; bei den Gesnerien entstehen junge Sprosse an jeder Stelle, wo ein Blatt eingeknickt wird, auf den Begonienblättern, da, wo die Blattnerben mit einem Messer durchgeschnitten worden; die fleischigen Blätter des Bryophyllum sind am Rande gekerbt und erzeugen, auf den feuchten Boden gelegt, aus jeder Einbuchtung ein neues Pflänzchen. Die Pflanze ist daher nicht untheilbar, wie das Thier, ihre einzelnen Glieder sind in viel höherem Maße selbständig und lebensfähig; wir können das so fassen: das Thier ist ein einheitliches Wesen, jedes seiner Glieder ist bloß Theil, nicht selbst ein Ganzes, es ist nur Organ, nicht selbst Individuum. Die Pflanze dagegen ist ein zusammengesetztes Wesen, eine Kette von Einzelwesen, die jedes ein selbständiges Leben besitzen, aber zu einem Gesamtleben höherer Ordnung verbunden sind; die Pflanze ist ein Organismus, dessen Organe selbst Organismen sind <sup>1)</sup>.

Ein Bild wird geeignet sein dieses Verhältniß zu erläutern. Ohne Zweifel ist ein Staat in vieler Beziehung ein einheitlicher Organismus, der einen selbständigen oft scharf ausgeprägten, im Laufe der Jahrhunderte sich unverändert erhaltenden Charakter trägt; der Staat bezeichnet sein Gebiet als ein untheilbares, also als ein wahrhaftes Individuum. Jeder Staat hat seine individuelle Entwicklungsgeschichte; er wird begründet, wächst, gelangt zur Blüthe und geht unter; er besitzt seinen Lebenshaushalt, für dessen Functionen er seine besondern Organe, seine Beamten unterhält. Auch nach außen hin handelt der Staat als einheitlicher Organismus, der Staat führt Kriege, der Staat begründet gemeinnützige Unternehmungen, vollendet großartige Bauwerke u. s. w. Aber wenn so der Staat als ein einheitliches Ganze auftritt, so erscheint er nach der andern Seite als eine Gliederung von Provinzen; jede Provinz ist ein Staat

<sup>1)</sup> Daß viele niedere Thiere in ganz ähnlicher Weise zertheilbar sind, wie die Pflanze hat schon im vorigen Jahrhundert Trembley durch seine berühmten Versuche mit den Süßwasserpolypen bewiesen. Die nahe verwandten Korallenthierchen sind zusammengesetzte Wesen, ganz in derselben Weise, wie die Pflanzen; man kann den Baum geradezu als Polypenstock auffassen

im Kleinen, ebenfalls in sich organisiert; und die Geschichte gibt uns zahlreiche Beispiele, daß die einzelne Provinz unter Umständen sich vom Gesamtstaate abzulösen und als selbständiger Staatsorganismus fortzubestehen vermag. Die Provinz wieder kann als eine Gliederung von Gemeinden betrachtet werden, welche die kleinsten gesellschaftlichen Vereinigungen darstellen; jede Gemeinde ist auch ein Staat im Kleinen, mit selbständigem Haushalt und im Nothfall befähigt unabhängig fortzubestehen, wol auch, wie Rom, Carthago, Venedig gezeigt, zu mächtigen Staaten heranzuwachsen. Legen wir dieses Bild zu Grunde, so können wir das Thier einem straff centralisirten Einheitsstaate vergleichen, dessen Glieder ihre Selbständigkeit gänzlich verloren haben und wo ein einziger Wille das Ganze beherrscht; die Pflanze dagegen können wir als einen freier organisirten Bundesstaat auffassen, dessen Glieder trotz der Hingebung an die Gesamtheit doch sich eine gewisse Selbständigkeit und Selbstverwaltung gewahrt haben, nach dem Schiller'schen Spruch:

Immer strebe zum Ganzen, und kannst du selber kein Ganzes  
Werden, als dienendes Glied schließ' an ein Ganzes dich an.

In dem Bundesstaate der Pflanze entsprechen die Aeste und Zweige den Provinzen, die Blätter den Gemeinden; aber die Gemeinde ist noch nicht das letzte Glied der Kette; die Gemeinde ist selbst wieder eine Vereinigung von Bürgern. Der Bürger, obwol Mitglied der Gemeinde und des Staates, ist doch ein selbständiges Wesen, das zunächst für sich lebt, seinen eigenen Haushalt hat; ja alle seine Bestrebungen haben zum nächsten Zweck nur die Erhaltung seiner eigenen Existenz. Aber gerade dadurch, daß der Bürger in berechtigtem Egoismus zunächst sein eigenes Wohl sich zur Aufgabe stellt, greift er zugleich fördernd in das Getriebe des Staatsorganismus ein und trägt zur Erhaltung des Gesamtstaates bei. Jeder Bürger durchläuft seinen selbständigen Entwicklungsgang von der Geburt bis zum Tode; aber mit dem Tode der Einzelnen stirbt noch nicht die Gemeinde, an ihre Stelle treten die Nachkommen, die den leeren Platz ausfüllen; in der ununterbrochenen Reihenfolge der Geschlechter verjüngt sich Gemeinde und Staat.

Ebenso ist es im Staate der Pflanze. Wenn wir das Blatt mit der Gemeinde vergleichen, so besteht dasselbe aus einer größeren oder geringeren Anzahl von Einzelwesen, welche als selbständige Organismen betrachtet werden können. Die Bürger, durch deren Vereinigung der Staat der Pflanze gebildet wird, nennt der Botaniker Pflanzenzellen.

Alle Pflanzen ohne Ausnahme sind in allen ihren Theilen aus Zellen zusammengesetzt; in ähnlicher Weise, wie jedes Bauwerk vom Palast bis zur Hütte in allen seinen Theilen aus Bausteinen besteht. Jede Pflanzenzelle führt ein individuelles Leben; sie hat zunächst nur das Bestreben, sich selbst zu erhalten und zu entwickeln; sie nimmt selbständig Nahrung zu sich und verarbeitet sie; sie stirbt endlich, nachdem sie in der Regel vorher eine Nachkommenschaft an ihrer Statt zurückgelassen. Indem die Zellen in den Blättern zu Zellgemeinden, diese wieder zu den Provinzen der Laubzweige sich vereinigen und in lebendigen Wechselverkehr zu einander treten, so erhalten sie das Leben der Gesamtpflanze in ähnlicher Weise, wie durch die Wechselwirkung der einzelnen Bürger der

lebendige Gesamtstaat in's Dasein tritt. Was wir im Leben der Pflanze im Keimen und Sprossen, im Blühen und Fruchttragen vor sich gehen sehen, sind nur Haupt- und Staatsactionen in der Entwicklung des Zellenstaats und seiner Bürger.

Diese Bürger des Zellenstaats auch nur wahrzunehmen, reicht freilich unser Auge nicht aus. Kein Wunder, daß selbst ihre Existenz der Kenntniß der Naturforscher bis vor etwa zweihundert Jahren entgangen ist. Sie wäre noch heute verborgen, und damit der Schlüssel für das Verständniß des Pflanzenlebens uns entzogen, wenn nicht der Wissenschaft ein unschätzbares Instrument zu Hilfe gekommen wäre, das Mikroskop.

In der Ausstellung naturwissenschaftlicher Apparate, welche im Jahre 1876 im South Kensington Museum zu London stattfand, war von der naturforschenden Gesellschaft zu Middelburgh das Instrument ausgestellt, das um das Jahr 1590 ein Optikus dieser Stadt, Zacharias Sohn des Johannes, oder wie er nach holländischer Sitte gewöhnlich genannt wird, Zacharias Janssen, erfunden hatte; es ist ein langes, dickes Rohr von Blech, mit Glaslinsen an beiden Enden, unter denen ein Floh etwa so groß erscheint, wie ein Maikäfer. Das war nun allerdings das erste Mikroskop; während aber das fast gleichzeitig erfundene Teleskop alsbald von den großen italienischen und holländischen Mathematikern benutzt wurde, um die Geheimnisse des Himmels zu enthüllen, dauerte es noch Jahrzehnte, daß das Mikroskop bloß als Spielzeug, als kuriose Augenbelustigung diente, etwa wie heut zu Tage Kaleidostop oder Stereostop. Der Präsident der königl. Gesellschaft der Wissenschaft zu London, Robert Hooke, war der Erste, der in dem Mikroskop ein Werkzeug für wissenschaftliche Forschungen erkannte; im Jahre 1667 nahm er zu seiner Verwunderung wahr, daß dünne Schnitte von Fichtenholz oder Hollundermark, Moosblätter oder Kork unter starker Vergrößerung ein ähnliches Bild zeigen wie Bienenwaben; darum bezeichnete er auch die zierlichen Sechsecke, aus denen jene Pflanzenpräparate zusammengesetzt erschienen, wegen der Aehnlichkeit mit den Zellen der Bienen als Pflanzenzellen. Schon vier Jahre später legten der königl. Gesellschaft der Wissenschaft zwei ausgezeichnete Forscher, Marcello Malpighi von Bologna und Nehemias Grew von London, unabhängig von einander ein vollständiges Lehrgebäude der Pflanzenanatomie vor. Wie dann nach längerer Unterbrechung im Verlaufe des gegenwärtigen Jahrhunderts die mikroskopische Untersuchung des inneren Baues der Gewächse mit außerordentlich vervollkommeneten Instrumenten und Methoden, und zwar vorzugsweise und mit größter Meisterschaft durch deutsche Forscher, zur Vollendung gebracht wurde, können wir hier nicht ausführlicher verfolgen.

Dem Mikroskop aber verdanken wir es, daß da, wo das bloße Auge nur gleichförmige Massen wahrnimmt, wir jetzt eine wunderbare Mannigfaltigkeit der zierlichsten Gewebsformen unterscheiden und daß, wo starre Ruhe zu walten scheint, sich uns eine unbegreifliche Fülle von Lebensprocessen enthüllt hat. Das Mikroskop zeigt uns in der Pflanze, die dem bloßen Auge nur undeutliche Zeichen von ihrem innern Leben zu geben vermag, ein hochorganisirtes, in rastloser Entwicklung und Verjüngung begriffenes Staatsleben.

Den Bürger dieses Staates, die Pflanzenzelle, haben wir uns vorzustellen als ein äußerst einfach gebautes Wesen; es besitzt einen kugeligen Körper aus

weicher, schleimiger Substanz, gleich einem Saft, dessen innere Höhlung mit wässrigem Saft erfüllt ist. Die weiche Substanz, welche die Körperwand bildet, nennen wir Urbildungsstoff oder Protoplasma; es ist der wichtigste Stoff der ganzen Natur, denn er allein ist der Träger des Lebens; mit geringer Veränderung, die durch leichte Umwandlung vor sich geht, bildet das Protoplasma nicht bloß den Körper aller Pflanzenzellen, sondern auch das Eiweiß und den Dotter des Eiz, das Fleisch und das Blut, die Substanz des Gehirns und der Nerven, die Milch und den Käse, ja selbst Haut und Haar des Thieres. Während in der lebendigen Natur fast jede Gesteinsart eine andere chemische Zusammensetzung hat, bildet in der Welt des Lebens ein und derselbe Grundstoff den Körper so der Pflanzen, wie der Thiere bis hinauf zum Menschen.

Aber wenn die Pflanzenzelle bloß aus weichem Protoplasma bestände, so würde sie nicht im Stande sein, dem Druck und Anprall fremder Körper Widerstand zu leisten; deswegen umgibt sie sich mit einer harten Schale; sie fertigt sich ein Haus oder vielmehr eine Zelle zum Schutze und zur Wohnung. Dieses Haus baut sie sich in ähnlicher Weise wie die Schnecke das ihrige; sie scheidet an ihrer ganzen Oberfläche einen Stoff aus, der bald zu einer festen, durchsichtigen Schale erstarrt. Nur zeigt die Schale der Zelle, die wir als Zellhaut oder Zellwand bezeichnen, nicht die geringste Oeffnung oder Spalte, sondern schließt den Protoplasmakörper vollkommen dicht ein; wir können daher die Zelle mit einem Ei vergleichen, das in der harten Schale den weichen, lebendigen Inhalt birgt.

Die Größe der Pflanzenzellen ist sehr verschieden; beim Hollundermark, bei den Blättern der Begonien nehmen wir schon mit bloßem Auge ein äußerst zartes Gitterwerk wahr; der Blütenstaub des Roggens oder des Kürbiss vertheilt sich im Wasser in kleine Stäubchen; das sind die einzelnen Zellen, die eben an der Grenze der Sichtbarkeit stehen: ein Tropfen Bierhese dagegen wird, unter dem Mikroskop aufgelöst in Millionen eirunder Pilzzellen, von denen 1—2000 neben einander noch nicht den Raum eines Centimeters einnehmen. Im Durchschnitt mögen die Pflanzenzellen etwa die Dicke eines Haars erreichen, viele nur den dritten oder vierten Theil; andere werden größer und insbesondere weit länger; die einzelnen Fäserchen, aus denen ein Leinen- oder Baumwollenfaden zusammengesponnen ist, sind auch Pflanzenzellen, die zwar sehr schmal, aber 2—6 cm lang sind.

Aber in der Natur ist nichts groß und nichts klein; Raum ist auch in der kleinsten Zelle für die größte Mannigfaltigkeit und Kraftentfaltung des Lebens. In jeder Zelle geht vor sich ein ununterbrochenes Bilden und Umbilden, Entstehen und Vergehen, ein steter Stoffwechsel; die Zelle nimmt Nahrung auf und verarbeitet sie, sie athmet ein und aus; gewisse Atome, die für den Dienst des Lebens unbrauchbar geworden, werden ausgeschieden, an ihre Stelle andere von außen aufgenommen; auf Ernährung und Stoffwechsel beruht die Verjüngung der Zelle, von der die Erhaltung ihres Lebens abhängt. Selbstverständlich können es nicht feste Nahrungstoffe sein, welche die Zelle verwerthet; wir wissen ja, daß dieselbe in einer völlig geschlossenen Schale oder Haut eingekapselt ist; wol aber kann die Zelle flüssige und gasförmige Nahrung aufnehmen. Zwar haben selbst die vollkommensten Mikroskope es bisher noch nicht zu Stande

gebracht, in der Zellhaut Löcher sichtbar zu machen; dennoch ist nicht der geringste Zweifel, daß die Schale der Zelle porös ist, wie ein Schwamm, nur daß ihre Poren unendlich viel feiner sind. So begreift es sich, daß, wenn eine Zelle sich in einer Flüssigkeit befindet, ihre Haut sich vollsaugt und von der eingesaugten Flüssigkeit soviel an den Protoplasmakörper in ihrem Innern abgeben kann, als dieser zu seiner Ernährung braucht. Aber auch umgekehrt können gewisse Bestandtheile des Zellstoffes, deren der lebendige Protoplasmakörper nicht selbst bedarf, durch die Poren der Haut nach außen ausgeführt werden, wo sie dann vielleicht einer Nachbarzelle zu Gute kommen. Auch Luftarten werden durch die feinen Hautporen eingesaugt und Gase, die sich in der Zelle entwickelten, nach außen ausgeführt.

Bekanntlich glaubten die alten Naturforscher, daß alle Körper aus vier Elementen zusammengemischt seien, aus Feuer, Wasser, Luft und Erde. Die moderne Physik und Chemie hat freilich die vier Elemente der Alten längst ihrer hohen Wichtigkeit entkleidet; sie hat uns gelehrt, daß Feuer ein chemischer Proceß, daß Wasser eine Verbindung, Luft ein Gemenge zweier Gasarten, daß endlich Erde die Anhäufung verschiedenartigster Gesteine in feinsten Vertheilung sei. Aber für das Leben der Pflanzen haben die alten Elemente ihre Bedeutung beibehalten; Erde, Wasser und Luft sind die Nahrung der Pflanzen; Feuer, oder vielmehr Licht und Wärme sind die Kräfte, welche das Spiel des Lebens in den Zellen in Bewegung setzen.

Aus den Gesteinstrümmern, aus denen die Erdrinde zusammengeschlemmt ist, lösen sich gewisse Bestandtheile, größtentheils mineralische Salze, in dem Wasser, welches als Schnee, Regen oder Thau vom Himmel fällt und die feinen Poren des Bodens durchdringt. Diese Bodenlösung, dieser Bodensextract enthält die wichtigsten Nährstoffe für die Pflanzen. Während man früher meinte, nur die eigenthümliche Mischung von Mineralbestandtheilen mit den Resten vermoderter Pflanzen, die man Humus nennt, sei geeignet, die Pflanzen zu ernähren, hat die Wissenschaft längst ermittelt, daß nicht der Humus selbst eine Pflanzennahrung sei, sondern die mineralischen Salze, die er enthält: das Kali, der Kalk, die Magnesia, das Ammoniak in Verbindung mit der Schwefel-, der Salpeter-, der Phosphorsäure; und gleich wie heutzutage der Arzt dem Fieberkranken statt des unreinen und unsicheren Extractes der Chinarinde eine Lösung der rein dargestellten Chinaalkaloide in bestimmten Verhältnissen verschreibt, oder statt des rohen Opiums mit seiner wechselnden Zusammensetzung ein reines Morphiumsalz verordnet, so züchtet auch der Physiologe seine Pflanzen ohne Humus in destillirtem Wasser, in welchem er die nährenden Mineralsalze des Bodens in reinsten krystallisirten Form und in zweckmäßig angeordneten Mischungsverhältnissen aufgelöst hat. Aber außer dieser mineralischen Nährlösung lebt die Pflanze auch noch von der Luft. Bekanntlich ist die atmosphärische Luft ein Gemenge von 4 Theilen Stickstoff und 1 Theil Sauerstoff, wozu noch eine geringe Menge Kohlensäure kommt. Aber während der Stickstoff für das Leben der Pflanze ebenso wenig verwertht wird, als für das Thier, sind Sauerstoff und Kohlensäure Nährstoffe der Pflanzen, ohne die sie sich nicht verzüngen, ohne die sie keinen Stoffwechsel unterhalten, ohne die sie nicht leben können.

Wasser, Erdsalze, Lustarten werden als Rohstoffe von den Pflanzen eingesaugt, aber im Innern der Zellen verwandeln sie sich in Stärkemehl und Zucker, in Gummi und Holzfaser, in Eiweiß und Kleber, in Oele und Harze, in wirkungskräftige Heilstoffe und in tödtliche Gifte. Die einfachste Pflanzenzelle besitzt eine Kunst, welche die gelehrtesten Chemiker ihr noch nicht abzulernen vermochten. Zwar kann auch der Chemiker in seinem Laboratorium manchen Stoff künstlich darstellen, den die Pflanzenzelle ebenfalls hervorbringt; er kann das Stärkemehl der Kartoffel in den Zucker verwandeln, welcher der Weintraube ihre Süßigkeit gibt; diesen wieder kann er in die Fruchtsäuren umbilden, die erst in Verbindung mit dem Zucker der Beere ihren erfrischenden Wohlgeschmack verleihen; selbst den Duft der Früchte, der Aepfel und Birnen, der Erd- und Himbeeren, ja sogar den feinsten unter ihnen, das Arom der Ananas bereitet er aus dem Fuselöl, das er aus der Gährung des Zuckers gewonnen hat. Aus Benzoe- und Ameisensäure macht er Bittermandelöl; den scharfen Geschmack des Pfeffers, den ähnden des Senfjamens vermag er ebenso gut künstlich nachzubilden, als das narkotische Gift, das zur Heilung kranker Augen bisher nur die Tollkirsche in ihren rothen Beeren präparirte. Aus dem Saft des Fichtenholzes erzeugt er die aromatischen Krystalladeln des Vanillin, zu dessen Bildung bisher eine mexikanische Orchidee ihre Schoten hergeben mußte; aus der Destillation des Holzes gewinnt er eine brenzliche Flüssigkeit, aus der er die heilsame Salicylsäure darstellt, deren Erzeugung früher den Blüthen der Spierstaude oder den Rindengeweiben der Weide überlassen werden mußte, aus der Salicylsäure macht er nicht nur die dintenbildende Gallussäure, die ehemals nur eine kleine Wespe durch ihren Stich aus den Zellen der Eiche hervorzulocken wußte, sondern auch das würzige Arom des Waldmeisters. Er hat die Arbeit der Zellen in der Krappwurzel überflüssig gemacht, da er die kostbaren Farbstoffe derselben neben hundert anderen prachtvollen Pigmenten aus dem Theeröl und der Steinkohle fabricirt, und ist eben im Begriff, auch der Indigopflanze ihre Arbeit abzunehmen, indem er den Indigo künstlich erzeugt. Aber allen diesen Manipulationen des Chemikers, so bewunderungswürdig sie auch sind, liegt doch immer ein Rohstoff zu Grunde, welcher einmal aus dem lebendigen Laboratorium einer Pflanzenzelle hervorgegangen ist. Und auch hier ist, trotz der unermesslichen Fortschritte, welche die moderne Chemie in den letzten Jahrzehnten gemacht, doch ihre Kunst noch immer beschränkt; noch ist keine Aussicht vorhanden, gerade die wichtigsten aller Stoffe, welche den Körper der Thiere und Pflanzen aufbauen und ihre lebenden Zellgewebe bilden, Protoplasma oder Pflanzenzellhaut, das Material der Muskeln und der Nerven künstlich darzustellen. Die Chemie theilt diese Beschränktheit ihrer Mittel mit dem Thiere; kein Thier kann von Luft, Wasser und Erde allein leben, wie die Pflanze, kein Thier kann die einfachen chemischen Verbindungen, wie sie in der unlebendigen Natur vorkommen, zu dem Lebensstoffe Protoplasma zusammensfügen. Das Thier muß den Stoff für sein Fleisch und Blut von den Pflanzen beziehen, da es denselben sich durch die eigenen Lebenskräfte nicht erzeugen kann. Die Pflanzenzellen allein besitzen die Fähigkeit, die einfachen Verbindungen der unlebendigen Natur in lebensfähiger Materie zu veredeln. Aber jede Zelle versteht eine andere Kunst, liefert aus dem nämlichen Rohstoff andere Fabrikate. Daher

jene unendliche Mannigfaltigkeit von Stoffen der verschiedensten Wirkbarkeit, die alle dem Pflanzenreich entnommen sind. Dicht nebeneinander im nämlichen Waldes Schatten wachsen Hahnenfuß und Waldmeister, Taufendguldenkraut und Tollkirsche; der nämliche Boden gibt ihren Wurzeln Nahrung, die nämliche Luft umspielt ihr Laub, und doch bereiten die Zellen des einen ein äzendes, die des andern ein narkotisches Gift, die des dritten bitteren Heilsaft, die des vierten aromatische Würze.

Einen Theil ihrer Nahrungsstoffe verbraucht die Zelle zu ihrem eigenen Wachsthum; aber früher oder später hört das Wachsthum auf, die Zelle ist dann ausgewachsen, sie behält fortan die Gestalt und Größe unverändert bei, die sie einmal erreicht hat und wird nunmehr Dauerzelle genannt. Sie gleicht dann einer Kugel, einem Ei, einem vielflächigen Krystall; andere Zellen werden flach und viereckig, wie ein Ziegelstein, andere laufen in Strahlen aus, wie ein Stern oder bilden ein Zickzack, gleich den Mauern einer Festung; viele Zellen strecken sich in die Länge und gleichen langen Schläuchen, Röhren oder Fasern. Auch der innere Ausbau der Zellen ändert sich mit dem Alter; in der Jugend ist ihre Schale zart und dünn, später werden Verstärkungen und Verzierungen angebracht; jene Zellen zeigen intwendig einen hohlen Schraubengang, gleich einer Wendeltreppe; bei diesen bedecken zierliche Ringe, Netze, Leisten oder Gitter die Innenseite. Die meisten Zellen machen es wie die Auster, die mit dem Alter ihre Schale verdickt, indem sie neue Lagen absondert, welche die alten bedecken. Natürlich wird die Schale der Zelle um so fester, je stärker ihre Wand verdickt ist; wenn die Höhlung der Zellen fast ganz mit Verdickungsmasse gefüllt ist, können dieselben an Härte und Festigkeit mit Stein und Knochen wetteifern, wie Eisenholz und Elfenbeinruß beweisen.

Je dicker aber die Zellwand, desto schwieriger können durch ihre unsichtbaren Poren Flüssigkeiten und Gase hindurchbringen; bei fortschreitender Verdickung müßte der lebendige Protoplasmakörper, welcher die Zelle bewohnt, endlich wegen Mangel an Nahrung verhungern, er würde so sich seinen eigenen Sarg bauen, sich in seinem Zellengefängniß lebendig einmauern. Aber eine wunderbare Einrichtung sorgt dafür, daß die Nahrung der Zelle nicht gänzlich verstopft. Während sich nämlich die Zellwand immer fester und dichter wölbt, bleiben in ihr stets einige Thüren und Fenster offen, durch die der Verkehr mit den Nachbarzellen fortbesteht. Dies geschieht dadurch, daß an einzelnen Stellen die Zellwand sich nicht verstärkt; wenn nun im Laufe der Zeit die Schale immer dicker wird, erscheinen diese Stellen als Poren oder Canäle, die von dem Innern der Zelle nach außen führen. Und merkwürdiger Weise hat an jedem Punkte, wo ein solcher Canal die verdickte Zellwand durchsetzt, auch die Nachbarzelle einen Gang durch ihre ebenfalls verdickte Wand offen gelassen, so daß beide Canäle auf einander stoßen und nur durch eine dünne Scheidewand von einander getrennt sind; durch diese Porenkanäle bleibt daher ihr Verkehr unbehindert fortbestehen.

Nichtsdestoweniger unterliegt auch die Pflanzenzelle dem Schicksal alles Lebens, sie altert und stirbt endlich. Selten überlebt die Zelle einen Sommer; gegen das Ende des Herbstes wird ihre Lebensthätigkeit schwächer, allmählich geht der abgestorbene Protoplasmakörper der Auflösung entgegen; nur die starre

unverwesliche Schale, die Zellwand, kann als leere Kammer noch Jahre und Jahrhunderte sich erhalten, auch wenn der lebendige Bewohner längst zu Grunde gegangen ist. In der Regel jedoch pflanzt sich die Zelle fort, bevor sie stirbt; ähnlich wie ein Regenturm sich in zwei Hälften theilt, deren jede zu einem selbständigen Wurm erwächst, spaltet sich auch die Pflanzenzelle in zwei Tochterzellen, die an Stelle der Mutter eintreten und mit verjüngter Kraft ihre Lebens-thätigkeiten fortsetzen. Bei dieser Theilung der Zellen beachten wir unter dem Mikroskop die wunderbarsten inneren und äußeren Bewegungen im Zellkörper, erregt von dunkeln Kräften, die vom Zellkern auszustrahlen scheinen, einem kugeligem Centralorgan, welches im Mittelpunkt der Zelle an zarten Fäden aufgehängt ist.

## II.

Das ist in seinen Hauptzügen der Haushalt der Pflanzenzelle: sie ernährt sich durch Aufnahme flüssiger und gasförmiger Nährstoffe, sie verarbeitet dieselben zu den mannigfaltigsten Producten, sie athmet ein und aus, sie verstärkt und verdickt ihre Schale, jedoch so, daß sie mit ihren Nachbarn in lebendigem Verkehr bleiben kann, sie pflanzt sich fort, indem sie sich in zwei Tochterzellen theilt, sie altert endlich und stirbt. Werfen wir nun einen Blick auf die Einrichtungen und Geseze, nach denen die Zellen in organischer Verbindung als Bürger eines Gesamtstaates wirken und schaffen.

Wie es Waldbienen gibt, die nicht zu einem Stocke zusammentreten, wie es Menschenstämme gibt, die wild und ohne gesellige Verbindung in den Wäldern umherschweifen, so gibt es auch Pflanzenzellen, die ihr ganzes Leben einzeln dastehen; alle Zellen verrichten in gleicher Weise die sämtlichen Lebensgeschäfte, die freilich höchst primitiv und keiner Vervollkommnung fähig sind; ihre Brut bleibt nicht in gesellschaftlichem Verbande, sondern trennt sich in lauter freie Einzelwesen. Solche Pflanzen, die zu allen Zeiten aus einfachen Zellen bestehen, nennen wir einzellige; wir finden sie unter den niedrigsten Formen der mikroskopischen Welt, unter den Algen und Pilzen. Der grüne Ueberzug, der die Felsen, die Baumstämme, die Schindeln der Dächer färbt, wird unter dem Mikroskop in unzählige grüne Kugeln aufgelöst; der braune Schaum, der auf sonnenbeschienenen Teichen oder Gräben schwimmt, die Hefepilze, welche die Gährung, die Bakterien, welche die Fäulniß veranlassen, sind solche einzellige Pflänzchen.

Im Allgemeinen aber ist die Pflanzenzelle so gut wie der Mensch ein *ζῷον πολιτικόν*, ein geselliges Wesen, das nur im Staatsleben seine wahre Bestimmung erfüllt. In den allermeisten Gewächsen, von dem Moose bis zum Eichbaum, treten eine unglaubliche Anzahl von Zellen zusammen, um einen geordneten Staat zu bilden; die Zahl der Zellen in einem kleinen Kraute kann sich mit der Einwohnerzahl der mächtigsten Reiche messen, und ich habe berechnet, daß in einer Kartoffel von fünf Centimeter Durchmesser wenigstens zehn Millionen Zellen mit einander leben, und daß ein Fichtenstamm von fünf und zwanzig Meter Höhe und 25 cm Durchmesser, dessen Bau durch große Gleichförmigkeit sich auszeichnet und daher eine ziemlich genaue Schätzung gestattet, über hundert Milliarden Holzzellen enthält.

Der leitende Gedanke, welcher die Pflanzenzellen zu einem Staatsorganismus verknüpft, ist der nämliche, wie im Bienenstaate, oder im Staate der Menschen, die Theilung der Arbeit. Jede einzelne Zelle besitzt zwar ihr individuelles Leben und durchläuft ihren besonderen Entwicklungsgang; aber sie übernimmt nicht mehr alle Lebensverrichtungen, sondern sie beschränkt den Kreis ihrer Thätigkeit, um im kleineren Bezirk größere Vollkommenheit zu erreichen; in diesem aber arbeitet sie nicht für sich allein, sondern auch für die andern, während diejenigen Lebensbedürfnisse, für deren Beschaffung sie bei ihrer einseitigen Thätigkeit nicht selbst sorgen kann, ihr von den andern geboten werden. Daher vertheilen sich die verschiedenen Leistungen auf die verschiedenen Zellen so, daß die einen dieses, die andern jenes Geschäft zu ihrem Hauptberuf, zu ihrer eigentlichen Function machen. So ordnen sich die Zellen des Zellenstaates in verschiedene Berufskreise, gewissermaßen in verschiedene Stände, die sich gegenseitig in die Hände arbeiten; Einer lebt für Alle, Alle für Einen. Je vollständiger die Arbeitstheilung durchgeführt, desto besser kann jede Zelle für das Geschäft sich ausbilden, dem sie vorsteht; desto vollkommener werden ihre Arbeitsleistungen, desto mannigfaltiger und feiner ihre Erzeugnisse, desto höher organisirt ist der Zellenstaat, desto höhere Stellung nimmt die ganze Pflanze ein in der Rangordnung der Gewächse.

Wie im Bienenstock zwar alle Bürger des kleinen Staates Bienen sind und doch in verschiedener Weise an der Erhaltung des Ganzen sich betheiligen, so auch im Zellenstaat der Pflanze. Es gibt Arbeitszellen, wie es Arbeitsbienen gibt; andere Zellen dagegen sorgen, als geschlechtliche Wesen, gleich den Drohnen und der Königin, für die Nachkommenschaft und begründen einen neuen Stock.

In der Pflanze sind die Zellen, welche verschiedenen Functionen vorstehen, nicht ordnungslos im Stock zerstreut, sondern es gesellen sich stets eine größere oder kleinere Zahl von Zellen, die für diese oder jene Verrichtung besonders befähigt sind, zu einander und bilden ein Gewebe. Die Pflanzenanatomien unterscheiden drei Hauptarten von Geweben, deren jedes einer anderen Lebensfunction, einem anderen Beruf vorsteht; das Grundgewebe wird von den Zellen gebildet, welche die eigentlichen Arbeiter im Staate sind; zum Leitgewebe gehören diejenigen Zellen, denen das Transportwesen obliegt; zum Hautgewebe diejenigen, welche den Schutz des Zellstaates gegen die Außenwelt übernommen haben. Als vierte Classe können wir noch das Vermehrungsgewebe bezeichnen, wo die Zellen in der Fortpflanzung begriffen sind, und durch fortgesetzte Theilungen neue Colonien, neue Blätter und Blüthen, neue Knospen und Samen erzeugen.

Der Zellenstaat ist, um mit Herbert Spencer zu reden, nach dem Typus eines Industriestaats organisirt, wo zahllose fleißige Arbeiter in demokratischer Gleichberechtigung neben einander thätig sind, um die werthlosen Rohstoffe der todtten Natur zu veredeln, und in die kostbarsten und mannigfaltigsten Erzeugnisse des Lebens umzuwandeln. Das Grundgewebe repräsentirt gewissermaßen im Zellenstaate den Nährstand; in den Zellen des Leitgewebes ist der Handel vertreten; denn diese befassen sich damit, auf wohlgehabten Communicationswegen selbst die entlegensten Theile des Gebietes rasch und reichlich mit Nahrungsmitteln und Rohmaterialien zu versorgen, und die fertigen Fabrikate

zu exportiren. Aber ein wehrloses Reich wird eine leichte Beute seiner Feinde, darum unterhält der Zellenstaat, obwohl friedlich und aller Eroberung fremd, in den Zellen seines Hautgewebes einen kräftigen Wehrstand, gewissermaßen ein stehendes Heer, dem die Vertheidigung des Gesamtstaats an seinen Grenzen obliegt.

Wie einst Sparta sich am sichersten durch die lebendige Mauer seiner Bürger geschützt glaubte, so auch der Zellenstaat. Die Zellen des Hautgewebes bilden einen festgeschlossenen Grenzcordon, durch den kein Regentropfen, kein schädlicher Gashauch, kein feindliches Thier, keine Krankheit erzeugende Pilzspore eindringen darf; sie tragen harte Kieselpanzer oder sind durch undurchdringliche Wachshaut geschützt; sie haben keinen andern Beruf, sie leisten keine andere Arbeit, als in lückenloser Reihe feindliche Angriffe abzuwehren. Einzelne dieser Zellen treten über die Linie hervor, indem sie ihren Angreifern schneidend scharfe Waffen, haarspitze Stacheln oder Dornen entgegenstrecken, oder sie verflechten sich zu verworrenen Verhauen, in denen die Füße feindlicher Ameisen oder Blattläuse stecken bleiben. Bei mancher dieser Stachelwaffen ist die Spitze vergiftet, gleich dem Pfeil des Wilden, dem Zahn der Schlange, dem Stachel der Biene; berührt die Hand die Blätter einer Nessel, so brechen die spröden Glasspizzen der fein zugescharften Brennhaare ab und bleiben in der Haut stecken; in die unsichtbare Wunde ergießt sich das Gift, eines der stärksten, welches Natur und Wissenschaft zu brauen vermögen; denn ein Tröpfchen, das der feinsten Nadelspitze nicht gleichkommt, erregt schon bei unserer gemeinen Nessel brennenden Schmerz, und die Tropensonne Indiens kocht in einer verwandten Art, der Teufelsnessel (*Urtica urentissima*, auf Timor), einen Giftsaft aus, der bei der leisesten Berührung Entzündung, Fieber und unerträglichen Schmerz verursacht; und noch nach Jahr und Tag kehren dem verletzten Gliede, sobald es mit Wasser benetzt wird, die Schmerzen mit alter Heftigkeit wieder.

Die Zellen der Hautgewebe schließen so fest aneinander, daß sie, wie die Glieder einer tapferen Phalanx sich eher zerreißen, als von einander trennen lassen; nur als zusammenhängende Schicht kann man dieselben von den übrigen Geweben ablösen, als ein dünnes Häutchen, das sich von allen Pflanzentheilen abziehen läßt, und als Epidermis oder Oberhaut bezeichnet wird. An vielen Stellen jedoch ist die lebendige Zellenmauer von runden Oeffnungen, Spaltöffnungen, gewissermaßen von Pforten durchbrochen, die durch ein Zellenpaar, wie durch zwei Thorflügel geschlossen werden können; weichen dagegen die beiden Schließzellen auseinander, so wird dadurch Gasen und Dämpfen der Ein- und Ausgang in's Innere gestattet.

Wie einst das römische und noch heut das chinesische Reich, so ist auch der Zellenstaat der Pflanze von der Außenwelt durch seine Zellenmauer abgeschlossen; und er hat ihres Schutzes auch von Röthen, denn auch er hat „Feinde ringsum“: Menschen und Thiere aller Art, die oft zu einer einzigen Mahlzeit viel tausend Pflanzenleben vernichten; aber die gefährlichsten Gegner sind verkommene Glieder des eigenen Reichs. Denn nicht alle Pflanzen ernähren sich von friedlicher Arbeit; es gibt unter ihnen auch Raubgesindel, das zu ehrlichem Schaffen unfähig, lieber im Verborgenen auf lauert, und selbst den Mord nicht scheut, um die Beute auszuplündern. Diesen Gesellen der Finsterniß — wir

nennen sie Schmarozerpflanzen oder Parasiten, und die größte Mehrzahl gehört zur Classe der Pilze — ist der Stempel der Verworfenheit auf die Stirne gedrückt; sie tragen nicht den Schmuck des grünen Laubgewandes, wie ihre friedlichen Schwestern, die unter dem Licht der Sonne Wiesen, Felder und Wälder bewohnen; von bleicher Färbung und widerlichem Geruch schleicht ihr spinnwebartiges Fadengeflecht im Dunkeln, bis es ihm gelingt ein Opfer zu überfallen, auszurauben und niederzumachen. Hier gilt es nun, die Kraft der lebendigen Mauer zu erproben, der die Vertheidigung des Zellenstaats anvertraut ist; so lange dieselbe unverfehrt bleibt, wird der Ansturm zurückgeschlagen; aber in die kleinste Lücke drängen sich die hartnäckigen Feinde. Wehe dem Baum, dem der Wind einen Ast abgebrochen, oder den des unvorsichtigen Gärtners Messer beim Beschneiden verletzt hat. Auf der offenen Wundfläche siedeln bald Pilze sich an, deren Keime in unheilswangerer Wolke in den Lüften schwimmen, und mit dem Staube herniederfallen, es dauert nicht lange, so durchwuchert ihr Fadenspinnt das ganze Zellgebäude des Stammes; äußerlich scheinbar gesund, aber im Innern vermodert, bricht er beim nächsten Sturm zusammen. Gleich jenen fürchterlichen mongolischen Horden, die so oft aus ihren centralasiatischen Steppen beutegierig und zerstörungslustig ausschwärmten, die friedlichen Gefilde des arbeitsamen Westens überschwemmten, und überall Tod und Verwüstung hinter sich ließen, so gibt es auch Pilzhorden, Brand- und Rostpilz, Mehlthau und Krebs, Kartoffel- und Traubenpilz, die von Zeit zu Zeit mit unglaublicher Schnelligkeit sich über unsere Culturen ergießen, die Ernten in ganzen Ländern verwüsten, und selbst durch den Ocean sich in ihren Verheerungszügen nicht lange aufhalten lassen, da es ihren staubfeinen Keimen früher oder später gelingt, von einem Welttheil zum andern hinüber zu fliegen. Gegen solche Feinde hält auch die Zellenmauer der Oberhaut nicht Stand; massenhaft lagern sich die Pilzkeime an der Außenseite, denn so lange die Luft trocken, können sie nichts anhaben; aber der erste Regen oder Herbstnebel bringt sie zur Entwicklung; durch die Thore der Spaltöffnungen drängen die Keimfäden sich in das Innere, oder schaffen mit Gewalt sich Einlaß, indem sie die nächsten Oberhautzellen tödten, um dann unter den schutzlosen Arbeitszellen mit ungezügelter Raub- und Mordlust zu wüthen. Erst in den letzten Jahren haben wir gelernt, daß gewisse Pilzzellen nicht bloß Pflanzen, sondern auch Thiere und Menschen bedrohen; es sind unsichtbare Körperchen von kuglicher, stäbchen- und fadenförmiger Gestalt und außerordentlich geringer Größe, die sich aber mit solch unglaublicher Schnelligkeit vermehren, daß, wenn sie allein auf der Welt existirten, sie in kurzer Zeit den ganzen Weltraum ausfüllen könnten. Diese Zellen, Bakterien oder Spaltpilze genannt, nehmen, wo immer aus einem Thier oder einer Pflanze das Leben entwichen, Besitz von denselben, um den ihnen anheimgefallenen Leib durch Verwesung zu zerstören. Sie verderben die Speisen durch Fäulniß, sie machen die Milch sauer, Wein und Bier kahmig, sie vergiften das Trinkwasser, sie erfüllen die Luft mit schädlichen Miasmen. Selbst in den Körper lebender Thiere und Menschen suchen sie einzudringen, sie beginnen den Kampf mit der Lebenskraft, die ihr Dasein zu vertheidigen sucht. Nur zu oft tragen sie den Sieg davon; sie vergiften den Kuß der Liebe; nichts ahnend überträgt in zärtlicher Umarmung das Kind den Keim des Todes auf die Mutter; die kleinste

Wunde, die eine Nadel geritzt, ist für sie das Thor, durch welches sie vergiftend in die Bahn des Bluts gelangen, und wenn gewisse Bedingungen ihre Vermehrung begünstigen, fliegen sie, wie die apokalyptischen Reiter, von Land zu Land, Pest, Hungerstoth, Thier- und Völkersterben in ihrem Gefolge. Mit prophetischem Geist hat sie der Dichter geschildert:

Die wohlbekannte Schaar,  
Die strömend sich im Dunstkreis überbreitet,  
Dem Menschen tausendjältige Gefahr  
Von allen Seiten her bereitet.  
Von Norden dringt ihr scharfer Geisterzahn  
Auf dich herbei mit pfeilgepißten Zungen,  
Von Morgen zieh'n vertrocknend sie heran  
Und nähren sich von deinen Lungen.  
Wenn sie der Mittag aus der Wüste scheidt,  
Die Gluth auf Gluth auf deine Scheitel häufen,  
So bringt der West den Schwarm, der dich erquickt,  
Um dich und Feld und Auen zu eräufen.

Aber in friedlicher Zeit können im Zellenstaat der Pflanze unter dem Schutz der Oberhautzellen die übrigen Bürger ungestört sich ihren Geschäften überlassen. In enger Verbindung schließen sich die Zellen des Grundgewebes aneinander, welche von dem eigentlichen Arbeitervolk bewohnt werden; zwischen diesen Zellen verläuft in zahllosen Verzweigungen ein System von feinen Canälen, die neßförmig unter einander verbunden sind, und durch die Flügelthore der Spaltöffnungen nach außen münden. Auf diese Weise werden den Zellen die Luftarten zugeführt, die sie zu ihrer Ernährung und Athmung bedürfen, und hierhin entweichen diejenigen Gase und Dämpfe, welche von den Zellen ausgeathmet und nach außen abgeleitet werden sollen. So wird in jedem Augenblick das ganze Zellengebäude gelüftet.

Die flüssigen Nährstoffe aber werden den Arbeitszellen durch das Leitgewebe in einem besondern System von langgestreckten Röhren, Fasern und Schläuchen zugeführt, welche in Stränge und Bündel vereinigt, sämtliche Organe, Wurzeln, Stengel, Aeste, Blätter durchziehen und als Leitstränge oder Gefäßbündel bezeichnet werden; wir erkennen sie am leichtesten in den Blättern, indem wir sie gegen das Licht halten, wo sie das zierlichste Geäder bilden. Diese Leitstränge sind auch die Verkehrswege, in denen die von den Arbeitszellen des Grundgewebes erzeugten Producte nach anderen Stellen hintransportirt werden, wo sie zum Verbrauch kommen. So herrscht im Zellenstaat der Pflanze eine Geschäftigkeit ohne Ende, wie in einem Bienenstocke; Gase treten ein und aus; Säfte kreisen auf und nieder, es wird eingesaugt und verdampft, gebraut und verfeinert, neues gebildet, altes umgewandelt oder zerstört, keinen Augenblick ist Stillstand und Ruhe. So lange die Zellen leben, sind sie fleißig; hören sie auf zu schaffen, so ist ihr Tod nahe. Niemand ahnt, wenn er vor einer Pflanze steht, welche rastlose Geschäftigkeit in ihrem Innern wirkt, weil die Zellen still ihre kunstvolle Arbeit verrichten, nicht summen und nicht ausfliegen, wie die Bienen. Aber sie haben es auch nicht nöthig; kommen ihnen doch die Nahrungstoffe des Bodens in Wasser gelöst von selbst entgegen, oder werden ihnen von den Lüften zugetragen.

Man preist den Reichthum solcher Länder, welche Kohlengruben und Erzlager besitzen; aber diese Schätze sind keineswegs auf einzelne Provinzen beschränkt; unermessliche Erzstätten, unerschöpfliche Kohlenlager umgeben uns überall, wo immer wir uns auch befinden. Denn die Mineralien, die im Ackerboden angehäuft sind, sind ebenso kostbar als die Lager von Eisen und Zink, ja von Gold und Silber; von Gold und Silber kann der Mensch nicht leben; aber aus den Mineralien der Ackererde, aus Kali, Kalk und Phosphorsäure, aus Ammoniak und Schwefelsäure versertigt der Zellenstaat der Pflanze das Brot, von dem wir uns ernähren, den Flach, in den wir uns kleiden, das Holz, aus dem wir unsere Geräthschaften machen und die Heilkräfte, die uns in der Krankheit die verlorene Gesundheit wieder herstellen. Die Zellen der Wurzeln sind es, welche gleich Häuern und Bergleuten in die ihnen zugewiesenen Strecken zahllose Schächte abtäufen, nach allen Strichen der Windrose Stollen und Gänge treiben, um diese Mineralschätze zu brechen, von unhaltigem Gestein abzutrennen, und die Förderungsmaschinen in Betrieb zu setzen; Tag und Nacht mit unermüdlischem Fleiß bauen sie jedes Atom Kali und Ammoniak, Phosphor- und Salpetersäure ab und fördern es an den Tag; aber sie verarbeiten ihr Erz nicht selbst, sie vertrauen es den Leitbündeln an, welche dasselbe in einem kräftigen System von Saug- und Druckpumpen hinaufbefördern in die Stengel und in die Blätter. Die Blätter sind Zellgemeinden, welche ihr Tagwerk in Luft und Licht verrichten; ihr wichtigstes Geschäft ist, die Kohle zu gewinnen, welche den Hauptbestandtheil des Pflanzenkörpers darstellt. Unsere Atmosphäre ist ein ungeheures Kohlenbergwerk, dessen Mächtigkeit viele Meilen tief ist, das in tausend Jahrtausenden nicht erschöpft werden kann. Freilich findet sich die Kohle nicht rein in der Luft, so wenig, wie das Metall im Erz; die Kohle ist in der Luft mit Sauerstoff verbunden, als ein durchsichtiges Gas, als Kohlensäure; es bedarf daher noch besonderer Kunst, die reine Kohle aus der Kohlensäure der Luft abzuscheiden.

In den Bergwerkdistricten finden wir neben der Grube die Hütte, wo aus unreinem Erz das edle Metall ausgeschmolzen wird. Die grünen Zellen der Blätter verbinden die Kunst des Bergmanns mit der des Hüttenmanns; sie verstehen es, die Kohle aus der Atmosphäre an den Tag zu fördern und rein abzuscheiden. Um aber solcherlei Arbeit verrichten zu können, müssen die grünen Zellen der Blätter von der Sonne durchleuchtet werden; die Sonne allein erregt in ihnen jene wunderbaren Kräfte, durch welche sie die Kohlensäure der Luft gierig einsaugen und in Kohle und Sauerstoff zerpalten; die abgeschiedene Kohle aber schmelzen sie mit dem Wasser und den Mineralstoffen des Bodens zusammen, und verarbeiten sie zu jenen Lebensstoffen, aus denen die Pflanze selbst ihr Zellengebäude aufrichtet und die, in den Körper eines Thieres aufgenommen, von diesem in Fleisch und Blut verwandelt werden.

Aber gleich wie die Bienen nicht allen Honig, den sie eintragen, selbst verbrauchen, sondern einen großen Theil in besonderen Zellen als Wintervorrath auffammeln, so wird auch in der Pflanze ein Theil der Zellen zur Aufspeicherung von Nahrungsvorräthen bestimmt. Auch der Zellenstaat legt in guter Zeit Capitalien zurück für den Bedarf der Zukunft. Beim Herannahen des Winters entledigen sich die Blätter durch Vermittelung der Leitstränge des

größten Theils ihrer Erzeugnisse, indem sie dieselben in unterirdische Magazine schaffen; nun füllen sich die Zellen der Wurzelstöcke, der Knollen und Zwiebeln, welche von der Erdoberfläche geschützt, den Frost nicht zu fürchten haben, mit reichen Vorräthen von Stärkemehl, Eiweiß und anderen werthvollen Nahrungsmitteln, die im kommenden Frühjahr zur Zeit großen Bedarfs, beim Austreiben des Laubes und der Blüthenknospen wieder verbraucht werden. Wenn wir eine Kartoffel verspeisen, so verwenden wir zu unserer Ernährung die Vorräthe, welche das Jahr vorher die vorsorgliche Mutterpflanze für die Triebe des nächsten Frühling in ihre Zellen eingetragen hatte; wir verfahren hier ebenso, als wenn wir den Bienen im Herbst einen Theil ihres Honigs rauben, den sie für die Proviantirung ihres eigenen Staates eingesammelt hatten.

Die kurze Lebensdauer der einzelnen Zellen hat zur nothwendigen Folge, daß ein Pflanzentheil, eine Zellengemeinde, in welchem gegenwärtig ein lebendiger Bildungsproceß thätig, im folgenden Jahre meist abgelebt ist und für alle Verrichtungen untauglich wird. Daher ist der Zellenstaat in beständigem Absterben begriffen: die Blätter, die im Sommer ihre Arbeit verrichten, sind im Herbst welk und fallen ab; aber auch die Zellen der Wurzel, die damals die Bodenflüssigkeit einsaugten, die Zellen des Stammes, die sie nach oben leiteten, sind inzwischen gealtert; sie sind verholzt, wie der Botaniker sich ausdrückt.

Ein großer Theil der Gewächse überlebt in der That nicht das erste Jahr: die meisten Kräuter keimen im Frühjahr, blühen im Sommer, reifen im Herbst ihre Samen und gehen im Winter zu Grunde. Die Bäume dagegen, die Sträucher und die Stauden haben eine geordnetere Finanzverwaltung: sie sammeln bis zum Herbst im Stamm oder in den Wurzeln Vorräthe auf, die erst im nächsten Frühjahr wieder zur Verwendung kommen. Wenn das gesammelte Lebenscapital nach den ersten warmen Tagen flüssig gemacht ist, so sind es nicht mehr die alten Zellen, welche von Neuem das Geschäft seiner Verwerthung übernehmen können; die Pflanze füllt nicht frischen Most in alte Schläuche, sie bildet sich neue Zellen, neue Organe für den Beruf der neuen Zeit. Hier treten jene Gewebsmassen in Wirksamkeit, die wir oben als Vermehrungsgeewebe bezeichnet haben, weil daselbst die Zellen in ununterbrochener Zweitheilung begriffen, ihre Zahl stetig vermehren und dadurch neue Colonien, neue Zellgemeinden begründen. An den Enden der Wurzeln bilden sich neue Spitzen, deren junge Zellen mit frischer Kraft die Nährstoffe des Bodens einsaugen; im Stamme entsteht neues Leitgewebe zwischen Holz und Rinde, das einen neuen Jahresring darstellt; auch an der Spitze der Aeste und Zweige und am Grunde der Blätter hat ein großartiger Verjüngungsact sich vorbereitet; an diesen Stellen nämlich entwickeln sich kleine Kegele aus Vermehrungsgeewebe, in denen durch Theilung unzählige neue Zellen entstehen; nach einem angeborenen Bauplan sprießt an jedem dieser Kegele in zierlichster Anordnung eine gewisse Zahl von Wäzchen hervor. Jeder Kegele ist die Anlage eines Stengelchens, die Wäzchen, die aus ihm herausgewachsen, sind die Anlagen von Blättern; das ganze Gebilde wird umgeben von derben Schuppen und heißt nun Knospe; die zarten Blattanlagen im Innern werden durch die Knospenschuppen gegen Frost und Wetter gewahrt. Die Knospen wurden im Sommer angelegt, im Herbst sind sie vollendet; während des Winters ruht ihre Entwicklung; im nächsten Frühjahr erwacht das

Leben in den schlafenden Knospen; der Schuppenpanzer, der jetzt überflüssig geworden, wird abgeworfen, die Blättchen recken und strecken sich und breiten sich in Luft und Licht freudig aus; das Stengelchen verlängert sich mehr und mehr; es währt nicht lange und die Knospen sind zu jungen Zweigen ausgeproßt, in deren frischem Laube, erregt vom Lichte der Sonne, die rastlose Arbeit der Zellen wieder beginnt, oder die in wunderbarer Verwandlung als Blüthenzweige jene geschlechtlich entwickelten Fortpflanzungszellen hervorbringen, welche durch eine Reihe geheimnißvoller Vorgänge einen neuen Zellenstaat begründen.

So ist der Zellenstaat der Pflanze in ununterbrochener Verjüngung begriffen; der einzelne Bürger, die Zelle, ebenso wie die Gemeinde, das Blatt, haben nur ein kurzes Leben; aber der Gesamtstaat kann in ewiger Jugend Jahrhunderte überdauern. Wo die Hand des Menschen oder die Elemente nicht einen gewaltsamen Tod herbeiführen, da überlebt der Zellenstaat, wie so viele uralte Riesenbäume zeigen, die mächtigsten Reiche der Menschen.

Geistvolle Socialpolitiker haben in neuerer Zeit den Versuch gemacht, die Entwicklung und die Wechselbeziehungen der menschlichen Gesellschaft durch die Analogie mit einem lebenden Wesen und seinen Zellen zu erklären <sup>1)</sup>. Wir haben hier den entgegengesetzten Weg eingeschlagen, indem wir umgekehrt uns bemühten, das Leben der Pflanze und ihrer Zellen durch den Vergleich mit einem Staatsorganismus und seinen Bürgern verständlich zu machen. Wir versuchten zu zeigen, daß, was der Mensch als höchstes Ideal seines selbstbewußten Strebens in den Kämpfen der Weltgeschichte vor Augen hat, in stiller Bollendung in der Welt der Pflanzen vorgebildet sei. Es ist die Darstellung der Idee des Staates, der die einzelnen Bürger nach ihrer eingeborenen Natur sich frei entwickeln und gleichberechtigt am Wohl des Ganzen mitarbeiten läßt, der den Gemeinden, den Provinzen ihre Selbstverwaltung schützt und sie doch den höheren Interessen und Gesetzen der Gesamtheit in jedem Augenblicke unterordnet, der gegen den äußeren Feind wehrhaft gerüstet, in seinem Innern Eintracht und Frieden wahrt, der die durch gemeinsame Arbeit aller Bürger gesammelten Capitalien zum Gedeihen und zur Fortentwicklung des Ganzen verwendet, ohne sie von Einzelnen ausbeuten zu lassen, der in unermüdlicher Thätigkeit nirgends einen Stillstand duldet und in ununterbrochener Verjüngung die Jahrhunderte überdauert, immer wachsend, immer blühend und immer Frucht tragend. So verstehen wir das Wort des Dichters:

Suchst du das Größte, das Höchste? Die Pflanze kann es dich lehren;  
Was sie willenlos ist, sei du es wollend: das ist's.

<sup>1)</sup> Vgl. Herbert Spencer, *Descriptive Sociology or Groups of Social facts*. London 1874, 5 vols.; und *Principles of Sociology*, London 1876.

Dr. A. G. F. Schaeffle, *Bau und Leben des socialen Körpers*, Encyclopädischer Entwurf einer realen Anatomie, Physiologie und Psychologie der menschlichen Gesellschaft mit besonderer Rücksicht auf die Volkswirtschaft als sociale Stoffwechsel. Tübingen, 1878.