

## XVI.

### Krankheiten des Pflanzengewebes in Folge von Reizungen und Vergleichung derselben mit Affectionen des thierischen Gewebes.

Ein Beitrag zur Cellularpathologie.

Von Dr. L. Waldenburg, pract. Arzt in Berlin.

(Schluss von S. 158.)

Nachdem wir durch Experimente die Folgen der Verletzungen verschiedener Pflanzentheile in ihren Anfängen und ihrem Verlauf kennen gelernt, wenden wir uns zu bereits feststehenden That- sachen in der Literatur, um darin theils eine Bestätigung, theils eine Erweiterung unserer Anschauungen zu erlangen.

Dass in Folge von Verletzungen der Pflanze Regeneration eintritt, ist eine vulgäre Erfahrung: Jedermann kennt die Narben, welche nach Einschnitten in Baumstämmen, nach Einzeichnungen in Kürbissen etc. entstehen; über die Ueberwallung und das Sich- Decken der Hölzer liegen zahlreiche Beobachtungen vor. Bei den Holzpflanzen geschieht die Regeneration durch Neubildung aus den Cambiumzellen des Bastes und nach Hartig auch der Markstrahlen, während die älteren, schon ausgebildeten Gewebe sich an der Wucherung nicht betheiligen.

Eine häufige Verletzung an jungen Tannen- und Fichtenhölzern wird durch das Rindenschälen des Wildes bewirkt, es bildet sich dann an den Rändern der Wunde aus dem Cambium ein Vernarbungswulst. Wird der zum Theil entrindete Stamm an der verletzten Stelle durch Glas oder Kaoutschuk vor der Verdunstung geschützt, so reproducirt die zurückgebliebene Cambiumschicht eine neue Rinde, aussen mit Korkschichten, welche die künstliche Be- deckung bald überflüssig machen. Sogar die Rinde erzeugt, wenn

sie vom Holze stellenweise getrennt, aber sonst mit dem Stamm in Saftverbindung geblieben ist, durch die ihr anhängenden Theile der Cambiumschicht unter günstigen Verhältnissen neue Holzbildungen. [Versuche von Hartig (Botanische Zeitung 1853, S. 553, über die Entwicklung des Jahresrings der Holzpflanzen) und Trécul (Annales des sciences. Série 3. XIX. Reproduction du bois et de l'écorce.)]

Besonders gern bildet sich Kork nach Verletzungen; wir finden es zumeist häufig als Vernarbungsgewebe krautartiger Pflanzen. „Die angeschnittene Kartoffel bedeckt durch Korkbildung ihre Wunde.“ (Schacht, Lehrb. der Anatomie und Physiol. der Gewächse, Bd. II. S. 510).

Ueber die Entstehung der Pocken bei den Kartoffeln theilt Caspary folgendes mit (Sitzungsbericht der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn vom Januar 1857, Bot. Zeit. 1857, S. 116):

„Die noch ganz kleine Kartoffelknolle besitzt einzelnstehende Spaltöffnungen; die beiden Zellen, woraus diese gebildet sind, sind fast halbkreisförmig. Bei weiterem Wachsthum der Kartoffelknolle fängt eine starke Vermehrung dicht unter der Spaltöffnung an, wodurch diese über die Epidermis erhöht wird; endlich werden ihre beiden Zellen weit von einander entfernt. Diese Wucherung des Gewebes unter der Spaltöffnung geht in feuchtem Boden besonders stark von Statten, die Knolle erscheint durch sie dann mit weissen, glanzlosen Erhabenheiten von der Grösse eines Mohnkornes auf ihrer Aussenseite versehen. Aeussert nun der Acker durch chemische Verbindungen, die er entweder von Natur enthält oder durch Düngung empfangen hat, einen zersetzenden und zerstörenden Einfluss auf diese Zellgewebswucherungen, welche korkartiger Natur sind, so treten sie in noch erhöhterem Maasse ein; auch fressen Insekten hier die Knolle meist an. Später bildet sich darunter eine wirkliche Korkschicht; auf der erwachsenen Knolle bieten sie dann die Erscheinung dar, welche man Pocken (Schorf, Grind) genannt hat.“

Eine zahlreiche Kette von Krankheiten wird an der Pflanze durch Parasiten, sowohl thierische als pflanzliche, hervorgerufen: ich führe eine Reihe von Beobachtungen aus der Literatur an, bei denen ausser der Entwicklung der Parasiten auch auf die im wirthlichen Pflanzengewebe gesetzten Veränderungen Rücksicht genommen ist:

### Die Fleckenkrankheit der Maulbeerblätter.

Bot. Zeit. 1854. S. 761. Ueber die Fleckenkrankheit der Maulbeerblätter und die *Septimia mori*, von Hugo v. Mohl.

„Die Krankheit wird durch einen Pilz, *Septimia mori*, bedingt. Das afficirte Blattparenchym entfärbt sich, wird gelb oder braun; die Zellen schrumpfen, die Dicke des Blattes wird an der kranken Stelle ungefähr um die Hälfte vermindert; an manchen Stellen vertrocknet das Parenchym und stirbt ab. Besonders erkranken die Blattadern: (S. 764) „In dem gesunden gegen das Licht gehaltenen Blatte besitzen die kleineren kranken Blattadern eine weisse Farbe, in der Umgebung eines braunen Fleckes hingegen sind sie immer gelblich oder braun gefärbt und weit mehr verändert, als das zwischen ihnen liegende Parenchym. Dieses wird auch durch die mikroskopische Untersuchung bestätigt, welche auf eine ziemliche Strecke die durch das vollkommen normale Parenchym verlaufenden Gefässbündel der Venen erkrankt und gebräunt und namentlich die in der Nähe der Gefässbündel verlaufenden Milchsaftegefässe stark verändert, mit geronnenem und gebräuntem Saft erfüllt zeigt.“

### Pilze in den Trauben.

Bot. Zeit. 1853. S. 585. Ueber die Traubenkrankheit, von Hugo v. Mohl.

„Wo die Pilzfäden die Epidermiszellen der Beere umspinnen, werden diese braun und die braunen Flecke breiten sich dann auch auf die umliegenden Gewebe aus.“

### Pilze in Fichten- und Kiefernadeln.

Bot. Zeit. 1854. S. 116. Ueber zwei Schmarotzerpilze im Inneren der Fichten- und Kiefernadeln etc., von F. Stein.

„Der Pilz (zu den Cystiporei gehörig) keimt auf der Oberfläche der Nadeln, kriecht mit seinen Fäden in das Innere der Zellen zunächst unter die Spaltöffnungen und bewirkt hier eine Veränderung des Chlorophylls in Stärkemehl, welches entweder verschwindet oder sich so stark vermehrt, dass es die Zellen vollgestopft ausfüllt. Hierbei ist bemerkenswerth, dass die Stärkemehlkörner gruppenweis sich verbinden und grössere Körner bilden. Füllt sich das Zellgewebe ganz dicht mit Stärkemehl, so sterben die Zellen des Parenchyms ab, werden erst gelb, dann braun, und damit stirbt auch das Pilzmycelium, und es scheint dies eine Art Heilungsprozess durch Vernichtung des Pilzes.“

### Kartoffelpilze.

Bot. Zeit. 1857. S. 603. Caspary, Ueber die Kartoffelpilze.

„Die Pilzrasen (*Peronospora devastatrix*) sind als weisser Schimmel auf der unteren Blattseite als breite Einfassung von braunen Flecken auf dem noch grünen Theile des Blattes vorhanden. Der braune Fleck ist die Stelle des Blattes, wo der Pilz durch seinen zersetzenden Einfluss das Blattgrün schon ganz zerstört hat.“

## Krankheiten der Möhren und des Rapses.

Bot. Zeit. 1856. S. 105. Ueber das Erkranken der Möhren, von Julius Kühn.

Die Möhren werden gleich den Runkelrüben von zweierlei Krankheiten befallen, die eine ist die reine Zellenfäule, wie sie auch bei den Kartoffeln vorkommt, die andere hat ihre Ursache in einem Pilze.

1. „Die reine Zellenfäule charakterisirt sich durch ein Braunwerden der Zellwand und des Zellinhalts und endet in eine völlige Auflösung der Zelloberhaut und chemische Zersetzung des Inhalts, so dass eine übelriechende, braunschwarze, schmierige oder jauchige Masse entsteht. Es liegt dieser Erscheinung eine Störung in dem normalen physiologischen Prozess zu Grunde, ohne dass sich dabei die Einwirkung eines pflanzlichen oder thierischen Parasiten nachweisen lässt.“

2. Das Befallenwerden vom Rübentödter (*Helminthosporium rhizoctonon* Rabenh.) sowohl bei Runkeln als Möhren. „Die ersten Spuren des Pilzes zeigen sich an der Möhre in Form vereinzelter, dunkler, erhabener Pünktchen, die sich allmählig vermehren und den ergriffenen Stellen das Ansehen braunrother, purpur- oder dunkelvioletter Flecke ertheilen.“ „Diese Flecke werden immer dichter und breiten sich zuletzt über die ganze Möhre aus.“ „Der Pilz sendet seine ungefärbten, zartwandigen Wurzelfasern zunächst nur in die Rindenzellen der Rübe und bewirkt ihre Bräunung. Allmählig dringen die Wurzelfasern des Pilzes auch tiefer in die Zellen des übrigen Gewebes und verursachen ihre Verderbniss.“

3. Auch das Kraut der Möhre wird von einem Pilze befallen, die Blätter werden schwarzgrau und welken ab.

Bot. Zeit. 1856. S. 89. J. Kühn, Das Befallen des Rapses durch den Rapsverderber (*Sporidesmium exitiosum*).

„Es entstehen zuerst an den Schoten kleine punktförmige, an Stengel und Zweigen strichförmige schwarzbraune oder schwarzgraue Fleckchen, die sich allmählig vergrössern. Anfangs ist das Gewebe um die pilzhaltigen Flecke noch ganz grün, später wird es missfarbig, welk und eingeschrumpft.“

## Rundwürmer in der Weberkarde und im Waizen.

v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. für wissensch. Zoologie Bd. IX. 1858. S. 129. Ueber das Vorkommen von Anguillulen in erkrankten Blütenköpfen von *Dipsacus fullonum* L., von Jul. Kühn.

„Die Weberkarde, *Dipsacus fullonum* L., leidet zuweilen an einer Krankheit, welche als Kernfäule bezeichnet wird. Diese Krankheit ist charakterisirt durch ein allmähliges Missfarbigwerden und Vertrocknen der Blütenköpfe. Das Markgewebe derselben wird dabei gebräunt und die Blüthen welken und sterben frühzeitig ab. Die Bräunung des Zellgewebes beginnt am Blütenboden und schreitet nach innen vor, bis das ganze Mark davon ergriffen ist.“ In den verkümmerten Fruchtknoten sowie am Blütenboden finden sich kleine weissliche Stellen, die sich unter dem Mikroskop als Knäuel feiner Würmchen und zwar Anguillulen ergeben, welche bei Wasserzusatz sich lebhaft bewegen. Die kranken Kardensamen sind „nicht halb so gross und nicht so scharfeckig“ als die gesunden. „Die kranken Körner

sind nicht vollständig mit Anguillulen ausgefüllt, vielmehr findet sich in denselben noch der verkümmerte Samenkern, während die Anguillulen zu weisslichen Häufchen vereinigt in dem Gewebe der abnorm verdickten Samenschale vorhanden sind.“ Ausser in den Körnern kommen die Würmchen auch im Pappus, im Fruchtboden und sogar im Marke des Blütenkopfes vor. „Hier bewirken sie jedoch nicht eine abnorme Bildung, sondern nur ein allmähiges Absterben und Braunwerden des Gewebes.“

Die Weizenkörner werden gleichfalls von Anguillulen heimgesucht und erkranken (C. Davaine, Comptes rendus de l'acad. des sciences 1855 et 1856).

Die Würmchen gelangen in die Aehre zu einer Zeit, in welcher dieselbe noch in ihrer ersten Entwicklung begriffen ist. „Die Blüthenheile der Aehrchen sind dann nur erst in Schuppenform vorhanden und bestehen aus einem weichen, zarten Zellgewebe, in das die Würmchen leicht eindringen können. Durch die eingedrungenen Würmchen wird nun eine abnorme Entwicklung der Blüthenheile in ähnlicher Weise veranlasst, wie wir die Galläpfel durch Insectenlarven entstehen sehen; es bildet sich aus ihnen ein gerundeter Auswuchs, in dessen Mitte sich die Würmchen befinden.“ Nach vollendeter Ausbildung trocknet derselbe zu dem sogenannten Gicht- oder Radenkorn des Weizens zusammen.

Im Bisherigen zeigten die Beobachtungen fast nur eine rückgängige Metamorphose, ein Gelb- und Braunwerden der Theile, welches zum Tode des Gewebes, zum Welken oder Faulen führt. Eine Zellwucherung fand mit Ausnahme des letzten Falles in dem von den Parasiten heimgesuchten Parenchym nicht statt. Ich lasse nun eine andere Klasse von Beobachtungen folgen, in welcher vornehmlich Hypertrophie und Neubildung in Folge der fremden Eindringlinge sich bemerklich macht. Vorzügliche Untersuchungen liegen in diesem Gebiete von De Bary vor, die ich deshalb weitläufiger mittheile:

Brandpilze am Mais, an Birn- und Ebeschenbäumen.

De Bary, Brandpilze. Berlin, 1853.

Der sogenannte Brand des Mais kommt sowohl am Stengel, als an den Blüthenheilen vor und bewirkt oft faustgrosse Beulen in dem erkrankten Pflanzentheil. Diese Krankheit wird durch einen Pilz, *Ustilago Maidis*, bedingt. Die Pilzfäden dringen in das Intercellulargewebe der Pflanze, in der Regel wahrscheinlich durch die Spaltöffnungen, ein, drängen das Gewebe zum Theil zurück, zum Theil erregen sie eine abnorme Bildung. — De Bary äussert sich wörtlich folgendermaassen: (a. a. O. S. 7) „Das Fortschreiten der Sporenbildung hat ein Schwinden der Elemente des Nährkörpers zur Folge. Die oft so grossen Excrescenzen, welche die brandigen Stellen der Maispflanze bilden, haben ihren Grund in einer abnormen Vermehrung der Zellen des vom Pilz besetzten Gewebsstockes. Man sieht

diese Zellen da, wo die Exrescenzen gerade im Wachsen begriffen sind, von körnigem Protoplasma dicht erfüllt, deutliche grosse Kerne enthaltend und in fortwährender Theilung und Wiedertheilung begriffen. Mit dieser Zellvermehrung der Nährpflanze schreitet zugleich eine lebhaft Vermehrung der jungen Theile des Brandpilzes fort, so dass dieser die Intercellularräume hier und da mehr und mehr erweitert, mit seinen Aesten und Zweigen anfüllt und so auch seinerseits zur Vergrösserung der Beulen beiträgt. Ist nun die Sporenbildung eingetreten, so hört mit dem Fortschreiten dieser die übergesunde Zellvermehrung mehr und mehr auf und macht im Gegentheil einem Schwinden der Gewebszellen Platz, das sich leicht dadurch erklärt, dass die wachsenden und sich fertig bildenden Sporen theils die Stoffe, die sie, zu Zellen vereinigt, umgeben, zu ihrer Ernährung an sich ziehen, theils jene Zellen durch ihre Ausdehnung verdrängen.“

De Bary, a. a. O. S. 73.

Auf den Blättern und anderen grünen Theilen der Birn- und Ebsreschenbäume kommt ein Brandpilz, die *Roestelia*, vor. Zuerst erscheinen auf den Blättern durch Verfärbung des Chlorophylls gelbe Flecke, die später roth werden, veranlasst durch darauf wuchernde Spermogonien. Bei stärkerem Wachsthum dieser intumescirt auch das Blattgewebe, man gewahrt „eine lebhaft Vermehrung der Zellen, eine fortdauernde Zweitheilung derselben.“ „Das Chlorophyll in ihnen, welches an den oberen Blattflächen schon früher ein rothes Colorit angenommen hatte, verschwindet auch in den übrigen Theilen des Diachyms vollständig, und an seine Stelle treten alsbald kleine, aber sehr zahlreiche Amylonkörner, die dem Gewebe auf dem Durchschnitt eine weisse Farbe geben.“

#### Pilze auf *Orobanche ramosa* und *Asarum europaeum*.

Schacht (Lehrb. d. Anat. u. Physiol. II. S. 190) beobachtete auf *Orobanche ramosa* Pilze im Inneren eines geschlossenen Gewebes. „Alle Parenchymzellen des Stengels und der Wurzel, welche von diesem Pilz occupirt waren, hatten sich um das 4—6fache ihrer normalen Grösse ausgedehnt und so knollenartige Anschwellungen hervorgerufen.“ Die Zellen waren von Pilzmycelium ausgefüllt, ihr Stärkemehl verschwunden.

Auf den Blättern von *Asarum europaeum* wuchert ein Pilz (*Puccinium Asari*), welcher nach Unger eine abnorme Verdickung der Zellmembranen des Parenchyms zur Folge hat.

#### Krankhafte Veränderungen durch schmarotzende Sträucher hervorgerufen.

Schacht a. a. O. S. 516. „Auch die Mistel kann, wenn sie in grosser Anzahl auf einem Baume vorkommt, denselben sehr beeinträchtigen. So kannte ich einen alten Aborn im Rauthal bei Jena, der viele Hundert grosser Mistelbüsche ernährte und durch selbige im Winter wie belaubt erschien, und dessen Aeste durch eben so viele, oft wunderlich gestaltete Holzanschwellungen verunstaltet waren, da sowohl *Viscum* als auch *Arceuthobium* eine örtliche Holz- und Rinden-

vermehrung der Nährpflanze zur Folge haben; der Baum selbst war seinem Absterben nahe.“

„Die Mistel und wahrscheinlich auch andere ihr verwandte Schmarotzer vermehren sich durch Wurzelanschlag unter der Rinde, sie schaden der Nährpflanze durch Saftentziehung.“

#### Galläpfel.

Die Galläpfel waren schon seit den ältesten Zeiten Gegenstand aufmerksamer Beobachtungen und gaben zu den verschiedensten Erklärungsweisen Veranlassung. Die alte Ansicht, die mit der früher unbestrittenen Lehre der *Generatio aequivoca* in Einklang stand, war die, dass nicht nur die Gallgeschwulst, sondern auch die Gallwespe aus der Pflanze selbst sich entwickle. Redi lehrte: jede Pflanze habe eine vegetative Seele, und diese Seele stehe der Bildung des Eis, des Insekts und des Gallapfels vor. Als die exakte Wissenschaft Fortschritte machte, sonderten sich die Ansichten nach bestimmten Richtungen: Es wurde vor Allem festgestellt, dass die Geschwulst dadurch entstehe, dass eine Wespe (*Cynips*) mit ihrem Legestachel den Pflanzentheil anbohre, um ihre Eier hineinzulegen. Dieselbe Wespe sondert zugleich (aus einer Giftdrüse) ein Tröpfchen eines unangenehm riechenden Stoffes ab. Diesem Stoffe schrieb schon Malpighi die Produktion der Galläpfel zu. Er meinte, in der Eiche befinde sich eine Vitriolsäure, welche durch Berührung mit dem Gifte des *Cynips* in Gährung übergehe. Der Gallapfel entstehe also in derselben Weise durch Fermentation, wie, nach seiner Lehre, die menschlichen Krankheiten durch Gährung im Blut mittelst eines Ferments sich erzeugten.

Eine zweite berühmte Theorie ist die von Réaumur. Er hält die Galläpfel durch Ansaugung der Säfte von dem sich entwickelnden und wachsenden Wurm bedingt. Er äussert sich wörtlich: „Cette Galle est une matrice pour le Ver dans l'oeuf. L'insect, pendant même qu'il est renfermé dans l'oeuf, peut donc déterminer le suc à se porter plus abondamment dans la Galle, qu'il ne se porte dans les autres parties de la plante. La coque (de l'oeuf) flexible que nous avons comparée aux membranes qui enveloppent le fœtus, doit être plutôt regardée comme une espèce

de placenta appliquée contre les parois de la cavité; elle a des vaisseaux ouverts qui, comme des espèces de racines, pompent et reçoivent le suc fourni par les parois de la Galle.“

Die beiden letztgenannten Theorien, freilich der fortgeschrittenen Wissenschaft angepasst, bilden bis jetzt noch die anerkannte Erklärungsweise für die Entstehung der Galläpfel. Die Verwundung allein durch den Insektenstachel kann unmöglich die vielgestalteten Geschwülste bedingen. Die andauernde Hypertrophie wird höchst wahrscheinlich durch ein langsam wirkendes chemisches Agens, das Insektengift, hervorgerufen, und die Anziehung der Säfte durch den sich entwickelnden Wurm, so wie die Raumvergrößerung des Wurmes selbst tragen gewiss auch in vielen Fällen, namentlich bei den inneren Gallen, zur Vergrößerung der Geschwulst bei. (Vergl. *Annales des sciences natur.* 3. Série. Botanique 1853, p. 273. *Recherches pour servir à l'histoire des Galles* par Lacaze-Duthiers.)

Ich habe einige näheren Untersuchungen über die Struktur mancher Galläpfel (die ich in Heidelberg sammelte) vorgenommen und will nur fragmentarisch das wesentlich hierher Gehörige berichten:

1. Aeussere Galläpfel am Eichenblatt: Es sind hirsekorn- bis haselnussgrosse kuglige Geschwülste von weisser, gelber, grünlichgelber oder hellgrüner Farbe, die den Blattadern auf der Rückseite des Blattes aufsitzen. Die Oberfläche ist entweder glatt oder durchgehend mit hügeligen Erhebungen zierlich gezeichnet. Letztere Geschwülste sind gewöhnlich saftreich, während die glatten meist hart und trocken sind.

Die saftreichen, etwa erbsengrossen Geschwülste zeigen auf dem Durchschnitt eine Abzweigung des Blattnerven, der in das Centrum der Geschwulst hineingeht und von dort Gefässstrahlen in das Innere sendet; ausserdem gehen noch von dem Centrum Kranzadern ab, welche kreisförmig den peripherischen Theil der Kugel durchziehen und wieder zur selben Stelle zurückkehren. Die Adern enthalten Spiralgefässe. Die mikroskopische Betrachtung eines Durchschnitts ergibt folgendes Bild: Das Centrum wird von einem Haufen kleiner (c.  $\frac{1}{8}$  Linie lang) polygonaler Zellen (Markzellen; Nahrungszellen nach Lacaze-Duthiers) erfüllt, darauf folgt ringsherum eine Schicht von Gefässbündeln, bestehend aus sehr langen ( $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{5}$  Linie lang, c.  $\frac{1}{4}$  Linie breit) verholzenden Prosenchymzellen (harte Schutzzellen nach Lacaze), welche sich fortsetzt in eine breite Lage sehr grosser und auch ziemlich breiter (bis  $\frac{1}{5}$  Linie Länge und  $\frac{1}{15}$  Linie Breite), saftreicher Zellen (spongiöse Zellen nach Lacaze). Letztere ist von den aus dem Centrum kommenden Gefässstrahlen durchzogen und ringsherum von dem Kranzgefäss, welches auch Strahlen nach der



Peripherie schickt, begrenzt. Peripherisch vom Kranzgefäss liegt gleichfalls noch eine Schicht grosser, breiter Zellen ( $\frac{1}{9}$  —  $\frac{1}{7}$  Linie lang,  $\frac{1}{5}$  Linie breit), die nach dem Rande hin kleineren Parenchymzellen (c.  $\frac{1}{9}$  Linie lang und eben so breit) (subepidermoidale Zellen, Lac.) Platz macht, um endlich mit der kleinzelligen (c.  $\frac{1}{10}$  Linie Durchmesser) Epidermisschicht zu enden.

2. Innere Galläpfel am Eichenblatt. Die grüne Geschwulst tritt gleichsam als eine sackförmige Ausbuchtung der Blattlamina hervor; der Eingang zu derselben ist oft durch einen Punkt auf der Rückseite des Blattes angedeutet. Die Blattadern, die der Geschwulst zunächst liegen, sind verbreitert, sie durchziehen darauf dieselbe als stark verdickte und erweiterte Stränge. Auch die die Geschwulst bildende Blattlamina ist wesentlich dicker als das normale Blatt; die Zellen derselben, die anfangs noch Chlorophyll halten, sind um das Zwei- bis Vierfache vergrössert, auch die Elemente des Blattstiels sind grösser als normal.

Der Galläpfel verholzt schnell in grösserem oder geringerem Umfang, später wird er an einer Stelle gelb oder braun und nekrotisirt, so dass eine Oeffnung in ihm entsteht, aus der das Insekt entschlüpfen kann.

3. Geschwülste am Buchenblatt. Sie sind meist von birnförmiger, selten kegelförmiger oder cylindrischer Gestalt; sie sitzen auf der Vorderseite der Blätter und ragen meistens mit einer kleinen kegelförmigen Spitze auch nach der Rückseite derselben hervor, wo, wenn auch keine deutliche Oeffnung mehr vorhanden, doch augenscheinlich der Ausgangspunkt der Geschwulst ist. Der Auswuchs ist hohl, von grüner, gelblicher, auch röthlicher Farbe und gewöhnlich sehr hart. Er hängt immer mit einem sehr verdickten und verbreiterten Blattnerve zusammen, der seine Adern in die Geschwulst hineinschickt; der Ausgangspunkt der Geschwulst scheint aber in den meisten Fällen nicht der Blattnerve, sondern die Blattlamina selbst zu sein.

Unter dem Mikroskop zeigt der Querschnitt am meisten nach innen eine schmale Schicht kleiner Parenchymzellen, darauf eine sehr breite Gewebsreihe, deren Zellen — im Vergleich zu den normalen Blattparenchymzellen — enorm vergrössert sind (c.  $\frac{1}{3}$  Linie lang) und sehr stark verdickte Wandungen besitzen, endlich an der Peripherie eine regelmässige Epidermis.

Im Laufe der Zeit wird ein Theil der Geschwulst braun bis schwarz und nekrotisirt mit Substanzverlust.

4. Galläpfel am *Eryngium campestre*. Sie kommen an den verschiedensten Theilen der Pflanze, am Holze, Mark etc. vor. Lacaze-Duthiers (a. a. O.) äussert sich in Betreff derselben: „Quelle que soit la partie de la plante qui est occupée par la maladie, on retrouve toujours la même chose: Déplacement des éléments fibreux, augmentation du tissu cellulaire.“

5. Innere Galläpfel am Eichenstengel. Man findet sie — nach Lacaze — bis zur Grösse einer grossen Erbse in der cellulären Hülle an kleinen Zweigen der Eiche nahe der Knospe; sie sind grün, wachsen nach dem Herausgehen des Wurmes weiter, tragen Knospen und Blätter und „gleichen in allen ihren Merkmalen einem Aste mit vergrössertem Volumen.“

6. Gallen auf Feigen. Die Wespe, *Cynips Psenes*, legt ihre Eier in die

junge Fruchtknospe des Feigenbaumes. „Die gestochenen Feigen werden viel grösser, süsser und früher reif, man erhält von gestochenen Feigen statt 25 Pfund wohl 100 Pfund von einem Baum.“ (Cuvier, Zoologie.)

Ueberblicken wir nach dem Vorhergehenden die Folgen des Gallwespenstiches, so erhalten wir als kurzes Resultat:

a) Hypertrophie und Hyperplasie des Gewebes. Vermehrung und Vergrösserung der Zellen, Verdickung der Zellwänden (Innere Galläpfel).

b) Pathologische Geschwulstbildung. Nach aussen von dem verletzten Parenchym, aus diesem hervorgegangen, entsteht eine pathologische Neubildung, mit allen Merkmalen eines Organs, d. h. aus verschiedenen Gewebsreihen (Mark, Gefässe, Epidermis etc.) organisch zusammengesetzt (Aeussere Galläpfel).

c) Physiologische Wucherung, Neubildung eines physiologischen Organs. In Folge des pathologischen Reizes wird die normale physiologische Thätigkeit des betroffenen Pflanzentheils vermehrt (Feigengallen), oder die pathologische Geschwulst übernimmt die regelmässigen Funktionen eines physiologischen Organs (Galläpfel am Eichenstengel).

### Physiologische Neubildungen.

An den letzten Punkt anknüpfend, gelangen wir zu rein physiologischen Vorgängen, zu Regenerationen und Neubildungen, die gemeiniglich zur gesundheitsmässigen Entwicklung der Pflanze gezählt werden. Physiologische und pathologische Vorgänge sind ja nicht dem Wesen nach von einander verschieden, sondern bilden eine Kette gleicher Prozesse, die nur durch ihre Anlässe und äussere Erscheinung modificirt sind.

Zu den physiologischen Bildungen, durch welche ganze Organe sich regeneriren, gehört die Fortpflanzung durch Stecklinge. In der Nähe der Schnittfläche tritt eine Zellwucherung ein, an der sich alle lebensfähigen Parenchymzellen, zumeist das Cambium, theiligen. Durch die Neubildung entsteht am Stumpf der sogenannte Callus, aus dem die Wurzel hervorwächst.

Eine andere Neubildung physiologischer Organe ist die Entstehung von Adventivknospen. Es existiren darüber interessante

Versuche von Hartig (Botan. Zeit. 1853, p. 513, Hartig: Ueber die Adventivknospen der Lenticellen). Er benutzte (3—4 Zoll lange, 2—3 Zoll starke) Abschnitte von Kopfholz-Ausschlägen nord-amerikanischer Schwarzpappeln, besonders „der ungewöhnlich lebenskräftigen *Populus serotina*.“ „In die mit Feuchtigkeit gesättigte warme Luft eines Zuckerglases gebracht, oder unter einer Glasglocke, bildet sich sehr bald auf beiden Schnittflächen ein starker Ueberwallungsring und, nach einigen Wochen, in diesem eine reiche Brut von Adventivknospen, während seitlich aus der Rinde Wurzeln hervorbrechen. Im oberen Ueberwallungswulste bilden sich nur Triebknospen, im unteren Wulste hingegen Adventiv-Wurzelknospen und ausnahmsweise neben diesen zugleich auch Adventiv-Triebknospen. An der Seite des Steckreises brechen die Adventiv-Wurzelknospen meist aus den Lenticellen (das sind Korkwarzen an der Rinde) hervor, mitunter aber auch an anderen Stellen.“

Eine im hohen Grade beachtenswerthe Erscheinung ist ferner die bekannte Thatsache, dass die Blätter vieler Gesneriaceen an Stellen, wo ihr Blattstiel geknickt oder eingeschnitten wird, aus diesem an der verletzten Stelle Knospen erzeugen, welche der Ausgangspunkt neuer Blätter und Zweige werden; eine Erfahrung, die von den Gärtnern ganz gewöhnlich zur schnellen Vermehrung dieser Pflanzen benutzt wird. Schacht (a. a. O. p. 134) erwähnt diese Thatsache mit der Bemerkung. „An der geknickten Stelle wird nämlich das parenchymatische Gewebe besonders thätig, gleich dem Vernarbungsgewebe der Rinde über erhaltenen Verletzungen, an welchen Orten bekanntlich gern Knospen entstehen.“

Wenden wir uns jetzt dazu, aus den beobachteten Resultaten sowohl der Experimente, als der Literatur, einige allgemeine Grundsätze in einem kurzen Umriss aufzustellen:

1. In Folge von Verletzungen des Pflanzengewebes, von welcher Natur die Reizmittel immer sein mögen, treten zwei Gruppen von Erscheinungen auf, die sich kurz als **regressive** und **progressive Metamorphose** kennzeichnen.

2. Die regressive Metamorphose besteht in einer Rückbildung des Zellinhalts, wobei sich vor Allem die gelbe Verfärbung des Chlorophylls bemerklich macht; sie führt zu einem Absterben des Gewebes, entweder mit Erhaltung der Zellwand — Welken —, oder mit Zerstörung der Membran — Fäulniss.

3. Die progressive Metamorphose äussert sich in einer Vergrösserung der Zellen, Neubildung aus denselben durch Theilung und Verdickung der Zellwandungen. Sie bildet Vernarbung, Ueberwallung, Hypertrophie u. s. w.

4. In manchen Fällen tritt regressive und progressive Metamorphose neben einander auf, in anderen nur eine von beiden.

5. Das der Verletzung zunächst liegende Gewebe unterliegt meistentheils der regressiven Metamorphose. Die progressive Veränderung geht zumeist von denjenigen Zellen aus, die sich in einiger Entfernung von der direkt gereizten Stelle befinden.

6. Manche Zellen sind nur einer rückschreitenden, nicht einer fortbildenden Metamorphose fähig. Je lebhafter der physiologische Entwicklungstrieb eines Gewebes ist, desto leichter wird es auch zu einer pathologischen Fortbildung veranlasst: je grösser, um mich so auszudrücken, physiologisch die formative Erregbarkeit eines Parenchyms ist, desto grösser ist auch pathologisch seine formative Kraft.

In jungen, saftigen Stengeln, deren Gesamtparenchym sich gleichmässig in Lebensfülle am Wachsthum theilhaftig, gehen bei Verletzungen alle Zellen in die progressive Metamorphose ein. In anderen (z. B. schon am Bohnenstengel, besonders an den höheren Holzpflanzen) sind es nur bevorzugte Gebilde, welche an der Neubildung Antheil nehmen. Die Zellen der Blattlamina, deren Entwicklung auch physiologisch beschränkt ist, sind gewöhnlich einer pathologischen Wucherung nicht fähig. Nur ausnahmsweise (vornämlich wenn ein andauernder Reiz schon die junge Knospe trifft) kommt es hier zur Narbenbildung oder Hypertrophie \*).

\*) An Moosblättern beobachtete Karl Müller eine Reorganisation nach Verwundungen. Besonders auffallend war diese Erscheinung an *Bryum Billardieri*, wo die Blätter auf die verschiedenste Weise verwundet, wahrscheinlich durch ein Thier theilweise abgefressen waren, und wo sich die Blattlamina wieder

7. Der Trieb zur pathologischen Wucherung schlummert zugleich mit dem Stillstand im physiologischen Wachsthum und tritt erst mit dem Wiedererwachen des letzteren wieder auf.

8. Bei der Zellwucherung findet am Pflanzengewebe ein Continuitätsgesetz nicht statt. Die Zellen der verschiedenen Parenchymschichten sind nicht so specifisch von einander verschieden, um nicht — eben so wie sie selbst sich aus gleichartigem Gewebe entwickelten — wieder ein gleiches, wenn auch sogar ihnen selbst heterogenes Gewebe aus sich zu erzeugen. So sehen wir aus dem Parenchym der Rinde, des Cambiums und des Markes auf gleiche Weise Korkzellen hervorgehen.

9. Die progressive Metamorphose kann sich in dieser Weise auf Erzeugung eines gleichmässigen Gewebes aus allen der Fortbildung fähigen Parenchymschichten beschränken (wie es nach mechanischen Verletzungen gewöhnlich der Fall ist) und so zur einfachen Vernarbung führen.

10. Wuchern dagegen die einzelnen Parenchymschichten in sich selbst, so dass ein jedes Gewebe seine Elemente einerseits vergrössert oder verdickt, andererseits innerhalb seines eigenen Typus durch Theilung vermehrt, so entsteht Hypertrophie und Hyperplasie.

11. Die progressive Metamorphose führt zur Geschwulstbildung, wenn sie ein neues pathologisches Organ schafft, welches die verschiedenen Gewebsschichten in sich vereinigt.

12. Die ursprünglich pathologische Neubildung kann endlich den Charakter eines physiologischen Organs annehmen und als solches sich weiter entwickeln. Ueberhaupt können patholo-

hergestellt hatte. Das neue Gewebe zeichnet sich durch sein Aussehen vom alten Blatte aus, die Zellen liegen lockerer, und wo sie sich zu entwickeln beginnen, sind sie regelmässig sechsseitig, während das normale Blatt von Bryum aus rautenförmig sechsseitigen Zellen besteht. Wo die Spitze der Rippe verloren ging, bildet sich die Rippe nicht neu wieder, sondern nur die Lamina. Nur einige lockere Zellen senden die abgebrochene Rippe ab, welche sich mit der Spitze des Blattnetzes vereinigen. — Ein einfacher Riss im Blattnetz hat sich durch eine einzige Reihe grosser lockerer Zellen wieder ausgefüllt. (Bot. Zeit. 1856. S. 200. Zur Kenntniss der Reorganisationen im Pflanzenreiche.)

gische Reizungen den Trieb zur physiologischen Entwicklung erhöhen und selbst eine neue physiologische Formation erzeugen (Adventivknospen).

13. Die regressive Metamorphose beginnt damit, dass die Zellen die Fähigkeit verlieren, sich in normaler Weise weiter zu ernähren. Der Zellinhalt, in seiner metabolischen Kraft gestört und in Folge dessen behindert, seine Säfte mit denen des naheliegenden Gewebes in normaler Weise durch End- und Exosmose auszugleichen, bleibt stationär (Sehr ersichtlich durch die Versuche an Gurkensamen). Es entsteht — diese Bezeichnung scheint mir am geeignetsten — eine Stase des Zellinhalts, mehr oder weniger vollkommen, je nachdem die Saftumsetzung ganz oder nur theilweise gehemmt ist. Durch eine grössere Saftaufnahme bei behinderter Umsetzung und Abgabe erscheinen die betreffenden Zellen mit Inhalt überfüllt und deshalb getrübt.

14. Befinden sich in dem statischen Zellinhalt Substanzen, die leicht eine passive Veränderung eingehen, so erfolgt dieselbe sehr schnell, und aus der Stase entwickelt sich eine passive Degeneration oder die eigentliche regressive Metamorphose. So entsteht — abgesehen von den selteneren Veränderungen — die Umsetzung des Chlorophylls in Xantophyll, eine Veränderung, mit welcher gewöhnlich die Zelle, ohne in der Form zerstört zu sein, abstirbt, das Gewebe welkt\*).

15. Erhält sich eine reine Stase längere Zeit ohne Veränderung des Zellinhalts (wie wir es bei den das leicht zersetzbare Chlorophyll noch entbehrenden Gurkensamen beobachteten), so kann nachträglich noch die Stase in normale Entwicklung übergehen. Das Endresultat beschränkt sich hier also nur auf ein Zurückbleiben im Wachsthum.

16. Wirken auf die noch statischen oder auf die schon passiv

\*) In seltenen Ausnahmen kann sich der schon verfärbte Zellinhalt wieder zurückbilden und zur normalen Entwicklung gedeihen. So berichtet Treviranus, dass ausdauernde Blätter, z. B. von *Saxifraga crassifolia* und *Oenothera biennis*, welche durch Winterkälte ganz oder partiell roth geworden sind, sich im Frühjahr oft ganz wieder grün färben. (Bot. Zeit. 1860. S. 281. Ueber den Wechsel des Grünen und Rothen in den Lebenssäften belebter Körper.)

degenerirenden Zellen aussere schädliche Einflüsse, so unterliegt das Gewebe einem weiteren Rückbildungsprozesse; es verfällt, besonders in Berührung mit Feuchtigkeit, der Erweichung oder Fäulniss, mit Zerstörung des Zellinhalts wie der Zellmembran.

Wagen wir jetzt eine kurze Vergleichung der thierischen Affektionen mit den pflanzlichen. Ein flüchtiger Blick wird genügen, um das Uebereinstimmende in beiden zu beleuchten. Hier wie dort finden wir eine progressive Metamorphose, die mit Zellvergrößerung und Zellwucherung einherschreitet, sei es, dass sie sich als Regeneration, Hypertrophie oder Geschwulstbildung äussert, hier wie dort eine regressive Metamorphose, die zum Tode des Gewebes führt. Eben so wie im pflanzlichen, so ist auch im thierischen Haushalt die nutritive und formative Reizbarkeit der verschiedenen Gewebe, je nach ihrer physiologischen Bedeutung verschieden; während manche Gewebe, vor allem das Bindegewebe, nutritiv und formativ ausserordentlich erregbar sind, fehlt anderen diese Eigenschaft ganz.

Im Allgemeinen können wir den Satz aussprechen: Die Erscheinungen an den Zellen in Folge von Reizungen sind am pflanzlichen und am thierischen Gewebe im Wesentlichen gleich; auch führen diese Erscheinungen zu durchaus ähnlichen Ausgängen.

Wie jedoch im Allgemeinen die pathologischen Prozesse im Pflanzen- und im Thiergewebe sich dem Wesen nach gleich verhalten, so bedingt die verschiedene Natur beider doch im Einzelnen sehr bemerkliche Unterschiede. Die Verschiedenheit müssen wir nach zwei Gesichtspunkten hin ins Auge fassen: erstens, indem wir das thierische Parenchym mit dem pflanzlichen als einfache Zellencomplexe vergleichen; sodann, indem wir den besonderen Bau des Thiergewebes in seiner Abhängigkeit von Gefässen und Nerven in Betracht ziehen.

Schon bei der Vergleichung der verschiedenartigen Natur beider Zellencomplexe, noch abgesehen von Gefässen und Nerven, werden uns gewisse Abweichungen in den pathologischen Erscheinungen derselben zum wenigsten erklärlich:

Die Pflanzenzelle mit dicker, holziger Umhüllungs-  
wand, ohne Intercellulargewebe dicht an einander ge-  
schichtet; nur durch eine innerhalb der Zellen einge-  
schlossene, nirgends frei cursirende Flüssigkeit er-  
nährt, ist einer plötzlichen, bedeutenden Anschwellung durch  
übermässige Saftaufnahme nicht fähig; eine Vergrösserung derselben  
kann nur allmählig durch vermehrte formative Kraft in einer durch  
anliegendes Gewebe weniger behinderten Richtung, weshalb die  
Zellen sich vorher meist umlagern müssen, stattfinden; die neu-  
gebildeten Zellen, durch sich immer mehr verdickende Membranen,  
innerhalb deren sie durch Theilung entstanden sind, mit einander  
verbunden, bleiben geschichtet an einander liegen.

Die thierischen Zellen mit zarter, elastischer Mem-  
bran, äquivalent dem feinen Primordialschlauch der Pflanzenzelle,  
meist durch gleichfalls zartes, oft maschiges Intercellular-  
gewebe von einander getrennt, von einem Saft ernährt, der als  
Blutserum auch als freie Flüssigkeit ausserhalb der Zellen in  
besonderen Gefässen verläuft und auch das Zwischengewebe durch-  
tränkt, sind auf Reizung für eine stärkere und schnellere, selbst  
plötzliche Anschwellung geeignet und können sich unbehinderter  
ausdehnen und entwickeln, sie können rasch zu einer bedeutenden  
Turgescenz, einem Entzündungs-Tumor führen. Nicht durch  
feste Wandungen oder durch dichtes Zellmauerwerk an einander  
gehalten, können die einzelnen, neu gebildeten Zellen ferner durch  
vermehrte Flüssigkeitsaufnahme in das Zwischengewebe — oder  
bei Fehlen des letzteren, in die Zellzwischenräume — sich ganz  
von einander lösen und Eiter etc. erzeugen.

Ist der Verlauf der Reizungserscheinungen weniger stürmisch,  
sondern mehr allmählig, so fallen die Unterschiede im Pflanzen- und  
im Thiergewebe mehr fort, und die Prozesse zeigen in beiden grössere  
Uebereinstimmung (Hypertrophie und Hyperplasie, Tumoren).

Die Thierzellen, nutritiv gereizt, gerathen schnell durch über-  
mässige Aufnahme von Ernährungssaft in den Zustand der trüben  
Schwellung, von der aus sie in progressive oder regressive Me-  
tamorphose übergehen. Die Pflanzenzellen erscheinen durch schnelle  
vermehrte Saftaufnahme nur einfach getrübt, und dies ist in



den meisten Fällen der Uebergang zur Degeneration; in formative Reizung gerathen, vergrößern sie sich gewöhnlich nur allmählig ohne Trübung des Inhalts.

Die passive Metamorphose des nicht mehr sich normal entwickelnden, statisch gewordenen Zellinhalts führt bei der Pflanze meistens zur Bräunung mit Erhaltung der derben Zellwand, beim thierischen Gewebe zur fettigen Degeneration mit Zerstörung der zarten Zellmembran. Die Pflanzenzellen unterliegen am häufigsten der Nekrose, die Thierzellen der Nekrobiose. Wie indess auch am thierischen Gewebe durch eine schnell ausgebreitete Stase oft eine Nekrose eintritt, so giebt es auch umgekehrt am Pflanzengewebe Prozesse, die zur Nekrobiose führen \*).

- \*) Erwähnenswerth ist die Bildung von Harz, Gummi, Wachs etc. im Pflanzengewebe, welche, analog der fettigen Degeneration durch Zerstörung der Zellwand mit Nekrobiose der Zellen endigt.

Bei der Bildung des Fichtenharzes tritt eine Zellwucherung ein, und die vergrößerten und vermehrten Zellen verwandeln sich allmählig sowohl in Membran als Inhalt in Harz um. Auf der Oberfläche vieler Pflanzen kommt ein wachsartiges Fett vor, welches fälschlich als Ausschwitzung des Saftes der Oberhautzellen betrachtet wurde. Es bildet sich vielmehr die Membran der Epidermiszellen selbst in Wachs um. (Karsten, Ueber die Entstehung des Harzes, Waxes etc. Bot. Zeit. 1857. S. 313.)

Mohl stellte fest, dass Traganth-Gummi sich in Zellen des dickwandigen Mark- und Markstrahlengewebes entwickle, indem die Zellen aufquollen und ihre Membran sich in Traganth umwandle. Dasselbe beobachtete Wigand vom Bassorin. Ueber Kirschgummi machte derselbe Autor umfassende Beobachtungen. (Pringsheim's Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. 1861. Heft 1. Wigand, Ueber die Desorganisation der Pflanzenzelle, insbesondere über die physiologische Bedeutung von Gummi und Harz.) Das Kirschgummi entsteht nach ihm in den verschiedensten Pflanzentheilen, in den Gefäßwandungen, im Holzkörper, in der Rinde etc. Es ist eine pathologische Bildung, bedingt durch Abnahme der normalen Ernährungsenergie des Gewebes. Ueber die Entstehung des Gummis im Holzkörper lesen wir wörtlich: (S. 123) „Es ist eine abnorme Bildung, welche besonders in solchen Jahresschichten, welche in Folge einer Zerstörung des Cambiums unvollständig sind, und zwar hier nur in einer gewissen Nähe der Ueberwallungsränder, d. h. so weit sich vor der Ueberwallung die entblösste Oberfläche des Holzkörpers oder der Einfluss der abgestorbenen Rinde und der Atmosphäre auf die Cambiumschicht erstreckte, auftritt; wo ich diese Gummibildung bei ungestörtem Wachsthum in ringsumlaufenden Ringen beobachtete, da waren es ältere, bereits im Absterben

Wirken äussere chemische Einflüsse auf die nekrotischen oder statischen Theile des Pflanzen- oder Thiergewebes, so tritt auf gleiche Weise bei beiden der Fäulungsprozess, Gangrän, ein.

Als den Typus der thierischen Zelle haben wir im Vorhergehenden vorzugsweise das Bindegewebe im Auge gehabt, da dasselbe am reinsten den Gegensatz zur pflanzlichen Zelle bei Reizungen abspiegelt; das Bindegewebe ist es ja, welches der formativen Irritation am meisten unterliegt, und an welchem die Entzündung, die hauptsächlichste Vertreterin der Reizzustände, am klarsten und ich möchte sagen, am meisten specifisch sich geltend macht.

Einige unter den thierischen Geweben nähern sich in vielen Stücken dem pflanzlichen Parenchym. Selbst schon das Epithelial- und Drüsengewebe, welches sonst durch die Fähigkeit der formativen Erregung dem Bindegewebe sehr nahe steht, hat durch seine

begriffene Bäume, und hier stets nur in den äussersten Jahresringen.“ Weiter unten: (S. 138) „Ferner bemerken wir, dass die Disposition jener Gewebe zur Gummibildung im Zustande des Absterbens entschieden grösser ist als bei den lebenden Geweben, und dass unter den letzteren vorzugsweise oder ausschliesslich solche sich in Gummi verwandeln, in welchen bei der bedeutenden Verdickung ihrer Zellwände wahrscheinlich an sich keine besonders lebendige Zellenthätigkeit mehr vorhanden ist, wogegen diejenigen Gewebe, welche den eigentlichen Heerd des Stoffwechsels darstellen, die Markstrahlen und das Rindenparenchym im lebenden Zustande mit ihren dünnwandigen Zellen nicht leicht von der Gummibildung ergriffen werden.“ Interessant ist folgende Beobachtung Wigand's, für die auch Analogien im thierischen Leben existiren: (S. 136) „An Stammabschnitten eines im März gefällten Kirschbaumes, nachdem sie wochenlang in der warmen Stube gelegen hatten, quollen auf den Schnittflächen aus dem Cambiumring in dessen ganzen Umfang dicht neben einander Tropfen von farblosem Gummi hervor.“ Kurz nach dem Fällen war kein Gummi im Cambium vorhanden, das letztere hatte sich also erst im Absterben der Zellen gebildet.

Schliessen wir hier noch eine sehr beachtenswerthe Erscheinung an, nämlich das Auftreten des Drachenbluts in Folge von Verwundungen. Schacht (a. a. O. S. 511) äussert sich darüber folgendermaassen: „Dem Drachenbaum (*Dracaena Draco*), entquillt bei der Vernarbung erhaltener Verletzungen ein rother, harzartiger Saft, das sogenannte Drachenblut, welches fertig in keinem Theile der Pflanze, der überhaupt alle Harz- und Gummigänge fehlen, vorkommt und sich erst während der Vernarbung bildet. Etwa sechs bis acht Tage nach der Verletzung beginnt dieser Ausfluss und verschwindet wieder mit der erfolgten Vernarbung.“

dichte Aneinanderschichtung ohne Interzellulargewebe schon eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Zellenbau der Pflanzen; im höchsten Grade gilt jedoch diese Annäherung ans Pflanzengewebe vom Knorpel. Hier sind die Zellen, so wie bei den Pflanzen, von derben Kapseln eingeschlossen; das Interzellulargewebe, obgleich reichlich, besitzt, gleich den Kapseln, ein sehr derbes Gefüge, der Ernährungssaft im Gewebe ist spärlich, Blutgefässe sind im Parenchym (des wahren Knorpels) nicht vorhanden. Die Erscheinungen am Knorpel nach Reizungen stehen denn auch denen am Pflanzengewebe ausserordentlich nahe.

Es ist hier nicht der Ort, auf diese Punkte näher einzugehen; es genügt mir eine kurze Skizze, wenn deshalb auch höchst mangelhaft, entworfen zu haben. Bei einer späteren Gelegenheit hoffe ich mit Zugrundelegung von Reizversuchen am Knorpel und an anderen thierischen Geweben diesen Gegenstand, der gewiss von unberechenbarer Wichtigkeit ist, näher beleuchten zu können. Die Entzündungsfrage wird dabei selbstverständlich in den Vordergrund treten müssen. Hier wollen wir diesen Gegenstand nur in einigen Punkten mit gedrängter Kürze berühren, da wir jetzt zu derjenigen Vergleichung der thierischen und pflanzlichen Affektionen gelangen, welche durch die Abhängigkeit des thierischen Gewebes von Gefässen und Nerven bedingt wird.

Die Pflanze besitzt nur nutritive und formative Kraft, im Thiere kommt zu dieser noch die funktionelle (animalische) Kraft hinzu. Während durch Reizung des Pflanzengewebes denn auch nur die Nutrition und Formation irritirt werden kann, gewinnt das Thiergewebe (zum Theil) noch die funktionelle Erregbarkeit. So wie Ernährungsstörung leicht Funktionsstörung veranlasst, so kann auch umgekehrt Funktionsstörung rückwirken auf die Ernährung der Elemente, sie kann für diese ein Irritant werden.

Wird ein Thiergewebe verletzt, so werden, ausser der nutritiven Erregung der Elemente, zugleich auch Gefässe und Nerven funktionell gereizt, und die Funktionsäusserung derselben bedingt drei Cardinalsymptome der Entzündung: Schmerz, Röthe, Hitze (die letztere jedoch nur zum Theil durch Blutanhäufung, zum

Theil wohl durch den gesteigerten Stoffwechsel, die erhöhte Zellenthätigkeit veranlasst).

Gehören die Erscheinungen in Gefässen und Nerven zu den wesentlichen Vorläufern und Erregern der Entzündung, oder besser der entzündlichen Gewebsveränderungen? Diese Frage, früher unangefochten und als selbstverständlich bejaht, muss jetzt eben so entschieden verneint werden:

Die Zellen haben an und für sich eine unbestreitbare Selbstständigkeit in ihrer Ernährung und Fortbildung. Ohne die aktive Thätigkeit herrschender Organe, der Gefässe und Nerven, ernähren und vermehren sich nicht nur die Pflanzenzellen, sondern auch die jungen thierischen und menschlichen Eizellen. Die Attraktionskraft des lebendigen Gewebes ist keine mystische Hypothese, sondern eine Thatsache, die im Leben der Pflanze und des Eies sich augenfällig offenbart. Man darf indess nicht das Hauptgewicht auf die Attraktion, als auf ein undefinirbares Agens legen; die Attraktionskraft ist nicht sowohl die Ursache, als die Folge der Ernährung. Die metabolische Kraft der Zelle ist es, welche — freilich auch noch ein Mysticum — die Stoffe nach unbekannten Gesetzen verändert, und durch deren Thätigkeit erst eine Ein- und Ausfuhr nach physikalischen Gesetzen der End- und Exosmose ermöglicht wird. Die Attraktion der Zelle ist demnach eine rein physikalische Erscheinung, bedingt durch die lebendige metabolische Kraft derselben.

Von dieser Seite betrachtet, gewinnt auch die Attraktionstheorie bei der Entzündung eine festere Grundlage, als es Manchem bisher erscheinen mochte: verlegen wir auch hier den Schwerpunkt von der Attraktion auf die metabolische Zellkraft und machen wir die Attraktionstheorie zu einer Cellulartheorie, als Basis der Virchow'schen Cellularpathologie. Durch Reize wird die normale physiologische Ernährungskraft der Zelle, nicht die Attraktion direkt alterirt; erst mit der Alteration der Ernährung, mit der veränderten Saftbildung wird auch die Ausgleichung der Säfte modificirt, und aus dem gesteigerten Umsatz geht eine gesteigerte Zufuhr als physikalische Nothwendigkeit hervor.

Die Zelle ist nutritiv und formativ reizbar; welches sind die wirksamen Irritanten?

Wird ein Gewebe — betrachten wir hier wieder der Einfachheit wegen das Pflanzengewebe — mechanisch verletzt, ist die mechanische Verletzung selbst ein Irritans für die Zellnutrition, etwa in der Weise, wie ein Schnitt oder Druck ein funktioneller Reiz für den Nerven ist? Ein oben angeführter Satz, den wir als Resultat aus den Experimenten gewonnen haben, liefert gegen diese Auffassung einen wichtigen Beweis. Es hiess: Die progressive Metamorphose der Zellen tritt nicht in den der Verletzung zunächst liegenden Zellen, sondern in einer gewissen Entfernung von denselben auf. Ferner kann der Trieb zur Wucherung schlummern und erst längere Zeit nach der Verwundung erwachen.

Hieraus folgt mit einer gewissen Sicherheit, dass es nicht der fremde, mechanische Reiz selbst ist, welcher erregend auf die Zelle wirkt, dass es nicht der Akt der Verletzung, sondern das Verletztsein ist, wodurch die Zelle ihrer normalen Entwicklung entfremdet wird. Wenn das Gewebe an irgend einer Stelle verwundet ist, so ist eine Reihe von Parenchym in der unmittelbaren Nähe der Verletzung theils ganz zerstört, theils für den normalen Stoffwechsel in der Weise unbrauchbar, dass es die passive Degeneration eingeht. Es werden aber auch die diesem Gewebe zunächstliegenden Zellen nothwendigerweise in ihrer Ernährung alterirt, indem der Stoffumsatz in regelmässiger Weise durch gleichmässigen Saftumtausch nach allen Richtungen der Umgebung gehemmt ist. Also entferntere, nicht direkt betroffene, noch lebensfähig gebliebene Zellen werden in Folge der Continuitätstrennung in ihrem normalen Stoffwechsel gestört, und diese Störung des Stoffwechsels, nicht die Verwundung, nicht der mechanische Reiz selbst, ist es, wodurch die formative Erregung bedingt wird.

Durch die Verwundung tritt auch eine Veränderung in der ursprünglichen Gleichgewichtslage der Zellen auf; wo Gewebe zerstört ist, werden die anliegenden Zellen in einer Richtung frei, sie können nach derselben sich unbehinderter ausdehnen und entwickeln. Vielleicht wirkt auch dies Moment erregend auf die

Nutrition der Zellen; vielleicht dient es nur zur Erleichterung der Zellvergrößerung in Folge der vorhergegangenen nutritiven Störung.

Aus dem Vorhergegangenen scheint es einleuchtend, dass die Zellen nutritiv und formativ durch äussere mechanische Reize nicht direkt irritabel sind, sondern dass sie nur eine Sensibilität für innere Störungen des Saftumsatzes, d. h. für direkte Ernährungsveränderungen besitzen. Chemische Einflüsse hingegen können im Gegensatz zu mechanischen unmittelbar die Nahrungszufuhr alteriren und so direkte Irritanten der Nutrition und Formation werden: so ist fetter Dünger ein direktes physiologisches Irritament für die Pflanze, und pathologisch scheint das Gallwespengift so zu wirken, indem die Gallgeschwulst höchst wahrscheinlich durch Wucherung aus den direkt inficirten Zellen sich hervorbildet.

Im thierischen Gewebe kann der nutritive und formative Reiz, wie im Pflanzengewebe von aussen, aber auch von innen kommen: von aussen durch äussere schädliche Einflüsse, von innen aus dem Blute, den Gefässen, den Nerven \*).

Wird ein Gewebstheil durch eine äussere Verletzung gereizt, so kann diese äussere Reizung zugleich auch eine funktionelle Erregung der Gefässe und Nerven bedingen und diese funktionelle Erregung, welche die Congestion zum Hauptziel hat, kann ein inneres Irritament für die betroffenen Gewebszellen werden und ihre Nutrition und Formation mit anstacheln helfen, sie kann zur Erhöhung des direkten äusseren Reizes beitragen.

Blutgefässe und Nerven können somit Erreger der Entzündung werden; sie können! aber, dass sie nicht nothwendige Vorbedingung sein müssen, dass ein äusserer Reiz durch die direkte Stö-

\*) Obgleich die trophische Kraft der Nerven immer mehr an festem Boden zu verlieren scheint, so lässt doch selbst Virchow — wenn auch skeptisch — die Möglichkeit, dass sie als formatives Irritament dienen könnten, zu. Virchow's Archiv Bd. XXI. 1861. S. 157. Zur Cellularpathologie von Eisenmann. Hierzu folgt eine Erklärung Virchow's: S. 169, worin er (bei Bestätigung der neueren Versuche von Samuel über trophische Nerven) „die obersten Sätze der cellularen Anschauungen dahin zusammenfasst, „dass 1) die einzelnen Elementartheile des Körpers für sich leben und Wirkungs-fähigkeit besitzen, 2) dass ihre Wirkung (Thätigkeit) sowohl durch directe Reize als durch indirecte (von Blut oder Nerven aus) angeregt werden könne.“

rung der partiellen Ernährung eines Gewebes zur nutritiven und formativen Erregung derselben genügt, das wird durch die Erfahrungen an blutlosen Geweben und ganz besonders an Pflanzen zur Gewissheit erhoben.

(Eine andere, entgegengesetzte Frage, die wir hier nicht zu erörtern versuchen wollen, ist es, ob umgekehrt eine in Folge des direkten äusseren Reizes gesetzte Nutritionsstörung an und für sich, etwa durch Attraktion, die Hyperämie in den Gefässen nachträglich herbeiführen oder unterhalten kann.)

Ist also auch an der Pflanze eine Entzündung möglich? Freilich, wenn wir bei der Definition der Entzündung nur auf die in Folge des Reizes auftretenden Gewebsstörungen und den dadurch bewirkten Entzündungstumor, unabhängig von Blutgefässen und Nerven, Werth legen, müssen wir der Pflanze eben so gut die Fähigkeit der Entzündung zuschreiben, wie dem Thier.

Es wird sich aber darum handeln, die Definition der Entzündung einzuengen. So würde es in gar keiner Weise das Wesen der Entzündungsfrage berühren, sondern manche durch einen rein formellen Wortstreit entstehende Verwirrung lösen, wollte man die alte Definition der Entzündung, wobei die Hyperämie, mit den Cardinalsymptomen im Gefolge, wieder als nothwendiges Postulat in den Vordergrund trete, gelten lassen. Entzündung hiesse dann: Gewebeerregung (Schwellung, Wucherung) plus Blutcongestion. Es gehörte dann zu dem Begriffe der Entzündung nothwendigerweise ein bluthaltiges Gewebe; blutlose Theile, z. B. die Cornea und der wahre Knorpel — an die Pflanze gar nicht zu denken — wären dann von vorn herein von der Entzündungsfähigkeit ausgeschlossen. Natürlich müsste man die Analogie dieser „Entzündung im engeren Sinne“ mit der Gewebeerregung blutloser Theile aufrecht erhalten und erstere nur als einen durch eine neu hinzutretende, im anatomischen Bau des Gewebes begründete Erscheinung abgegrenzten Begriff ins Auge fassen.

Berichtigung zur Erklärung der Taf. V, auf Seite 158.

Die oberste Zeichnung ist Fig. 1, nicht 2; die untere ist Fig. 2.