

Über Thierknospen und Zellen.

Von Professor J. Engel.

(Mit 1 Tafel.)

Zwei Jahrzehnte sind nun beinahe verstrichen, seit Schleiden und Schwann ihre Untersuchungen über Pflanzen- und Thierzellen, deren Entwicklung und Fortbildung veröffentlichten. Die Ansichten dieser beiden Männer wurden von denjenigen Naturforschern, denen die Zelle wirklich als die wichtigste Elementarform galt — und die Zahl dieser Naturforscher ist weitaus die grössere — so ziemlich allgemein angenommen, und wenn auch hier und da im Einzelnen einiges verbessert, anderes hinzugefügt, manches in spätern Zeiten anders gedeutet wurde, so hatte doch Niemand an den eigentlichen Grundfesten der Entwicklungslehre der Zellen, vor allen der thierischen Zellen, im Ernste gerüttelt.

Ein neues Eingehen in eine längst für ausgemacht anerkannte Sache muss immer als ein grosses Wagniss erscheinen, und ich bin mir dessen wohl bewusst, indem ich mit einer neuen Ansicht vor die Öffentlichkeit trete. Aber seit der Zeit, wo ich in meinen Vorträgen derselben Erwähnung gethan, sind bereits mehr als vier Jahre verstrichen, und ich hatte seitdem immer Gelegenheit, dieselbe von Neuem zu bestätigen, so dass mir die Richtigkeit derselben nicht mehr zweifelhaft erscheint; andererseits lässt die Schleiden-Schwann'sche Theorie der Entwicklung der Zellen und ihrer Derivate der Natur der Sache gemäss doch noch eine andere Auslegung zu.

Man mag einer bestimmten Entwicklungslehre noch so fest anhängen, so viel wird man doch zugeben müssen, dass die Methode, die Entwicklung mikroskopisch feiner Formen zu studiren, mit einer grossen Schwierigkeit zu kämpfen hat; diese Schwierigkeit liegt darin, dass wir in der Regel nicht die werdenden, sondern die gewordenen Formen zur Untersuchung bekommen, dass wir es gewöhnlich nicht in unserer Macht haben, den Gang der Entwicklung der Elementarformen so zu regeln, um immer vollkommen sicher zu sein, an dem

richtigen Ausgangspunkte unserer Untersuchungen uns zu befinden. Und doch hängt hiervon alles ab. Die verfehlte Wahl des Ausgangspunktes ist massgebend für die ganze folgende Untersuchung, und trotz eines richtigen Detailstudiums kann die ganze Darstellung der auf einander folgenden Entwicklungsvorgänge eine unrichtige werden.

Bei einer Entwicklungslehre mikroskopischer Theile müssen wir uns die Glieder einer Reihe zusammenlesen und sie nach ihrer mehr oder minder hervortretenden Ähnlichkeit auf einander folgen lassen. Niemand bürgt uns aber, dass wir das erste Glied oder die auf einander folgenden Glieder in allen Fällen richtig gewählt haben. Reihen von nicht gar zu vielen Gliedern könnten vielleicht sogar völlig umgekehrt werden müssen. Was z. B. dem Einen ein Zeichen von Theilung zellenartiger Gebilde scheint, kann bei dem Andern für einen Beweis der Verwachsung gelten, und es wird schwierig sein, hierüber mit vollkommener Sicherheit zu entscheiden.

Die Zusammenstellung der Glieder einer Reihe ist aber selten eine so vollständige, dass nicht oft ein Interpoliren der Reihe nothwendig wird. Man glaubt hierbei in seinem guten Rechte zu sein, denn zwei einander sonst nahestehende Formen lassen — so meint man — keine andere Übergangsform als die interpolirte zu, und oft glaubt man in einer Zeichnung durch einen einfachen Strich oder nur durch die Verlängerung eines Striches die Reihe vervollkommen und sich aus der Verlegenheit ziehen zu können. Aber — so geringfügig die angebrachte Veränderung zu sein scheint, sollte sie doch mit Vorbedacht vermieden werden, denn bei Elementarformen, bei denen man es ohnehin kaum mit mehr als zwei Contourlinien zu thun hat, ist eine hinzugefügte dritte Linie eine Erdichtung von mehr als der Hälfte der ganzen Form, und der Fehler wird daher um so grösser, je einfacher die untersuchte Entwicklungsform ist.

Die Frage über die Entwicklung der Zellen dreht sich hauptsächlich um einen Punkt, um den nämlich, welcher der verschiedenen Theile der Zelle der erstgebildete sei, ob die Zelle, ob der Kern, und man ist darin, glaube ich, ziemlich einig, dass der Kern das erste, die Zelle dagegen das später entwickelte Gebilde sei, und nur über diese Art, wie sich die Zelle um den Kern oder aus dem Kerne entwickeln soll, werden verschiedene Ansichten vorgebracht, der eigentliche Vorgang der Kernbildung wird dabei weniger beachtet. Entweder lässt man um den vorhandenen Kern eine granulöse Masse sich

ablagern, die nach und nach zur Zellenwand sich consolidirt, oder man nimmt noch kürzer an, dass der Kern später von einer Haut umschlossen werde, die entweder aus der Blastemflüssigkeit sich bildet, oder als Absonderung des Kernes selbst entstanden ist; oder man glaubt, der Kern vergrössere sich, seine Wand werde selbst Zellenwand, in seinem Innern entwickle sich ein neuer Kern. Keine dieser Vorstellungsweisen hat den Vortheil, durch eine directe Beobachtung gestützt zu werden; was man unmittelbar beobachten kann, ist nur dies, dass bei frisch entstandenen Zellen die Zellenhöhle oft vom Kerne fast ausgefüllt wird, während bei älteren Zellen der Kern verhältnissmässig klein ist. Diese Thatsachen bilden den Ausgangspunkt fast aller Meinungen.

Auf die erwähnten Weisen sucht man sich zu erklären, wie der Kern in die Zelle kommt; dagegen bleibt es ganz unerklärt, wie der Kern, was so häufig der Fall ist, von einer Duplicatur der Zellenwand aufgenommen wird, und an diesem einfachsten Umstande, der fast bei jeder frisch gebildeten Zelle gefunden wird, bewährt sich eben keine der angegebenen Hypothesen, ausser man greift zu einer neuen Hypothese, wodurch natürlich die andere nicht eben an Festigkeit gewinnt.

Mit der ersten Frage hängt eine andere zusammen: wie die Zellenmembrane selbst sich bilde. Wenn man sie aus einer körnigen Schicht entstehen lässt, die sich allmählich schärfer abgrenzt und endlich zu einer homogenen Haut wird, so ist dies wohl nur eigentlich ein Bild, unter dem wir, gleich den Mineralogen atomistischen Ansichten huldigend, uns den innern Vorgang der Gestaltung anschaulicher zu machen bestrebt sind, weil wir uns überhaupt die Entstehung grösserer Theile nicht anders denken können, als indem wir kleinere Theile Bausteinen ähnlich an einander fügen; aber der wahre Sachverhalt ist es sicher nicht, und wir müssen uns bescheiden, Membranen an Zellen als fertige Bildungen anzunehmen, ohne die Art näher bezeichnen zu können, nach der sie entstanden sind.

Dasselbe gilt auch von einer dritten Frage, nämlich über die Bildung des Kernes. Man glaubt in den wenigen Fällen, in denen man noch spontane Kernbildung zulässt, die Entstehung eines Kernes leichter begreifen zu können, wenn man ihn aus den vielen uns zu Gebote stehenden Elementarkörnchen durch Zusammenfügung hervorgehen lässt; aber gewiss mit Unrecht. Durch die Annahme des

Verschmelzens mehrerer Elementarkörnchen kann man sich allenfalls bildlich vorstellen, wie ein Körper entsteht, der auch an Grösse einem Kerne ähnlich wird, nachdem er ihm an Form längst geglichen; dann hat man aber eben nur ein grösseres Elementarkörnchen statt mehrerer kleinerer; wie aber daraus ein Kern entsteht, begabt mit jenen Fähigkeiten, die wir am Kerne doch nie vermissen, namentlich der Fähigkeit sich weiter zu bilden oder zu theilen, wird eben nicht erklärt werden können.

Ich halte es für zweckmässiger, die Beantwortung dieser beiden letzten Fragen der Zukunft zu überlassen und die Sache zu nehmen, wie sie ist. So wie wir Krystalle nicht im Entstehen beobachten können, da sie uns immer schon als gewordene Krystalle sich darstellen, eben so gibt es gewisse organische Formen, die wir nicht im Zustande des Werdens, sondern immer nur als gewordene erblicken, und an diese knüpfen wir an, ihre weiteren Entwicklungen sind Gegenstand einer naturwissenschaftlichen Forschung.

Schon seit Jahren bin ich zur Überzeugung gelangt, dass der Kern nicht dasjenige Gebilde sei, welches zuerst entsteht; durch die Untersuchung des Wachsens abgeschnittener Haare ist diese Überzeugung nicht nur befestigt worden, sondern es ist auch der unmittelbare experimentale Beweis dafür gegeben worden, ein Beweis, der nicht vielleicht zufällig nach vielem vergebenen Suchen, sondern nach Belieben, ich möchte sagen jeden Augenblick, von jedem geführt werden kann, so dass der Vorgang der Zellenbildung wenigstens für diese Art productiver Thätigkeit, als das Nachwachsen abgeschnittener Haare ist, und mithin auch nach der Analogie für das Nachwachsen anderer durchschnittener Theile der unmittelbaren Beobachtung unterzogen werden kann.

Aus den Spitzen abgeschnittener Haare, ja selbst einzelner Fasern der Haare, sieht man nämlich Knospen hervorbrechen, die weder aus Zellen, noch aus Kernen herauswachsen, aber anfänglich die runde Form einer thierischen Zelle besitzen, welche bei fernem Wachstum in eine sogenannte spindelförmige Gestalt übergeht. Nachdem diese Knospen durch eine bestimmte Zeit bloß wieder zur neuen Knospenbildung verwendet worden waren, von denen jede eine zellenartige Form besitzt, ohne selbst die anderen Embleme einer Zelle (Kern, Inhalt, Zellenwand) zu zeigen, beginnt erst, und zwar wieder in einer messbaren Zeit, die Bildung von Kernen oder,

besser gesagt, von kernartigen Gebilden, und die Zelle ist nun fertig; wenigstens lässt sich zwischen der so entstandenen und den anderen thierischen Zellen auch nicht der geringste Unterschied auffinden; auch ist bisher Niemanden eingefallen, diese Zellen des Haares für etwas anderes als für Zellen zu erklären.

Da an den nicht abgeschnittenen Haaren, auch an den Haaren neugeborner Früchte, ganz ähnliche Formen vorkommen und man die abgeschnittenen Haare vom nicht abgeschnittenen Nachwuchse überhaupt nicht unterscheiden kann, so hatte ich wohl Recht, zu schliessen, dass der Zellenbildungsprocess auch an diesen letzteren in ganz gleicher Weise vor sich gehe.

Ich dehnte dann meine Untersuchungen auf die Federn aus. Auch hier fand ich die Knospenbildung der Zellenbildung vorausgehen, was mir um so wichtiger war, als man gerade bei den Federn die Analogie der pflanzlichen und thierischen Zellen am besten nachweisen kann, und die Zellen der Federn, sowie jene der *Chorda dorsalis* bei dem ersten Versuche einer Entwicklungsgeschichte der thierischen Zellen eine Hauptrolle hatten. Auf diese Weise war das vermittelnde Glied zwischen den Wachstumsformen verletzter und nicht verletzter ursprünglicher Theile gefunden; die Thatsache scheint mir nun festzustehen, dass die Kernbildung der Zellenbildung nicht vorausgehe, oder, besser gesagt, dass weder Zellen- noch Kernbildung der erste Bildungsvorgang seien. Nachdem ich diese Thatsachen einmal aufgefunden, erklärten sich mir viele der in Zellen zu beobachtenden Vorgänge in überraschend leichter (freilich den bisher gangbaren Ansichten über die Zelle widersprechender) Weise, und so glaubte ich nicht länger zögern zu sollen, die Zellenentwicklungslehre zu geben, wie ich sie seit Jahren durch zahlreiche Untersuchungen als die nicht nur mögliche, sondern auch wirkliche bewährt gefunden habe.

Man kann die Frage, ob Zellen durch eine Art von *Generatio originaria* aus plastischen Flüssigkeiten entstehen, als abgethan ansehen, und da fast Niemand mehr dieser spontanen Bildung von Zellen das Wort zu reden bereit sein dürfte, von der Thatsache ausgehen, dass zur Entstehung von Zellen präexistirende Formen nothwendig sind.

Der Zellenbildung geht am abgeschnittenen Haare die Knospenbildung voraus. Die Knospe ist ein rundliches Gebilde, welches, wenn man es sich isolirt denkt, als eine kugelartige homogene Masse erscheint,

in der kein Unterschied zwischen Peripherie und innerer Substanz gemacht werden kann. Nichts desto weniger scheint ein solcher Unterschied zu bestehen, denn an den nachfolgenden nun zu beschreibenden Vorgängen theilhaftig sich die äusserste Peripherie der Knospe nicht.

In der structurlosen Knospe Fig. 1. beginnt eine Abtheilung in zwei Hälften, *a* und *b* Figur 2, ganz nach dem ursprünglichen Typus der Knospenbildung überhaupt. Jede Knospe an abgeschnittenen Haaren erscheint gleich von dem Augenblicke an, wo sie überhaupt zu erkennen ist, als ein fertiges Gebilde, dessen Zusammenfügung aus kleinen Theilen eben so wenig beobachtet werden kann, wie die des mikroskopisch kleinen Krystalles. Wo sich eine Knospe abschnürt, geschieht dies nicht allmählich, sondern die Abschnürung tritt uns eben fertig entgegen, ohne dass wir den Vorgang der Abschnürung Schritt für Schritt verfolgen könnten. So erscheint auch die Abtheilung *a* der 2. Figur unvermittelt und gleich ursprünglich vollständig, ohne Zwischenglieder und ohne allmähliche Übergänge von einem minder entwickelten zu einem entwickelteren Zustande.

Das eben Gesagte gilt aber nicht blos von Knospen abgeschnittener Theile, sondern ist, wie noch ausführlicher erörtert werden soll, überhaupt der Typus der Zellenbildung.

Die Räume *a* und *b* der 2. Figur haben mannigfache Schicksale.

Die Abtheilung *b* erscheint nicht selten minder durchsichtig und dann gilt uns Figur 3 für eine Zelle, in der *a* den Kern darstellt, während in *b* ein etwas trüber Zelleninhalt enthalten zu sein scheint. Der Kern *a* ist in diesem Falle wandständig, liegt jedoch an der innern Wand der Zelle nackt, d. h. er ist in keiner Duplicatur der Zellwand eingeschlossen.

Denkt man sich die Kugelzelle Figur 3 so um ihren Mittelpunkt gedreht, dass *a* gerade nach oben zu liegen kommt, so ist der sehr helle Kern dem Anscheine nach ein centralstehender. Zwischen dem Kerne und der ganzen Zelle besteht ein bestimmtes Durchmesserverhältniss, da sich alle diese Formen mit geometrischer Regelmässigkeit ausbilden. Der Kern *a* zeigt nämlich einen halb so grossen Durchmesser als die ganze Zelle. In einer meiner frühern Abhandlungen (über das Wachstumsgesetz thierischer Zellen, Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften in Wien) habe ich dieses Verhältniss in zahlreichen Fällen durch Messungen nachgewiesen, ohne

dass mir dazumal der Grund derselben klar geworden wäre. Nur glaubte ich in obiger Abhandlung das Verhältniss $\frac{n}{2(n-1)}$ aufstellen zu müssen, wo n die entsprechenden Durchmesser des Kerns und der Zelle in Zehntausendstel Par. Zollen und die constante Zahl 1 gleichfalls $\frac{1}{10000}$ P. Zoll bedeuten soll. Nach meinem nunmehrigen Dafürhalten ist die negative Grösse im Nenner wegzulassen, was auf das Gesamtergebniss nur einen geringen Einfluss ausüben kann. Ist das Verhältniss ein anderes, z. B. $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$ oder $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, so zeigt dieser, wie noch weiter unten dargethan werden soll, an, dass bereits eine Veränderung in der Zelle eingetreten ist, oder dass sich die Zelle nach einem anderen Typus entwickelt hatte.

Beobachtet man eine Zelle vom obigen Verhältnisse $\frac{1}{2}$ in ihrer regelmässigen Lage, so dass der Kern a gerade nach oben gewendet ist (Fig. 4), so ist der Kern allseits von der Zellenwand ziemlich enge umschlossen; der Raum zwischen dem Kerne und der Zellenwand beträgt nämlich nur die Hälfte des Durchmessers vom Kerne. Man weiss längst dass bei jungen Zellen die Zellenhaut den Kern ziemlich nahe umgibt, doch ist's ganz unrichtig, dass der Kern verhältnissmässig um so grösser sei je jünger die Zelle. Es sollte heissen, die Zelle ist um so jünger, je mehr Kern und Zelle im einfachen Durchmesserverhältnisse 1:2 oder 1:3 stehen.

Im Raume a Fig. 3 wird, wenn er grösser geworden, gewöhnlich ein Kernkörper sichtbar; wie dieser entsteht, wird später erwähnt werden.

Die beiden Räume a und b können sich entweder gleichzeitig und gleichmässig vergrössern, oder es vergrössert sich blos der eine.

Vergrössert sich der Raum a , den ich vorläufig den Kern heissen will, ohne damit etwas weiteres über seine Natur andeuten zu wollen, so wird dadurch der Raum b auf einen schmalen Streifen reducirt, wodurch die ganze Knospe (oder auch Kugelzelle) das Aussehen der 5. Figur erhält. Liegt der Kern bei der Beobachtung nach oben, so erscheint die Knospe oder Zelle wie Figur 6 darstellt; ein verhältnissmässig grosser, heller Kern wird von einer eng anliegenden Zellenwand umgeben. Der so vergrösserte Kern heisst nun bei den Histologen der Brutraum. Dieser Name wird allerdings gewöhnlich nur von sehr grossen Zellen gebraucht; aber die Grösse macht hierbei keinen Unterschied; auch Zellen, die nicht viel grösser sind

als Blutzellen, sind sehr häufig in ganz gleicher Weise wie die Zellen mit Bruträumen geformt.

Irrthümlich glaubt man, dass der Brutraum ein vergrößerter Kern sei, in dem der Kernkörper zu Grunde gegangen. Der Kernkörper war aber überhaupt nie zugegen, und der sogenannte Kern ist nur eine Abtheilung einer Knospe, eine Knospe in einer andern.

Bei sehr kleinen Knospen oder Zellen von Blutkörpergrösse ist der Raum *b* der 5. Figur begreiflicher Weise so schmal, dass er bei der bezeichneten Lage leicht übersehen werden kann, was um so eher möglich ist, da die Contouren bei so kleinen Körpern nicht als scharfe oder dunkle Linien hervortreten. Man hält dann die Fig. 5 entweder für eine kernlose Zelle, oder für einen nackten Kern und zieht dann, namentlich bei krankhaften Theilen, aus dem vermeintlichen Schwinden des Kernes oder aus der Anwesenheit nackter Kerne Schlüsse, deren Richtigkeit entweder der nächste Moment in Frage stellt, oder deren Richtigkeit nicht controlirt werden kann, weil eben das Object dem Lebenskreise nicht mehr angehört.

Der Raum *a* bleibt aber nicht immer steril, sondern derselbe Vorgang, durch den er selbst gebildet worden, tritt auch in ihm von Neuem auf, und so bilden sich durch neue Querspaltung im Innern dieses Raumes Formen wie jene der 7. Figur und verschiedene andere, von denen im Verlaufe noch die Rede sein wird.

Eben so häufig kommt es vor, dass der Raum *b* (der 3. Figur) sich unabhängig von *a* vergrößert, und so entsteht nun die 8. Figur, in welcher bei grösserer Ähnlichkeit mit den bekannten Zellen, die Durchmesser des Kernes und der Zelle in jedem andern Verhältnisse als 1:2 oder 3 stehen können. In einer grossen Zelle erscheint ein verhältnissmässig kleiner Kern, was man zwar gewöhnlich von einer Schrumpfung des Zellenkernes herleitet, was aber in der That nichts anders ist als ein Stehenbleiben des Kernes auf einer einmal angenommenen Grösse.

Zellen von der Art wie sie die 8. Figur darstellt, bleiben nicht selten was sie sind, sie entwickeln sich in keiner andern Weise. Sie sind gewöhnlich mehr platt als kugelrund; ihre Contouren sind sehr scharf, wengleich fein; ihr Inhalt ist durchaus formlos, farblos und durchsichtig; ihr Kern ragt nackt in die Zellenhöhle hinein, ist aber an einer Stelle der Wand festgewachsen. Die Zellenwand scheint ziemlich spröde zu sein, denn man bemerkt nicht selten Risse in der-

selben und bekommt daher in Theilen, in welchen derartige Zellen in grösserer Menge zugegen sind, bei nicht ganz sorgfältiger Präparation leicht Trümmer von Zellen zu Gesichte.

In manchen Fällen entwickeln sich aber auch in dem Raume *b* wieder neue Abtheilungen und es entstehen dadurch Knospen, die aus lauter zwiebelartig in einander geschichteten Schalen bestehen. So entsteht z. B. aus der Fig. 8, in der drei solcher Abtheilungen *a'*, *a*, *b* vorhanden sind, deren vier und noch mehrere (Fig. 9). Gewöhnlich hat dabei die ganze Knospe ihre Form verändert und statt der kugelrunden Gestalt zeigt sie eine längliche, fast fannenzapfenartige Form.

Nicht immer aber ist eine derartige Theilung so regelmässig, dass jede Schichte eine genau bestimmte Gestalt, etwa die einer stark concav-convexen Linse besässe; die Theilungslinien nehmen im Gegentheile oft verschiedene Lagen gegen einander an, wodurch eine solche Schicht an der einen Seite oft beträchtlich dicker wird als an der andern; das Princip bleibt aber immer dasselbe, nur die Detailsführung ist verschieden.

Jede Unterabtheilung dieser zwiebelartigen Knospen zeigt aber wieder ein mehr minder regelmässiges Zerfallen in ähnliche blattartige Schichten und so erblickt man nicht selten Knospen mit vielfach über einander gelagerten Hautschichten (Fig. 10), deren Zahl mithin um so grösser wird, je älter die Knospe geworden.

Ist diese Spaltang bis zu einem gewissen Grade gediehen, dann erfolgt nicht selten die letzte Metamorphose. Der an der Basis dieser Knospe zurückgebliebene Raum *a* Fig. 10 spaltet sich abermals, meist in zwei congruente Theile (Fig. 11); jede der darauffolgenden Schichten gleichfalls in untergeordnete, selten parallel liegende Abtheilungen. Die letzte Schichte *b* entwickelt sich nicht selten zu einer Terminalknospe (*b* Fig. 11), in welcher sich derselbe Process wiederholt.

Die kleinsten Abtheilungen solcher Knospen sehen nun aus wie die Schuppen von Epidermis. Sie sind mehr minder polygonal gestaltete Plättchen, mit allen jenen Biegungen und den leichten Facetten, welche wir auch an Epidermiszellen finden. Sie haben jedoch keinen Kern. Nur zuweilen erblickt man in einer der Abtheilungen (*a* Fig. 11) durch abermaliges Spalten ein kernartiges Gebilde.

Mit der Form hat die Knospe natürlich ihre Grösse auch bedeutend verändert, und solche Knospen streifen nicht selten in das Makroskopische hinüber.

Ich glaube, dass es Fälle gibt, in denen eine derartige Spaltung nach allen Seiten der ursprünglichen Knospen entsteht, so dass makroskopisch-kugelartige aus Blattlagen schalig zusammengesetzte Körner gefunden werden können, in deren Innern zellenartige Gebilde von der Form *a* Fig. 11 als Kern der ganzen Masse vorkommen. Ich habe jedoch diese Art von Bildung nicht weiter verfolgt; doch glaube ich, sind sie in den Epitheliomen eben nicht selten. Die konischen tannenzapfenartigen Formen, die ich im Vorhergegangenen ausführlicher geschildert habe, finden sich im physiologischen Zustande an den Spitzen der Federn bei ganz jungen, eben ausgekrochenen Vögeln.

So weit die Bildungs- und Entwicklungsgeschichte der Knospen (Zellen) mit wandständigem, nacktem Kerne.

Aus ganz ähnlichen Knospen wie Fig. 1 bildet sich aber auch durch doppelte Spaltung die 12. Figur, und zwar auch hier wieder ohne Übergangsglieder, d. h. ohne dass der Bildungshergang überhaupt beobachtet werden könnte. Es entstehen so zwei einander ganz gleiche meist regelmässig kugelige Abtheilungen *a* und *b* (Fig. 12), deren jede demnach halb so gross ist wie die ganze Knospe Fig. 12. Ohne dass eine weitere Änderung vor sich geht in der Form der einzelnen Abtheilungen, wird die zwischen denselben liegende Portion der Mutterknospe trübe (Fig. 13.) Hierauf erfolgt die Vergrösserung einer der Abtheilungen *a* oder *b*, und eine Knospe mit zellenartigem Aussehen ist nun fertig. Die nicht vergrösserte Abtheilung *a* Fig. 14 bildet nun den sogenannten Kern, die vergrösserte Abtheilung *b* den Zellenraum; der Kern ist zwischen den Contouren der ursprünglichen Knospe und jenem der kugeligen Abtheilung *b* eingetragen; er scheint demnach in einer Duplicatur der Zellenwand zu sitzen, welche ihn nur an einem Punkte berührt und in dieser Profilsicht eine halbmondartige Form zeigt.

Wenn die 14. Figur eine andere Lage annimmt, so dass der Kern gerade nach oben dem Beobachter zugewendet erscheint, dann hält man ihn für central liegend, weil er gerade die Mitte der Scheibe einnimmt, welche der Contour der Knospe bildet. Er ist aber nichts desto weniger in allen Fällen excentrisch oder wandständig.

Das numerische Durchmesserverhältniss gestaltet sich auch hier wieder höchst einfach. Gewöhnlich wird die Abtheilung *b* doppelt so gross als die Abtheilung *a* in jedem ihrer Durchmesser. Der Durchmesser des Kernes steht daher zu jenem der ganzen Knospe nahezu wie 1:3 — ein Verhältniss, welches ich in meiner oben erwähnten Arbeit über die Zellenentwicklung zwar nicht als das einzige, aber so häufig gefunden habe, dass ich es als Ausgangspunkt aller weiteren Berechnungen machte.

In dem Kerne kann später ein Kernkörperchen auftreten; dann ist die Analogie mit den gewöhnlichen Zellen vollkommen festgestellt.

Auch Formen von der Figur 13 gelten gewöhnlich schon für vollständige Zellen, bei denen der nicht selten etwas trübe Kern (Fig. 13 *A*) in einer Duplicatur der Zellenwand sitzt. Bei diesen zellenartigen Gebilden sind dann die Durchmesserverhältnisse von Kern und Zelle wie 1:2.

Aus der Knospe Fig. 1 entstehen aber nicht selten 3 Abtheilungen *a*, *b*, *c* von vollkommen gleicher Grösse und Form (Fig. 15). Dadurch, dass die zwischen den einzelnen Abtheilungen befindliche Masse der Knospe sich trübt, entsteht die 16. Figur. Indem nun eine von diesen Abtheilungen, z. B. *c*, sich aufs Doppelte vergrössert, entsteht die 17. Figur, und es bildet sich eine zellenartige Knospe mit zwei dicht an einander liegenden und scheinbar von einer Duplicatur der Zellenwand eingeschlossenen gleich grossen Kernen. Der weitere Entwicklungshergang ist dann wie bei den einkernigen Zellen.

Zwischen den Zellen mit nackten und jenen mit eingeschlossenen Kernen gibt es weiter keine Übergänge. Der nackte Kern wird nicht zum eingeschlossenen, und umgekehrt. Doch können sehr wohl in demselben Gewebe nacktkernige Zellen neben andern sich vorfinden, da in beiden in der That der Bildungsgang, kleinere Umstände abgerechnet, ein gleicher ist.

War die Knospe Fig. 1 entweder gleich ursprünglich oder durch einen späteren Theilungsprocess in 4 Abtheilungen zerfallen (Fig. 18) und vergrösserte sich eine dieser Abtheilungen, während die andern stationär blieben, dann entsteht die 19. Figur. In dieser finden sich 3 Kerne in einer Gruppe neben einander und zwar nach einer ganz bestimmten Art gruppiert, eingeschlossen von einer Falte der Zellenwand. Gewöhnlich besitzt keiner dieser drei Kerne einen Kernkörper.

Sind die drei- oder auch mehrfachen Kerne einer Zelle anders gruppirt, so ist der Bildungsgang ein anderer, wie noch später auseinander gesetzt werden soll.

Durch weitere Vergrösserung ändert sich das ursprünglich einfache Durchmesserverhältniss des Kernes mit der Zelle, und bei grossen, meist nur wenig regelmässig geformten Zellen sind diese numerischen Verhältnisse die verschiedensten, wie sie zum Theile der blosse Zufall hervorzubringen vermochte.

Auch bei den oben bemerkten Knospen der zweiten Kategorie, nämlich denen mit eingeschachtetem Kerne, ist eine fortgesetzte Theilung möglich, nur erfolgt sie in anderer Art als bei denen der ersten Kategorie. Bei diesen betheiligt sich nämlich eben sowohl der Kern als auch die sogenannte Zelle in ganz gleicher oder nahezu ähnlicher Art; bei den Knospen mit eingeschaltetem Kerne jedoch ist entweder der Kern bei den nachfolgenden Productionen ganz unbetheiligt, oder er unterliegt zwar einer Theilung, producirt aber wenig und nur die Zelle ist der eigentlich productionsfähige Theil.

In den zellenartigen Knospen (Fig. 14 oder 19) mit eingeschachtetem Kerne wiederholt sich derselbe Vorgang, durch welchen die Knospe 12 aus der Knospe 1 entstanden ist, und es entsteht die 20. Figur — eine Zelle, mit einem wandständigen, eingeschachtetem Kerne, in deren Höhle zwei gleich grosse Zellen oder kernartige Gebilde sich finden, die den gegebenen Raum bald mehr bald minder vollständig erfüllen, im ersteren Falle an der Berührungsstelle sich abplatteln, im andern Falle dagegen ihre rundliche Form unverändert beibehalten haben. Durch einen weiteren Theilungsprocess, analog dem Bisherigen, entstehen in jeder der Knospen *a* und *b* der 20. Figur die zellenartigen Formen *a* und *b* der 21. Figur, d. h. es haben sich nicht um vorhandene Kerne die Zellen gebildet, sondern die Kerne sind in der Zelle oder Knospe auf dem Wege der Theilung oder Knospenbildung entstanden.

Diese Kerne der eingeschlossenen Zellen scheinen meist in der Mitte der Mutterzelle zu liegen, sind aber wahrscheinlich nach Analogie mit dem Bisherigen wandständig; nur hindert in der Regel die Lage der Zelle dieses zu erkennen. Aber statt 2 Zellen sieht man nicht selten auch 4, 5 und noch mehr Zellen oder kernartige Körper im Innern einer grösseren Mutterzelle entstehen. Ich sage absichtlich kernartig, denn da nach dem bisher Gesagten die ersten

Abtheilungen, in welche das Innere einer Mutterzelle zerfällt, einfache kugelhühliche Massen sind, in denen man keine weiteren Unterabtheilungen entdecken kann, so werden sie gewöhnlich für Kerne gehalten; sind letztere dann später wirklich entstanden, so spricht man, indem man den Kern für das erstentstandene hält, sich gewöhnlich dahin aus, dass die Zelle sich um den Kern gebildet habe, statt zu sagen, dass der Kern in der Knospe entstanden und dadurch die Knospe zur Zelle geworden sei.

Sind 4 oder 5 kernartige Körper im Innern der Mutterzelle zugegen, so haben sie meist eine sehr regelmässige Lagerung (Fig. 22 und 23). Sind mehr denn 5 Inhaltsabtheilungen vorhanden, so ist eine regelmässige Einlagerung zwar wegen der Menge der Gegenstände nicht mehr zu erkennen, aber mit vollem Grunde zu vermuthen.

Nicht immer sind die Inhaltsabtheilungen gleich gross, doch bemerkt man selbst bei ungleicher Grösse nicht selten eine bedeutende Regelmässigkeit. So ist in der 24. Figur eine solche Zellenform abgebildet, in deren Innern 4 Unterabtheilungen, 2 grössere, 2 kleinere, je zwei einander an Grösse völlig gleich ausgebildet sind. Bei mehr als vier Unterabtheilungen geht auch hier die Regelmässigkeit scheinbar verloren.

In manchen Fällen unterliegt der ganze Zelleninhalt (der 17. oder 19. Figur) einer einfachen Theilung und es entsteht daraus die Figur 25, in der der Inhalt der Mutterzelle eine einzige Tochterzelle mit scheinbar centralem Kerne ist. Man hat in solchen Fällen so selten Gelegenheit, die ganze Zelle in einer andern als der gezeichneten Projection zu sehen; daher erscheint der Kern central; ich halte ihn aber für wandständig und stütze mich hierbei auf die Analogie mit den nun aufgeführten Fällen.

Meine ganze Darstellung des Entwicklungsganges der Zellen und Kerne ist daher, was die zeitliche Auffassung betrifft, der gewöhnlich herrschenden Ansicht entgegengesetzt. Nach diesen ist der Kern das erstentstandene, die Zelle bildet sich um den Kern; Zelle und Kern werden gewissermassen als zwei verschiedene Dinge betrachtet, so dass der Kern gleich ursprünglich als Kern, die Zelle als Zelle aufträte, und beide nicht in einander übergehen. Nach meiner Ansicht ist das was man Kern nennt, nicht das Erstgebildete, aber auch die Zelle im gewöhnlichen Sinne des Wortes

ist es nicht, sondern ein dem Anscheine nach homogenes, kugeliges Gebilde, in welchem Zellenmembran, Zelleninhalt und Kern erst allmählich sich abtrennen. Das Knospeninnere zeigt anfänglich sich nirgends ungleichartig, so dass es vielleicht nur ein Zufall ist, dass sich die eine Abtheilung der Knospe zum Kerne, die andere zur Zellenhöhle entwickelt, und nicht umgekehrt; der deutliche Unterschied stellt sich erst später heraus. Aber der Unterschied muss überhaupt nicht ein starrer sein, und dem entsprechend finden wir in der That sogenannte Kerne, die von dem eigentlichen Zelleninhalte sich sehr wenig abgrenzen, leicht mit diesem sich mengen können, so dass es in manchen Fällen sogar schwierig wird, den Kern zur Anschauung zu bringen. — Das was man Zelle nennt, ist somit schon eine weitere Entwicklungsform der Knospe; der Zellenbildung geht die Knospenbildung voraus. Aus der Abwesenheit eines Kernes darf nicht geschlossen werden, dass er bereits verschwunden ist; viel häufiger ist wohl der Fall, dass er noch gar nicht vorhanden war, sondern erst später sich bilden dürfte. Bei der Bildung neuer Knospen oder Keime ist es nicht blos oder vorzüglich der Kern, der durch seine Spaltung zur Bildung beiträgt, sondern es können sich Kern und Inhalt der Zelle in gleicher Weise dabei betheiligen, ja die Bildung geht eben so häufig vom Zelleninhalte als vom Kerne aus. Die Knospe, der Kern treten uns überall gleich als Ganzes entgegen, nirgends stossen wir auf eine successive Zusammensetzung der einzelnen Baustecke; die Zelle ist kein Absonderungsproduct des Kernes. Was bei abgeschnittenen Theilen die Knospe, ist bei ausgebildeten Zellen ihr Inhalt; wie sich jene allmählich (durch Differenzirung pflegt man zu sagen) zur Zelle gestaltet, so wird auch der Zelleninhalt zur Zelle, und zwar wieder ganz nach dem Typus der Zellenentwicklung aus Knospen. Was daher Kern genannt wird, lässt sich erst im Verlaufe, wenn diese Differenzirung weit genug vorgerückt ist, erkennen; Kern und Inhalt der Zelle sind anfänglich nur zwei gleiche Abtheilungen der Knospe.

Mit dem bisher Erörterten sind die Zellen (oder die in Zellen umgewandelten Knospen) bis zu dem Punkte gekommen, dass die Brut, die jungen Zellen, oder die jungen Kerne oder Knospen, wie man sie, je nachdem sie mehr minder ausgebildet sind, nennen mag, ein selbstständiges Leben fortführen können. Es beginnt daher auch sehr häufig ihre Lostrennung von der Mutterzelle oder Mutterknospe, und zwar in verschiedener Art.

Das Einfachste ist die Lostrennung der einen oder der anderen jungen Knospe, wie sie die 2. oder 12. Figur zeigt, bevor noch eine vollständige Zellenentwicklung eingetreten ist. In diesem Falle bleibt zuweilen die andere Zwillingsknospe in der Form der 26. und 27. Figur zurück, je nachdem sich die junge Knospe von der Knospe 2 oder 12 abgelöst hat. In vielen Fällen scheint sich jedoch die zurückbleibende Knospe bei der grossen Plasticität ihrer Substanz rasch wieder in ein rundes knospen- oder zellenartiges Gebilde umwandeln zu können, an welcher kein Eindruck, keine Narbe die Stelle verräth, wo die andere Knospe sich abgelöst hätte. Ob sich die beiden Knospen *a* und *b* Fig. 12, wenn sie nicht ganz dicht an einander stossen, lösen können, so dass das Mittelstück der alten Knospe in der Form, wie sie die 28. Figur darstellt, als ein selbstständiger Körper zurückbleibt, ist schwer zu sagen, doch möchte ich dieses nicht bezweifeln, besonders wenn ich die Form einiger Blutkörper untersuche.

Die abgetrennte Knospe kann natürlich alle jene Veränderungen durchmachen, welche so eben ausführlicher von den Knospen erörtert worden sind; sie kann abermals in neue Knospen sich theilen, welche sich wieder ablösen, oder sich zur Zelle umgestalten. Diese Art von Vermehrung der Knospen möchte ich die äussere oder die exogene Vermehrung, oder, wenn man lieber will, die Vermehrung durch Ableger nennen. Sie ist die einfachste Art der Fortpflanzung; es geht hierbei keinerlei Materiale verloren. Diese Art von Theilung kommt gewiss am häufigsten in den zellenartigen Körpern vor, welche in den thierischen Flüssigkeiten enthalten sind.

In den Fällen, in welchen sich die Zellennachkommenschaft in einer Mutterzelle entwickelt hat, ist natürlich die Lostrennung der einzelnen Sprösslinge ohne Zerreiessung der Mutterzelle nicht denkbar. Es scheint mir unwahrscheinlich, dass nach einer solchen Zerreiessung die Öffnung in der Mutterzelle, aus welcher die Tochterzellen herausgetreten, sich wieder schliessen, die Mutterzelle mithin in ihrer frühern Art und Weise noch fortbestehen könne, wenn ich gleich ein solches Vernarben der Mutterzelle nicht ganz in Abrede stellen möchte. Dagegen lässt sich unstreitig der andere Fall oft beobachten, dass die Mutterzelle nach dem Austritte der Tochterzellen im verstümmelten Zustande zurückbleibt (vielleicht um später vollständig resorbirt zu werden, vielleicht auch um noch längere Zeit ein selbstständiges Leben fortzuführen).

Die Art, wie diese Berstung der Mutterzelle von Statten geht, ist nicht uninteressant. In einigen Fällen bemerkt man (Fig. 29) in der Zellenwand eine grosse unregelmässig geformte Öffnung, aus der die Tochterzellen herausgetreten sind.

In anderen Fällen zeigt die Mutterzelle nicht blos ein einfaches Loch, sondern sie trennt sich in zwei mehr minder unregelmässige Hälften (Fig. 30), die blos an der Stelle, wo der Kern sitzt, mit einander zusammenhängen. Dieses Fragment der Mutterzelle zeichnet sich dann nicht selten durch einen hohen Grad von Elasticität aus, so zwar, dass die beiden Hälften, aus denen das Fragment besteht, nach dem Austritte der Tochterzellen mit einem Rucke auseinanderschnellen, sich strecken (Fig. 31), wobei die äussere Wand der ehemaligen Mutterzelle sich sogar in kleine Fältchen legen muss. Auf diese Art entstehen aus den rundlichen Mutterzellen geschwänzte und spindelartige Zellen oder kleine Faserzellen. Man kann diese Art von Berstung und darauffolgende Faserzellenbildung ungemein leicht und oft im Milzblute, im Lebervenenblute, dann aber auch in anderen thierischen Säften beobachten. Herr Professor Treitz in Prag hat mich vor Jahren auf diese Art der Bildung der Faserzellen der Milz aufmerksam gemacht, da er dieselbe aber meines Wissens nirgends veröffentlicht hat, so erlaube ich mir sie hier anzuführen, ohne von ihm, dem die Ehre der Entdeckung gebührt, speciell die Ermächtigung dazu eingeholt zu haben. Seitdem habe ich nicht nur diese Thatsache vielfach bestätigen können, sondern auch Gelegenheit gehabt, sie bei Tuberkel- und Krebszellen nachzuweisen.

Die ebenerwähnte Berstung erfolgt übrigens nicht immer so, dass die Mutterzelle regelmässig der Kernanheftung gegenüber sich öffnet, sondern öfter bald näher, bald ferner vom Kerne. So entstehen Formen, wie sie in der 32. Figur abgebildet sind — Formen, die in der Histologie unter dem Namen der geschwänzten Zellen bekannt sind. Der Schwanz der Zelle bleibt dabei entweder eingerollt oder er schnellt gleichfalls auf und stellt dann entweder eine gerade Linie dar, oder er krümmt sich sogar leicht nach der entgegengesetzten Seite, wobei die früher convexe, nun concav gewordene Seite in Folge von Faltungen kleine Einkerbungen darbietet.

Welchen Zweck die Bildung von derartigen Faserzellen in der Milz haben kann, ob ihnen noch eine weitere Function zugehört ist, ob sie blos aufgehäuften Trümmer sind, bestimmt durch eine allmäh-

liche Resorption entfernt zu werden, ist mir unbekannt. Sicher ist dass diese Zellentrümmer über das System der Pfortader nicht hinausgeführt werden, höchstens hier und da spärlich noch im rechten Herzen vorkommen, in der Pfortader überhaupt schon seltener sind, im Blute der Milzvene gegen die Milz hin sich häufen, in diesem Organe aber in überaus grosser Menge an allen Stellen angetroffen werden, namentlich an das Balkengerüste desselben sich anlehnen.

Oft bleiben an diesen Trümmern der Mutterzellen noch verschiedene Inhaltsportionen sitzen, wodurch die Zellentrümmer ein eigenthümliches Aussehen erhalten. So bleibt oft an der Mutterzelle nach deren Berstung die Knospe *m* (Fig. 23) noch hängen und es bildet sich daraus die 33. Figur. Oft bleibt die Inhaltsportion *o* mit der Knospe *n* (Fig. 23) an den Trümmern der Mutterzelle hängen und man sieht dann die Figur 34 — Faserzellen mit doppeltem Kerne, einem ungestielten von der Faser umschlossenen, einem gestielten, der Faser seitlich aufsitzenden Kerne, die bald von gleicher, bald von ungleicher Grösse sind. Die Faserzelle kann dabei gestreckt oder gebogen sein, wie dies in der 34. Figur dargestellt ist.

Diese Zellentrümmer haben eine sehr verschiedene Breite; sie erscheinen oft so breit, wie sie in den Figuren 30, 31, 32, 34 bei 500maliger Vergrösserung dargestellt sind, oft dagegen sind diese Zellenreste fast linienförmig (Fig. 35) und nur die Gegend des Kernes hat noch eine gewisse Breite, dann erinnern die Fadenzellen mit ungleich langen Fäden (A Fig. 35) sehr an die Spermatozoiden.

Es sind dies die gewöhnlichsten Formen, welche die Mutterzellen durch ihre Berstung liefern; es gibt noch eine grosse Menge anderer Gestalten, die übrigens weit weniger regelmässig sind. Sie alle zu beschreiben und abzubilden, gewährt kein besonderes Interesse.

Die beiden genannten Arten von Knospen- oder Zellenvermehrung kommen vor in flüssigen oder weichbreiigen organischen Substanzen; in festeren Theilen, wie an den Haaren, Federn, bleibt entweder die Knospe, wenn sie eine äusserlich aufsitzende ist, eben an dem Mutterstocke hängen; waren dagegen die Knospen in zellenartigen Körpern entstanden, so kann die Mutterzelle nicht bersten; die Brut vermehrt sich innerhalb derselben fort und fort, wobei allerdings die Wände der Mutterzelle auch Veränderungen erfahren, von denen später noch die Rede sein soll.

Bisher sind die Fälle erwähnt, dass zellenartige Knospen sich durch Theilung vermehrten, und die Brutknospen als selbstständige Gebilde mehr oder weniger vollständig sich von einander trennten. Nun kommen aber auch Fälle vor, dass diese Theilungen im Inhalte einer Zelle zwar vielfältig, jedoch selten ganz vollständig erfolgt, es tritt entweder nur eine ganz unvollständige Spaltung ein, oder die bereits von einander getrennten Theile, die gewöhnlich nicht die regelmässig runde Form von Knospen beibehalten, sondern sich eng an einander legen, scheinen sogar zum Theile wieder mit einander verschmelzen zu können, so dass es bei dem blossen Versuche einer Zellen- oder Knospenbildung bleibt. Es kommen dadurch Formen zu Stande, wie ich sie in der 36. und 37. Figur dargestellt habe. Andere hieher gehörige Formen werden noch später bei den Knorpel- und Knochenzellen, wohin sie gehören, beschrieben werden.

War bisher von der Theilung und dem Freiwerden der Knospen (oder wenn man lieber will, der Kerne oder Zellen) die Rede, so bietet uns die Natur häufig auch Beispiele von Verwachsung der ursprünglich getrennten Keime. Gerade jetzt hatte ich von einer solchen Verwachsung gesprochen; durch Verwachsung lässt man ja schon seit langem, namentlich schon seit Schleiden und Schwann ihre wichtigen und trefflichen Untersuchungen veröffentlichen, Fasern, Röhren Membranen und so fort entstehen. Ich werde in der Folge zu zeigen bemüht sein, dass man mit diesen Verschmelzungen der Zellen behutsam sein müsse, da nicht selten ein ganz anderer Bildungsvorgang besteht. Dagegen kommen Verschmelzungen in der That in manchem Gewebe sehr häufig vor und führen dort zu interessanten Resultaten, vorzüglich zeichnet sich hierin das Knorpelgewebe aus, daher ich die Verschmelzung von Knorpelzellen an einem Beispiele zeigen werde, sie gleichsam als den Typus dieses Processes hinstellend.

Zwei neben einander liegende, meist in einer Mutterzelle eingeschobene Knospen oder Zellen von ellipsoider regelmässiger Gestalt (Fig. 38) zeigen an der Stelle, wo sie sich berühren, eine Abplattung (Fig. 39), die alle Mittelformen durchläuft, bis endlich die einander unmittelbar berührenden Wände vollständig eben geworden sind (Fig. 40). Mit der Abplattung der Zelle ist aber auch die Abplattung des sogenannten Kernes eingetreten. Schon bevor noch die feine Linie, welche die ursprüngliche Trennungsstelle andeutete, aus der Mitte des neuentstandenen Körpers gänzlich verschwunden ist, beginnen

die Kerne mit zarten linienartigen Ausläufern gegen einander zu neigen (Fig. 41), und ist endlich die Trennung der beiden ursprünglichen Zellen ganz verschwunden, so sind auch die nunmehr leicht gekrümmten Kerne mit ihren linienartigen Ausläufern an einander gestossen und durch diese mit einander verbunden (Fig. 42). Nach und nach schmelzen die Kerne vollständig zu einer (in der Horizontal-Projection ringförmigen, in der That aber) kugelartigen Schale zusammen, welche eine andere Kugel concentrisch umschliesst, selbst aber wieder von einer kugelartigen Schale umgeben wird (Fig. 43 und 44). So entstehen drei in einander geschachtelte zellenartige Gebilde, die ich in einer früheren Abhandlung (die Entwicklung blasiger und röhrenartiger Gebilde im thierischen Organismus) mit den Namen Markraum, Kernraum und Zellenraum bezeichnet hatte. Jede von diesen Abtheilungen ist noch einer weiteren Entwicklung fähig. So bildet sich nicht selten in dem Markraume von neuem eine Abtheilung durch Spaltung (Fig. 45) und man hat nun das Bild und die Genesis der sogenannten eingeschachtelten Zellen; oder es entstehen im Markraume zwei oder mehr zellenartige Gebilde (Fig. 46 und 47), während die andern Räume in eine grössere oder geringere Anzahl von concentrischen Schichten zerfallen; nun nimmt der Körper Form und Eigenschaften eines dickhäutigen Bläschens an, in dessen Innern eine fortwährende Bildung neuer zellenartiger Formen vor sich geht, bis endlich das ganze Bläschen makroskopisch geworden ist.

Hatten sich anfangs die Wände dieser combinirten Zellen in concentrische Schichten gespalten, so tritt in diesen letzteren später nicht selten eine Quertheilung auf, und dadurch zerfallen sie in eine Reihe zellenartiger Gebilde, wie noch später erörtert werden soll, oder aber sie bleiben zwar gespalten aber structurlos. Diese Verschmelzung der Zellen ist auch schon anders gedeutet worden und wird sogar gewöhnlich anders gedeutet, nämlich als das gerade Gegentheil, als eine Theilung der Zellen. Man wird aber leicht von der Richtigkeit meiner Ansicht überzeugt, wenn man einerseits auf die Grössenverhältnisse, dann aber auch auf die Lagerung aller dieser verschiedenartigen Formen Rücksicht nimmt. Letztere sind namentlich in Knorpeln der Art, dass die notorisch älteren Formen den Figuren 43 bis 47 in der Hauptsache gleichen, während die jüngeren Formen der Reihe nach alle Stadien der Ausbildung von der Figur 42 an bis zur 38. Figur zeigen.

Oft geschieht die Verschmelzung zweier zellenartiger Körper auch bei einer andern Stellung dieser Letzteren. So sieht man in der Figur 48 zwei Zellen, deren Kerne einander zugewandt sind. Durch die Verschmelzung dieser Zellen entsteht die 49. Figur und diese zwei Figuren sind besonders geeignet, die entgegengesetzte Meinung zuzulassen, dass nämlich die Figur 48 aus der 49. durch Kerntheilung hervorgegangen ist. Hier geben besonders die Grössenverhältnisse Aufschluss, denn in der Mehrzahl der Fälle ist die Figur 49 grösser als die Figur 48. Zunächst sind aber auch die Lagerungsverhältnisse von Wichtigkeit, indem dadurch die 49. Figur meist als eine ältere, mithin mehr entwickelte Form vor der 48. Figur hervortritt.

Auch kann eine solche Verschmelzung der Zellen bei jeder andern Stellung derselben gegen einander erfolgen. Die Kerne können in mehr minder weiten Entfernungen von einander liegen, wodurch der Markraum, die sogenannte Kernzone und die äussere Zone gleich ursprünglich andere Grössenverhältnisse bieten müssen. Auch kann die Lage der Combinationszellen eine vollkommen symmetrische oder eine mehr minder asymmetrische sein; es können selbst Zellen von verschiedener Grösse und Form sich combiniren, wodurch natürlich die Figuren 43 bis 47 an Regelmässigkeit mehr weniger einbüssen.

Dass auch mehr als zwei zellenartige Formen sich combiniren können, beobachtete ich gleichfalls, wenn auch nur in seltenen Fällen; es entstehen dadurch Formen, wie sie in der 50. Figur abgebildet sind. Interessant wäre es, diese Formen bis zu den makroskopischen Bläschen zu verfolgen; vielleicht würde es sich doch herausstellen, dass multiloculäre Blasen in diesem Verschmelzungsprocesse primitiver, zellenartiger Knospen ihren Ursprung haben.

Was die numerischen Verhältnisse anbelangt, so herrscht auch sowohl bei den eben erwähnten eingeschachtelten Zellen als auch bei der Tochterbrut der Mutterzellen oft eine sehr grosse Gesetzmässigkeit. Haben sich z. B. wie in der 24. Figur in einer kugeligen Mutterzelle vier Tochterzellen regelmässig, und zwar zwei grössere und zwei kleinere entwickelt, so ist der Durchmesser jeder grösseren Tochterzelle in der Regel die Hälfte, der Durchmesser der kleineren Tochterzelle der dritte Theil vom Durchmesser der ganzen Mutterzelle. Die Sache ist geometrisch genau, denn wenn zwei sich berührende Kugeln von einer Kugeloberfläche umhüllt werden, so haben in den Furchen zwischen den beiden Kugeln nur Kugeln Platz, deren Durchmesser

genau den dritten Theil, aber nicht mehr des Durchmessers der Umhüllungskugel beträgt. Ich werde auf diesen interessanten Umstand später noch zurückkommen.

In den Combinationsknospen (Fig. 43, 44, 45, 49) bestehen gleichfalls höchst einfache Verhältnisse, auf die ich bereits in meiner oben citirten Abhandlung hingewiesen habe. Der Durchmesser des Markraumes ist nämlich entweder die Hälfte oder der dritte Theil vom Durchmesser der ganzen combinirten Knospe, was natürlich aufs Genaueste mit den numerischen Verhältnissen übereinstimmt, welche bereits oben von den einfachen zellenartigen Knospen angegeben worden sind. Finden sich Ausnahmen von dieser Regel — und sie sind nicht so selten — so rührt dies unstreitig davon her, dass die elementaren Knospen nicht in vollkommen symmetrischer Lage sich combinirt haben.

Es ist nun nicht leicht zu sagen, ob allenthalben dort, wo man kugelige, aus mehrfachen concentrischen Schalen bestehende Körper, wie z. B. die colloiden Körper bei krankhaften Degenerationen wahrnimmt, eine solche Zellenverschmelzung vorausgegangen; so viel ist gewiss, dass diese Zelleneombinationen und die daraus hervorgehenden Einschachtelungen zwar häufig beobachtet werden, aber doch nicht immer dort angenommen werden müssen, wo eine concentrische Schichten- oder Schalenbildung angetroffen wird. Später, wo von Knospung überhaupt die Rede sein soll, wird sich's zeigen, dass die Natur einen noch viel einfacheren Weg einzuschlagen weiss, um solche Schichtenbildungen hervorzurufen.

Dass auch Zellen oder Knospen, die der Reihe nach hinter einander liegen zu faserigen und röhrenartigen Gebilden, dass Zellen die neben einander liegen zu hautartigen Schichten verschmelzen können, wird allenthalben als ausgemacht angenommen und ich habe keinen Grund dieser Annahme zu widersprechen; aber dieses Verschmelzen der Zellen ist dann ein anderes als das eben erwähnte, denn die Zellen verbinden sich dabei nur zum Theile, indem namentlich die Kerne unverbunden bleiben, und indem ferner die Zellen, welche ihre Selbstständigkeit aufgegeben haben, in der Mehrzahl der Fälle auch aufhören fruchtbar zu sein, während bei den oben beschriebenen Zelleneombinationen so zu sagen eigentlich erst recht die Fruchtbarkeit beginnt. Übrigens möge man nicht ohne genaueste Prüfung von Fasern und Röhren, die reihenweise hinter einander

liegende Kerne tragen, behaupten, sie seien aus verschmolzenen Zellen entstanden, denn der eigentliche Bildungsgang der Fasern ist ein anderer, und zwar wie folgt:

Am abgeschnittenen Haare, an der Feder geschieht die Faserbildung in einer Weise, die für die Faserentwickelungen überhaupt typisch genannt werden kann.

Hier werden nämlich die rundlichen Knospen, die aus den Enden einzelner Fasern hervorwachsen, indem sie sich mehr minder in die Länge strecken, entweder ellipsoidisch aber auch leicht kolbenförmig (Fig. 51), durch eine unvollständige Längenspaltung zerfallen sie in zwei weberschiffchenartig geformte Knospen (Fig. 52), von denen in der Regel die eine, welche keine neuen Knospen treibt, im Wachstume von der anderen, welche wieder Knospen treibt, überholt wird (Fig. 53). Derselbe Process kann sich ein zweites, ein drittes Mal, überhaupt fort und fort wiederholen (Fig. 54) und es treten nun wieder zwei Fälle ein:

Von den in fortlaufender Reihe gebildeten Knospen verlängert sich immer nur die eine, nie zu gleicher Zeit die nebenliegende zweite und es entsteht demnach eine Faser (Fig. 54), an der bald an dieser, bald an jener Seite von Stelle zu Stelle Knoten seitlich aufsitzen, die entweder eine regelmässig längliche, oder eine keulenartige Form haben (Fig. 55). Gewöhnlich werden diese seitlich der Faser anliegenden Knoten für Kerne der Zellen angesehen, aus deren Verschmelzung man eben die Bildung der Faser sich erklärt.

Oder die jedesmalige Knospentheilung ist eine vollständige Längentheilung und eine unvollständige Quertheilung, und obgleich die eine Knospe auch hier wieder im Wachstume von der andern überholt wird, so bleibt doch keine Knospe steril, sondern jede gibt wieder durch eine vollständige Längen- und eine unvollständige Quertheilung zu neuen Knospen Veranlassung. Indem sich daher durch eine Längenfurchung immer neue Knospen und dadurch neue Fasern neben einander ausbilden, somit die Zahl der Fasern zunimmt (Fig. 56 und 57), verlängern sich auch die Knospen und dadurch die Fasern zu gleicher Zeit, und so geschieht das Wachstum eines Gewebes sowohl in die Länge wie in die Breite, aber nicht nach beiden Dimensionen im gleichen Massstabe; es entsteht nun eine Fasermasse, wo jede einzelne Faser aus hinter einander liegenden, meist sehr in die Länge gezogenen spindelförmigen Knoten besteht

aber auch mit der benachbarten Faser an irgend einer Stelle oft nur durch einen feinen Faden zusammenhängt (Fig. 58). Alle diese Knospen sind keine Zellen und enthalten auch im Beginne keine Kerne, sondern erhalten dieselben erst später und zwar in folgender Art:

Durch eine vollständige quere Theilung (Fig. 55 *a* und *b*) zerfällt gerade so wie dies von der Knospe Fig. 1 angegeben wurde, der Inhalt der Knospe in zwei Abtheilungen, von denen die eine, dem breiten Knospenende anliegende, gewöhnlich eine regelmässig runde Form besitzt. Diese beiden Abtheilungen unterscheiden sich nicht nur durch die Form, sondern auch durch die Farbe, indem die runde Abtheilung gewöhnlich farblos und durchsichtig, die andere dagegen leicht grau oder gelb gefärbt und minder durchsichtig ist. Die runde Abtheilung erscheint nun als Kern und die ganze Knospe hat sonach das Aussehen einer geschwänzten Zelle. So gewinnt es daher den Anschein, als sei die Faser durch Verschmelzung von Zellen entstanden, von denen nur die Kerne ihre Selbstständigkeit behalten haben und daher den Fasern seitlich aufsitzen. Durch das Erscheinen dieser Kerne und der zellenartigen Form scheint aber die Natur gleichsam andeuten zu wollen, dass die entsprechende Knospe aufhöre zur Bildung von Fasern weiter benützt zu werden: denn sie wächst zwar noch in die Länge, ja es findet sogar noch eine Vielfältigung der Kerne Statt, aber die Knospe ist gewöhnlich keiner Längentheilung mehr unterworfen, aus ihr entstehen keine neuen Fasern.

War die Knospe dagegen eine spindelartige (Fig. 58), so spaltet sich ihr Inhalt nach dem Typus der 12. Figur gleich unmittelbar in 2 einander ganz ähnliche Abtheilungen *a* und *b* Fig. 58. Jede dieser Abtheilungen kann später wieder in Unterabtheilungen zerfallen, und so entstehen dem Anscheine nach mehrkernige Zellen (Fig. 58 *c*), welche dem ganzen Fasergewebe wieder das Aussehen geben, als seien die einzelnen Fasern durch Verschmelzung spindelförmiger Zellen entstanden, wobei die Zellkerne ihre Selbstständigkeit nicht aufgegeben haben. Auch hier scheint die Natur gleichsam ihre Absicht ausgesprochen zu haben, die Knospe zur weitem Faserbildung nicht zu verwenden, indem in der That in Knospen mit mehreren Zellkernen keine Längenspaltung, wohl aber noch eine Querspaltung des Inhalts vor sich geht.

Noch eine dritte Art von Knospenbildung ist hier zu erwähnen, wobei ebenfalls Fasern entstehen, die aber nur dann aufzutreten pflegt, wenn bereits die beiden andern Arten gleichsam verbraucht sind. Sie besteht in Folgendem:

Eine Knospe von cylindrischer Form (Fig. 59) treibt an ihrem kuppenartigen Ende eine neue anfänglich runde Knospe Fig. 60, die aber bald darauf cylindrisch auswächst und wieder eine neue Knospe erzeugt (Fig. 61), worauf derselbe Vorgang sich fort und fort wiederholt. So entstehen Fasern, die aus perlschnurartig hinter einander liegenden rundlichen Knospen von ziemlich gleicher Länge zusammengesetzt sind; nur die Endknospe ist gewöhnlich, bevor sie sich getheilt hat, etwas länger und cylindrisch gebaut mit kuppenförmig abgerundetem Ende. In diesen Knospen findet zuweilen nach dem Typus der Figur 1 oder 12 noch eine Theilung des Inhaltes Statt, wodurch die Knospe nun zellenähnlich wird (Fig. 62 bei *a*), was wieder leicht zu der Annahme führen könnte, es sei die Faser durch hinter einander liegende, mit einander verschmolzene Zellen entstanden. Bei den Fasern der letztgenannten Art liegen die Zellenkerne nun nicht an den Seiten der Faser, wie bei der 55. Figur, sondern sie unterbrechen wie jene der 58. Figur das Innere der Faser selbst. Auch durch den zuletzt dargestellten Knospungsprocess vergrößert sich die Faser bloß der Länge nach; anastomosirende oder verbundene Fasern entstehen bloß nach dem Typus der Figur 56 bis 58.

Merkwürdig bleibt die Unabhängigkeit, welche die einzelnen Knospen derselben Faser nicht selten in ihrem weitem Verhalten zeigen. Während die eine Knospe durch Theilung ihres Inhaltes kernartige Formen oft in nicht geringer Zahl entwickelt und dadurch zur Zelle wird, ändert sich die zweite Knospe nicht oder nur wenig, oder die Theilung des Knospeninhaltes erfolgt in einer ganz verschiedenen Art. Es herrscht hier nicht selten dieselbe Selbständigkeit, wie an den verschiedenen Schichten der Combinationszellen Fig. 46, von denen sich jede Schichte unabhängig von der andern oft zu den verschiedenartigsten Gewebelementen entwickeln kann. Gewöhnlich ist auch in der That der Markraum später mit andern Formelementen versehen, als der Kernraum, und dieser wieder mit andern Formelementen, als die äussere Wand der Combinationszelle, möge sie nun im Ganzen diesem oder jenem Gewebe angehören.

Dass in grösseren Knospen auch ein unmittelbares Zerfallen in concentrische Schichten, dann ein Zerfallen der Hauptschichten in kleinere, ein Zerfallen dieser in faserartige Fäden erfolgt, habe ich in meiner Abhandlung über das Wachsen abgeschnittener Haare nachgewiesen. Dadurch zerfällt eine Knospe während sie sich in die Länge vergrössert, in eine Menge von Röhren, welche wie die Auszugsröhren eines Fernrohres in einander stecken (Fig. 63.) Durch eine weiter fortgesetzte Theilung spaltet sich wieder jede dieser Auszugsröhren in eine grössere oder geringere Anzahl in gleicher Weise in einander geschachtelter Röhren und so entsteht an der Oberfläche eines Haares eine Reihe von zum Theile paralleler Querstreifen (Fig. 63 *a, b*) von sehr geringem Abstände, Streifen, welche nichts anderes bedeuten, als die Enden dieser in einander geschachtelten Röhren; der Abstand dieser Streifen gibt gleichsam einen Massstab für die Dicke der Röhrenwand. Durch eine fortgesetzte Theilung in verschiedener Richtung zerfällt später der Zwischenraum zweier soleher Streifen in kleinere Unterabtheilungen, welche die Form von unregelmässigen Schüppchen annehmen, kernlos sind und gewöhnlich für Zellen angesehen werden, durch deren Zusammenwachsen eben das Haar gebildet sein sollte. Diesen Schüppchen fehlen in der Regel kernartige Gebilde, was man sich dadurch zu erklären wusste, dass man ein Zugrundegehen der Kerne in den verhornten Zellen annahm.

Es ist mir sehr wahrscheinlich, dass sich nach dem letztgenannten System die Hauptschichten an Blutgefässen entwickeln, doch habe ich hierüber keine weiteren Untersuchungen gemacht, daher ich dieses eben nur als eine Hypothese betrachtet wissen will.

Wenn Knospen von der Beschaffenheit der 58. Figur in ihrem ursprünglichen Zustande bleiben, d. h. wenn sich in ihrem Innern keine Kerne entwickeln, so stellen sie, da sie in der Regel dicht an einander liegen, eine Art Haut dar, die mit lauter länglichen meist nach einer Richtung streichenden Kernen besetzt zu sein scheint. Sind diese Knospen überhaupt sehr zart und namentlich nicht dick, so verschwinden wohl auch die Contouren derselben bald hier, bald dort und das Präparat erscheint dann wie eine fast structurlose Membrane, in welcher nur eine leichte Streifung an ihren primitiven Zustand erinnert.

Verschmelzen Knospen oder Zellen, ohne dass die Kerne derselben ihre Selbstständigkeit aufgeben, so kann dies zwar vielleicht

in den verschiedensten Richtungen geschehen, nur hüte man sich auch hier wieder, eine Reihe, die man sich zusammengestellt, für die natürliche zu nehmen. Man lässt z. B. sternförmige Zellen mit ihren Ausläufern zusammentreffen, sich verbinden, und glaubt auf diese Art nicht nur die Bildung eines Fasernetzes, sondern sogar die Bildung eines Blutgefässnetzes erklärt zu haben. Es macht nun allerdings keine Mühe unter den hundert Figuren, welche man im Sehfelde zerstreut findet, alle die Glieder einer solchen Reihe zusammenzufügen: aber nichts bürgt für die Giltigkeit dieser Reihe ausser der Umstand, dass das künstlich zusammengestellte Netz mit dem natürlichen eine grosse Ähnlichkeit besitzt; und es lässt sich nicht in Abrede stellen, dass, wenn wir ein Netzwerk von Fasern zu construiren hätten, wir kaum in anderer Weise vorgegangen wären. Aber was unserem Geschmacke entspricht und unserer Fertigkeit zusagt, ist nicht immer der Weg, welcher der Natur bei ihrem Schöpfungswerke beliebt. Es hiesse viel dem Zufalle anheimgestellt, es könnten sich ja viele Fortsätze der sternförmigen Zellen gar nicht finden und die Fasernetze oder Gefässnetze könnten dann jenen regelmässigen Bau in vielen Organen und sogar in kranken Geschwülsten nicht zeigen, den sie uns wirklich überraschend oft darbieten. Netze von Fasern oder Röhren entstehen nicht durchs Verwachsen sternförmiger Zellen.

Bisher wurde nur die Art besprochen, wie durch Knospenbildung einfache Fasern entstanden sind. Die Entwicklung der Federn zeigt, wie auch Fasern mit seitlich aufstehenden Ästen sich ausbilden können. In den Figuren 64, 65, 66 habe ich die Entwicklung der Ästchen an einem Federschafte gegeben, auch hier hat man eine einfache Knospenbildung vor Augen, der die Zellenbildung auf dem Fusse folgt, aber nicht nothwendiger Weise folgen muss. Durch die Wiederholung desselben Vorganges an den einzelnen Ästchen kann ein dicht verzweigter Baum entstehen. Lügen zwei solcher Bäume neben einander, so wäre freilich nichts leichter, als die Möglichkeit einer Verwachsung der Äste beider Baumsysteme zu beweisen; man brauchte nur immer die kürzern und längern Äste paarweise neben einander zu stellen, um dann durch einen Punkt, den man zwischen die längsten Äste anbringt, die Anastomose zum Schlusse zu führen. Diese Astentwicklung an den Federn scheint übrigens *mutatis mutandis* das Schema aller Astbildungen an freien zottenartigen Auswüchsen zu sein.

Gibt es an Blutgefässen seitlich aufsitzende fadenförmig verlängerte Zellen — und sie kommen, wie bekanntlich, nicht selten vor — so ist dies noch lange kein Beweis für die Möglichkeit einer Astbildung oder eines neuen anastomosirenden Gefässes; hat es den Anschein, als ob zwei oder mehrere sogenannte sternförmige Zellen mit ihren Fortsätzen zusammengewachsen wären, so ist nach meiner Erfahrung der Bildungshergang folgender:

Eine Knospe (Fig. 67) theilt sich der Länge nach; die eine Theilungsknospe theilt sich abermal (Fig. 68) und die Äste treiben von neuem Knospen (Fig. 69), welcher Process der Knospenbildung und Spaltung sich noch einige Male wiederholt. Erst nach und nach bilden sich in den einzelnen Knospen Kerne und es erscheint nun ein System von anastomosirenden Zellen, dessen Entstehung allerdings nach der gangbaren Ansicht gedeutet werden könnte, wenn nicht ein Blick in die Entwicklungsgeschichte uns eines bessern belehrte.

Mit wunderbarer Wirthschaftlichkeit weiss nun die Natur alle die verschiedenen Räumlichkeiten zu benützen, welche durch diese Knospenheilungen, Spaltungen des Knospeninhaltes oder Zellenbildung verwendbar werden und versteht hierdurch Formen zu bilden, deren Mannigfaltigkeit und zum Theile scheinbare Unregelmässigkeit aus dem blossen Zusammenwachsen von Zellen nie oder nur sehr gezwungen erklärt werden könnte. Um nur einige Beispiele zu geben, so werden an einer Haarfaser von dem Bau der 62. Figur die zwischen den einzelnen Kernen *a* stehenden Abtheilungen oft frühzeitig hohl und mit Luft gefüllt, und das Haar zeigt dann (Fig. 71) die regelmässige Abwechslung schwarzer und weisser Stellen, es erscheint in höchst zierlicher Weise gestreift (Mäusehaar). Oder wie ich dies in meiner schon erwähnten Abhandlung über das Wachsen der Haare gezeigt habe, können die Lufträume nach der Richtung von Spiralen um den Haarschaft herumgehen, es kann eine einfache Spirale, es können zwei Spiralen zugegen sein, die entweder parallel oder im entgegengesetzten Sinne laufen (was sehr an die Spiralgefässe der Pflanzen erinnert) u. s. f. Aber auch die kleinen Zwischenräume, die z. B. in den Figuren 21, 22, 23 zwischen den einzelnen kernartigen Knospen zurückbleiben, werden aufs Sorgfältigste benützt und die Formen, die dort entstehen, tragen den Stempel ihres Geburtsortes an sich.

Dies führt mich nun am natürlichsten zur Untersuchung der Formen, welche ja an Zellen eine Mannigfaltigkeit besitzen, wie an keinem andern Gewerbs-elemente.

Runde und länglich runde Knospen (oder Zellen) sind das gewöhnliche Ergebniss der ersten Bildung, und alle übrigen Formen lassen sich auf diese beiden oder besser auf die erstgenannte Grundform zurückführen. Geschwänzter und spindelartiger Formen und ihrer verschiedenen Genesis ist bereits bei der Darstellung der Figuren 27, 31, 55 und 58 erwähnt worden, und man kann daraus ersehen, welcher Behutsamkeit es bedarf, um nicht durch einen Trugschluss aus einer ähnlichen Form auf einen ähnlichen Bildungshergang zu rathen. Ausser diesen Formen gibt es aber noch eine grosse Zahl anderer, ja einige der erwähnten Formen entstehen selbst wieder auf einem von dem oben beschriebenen durchaus verschiedenen Wege.

Viele von denjenigen Knospen oder Zellen, die die Natur erzeugt, ohne daraus etwas anderes weiter zu bilden, entwickeln sich in Mutterknospen (Fig. 20—25). Die erste Formveränderung, die sie erleiden, geht schon hier oft vor sich, man findet unter den daselbst befindlichen Knospen mannigfach, oft ziemlich regelmässige polyëdrische oder polygonale Formen, wie sie eben aus Abplattung durch ihr enges Nebeneinanderliegen entstanden waren. In manchen Fällen richtet sich die Form der Mutterknospe nach der Form, Lage und nach der Theilungsrichtung der eingeschlossenen Knospen. So wird eine runde Mutterknospe bei der in der 72. Figur gezeichneten Lagerung der Brutknospen zu einer im Querschnitte quadratischen, später rauten- oder parallelogrammartigen Knospe, sobald die Theilung der Brutknospen bei allen nach der längern Axe erfolgt und es entstehen die Figuren 73 und 74, dergleichen so häufig in ossificirenden Knorpeln aufgefunden werden. Öfters entstehen durch unregelmässige und ungleich häufige Theilung einzelner Brutknospen Anhäufungen derselben an einer Seite der Mutterknospen und dadurch bedeutende Formveränderungen der letztern selbst.

Die meisten Formverschiedenheiten der Zellen haben aber darin unstreitig ihren Grund, dass die durch die erste Knospenbildung disponibel erhaltenen Räume einer Mutterknospe sich nenerdings mit Knospen füllen, die entweder ganz die Form dieser Räume annehmen, oder auch an beliebige Theile der Inhaltsportionen der Mutterknospe

sich anschliessen. Berstet nun die Mutterzelle, so werden knospenartige Gebilde oft von den verschiedensten Formen frei.

Es muss hier nämlich erwähnt werden, dass an die in einer Mutterzelle gebildeten Tochterknospen nicht selten Portionen des Inhalts der erstern sich anhängen, wodurch der Anschein einer Zelle hervorgerufen wird, in welcher die Tochterknospe als Kern, die Inhaltsportion der Mutterzelle als Zellenkörper figurirt. Ja der ganze Inhalt kann nach Berstung einer Mutterzelle entweder an dieser hängen bleiben oder auch frei werden. Im ersten Falle bilden sich z. B. Zellen von der Form der 75. Figur; im andern dagegen zellenartige, bald rundliche, bald plattrundliche oder auch verschieden gestaltete Formen mit mehreren kernartigen Gebilden (Fig. 76). Dergleichen zellenartige Formen, wie die letztbeschriebenen, trifft man nicht oft in physiologischen, wohl aber in pathologischen Theilen öfters an, und sie erreichen hier nicht selten eine merkwürdige Grösse. Wenn Mutterzellen von der in der 24. Figur abgebildeten Form bersten, so theilt sich der Zelleninhalt nicht selten in mehrere rundliche und einige keilförmige Massen von der Figur 77, welche ein kernartiges Gebilde enthalten und daher für Zellen gelten, ungeachtet der Zellenkörper durchaus nichts nach aussen hin fest begrenztes darstellt. Oder wenn Mutterzellen von der Form der 20. Figur bersten, so bleiben an den grössern rundlichen Knospen Inhaltsportionen hängen, wo dann die Form 78 sich bildet, welche einer geschwänzten Zelle ähnlich ist. Oder nach Berstung der Mutterzelle Fig. 24 entstehen zellenartige Formen von der Figur 79, daneben runde oder auch geschwänzte Zellen, wie sie denn eben der Zufall mit einander verbunden hatte. Oder wenn Mutterzellen von der Form Fig. 22 sich öffnen, so nehmen einige der Brutknospen die Form der 80. Figur an. Durch Berstung der Mutterknospen Fig. 23 entstehen die Figuren 81 und 82 und dgl. Überhaupt sind hier die verschiedenartigsten Combinationen denkbar und die Natur bringt sie in der That auch oft genug hervor, wie dies ein flüchtiger Blick auf die bizarren Formen in gewissen Markschwämmen zur Genüge zeigt.

Ganz so wie hier runde (kernartige) Knospen mit verschiedenen Inhaltsportionen von Mutterknospen sich verbinden und dadurch verschieden geformte zellenartige Körper bilden, nehmen auch die in einer Mutterknospe enthaltenen Brutknospen statt der runden andere Formen an, wie sie eben der verfügbare Raum gestattet und indem

sich durch eine Spaltung ihres Inhaltes später ein Kern entwickelt, werden sie zu wirklichen Zellen, dergleichen man täglich namentlich bei der Untersuchung krankhafter Geschwülste in grosser Menge und in allen Formen beobachten kann. Von den früher beschriebenen, um eine kernartige Knospe bloss gruppirten Inhaltsproportionen unterscheiden sie sich dann nur durch ihre schärfere und beständigere Begrenzung, was auf die Anwesenheit einer Zellenmembrane schliessen lässt.

Hat sich eine Mutterknospe von der Form der 3. Figur, nachdem in ihrem Inhalte eine Spaltung vor sich gegangen ist, etwas in die Länge gezogen (Figur 83), und hat sich in ihr derselbe Spaltungsprocess noch ein paarmal nach gleicher Richtung wiederholt, während die Mutterzelle eingeschoben zwischen ähnlichen Zellen und von diesen allseitig umgeben eine mehr parallelipede Gestalt angenommen hat, Figur 84, so bilden sich zellenartige Formen von der Gestalt der Zellen des Cylinderepithels; diese übrigens kernlosen Zellen wenden ihren breiten Theil nach oben, ihre Spitzen nach unten. In den von den untern Hälften dieser Zellen freigelassenen Räumen erscheinen dann den oben liegenden an Form ähnliche, in der Richtung entgegengesetzte zellenartige Körper, die ihre breitere Endfläche, die Basis nach unten, ihre Spitze nach oben kehren und zwischen die anderen Zellen einschieben. Dieses ganze Bündel von Zellen ist von dem Raume *b* überwölbt, welcher dem Raume *b* der Mutterknospe entspricht. Er ist unter dem Namen *Zelldeckel* bekannt und hat erst in neuerer Zeit an den Darmepithelien seit der bekannten Theorie *Brücke's* über die Resorption der Darmschleimhaut die Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Bei der Zerstörung der Mutterzellen wird dieser deckelartige Saum entweder als eine zusammenhängende Masse von den Epithelien entfernt, oder ein Stück dieses Saumes bleibt an jeder einzelnen Zelle sitzen. Die einzelnen Brutknospen (Cylinderzellen, wie man sie gewöhnlich nennt) haben entweder die Form Figur 85 (wo die zwei zusammengehörigen abgebildet sind), wenn sie sich aus der Knospe *m* der 83. Figur entwickelt haben, oder sie zeigen die Form der Figur 86, wenn sie zwischen den Knospen *m* und *n* im Raume *c* der Figur 83 entstanden sind, oder auch zuweilen die Form der Figur 87, wenn sie in der ganzen Länge des Raumes *c* entstanden sind. Tritt dann später durch Spaltung des Inhaltes die Kernbildung ein, so kann der Kern eine sehr verschiedene Stellung

einnehmen. Er ist entweder ein nackter oder ein eingeschachtelter Kern in der oben angegebenen Bedeutung des Wortes. Die Zellen erhalten nach der Kernbildung das Aussehen der Figuren 88 wenn sie aus der Figur 85, das Aussehen der Figur 89 wenn sie aus der Figur 87, das Aussehen der Figur 90 wenn sie aus der Figur 86 hervorgegangen, wobei sich die Stelle, in der der Kern sitzt, gewöhnlich etwas verbreitert zeigt. Alle diese verschiedenen Formen und Kernstellungen sieht man an den Epithelien des Darms und noch mehr an den Flimmerepithelien der Luftröhre, und ich halte bei diesen letztern den Büschel von Flimmerhaaren gleichfalls für nichts anders als für das Überbleibsel des Knospenraumes *b* der Figuren 3 oder 84, mithin für eine Analogie des Zellendeckels der Cylinderepithelien. Die Art der Spaltung dieser Deckelsubstanz in einzelne Cilien konnte ich bisher nicht weiter verfolgen. Öfters wachsen auch zwei neben und hinter einander liegende Zellen, wie sie die Figur 85 darstellt, zusammen, eine monströs lange Zelle darstellend, an deren Wand ein schräg verlaufender Streif entsprechend der Stelle der Verwachsung hinzieht.

Ich bin nun unvermerkt aus der allgemeinen Untersuchung über die Knospen auf das besondere Gebiet der im Organismus beständig bleibenden Zellen gerathen und werde dieses Thema weiter verfolgen.

Die Entwicklungslehre der Epithelialzellen habe ich in den unmittelbar Vorhergehenden gegeben. Die Cylinderepithelien des Darms, die Flimmerepithelien der Luftwege habe ich nur in Mutterzellen entstehen gesehen, so dass z. B. eine Darmzotte eines Embryo bei hinreichend starker Vergrößerung das in der 91. Figur dargestellte Aussehen bietet. Wie sich das Pflasterepithel entwickelt, ob in Mutterzellen, oder nicht, darüber mangelt mir die Erfahrung. Die Formen desselben sind die bekannten rundlichen oder auch hexagonalen, oder sie gehören in die Kategorie der Formen 78, 79, 80, 81, 82, namentlich sieht man alle diese Formen auf der Vaginalschleimhaut neugeborner Mädchen, was eine Entstehung derselben in Mutterzellen vermuthen lässt. Später sind die rundlichen Zellen mehr vorwaltend. Die Kerne der Epithelien sind bald nackt, bald eingeschoben, immer aber wandständig, wenn gleich zuweilen die verschiedene Lage der Zellen die Kerne als centrale erscheinen lässt. Mehrkernige Zellen sind unter den Pflasterepithelien wohl selten, nicht aber unter den Cylinder- oder Flimmer-Epithelien. In diesem Falle gehören sie

entweder zweien aber mit einander verwachsenen Zellen an; oder sie sind aus einer Theilung des ersten Kernes hervorgegangen. Das erstere wäre dann anzunehmen, wenn die beiden Kerne (mehr als zwei gehören überhaupt zu den Seltenheiten) von einander ziemlich entfernt lägen; das andere dann, wenn sie unmittelbar neben einander sich fänden.

Ausser den Hauptformen, welche oben bei den Cylinder- und Flimmerepithelien bereits beschrieben wurden, gibt es immer noch welche, die abweichende Gestalten an sich tragen. Manche Epithelien verlängern sich z. B. nach unten in einer ganz ungewöhnlichen Art in einen langen Spitzenfortsatz, der nicht selten an seinem Ende sich gabelförmig theilt, oder unter einen rechten Winkel einen kleinen Seitenfortsatz abgibt, der sich wieder spaltet und dergl. Es wäre im Allgemeinen nicht schwierig eine Entwicklungsgeschichte dieser Formen zu geben, doch ist die thatsächliche Begründung in dem Einzelfalle gewöhnlich schwer und entbehrt endlich jeder Bedeutung.

Über die Entwicklung der epidermisartigen Schuppen, welche die äussere Schichte der Haare bilden, ist bereits oben die Rede gewesen.

Die sogenannten sternförmigen Pigmentzellen scheinen in die Kategorie der Knochenkörper zu gehören, was nämlich ihre Formentwicklung betrifft. Doch ist von mir der Gegenstand nicht weiter genauer untersucht worden.

Aggregate von Fettzellen, welche man beim Fötus von einer rundlichen Bindegewebskapsel umschlossen findet, die selbst an einem Gefässe hängt und ein regelmässiges Netz von Capillarien einschliesst, scheinen sich nach dem Typus der Figur 44 zu entwickeln. Während nämlich die äusseren Substanzschichten zum Bindegewebe werden, dürfte die innere Masse in die Fettzellen sich umwandeln. Ich habe jedoch den Gegenstand nicht weiter untersucht und stelle daher das Gesagte blos als eine Hypothese hin.

Die interessanteste Entwicklungsgeschichte gehen unstreitig die Knorpelzellen mit ihren verschiedenen Metamorphosen und sie sind eben deswegen der Gegenstand häufiger Untersuchungen geworden. Ich kann über ihre Entwicklung folgendes berichten (was ich zum Theile schon bei einer andern Gelegenheit nämlich in dem Aufsätze über die Knochenentwicklung in den Sitzungsberichten der k. Akademie der Wissenschaften besprach).

Die grösseren Knorpelzellen entstehen durch eine Combination von kleineren kernhaltigen Zellen nach dem Schema der Figuren 38 bis 50, sie werden dadurch zu sogenannten Schachtelzellen. Bei der einfachen Combinationszelle Figur 44 oder 45 ist bekanntermassen die Frage über die Analogie der verschiedenen Abtheilungen der Zellenwände mit dem Primordialschlauche und der Cellulosenwand der Pflanzenzellen besprochen und vielfach erörtert worden. Die einzelnen Abtheilungen aus denen die Combinationszelle besteht, sind am Knorpel entweder ganz deutlich sichtbar und nach Aussen hin begrenzt, oder es bedarf in einigen Fällen des Zusatzes von starkem Weingeiste um sie sichtbar zu machen; oder es gelingt selbst mit dessen Hilfe nicht mehr; die Schichten ein und derselben Wand oder auch die an einander stossenden Schichten zweier oder mehrerer Combinationszellen stellen eine ganz zusammenhängende, von keiner Linie oder Scheidewand unterbrochene Substanzmasse dar. Wo Knorpel ossificiren, bleiben die Grenzen der Combinationszellen und in der Regel sind auch die Grenzen der einzelnen Abtheilungen der Combinationsknospe sichtbar, ja selbst in völlig ausgebildeten Knochen sind sowohl die aus den Combinationszellen hervorgegangenen Systeme von Knochenkörpern, die solchen Combinationssystemen angehören, nicht nur vollständig und scharf von dem benachbarten Systeme abgegrenzt, sondern man kann sogar die drei Schichten der Figuren 44 bis 46 deutlich unterscheiden. Der innerste Raum bildet nämlich das Lumen des Haver'schen Canals, die beiden concentrisch verlaufenden äussern Räume, die selbst wieder in eine grosse Menge untergeordneter Abtheilungen nach dem Schema der Figur 47 zerfallen, sind die concentrischen Lagen von Knochensubstanzen, das sogenannte Haver'sche Lamellensystem, aus denen die Wände der Haver'schen Canäle bestehen und sind von Knochenkörpern durchzogen, welche gleichfalls regelmässig concentrisch das Lumen des Haver'schen Canals umstehen. Doch zurück zu der Entwicklung der Knorpelzellen.

Die Combinationszellen der Knorpel stossen mit ihren Wänden eben so zusammen wie die einzelnen Zellen, aus denen sie entstanden sind; sie behalten aber im Querschnitte ihre meist regelmässig kreisrunde Form. Nur im Längenschnitte erscheinen sie von anderer Form. Durch fortwährende Brutbildung im Innern des Markraumes dehnen sie sich nämlich an ossificirenden Knorpeln nach den Typen der Figuren 72 bis 74 in die Länge aus und werden bei immer stärker

werdender Verlängerung zuletzt zu sehr langen, am Längenschnitte trapezartigen, am Querschnitte rundlichen Körpern, eingeschachtelten Systemen von Schachtelzellen, die in einer bestimmten Ordnung beim regelmässigen Gange der Ossification neben und hinter einander liegen. So reihen sie sich in der Längenrichtung entweder nach dem Typus der Figur 92, verschmelzen dann später in dieser Richtung und geben gebogen verlaufende Röhren, zuweilen von abnehmendem Durchmesser, die mit Röhren der entgegengesetzten Seite des Knochens unter spitzen Bogen zusammenlaufen (Gelenksenden der Röhrenknochen); oder es verbinden sich Combinationssysteme von meist gleicher Länge und dann bilden sich nach ihrem Verschmelzen Röhren von nahezu gerader Richtung (Diaphyse der Röhrenknochen) und die Knochenfasern laufen dann parallel. In meiner eben citirten Abhandlung hatte ich auch die zu einem Röhrensysteme gehörigen hinter einander liegenden Combinationen *a*, *b*, *c*, Figur 92 gemessen und gefunden, dass sie merkwürdigerweise meist nach einem bestimmten Gesetze in der Grösse differiren. Dies scheint ein Fingerzeig zu sein, der den Grund einerseits dieser Lagerung, andererseits die nach der Richtung vom Gelenksende abnehmende Grösse andeuten könnte. Denkt man sich nämlich die 24. Figur von regelmässig runder Gestalt und die zwei grösseren Keime, die in ihrem Innern vorkommen, abermals von regelmässig runder Form, so finden in den zwischen diesen befindlichen Räumen noch Knospen Platz, deren Durchmesser gleich $\frac{1}{3}$ gesetzt werden muss, wenn man den Durchmesser der Mutterzelle gleich 1, folglich jenen der grösseren Tochterzellen gleich $\frac{1}{2}$ setzt; ferner haben nur noch Knospen Platz vom Durchmesser $\frac{1}{6}$ u. s. f. in immer abnehmender Reihe. Bei den unmittelbar auf einander folgenden Zellsystemen ossificirender Knorpel stimmt sowohl die Anordnung mit jener der Knospen *a* und *b* in der 24. Figur, als auch die Regelmässigkeit in der Grössenzunahme so überein, dass das ganze System von hinter einander folgenden Knorpelzellen, durch deren Verschmelzung und Ossification später eine gebogene Knochenfaser entsteht, wahrscheinlich die Knospenbrut einer Mutterknospe ist, welche durch eine fortgesetzte Theilung immer in dem ursprünglichen Grössen- und Lage-Verhältnisse sich vervielfältigte: und es wäre sonach der Schlüssel zur Erklärung einer Thatsache gegeben, die mich lange beschäftigte, nämlich der regelmässigen Grössenabnahme und der Stellung auf einander folgender Knorpel-

zellen und der eben so regelmässigen Knochenfaserung. Ich werde später Gelegenheit nehmen, nicht nur an Knochenfasern, sondern auch an Weichtheilen jene merkwürdige, aus der ersten Knospenspaltung hervorgehende Regelmässigkeit in den Grössen und Stellungen der verschiedenen zu einem Systeme gehörigen Theile noch näher zu besprechen.

Demnach wäre der erste überhaupt erkennbare Vorgang bei der Knorpelbildung und Ossification die Bildung von Mutterzellen (Hypothese), in diesen entwickeln sich Brutzellen durch regelmässige Theilung des Inhaltes; diese Brutknospen vermehren sich durch fortgesetzte Theilung aber nach einem bestimmten Gesetze so, dass zwischen den in einer Reihe hinter einander liegenden Brutknospen ein gewisses von der Art der ersten Knospentheilung abhängiges Durchmesserverhältniss besteht. Durch spätere Wiederverwachsung je zweier neben einander liegenden kernhaltenden Brutknospen entstehen erfahrungsgemäss grössere Combinationsknospen, deren Wände zum mindesten aus zwei, meistens aus drei, oft sogar aus vielen concentrirten Schichten bestehen und überhaupt um so mehr in diese Schichten zerfallen, je grösser sie werden. Diese Combinationsknospen verwachsen bei beginnender Ossification in bestimmter, der künftigen Faserung des Knochens entsprechender Richtung mit einander und bilden hierdurch Knorpelröhren, in deren Wänden die Ossification beginnt. Jede der Schichten, in welche die Wand einer Combinationsknospe zerfällt, ist anfangs homogen; später tritt eine neue Spaltung in jeder von ihnen auf, und es entstehen zellenartige Knospen in den äusseren Schichten, die Markzellen des Knochens in dem innern Raume der Combinationszellen. Die an den äussersten Schichten liegenden zellenartigen Knospen heisst man schlechtweg (einfache) Knorpelzellen; sie sind einfach, ohne verdickte Zellenwand, meist mit einem einzigen kernartigen Gebilde versehen (Fig. 93), zeigen eine sehr regelmässige Anordnung, aus ihnen entstehen bei der Ossification die Knochenkörper.

Mit der Ossification beginnen in diesen einfachen Knorpelzellen neue, zum Theile unvollständige Theilungen des Inhaltes; die einfachsten derselben habe ich in der Figur 91 dargestellt. Indem der Inhalt der Knorpelzelle um den Kern herum in drei oder vier Abtheilungen zerfällt, bildet sich ein den Kern umgebender, in drei bis vier Zacken auslaufender Raum, der sich gewöhnlich durch die Farbe

schon von den anliegenden Theilen unterscheidet. Dieser Raum mit der in demselben befindlichen Substanz nun, — denn dass dieser Raum nicht leer ist, braucht wohl nicht erst erwähnt zu werden — wird zum künftigen Knochenkörper. Durch eine mehr oder minder häufige, mehr oder minder vollkommene Spaltung des Knospennern wird aus der 94. Figur die 95. Figur, und das Knochenkörperchen mit seinen Ausläufern ist nun abgegrenzt. Zuletzt verschwindet der äussere Contour der Knorpelzelle, in deren Innern die Bildung dieser Knochenkörper erfolgte, und das Knochenkörperchen scheint nun frei in der Knochenmasse zu liegen.

Dass die Knochenkörper anfänglich nicht bloss lufthältige Hohlräume sind, geht nicht nur daraus hervor, dass sie in ihrem Innern selbst ein kernartiges Gebilde enthalten, sondern auch daraus, dass sie durch Präparation isolirt erhalten werden können.

Ich habe im Vorhergehenden den, weil regelmässigsten, so für uns einfachsten Fall der Knochenkörperbildung genommen, und erlaube mir noch andere Fälle von Knochenkörperbildung vorzuführen.

Hat die Knorpelzelle die Form der Fig. 3, so bildet sich der Knochenkörper nicht selten aus dem Raume *b* heraus, während der Raum *a* zur Bildung der Kalkanälehen des Knochenkörpers verwendet wird. So erscheinen Knochenkörper von den Formen, wie sie in der 96. Figur dargestellt sind, und zwar ohne ein kernartiges Gebilde im Innern. Oft besteht die ursprüngliche Inhaltsspaltung aus vier Abtheilungen, und durch weitere Spaltung jeder derselben entwickelt sich ein Knochenkörper von der Form, wie ihn die 97. Figur darstellt. Nicht immer gehen die Spaltungen so regelmässig vor sich, sie erfolgen in der einen Inhaltsportion öfter z. B. als in der andern, und das Knochenkörperchen zeigt dann minder regelmässige Gestalten. So kommen z. B. Knochenkörper von der Form der 98. Figur vor, oder wenn sie in geschwänzten Zellen erscheinen, erhalten sie nicht selten die in der 99. Figur dargestellten Gestalten.

Es mögen die angegebenen Formen genügen.

Das System von strahligen Ausläufern, welches einem Knochenkörper angehört, wird noch vervielfältigt durch secundäre Abtheilungen, dergleichen in der 97. Figur dargestellt sind; und dieses System secundärer Ausläufer ist es, wodurch benachbarte Knochenkörper mit einander anastomosiren. Dies geschieht in folgender Weise.

Nachdem durch einen der eben beschriebenen Vorgänge die Bildung eines Knochenkörpers erfolgt ist, wiederholt sich derselbe Vorgang in den mittlerweile vergrösserten einzelnen Abtheilungen (Fig. 100) und es entstehen in dieser Art nothwendig zahlreiche Anastomosen grösserer und kleinerer Knochenkörper. Man findet daher Anastomosen nach den verschiedensten Richtungen entwickelt, und eben so liegt es in der Natur der Sache, dass diese Ausläufer der Knochenkörper auch gegen die Höhle des Markecanals der Knochen verlaufen, in die sie einzumünden scheinen.

Die Knochenkörper, welche an der Zahnwurzel erscheinen, haben gewiss ihre Form von ihrer Bildungsstätte, nämlich der Zwischenräume jener bekannten kugelartigen Gebilde, die Czermak ausführlicher beschrieben hat.

Im neugebildeten Knochen findet sich auch nicht selten die eine oder die andere mit dem Lumen des Haver'schen Canals concentrisch verlaufende Schicht, an der die Knochenkörper ganz fehlen. Sehr oft ist dieses jene Schicht, welche am weitesten nach innen liegt, mithin die Innenwand des Canals selbst bildet. Entweder ist hier die Bildung der Knochenkörper noch nicht erfolgt, oder sie erfolgt überhaupt gar nicht; denn dass Knochenbildung auch ohne Knochenkörper vorkommt, ist an der Wurzel der Zähne sehr deutlich.

In manchen Knochen haben die Knochenkörper keine strahligen Ausläufer. Entweder haben sich dieselben noch nicht gebildet (nach dem Schema der Figur 94) oder sie bilden sich überhaupt nicht, und das Knochenkörperchen hat entweder eine rundliche oder eine spindelartige, oder eine halbmondförmige Gestalt. Es hat dann die Form der Abtheilung *a* oder *b* der 3. Figur und ist überhaupt dann nichts anderes als dieser Raum, der nicht verknöchert, während seine Umgebung verknöchert.

Zwischen den spindelartigen Bindegewebskörpern und den eben so gestalteten Knorpelzellen ist, was Form betrifft, kein Unterschied. Eine andere Frage aber ist es, ob und wie die ersteren in Knochenkörper übergehen können. Ich werde auf diese Frage bei Beurtheilung pathologischer Ossificationen noch zurückkommen.

Von den Zellen parenchymatöser Theile habe ich jene der Milz am öftesten und ausführlichsten untersucht und bereits im Vorhergehenden eine kurze Darstellung des Entwicklungsganges der Mutter-

zellen dieses Organes gegeben. Ich werde nun im Folgenden näher auf die Sache eingehen.

Es macht einen grossen Unterschied, ob man die Milz von einem ganz nüchternen Menschen oder von einem solchen nimmt, der in der Periode der Verdauung und Chymusresorption gestorben ist. Im ersten Falle bemerkt man in der Pulpa neben den bereits oben beschriebenen Faserzellen meist nur plattrundliche mit einem Kerne versehene Zellen, deren äussere Haut wenig durchsichtig, deren Begrenzung nur eine sehr schwache Linie darstellt. Zur Zeit der Verdauung und Chymusaufnahme dagegen sieht man eine grosse Anzahl von Mutterzellen entweder von der Art, wie sie in der 14. Figur dargestellt sind, oder mit Brutknospen in ihrem Innern etwa wie in der 23. Figur. Die Zellen ohne Brut enthalten einen farblosen und durchsichtigen Inhalt und zerfliessen leicht, mit Zurücklassung ihres Kernes; die Knospen mit Brutknospen bersten leicht, mit Hinterlassung der oben beschriebenen Trümmer, und lassen ihren Inhalt — kernartige Brutknospen — austreten. Unter diesen Brutknospen gibt es immer solche, welche den weissen Blutkörpern ähnlich sind in grosser Menge; ausserdem aber meist in geringerer Zahl auch gefärbte Blutkörper, die den freien Blutkörpern in Form, Grösse und Farbe vollkommen gleichen. Nächstdem finden sich noch kleinere kernhaltige Zellen von unbestimmtem Charakter in diesen Mutterzellen.

Wenn nun gleich nicht in Abrede gestellt werden kann, dass weisse und rothe Blutkörper sich in Mutterzellen der Milz entwickeln, so ist damit doch nicht behauptet, dass die Milz das einzige Organ zur Erzeugung dieser Zellen, namentlich der rothen sei, und dass ihre Entwicklung, oder besser ihre Vermehrung nur in Mutterzellen vor sich gehe. Mir scheint es im Gegentheile wahrscheinlich, dass dieser Vorgang in der ganzen Gefässbahn stattfindet, und er ist, wenn nicht alle Analogien täuschen, folgender:

Jedes Blutkörperchen stellt eigentlich gleich nach seiner Entstehung eine kernlose Knospe vor, wie die Figur 1, die eine ganz gleichmässig röthliche Farbe zeigt. In dieser Knospe tritt, wie in der Figur 2, eine Spaltung des Inhaltes auf, wodurch 2 Abtheilungen *a* und *b* entstehen, die sich verschieden verhalten können. Entweder nämlich häuft sich der Farbestoff mehr in der Abtheilung *a* an; das rothe Blutkörperchen zeigt daher an der einen Wand eine etwas dunklere Stelle von rundlicher Form, aber ohne sehr markirte Begren-

zung (was übrigens bei der Zartheit der menschlichen Blutkörper nicht befremden darf); oder der Farbstoff häuft sich mehr im Raume *b* an, und das Blutkörperchen hat daher dem Anscheine nach keinen Kern, wohl aber erscheint die Farbe ungleich vertheilt, indem an dem einen Rande eine halbmondförmig gekrümmte dunklere Stelle sich hinzieht und die Wand daher hier gleichsam verdickt ist. In der Regel sind dann bei etwas grössern Blutkörpern beide Abtheilungen der Knospe nicht gleich gross, das Verhältniss zwischen der stark gefärbten und der weniger gefärbten Abtheilung ist daher ein solches, wie dies in der 5. und 8. Figur dargestellt wurde, und bei der Kleinheit des Gegenstandes an und für sich, dann bei der Kleinheit der tiefer gefärbten Abtheilungen war es wenig zu wundern, wenn man bisher nicht viel Gewicht auf diese ungleiche Vertheilung legte. Wenn gefärbte Blutkörper, in denen die Abtheilung *b* (Fig. 3) die grössere Menge Farbstoff enthält, so zu liegen kommen, dass der Raum *a* gerade nach oben zu steht (und dies ist in schwimmenden Blutkörpern wahrscheinlich wegen der grössern Schwere des gefärbteren Theiles meistens der Fall), so erscheinen sie wie in Figur 6 mit hellerer Mitte; der Farbstoff scheinbar in grösserer Menge in der Nähe des Randes angehäuft.

Es lassen sich demnach im Menschen- und Säugethier-Blut dreierlei Hauptformen der rothen Blutkörper unterscheiden: gleichmässig gefärbte, kernlose; dann ungleichmässig gefärbte, und zwar erscheint der Farbstoff in Form eines tiefer gefärbten rundlichen Fleckes an einer Wand angehäuft (demnach Blutkörper mit nacktem, wandständigem, übrigens höchst weichem Kerne, dessen rasches Zerfliessen während der Untersuchung auch Ursache ist, dass man meistens Blutkörper der ersten Art wahrnimmt), und endlich Blutkörper, bei denen die grössere Menge Farbstoffes an der einen Wand in Form eines halbmondförmigen Streifens anliegt. Diese Blutkörper sind weniger veränderlich und daher am öftesten zu sehen.

Über das Verhältniss der Häufigkeit dieser drei Formen von Blutkörpern ist es schwer etwas Bestimmtes zu sagen, da es höchst wahrscheinlich bei verschiedenen Individuen und unter verschiedenen Umständen und Tagszeiten ein verschiedenes ist.

Was die Grössen betrifft, so schwanken diese innerhalb an und für sich sehr geringer, aber zur Blutkörpergrösse relativ bedeutenden Grenzen. Am grössten sind die Blutkörper der dritten

Art, dann folgen ihnen jene der zweiten, auf diese jene der ersten Art.

Die Formen sind zum Theile nach den Grössen verschieden; am meisten rund sind die Blutkörper der ersten; am meisten platt oder scheibenartig jene der dritten Art, was natürlich auch in der Weise ihrer Fortbewegung einen Unterschied macht, ungeachtet die Blutkörper bei der grossen Schmiegsamkeit ihrer Formen leicht durch Hindernisse jeder Art sich hindurehdrängen können.

Die kernartigen Gebilde im Innern, wie sie sich bei den Blutkörpern der zweiten Art vorfinden, werden bei den Blutkörpern der Menschen, der Säugethiere und Vögel nicht, oder wie es scheint, nur selten fest, und können daher nur in wenigen Fällen isolirt dargestellt werden; beim Amphibienblute dagegen ist dieses letztere bekanntermassen das gewöhnlichere. Dies scheint mir einen sehr tief greifenden Unterschied zwischen dem Blute höherer und niederer Thiere begründen und mit der Vermehrung der Blutkörper, daher mit der Raschheit des Stoffwechsels im innigsten Zusammenhange zu stehen.

Die kernlosen Blutkörper nämlich des Menschen und der höheren Thiere sind der Vermehrung fähig, und wie es scheint vermehren sie sich ziemlich rasch; die kernhaltigen der Amphibien und Fische dagegen scheinen sich gar nicht weiter vermehren zu können.

Die Vermehrung der menschlichen Blutkörper erfolgt durch exogene Knospenbildung. Von den beiden Abtheilungen *a* und *b* Fig. 3 löst sich die eine Abtheilung *a* gewöhnlich ab und bildet demnach ein dunkler gefärbtes, aber kleineres und kernloses Blutkörperchen; die Abtheilung *b* behält entweder ihre Halbmondform bei, nur werden die Enden etwas abgerundet (Fig. 101, eine ziemlich häufige Form der Blutkörper), oder wegen der grossen Geschmeidigkeit des Blutkörperstoffes wird auch die Abtheilung *b* wieder rund oder scheibenförmig und bildet nun gleichfalls ein Blutkörperchen, das von dem der ersten Art sich nur durch die Grösse und Farbe, wenn auch nicht in sehr auffälliger Weise unterscheidet.

In seltenen Fällen kleben die beiden Abtheilungen der Knospen noch, nachdem schon eine stärkere Scheidung eingetreten ist, an einander (Fig. 102), und zwar ein kleineres an einem rundlichen oder halbmondförmigen grösseren. Man ist dann geneigt, das Ganze für ein zufälliges Aneinanderkleben zu halten; aber es ist nicht selten so

innig, dass es der Einwirkung des Wassers lange Zeit hindureh widersteht.

Noch seltener ist es, dass Blutkörper Knospen tragen, bei welchen selbst wieder schon eine Spaltung des Inhaltes beobachtet werden kann; ich habe dies beim Kaninchenblute ein paar Mal gesehen und in der Figur 103 abgebildet.

In den losgelösten Knospen tritt dann wieder ein ähnlicher Spaltungsprocess auf, und so können sich Generationen auf Generationen fortwährend erzeugen, ohne so zu sagen an einen festen Ort gebunden zu sein.

Es wäre interessant zu untersuchen, in welcher Stelle der Blutbahn besonders diese Knospenbildung vorkommt, oder ob sich allenthalben im Gefässsysteme die Blutkörper vermehren können. Es dünkt mir von Wichtigkeit, dass man bei späteren physiologischen und pathologischen Untersuchungen des Blutes nicht allein hierauf, sondern auch auf das Zahlenverhältniss der verschiedenen Arten von Blutkörpern Rücksicht nehme. Vielleicht hat es in Krankheiten mehr Bedeutung, diese Verhältnisszahlen festzustellen, als überhaupt die absolute oder relative Menge der Blutkörper durch Beobachtung und Rechnung zu bestimmen.

Haben sich in den Blutkörpern feste Kerne gebildet, wie dies bei dem Blute der Amphibien und Fische der Fall ist, dann sind sie den Mutterzellen vergleichbar, welche nur in ihrem Innern Brutknospen entwickeln, aber nicht leicht durch exogene Knospen sich vermehren können. Da nun die Blutkörper der Amphibien und Fische keine Brutknospen enthalten, so müssen sie als sterile Mutterzellen angesehen werden und die Regeneration der Blutkörper erfolgt daher bei diesen Thieren nur äusserst langsam.

Beim Fötus des Menschen und der Säugethiere sieht man eine verhältnissmässig grosse Menge von kernhaltigen Blutzellen; doch trägt der Kern auch hier den oben beschriebenen Charakter an sich, d. h. er unterscheidet sich von der andern Substanz des Blutkörpers wohl durch seine dunklere Farbe, ist aber kein fester Kern, sondern eine weiche leicht zerfliessende Knosphe.

Die oben beschriebenen Blutkörperformen sind zwar die häufigsten, aber nicht die einzigen; alle aber lassen sich auf die erwähnten Grundformen mit Leichtigkeit zurückführen. Die Form Figur 101 erscheint nur dann vollkommen rein, wenn der Blutkörper genau auf

der Kante steht, bei jeder andern Mittellage bildet sich dagegen die Fig. 104, wo bei *a* ein fast farbloser tellerförmig vertiefter Fleck erscheint; diese Figur übergeht bei vollkommener Flächenlage in eine Scheibenform wie Fig. 106. Nicht selten sind (im Kaninchenblute) Blutkörper von der Form der 105. Figur, deren Erklärung nach dem Obigen wohl nicht die geringste Schwierigkeit macht. Die biseuitartigen Blutkörper (Fig. 106) betrachte ich als solche, welche, wie in der Fig. 12, zwar in der Theilung begriffene Knospen darstellen, bei denen es aber nicht zur vollkommenen Quertheilung kommt. Man sieht sie auch öfters in der Form der Fig. 107. Es ist wohl nur sehr selten, dass man bei diesen Blutkörpern Zwischenformen von Quertheilungen beobachten kann, welche gleichsam ein weiteres Fortrücken der Quertheilung ausdrücken; und dies ist der Grund, warum ich glaube, dass hier die Knospen-theilung in der That bloß angefangen habe ohne weiter vorzurücken. Zuweilen findet man Blutkörper von der Form 108. Sie entsprechen dann wohl zum Theile der Fig. 75, oder sind auch aus der Fig. 103 zu entwickeln, wo die grössere Knospe wie ein an einer Seite offener Ring die kleinere, meist rundliche und weniger gefärbte Knospe umgibt. Dann kommen auch Blutkörper vor, bei welchen die Knospenbildung in etwas unregelmässiger Art vor sich geht, so dass daraus die Fig. 109 entsteht.

Man kann sonach ganz wohl annehmen, dass die Blutkörper sich in der Milz entwickeln; aber dieses Organ producirt verhältnissmässig nur wenige, welche gleichsam den Stamm derselben bilden, und durch eine innerhalb der Blutbahn fortgesetzte Theilung sich vermehren. Daneben kann wohl auch eine Umwandlung der farblosen Blutkörper in gefärbte gedacht werden, denn bei vielen ist die Form und Grössenähnlichkeit auffallend genug und man braucht sich nur die rothe Farbe noch hinzuzudenken; aber fürs Erste ist der Beweis dieses Überganges aus naheliegenden Gründen nicht zu geben; dann wird eine solche Annahme es uns nicht verständlicher machen, wie die gefärbten Blutkörper entstehen, weil dann dieselbe Schwierigkeit in Betreff der farblosen Blutkörper doch immer wiederkehrt.

Übrigens entwickeln sich farblose Blutkörper neben den gefärbten in den Mutterzellen der Milz gewöhnlich in grosser Menge. In den Gekrösdrüsen jedoch und in den Lymphdrüsen überhaupt sieht man meist nur die farblosen, selten die gefärbten Blutzellen in Mutterzellen eingeschlossen. Die meisten Mutterzellen der Gekrös-

drüsen gehören dem Typus der 21. Figur an; durch Berstung derselben, die man oft unter dem Mikroskope verfolgen kann, entstehen Formen von Faserzellen ganz in der oben beschriebenen Art.

Die meisten Lymphkörper sind so wie die Blutkörper nach den Schemen der Figuren 1, 2, 3, seltener nach dem Typus der 12. Figur gebaut. Die Lymphkörper (und farblosen Blutzellen) welche der Fig. 1 entsprechen, stellen bereits abgelöste Knospen dar, die bei abermaliger Spaltung ihres Inhaltes sich vergrössern und vermehren; sie sind die kleinsten von allen und erscheinen eben wegen ihrer Kleinheit wie Kerne von den Lymphkörpern der zweiten Kategorie. Bei diesen letztern erscheint, wenn sie auf der Fläche liegen, an der einen Hälfte ein etwas dunklerer halbmondförmiger Streif, an der anderen Seite ein helles kernartiges Gebilde — eigentlich eine Knosphe, die zur Ablösung bestimmt ist. Wie allenthalben erfolgt die Ablösung auch hier nicht durch ein successives Absehnüren, sondern durch einen Ruck, und das ist wohl der Hauptgrund, warum man diese exogene Vermehrung bisher unbeachtet liess. Kernkörperartige Gebilde kommen in diesen Knospen nicht selten vor; ihre Bedeutung wird gleich unten besprochen werden.

Es läge sehr nahe, von diesen physiologischen Formen den Übergang zu denjenigen zu machen, welche in krankhaften Neubildungen vorkommen, doch glaube ich mich hierüber bei einer andern Gelegenheit ausführlicher aussprechen zu können. —

Im Bisherigen ist nur von den Metamorphosen der kernartigen Gebilde, nicht der Kernkörper die Rede gewesen. Was sich über die Kernkörper sagen lässt, kann in wenig Worte zusammengefasst werden.

Kerne sind nach meiner Darstellung Knospen, die durch eine Spaltung zu zellenartigen Gebilden werden können. Man trifft Kerne mit und ohne Kernkörper an; die Zahl der Kernkörper ist nicht selten beträchtlich; die Lagerung aber fast immer eine bestimmte.

Ich glaube nun behaupten zu können, dass es nicht der Kernkörper ist, um den der Kern sich bildet, ebenso wenig wie um den Kern die Zelle, sondern dass der Kernkörper später entsteht als der Kern und dass wir die Art der Bildung, etwa ein mühseliges Aneinanderreihen von Moleculen ebenso wenig wahrnehmen können, wie bei der Zelle, sondern dass uns eben das fragliche Gebilde gleich anfangs als ein fertiges erscheint.

Die Figur 110 stellt eine nach dem oben angegebenen Typus entwickelte, mit einem Kerne versehene Knospe dar; so lange der Kern *a* eine gewisse Grösse nicht übersteigt, die übrigens bei verschiedenen Zellen verschieden ist, aber doch innerhalb enger Grenzen variiert, ist auch im Kerne selbst nichts weiter wahrzunehmen; dann aber tritt eine Spaltung des Inhaltes vom Kerne ganz nach dem Typus der Figuren 1 und 2 auf, und das rundliche Körperchen, das der einen Wand des Kernes anliegt, ist nun das Kernkörperchen Fig. 110 *b*. Ich berufe mich zur Begründung dieser Behauptung wieder auf den Bildungsvorgang in abgeschnittenen Haaren, wo man in der That dieses successive Auftreten von Zellen, Kernen und Kernkörperchen ohne Mühe auffinden kann.

Bei jeder andern Lage des Kernes wird der Kernkörper auch eine andere Stellung im Kerne einzunehmen scheinen und so ist namentlich die centrale Stellung eine sehr häufige, ohne dass desswegen das Kernkörperchen als in dem Centrum des Kernes befindlich angenommen werden müsste.

Wenn die Kerne grösser werden, so behalten sie entweder ihre kugelartige Form bei, oder sie entwickeln sich hauptsächlich in die Länge, dann bemerkt man auch gewöhnlich zwei und mehrere der Reihe nach hinter einander stehende Kernkörper. Der Entwicklungsgang ist hierbei folgender:

Der Kern *a* der Zelle (Fig. 111) spaltet sich nach dem Typus der Figur 7 in zwei Abtheilungen *a'* und *b*. Wiederholt sich diese Spaltung nach dem Typus der Fig. 9 und 10 mehrere Male hinter einander, so entsteht ein gegliederter Kern Fig. 112. Oft werden im weitem Verlaufe die Abtheilungen, aus welchen ein derartiger Kern zusammengesetzt ist, ziemlich undeutlich, und nur an den Kernen von jungen Fasern (Muskelfasern des Darmes beim Schweine-Fötus z. B.) lässt sich diese Gliederung sehen. Bei alten Kernen ist sie spurlos verschwunden. Oder es kann jede der Abtheilungen, aus denen der Kern besteht, nach dem oben angegebenen Typus wieder ein Kernkörperchen erhalten, dann findet sich eine Reihe hinter einander liegender Kernkörper, von denen jeder von seinem Nachbar durch eine zarte Linie getrennt erscheint. Meistens erfolgt diese Bildung von Kernkörpern bloß in dem einen oder dem andern Gliede des Kernes, wie z. B. in Figur 113, gewöhnlich verschwindet bei alten Kernen die Scheidewand zwischen den einzelnen Kernkörpern und der

gestreckte Kern hat nun (Fig. 114) zwei Kernkörper, die oft (aber nicht immer und nicht nothwendig) regelmässig hinter einander liegen.

Der ganze Bildungsgang ist von Virchow in umgekehrter Ordnung beschrieben worden. Der Verlängerung des Kernes sollte die Theilung des Kernkörpers, dann das Auseinanderrücken der beiden Kernkörper vorausgehen und gleichlaufen, dann die Theilung des Kernes nachfolgen. Es hält allerdings nicht schwer, eine dieser Ansichten günstige Formenreihe zusammenzustellen, die dann als Schema gilt, aber nach den am Haare gemachten Erfahrungen muss ich mich gegen diese Ansicht erklären.

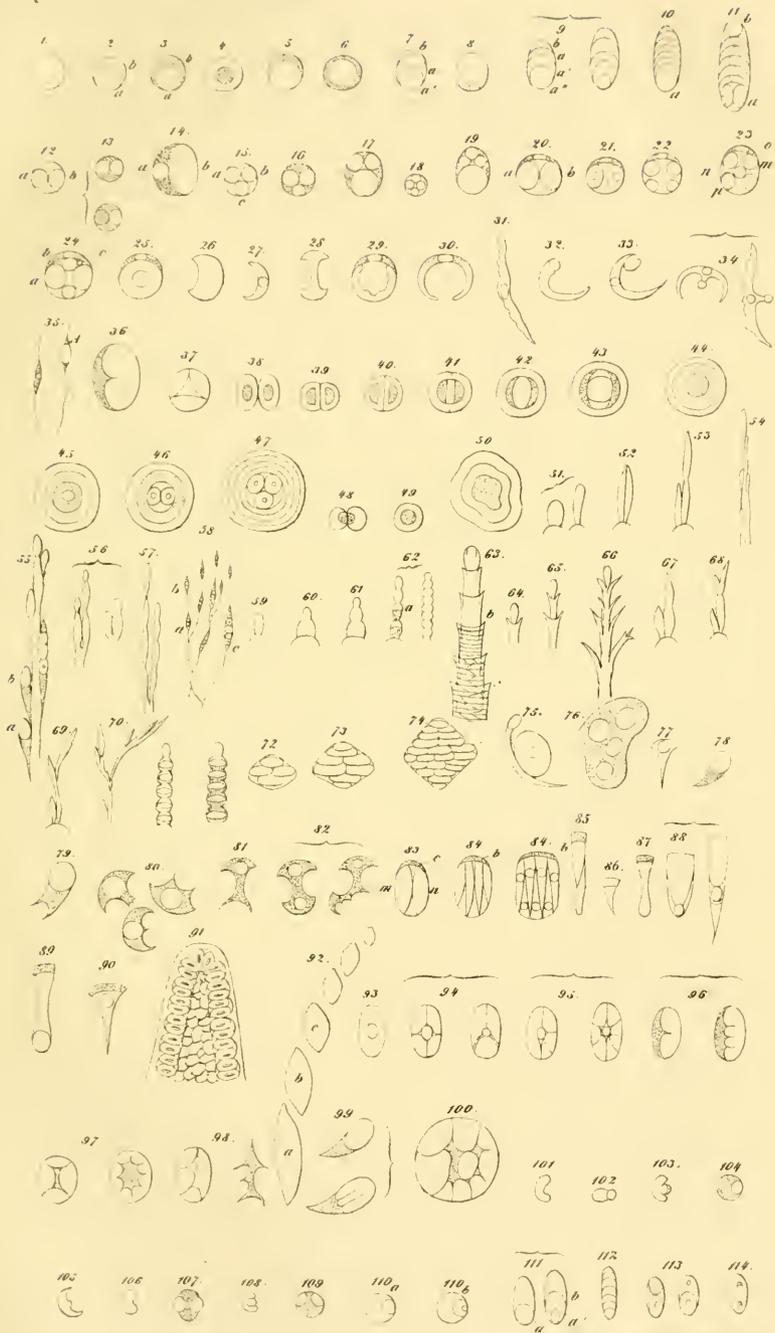
Zellen, Kern, Kernkörper sind demnach den eben entwickelten Ansichten zu Folge Theile, die sich durch successives Spalten aus Knospen und zwar alle nach gleichen oder nahe gleichen Schemen entwickelt haben; es sind Sprösslinge ein und desselben Keimes, die entweder sich trennen, um getrennt von einander denselben Process zu wiederholen und so eine unendliche Vervielfältigung organischer Keime, Ablegern gleich zu ermöglichen; oder sie bleiben vereint und werden in diesem Zustande (als Zellen) zum Aufbaue verschiedener Organe verwendet, sie gehen vereint zu Grunde, um der mittlerweile in ihnen entstandenen Brut Platz zu machen; oder es vereinigen sich Knospen, die einander berühren und aus derselben Mutterknospe stammen, zu grösseren Gebilden, aus denen dann der makroskopische Aufbau erfolgt. Zelle, Kern und Kernkörper sind demnach dem Ursprunge und der Entwicklung nach nicht von einander verschieden; jedes von ihnen kann sich durch Theilung vervielfältigen, ja, was für die ganze Entwicklung wichtiger ist, eines kann zu dem andern werden; das Kernkörperchen zum Kerne, dieser zur Zelle, und die Begriffe: Zelle, Kern, Kernkörper sind demnach nur relativ zu nehmen. Daraus folgt übrigens nicht, dass die Gebilde, die man Kerne und Kernkörper zu nennen pflegt, auf einer gewissen Stufe der Entwicklung der zusammengesetzten Knospe (der sogenannten Zelle) angekommen, nicht chemisch differente Gebilde darstellen sollten; dann sind sie aber entweder stationär geworden, d. h. sie bleiben das was sie sind und bleiben in demselben Verhältnisse immer zu den andern beiden Theilen der zusammengesetzten Knospe (Zelle), oder aber der weitere Entwicklungsgang der einzelnen Partien, aus denen eine Zelle besteht, ist dann ein verschiedener.

Man ist daher auf einem Standpunkte angekommen, dass man von nackten, freiliegenden Kernen eigentlich gar nicht sprechen kann, da der Name Kern nur in Bezug auf die Zelle eine Bedeutung hat. Essigsäure entscheidet hier nicht, da viele junge Kerne durch Essigsäure gerade so angegriffen werden wie die Zellen selbst. Was man bisher nackte Kerne genannt hat, waren Knospen von den Typen der Fig. 1 oder 3, oder zufällig durch die Präparation freigewordene Kerne, und im letztern Falle natürlich bezüglich der organischen Weiterentwicklung ganz gleichgiltige Dinge.

Da die Zellen und Kerne Knospen darstellen, so ist nicht anzunehmen, dass sie sich um heterogene Körper, wie um sogenannte Körnerhaufen, schrumpfende Blutkörper oder gar wie Kölliker will, um zerstörten Nerveninhalt entwickeln. Man kann in solchen Fällen, wo es nachgewiesen werden sollte, dass sich wirklich ein zellenartiges Gebilde um jene Körper entwickelt, blos sagen, dass diese Körper eingekapselt seien, aber von einer Zellenbildung um sie herum, in der wahren Bedeutung des Wortes Zelle, kann die Rede nicht sein. Jene oben genannten zellenartigen Formen, deren Inhalt Körnerhaufen und schrumpfende Blutkörper, lassen übrigens auch eine ganz andere Deutung zu, und was das in der Zelle eingeschlossene Nervenmark betrifft, so steht Kölliker mit seiner Beobachtung ziemlich vereinzelt da.

Die Beschreibung fasriger Gewebe ist einem andern Abschnitte vorbehalten.

Engel. Ueber Thierkuospen und Zellen



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1857

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Engel Joseph

Artikel/Article: [Über Thierknospen und Zellen. \(Mit 1 Tafel\). 185-230](#)