

Zeitschrift: Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik
Herausgeber: M.J. Schleiden und Carl Nägeli
Band: 1 (1844-1846)
Heft: 3-4

Artikel: Bläschenförmige Gebilde im Inhalte der Pflanzenzelle
Autor: Nägeli, Carl
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-357985>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 14.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Bläschenförmige Gebilde
im
Inhalte der Pflanzenzelle
von
Carl Nägeli.

(Tab. III. Fig. 10 – 18.)

Schon seit einigen Jahren glaubte ich die Erscheinungen, welche verschiedene, für solid gehaltene Körper im Zelleninhalte zeigten, bloss durch die Annahme erklären zu können, dass es Bläschen seien mit einer umschliessenden Membran und einem eingeschlossenen Inhalte. Die Kleinheit der fraglichen Gegenstände, die Unsicherheit, was an den Erscheinungen auf Rechnung der verschiedenen Lichtbrechung verschiedener Substanzen zu setzen sei, und der Umstand, dass schon zu wiederholten Malen der Versuch, im Zelleninhalte zellen- oder bläschenartige Bildungen nachzuweisen, missglückt war, mussten die grösste Vorsicht empfehlen. Erst nachdem ich meine Untersuchungen über die verschiedenen Formen des Inhaltes in den verschiedenen Zellenarten ausgedehnt, und dieselben durch eine umfassende Controlle bestätigt habe, lege ich sie dem physiologischen Publicum vor.

Frühere und spätere Theorien, welche Zellen aus Stärkekörnern oder Chlorophyllkörnern entstehen lassen, und aus denen man auf eine zellenartige Structur dieser Körner schliessen könnte, können füglich als unbegründet übergangen werden.

Ebenso verdienen frühere Autoren, welche Körner und Bläschen synonym brauchen, und dabei an keinen Unterschied zwischen den beiden Ausdrücken denken, keine specielle Erwähnung.

Später wurden Körner und Bläschen einander gegenüber gestellt. Die erstern sollten solid, die letztern hohl sein. Nach dieser Begriffsbestimmung gewann die Ansicht, dass die Zelle bloss Körner einschliesse, allmählig die Oberhand. Bessere Instrumente und genauere Untersuchungsmethoden zeigten, dass, was man für hohl gehalten hatte, solid sei.

Ueberdem wurde versucht, bei einigen Körnern nachzuweisen, dass sie durch ihre Entstehungsart den Krystallen analog und von den Zellen verschieden seien. Sie sollten durch Anlagerung von Schichten an der äussern Fläche aus einem Kern hervorgehen.

Einzelne Theoretiker beharrten bei der Ansicht, dass die Formationen im Inhalte Bläschen seien, indem ihnen dabei als Analogon die Zelle vorschwebte. Der empirische Beweis, dass eine solche Uebereinstimmung vorhanden sei, wurde nicht geleistet.

Nach dem jetzigen Stande der Untersuchungen fragte es sich also, ob die sogenannten Körner Analogie mit dem Krystall oder mit der Zelle zeigen; ob sie solid oder hohl seien; ob sie durch Schichtenanlagerung um einen Kern, oder ob sie auf eine andere Weise sich bilden?

Die erste Frage findet ihre Erledigung durch die Entscheidung der beiden letztern Fragen. Die zweite ist allerdings damit zu beantworten, dass in der Regel die sogenannten Körner als *solid* erscheinen. Damit ist aber nichts über ihre Natur festgestellt, denn Bläschen können auf verschiedene Weise solid werden oder als solid erscheinen, sowie Körner allenfalls hohl werden könnten. Bloss die Beantwortung der dritten Frage ist von wissenschaftlichem Interesse, denn sie entscheidet unzweifelhaft über eine krystallähnliche oder zellenähnliche Natur.

Es handelt sich somit lediglich um die Frage: Entstehen die Gebilde im Inhalte durch schichtenweise Anlagerung von aussen, und vollenden sie einen, dieser

krystallähnlichen Bildungsweise entsprechenden Lebensprocess? Als Gegensatz entsteht die Frage: Oder entstehen sie ähnlich wie Zellen, bestehen sie wie diese aus einer Membran und einem von der Membran verschiedenen Inhalt, und zeigen sie überhaupt in Bezug auf Inhalt und Membran analoge Veränderungen während ihrer Lebensperiode, wie wir sie an den Zellen kennen?

Ich habe vor einiger Zeit zwei bläschenartige Bildungen im Inhalte der Zellen nachgewiesen, die Kernbläschen¹⁾ und eigenthümliche, Stärke- und Chlorophyll-erzeugende Bläschen in *Caulerpa*²⁾. Als Criterium für ihre bläschenartige Natur wurde angeführt, dass sie nicht durch Anlagerung von aussen entstehen, dass sie in einer geschlossenen Membran einen von derselben verschiedenen, flüssigen oder halbflüssigen, zuweilen theilweise körnigen Inhalt einschliessen, dass sie durch Ausdehnung der Membran wachsen und ihren Inhalt umbilden, und dass sie auf ähnliche Art wie Zellen sich fortpflanzen.

Die Bläschen verhalten sich also in ihren wesentlichen Eigenschaften wie Zellen; und wir werden daher, bei der Entscheidung, ob etwas ein Bläschen sei, vorzüglich auf Erscheinungen Rücksicht nehmen, welche mit Erscheinungen des Zellenlebens analog sind. Wir werden dagegen durch den Umstand, dass etwas hohl oder solid ist, uns nicht bestimmen lassen, etwas für ein Bläschen zu halten oder nicht. Denn so wie es Zellen giebt, welche als solid erscheinen, weil sie entweder innerhalb einer zarten Membran dicht mit Inhalt erfüllt, oder weil sie ganz verholzt sind, so giebt es auch solide Bläschen. Ferner giebt es auch hohle Gebilde im Zelleninhalte, welche keine Bläschen sind.

Ich muss auf den letztern Punct etwas näher eintreten, weil er schon oft zu Irrthümern Anlass gegeben hat. Homogener Schleiminhalt zeigt häufig durchsichtige, wasserhelle Höhlungen. Dieselben

¹⁾ 1. Heft pag. 68 ff.

²⁾ A. gl. O. pag. 149.

sind kugelig, wenn sie einzeln, oder wenigstens nicht sehr nahe beisammen liegen; sie werden parenchymatisch, wenn sie dicht gedrängt stehen. Sie variiren sehr in der Grösse, indem sie bald in grosser Menge in einer Zelle Platz finden, bald zu 1, 2, 3 die Zelle fast ausfüllen.

Der Schleim, in welchem diese Höhlungen auftreten, ist entweder überall von gleicher Dichtigkeit, oder er ist am Umfange der Höhlung dichter und bildet gleichsam eine Membran um diese letztere. In diesem Falle erscheinen die Höhlungen als Bläschen. Diese blasenähnliche Structur ist um so täuschender, je verschiedener die Dichtigkeit des Schleimes unmittelbar an der Oberfläche der Höhlung und im übrigen Zellenlumen ist; sie ist ferner täuschender, wenn die Höhlungen grösser und in geringerer Menge vorhanden sind, und wenn der Schleim überhaupt mehr verdünnt und durchsichtig ist. Die Höhlungen haben dagegen mehr den Anschein von wirklichen blossen Höhlungen, wenn sie klein und zahlreich sind, und wenn der Schleim dicht und undurchsichtig ist.

Diese Höhlungen enthalten Wasser. Man beobachtet sie in den meisten Zellen, welche aus dem Zustande, wo ihr Lumen ganz mit homogenem Schleim erfüllt ist, in denjenigen übergehen, wo sich der Schleim als Schleimschicht an die Wandung gelagert hat. Ausserdem kommen sie auch späterhin noch häufig in Zellen vor, wenn dieselben ausser den festen Stoffen einen homogenen Schleim enthalten; ich habe sie, in diesem spätern Stadium des Zellenlebens, von den Zellen der Conferven, Siphoneen und Fadenpilze aufwärts bis zu den Parenchymzellen der Phanerogamen gesehen. Sie sind hier eine normale Erscheinung des Zellenlebens.

Die Entstehung dieser Höhlungen ist wahrscheinlich folgende. Aus dem Schleime scheiden sich grössere und kleinere Wassermengen aus, und nehmen nach physikalischen Gesetzen eine kugelförmige Gestalt an. Durch den Wasserverlust contrahirt sich der Schleim und wird dichter. Wenn die Wassertropfen längere Zeit unverändert in dem Schleime liegen, so coagulirt durch den Einfluss des Wassers die dasselbe berührende Schicht des Schleimes,

wie diess mit Schleim oder Eiweiss im Wasser immer mehr oder weniger der Fall ist. Auf diese Weise entstehen die wasserhellen, mit einer besondern Membran versehenen, scheinbaren Blasen im Zelleninhalte. Gemäss diesem Ursprunge sieht man in ihnen auch nie einen andern Inhalt, als wasserhelle Flüssigkeit, sowie man an ihnen kein Wachsthum und keine Veränderung der scheinbaren Membran bemerkt.

Dass diese Erklärung für die normal auftretenden blasenförmigen Höhlungen die richtige sei, beweist die abnormale Bildung von ähnlichen Höhlungen, theils wenn man Schleim oder Eiweiss mit Wasser mengt, theils wenn man auf eine, homogenen Schleim enthaltende Zelle Wasser endosmotisch einwirken lässt. In beiden Fällen entstehen häufig ähnliche kugelförmige, wasserhelle, scharf begrenzte Höhlungen, indem zugleich der Schleim sich contrahirt, und dabei dichter und undurchsichtiger wird.

Diese Höhlungen im Schleime dürfen nun keineswegs Bläschen genannt werden, weil die Bläschen weder als hohle Räume, noch auch als hohle, mit einer Membran umschlossene Räume ihrem Begriffe nach bezeichnet sind. Sie müssen wenigstens eine eigenthümliche Membran und einen mit eigenthümlichen Veränderungen begabten Inhalt besitzen.

1. Kernbläschen, Kern.

Dass die Kerne Bläschen seien, habe ich schon früher nachgewiesen ¹⁾. Ich führte dafür folgende Gründe an:

1) Wo der Kern, rücksichtlich der Grösse und Dichtigkeit, eine genaue Untersuchung gestattet, lässt er überall eine Membran und einen davon verschiedenen Inhalt erkennen. Die Membran wird bloss da übersehen, wo die Kerne überhaupt zu klein sind, oder wo in einer zarten Membran ein dichter Inhalt eingeschlossen ist. Im letztern Falle wird es aber zuweilen möglich, durch chemische Reagentien die Membran sichtbar zu machen.

2) Die Membran ist verschieden von dem Inhalte (nicht etwa

¹⁾ 1. Heft dieser Zeitschrift pag. 68.

dessen äusserste Schicht); sie wird durch Jod nicht gefärbt und besteht aus Gallerte, während der Inhalt gewöhnlich braun gefärbt wird und aus Schleim besteht.

3) Der Inhalt zeigt eigenthümliche Umbildungen, welche denjenigen des Zelleninhaltes analog sind.

4) Die Membran ist dem Kerne eigenthümlich (nicht etwa ein blosser Niederschlag aus dem Zelleninhalte), was durch die Fortpflanzung der Kerne bewiesen wird, welche die gleichen Erscheinungen zeigt, wie die Fortpflanzung der Zellen.

Ich füge hier noch bei, dass zuweilen die Membran des Kernes überaus deutlich erkannt wird, wenn dieselbe durch Endosmose von Wasser ausgedehnt wird ¹⁾.

*Schleiden*²⁾ glaubt, „dass die Kerne erst späterhin hohl werden, denn bei jungen freien Cytoblasten finde sich keine Spur einer Membran, und es scheine auch die Entstehung derselben meiner Ansicht zu widersprechen.“ — Könnte die Entstehung der Kerne beobachtet werden, so wäre diess der entscheidendste Beweis für die eine oder die andere Theorie. *Schleiden* beschreibt nun zwar das Entstehen der Kerne als ein Zusammenfliessen oder Zusammenballen von Schleimkörnern und Kernkörperchen. Ich

¹⁾ Vgl. in diesem Heft pag. 37; Tab. III. Fig. 9. *i*, *k*, *l*, *m*.

²⁾ Grundzüge, zweite Auflage, I, pag. 199. — *Schleiden* wirft mir eine schwankende Terminologie vor. Ich habe den Kern ein *Bläschen* genannt, und *Kernbläschen* synonym mit *Kern* gebraucht, wie es auch jetzt noch hier geschieht. Ich weiss noch keine bessere Terminologie an die Stelle zu setzen. Einerseits verlangt die Analogie mit den übrigen Bläschenarten den Namen »Kernbläschen«. Andererseits verleitet der Sprachgebrauch, die Kürze des Ausdruckes und der Gegensatz zu Kernchen zu dem Gebrauche des Ausdruckes »Kern«. Die Sprachverwirrung ist immer am grössten, wenn die Begriffe anfangen, sich zu scheiden. — Wird, um unter hundert Beispielen in der Botanik zu wählen, nicht von dem gleichen Autor Spiralgefäss und Spiralfaserzelle, oder Bastfaser und Bastzelle synonym gebraucht, obgleich doch rücksichtlich des letztern Beispiels das Wort Faser bereits einen ganz bestimmten Begriff repräsentirt.

kann dieser Ansicht durchaus nicht beistimmen. Die Anfänge der Kernbildung lassen sich schon bestimmt unterscheiden, während sie erst wenig grösser als die Schleimkörnchen sind, und von da an ununterbrochen verfolgen, ohne dass von einer Anlagerung von Schleimkörnchen eine Rede sein könnte. Ich verweise über diesen Punkt auf den vorhergehenden Aufsatz bei Anlass der freien Zellenbildung im Embryosacke¹⁾. Die Entstehung der Kerne frei im Zelleninhalte liefert uns also keinen Beweis für die Annahme, dass dieselben solide und membranlose Körner seien.

Schleiden sagt ferner, dass »bei ganz jungen freien Cytoblasten sich keine Spur einer Membran finde.« — Die jüngsten Kerne bestehen aus einer homogenen Substanz. Sie sind entweder dichter als die umgebende Flüssigkeit; oder, wie es in jungen Parenchymzellen häufig der Fall ist, sie sind weniger dicht, als der umgebende Schleiminhalt, und erscheinen in demselben wie hohle Räume. Die Beobachtung zeigt an diesen jüngsten Zuständen allerdings keine von dem Inhalt unterscheidbare Membran. Aber es ist dieser Umstand nicht von der Art, dass er bei Beurtheilung der Natur des Kernes von Gewicht sein könnte. Wenn die optischen Instrumente nicht bis auf den Punkt verbessert werden, dass man durch sie die organischen Molecüle unterscheidet, so wird es in der Entwicklungsgeschichte der Membranen immer noch frühere Stadien geben, wo dieselben von einem dicht anliegenden, homogenen, das Licht ähnlich brechenden Inhalte nicht unterschieden werden können, und wo über ihre Au- oder Abwesenheit andere Gründe entscheiden müssen.

Bei den Zellen verhält sich die Sache ähnlich. Das Verhältniss von Inhalt und Membran ist an entwickelten Zellen deutlich, und es wird durch einen Schluss nach Analogie auf junge Zellen übertragen. Die jungen Zellen im Embryosacke, wenn sie einen homogenen und nicht einen körnigen Inhalt besitzen, lassen oft längere Zeit nichts von einer Membran erkennen. Freie Keim-

¹⁾ Pag. 33.

zellen (Sporen) von Algen, Pilzen und Flechten erreichen meist eine nicht unbeträchtliche Grösse (wenigstens so beträchtlich, als die Grösse der von *Schleiden* angeführten Kerne beträgt), ohne dass es möglich ist, das geringste von einer Membran zu sehen, und doch sind es junge Zellen, denen Niemand eine Membran läugnen wird¹⁾. Ausserdem giebt es Zellen, ebenfalls ungefähr von der Grösse junger Kerne, an denen zeitlebens keine Membran sichtbar wird; es gehören hieher einige Arten von *Protococcus*, von *Palmella* und von andern Palmelleen.

Wenn nun auch an *jungen* freien Zellen oder überhaupt an *kleinen* freien Zellen die Membran vom Inhalte nicht unterschieden werden kann, so wird dagegen bei wandständigen Zellen die Membran gewöhnlich in dem Augenblick sichtbar, wo die Zelle entsteht, und zwar bloss an denjenigen Stellen, wo die aneinanderstossenden Tochterzellen Scheidewände bilden. Das Gleiche finden wir an Kernen, welche durch Theilung eines Mutterkernes entstehen. Auch hier wird, wie bei der Theilung der Zellen, eine Scheidewand sichtbar, welche durch die aneinanderstossenden Membranen der Tochterkerne gebildet wird²⁾.

Hier ist besonders die Vergleichung derjenigen freien Zellen wichtig, an denen man Membran und Inhalt selbst im entwickelten Zustande nicht deutlich unterscheidet. An ihnen wird bloss im Momente der Theilung die Scheidewand als Linie sichtbar. Wenn also für diese Zellen die Analogie anderer Zellen die Anwesenheit einer Membran nicht bewiese, so könnte man auf dieselbe bloss aus der Scheidewand schliessen, welche bei der Fortpflanzung gesehen wird. Wenn es aber gelingt, zwei solcher freier Zellen so zusammenzubringen, dass sie, aneinander stossend, gegenseitig sich etwas abplatten, so werden sogleich die beiden Membranen als Scheidewand deutlich, während an dem übrigen Umfange, sowie vor der Vereinigung am ganzen Umfange, von

¹⁾ Pag. 23.

²⁾ 1. Heft pag. 51; 67.

der Membran nichts zu erkennen ist. Es ist mir diess bei *Palmella*, *Protococcus* und *Saccharomyces* gelungen.

Kern und Zelle zeigen somit in Rücksicht auf ihre Membran und auf das Verhältniss derselben zum Inhalte die nämlichen Erscheinungen. Bei kleinen und jungen freien Individuen ist Membran und Inhalt für den Blick nicht unterscheidbar. Sie werden es erst mit der weitem Ausbildung. An Individuen, welche durch wandständige Bildung entstehen, wird die Membran aber schon im frühesten Zustande als Scheidewand deutlich. Nur der Unterschied, der sich aus der Natur der Sache ergibt, herrscht zwischen Kern und Zelle, dass es weit mehr Zustände des Kernes als der Zelle giebt, wo eine Unterscheidung von Membran und Inhalt für die Sinne unmöglich ist; denn der Kern bewegt sich in beträchtlich geringern Grössenverhältnissen, als die Zelle.

Nach Beseitigung der erhobenen Einwürfe gehe ich zu einer kurzen Darstellung der Lebenserscheinungen des Kernbläschens über.

Der Kern entsteht auf doppelte Art, entweder frei im Inhalte einer Zelle oder durch Theilung eines Mutterkernes. Wenn der Kern durch Theilung entsteht, so zeigen sich dabei die gleichen Erscheinungen wie bei der Theilung der Zellen. In dem Mutterkernbläschen wird eine Scheidewand sichtbar, welche dasselbe in zwei Hälften trennt [so bei *Tradescantia*¹⁾]. Zuweilen ist in jeder Hälfte ein Kernchen sichtbar [so bei *Anthoceros*²⁾]. Da die Theilung der Kerne vollkommen die nämlichen Erscheinungen, wie die Theilung der Zellen zeigt, so vermute ich, dass, wie hier eine *wandständige Zellenbildung*³⁾, dort eine *wandständige Kernbläschenbildung* angenommen werden müsse.

Aus den Thatfachen, welche über die Theilung der Kerne in Thierzellen bekannt sind⁴⁾, kann der eben beschriebene Vorgang

¹⁾ 1. Heft Tab. II. Fig. 20.

²⁾ A. gl. O. Tab. II. Fig. 38.

³⁾ A. gl. O. pag. 108.

⁴⁾ *Kölliker*, Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden Tab. VI. Fig. LXVIII.

vielleicht so vervollständigt werden. In dem Mutterkerne tritt ein grösseres Kernchen auf, welches sich theilt. Die beiden Tochterkernchen entfernen sich von einander; und das Kernbläschen theilt sich so in zwei Tochterkernbläschen, dass jedes derselben ein Kernchen enthält.

Wenn von der Theilung der Zellen, deren Erscheinungen die nämlichen sind, auf die Theilung der Kerne geschlossen werden darf, so beruht die wandständige Kernbläschenbildung in Folgendem: In dem Mutterkernbläschen treten zwei Kernchen auf. Sein Inhalt besondert sich in zwei Partien, von denen jede ein Kernchen einschliesst, und sich mit einer Membran bekleidet. Die Membran der beiden neuen Kernbläschen ist theils an die Wand des Mutterbläschens, theils gegeneinander gelehnt, wodurch eine Scheidewand in dem Mutterbläschen entsteht.

Wenn die Kerne frei im Zelleninhalte entstehen, so geschieht diess wahrscheinlich ebenfalls auf ähnliche Weise, wie sich freie Zellen bilden. Es scheint nämlich, dass zuerst sich ein Kernchen bilde; dass um dasselbe sich eine Schicht von Schleim lege, und dass an der Oberfläche des letztern die Membran des Kernbläschens entstehe. Wenigstens gestatten die über freie Kernbildung zu beobachtenden Erscheinungen diese Erklärung, welche durch die Analogie mit der freien Zellenbildung wahrscheinlich gemacht wird. Ich verweise hierüber auf den Artikel »freie Zellenbildung« im vorhergehenden Aufsatze ¹⁾.

Der Kern ist ursprünglich, wenn er frei entsteht, kugelig. Wenn er mit einem Schwesterkerne in einem Mutterkerne entsteht, so ist er ursprünglich halbkugelig, nimmt aber dann schnell, indem er sich von seinem Schwesterkerne trennt, eine kugelförmige Gestalt an ²⁾. Der Kern behält seine sphärische Gestalt, wenn

¹⁾ Pag. 23 ff.

²⁾ 1. Heft Tab. II. Fig. 20.

er in seiner Zelle central ist; er wird bloss vor seiner Fortpflanzung ellipsoidisch. Wenn der Kern dagegen in seiner Zelle eine laterale Stellung annimmt, so wird die eine Seite abgeplattet. Von der Fläche angesehen, erscheint er dann kreisförmig oder elliptisch, von der Seite dagegen mehr oder weniger zusammengedrückt.

Das Wachsthum des Kernes ist bald sehr gering, bald findet eine Ausdehnung um das zwei- bis zehnfache seines Durchmessers statt.

Die Membran des Kernes erreicht nie eine beträchtliche Dicke, und zeigt keine Schichtenbildung und keine Verholzung wie bei den Zellen.

Junge Kerne besitzen meistens, sowohl wenn sie frei, als wenn sie durch Theilung entstanden sind, einen homogenen, farblosen, schleimigen Inhalt. Derselbe kann dicht und undurchsichtig, oder fast wasserhell sein. Später wird er körnig, und man unterscheidet in einer wasserhellen Flüssigkeit Schleimkörnchen, Stärkekörner, Chlorophyllkörner, Oeltröpfchen. Zuweilen lagert sich der homogene und körnige Schleim an die innere Oberfläche der Membran des Kernes in Form einer Schicht an, so dass das übrige Lumen bloss mit einer wässrigen Flüssigkeit gefüllt ist. Zuweilen enthält auch der Kern formlosen Farbstoff, so dass er homogen-roth¹⁾ oder homogen-grün²⁾ erscheint. Das formlose Chlorophyll kann auch bloss stellenweise die innere Fläche der Membran überziehen³⁾. Ueber das Nähere verweise ich auf meinen frühern Aufsatz in dieser Zeitschrift⁴⁾.

In dem Inhalt der Kerne liegen meistens ein bis drei Kernchen; zuweilen steigt die Zahl derselben auf fünf und sechs. Selten scheinen die Kernchen zu mangeln. Wahrscheinlich sind sie aber immer vorhanden, und nur wegen ihrer Kleinheit oder wegen der Undurchsichtigkeit des Kernes nicht zu sehen. Es ist ferner wahr-

¹⁾ 1. Heft Tab. I. Fig. 26.

²⁾ A. gl. O. Tab. I. Fig. 36 – 40.

³⁾ A. gl. O. Tab. I. Fig. 41.

⁴⁾ A. gl. O. pag. 38 ff.

scheinlich, dass, wenn späterhin mehrere Kernchen in einem Kerne angetroffen werden, bloss Eines davon ursprünglich vorhanden gewesen, und dass die übrigen erst nachher entstanden seien. Ich habe über diesen Punct bereits in dem Abschnitte über „freie Zellenbildung“ des vorhergehenden Aufsatzes meine Ansicht ausgesprochen ¹⁾.

Die Kerne gehen entweder durch Auflösung in Folge von Altersschwäche, oder durch Fortpflanzung zu Grunde. Die Art und Weise, wie sich Kerne fortpflanzen, ist schon bei der Entstehung derselben erörtert worden.

2. Samenbläschen

Die Samenbläschen sind diejenigen Bläschen, in denen die Samenfäden entstehen. Sie sind bis jetzt Zellen oder Zellchen genannt worden. Ich habe früher geglaubt, dass sie die Bedeutung von Kernbläschen haben könnten, weil in den Antheridien der Characeen je ein solches Bläschen in einer Zelle auftritt, und weil in jedem Bläschen zuerst ein Kernchen vorhanden ist.

Ohne diese Analogie jetzt verneinen zu wollen, glaube ich doch, dass die Samenbläschen nicht vollkommen identisch mit den Kernbläschen seien, einmal weil die Erzeugung von Samenfäden etwas charakteristisches ist, das sonst den Kernen ganz mangelt, und ferner weil es bei Thieren und wahrscheinlich auch bei Pflanzen ²⁾ vorkömmt, dass in Einer Zelle mehrere solcher Bläschen sich bilden.

Dass die Samenbläschen bei den Florideen, Moosen und Farren dicht beisammen liegend ein scheinbares Gewebe bilden, ist kein Beweis dafür, dass es Zellen seien, denn es ist ebenso gut möglich, dass sie in Einer grossen, embryosackähnlichen Zelle entstanden, oder dass die Zellen, in denen sie sich bildeten, aufgelöst worden seien.

¹⁾ Pag. 35.

²⁾ Vgl. in diesem Hefte den Aufsatz über die Fortpflanzung der Rhizocarpeen.

Die Entstehung der Samenzellchen ist unbekannt; ebenso die Fortpflanzung derselben.

Die Gestalt der Samenbläschen ist kugelig oder ellipsoidisch, wenn sie frei sind, — parenchymatisch, wenn sie dicht beisammen liegen.

Der Inhalt ist anfänglich homogen und schleimig. Man erkennt darin ein, wahrscheinlich dem Kernchen der Kernbläschen analoges, kugeliges Bläschen oder dichtes Körperchen. Der homogene Inhalt wird nachher zuweilen feingekörnt. Zuweilen bilden sich darin Chlorophyllkörnchen. Bei den Rhizocarpeen ¹⁾ enthalten sie auch Amylumkügelchen(?). Nachher entsteht in diesen Bläschen je ein aus Eiweiss bestehender Samenfaden ²⁾.

3. Kernchen, Nucleolus.

Die Kernchen wurden bisher als solide Körner betrachtet. Ich habe aber schon vor einiger Zeit darauf aufmerksam gemacht, dass einige Erscheinungen sich leicht mit der Annahme, dass es Bläschen seien, vereinigen liessen ³⁾. Es fragt sich nun, ob Gründe für diese Annahme vorhanden seien.

Dass die Kernchen nicht blosse Anhäufungen von Schleim sind, geht aus dem Umstand hervor, dass sie immer mit ganz scharfer Begrenzung auftreten. Ferner ist an ihnen zuweilen deutlich eine von dem Inhalte verschiedene Membran zu erkennen. Der Inhalt ist nicht immer solid; er zeigt häufig eine oder mehrere Höhlungen; er ist selbst schaumig und körnig, wie der Inhalt der Kernbläschen und der Zellen. Dazu kommt die Analogie mit den thierischen Kernchen, welche ebenfalls Bläschen sind, und die Analogie mit den übrigen bläschenartigen Gebilden des Zellinhaltes.

Die Kernchen finden sich innerhalb der Kernbläschen und der

¹⁾ A. gl. O.

²⁾ Vgl. 1. Heft pag. 174.

³⁾ 1. Heft pag. 72.

Samenbläschen ¹⁾. Ueber ihre Entstehung ist nichts bekannt. Bei den thierischen Kernchen ist Theilung derselben beobachtet worden ²⁾.

Die Gestalt der Kernchen ist kugelig; in dem Moment, wo sie durch Theilung entstehen, halbkugelig. Wenn sie an der Membran des Kernbläschens liegen, so sind sie zuweilen auf jener Seite etwas abgeplattet. — Der Inhalt der Kernchen ist anfänglich homogen und schleimig. Gewöhnlich zeigt er eine grössere Dichtigkeit, als der Inhalt der Kernbläschen oder der Samenbläschen; selten ist er weniger dicht, wesswegen dann das Kernchen wie ein hohler Raum erscheint. Der homogene Inhalt der Kernchen wird nachher schaumig und körnig; oder er bleibt homogen, und zeigt eine oder mehrere Höhlungen.

4. Schleimbläschen ³⁾.

Diese Gebilde wurden bisher entweder übersehen, oder für grössere Schleimkörner und für Kugeln von zusammengeballtem Schleim gehalten. Sie sind schön und in grosser Menge bei den Characeen zu sehen, wo, neben formlosen Schleimklumpen, sie es vorzüglich sind, welche rotiren. Ausserdem habe ich sie in vielen Algenzellen, in Zellen von Laubmoosblättern, bei den Lebermoosen, bei den Farren und Phanerogamen gesehen. Sie zeigen kein constantes Vorkommen, und treten meist spärlich auf, 1 — 6 in einer Zelle. In grossen Zellen findet man sie sicherer, als in kleinen.

Die Schleimbläschen unterscheiden sich von den Schleimkörnern dadurch, dass sie bedeutend grösser sind, dass sie eine vollkommen sphärische Gestalt und glatte Oberfläche besitzen, und dass sie das Licht weniger brechen. Dass es Bläschen seien und nicht

¹⁾ 1. Heft Tab. II. Fig. 11. a; Tab. IV. Fig. 16. a, b, c.

²⁾ Kölliker, Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden Tab. VI. Fig. LXVIII.

³⁾ Ich verweise auf die oben (pag. 53) gemachte Bemerkung über den Ausdruck „Schleim“.

homogene Körner, ergibt sich daraus, 1) dass man an ihnen, wenn sie gross genug sind, eine durch Jod sich nicht färbende Membran erkennt, während der Inhalt sich braun färbt (Tab. III. Fig 18), und 2) dass der Schleiminhalt schaumig und hohl werden kann. Besonders deutlich wird die Membran, wenn in Bläschen, welche mit Wasser oder mit Jodtinctur in Berührung kommen, der sich contrahirende Inhalt stellenweise sich von der Membran lostrennt (Fig. 18, *b*, *c*).

Ueber den Ursprung der Schleimbläschen ist wenig zu beobachten. Sie erscheinen zuerst als ganz kleine Schleimkügelchen. Es ist möglich, dass eine kleine Menge Schleimes sich zusammenballt, sich individualisirt, und sich mit einer Membran bekleidet. Eine Fortpflanzung der Schleimbläschen habe ich nicht beobachtet.

Die Gestalt der Schleimbläschen ist von Anfang an kugelig und bleibt es fortwährend. Das Wachsthum dient bloss dazu, die Bläschen vollkommen gleichmässig auszudehnen.

Der Inhalt ist anfänglich homogen. Er bleibt homogen; oder es treten ein oder mehrere hohle Räume in demselben auf.

Die Membran ist zart, und erreicht gewöhnlich nie eine beträchtliche Dicke. Bloss bei *Chara* und *Nitella* habe ich bis jetzt Schleimbläschen mit derbern Membranen gesehen. Anfänglich ist auch hier die Membran dünn, und entweder gar nicht oder nur undeutlich zu erkennen. Durch Jod gelingt es meist, sie besser zu sehen. Sie erscheint darauf deutlich von zwei Linien begrenzt (Fig. 18, *a*). Nachher treten an ihrer äussern Fläche kleine Pünctchen auf (*b*), welche beim Grösserwerden sich als kleine Stacheln erweisen (*c*, *e*). Im Alter verschwinden die Stacheln, und die äussere Fläche der Schleimbläschen ist unregelmässig-uneben (*d*). Dabei hat sich die Membran stetig verdickt.

Man könnte, um eine Analogie für die eben beschriebenen Stacheln aufzufinden, an die Cilien der Keimzellen von *Vaucheria* denken, und dabei bemerken, dass die Schleimbläschen der Characeen sich ebenfalls bewegen (rotiren), während die Schleimbläschen der übrigen Pflanzen ohne Bewegung sind. Doch ist dagegen

einzuwenden, dass die Schleimbläschen schon rotiren, ehe an ihnen der stachelige Ueberzug bemerkbar ist. Ich glaube daher nicht, dass derselbe etwas mit der Bewegung zu thun habe, und möchte eher vermuthen, dass er auf gleiche Weise zu erklären sei, wie die äussere Haut der Pollenkörner.

5. Brutbläschen.

Ich nenne diejenigen Bläschen so, in welchen, wie bei *Caulerpa*, die Chlorophyll- und Amylumkörner entstehen ¹⁾. Ich habe sie früher „Schleimzellchen“ genannt, welcher Ausdruck nun aber in Rücksicht auf die übrige Nomenclatur zu ändern ist.

Mettenius ²⁾ sah die Brutbläschen in den Wurzelhaaren und in den Haaren der obern Blattfläche von *Salvinia*.

Nach *Hartig* ³⁾ entstehen die Chlorophyllkörner in den sogenannten Euchromzellen, einer Art der sogenannten Ptychodebläschen. Die Manier, in welcher die Untersuchungen angestellt wurden, scheint mir jedoch nicht die gehörige Garantie für ein zuverlässiges Resultat zu gewähren. Es bleibt daher noch dahingestellt, ob und wo die Brutbläschen bei den Phanerogamen gefunden werden.

Die Brutbläschen erscheinen zuerst als homogene Schleimkügelchen. Wenn sie grösser werden, erkennt man an ihnen eine Membran und einen durch Jod sich gelb oder braun färbenden Schleiminhalt. Nach *Mettenius* entstehen die Bläschen aus kleinen amorphen Körnchen. Wenn damit jene kleinen homogenen Schleimkügelchen gemeint sind und nicht etwa wirkliche Schleimkörnchen, so stimmt das mit meinen Beobachtungen überein. Jene sind von den Schleimkörnchen durch ihre regelmässige, vollkommen sphärische Gestalt, ihre durchaus glatte Oberfläche und ihr geringeres Lichtbrechungsvermögen verschieden. Der genaue Vorgang bei der Entstehung der Brutbläschen ist noch unbekannt. Vielleicht

¹⁾ Vgl. im ersten Heft pag. 190.

²⁾ Beiträge zur Kenntniss der Rhizocarpeen pag. 51. Tab. II. Fig. 42, 43.

³⁾ Das Leben der Pflanzenzelle pag. 8 – 10.

dass kleine Partien des homogenen Schleimes der Zelle sich individualisiren, kugelförmig werden, und eine Membran an ihrer Oberfläche erzeugen. Fortpflanzung ist bis jetzt an den Brutbläschen nicht beobachtet worden.

Die Brutbläschen liegen frei im Inhalte ihrer Zelle, und haben immer eine kugelförmige Gestalt. Sie wachsen bis zu einer gewissen Grösse an.

Der Inhalt der Brutbläschen ist anfänglich homogener Schleim; derselbe wird häufig körnig. In ihm entstehen mehrere Amylumkügelchen, oder mehrere Chlorophyllkörnchen¹⁾. Nachher löst sich die Membran der Brutbläschen auf, und die Stärkekügelchen oder Chlorophyllkörnchen liegen frei im Lumen der Zelle.

6. Farbbälchen.

Hierher gehören die Chlorophyllkörnchen und die andern gefärbten Zellsaftkügelchen. Sie wurden bisher hin und wieder auch Bläschen genannt, ohne dass eine Membran an ihnen nachgewiesen worden wäre. Früherhin wurde häufig das meist in ihrem Innern vorhandene Amylumkügelchen für eine Höhlung gehalten.

Dass die genannten Gebilde wirklich Bläschen seien, geht aus folgenden Thatsachen hervor: An grössern Chlorophyllbläschen der Algen, der Moosblätter, des Farrenkeimblattes (Tab. III. Fig. 10, *a, b, c*), der Characeen (Fig. 17) und in günstigen Fällen der Phanerogamenblätter (Fig. 12, *a—l*) ist deutlich eine weissliche Membran zu erkennen, welche den grünen Inhalt umschliesst. Wenn sie dicht beisammen liegen, so fliessen sie nicht in eine Masse zusammen, sondern werden wie Zellen, parenchymatisch (Fig. 11). Bei krankhafter Veränderung (im Farrenkeimblatt [Fig. 10, *d, e, f*], in Blättern von Laub- und Lebermoosen) werden sie grösser; der Inhalt entfärbt sich, und geht in eine wasserhelle, mit Körnern gemengte Flüssigkeit über; sie sind in diesem Zustande von kleinen Zellen nicht zu unterscheiden. Der Inhalt

¹⁾ 1. Heft Tab. III. Fig. 19.

der Chlorophyllbläschen geht eigenthümliche Veränderungen ein, welche vorzüglich darin bestehen, dass in denselben ein oder mehrere Amylumkügelchen entstehen (Fig. 12). Grüne und rothe Farbbläschen zeigen Wachsthum, und verändern dabei ihre Gestalt auf verschiedene Weise. Endlich theilen sich die Chlorophyllbläschen wie Zellen (Fig. 10, c).

Seit *Mohl's* Untersuchungen ¹⁾ werden die Chlorophyllbläschen gewöhnlich als ein Kern von ein oder mehrern Stärkekörnern betrachtet, auf welche sich Chlorophyll als ein Ueberzug niedergeschlagen hat. Diese Ansicht setzt voraus, dass die Stärkekörner zuerst da seien, und dass sie erst nachher von Chlorophyll überzogen werden. Nun ist aber nirgends der Uebergang von Amylumkügelchen in Chlorophyllkörner gesehen worden. Dagegen finden sich in Algen nicht selten Chlorophyllbläschen ohne eine Spur von Stärke in ihrem Innern. Ferner kann man in einigen Algen, so wie auch bei höhern Pflanzen die Entstehung und das Wachsthum der Amylumkügelchen im Innern der Chlorophyllbläschen verfolgen bis zur Resorption dieser letztern.

Die Farbbläschen werden am besten nach ihrer Farbe grüne, rothe, blaue, gelbe Farbbläschen, oder auch wohl mit einem Worte Grünbläschen (Chlorophyllbläschen), Rothbläschen etc. genannt.

Ueber die Entstehung der Farbbläschen frei im Zelleninhalte ist mir nichts bekannt. Sie treten als kleine (grüne oder rothe) Körnchen auf, welche, nachdem sie eine hinreichende Grösse erreicht haben, eine bläschenartige Structur erkennen lassen (Fig. 10, a, b; Fig. 12; Fig. 17). Sie entstehen ferner durch Theilung aus einem Mutterbläschen. Dasselbe streckt sich in die Länge, theilt sich durch eine Wand, und trennt sich in zwei neue Farbbläschen (Fig. 10, c).

Ich habe die Theilung der grünen Farbbläschen bei Algen (z. B. bei *Bryopsis Balbisia*, *Valonia ovalis*), im Farrenkeimblatt und bei *Nitella* gesehen. Diese Theilung zeigt sich zuweilen

¹⁾ Untersuchungen über die anatomischen Verhältnisse des Chlorophylls (Dissertation vom Jahr 1837).

so, dass man bloss rings eine Einschnürung bemerkt, welche nach innen fortrückt und zuletzt das Chlorophyllbläschen in zwei theilt. In andern Fällen erkennt man jedoch zuerst eine Scheidewand, und die scheinbare Einschnürung erweist sich einfach als das Auseinanderweichen der schon gebildeten Tochterbläschen. Dadurch überzeugt man sich leicht, dass im ersten Falle die Scheidewand wegen ihrer Zartheit oder wegen schiefer Lage übersehen wurde.

Man könnte nun zwar einwenden, jene Theilung sei bloss scheinbar, und werde künstlich durch zwei dicht nebeneinander liegende Farbbläschen erzeugt. Und in der That werden solche Zustände künstlich erzeugt, wenn unter dem Mikroskop zwei Bläschen so dicht aneinander zu liegen kommen, dass sie durch gegenseitigen Druck abgeplattet werden. Es fragt sich demnach, ob mit jener scheinbaren Theilung die Chlorophyllbläschen in der Pflanzenzelle an Zahl zunehmen oder nicht. *Nitella* hat mir dafür einen Beweis geliefert.

Ich untersuchte am gleichen Individuum von *Nitella syncarpa* die Endzelle der Blätter in verschiedenen Altersstufen, nämlich 1) bei 0,080''' , 2) bei 0,500''' , 3) bei 1,5''' und 4) bei 6''' Länge. Der Durchmesser nahm von 0,030''' zu 0,050''' , 0,060''' und 0,090''' zu. Die Chlorophyllbläschen lagen an der Wandung in senkrechten Reihen. Alle zeigten ungefähr die gleiche Grösse und eine vollkommen regelmässige Gestalt, sowohl in den jüngern als in den ältern Zellen. Einige schienen in Theilung begriffen. Es musste eine wirkliche Theilung und Fortpflanzung sein, wenn die Zahl der Chlorophyllbläschen von den jüngern zu den ältern Zellen zunahm, denn von kleinen jungen Bläschen, welche frei und zwischen den übrigen Bläschen entstehen möchten, sah ich keine Spur, weder zwischen den Bläschen der gleichen Reihe, noch zwischen den Reihen selbst. Ich zählte nun die Reihen, und fand deren constant circa 80, sowohl in den jüngern als in den ältern Zellen. Eine Vermehrung der Reihen hatte nicht statt; wirklich sah ich auch keine Chlorophyllbläschen, welche sich senkrecht in zwei nebeneinander liegende Bläschen theilten. Dagegen fand ich in der ersten und kürzesten der vier erwähnten Zellen 40 Bläschen

in einer Reihe, in der zweiten Zelle 150, in der dritten 500, in der vierten und längsten Zelle 2000. Die Zahl der Chlorophyllbläschen hatte, während des Wachstums der Zelle von einer Länge = $0,080'''$ bis zu einer Länge = $6'''$, in jeder Reihe von 40 bis zu 2000, in der ganzen Zelle von 3200 zu 160000 zugenommen. Während also die Zelle 75mal länger wurde, mehrten sich die Chlorophyllbläschen um das 50fache.

Das Nämliche fand ich in den Zellen des Stammes der gleichen Pflanze. Bei einer Länge von $1,3'''$ und einem Durchmesser von $0,14'''$ zählte ich etwa 160 Reihen, in jeder Reihe etwa 325 Bläschen, — bei einer Länge von $20'''$ und einem Durchmesser von $0,2'''$ zählte ich wieder etwa 160 Reihen, dagegen etwa 3500 Bläschen in jeder Reihe, — und endlich bei einer Zellenlänge von $30'''$ und einem Durchmesser von $0,24'''$ fand ich etwa 160 Reihen, und etwa 6700 Chlorophyllbläschen in jeder Reihe. Auch hier hatten die Bläschen in einer Zelle eine ziemlich gleiche Grösse und eine regelmässige Stellung. Einzelne zeigten Quertheilung; junge kleinere Bläschen zwischen den übrigen sah ich keine, so dass auch hier die Vermehrung bloss durch Theilung bewirkt werden konnte. Diese Vermehrung betrug ungefähr das 20fache der Zahl, während die Zelle sich um das 23fache in die Länge dehnte. Die Zahl der Reihen blieb auch hier die gleiche.

Die Gestalt der Farbbläschen ist, wenn sie frei im Inhalte entstehen, zuerst kugelig, — wenn sie durch Theilung eines Mutterbläschens entstehen, zuerst halbkugelig oder halbellipsoidisch. Im letztern Falle nehmen sie aber bald, indem sie sich von einander trennen, eine kugelige Gestalt an. Wenn die Bläschen, was selten geschieht, frei bleiben, so dass sie in der Zellflüssigkeit schwimmen, so behalten sie ihre kugelförmige Gestalt. Gewöhnlich legen sie sich aber an die Wandung, wobei sie ihre Form mehr oder weniger ändern, indem sie sich mehr oder weniger abplatten. Ihr Durchschnitt ist dann entweder fast rund, oder oval, oder halbkugelig, oder halbelliptisch, oder flach-zusammengedrückt.

Die Formänderung, welche die Farbbäschen während ihres Wachstums erfahren, besteht aber nicht bloss in einer grössern oder geringern Abplattung, welche uns die Ansicht von der Seite (oder im Durchschnitt) zeigt, sondern auch in einer verschiedenen Gestaltung, welche die Ansicht von der Fläche zeigt. Auch hier erscheinen die Bläschen zuerst rund. Sie bleiben rund, oder sie werden elliptisch. Liegen sie dicht beisammen, so werden sie parenchymatisch (Fig. 11; Fig. 13). Wenn sich die Farbbäschen in die Länge dehnen, so geschieht es entweder parallel mit dem Längendurchmesser der Zelle, oder wenn sie in einem Strömungsfaden liegen, in der Richtung dieses Strömungsfadens. Das Letztere habe ich an Algen (z. B. an *Conferva glomerata marina*) beobachtet. An der innern Oberfläche der Zellwandung liegt ein Netz von Schleimfäden. Die Chlorophyllbläschen bilden in den Netzlينien einfache Reihen (Fig. 16). Sie dehnen sich in der Richtung der Linien in die Länge, und können lanzettlich, selbst linienförmig werden. Die in den Winkeln des Netzes liegenden Bläschen nehmen eine dreieckige Gestalt an; die Ecken sind mehr oder weniger in der Richtung des Strömungsfadens, dem sie zugekehrt sind, vorgezogen. — In Florideen (z. B. an *Ceramium diaphanum*) sah ich die rothen Farbbäschen, die ursprünglich rund waren, sich so sehr in der Richtung des Längendurchmessers der Zelle verlängern, dass sie lange dünne Fasern darstellten. Ihr Breitendurchmesser verminderte sich dabei beträchtlich.

Das Wachstum der Farbbäschen zeigt grosse Aehnlichkeit mit dem allseitigen Wachstum der Zellen. Es zeigt einerseits den Uebergang von der kugelförmigen Gestalt zur Tafelform, anderseits den Uebergang von der kugelförmigen Gestalt in die langgestreckte, stab- und fadenähnliche Form. Ausserdem können sie sich in einzelne Fortsätze verlängern, fast wie sternförmige Zellen. Sie können ferner durch Druck parenchymatisch werden.

Die Ausdehnung, welche mit dem Wachstum der Farbbäschen verbunden ist, zeigt sich quantitativ sehr verschieden. Am grössten ist sie bei solchen, welche frei im Zelleninhalte entstehen, da sie zuerst als ganz kleine Körnchen auftreten. Geringer ist sie

bei den durch Theilung eines Mutterbläschens entstandenen; sie beträgt hier in der Regel 2—3 mal die ursprüngliche Länge und Breite. — Das Wachsthum ist übrigens nicht immer mit einem Grösserwerden aller Durchmesser verbunden; — bei tafelförmigen sehr flachgedrückten Chlorophyllbläschen ist der schmale Durchmesser kürzer, als er früher war; — bei dünnen faserähnlichen Rothbläschen haben die beiden kurzen Durchmesser sehr beträchtlich an Länge abgenommen.

Der Inhalt der Farbbbläschen ist ursprünglich immer homogen, grün (Fig. 12, *a*; 13, *a*), roth, gelb, blau. Er kann sich während der ganzen Lebensdauer des Bläschens auf verschiedene Weise verhalten.

Der Inhalt bleibt erstlich zuweilen zeitlebens homogen und gefärbt, ohne sich zu verändern, wenigstens ohne dass Veränderungen bemerkbar sind.

Oder es werden zweitens in dem Inhalte ein oder mehrere winzige Körnchen sichtbar, welche auf dieser Stufe beharren, und deren Natur wegen ihrer Kleinheit nicht ermittelt werden kann. Wahrscheinlich sind es Stärkekügelchen, wie aus dem Folgenden hervorgeht.

Ein drittes Verhalten des Inhaltes ist das, dass eben solche winzige Körnchen auftreten, die aber etwas grösser werden, als weissliche Kügelchen erscheinen, und sich durch Jod violett oder blau färben (Fig. 10, *a*, *b*, *c*; Fig. 11; Fig. 13; Fig. 17). *Mohl* glaubt, dass der violette Ton durch die braune Färbung des umgebenden grünen Inhaltes erzeugt werde. Es scheint mir jedoch sicher, dass derselbe den Amylumkügelchen eigenthümlich ist. Schon vor der Behandlung mit Jod ist eine Verschiedenheit an den letztern bemerkbar; indem die einen das Licht stärker, die andern schwächer brechen. Brechen sie das Licht stark, so färben sie sich blau, trotz der umgebenden Chlorophyllmasse; brechen sie es schwächer, so färben sie sich violett. Diese Amylumkügelchen sind in einem Bläschen sehr häufig bloss einzeln, zuweilen jedoch auch zu zwei bis fünf vorhanden. Sie nehmen nur einen kleinen Theil des Bläschenlumens ein.

Ein viertes Verhalten des Inhaltes ist folgendes. In dem homogenen gefärbten Inhalte werden zuerst ebenfalls kleine Körnchen sichtbar. Sie vergrössern sich und füllen zuletzt das Bläschen fast ganz aus, so dass bloss eine dünne Farbschicht übrig bleibt, welche die Amylumkügelchen überzieht (Fig. 12, *i*). Wenn, was hier meistens der Fall ist, die Bläschenmembran undeutlich ist, so scheint es, als ob die Amylumkügelchen bloss mit Farbstoff (Chlorophyll) überzogen wären.

Ein fünftes Verhalten des Inhaltes ist folgendes. In dem Farbstoffe entstehen ein oder mehrere Amylumkügelchen (Fig. 12, *a—f*), welche grösser werden, und das Bläschen zuletzt fast ganz ausfüllen (Fig. 12, *g—l*). Der Farbstoff (Chlorophyll) verschwindet nach und nach vollständig, zuletzt wird auch die Membran des Bläschens aufgelöst, und die Amylumkügelchen liegen frei in der Zelle (Fig. 12, *m, n*).

Dieses sind die hauptsächlichsten Veränderungen, welche im Inhalte der Farbbläschen vor sich gehen. Ich habe sie vorzüglich an Chlorophyllbläschen beobachtet. Ueber die Verbreitung der aufgeführten Formen lässt sich kaum etwas Allgemeines sagen. Man trifft in der Regel alle oder mehrere bei der gleichen natürlichen Ordnung. Doch habe ich Grünbläschen mit bleibendem homogenem Inhalt, und solche mit violett sich färbenden kleinen Amylumkügelchen viel häufiger bei Algen und Moosen, — dagegen solche mit grössern sich blau färbenden Amylumkügelchen häufiger bei den höhern Pflanzen angetroffen. — Die Rothbläschen der Florideen zeigen meistens bloss einen homogenen rothen Inhalt. Die gelben und blauen Farbbläschen sind mir noch nicht hinreichend bekannt.

Es ist noch zu bemerken, dass an der Stelle der Stärke innerhalb der Farbbläschen selten Kügelchen vorkommen, welche sich durch Jod entweder gar nicht oder gelb färben. Nach meiner Ansicht bestehen sie aus einem der Stärke analogen, sich der Gallerte und dem Inulin nähernden Stoffe. Ich kann aber *Schleiden* nicht beistimmen, welcher sagt, dass das Chlorophyll (der Chlorophyllkügelchen) oft Stärke, aber auch ebenso oft andere

Stoffe überziehe¹⁾ Ausser Stärke (was das gewöhnliche ist) und den eben angeführten Kügelchen (was ausnahmsweise stattfindet) habe ich bis jetzt keine bekannten festen Gebilde in den Chlorophyllbläschen angetroffen, so z. B. noch kein Oel, keine Schleimkörnchen u. s. w.

Der homogene Farbstoff der Farbbäläschen erleidet zuweilen auch eine Veränderung. Diese besteht häufig darin, dass die Färbung schwächer wird; ferner auch darin, dass die Farbe selbst in eine andere übergeht. Bei vielen Florideengattungen ist es etwas gewöhnliches, dass die rothen Farbbäläschen späterhin grün oder gelbgrün werden.

Die Farbbäläschen gehen auf dreierlei Art zu Grunde: 1) durch Fortpflanzung, 2) dadurch, dass die in ihnen eingeschlossenen Amylumkügelchen nach und nach den Farbstoff verdrängen und zuletzt die Resorption der Membran veranlassen, und 3) dadurch, dass die Veränderungen im Zelleninhalte eine Auflösung von Inhalt und Membran herbeiführen.

Wenn die Auflösung der Farbbäläschen durch die Veränderungen im Zelleninhalte veranlasst werden, so lösen sie sich dabei gewöhnlich von der Zellwandung los, treten ins Innere des Zellolumens, und nehmen eine mehr oder weniger kugelförmige Gestalt an. Der Farbstoff wird körnig, entfärbt sich, und löst sich dann auf; zu gleicher Zeit verschwindet die Membran. In absterbenden Zellen des Farrenkeimblattes, sowie einige Male in absterbenden Zellen von Laub- und Lebermoosblättern sah ich dabei die Chlorophyllbläschen sich beträchtlich ausdehnen (in *Pteris nemoralis* bis 0,006 und 0,008^{'''}). Das Chlorophyll löste sich in kleine dunkle Körnchen auf, welche in einer wasserhellen Flüssigkeit schwammen. Die Membran des Bläschens wurde dabei sehr deutlich (Fig. 10, d, e, f).

7. Stärkebläschen, Stärkekörner.

Ueber die Entstehung und die Natur der Stärkekörner sind drei verschiedene Ansichten ausgesprochen worden. Nach der einen

¹⁾ Grundzüge. 2. Aufl. pag. 190.

bestehen sie aus einer zellenartigen Hülle und einem flüssigen Inhalte. Nach einer zweiten bildet sich zuerst ein Kern, um den sich von aussen her concentrische Schichten anlagern. Nach einer dritten Ansicht schreitet die Schichtenbildung von aussen nach innen hin fort.

Die erste Ansicht tritt bei *Raspail* in einer durch dessen Zellentheorie bedingten eigenthümlichen Form auf. Das Stärkekorn ist eine Zelle oder ein Bläschen, das ursprünglich an der Zellwand befestigt und von derselben erzeugt worden ist. Die Hülle ist Stärke; der Inhalt gummös und halbflüssig. — Dieser Ansicht widerstreitet die mikroskopische Untersuchung.

Die zweite Ansicht, als deren Gewährsmänner *Fritsche* und *Schleiden* zu nennen sind, hält in chemischer Beziehung den Grundsatz fest, dass, mit Ausnahme des Kernes, die Schichten durchaus von dem gleichen chemischen Stoffe gebildet werden. Die äussersten Schichten sind mit fremden Substanzen getränkt, und werden dadurch unlöslich im Wasser. — Diese Ansicht findet sowohl in chemischer als in physiologischer Rücksicht besondere Schwierigkeiten bei der Erklärung des Kernes, welcher nach den genannten Autoren einerseits ein hohler Raum ist, anderseits weder Zucker, noch Gummi, noch Stärke enthält. Was ist denn das Ding, auf das die innerste und erste Stärkeschicht sich niederschlägt?

Die dritte Ansicht wurde neulich von *Münter*¹⁾ ausgesprochen. Die innern Schichten seien die weichern und somit die jüngern. — Gut; aber dabei ist die Entstehung der äussersten und ersten Stärkeschicht vergessen worden; worauf schlägt sich diese nieder? Für die folgenden hat es dann allerdings keine Schwierigkeit mehr. Ferner steht in sonderbarem Widerspruche mit dieser Ansicht das Factum, welches *Münter* an den Stärkekörnern von *Gloriosa* gewonnen haben will, nämlich »dass auch eine organische Verbindung in Krystallformen auftreten könne;« und eben so unpassend ist dann auch der für die sogenannten zusammengesetzten Körner vorgeschlagene Ausdruck von »Stärkedrusen«.

¹⁾ Botanische Zeitung 1845. pag. 193.

Nach meiner Ansicht sind die Stärkekörner Bläschen, und bestehen wie die übrigen Bläschen aus einer Membran und einem flüssigen Inhalte. Innerhalb der Membran lagern sich, wie in verholzenden Zellen, concentrische Schichten ab. Das Lumen des Bläschens (der sogenannte Kern) wird dadurch auf eine meist kleine Höhlung reducirt, welche immer mit einer Flüssigkeit gefüllt ist.

Die Gründe für die eben ausgesprochene Ansicht sind folgende. In vielen Stärkekörnern erkennt man mehr oder weniger deutlich eine von den übrigen Schichten verschiedene, das Korn umschliessende Schicht. In einigen erweist sich dieselbe als eine ziemlich dicke, durch Jod sich nicht färbende Membran (Fig. 14). Die Stärkekörner sind hohl; zuweilen ist die Höhlung so gross, dass die Stärke bloss als eine dünne Schicht die Membran überzieht (Fig. 15). Die Schichten werden von aussen nach innen weicher und wasserhaltiger, nach aussen derber und fester; nach Analogie der Verholzungsschichten der Zellen sind die weichern als die jüngern, die härtern als die ältern zu betrachten.

Ueber Entstehung und Fortpflanzung der Stärkebläschen ist nichts bekannt. Bloss was die äussern Bedingungen für ihr Entstehen betrifft, so weiss man, dass sie theils frei in der Zelle und zwar ebensowohl im Schleime, als im Chlorophyll, theils innerhalb von Bläschen, nämlich von Kernbläschen [bei den *Fucoideen*¹⁾], von Brutbläschen [in *Caulerpa*²⁾] und von Farbbläschen (Tab. III. Fig. 10, 11, 12, 13, 17), sich bilden können.

Die Gestalt, in der die Amylumbläschen auftreten, ist wahrscheinlich zuerst immer kugelig. Sie können kugelig bleiben, oder sich in die Länge dehnen, dass sie fast cylindrisch werden, oder in die Fläche wachsen, so dass sie eine tafelförmige Gestalt annehmen. Die Form der ausgewachsenen Stärkekörner ist überaus mannigfaltig und meist unregelmässig, so jedoch, dass Körner,

¹⁾ 1. Heft Tab. I. Fig. 16, b, c.

²⁾ A. gl. O. Tab. III. Fig. 19.

welche frei entstanden, immer von einer einzigen gebogenen Fläche begrenzt sind.

Die Körner liegen frei, oder in Gruppen von zwei bis zwölf und noch mehr vereinigt. Eine solche Gruppe heisst mit einem nicht sehr passenden Ausdrucke ein zusammengesetztes Korn. Die einzelnen Körner oder Bläschen sind parenchymatisch; die nach dem Innern des Häufchens gerichteten Seiten sind eben, diejenigen Seiten, welche die Oberfläche des Häufchens bilden, sind gebogen (nach aussen convex). Alle in ein Klümpchen vereinigten Körner sind zusammen in einem Bläschen (Chlorophyllbläschen) entstanden. Sie waren zuerst kugelig, nahmen aber durch den gegenseitigen Druck, den sie in Folge ihres Wachstums erlitten, eine parenchymatische Gestalt an, und klebten durch eben diesen Druck in ein Gewebe zusammen (Fig. 12, g). Wenn nun das Bläschen resorbiert wird, so bleiben entweder die Körner in einem Klümpchen vereinigt (Fig. 12, n), oder sie trennen sich bald von einander. Da sie aber durch die Schichtenbildung oder Verholzung eine feste Structur erlangt haben, so werden sie nicht wieder kugelig, sondern bleiben vieleckig und zeigen eine krystallähnliche Gestalt, ohne desswegen Krystalle zu sein (Fig. 14).

Es ist aber nicht gesagt, dass die im gleichen Bläschen miteinander entstandenen Amylumkörner immer eine parenchymatische Gestalt annehmen müssen. Sie thun diess nur, wenn sie in einer (zur Grösse des Bläschens) verhältnissmässigen Zahl oder verhältnissmässigen Grösse darin enthalten sind. Wenn sie aber locker im Bläschen liegen, so bleiben sie immer einzeln und behalten immer ihre gewölbte Oberfläche. So sah ich in den Kernbläschen und in den Brutbläschen die Stärkekörner nie eigentlich parenchymatisch werden. In den Grünbläschen sah ich sie ebenfalls oft kugelig bleiben, auch wenn sie zu mehreren zusammen in einem Bläschen entstanden.

Von den Stärkekörnern sind also diejenigen, welche einzeln liegen und von einer einzigen gebogenen Oberfläche begrenzt sind, entweder frei in der Zelle, oder einzeln in Bläschen, oder zu mehreren locker-gelagert in Bläschen entstanden. Diejenigen, welche

einzelu liegen, und eine oder mehrere ebene Flächen oder Ecken besitzen, sind zu mehrern dicht-gelagert in einem Grünbläschen entstanden. Ebenso haben sich die zu einem Häufchen vereinigten Körner zusammen in einem Grünbläschen gebildet.

Welches der ursprüngliche Inhalt der Stärkebläschen sei, ist unbekannt. Sobald sie eine hinreichende Grösse erreicht haben, um untersucht werden zu können, so färben sie sich durch Jod blau, violett oder roth. Die Schichtenbildung beginnt also sehr früh, und es muss demnach angenommen werden, dass die äussersten und ersten Schichten sich in der Fläche sehr beträchtlich ausdehnen, bis das Wachsthum des Bläschens vollendet ist. Dieser Annahme steht aber durchaus nichts im Wege, da die Schichten zuerst in einem weichen, halbflüssigen Zustande sind, und da ja die Zellmembranen und die ersten Verdickungsschichten derselben sich ebenfalls beträchtlich ausdehnen können.

Stärkebläschen und Zelle stimmen also darin überein, dass beide bald nach ihrer Entstehung anfangen, ihre Membran zu verdicken. Sie unterscheiden sich dadurch, dass beim Stärkebläschen diese Verdickung schon in der ersten Zeit relativ vielmal beträchtlicher ist, als bei der Zelle.

Erst wenn die Stärkebläschen grösser geworden sind, erkennt man deutlich ihren Bau, nämlich eine wahrscheinlich aus Gallerte bestehende Membran, aus Stärke gebildete Schichten, und ein mit wässriger Flüssigkeit gefülltes Lumen. Die Membran ist mehr oder weniger deutlich; wo sie dick genug ist, so erkennt man, dass sie bei Behandlung mit Jod ungefärbt bleibt, während die Schichten blau oder violett werden (Fig. 14, 15).

Die Schichten sind wie die Verdickungsschichten der Zelle gebildet; die concentrischen Linien sind wie dort zu erklären. Die Schichten bestehen in ihrer ganzen Dicke bloss aus Stärke. Sie nehmen von aussen nach innen an Dichtigkeit ab, an Wassergehalt zu. Durch heisses Wasser und Säuren quellen sie sehr stark auf, und zerreißen in Folge ungleicher Ausdehnung sehr häufig, sowohl bloss im Innern, als von innen nach aussen. — Dass aber durch die Einwirkung von Schwefelsäure im Lumen ein Luftbläschen

entstehe, wie behauptet worden ist, habe ich nicht gesehen, und ebensowenig begreife ich, wie die Schwefelsäure hier durch Wasserentziehung ein Luftbläschen erzeugen könnte. Denn die Säure zieht doch wohl das Wasser nicht hinaus wie durch irgend einen Pump- oder Saugapparat, sondern wenn die Schwefelsäure beim Stärkekorn angelangt ist, so wird gemäss den Gesetzen der Endosmose und Exosmose eine gegenseitige Strömung durch die Schichten und die Membran hindurch beginnen, indem Säure hinein und ein Theil der Flüssigkeit des Lumens und der Schichten hinausgeht. Würde aber mehr Flüssigkeit hinaus- als hineingehen, und könnte das Stärkebläschen sich nicht in entsprechendem Masse zusammenziehen, so wäre die Folge doch wohl keine andere, als dass die entstehende Verdünnung im Innern ein vermehrtes Zuströmen von aussen bewirkte. Nun beweist aber das Aufquellen des Korns gerade das Gegentheil, nämlich dass mehr Flüssigkeit hinein als hinaus strömt.

Das Lumen des Stärkebläschens ist bald grösser, bald kleiner. Es steht bei einer gegebenen Grösse des Bläschens natürlich im umgekehrten Verhältnisse zur Dicke der Schichten. Bei vielen Körnern nun ist das Lumen bis auf ein Minimum verschwunden. Diese Körner entsprechen den Zellen der steinigen Concretionen der Birnen und den ganz verholzten Bastzellen. Bei andern Körnern ist das Lumen von beträchtlicher Grösse. Die Dicke der abgelagerten Stärkeschichten kann so gering sein, dass das Stärkebläschen einer Zelle mit mässig verdickter Wandung gleicht (Fig. 15). Ich fand solche Zustände nicht selten in Mark und Rinde der Fruchtriske von *Vitis*. — Das Lumen ist mit einer fast wasserhellen Flüssigkeit gefüllt, welche ohne Zweifel keine einfache chemische Substanz, sondern Bildungsstoff enthält, nämlich Gummi, Zucker und quaternäre Verbindungen, jedoch in geringer Menge.

8. Allgemeine Uebersicht.

Wir haben im Zelleninhalte verschiedene organische Gebilde gefunden, welche in allen Erscheinungen eine grosse Aehnlichkeit mit der Zelle selbst besitzen. Der allgemeine Ausdruck für jene

Gebilde, theils um diese Aehnlichkeit, theils um die wirkliche Verschiedenheit auszudrücken, möchte am passendsten *Bläschen* sein.

Das Bläschen stimmt in folgenden Merkmalen mit der Zelle¹⁾ überein. Es entsteht wahrscheinlich dadurch, dass sich eine (geringe) Partie organischer Substanz besondert und sich mit einer Membran bekleidet. Es tritt also gleich von Anfang ein Unterschied zwischen Inhalt und Membran auf. Das Bläschen wächst theils in seiner Membran, theils in seinem Inhalt, und verändert dabei seine Gestalt auf mannigfaltige Weise. Die Membran dehnt sich aus, und verdickt sich durch Schichtenanlagerung im Innern. Der Inhalt bildet sich um, und erzeugt neue organische Formen. Das Bläschen pflanzt sich endlich fort.

Es findet sich somit nichts an der Zelle, was nicht auch am Bläschen, wenigstens an einer oder an einigen Bläschenarten gefunden würde. Ferner sehen wir, dass gerade die wesentlichen Eigenschaften der Zelle, die eigene Membran und der umbildungsfähige Inhalt, allen Bläschen zukommen. Die Identität zwischen Zelle und Bläschen liegt demnach ziemlich klar am Tage.

Schwieriger ist der *Unterschied* zwischen beiden, vorzüglich weil die Entstehung des Bläschens noch nicht hinreichend bekannt ist. Ich glaube jedoch, dass schon nach den jetzigen Kenntnissen der Unterschied wenigstens so weit begründet werden kann, dass Zelle und Bläschen als absolut verschiedene Begriffe erscheinen. — Die Vergleichung kann entweder das Verhältniss der beiden Gebilde zum Pflanzenindividuum, oder die beiden Gebilde an und für sich betrachten.

In Rücksicht auf das Verhältniss zum Pflanzenorganismus zeigen Zelle und Bläschen folgenden Unterschied. Die Zelle ist das Elementarorgan, welches *unmittelbar* an der Bildung eines Gewebes Theil nimmt. Die Pflanze wird selbstständig erst mit der Zelle. Sie entwickelt sich durch Zellenbildung und Zellenwachsthum; sie

¹⁾ Vgl. darüber den vorhergehenden Aufsatz.

lebt durch die Zellen. — Das Bläschen dagegen ist ein Elementarorgan, welches bloss *mittelbar* an der Entstehung, am Bau, an dem Leben der Pflanze Theil nimmt, weil das Bläschen bloss ein Theil der Zelle ist. Wir können also die Zelle das *unmittelbare*, das Bläschen das *mittelbare* Elementarorgan der Pflanze nennen.

Werden Zelle und Bläschen an und für sich als individueller Organismus betrachtet, so können wir für einmal bloss folgenden Unterschied feststellen. Die Zelle hat zu ihrer Entstehung einen schon vorher gebildeten Kern nöthig; sie bildet sich um eine Partie organischen Inhaltes, in welchem ein Kern enthalten ist ¹⁾. Die Bläschen dagegen entstehen nie um einen Kern, nur die Kernbläschen entstehen um ein Kernchen.

Wir können demnach Zelle und Bläschen folgendermassen definiren:

Die Zelle ist eine von einer homogenen Membran umschlossene individuelle Inhaltsmenge, welche durch den Einfluss eines Kernbläschens sich individualisirte; sie ist das unmittelbare Elementarorgan des Pflanzenorganismus.

Das Bläschen ist eine von einer homogenen Membran umschlossene Inhaltsmenge, welche ohne den Einfluss eines Kernbläschens sich individualisirte; es ist bloss mittelbar Elementarorgan des Pflanzenorganismus.

Von den Bläschen können folgende Arten unterschieden werden:

1) *Kernbläschen, Kern.* Es entsteht unter dem Einflusse eines Kernchens, und enthält wenigstens in seinen frühern Lebensperioden ausser einem oder mehreren Kernchen fast nichts als (farblosen oder gefärbten)

¹⁾ Ich habe in dem vorhergehenden Aufsätze gezeigt, dass bei der Zellenbildung zuerst ein Kern entsteht, welcher eine grössere oder geringere Menge des umgebenden Inhaltes durch Attraction individualisirt, und dass diese individualisirte Inhaltspartie sich an ihrer Oberfläche mit einer Membran bekleidet.

Schleim. Es findet sich (mit Ausnahme von denjenigen, welche eben in einem Mutterbläschen entstehen) bloss unmittelbar in der Zelle (nicht in andern Bläschen).

2) *Samenbläschen.* Es entsteht wahrscheinlich, wie das Kernbläschen, ebenfalls unter dem Einflusse eines Kernchens. Es enthält vorzüglich Schleim, und erzeugt in seinem Innern einen Samenfaden. Das Samenbläschen findet sich ursprünglich wahrscheinlich bloss in Zellen, und jedenfalls nie innerhalb anderer Bläschen.

3) *Kernchen.* Es enthält Schleim, und findet sich (zuweilen mit Ausnahme derjenigen, um welche sich das Kernbläschen noch nicht gebildet hat) nur innerhalb von Kernbläschen.

4) *Schleimbläschen.* Es enthält Schleim, aber keine Kernchen, und befindet sich unmittelbar in der Zelle (nicht in andern Bläschen).

5) *Brutbläschen.* Es enthält anfangs Schleim, aber keine Kernchen, nachher Farbbläschen oder Stärkebläschen, welche nach seiner Auflösung frei werden. Es findet sich bloss frei in der Zelle (nicht in andern Bläschen).

6) *Farbbläschen.* Es enthält Farbstoffe, aber keine Kernchen, und kann nach der Farbe benannt werden. Häufig enthält es auch Stärkebläschen. Es findet sich frei in der Zelle, sowie in alten Kernbläschen und in Brutbläschen.

7) *Stärkebläschen, Stärkekorn.* Es enthält Verdickungsschichten von abgelagerter Stärke; und findet sich frei in Zellen, sowie in alten Kernbläschen, in Farbbläschen und in Brutbläschen.

Erklärung von Tab. III. Fig. 10--17.

10, 11. Chlorophyllbläschen aus dem Vorkeim von *Pteris nemoralis* Willd.

10, *a, b, c.* Im normalen Zustande; sie besitzen eine deutliche Membran, einen homogenen grünen Inhalt und Amylumkörnchen, welche durch die beginnende Einwirkung wässriger Jodlösung blau gefärbt worden sind. *a* ein rundes Chlorophyllbläschen mit zwei Amylumkörnchen; D. M. des Bläschens = 0,003''''. *b* ein längliches Chlorophyllbläschen mit einem Amylumkörnchen. *c* ein Chlorophyllbläschen, das sich durch eine Wand in zwei Tochterbläschen getheilt hat.

10, *d, e, f.* Chlorophyllbläschen in absterbenden Zellen des Vorkeims. Sie liegen frei im Lumen der Zellen, und haben sich vor ihrer gänzlichen Auflösung krankhaft verändert. Sie sind kugelig, und lassen die Membran deutlich von dem flüssigen, mit kleinen Körnchen gemengten Inhalte unterscheiden. *a* Inhalt noch schwach grünlich; D. M. = 0,0035''''. *b* Inhalt ebenfalls noch schwach grünlich; D. M. = 0,005''''. *c* Inhalt farblos und wasserhell, mit kleinen Körnchen; D. M. = 0,008'''.

11. Wandständige Chlorophyllbläschen, welche durch ihre gedrängte Lage eine parenchymatische Schicht bilden. Sie sind mit homogenem Chlorophyll gefüllt, und schliessen ein oder zwei Amylumkörnchen ein, welche durch die beginnende Einwirkung wässriger Jodlösung blau gefärbt worden sind.

12. Chlorophyllbläschen aus dem Blattparenchym junger Blätter von *Begonia dichotoma* Jacq. In *b—h* ist das Amylum durch die beginnende Einwirkung des Jods blau gefärbt.

a. Ein Bläschen mit homogenem grünem Inhalte; D. M. = 0,003'''.

b, c. Bläschen mit vier und drei kleinen Amylumkörnchen.

d, e, f. Bläschen mit einem einzigen grössern Amylumkörnchen.

g. Ein Bläschen mit drei grössern, durch den Druck parenchymatisch verbundenen Amylumkörnchen.

h. Ein Bläschen mit zwei grössern, durch gegenseitigen Druck abgeplatteten Amylumkörnchen.

i, k, l. Bläschen mit einem grossen Stärkekorn, welches das Chlorophyll schon mehr oder weniger verdrängt hat.

m. Ein durch die Resorption des Chlorophyllbläschens frei gewordenes Stärkekorn.

n. Eine Gruppe von drei durch Adhäsion mit einander zusammenhängenden Stärkekörnern, welche nach Resorption des Chlorophyllbläschens frei geworden ist.

13. Chlorophyllbläschen aus einer Zelle von *Conferva glomerata* L. Var. *lacustris*. Sie liegen in einem der netzförmigen Strömungsfäden an der Wandung, und sind durch gedrängte Lage parenchymatisch geworden. Die einen (*a*) schliessen bloss homogenes Chlorophyll ein. Die andern besitzen ausserdem ein kleineres oder grösseres Amylumkörnchen, welches durch die Einwirkung von Jodlösung violett gefärbt ist.

14. Stärkebläschen (Stärkekörner) aus der Zwiebel von *Crocus vernus* Willd. Sie besitzen eine eckige Gestalt. Jod hat die Stärkeschichten violett, die ursprüngliche Membran nicht gefärbt. D. M. = 0,004'''.

15. Stärkebläschen (Stärkekörner) aus den Blütenstielen von *Vitis vinifera*; mit deutlicher Membran und grosser Höhlung. Die Stärkeschichten sind durch Jod blau gefärbt worden, die ursprüngliche Membran ist ungefärbt geblieben.

16. Chlorophyllbläschen aus einer Zelle von *Conferva glomerata* L. Var. *marina*. Sie liegen in Reihen an dem wandständigen Strömungsnetz, und haben sich in der Richtung der Strömungsfäden in die Länge gedehnt. Die in den Ecken des Netzes liegenden Bläschen zeigen verlängerte Fortsätze nach den Netzlinsen hin. In jedem Bläschen liegt ein Amylumkörnchen.

17. Chlorophyllbläschen aus *Nitella*, mit farbloser Membran,

mit homogenem grünem Inhalte, und mit zwei (a) und fünf (b) Amylumkörnchen.

18. Schleimbläschen aus *Nitella*.

- a. Mit homogenem Schleim und glatter Membran.
 - b. Der Schleiminhalt hat sich zusammengeballt und auf der einen Seite von der Wandung abgelöst; die Membran ist aussen punctirt.
 - c. Wie b; die Oberfläche ist mit kleinen Stacheln besetzt.
 - d. Die Stacheln sind verschwunden; die Oberfläche ist unregelmässig-uneben.
 - e. Ein Stück von einer stacheligen Membran stärker vergrößert.
-

