

Einiges über Zell- und Kernstrukturen.

Von

Dr. Hch. Stauffacher.

Mit Tafel XXV und 4 Figuren im Text.

Die eigenthümlichen Strukturen, auf welche ich Zellenforscher hiermit aufmerksam machen möchte, sind von mir nicht extra gesucht worden; sie traten mir vielmehr vor ca. 7 Jahren plötzlich vor die Augen anlässlich einer langdauernden, intensiven Betrachtung mikroskopischer Präparate von *Cyclus cornea* L. behufs Studium der Flimmerbewegung in den Kiemen. Zu meiner Überraschung zeigten die Kerne auf einmal Formen und Verhältnisse, die ich früher an denselben Objekten nicht wahrgenommen hatte. Ich schrieb indess der Wahrnehmung zunächst keine Bedeutung bei und führte sie auf allerlei Zufälligkeiten zurück, trotzdem ich meine Präparate mit der größtmöglichen Sorgfalt darzustellen und zu behandeln gewohnt bin. Die Erscheinung wurde daher einstweilen auch nicht weiter verfolgt, bis sie sich im Verlaufe der Untersuchungen über Flimmerzellen geradezu aufdrängte. Um in dieser Angelegenheit das Urtheil von Fachgenossen einholen zu können, eventuell um zu erfahren, ob Andern ähnliche Strukturen auch schon aufgefallen seien, hielt ich dann (vor ca. 4 Jahren) im »zoologischen Kränzchen Zürich« einen Vortrag über die gemachten Beobachtungen; aber keiner der zahlreich anwesenden Forscher hatte je etwas Derartiges bemerkt. Da auch die Bemühungen, meiner Umgebung die Strukturen an Hand meiner Objekte zu demonstrieren, so wie ich sie sah, erfolglos blieben, wurde der Fall zum zweiten Mal ad acta gelegt. Ich stand vor einem Räthsel; denn die vorzüglichen Bilder, mit denen ich seit Jahren völlig vertraut zu sein glaubte, schienen mich zu täuschen und da sich zudem in Folge angestrengter mikroskopischer Thätigkeit eine

heftige Augenentzündung einstellte, beschloss ich, das Thema definitiv fallen zu lassen. Aber ich hätte auf jede fernere mikroskopische Thätigkeit verzichten müssen, wenn in mir nicht schließlich doch der Entschluss reif geworden wäre, die gemachte Beobachtung der allgemeinen Diskussion zu unterbreiten; denn thatsächlich konnte ich kein gutes Präparat mehr anschauen, ohne fort und fort auf die Erscheinungen zu stoßen, über die ich im Folgenden kurz referiren möchte.

Zunächst entschloss ich mich zur Anfertigung neuer Präparate und zwar aus zwei Gründen:

1) Lag mir durchaus daran, andere Mikroskopiker von der Existenz der Strukturen, welche ich mit Sicherheit sah, zu überzeugen und dies war mir — wie gesagt — bis jetzt nicht gelungen. Durch Anwendung verschiedener Methoden ließ sich eher ein günstiges Resultat in dieser Beziehung erwarten.

2) Waren die älteren Präparate lediglich durch Sublimat fixirte und durch Boraxkarmin oder Hämalaun gefärbte Schnitte; es musste deshalb wichtig sein zu erfahren, ob andere Reagentien zu demselben Ziele führen und es kamen zur Verwendung: Pikrinschwefelsäure, Platinchlorid-Osmiumessigsäure, Chromosmiumessigsäure, von Farbstoffen noch Hämatoxylin, ganz besonders aber benutzte ich das Verfahren nach HEIDENHAIN. In allen Fällen gelang es mehr oder weniger leicht die Strukturen aufzufinden; ganz besonders ergab die HEIDENHAIN'sche Methode vorzügliche Resultate. — Auch ich muss betonen, dass das Sublimat ausgezeichnet fixirt und bei vorsichtigem Arbeiten jegliche Schrumpfung vermeiden lässt, was im vorliegenden Fall sehr wichtig ist. — Es schien mir ferner — ich glaube diese Beobachtung nicht verschweigen zu dürfen — als ob die älteren Präparate, welche 2 und mehr Jahre geschützt liegen blieben, an Brauchbarkeit noch gewonnen hätten; wenigstens glaubte ich eine schärfere Differenzirung zu erkennen als im Anfang, wo sie frisch untersucht wurden. Es würde mich interessiren zu erfahren, ob dies andernorts auch schon konstatirt werden konnte.

Mit Hilfe der HEIDENHAIN'schen Methode, die bekanntlich sehr starke Vergrößerungen zulässt, gelang es mir endlich, andere Forscher von der Existenz der von mir beobachteten Strukturen zu überzeugen. Ganz besonders interessirte sich gleich von Anfang an mein Freund, Dr. HESCHELER, Privatdocent in Zürich, für die Sache und scheute keine Mühe, die verschiedensten Präparate genau zu prüfen,

wobei es ihm erging wie mir: Ganz plötzlich traten ihm die Strukturen vor die Augen. Wenn aber die Erscheinung dem Beobachter einmal bewusst geworden ist, so konstatirt er sie auch an anderen Objekten relativ leicht.

Die Zeichnungen wurden so genau wie möglich mit ABBE'S Apparat hergestellt und zwar meist bei 1000 facher Vergrößerung. Nur ganz dünne Schnitte können verwendet und die Blendung muss, in Anbetracht der lichtschwachen Objekte, gut gehandhabt werden. — Als besonders günstig für die Untersuchung erwiesen sich die Elemente des Mantelrandes, dann diejenigen der Kiemen und schließlich wurde die Untersuchung auch auf die anderen Zellarten von *Cyclas cornea* übertragen. In den Fig. 1—14, Taf. XXV habe ich eine kleine Auswahl verschiedener Gewebsbestandtheile zusammengestellt, an deren Hand wir die gemachten Beobachtungen besprechen wollen.

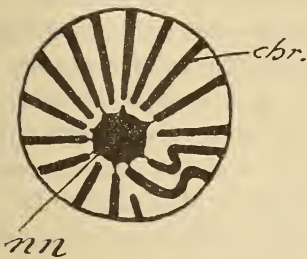
In erster Linie muss auffallen, dass die Chromatinsubstanz in allen Zellen außerordentlich regelmäßig angeordnet ist und ohne Zweifel gegen den Nucleolus hin tendirt (s. Fig. 1, 2, 3, 4 etc., ganz besonders schön Fig. 8). Dieser übt offenbar einen maßgebenden, attraktorischen Einfluss auf die Chromatinsubstanz aus und sehr oft sieht man denn auch viele, sehr dünne, tingirte Fädchen von ihm ausstrahlen und den Chromatinelementen zustreben. Es liegt zwar in den meisten Fällen zunächst ein heller Hof um das Kernkörperchen herum, aber die genannten Fäden gehen durch diesen Raum hindurch und erreichen ganz deutlich das Chromatin. Selbst im ersten Stadium der sich theilenden Zelle gelang es mir, den Nucleolus zu überraschen, wie er das Chromatin um sich versammelt und zu beherrschen scheint (Fig. 14). Meiner Ansicht nach dürfte die Ordnung der färbbaren Kernbestandtheile zum äquatorialen Ring in allererster Linie dem Kernkörperchen zugeschrieben werden; nicht außerhalb des Kerns liegt also die richtende Kraft für das Chromatin, sondern sie ist intranucleär zu suchen und zwar im Nucleolus. Es wird nothwendig sein, diesem Umstand bei Studien über den einstweilen noch unklaren Mechanismus der Kerntheilung vermehrte Aufmerksamkeit zu schenken. — Wollen wir einige besonders charakteristische, auf Taf. XXV gezeichnete Kerne schematisch unter alleiniger Berücksichtigung des Chromatins und der Nucleolen wiedergeben, so resultiren folgende Bilder:



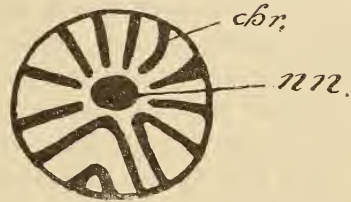
Textfig. 1
(aus Fig. 1, Taf. XXV).



Textfig. 2
(aus Fig. 4, Taf. XXV).



Textfig. 3
(aus Fig. 8, Taf. XXV).



Textfig. 4
(aus Fig. 12, Taf. XXV).

Charakteristisch verhält sich aber in meinen Präparaten noch ein anderer Bestandtheil des Kernes. Höchst regelmäßig sind nämlich auch die nicht oder nur schwach färbbaren Zwischenräume zwischen den Chromatinzügen ausgebildet und lange bevor ich weitere Erfahrungen auf diesem Gebiete gesammelt hatte, drängte sich mir die Überzeugung auf, dass das »Achromatin« des ruhenden Nucleus nicht einfach »Kernsaft«, d. h. völlig strukturlose, durch die angewendeten Reagentien erst niedergeschlagene Masse sein könne, sondern dass hier ebenfalls ein organisirtes, strangförmiges Gebilde vorliege, das nur deshalb bis jetzt mehr oder weniger übersehen wurde, weil es der Affinität zu Farbstoffen so zu sagen entbehrt. Auch dürfte, wie ich glaube, gerade die genannte Substanz stark zu Quellungen neigen, wodurch das sonst so auffallend regelmäßige Bild wesentlich getrübt wird; es ist daher — wie schon oben bemerkt — nothwendig, dass man sich zum Studium dieser Verhältnisse möglichst gut fixirte Kerne verschaffe. — Bemerkenswerth ist nun zunächst die Erscheinung, dass diese farblosen Bahnen in ihrer ganzen Längsausdehnung genau dieselbe Breite besitzen, während sich die Chromatinfäden da und dort bedeutend verdicken oder ihre Substanz sogar zu Klumpen sammeln; sodann entspricht der Knickung eines Chromatinfadens regelmäßig eine Knickung der denselben begleiten-

den achromatischen Bahn der einen oder anderen Seite (Fig. 1, 2, 8, 9 etc.). Beide Erscheinungen sind in guten Präparaten in gleichem Maße auffällig und wären wohl kaum so konstant, wenn die Räume zwischen den Chromatinelementen bloß »Kernsaft« enthalten würden. Selbst der Nucleolus zeigt immer da Einbuchtungen, wo gegenüberliegende Chromatinfäden gegen denselben vorspringen. Im Übrigen muss noch betont werden, dass die »achromatische Substanz« des ruhenden Zellkerns nicht immer gänzlich ungefärbt bleibt, sondern unter Umständen von verschiedenen Farbstoffen Spuren aufnimmt; im stark tingirten Zustand der Kerne nehmen die farblosen Bahnen (z. B. mit Boraxkarmin) eine deutlich wahrnehmbare Tönung an. — Sind die Kerne tadellos erhalten (Fig. 1, 2, 3, 4, 8, 9, 12 etc.), so scheint sogar eher die achromatische Substanz das eigenthümlich regelmäßige Bild des Nucleus zu bedingen, während das Chromatin gewissermaßen nur die dazwischen befindlichen Lücken ausfüllt.

Was aber an den Präparaten am meisten auffällt und die soeben ausgesprochene Idee von der fädigen Beschaffenheit der farblosen Zwischenräume des Kernes wesentlich stützt, ist die Beobachtung, dass sich die letzteren in Form von Strängen in das Cytoplasma fortsetzen. Ganz deutlich sieht man sie (vgl. Fig. 1, 2, 3, 4, 8 etc.) durch den völlig farblosen Hof, welcher den Kern meist umgiebt, hindurchgehen und sich außerhalb desselben verzweigen. Diese fädigen Elemente verjüngen sich merkbar gegen außen (Fig. 1, 2 etc.), entspringen also im Kern, nicht im Zellplasma und ihr Inhalt verhält sich färbenden Agentien gegenüber genau wie die farblosen Bahnen des intranucleären Achromatins, dessen Fortsetzung jene »Brücken« ja sind. Dagegen ist die sehr feine Hülle, welche den Strang einhüllt und die auf den Längsschnitten als doppelte Linie erscheint, etwas — aber auch nur schwach — färbbar; ganz besonders deutlich wird sie bei Anwendung rother Farbstoffe, während sie durch blaue schwerer sichtbar gemacht werden kann. Der centrale Strang dagegen verhält sich allen Tinktionsmitteln gegenüber gleich indifferent und wird nur bei starken Überfärbungen der Zellkerne etwas tingirt.

Nachdem konstatiert werden konnte, dass die Stränge, um die es sich hier handelt, Hüllen besitzen, wäre auch die Annahme, dass die hyaline Seele der Fäden einen flüssigen Inhalt führe, nicht mehr ohne Weiteres von der Hand zu weisen. Möglicherweise sind es Bahnen, mit deren Hilfe der Kern gewisse Stoffe in den Zellraum hinüberschafft, was die Thatsache am einfachsten erklären würde,

dass kernlose Zellstücke über kurz oder lang absterben. — Die Vermuthung, auch die intranucleären Achromatinstränge möchten eine etwas konsistentere Hülle besitzen, liegt ebenfalls sehr nahe und eignet sich eben so gut zur Erklärung der Beobachtung, dass die Dicke der farblosen Kernbahnen konstant ist, als auch dazu, begreiflich zu machen, dass die Knickung eines Chromatinelementes ein Ausweichen des begleitenden Achromatins bedingt, selbst dann, wenn der Inhalt der farblosen Stränge wirklich flüssig wäre. Es gelang mir denn auch wirklich mit Hilfe der HEIDENHAIN'schen Methode, die Stränge sammt Hülle gelegentlich intranucleär nachzuweisen, während allerdings in den meisten Fällen die letztere des sich eng anschließenden Chromatins wegen nicht nachgewiesen werden kann. Ich hoffe, bald auf diese Verhältnisse etwas näher eintreten zu können.

Die Überzeugung, dass wirklich Fäden aus dem Kerninneren austreten, kann man natürlich nur da gewinnen, wo ein derartiges Element auf sehr dünnem Schnitt direkt getroffen, d. h. längs geschnitten wird, während in zahlreichen Fällen diese Gelegenheit nicht eintritt. Man sieht dann höchstens, dass Fäden aus dem Cytoplasma durch den »Hof« hindurch dem Kerne zustreben, mit der Oberfläche desselben sogar zu verschmelzen scheinen, ohne dass man es wagen könnte, den weiteren Verlauf anzugeben (s. Fig. 2, 8, 9, 10, 11). Es wurden daher auch nur diejenigen Fälle in Betracht gezogen, wo die »Brücken« eine Strecke weit ins Kerninnere verfolgt werden konnten, also ohne Unterbruch in die farblosen Bahnen des Nucleus übergingen.

Ich könnte, gestützt auf das bis jetzt untersuchte Material, nicht behaupten, dass der Austritt solcher Fäden an bestimmte Stellen (»Pole«) des Kernes geknüpft wäre, im Gegentheil: An besonders guten Präparaten sehe ich dieselben (auf dem Flächenbild) ringsum am Kerne auftreten, wobei natürlich die einen Fäden mehr, die anderen weniger getroffen werden, so dass ihre Dicke etwas variiert. Wenn es Forscher giebt, welche behaupten, dass die Oberfläche des Kernes durchaus glatt sei, so muss ich nunmehr des Entschiedensten betonen, dass dies jedenfalls nicht immer und nicht überall der Fall ist (wobei die Kerne, welche etwa Formveränderung zeigen, gar nicht in Betracht gezogen werden); trifft der Schnitt keine »Brücken«, so ist der Kontour allerdings glatt; derselbe Kern kann aber auf einem anderen Schnitte ganz andere Verhältnisse zeigen.

Da ich mich bis jetzt in keinem einzigen Falle von der Existenz

einer Kernmembran habe überzeugen können, so müssen die Austrittsstellen der Fäden auch nicht durchaus Löchern entsprechen; diese Elemente lösen sich einfach irgendwo aus dem allgemeinen Fadenknäuel los und streben Verbindung mit dem Zelleibe an. — In mehr oder weniger großer Distanz vom Nucleus beginnen sich nun die genannten Stränge zu gabeln eventuell auch reicher zu verzweigen. Der Punkt, wo die Verzweigung beginnt, fällt immer ganz besonders auf und ich war, bevor ich die Verhältnisse genauer kannte, geneigt, dort ein Centrosom anzunehmen.

Die gemachten Beobachtungen erklären auf sehr einfache Weise die Bildung des »Hofes«, der in so vielen Fällen den Kern umgiebt, und meistens präformirt sein dürfte, d. h. nicht erst auf die Einwirkung von Reagentien zurückzuführen ist: Es ist die Zone zwischen der Kernoberfläche und denjenigen Punkten, bei denen die Verzweigung der »Brücken« beginnt.

Das relativ grobe Netzwerk, welches primär durch Verzweigung jener »achromatischen« Kernstränge entsteht, verzweigt sich weiter und die Summe aller dieser Verzweigungen bildet das im Mikroskop sichtbare Netzwerk des Cytoplasmas. Es fällt auf, dass gegen die Peripherie der Zelle die Fäden immer feiner werden und während man bei den in unmittelbarer Nähe des Kernes gelegenen Strängen die Struktur der »Brücken« (Hülle + hyaliner Inhalt) noch konstatiren kann, sind die Enden nur sehr feine Fibrillen ohne jede nachweisbare Differenzirung; der Schluss wird aber nicht gewagt erscheinen, dass ihnen dieselbe Konstitution zukomme, wie ihren etwas robustern Basalstücken.

In unmittelbarer Nähe des Kernes richten sich sämtliche dickeren Cytoplasmafäden radiär gegen den Kern und in keinem einzigen Fall konnte ich — trotz angestrengtester Aufmerksamkeit — Bilder sehen, wie sie z. B. FLEMMING von der lebenden Knorpelzelle einer Salamanderlarve entwirft (O. HERTWIG, Die Zelle und die Gewebe, 1893, Fig. 6), wo die Zellfäden rings um den Kern verlaufen. — Auch zum »Wabenbild« passen meine Präparate, wie man sieht, nicht; die »Brücken« erzeugen vielmehr je ein reichverästeltes Bäumchen, welche unter einander wahrscheinlich anastomosiren. — Nun glaube ich aber nicht, dass dieses Netzwerk aus gröberem (centralen) und feinerem (peripheren) Fäden den gesammten strukturirten Zellinhalt ausmache; es ist vielmehr wahrscheinlich, dass sich zwischen den jetzt schon nachweisbaren Gerüstbalken feinere Scheidewände spannen, welche die Zelle in sehr viele Safräume eintheilen, ähnlich, wie

dies im größeren Maßstab etwa bei einer Lederbeere (Orange) konstatiert werden kann. Auf diese Weise dürfte man vielleicht auch am ehesten zu einem Kompromiss zwischen der Filar- und Waben-theorie gelangen.

An der Peripherie der Zelle gehen die feinsten Verästelungen aus einem netzartigen Bau allmählich in einen mehr streifenartigen über, da die letzten Fäden, welche schließlich die Intercellularbrücken bilden, mehr oder weniger parallel zu einander stehen (Fig. 1, 2 etc.). Die Intercellularbrücken sind an guten Präparaten unschwer zu sehen.

Die Stränge, welche in den verschiedenen Figuren der Taf. XXV den »Hof« durchlaufend angedeutet sind, liegen durchaus in gleicher Höhe mit dem Kern, verschwinden mit ihm und tauchen in aller Schärfe mit demselben wieder auf; sie können also unmöglich fädige Elemente repräsentieren, welche über oder unter dem Nucleus durchgehen. Sie sind ferner nicht nur in Präparaten von erwachsenen Thieren, sondern auch auf Schnitten durch Embryonen konstatiert (Fig. 3) und finden sich eben sowohl in Zellen des Mantels (Fig. 1, 2, 4, 12), wie in denjenigen der Ganglien (Fig. 5, 9a und 9b), den Elementen der Nährfächer (Fig. 10), den Muskel- und unbefruchteten Eizellen (Fig. 6, 7, 11). — Was die Zellen der Nährfächer (Fig. 10) anbelangt, so ist es meistens sehr schwer zu sagen, ob sich die auf den Kern zulaufenden Cytoplasmafäden ins Innere desselben fortsetzen; sie verschmelzen wohl, wie es scheint, recht innig mit der Oberfläche des Kernes und diesen extranucleären Bahnen entsprechen nicht selten intranucleäre Stränge, welche die Fortsetzung der ersteren sein könnten, aber es ist — wie gesagt — meistens unmöglich, einen sicheren Zusammenhang zwischen den genannten Strukturen zu erkennen; dagegen findet man auch hier Fälle, in denen man den Austritt von fädigen Elementen aus dem Kern sicher sehen kann (Fig. 10 bei *).

Fig. 13 endlich zeigt einen Kern im ersten Stadium der Theilung. Auch hier sind die Verbindungsstränge zwischen dem Kernknäuel und dem Cytoplasma (die »Brücken«) sehr deutlich zu erkennen. Auch im Inneren glaubt man noch einzelne achromatische Fragmente entdecken zu können, was ganz besonders in Fig. 14 der Fall sein dürfte; es wird sich fragen, ob diese Strukturen nicht erhalten bleiben und zum Aufbau der achromatischen Figur bei der Karyokinese dienen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXV.

Fig. 1. Zelle aus dem Mantelrand von *Cyclas cornea* L. Erwachsenes Thier. Sublimat + Boraxkarmin. 1000/1. Brücken (*br*) zwischen Kern und Cytoplasma; Intercellularsubstanz (*i.x*); Nucleolus (*nn*); Chromatin (*chr*).

Fig. 2. Wie in Fig. 1. 1000/1.

Fig. 3. Zelle aus dem Fuß eines Embryo von *Cyclas cornea* L. Sublimat + Boraxkarmin. 1000/1.

Fig. 4. Wie in Fig. 1 und 2. 1000/1.

Fig. 5. Zelle aus dem Pedalganglion von *Cyclas cornea* L. Sublimat + Boraxkarmin. 1000/1.

Fig. 6 u. 7. Zwei Zellen aus dem Schließmuskel von *Cyclas cornea* L. Sublimat + Boraxkarmin. 1000/1.

Fig. 8. Zelle aus den Kiemen von *Cyclas cornea* L. Pikrinschwefelsäure + Hämatoxylin. 1000/1.

Fig. 9a u. 9b. Zwei Zellen aus dem Pedalganglion von *Cyclas cornea* L. Nach HEIDENHAIN präparirt. Fig. 9a ca. 900/1, Fig. 9b 1000/1.

Fig. 10. Zelle aus einem Nährfach von *Cyclas cornea* L. Sublimat + Boraxkarmin. 1000/1.

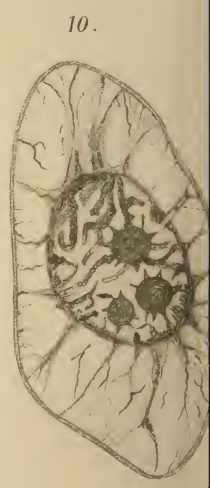
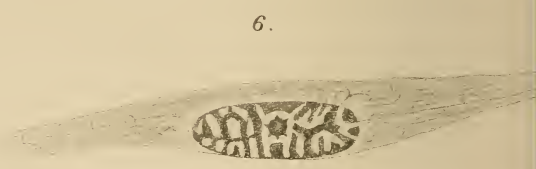
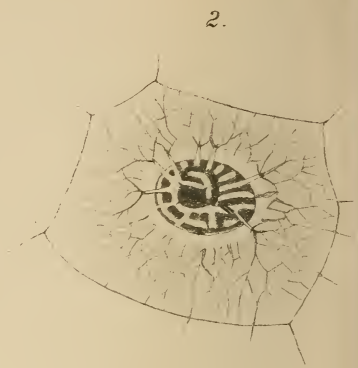
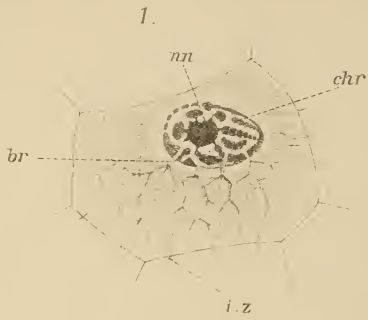
Fig. 11. Junge Eizelle von *Cyclas cornea* L. Sublimat + Hämatoxylin. 1000/1.

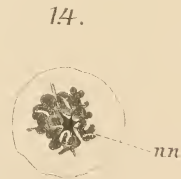
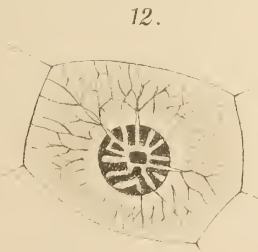
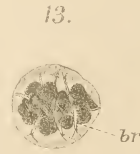
Fig. 12. Wie Fig. 8. 1000/1.

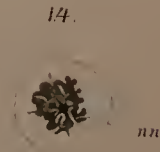
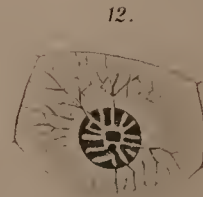
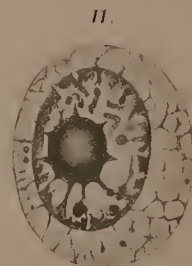
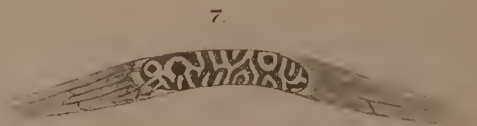
Fig. 13. Zelle aus den Kiemen von *Cyclas cornea* L. in Theilung. Pikrinschwefelsäure + Hämatoxylin. 1000/1.

Fig. 14. Zelle aus den Kiemen von *Cyclas cornea* L., zur Theilung sich anschickend. Nach HEIDENHAIN präparirt. *nn*, Nucleolus. 1000/1.

In Fig. 9b und 14 ist das Cytoplasma nicht gezeichnet.







ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1903

Band/Volume: [73](#)

Autor(en)/Author(s): Stauffacher Heinrich

Artikel/Article: [Einiges über Zell- und Kernstrukturen 368-376](#)