

# Über *Penicillium crustaceum* Fries.

Von

Dr. P. Schürhoff, Göttingen.

Mit Tafel XI.

Die vorliegende Arbeit ist nur eine vorläufige Mitteilung über die Konidiengeneration von *Penicillium*. Die Perithechien habe ich bisher noch nicht erhalten, jedoch bin ich zur Zeit noch mit diesbezüglichen Versuchen beschäftigt. Die Schwierigkeit, die Perithechien von *Penicillium* zu bekommen, erhellt aus folgender Mitteilung in Rabenhorst's Kryptogamen-Flora<sup>1)</sup>: „Brefeld erklärte die Bildung der Sklerotien durch Anaerobiose, doch sind trotz zahlreicher Wiederholungen seiner Versuchsanstellung nie mehr Sklerotien erzielt worden.“

Auf die Kerne von *Penicillium* ist bisher nur Strasburger<sup>2)</sup> eingegangen. Seine Methode sei hier wiedergegeben: „Die in absolutem Alkohol fixierten *Penicillium*-Rasen lassen sich sehr gut mit Hämatoxylin färben, wonach festzustellen ist, daß in den Gliedern des Myceliums und der Konidienträger zahlreiche Zellkerne vorhanden sind. Die Zellkerne sind sehr klein, so daß sie starke Vergrößerungen verlangen. Sie sind in der Längsrichtung der Glieder gestreckt, durch feine Plasmastränge verbunden. In langen Gliedern zählt man ihrer sehr viele, in den kurzen Zweigen der Quirle an den Konidienträgern nur einen bis zwei, in den Sterigmen wohl nur einen im oberen Ende. Doch sind die Sterigmen meist an ihrer Spitze so stark mit Inhalt erfüllt, daß der Nachweis der Zellkerne dort unmöglich wird. In den Konidien kann man bei stärkster Vergrößerung mit Sicherheit je einen Zellkern unterscheiden.“

Mit dem Gesagten wäre so ziemlich unsere bisherige Kenntnis über die Kerne von *Penicillium* erschöpft. Die Kleinheit des Objektes, die Schwierigkeit der Züchtung der Perithechien und nicht zuletzt der Umstand, daß ein so zartes Objekt besondere mikrotechnische Methoden erheischt, haben unsern häufigsten Pilz vor genauem Studium bisher geschützt, zumal noch die Autorität

<sup>1)</sup> Bd. I. Abt. VIII. S. 157.

<sup>2)</sup> Strasburger, Das botanische Praktikum. 1902. S. 463.

Brefelds wohl dazu beitragen kann, ein solches Objekt einer erneuten Arbeit bez. Nachprüfung zu entziehen.

Als Nährboden für den Pilz schien Brot schon aus dem Grunde von vornherein prädestiniert zu sein, weil bei der späteren mikrotechnischen Behandlung der Pilz am besten in Verbindung mit seinem Nährboden bleiben muß, um nicht verloren zu gehen. Es wurde daher von andern Nährböden abgesehen.

Zur Fixierung wandte ich die schwächere Flemming'sche Lösung an<sup>1)</sup>. Zum Färben benutzte ich Safranin-Gentianaviolett oder Eisenhämatoxylin. Ein Übelstand bei *Penicillium* ist der, daß der Pilz von wässerigen Lösungen schlecht benetzt wird. Um dem abzuhelpen, wurden die kleinen Stücke Brot, die mit *Penicillium* vollkommen bedeckt waren, im Reagensglase mit Flemming'scher Lösung gekocht; nach dem Erkalten wurde das Material dann in frische Chromosmiumessigsäure übertragen. Durch dieses Verfahren wurde nicht nur der Pilz vollkommen benetzt und die Luft ausgetrieben, sondern die Stärkekörner des Substrates lösten sich vollständig auf und störten bei der mikroskopischen Untersuchung nicht mehr. Nach dem Auswaschen der Flemming'schen Lösung gelangte das Material vom zehnpromzentigen Alkohol angefangen u. s. w. durch Nylol in Paraffin von 54° Schmelzpunkt. Die Schnitte wurden in einer Dicke von 5  $\mu$  ausgeführt. Das Material wurde auch mit absolutem Alkohol fixiert, erwies sich dann aber zu hart, um geschnitten werden zu können, so daß hiervon abgesehen wurde.

Die Methode Strasburgers<sup>2)</sup> wandte ich ebenfalls versuchsweise an, um mich jedoch zu überzeugen, daß für den vorliegenden Fall das Verfahren nicht nutzbringend anzuwenden war, da der Alkohol die Membran zu Faltungen veranlaßte und das Plasma kontrahierte, so daß man den Eindruck erhielt, als ob die Zellkerne durch Plasmafäden verbunden seien, wie dies auch Strasburger angibt.

Natürlich wurde zum Vergleich auch mit lebendem ungefärbten Material gearbeitet, um die Verteilung des Plasmas, die Veränderung der Form der Sterigmen etc. zu kontrollieren.

Die Konidiensporen sind rundlich mit dicker Membran umgeben. Die Membran zeigt an zwei Polen noch kleine Spitzen, die anzeigen, wo sich die Spore vom Sterigma abgeschnürt hat. Außerdem ist die Exine mit ganz feinen stachelförmigen Erhöhungen versehen, die nicht gerade sehr nahe beieinander stehen. Diese Membranzeichnung ist nur sehr schwer zu sehen, bei den bestgefärbten Präparaten dann am schönsten, wenn sich der Inhalt der Spore etwas kontrahiert hat, so daß der Querschnitt der Membran gewissermaßen frei liegt. Die mit Safranin-Gentianaviolett gefärbten Sporen ließen die zackige Membran besser erkennen als die mit Eisenhämatoxylin gefärbten. Bei den jüngsten Konidien

<sup>1)</sup> Strasburger, Das bot. Prakt. 1902.

<sup>2)</sup> Ebenda, S. 463.

ist von dieser Zeichnung nichts zu sehen, sie entwickelt sich allmählich während des weiteren Ausreifens der Konidien.

Die Sporen sind einkernig und haben einen körnig-wabigen Protoplasten. Der ruhende Kern zeigt eine Kernhöhle und einen Nucleolus; der übrige Raum der Spore wird von dichtem Protoplasma ausgefüllt.

Die Keimung erfolgt in der bereits von Loew<sup>1)</sup> angegebenen Weise, indem die Außenhaut der Konidie zerreißt und die Innenhaut zu einem Keimschlauche herauswächst. Vorher schwillt die Spore bedeutend an, meist bis zum dreifachen Durchmesser. Der Inhalt der Spore wird dann vacuolenreich. Die Keimschläuche brechen häufig gleichzeitig an mehreren Stellen aus der Spore heraus; sie wachsen nur an ihrer Spitze. Die Fäden werden von Scheidewänden durchsetzt.

Es verlohnt sich hier wohl, die Angaben Brefelds zum Vergleich heranzuziehen, besonders betreffs der Konidien sporen<sup>2)</sup>: „Auch die stärksten Vergrößerungen geben nicht hinreichende Mittel, eine andere als negative Beschreibung zu geben. Man erkennt nichts von einem Inhalte, nichts von einer Membran, die ihn umschließt, noch an deren Außenflächen irgend eine Verzierung. Man mag sie drehen und wenden wie man will, auch die Nabelgegend, mit der sie dem mütterlichen Organismus aufgesessen hat, ist nicht mehr aufzufinden.“ Diese negativen Angaben Brefelds können jetzt durch die entsprechenden positiven ersetzt werden; nämlich: Der Inhalt der Spore besteht aus Kern mit Nucleolus und dichtem Protoplasma. Die Konidien werden von einer dicken Membran umgeben, die mit kurzen Stacheln versehen ist. Die „Nabelgegend“ ist auch bei älteren Sporen noch aufzufinden. Zum Vergleiche dienen Figuren 13—15.

Die Kernteilungen in den Hyphen erfolgen in der Weise, daß der Kern sein Volumen vergrößert; es bilden sich dann zwei Chromosomen heraus, die meistens kommaförmig gekrümmt sind. Der Nucleolus büßt allmählich sein Färbungsvermögen ein, woraus auf eine Reduktion seines Inhaltes zu schließen ist und verschwindet bald vollkommen; in welcher Weise er hier in die Kernteilung eingreift, wage ich nicht zu entscheiden. Daß der Nucleolus der Träger der Chromatinsubstanz bei *Penicillium* ist, wie Golenkin<sup>3)</sup> für verschiedene Algen, ja selbst Moose angibt, scheint mir mehr wie fraglich. Die Analogien mit den Kernteilungen der höheren Pflanzen sind zu deutlich und das Objekt zu wenig demonstrativ für solche minutiöse Untersuchungen, als daß eine derartige Annahme gerechtfertigt erscheinen könnte.

Beim Fortschreiten der Teilung sieht man jetzt vier Tochterchromosomen auftreten, die sich von den Mutterchromosomen durch ihre geringere Dicke unterscheiden. Manchmal sieht man die vier

<sup>1)</sup> Brefeld, O., Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze. II. Heft. Die Entwicklungsgeschichte von *Penicillium*. Leipzig 1874. S. 7.

<sup>2)</sup> Brefeld, S. 26.

<sup>3)</sup> Bei Körnicke, Der heutige Stand der pflanzlichen Zellforschung. (Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1903. S. 68.)

Tochterchromosomen noch in der Lage, daß sie die Entstehung aus zwei Mutterchromosomen durch Längsspaltung erkennen lassen. Die Chromosomen stellen sich dar als plumpe Stäbchen: sie sind ungefähr um die Hälfte länger als breit. Zwischen den Chromosomen findet man in günstigen Fällen zwei verbindende Spindelfasern oder überhaupt nur eine Brücke zwischen den Chromosomengruppen, da die verbindenden Fasern sich häufig teilweise decken oder sich aneinander gelegt haben. Meistens sieht man jedoch, besonders in den mit Plasma vollgepfropften Sterigmen, die Spindelfigur, bez. die der achromatischen Figur entsprechende Stelle fast ungefärbt. Die Tochterkerne bilden bald ihr Ruhestadium wieder aus; es entsteht eine Kernhöhle, die sich gegen das umliegende Plasma abhebt, und auch der Nucleolus erscheint wieder. Besonders groß tritt der Nucleolus in den Konidiensporen auf.

Strasburgers<sup>1)</sup> Mitteilung, daß die Kerne durch langgezogene Plasmafäden in Verbindung ständen, ist unrichtig. Man sieht, daß die Kerne meistens in dichtes Plasma eingehüllt sind, wodurch besonders auch die Kernhöhle deutlich wird, während sonst der Mycelfaden viele große Vakuolen enthält. Ja, man kann wohl sagen, daß jedesmal zwischen zwei Vakuolen ein Zellkern liegt. In älteren Fäden liegen manchmal auch zwei Zellkerne nebeneinander. Figur 7 zeigt zwei derartige Kerne, beide in Teilung. Wie ich bereits hervorgehoben habe<sup>2)</sup>, liegt die Ursache der Strasburger'schen Anschauung in der Fixierung des Materials.

Erwähnt sei hier noch, daß Maire<sup>3)</sup> bei den Teilungen der *Basidiomyceten*-Kerne ebenfalls zwei Chromosomen beobachtet hat.

Die Sterigmen haben durchaus nicht immer die gleichmäßige Form, wie sie z. B. bei Brefeld abgebildet sind. Im Gegenteil, man kann häufig beobachten, wie sich in der oberen Mitte des flaschenförmigen Sterigmas das Plasma zusammenballt und allmählich in die Höhe steigt; der „Flaschenhals“ verkürzt sich, sobald die fertige Spore abgetrennt ist. Schon etwas vorher findet in dem oberen Drittel des Sterigmas eine Kernteilung statt. Um den neuen Sporenkern drängt sich jetzt das Plasma dicht zusammen und schiebt sich mit dem Kern in den Flaschenhals. Jetzt entsteht am Ende des Sterigmas eine köpfchenförmige Anschwellung, die sich schnell vergrößert. Schon sieht man die Sporenmembran sichelförmig um die neue Spore gelegt, und beobachtet, wie sie mit der Spore weiter wächst. Sobald der neue Sporenkern in das Köpfchen eingetreten ist, beginnt der Kern im Sterigma eine neue Teilung.

Die Kernteilungen im Sterigma erfolgen nach Art der vegetativen Teilungen des Pilzes. Die abgeschnürten Sporen sind nicht alle von gleicher Größe, sondern wachsen immer noch etwas nach. Sie bleiben je nach den äußeren Umständen noch eine Zeit lang durch die Verbindungsstelle der Membran aneinander haften, oder

<sup>1)</sup> Strasburger, Das botanische Praktikum. S. 463.

<sup>2)</sup> s. S. 2.

<sup>3)</sup> s. Körnicke, Der heutige Stand der pfl. Zellf. S. 124.

fallen bald ab. Die Bemerkung Brefelds<sup>1)</sup>, die Nabelstelle verliere sich „später mit dem Zerfallen der Kette, ohne daß die Sporen auch nur eine Spur davon behalten“, ist bereits vorhin widerlegt.

### Figurenerklärung.

Die Mikrophotogramme sind hergestellt mit Leitz-Ölimmersion 1/16 und Okular III. Die Zeichnungen wurden mit dem Abbe'schen Apparat gezeichnet und zwar nach Schnittpräparaten von  $5\mu$  Dicke. Figuren 1—15 waren gefärbt mit Safranin-Gentianaviolett. Vergrößerung Fig. 3. 4b. 6—15; 3800.

Fig. 1: Sterigmen mit Konidien, beide mit Plasma dicht erfüllt. In den Sterigmen ist je ein Zellkern zu sehen, ebenso in den Konidien.

Fig. 2: Mycelfaden, zeigt große Vakuolen und jedesmal in einer Plasma-brücke einen Zellkern.

Fig. 3: Kern im Mycelfaden, der im Begriff ist, zur Teilung überzugehen.

Fig. 4a: Kerne in Teilung, das zwischen den Strichen liegende Stück in 4b nochmals dargestellt.

Fig. 4b. Drei Kerne in Teilung: Der untere Kern zeigt die aus den zwei Mutterchromosomen hervorgegangenen vier Tochterchromosomen, der mittlere Kern ist in der Prophase, der Nucleolus hat sein Färbungsvermögen zum Teil schon eingebüßt, daneben zwei Chromosomen; der obere Teil des Kernes ist ebenfalls in Prophase, der Nucleolus ist geschwunden und die beiden Mutterchromosomen haben sich herausgesondert.

Fig. 5a und b zeigen drei Kernteilungen, bei der mittleren Teilung sind zwei die gegenüberliegenden Tochterchromosomen verbindenden Fasern zu sehen.

Fig. 7: Zwei Kerne in einer Plasmabrücke, beide in Teilung.

Fig. 8: Kern unterhalb der Sterigmen in Teilung.

Fig. 9: Kern aus einem Mycelfaden in Teilung.

Fig. 10—12: Kernwanderungen und Kernteilungen im Sterigma.

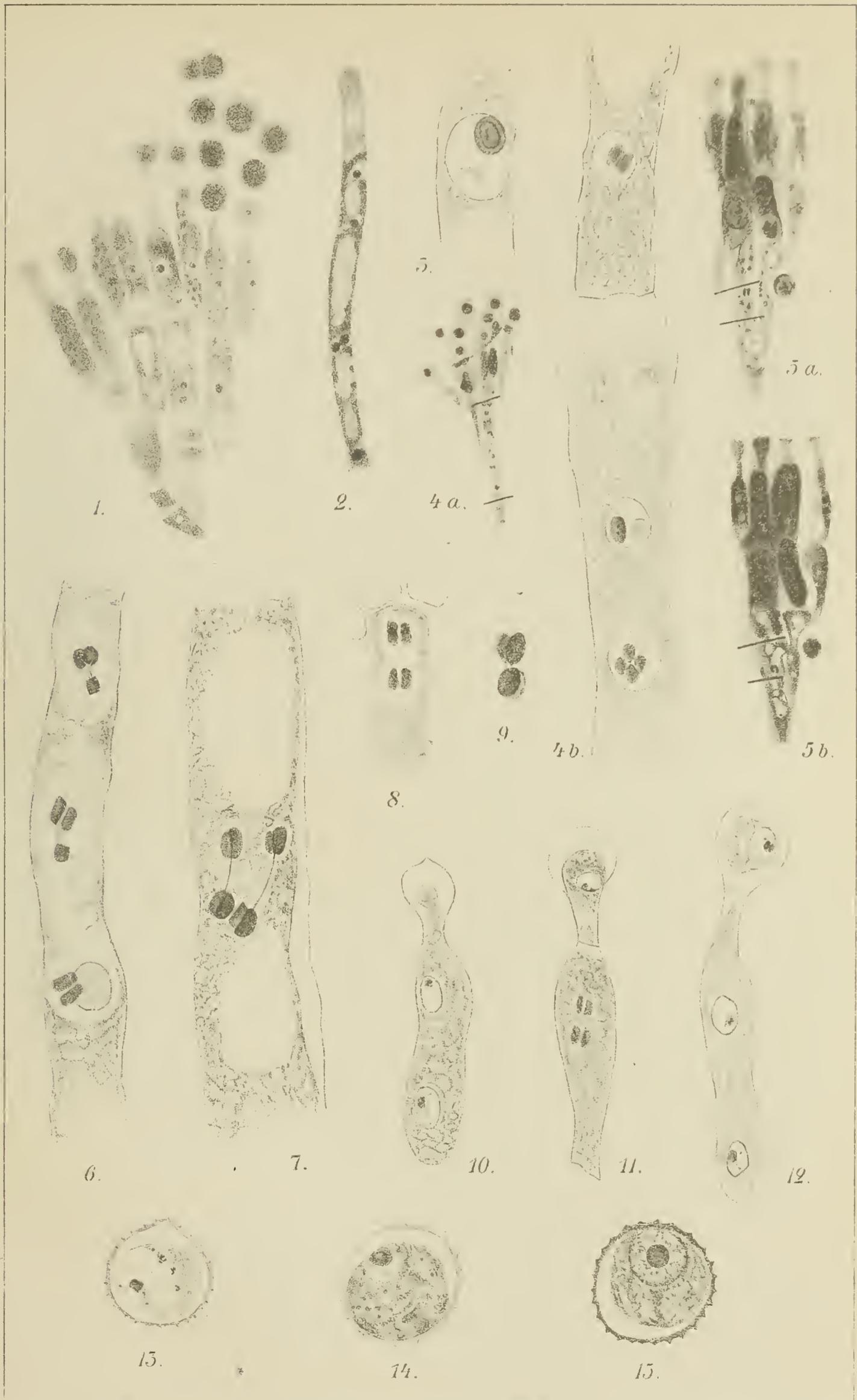
In Fig. 10 sieht man, daß sich zwei Kerne im Sterigma befinden; es bildet sich schon eine neue Konidie.

In Fig. 11 ist ein späteres Stadium dargestellt. Der eine Kern des Sterigmas ist in die Konidienlage hineingewandert, der im Sterigma zurückbleibende Kern teilt sich bereits wieder. Das Plasma der Konidienanlagen hat sich bereits von dem des Sterigmas getrennt.

Fig. 12 zeigt die Konidie im Begriff der Abschnürung. Das Sterigma enthält bereits wieder zwei Kerne. Bemerkenswert mag hierzu, daß sich bei langsamem Wachstum die Kerne nicht so schnell hintereinander teilen, so daß die Sterigmen in Wahrheit einkernig sind, und nur während der Fruktifikation noch einen Kern für die nächstfolgende Konidie ausgebildet haben.

Ich möchte noch darauf hinweisen, daß die Sterigmen während der Fruktifikation durchaus nicht gleiche Form haben; um den bzw. die Kerne ist das Sterigma stets etwas angeschwollen.

<sup>1)</sup> Brefeld, S. 32.



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [BH\\_22\\_1](#)

Autor(en)/Author(s): Schürhoff Paul Norbert

Artikel/Article: [Uber Penicillium crustaceum Fries. 294-298](#)