

Über die cytologischen Verhältnisse bei der Sporenbildung von *Nidularia*.

Von

Rob. E. Fries.

Mit Tafel 1 u. 2.

BRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

In einem neulich erschienenen Hefte der *Svensk bot. tidskr.* (1910) habe ich einen Bericht über die Entwicklung des Fruchtkörpers und der Peridiolen bei dem eigentümlichen Gasteromyceten *Nidularia pisiformis* Tul. geliefert. Das Material, im Herbst 1909 in der Nähe von Upsala eingesammelt, auf das die genannte Untersuchung sich gründete, erlaubte auch dank einer gelungenen Fixierung ein spezielleres Studium der Kernverhältnisse bei der Basidien- und Sporenbildung. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind es, die hier als ein kleiner Beitrag zu diesen so wichtigen, bei den Basidiomyceten überhaupt noch allzu unvollständig studierten Fragen mitgeteilt werden.

Das eingesammelte Material des fraglichen Pilzes bestand aus Fruchtkörpern in fast allen Größen und Altern, weshalb die meisten Entwicklungsstadien zur Fixierung gelangen konnten. Als Fixierungsmittel wurde Flemmings Flüssigkeit angewandt, die sich für diesen Zweck als besonders geeignet erwies. Bei der Färbung der in gewöhnlicher Weise hergestellten Schnittserien wurden die besten Ergebnisse mittels Eisenhämatoxylin erhalten; auch Safranin erwies sich als wertvoll, vor allem da hierbei bisweilen die Kernbegrenzung und besonders die Nukleolen stets besser hervortraten als bei der Hämatoxylinfärbung. Zu der Untersuchung wurde ein Seibertsches System $\frac{1}{18}$ für homogene Immersion mit Oc. III angewendet. Die auf Taf. 1—2 wiedergegebenen Bilder sind alle mit der Kamera gezeichnet und entsprechen einer ungefähr 1800fachen Vergrößerung.

Die Arbeit ist im Botanischen Institut zu Upsala ausgeführt worden, wo ich den Vorteil hatte, in dem Präfekten desselben, meinem verehrten Freunde Professor O. Juel, einen auf dem Gebiete der Pilzcytologie wohlverfahrenen Ratgeber zu besitzen, der mit seiner Erfahrung in vielen Hinsichten meine Arbeit unterstützt hat. Es ist mir eine liebe Pflicht, ihm hierfür öffentlich meinen Dank auszusprechen.

Die sporenbildende Hymenienschicht bei den Nidulariaceen bekleidet bekanntlich die Wandung der zentralen Höhle in den Peridiolen, die in Menge das ganze Innere des gereiften Fruchtkörpers erfüllen. Die Entwicklung dieses letzteren wie auch der Peridiolen folgt bei *Nidularia pisiformis* ihren Hauptzügen nach der bei *Crucibulum* und *Cyathus*, wie sie von Sachs, de Bary, Brefeld u. a. dargestellt worden ist. Über die Eigentümlichkeiten der Entwicklung bei dem hier vorliegenden Pilze habe ich, wie erwähnt, an anderer Stelle ausführlich berichtet, weshalb ich mich hier darauf beschränken kann, nur mit ein paar Worten an einige Züge derselben zu erinnern. Besonders sei hervorgehoben, daß die Peridiolen hier in großer Menge in mehreren Schichten angelegt werden, sowie daß die erste Peridiole nach der Peripherie zu ganz unten in der fertilen Gewebspartie der Gleba angelegt wird. Die Entwicklung der übrigen folgt dann in zentripetaler und akropetaler Richtung, so daß die jüngsten Peridiolen diejenigen sind, die zentral auf der Oberseite des Fruchtkörpers gebildet werden. Diese sukzessive Entwicklungsfolge erleichtert das Studium der Bildung der Peridiolen, Basidien und Sporen, da hierdurch in einem unreifen Fruchtkörper eine Menge Stadien leicht gleichzeitig erhalten werden können. Als ein wichtiger Unterschied gegenüber dem Verhältnis bei *Crucibulum* und *Cyathus* sei ferner hervorgehoben, daß hier niemals während einer Entwicklungsperiode die für die genannten Gattungen so charakteristischen »Nabelstränge«, mittels deren die Peridiolen sich an der Peridienwand befestigen, angelegt werden oder sich auch nur angedeutet finden.

Die erste Andeutung zur Hymenienschicht zeigt sich darin, daß in das homogene Glebagesewebe einige plasmareiche Hyphen-

fäden nach einem gemeinsamen Punkte hin einwachsen, wo sie mit ihren Spitzen einander berühren. In diesem Zentrum bildet sich erst später sekundär eine Höhle. Die erwähnten zentripetal wachsenden Hyphen sind die ersten Basidienanlagen; immer mehr kommen hinzu, je mehr die zentrale Höhle zunimmt, und das Auftreten und Wachstum dieser letzteren wird eben durch die Basidien-erzeugung oder richtiger durch das Wachstum und die Vergrößerung der darunterliegenden, basidien-erzeugenden Hyphenschicht bedingt.

Die Wände der Hyphen sind bei *Nidularia* während ihres wachsenden Stadiums äußerst dünn und so gut wie unmöglich direkt zu beobachten. Ihre Färbung verursacht auch recht große Schwierigkeiten. Die Außenkonturen der Hyphen sind jedoch natürlich wegen des Aufhörens des Plasmas nach außen hin sehr leicht zu unterscheiden, die Zwischenwände zwischen den Hyphenzellen dagegen um so schwerer, da leicht Vakuolen und anderes falsche Bilder geben können. Durch eine äußerst schwache Hämatoxylinfärbung ist es mir indessen gelungen, gute Bilder zu erhalten, aus denen hervorging, daß in allen den Fällen, wo die Hyphenzelle ganz zu überblicken und ihre Begrenzung festzustellen war, in ihr zwei Kerne wahrgenommen werden konnten. In Fig. 1 ist eine solche Zelle aus dem zwischen den Peridiolen liegenden Gewebe abgebildet; die Zellwand hat hier begonnen, sich etwas zu verschleimen, eine charakteristische Erscheinung für die genannte Gewebspartie. Diese beiden rein vegetativen Zellkerne maßen 1—1,5 μ im größten Durchmesser, waren der Form nach etwas länglich mit nach der einen Seite hin gesammeltem Chromatin. Ob in einigen Zellen, in irgendeinem Entwicklungsstadium, eine Vervielfältigung der Kerne vorkommen kann, wie das für andere Basidiomyceten nachgewiesen ist, darüber kann ich mich nicht äußern; beobachtet habe ich etwas derartiges nicht.

Auch die junge Basidienhyphle ist im Primärstadium zweikernig, stimmt demnach mit dem normalen Verhältnis bei den Basidiomyceten überein. Eine solche junge Basidienhyphle ist zunächst gleichmäßig dick, 1—1,5 μ im Durchmesser, plasma-reich und stark färbbar, sowie gewöhnlich nach der Spitze hin mit einer oder einigen größeren Vakuolen versehen. Die Spitze

selbst beginnt bald anzuschwellen und eine mehr und mehr keulenförmige oder kugelrunde Form anzunehmen; in ihrem Inneren sieht man gewöhnlich immer noch eine größere Vakuole (Fig. 2, 3). Die beiden in einer Längsreihe liegenden Kerne nehmen an Größe zu und erreichen bald den doppelten Umfang der rein vegetativen Kerne. Unterdessen wandern sie aufwärts und nähern sich einander. Bevor sie die Hyphen-
spitze erreicht haben, kommen sie in Kontakt miteinander (Fig. 4), und nun findet eine Verschmelzung statt. Der sekundäre Basidienkern ist gebildet worden. Eine Fusion von mehr als zwei Kernen, wie sie Wager (1893 S. 496, 1894 S. 331) und Rosen (1893) bei einigen Hymenomyceten beobachtet zu haben glaubten, kommt hier nicht vor. Alle die Fälle, wo eine solche vorzuliegen schien, erwiesen sich bei näherer Prüfung stets als auf fehlerhaften Beobachtungen beruhend.

Dieser Fusionskern hat mit der Verschmelzung bedeutend an Größe zugenommen, und möglicherweise vollzieht sich auch unmittelbar ein Wachstum, so daß der Kern bald die recht bemerkenswerte Größe von ca. 5μ im längsten Durchmesser erreicht. Er füllt nun die Anschwellung der Basidie aus, verdrängt die Vakuole und nimmt mehr oder weniger die ganze Basidienspitze ein, oft nur von einer äußerst dünnen Schicht von Cytoplasma umgeben. Die Begrenzung selbst ist nicht immer leicht wahrzunehmen, da die Membran, wie oft bei Pilzen, nur schwach hervortritt; doch hebt sich im allgemeinen der klare Kern hinreichend deutlich ab, um dank dem Kontrast gegen das körnige Cytoplasma bestimmt werden zu können.

Die Veränderungen, die der Kern gleich nach der Verschmelzung erfährt, sind schwer im einzelnen zu verfolgen, da kein Anhaltspunkt — in der Form, Größe oder dergl. der Basidien — für eine sichere Reihenfolge der verschiedenen Entwicklungsstadien erhalten werden kann. In Fig. 5 ff. sind Fusionskerne von verschiedenem Aussehen abgebildet. Die drei ersten (Fig. 5—7) scheinen sich um das Synapsisstadium herum zu gruppieren. In Fig. 5 ist das Chromatin in einem dichten, der Kernwand anliegenden Knäuel gehäuft; eine fädige Verteilung war zu beobachten, und in anderen Basidien trat diese noch deutlicher hervor. Wie aus der Figur ersichtlich,

ist auch ein großer und deutlicher Nukleolus vorhanden. Auf dieses Stadium scheint mir eine Auflockerung der Chromatinfäden zu folgen. Die Bilder 6 und 7 zeigen verschiedene Phasen in dieser Richtung, die offenbar in dem Eintritt des Spirems resultieren. Dieses letztere ist das unvergleichlich gewöhnlichste aller Kernstadien. In einer jungen Peridiole mit gebildeter Zentralhöhle sind stets Kerne, gewöhnlich in großer Menge, zu finden, welche Spiremfiguren zeigen. Es geht hieraus hervor, daß der Kern lange auf diesem Stadium verweilt, verglichen mit dem Verhältnis der übrigen Stadien.

In seiner großen Arbeit »Recherches cytologiques et taxonomiques sur les Basidiomycètes« (1902) hat Maire einige Beobachtungen über die Basidien- und Sporenkerne auch bei *Nidularia globosa* Ehr.¹ mitgeteilt. In einem Bilde (Fig. 43, Taf. VI) hat er einen im Spiremstadium befindlichen Kern wiedergegeben. Der spiralförmig verlaufende Chromatinfaden kann dort seiner ganzen Länge nach verfolgt werden. Ein derartiges regelmäßiges Bild habe ich nie antreffen können. Diese Mairesche Figur, wie auch die übrigen *Nidularia*-Bilder, scheinen mir einigermaßen schematisch wiedergegeben zu sein. Bei dem von mir untersuchten Material verliefen die Chromatinfäden stets ziemlich unregelmäßig (Fig. 8, 9). Der Dicke nach variieren sie recht sehr, auch innerhalb desselben Kerns; an der Oberfläche sind sie ziemlich glatt. Ein Nukleolus ist in dem Spiremkern deutlich zu beobachten; er tritt oft weniger gut bei Hämatoxylinfärbung, besser bei Anwendung von Safranin hervor.

Nachdem so der Kern lange im Spiremstadium verweilt hat, beginnt eine mehr oder weniger deutliche Parallelität innerhalb der Fadenmasse hervorzutreten, wie es scheint, dadurch bedingt, daß die Chromatinfäden sich der Länge nach zu spalten beginnen. In einigen Kernen habe ich eine derartige doppelte Zusammensetzung nur längs einem Teile des Fadens beobachtet, in anderen hat die Längsspaltung diesen seiner ganzen Länge nach betroffen. Bilder dieser Art sind indessen

¹) Ob diese artverschieden von *Nid. pisiformis* Tul. ist, dürfte zweifelhaft sein. Nach Lloyd (1906) ist sie, wie auch die allermeisten übrigen *Nidularia*-Arten, mit *pisiformis* identisch.

selten. Dies Stadium muß daher — gleich den folgenden — sehr rasch durchlaufen werden. Das Doppelfadenstadium ist bereits bei einigen anderen Pilzen beobachtet worden. Ruhland (1901, Fig. 11) bildet eine deutliche derartige Figur ab, ohne jedoch daraus irgendwelche Schlüsse zu ziehen. Maire (1905) erwähnt Doppelfäden bei *Mycena galericulata*, deutet sie aber als der Synapsis vorhergehend.

In Fig. 10 und 11 habe ich zwei Kerne abgebildet, bei denen eine vollständige Doppelheit innerhalb des Chromatins durchgeführt ist. Die Fäden zeigen nunmehr eine mehr unebene, oft etwas runzlige und körnige Kontur; eine paarige Anordnung der größeren Körner innerhalb der beiden Fäden ist bisweilen zu bemerken. In den beiden Bildern sieht man einen Nukleolus, der in dem unteren Teile des Kerns in Kontakt mit dem Chromatin liegt. In Fig. 11 hat sich der Chromatinfaden deutlich der Quere nach in zwei Segmente zerteilt; Fig. 10 macht dagegen den Eindruck eines Zerfalls in mehr (3, 4 oder 5) Stücke. Es ist hierbei jedoch zu beachten, daß in diesem letzteren Kern die Grenzen zwischen den eventuellen Fadenstücken sehr schwer oder ganz unmöglich sicher zu bestimmen sind, und daß die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, daß ein einziger, an gewissen Stellen sehr dünner Faden vorliegt. Bei dem ersteren sind dagegen die beiden Doppelfadensegmente ungewöhnlich klar und deutlich und ihre Abgrenzung gegeneinander unzweifelhaft.

Die Segmentierung des Doppelfadens scheint nicht anders denn als sein Zerfall in Doppelchromosomen gedeutet werden zu können. Wichtig ist es natürlich, die Anzahl derselben bestimmen zu können. Schon aus dem oben Angeführten dürfte hervorgehen, daß die Zweizahl die wahrscheinlichste ist, und dies wird auch, wie weiter unten gezeigt wird, durch die folgende Entwicklung bestätigt. Vergleicht man die Länge der Chromatinfäden in den beiden eben erwähnten Kernen (Fig. 10 und 11), so ergibt sich, daß sie in dem letzteren bedeutend geringer ist und geringer als während des Spiremstadiums. Eine Kontraktion des Chromatins muß stattgefunden haben, und wie das gewöhnlich während der Prophase der Fall ist, fährt diese fort, so daß ganz kurze Doppelchromosomen gebildet

werden. Solche zeigen Fig. 12 und möglicherweise 13, wovon die erstere, wie es scheint, mit Recht als sich im Diakinese-stadium befindend bezeichnet werden kann. Derartige Bilder sind indessen äußerst selten, und erst nach einem langwierigen und sorgfältigen Studium der Präparate gelang es mir, Kernfiguren anzutreffen, die eine andere Deutung nicht zu erlauben schienen, als wie sie hier gegeben worden ist; noch schwerer war es, solche zu finden, die infolge ihrer Lage sich zum Abzeichnen in der Kamera eigneten.

Was zunächst Fig. 12 betrifft, so ist dort die verschiedene Länge der Doppelchromosomen augenfällig, obschon freilich diese Verschiedenheit, infolge der Richtung derselben, im Bilde größer erscheint, als es in Wirklichkeit der Fall ist. Es sei auch der Vollständigkeit wegen erwähnt, daß möglicherweise noch ein Doppelchromosom in diesem Kern vorhanden war; in der Nähe des oberen war nämlich schwach eine Figur zu erkennen, die ein drittes Doppelchromosom darstellen könnte; die Färbungsmöglichkeiten desselben sprachen jedoch entschieden dafür, daß eine Anhäufung in dem an die Kernmembran grenzenden Cytoplasma die Ursache bildete. In Fig. 13 liegen die Hälften des oberen Chromosomenpaares dicht nebeneinander, die des unteren dagegen etwas voneinander ab; die letzteren sind hier auch länger als die des anderen Paares, sowie der Form nach stark gekrümmt oder fast geknickt, was alles mich anfangs veranlaßte, in ihnen zwei Doppelchromosomen zu sehen.

Fig. 13 zeigt auch in anderen Hinsichten ein weiter vorgeschrittenes Prophasenstadium. Die Begrenzung des Kernes ist äußerst undeutlich; die Membran hat sich aufgelöst. Eine Spindel ist indessen noch nicht zur Ausbildung gekommen. Eine gewisse netzförmige Textur ist jedoch in dem unteren Teil der Basidie zu bemerken, wo feine Fäden in einer geringen Anzahl von äußerst kleinen Körnern ausstrahlen, auf diese Weise eine Art unvollständigen Netzwerkes um den Kern herum bildend. Dies braucht jedoch nicht mit der Spindelbildung in Zusammenhang gebracht zu werden. Ähnliche Bilder hat nämlich Maire (1902) in dem Cytoplasma bei *Scleroderma*, unabhängig von einer Kernteilung, beobachtet (siehe seine Fig. 17 auf Taf. VI).

Die ganze Prophase des Kerns scheint, wie bereits erwähnt, rasch durchlaufen zu werden, und derartige Bilder sind daher sehr spärlich. Spindelbilder sind dagegen nicht ungewöhnlich (siehe Fig. 14—17). Betreffs dieser sei zunächst darauf hingewiesen, daß die Spindel stets in dem oberen Teil der Basidienanschwellung plaziert ist, oft dicht an der Spitze derselben, und daß ihre Richtung ausnahmslos senkrecht zur Längsrichtung der Basidie ist. An den Spitzen der Spindel können stets mehr oder weniger deutlich kleine Zentrosomen unterschieden werden; eine Strahlung von diesen in das Cytoplasma hinein habe ich nicht entdecken können. Bemerkenswert ist auch die große Verschiedenheit bezüglich der Form, die die Spindel aufweisen kann. Im allgemeinen ist sie sehr schmal und langgestreckt (siehe Fig. 14—16), seltener habe ich eine kürzere und breitere Form (Fig. 17) beobachtet; gewöhnlich sind nur drei Spindelfasern zu unterscheiden.

Von großer Wichtigkeit wäre es natürlich, im Detail die Entwicklung der Chromosomen innerhalb der Spindel verfolgen zu können; dies stößt jedoch auf sehr große technische Schwierigkeiten. Eine so regelmäßige Kernplatte wie bei den höheren Pflanzen wird nie ausgebildet; die Chromosomen liegen nur um die Mitte der Spindel herum gehäuft. Sie sind nun der Form nach mehr oder weniger eirund oder kurz stäbchenförmig, demnach noch mehr verkürzt als in den zuvor behandelten Stadien (vgl. Fig. 16 mit 12); eine Zunahme ihres Durchmessers ist jedoch mit dieser Zusammenziehung nicht erfolgt. Nach Maire (1902. S. 183) sind sie bei *Lycoperdon*, *Nidularia* u. a. »de forme très irrégulière«. Was die Zahl der Chromosomen in der Spindel betrifft, so habe ich in gewissen Fällen mit Sicherheit 6 konstatiert (Fig. 16); in anderen Spindeln habe ich ziemlich deutlich wenigstens noch eines unterscheiden können, oder auch ist das eine oder andere in der Mitte eingeschnürt gewesen und hat den Eindruck gemacht, daß es sich in Teilung befand; in anderen Fällen wieder hat eine etwas geringere Anzahl gezählt werden können, was sich dadurch erklären ließe, daß eines oder einige von anderen verdeckt wurden, oder daß noch nicht alle in die Spindel eintretenden Chromosomen sich geteilt hatten. Bald wandert die Hälfte der Anzahl nach dem

einen Pol hin, die andere Hälfte nach dem anderen (Fig. 16), wo sie sich schließlich anhäufen (Fig. 17 und 18). Beim Zählen derselben an jedem Pol habe ich die Zahlen 3 oder 4 erhalten. Es veranlaßt mich dies zu der Annahme, daß die Komponenten der oben erwähnten zwei Doppelchromosomen schon in der ersten Spindel sich spalten; aus den vier Körpern würden demnach 8 erhalten werden, welche Zahl am besten mit den angestellten Zählungen übereinstimmt. Hiergegen spricht indessen, daß eine deutliche Längsspaltung der Chromosomen nicht direkt hat beobachtet werden können. Eher sieht es aus, als wenn sie in der Quere abgeschnürt würden; in einigen Fällen habe ich nämlich zwei kleine runde, stark färbbare Körper durch eine schwächer gefärbte, schmälere Partie vereinigt gesehen. Die Form der Chromosomen erschwert es indessen zu bestimmen, ob eine Längsspaltung oder eine Querteilung vorliegt. Meine Beobachtungen sprechen jedenfalls entschieden für die oben gelieferte Deutung, nämlich daß die erste Teilung des Fusionskernes heterotypisch ist.

Die Anaphase resultiert nicht in Ruhekernen, sondern unmittelbar schreiten die beiden Hälften zu erneuter Teilung. Es ist dies wohl das Gewöhnliche bei den Basidiomyceten; bei *Muciporus corticola* hat indessen Juel (1897, S. 12) beobachtet, wie die Tochterkerne bisweilen in das Ruhestadium eintreten. Die zweite Teilung tritt ein und verläuft bei *Nidularia* stets, soweit ich habe finden können, vollkommen gleichzeitig. Was die Richtung der Spindeln betrifft, so habe ich diese stets, wie bei der ersten Teilung, senkrecht zur Längsrichtung der Basidie gefunden; die scheinbare Abweichung, die bisweilen, wie in der Fig. 19, von dieser Regel vorkommt, ist nur dadurch bedingt, daß die Basidie schräg von oben gesehen ist. Die gegenseitige Stellung der Spindeln ist stets parallel. Der Form nach variieren sie in noch höherem Grade, als was bei der primären Spindel der Fall war. Bisweilen machen sie nur den Eindruck zweier wagerechter Stäbchen (Fig. 20) mit in einem Klumpen an ihrer Mitte angesammelten Chromosomen. In anderen, in demselben Stadium befindlichen Basidien habe ich breitere, nach den Enden hin zugespitzte, im Profil ziemlich rhombische Spindeln beobachtet, in denen die einzelnen Chromo-

somen in der Kernplatte weniger zusammengepackt lagen und etwas besser wahrzunehmen, wenn auch nicht sicher zu zählen waren (Fig. 19). Wenn diese sich dann auf die beiden Pole verteilt haben, nehmen die Spindeln die sehr charakteristische, zylindrische Form an, die in Fig. 21 wiedergegeben ist; dabei ist auch zu beachten, daß diese Zylinder längs der Basidienwand gekrümmt mit den Konkavitäten einander zugekehrt liegen können. Auch bei dieser zweiten Teilung des Basidienkerns können in den früheren Stadien die Zentrosomen mehr oder weniger deutlich beobachtet werden.

Was nun die Zahl der Chromosomen betrifft, so sind sie in der Kernplatte unmöglich zu zählen. Nur in der einen Spindel in der in Fig. 19 abgebildeten Basidie sind sie einigermaßen voneinander zu unterscheiden; drei Chromosomen sind dort zu sehen, wozu wahrscheinlich noch eines auf der anderen Seite der Spindel hinzukommt. Stadien, entsprechend dem in Fig. 16 für die erste Kernteilung abgebildeten, habe ich nicht beobachtet. Dagegen sind Bilder, wie das in Fig. 21 wiedergegebene, keineswegs ungewöhnlich, in denen die Chromosomen ganz nach den beiden Polen hingewandert sind. Hier ist eine Zählung möglich. In den meisten Fällen sind zwei, und nur zwei, an jedem Spindelende zu beobachten. In gewissen Fällen habe ich jedoch noch einen kleinen Körper wahrnehmen zu können geglaubt; dieser ist indessen stets mehr oder weniger undeutlich gewesen und könnte möglicherweise das Zentrosom repräsentieren. In einem jeden der schließlichen vier Basidienkerne sind demnach — nach den an den klarsten Bildern gemachten zuverlässigsten Beobachtungen — zwei Chromosomen enthalten. Bei der zweiten Mitose geschieht also nur eine Verteilung der vorhandenen vier Chromosomen auf die beiden Tochterkerne. Die zweite Teilung des Fusionskerns ist somit homöotypisch.

Nach Abschluß der Anaphase treten die so entstandenen 4 Kerne in das Ruhestadium ein. Sie umgeben sich mit einer Kernmembran, nehmen Kugelform an und senken sich etwas nach der Basis der Basidienkugel zu. Fig. 23 gibt ein solches Bild wieder. Die Kerne sehen nun wie klare Blasen aus mit dem Chromatin in Klumpen längs der Kernmembran und mit

je einem, oft deutlichen Nukleolus. Bemerkenswert scheint mir hierbei die Größe der Kerne zu sein; sie messen ungefähr 2μ im Durchmesser und füllen einen großen Teil der Basidienkugel aus. In dem Bilde, das Maire von einer 4-kernigen Basidie bei *Nidularia globosa* gibt (Taf. VI, Fig. 47), sind die Kerne sehr klein im Verhältnis zu dem, was ich gefunden; ähnliche kleinere Kerne scheinen auch das Gewöhnlichste bei den Basidiomyceten zu sein.

Bei dem Nachweis der Kerne und der Bestimmung ihrer Form und Begrenzung in diesem Stadium hat Safraninfärbung sich als besonders geeignet erwiesen. Dagegen zeichneten sie sich nun durch eine eigentümliche Indifferenz gegenüber dem Hämatoxylin aus, das die Kerne in diesem Stadium, auch das Chromatin, ganz unberührt ließ, so daß die Basidie bei Färbung damit stets wie kernfrei aussah, und zwar, obwohl Kerne in anderen Stadien in sämtlichen benachbarten Basidien sehr deutlich hervortraten.

Wir haben uns bisher ausschließlich an die Kernveränderungen innerhalb der Basidie gehalten, von der Verschmelzung der ursprünglichen zwei an bis zur schließlichen Teilung dieses Sekundärkerns in vier. Die Form der Basidie selbst haben wir nicht weiter zu behandeln brauchen, da an ihr keine nennenswerten Veränderungen während dieser Zeit vorgegangen sind. Erst nachdem die 4 Kerne fertiggebildet sind, tritt mit der nun beginnenden Sterigmenbildung eine Änderung der Basidienform ein. In Fig. 23 sind die Sterigmen in ihren allerjüngsten Stadien erkennbar. In gewissen Fällen habe ich kleine färbare Körnchen beobachtet, die an der Spitze dieser Ausbuchtungen oder — wenn noch keine Andeutung zu Sterigmen vorhanden war — neben der Basidienwand lagen, wo die Sterigmen sich bilden sollten. Nach Maire (1902, S. 185) sind diese Körnchen die aufwärts gewanderten Zentrosomen. Bisweilen sind auch dünne Cytoplasmastränge vorhanden, die von den Kernen aus in die Sterigmaausbuchtungen hinein verliefen. Erst wenn diese letzteren die definitive Länge erreicht haben, beginnen die Sporen an ihren Spitzen sich in gewöhnlicher Weise anzulegen, zunächst als kleine, rundliche (Fig. 24), später größere, ovale und schließlich mehr oder weniger kugelförmige

Anschwellungen (Fig. 25—31). Das Plasma der Basidie strömt unterdessen zum großen Teile in die Sporen ein.

Sehr eigentümlich gestaltet sich die Wanderung der Kerne durch die Sterigmen hinaus. Wie oben angeführt, mißt ein jeder der vier Basidienkerne ca. 2μ ; der Durchmesser der Sterigmen überschreitet nicht $\frac{1}{2} \mu$, und durch diese engen Kanäle müssen die Kerne passieren. Es ist schon oft geschildert und abgebildet worden, wie die Kerne der Basidiomyceten bei dieser Passage ihre Form verändern, länglich oder stäbchenförmig werden oder auch beim Passieren eine Einschnürung in der Mitte erfahren, so daß die Enden blasenförmig anschwellen (vgl. z. B. die Abbildung von *Armillaria mellea* bei Ruhland [1901, Fig. 19—20]). Eine derartige Zusammenpressung des Kerns scheint auch hier bei *Nidularia* unvermeidlich zu sein; sie wird jedoch durch einige eigentümliche Veränderungen ersetzt, die innerhalb des Kerns bei seiner Auswanderung vor sich gehen.

Wenn die Sterigmen etwas ausgewachsen sind, wandern die Kerne wieder aufwärts nach dem oberen Teile der Basidie hin, wobei einer von ihnen vorangeht, einer unterhalb des ersteren folgt und die beiden anderen sich mehr oder weniger in derselben Höhe seitwärts von diesen beiden plazieren. Es ergibt sich dadurch eine Lage, wie Fig. 24 und 25 sie zeigen. Diese Verteilung der Kerne steht wohl in Zusammenhang mit dem Raume, den die Basidie darbietet. Noch eine Zeitlang behalten sie ihre kugelrunde Form bei, allmählich aber ändert sich dieselbe. Infolge Anwachsens und Volumvergrößerung werden die Kerne gegeneinander gepreßt, ihre Berührungsflächen werden mehr und mehr abgeplattet, während die Außenseiten ihre Wölbung bewahren, und sie nehmen dadurch eine ziemlich unregelmäßige Form an, je nach ihrer gegenseitigen Lage. Wo sie am regelmäßigsten liegen, erhält man ein Bild, wie Fig. 25 es zeigt; betreffs desselben ist jedoch zu beachten, daß die Basidie nur in der Medianebene gezeichnet ist, so daß ein wirkliches Bild von der Form der Kerne dadurch nicht geboten wird. Auch in diesem Stadium ist das Chromatin in Form kleiner Körnchen und feiner Fäden längs den Kernmembranen angesammelt. Da diese letzteren, wegen der unregelmäßigen

Kernform, schwer zu unterscheiden sind, so macht das Ganze leicht den Eindruck eines einzigen großen Kerns, der von Fäden durchzogen und hier und da im Inneren oder an der Oberfläche mit größeren oder kleineren Körnchen versehen ist. Dieser falsche Kern füllt so den größeren Teil der Basidie aus; er ist an Größe mit dem sekundären Basidienkern (dem Fusionskern) vergleichbar und erinnert oft, besonders nach Hämatoxylinfärbung, dem Aussehen nach sehr an gewisse Spirembilder desselben. Doch ist im allgemeinen die Individualität der vier kleinen Kerne noch an vier, bei Safraninfärbung besonders hervortretenden Nukleolen zu erkennen.

Aus Fig. 25 geht auch hervor, daß in dem obersten Kern der Nukleolus sich unmittelbar unter die Sterigmenausbuchtung selbst gelegt hat. Das tritt dann später auch bei den übrigen Nukleolen ein. Dabei müssen aber diese Kerne sich zuerst strecken und mit einer Spitze sich nach der Basis der spitzenständigen Sterigmen hindrängen, unterhalb deren alle vier Nukleolen sich schließlich ordnen. Die Form der Kerne muß hierdurch noch mehr verändert werden, und in der Tat ist es nunmehr unmöglich, ein klares Bild von den Außenkonturen derselben zu erhalten. Das Chromatin hat sich währenddessen in Fäden angeordnet, die mehr oder weniger deutlich von den Nukleolen ausstrahlen. Bei der Auswanderung gehen dann die Nukleolen an der Spitze, indem sie die erwähnten Chromatinfäden mit sich ziehen, die innerhalb der Sterigmen sich als ein einziger Strang erweisen, welcher die Lumina derselben gänzlich ausfüllt. Oben in der Spore angelangt, gehen dann diese eigentümlichen Chromatinfäden gerade aufwärts nach dem oberen Teile hin fort. Fig. 26—28 zeigen die Kerne in verschiedenen Auswanderungsstadien; in Fig. 26 sind die betreffenden Chromatinfäden in zwei Sterigmen bis zur halben Höhe derselben hinaufgelangt, in ein drittes Sterigma dagegen ist er eben im Begriff einzutreten. Diese allerdings schwache Ungleichzeitigkeit der Kerne bildet jedoch einen Ausnahmefall; im allgemeinen geschieht das Auswandern in allen Sterigmen vollkommen simultan, wie Fig. 27 es zeigt, wo alle Chromatinfäden nach dem oberen Teil der Sporen hinaufgedrungen sind. Das Endergebnis ist dann, daß die ganze färbbare Substanz aus der

Basidie herauskriecht und sich auf die Sporen verteilt. Die Basidie wird hiermit ihres Inhaltes so gut wie entleert; nur ein wenig Plasma kann sich noch in ihrem oberen Teil vorfinden.

Wie verhalten sich nun aber die Kernmembran und das Kernplasma bei der hier geschilderten Verschiebung des Chromatins hinauf in die Sporen? Eine sichere Antwort auf diese Frage kann gegenwärtig nicht gegeben werden, die folgenden Umstände dürften aber doch Fingerzeige dafür geben können. Zunächst sei bemerkt, daß es mir nicht gelungen ist, mit einer der von mir angewandten Färbungsmethoden eine Membran zu unterscheiden, die die fadenschmale Farbsubstanz umgäbe, und doch hat besonders die Safraninfärbung sich im übrigen als sehr geeignet erwiesen, die Kernbegrenzungen zum Vorschein zu bringen (siehe z. B. die deutlichen Kernbilder in Fig. 23, 24 und 25). Es kann zwar darauf hingewiesen werden, daß die Kernmembran innerhalb des schmalen Sterigmarohrs so an den Chromatinfaden gedrückt liegen muß, daß die Beobachtung desselben dort unmöglich gemacht werden muß. Dies gilt jedoch keineswegs für den in die Sporen hineingekrochenen Teil, wie auch nicht für die Teile der Kerne, die sich dabei noch in der Basidie befinden. Dort müßte eine Kernmembran, sofern sie überhaupt vorhanden ist, wohl zu beobachten sein, da sie in den Kernen der umgebenden Basidien bei der Safraninfärbung gut hervortritt. Schon diese Verhältnisse machen es meines Erachtens wahrscheinlich, daß die Kernmembran bereits in der Basidie sich auflöst, und daß ihr Inhalt, wovon besonders die färbbare Substanz direkt beobachtet werden kann, sich frei durch die Sterigmen in die Sporen entleert.

Noch ein Umstand sei in diesem Zusammenhange erwähnt. Der eingewanderte Kern erfährt, während die Spore noch auf der Basidie sitzt, eine Teilung, so daß die Spore beim Abfallen zweikernig ist. Diese Kernteilung, die vollkommen simultan in allen Sporen der Basidie vor sich geht (siehe Fig. 29—31), tritt unmittelbar nach dem Eindringen des Kerns in diese ein. Würden nun die Kerne auswandern, während sie sich im Ruhestadium befinden, so müßten Sporen anzutreffen sein, bei denen dieser einzige Kern noch nicht geteilt ist. Das einkernige Stadium könnte ja zwar von kurzer Dauer sein, doch hätte wohl

in den zahlreichen Peridiolen, die ich untersucht habe, ein derartiger Fall zu beobachten sein müssen. Das ist jedoch nicht der Fall gewesen, wohingegen Spindelfiguren und Zweikernstadien nicht ungewöhnlich sind. Dieser Umstand scheint mir eine weitere Stütze für folgende Erklärung des eigentümlichen Auswanderungsverlaufes abzugeben. Die Aufgabe der vier Basidienkerne ist es ja, durch Teilung die beiden Kerne entstehen zu lassen, die beim Abfallen der Spore dort vorhanden sein sollen. Von phylogenetischen Gesichtspunkten abgesehen, wäre es ja theoretisch ganz gleichgültig, wo diese Teilung des Kerns vor sich ginge, ob in der Spore selbst oder in der Basidie. Der Kern hat jedoch dabei auf die kritische Passage durch das schmale Sterigma Rücksicht zu nehmen. Im Ruhestadium kann dies nicht geschehen, wegen der allzu großen Ansprüche, die bei *Nidularia* solchenfalls an die Elastizität der Kerne gestellt werden würden. Dies wird nun dadurch vermieden, daß die Kerne bereits in der Basidie in die Prophase eintreten, wobei die Kernmembran sich auflöst und das Chromatin sich in Fäden ansammelt. Diese wandern aus, sammeln sich direkt — nach geschehener Konzentration und Teilung in Chromosomen — zu der Kernplatte in der unterdessen gebildeten Spindel, und so werden bald zwei in das Ruhestadium eintretende Kerne erzeugt, ohne daß ihnen ein typisches Einkernstadium in der Spore vorhergeht. Mit dieser Erklärung steht auch die Lage der genannten Kernplatte in Einklang, indem nämlich der Chromatinfaden bis zu eben dem Punkt innerhalb der Spore hinwandert, wo die Kernplatte später ihren Platz hat (Fig. 27 und 29).

Ob eine ähnliche Weise der Auswanderung der Kerne auch bei anderen Basidiomyceten vorkommt, weiß ich nicht. Wahrscheinlich dürfte es indessen sein, im Hinblick auf die Angaben, die Maire (1902. S. 186) geliefert hat, wonach der Kern bei vielen Arten mit engen Sterigmen sich beim Auswandern verwandelt in »une masse chromatique homogène, présentant toutes les réactions des chromosomes«. Eine gewisse Analogie mit den geschilderten Verhältnissen bietet möglicherweise der von Strasburger (1908) für den generativen Kern im Pollenschlauch von *Lilium* geschilderte Teilungsverlauf,

wonach die Chromosomen, in diesem Falle im Anaphasenstadium, lange erhalten blieben und von den Strömungen im Cytoplasma des Pollenschlauches in zwei Gruppen, die Tochterkerne, zerteilt würden, die jedoch, wegen der schmalen Form des Pollenschlauches, durchaus nicht von dem umgebenden Plasma abgegrenzt wären, sondern wo die Chromosomen nackt als Stäbchenbündel im Cytoplasma lägen.

Es erübrigt nur noch wenigens betreffs der cytologischen Verhältnisse bei der Sporenbildung hinzuzufügen. Wir haben eben erwähnt, daß in der festsitzenden Spore zwei Kerne sich bilden. Bezüglich dieser Kernteilung sei jedoch hier noch einiges bemerkt. Die Spindel zeichnet sich dabei durch die schmale, fast stabähnliche Form aus, die bereits bei der zweiten Mitose innerhalb der Basidie vorkommen konnte, und wie dort nimmt sie in einem späteren Stadium, wo die Chromosomen nach den Polen hin gewandert sind, eine rein zylindrische Form an. Die Stellung der Spindel scheint stets senkrecht zur Längsachse der Spore zu sein, wenn eine solche, wie das meistens der Fall in diesem Altersstadium ist, hervortritt. Dies läßt sich auch mehr allgemeingültig so ausdrücken, daß die Spindel sich senkrecht zum Sterigma einstellt¹. Die Anzahl der Chromosomen bei dieser Teilung ist wegen der kleinen Dimensionen derselben schwer festzustellen. Sehr oft kann man zwei kleine Körperchen deutlich getrennt wahrnehmen (siehe die linke Spore in Fig. 30); oft machen diese jedoch infolge ihrer gegenseitigen Lage den Eindruck einer einzigen Masse. Bisweilen habe ich auch geglaubt, noch ein drittes Körperchen wahrzunehmen, oder auch ist das eine Chromosom bemerkenswert größer gewesen als das andere, was sich ja als darauf beruhend denken ließe, daß zwei einander so nahe lägen, daß ihre Grenze nicht wahrzunehmen wäre, und daß demnach die Anzahl als drei angesetzt werden müßte. Da jedoch die klarsten Bilder die Zahl zwei ergeben haben, und da eine eventuelle Dreizahl dadurch erklärt werden könnte, daß man das Zentrosom als ein drittes kleines Chromosom — möglich infolge der faktischen

¹) Die Ausnahme von dieser Regel, die Fig. 29 zu bilden scheint, ist nur eine scheinbare und erhält ihre Erklärung dadurch, daß die Sporen hier schräg von oben gesehen und abgezeichnet sind.

Kleinheit derselben — deutete, so scheinen hinreichende Gründe vorzuliegen, um bei dieser Teilung die Anzahl der Chromosomen auf zwei zu schätzen.

Von dem normalen Sporenbildungsverlauf, wie er hier oben geschildert worden ist, kommen bisweilen Abweichungen in der einen oder anderen Richtung vor. Ein näheres Studium habe ich diesen Abweichungen nicht zugewandt, weshalb ich mich hier auf die Erwähnung einiger Fälle beschränken will. In einer Basidie fand ich die vier Sterigmen abnorm früh ausgebildet und bereits die Sporen im Auswachsen begriffen, während die vier Basidienkerne sich noch in Anaphase befanden. Eine allgemeine Bildungsabnormität ist eine verminderte Sporenanzahl. Die Vierzahl ist zwar die unvergleichlich gewöhnlichste, doch entwickeln sich nicht selten nur drei oder zwei; eine einzige Spore, wie bisweilen bei *Hydnangium carneum* (van Bambeke, 1903, S. 27 ff.), habe ich nie beobachtet. In Fig. 26, 27 und 28 sind Basidien mit reduzierter Sporenanzahl wiedergegeben; die in Fig. 28 abgebildete ist auch von dem Gesichtspunkt aus beachtenswert, daß man hier die beiden Kerne oder richtiger ihre färbbare Substanz in eine und dieselbe Spore einwandern sieht, wohingegen die andere ohne solche bleibt; möglicherweise ist die unentwickelte, zusammengeschrumpfte Form der letzteren eine Folge dieses Kernmangels.

Die hier gelieferte Darstellung von den cytologischen Veränderungen bei der Sporenbildung bei *Nidularia pisiformis* zeigt im großen und ganzen eine Übereinstimmung mit den Verhältnissen bei den meisten Gasteromyceten und höheren Basidiomyceten, die in dieser Hinsicht untersucht worden sind. Wir finden die beiden primären Basidienkerne wieder, die Verschmelzung derselben zu einem einzigen sekundären Fusionskern sowie die dreifache Teilung dieses letzteren, so daß 8 Kerne, zwei in jeder Spore, gebildet werden. Kennzeichnend für die Art ist indessen die in Zusammenhang mit der schmalen Form des Sterigmas stehende frühzeitige, schon innerhalb der Basidie begonnene dritte Teilung; nach den bisher gelieferten Darstellungen soll die Mitose, wodurch die beiden

Sporenkerne gebildet werden, ganz innerhalb der Spore vor sich gehn.

Auch in der Chromosomenanzahl herrscht Übereinstimmung mit dem normalen Verhältnis bei den Basidiomyceten. Zwar liegen für diese einige Angaben über zahlreichere Chromosomen vor; bei *Coleosporium Sonchi-arvensis* Lév. geben Holder und Harper die Zahlen 6—10 an (1903, S. 72), ferner Juel (1897, S. 12) für den eigentümlichen *Muciporus corticola* (Fr.) Juel, obgleich mit Zögern, die Zahl 4, eine Beobachtung, die, bei der ersten Mitose des Basidienkerns gemacht, sich durch die Annahme erklären ließe, daß dieser eine heterotypische Teilung ausführte. Der Regel nach ist jedoch die Zweizahl die kennzeichnende. Aus dem Vorhergehenden dürfte nun hervorgegangen sein, daß diese letztere auch für *Nidularia pisiformis* gilt, jedoch natürlich nur während der Haplophase. Bei der Verschmelzung der beiden primären Basidienkerne zu einem einzigen tritt ja eine Verdoppelung der Chromosomenzahl ein, die die Diplophase einleitet. Diese von Vuillemin (1907, S. 85) aufgestellten Termini scheinen mir vor den haploiden und diploiden Generationen hier den Vorzug zu verdienen, wenigstens bis die wirkliche Bedeutung der Kernverschmelzung klargestellt worden ist. Ob nun indessen diese als ein rein sexueller Akt aufzufassen ist (Dangeard u. a.) oder als eine durch ernährungsphysiologische Verhältnisse bedingte vegetative Anhäufung aller in der Basidie vorhandenen Kernsubstanz (Harper, Strasburger), so ist doch die Folge die, daß diese Chromatinverdoppelung im weiteren Verlaufe der Entwicklung des Pilzes durch eine Reduktion ausgeglichen werden muß. In den Asci der Ascomyceten, wo in jungem Stadium eine ähnliche Kernverschmelzung stattfindet, sind die Verhältnisse näher studiert worden. Dort findet die Reduktion bei den ersten Teilungen des Fusionskerns statt (bei *Galactinia succosa* nach Maire 1905a, *Humaria rutilans* Fr. nach Fraser 1908, *Otidea aurantia* Mass. und *Peziza vesiculosa* Bull. nach Fraser und Welsford 1908 u. a.). Die letztgenannten Autoren versuchen außerdem eine zweite Reduktionsteilung bei der dritten Mitose des sekundären Ascuskerns nachzuweisen, dadurch bedingt, daß bei dem genannten Pilz nicht nur eine, sondern zwei Kernfusionen, die

ascogene (Harpersche) und die sporogene (Dangeardsche), vorhanden sind. Diese letztere Reduktion will indessen Guilliermond (1909) nicht anerkennen.

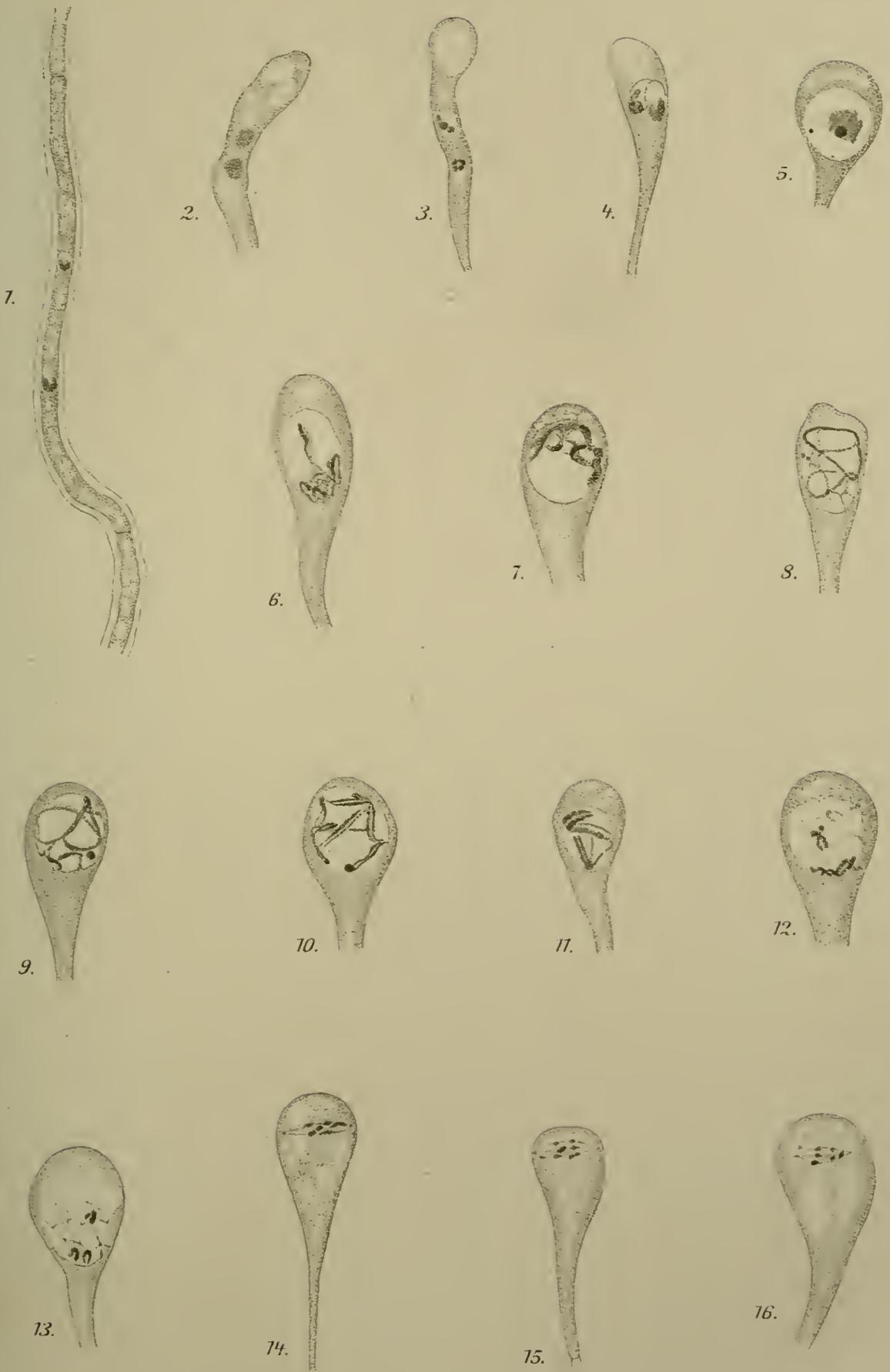
Bei den Basidiomyceten dagegen ist die Reduktion des Chromatins weniger studiert worden. Die einzige vorliegende Untersuchung, die ich habe finden können, stammt von Maire (1905 b) her. Vor ihm hat zwar Ruhland (1901) die Disproportion zwischen der Chromatinmenge in dem sekundären Basidienkern in seinem Spiremstadium und dem spärlichen Chromatin bei der ersten Mitose bemerkt und hervorgehoben, sowie dabei auf die Möglichkeit hingewiesen, »daß die Reduktion hier in einer unauffälligen, der Beobachtung bisher entgangenen Form während der ersten Spindelbildung erfolgt«. Und van Bambeke (1903, S. 17) sucht durch Färbung (bei *Hydnangium carneum*) nachzuweisen, daß diese Reduktion auf einer Art Diffusion des Chromatins in das Cytoplasma hinaus beruhe. Wie es sich damit auch verhalten mag, so kann wohl kaum eine Reduktion der Chromosomenanzahl dadurch erhalten werden. Die Mairesche Mitteilung ist in dieser Hinsicht aufschlußreicher. Nach derselben fände (bei *Mycena galericulata* und einigen anderen Formen) die Reduktion bei den beiden ersten Teilungen des Fusionskerns statt. Die Darstellung ist indessen sehr kurz gefaßt und entbehrt leider vollständig veranschaulichender Figuren.

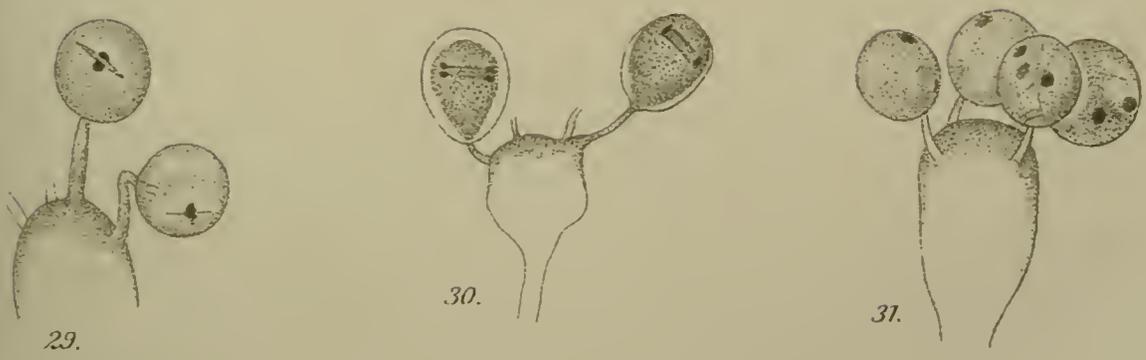
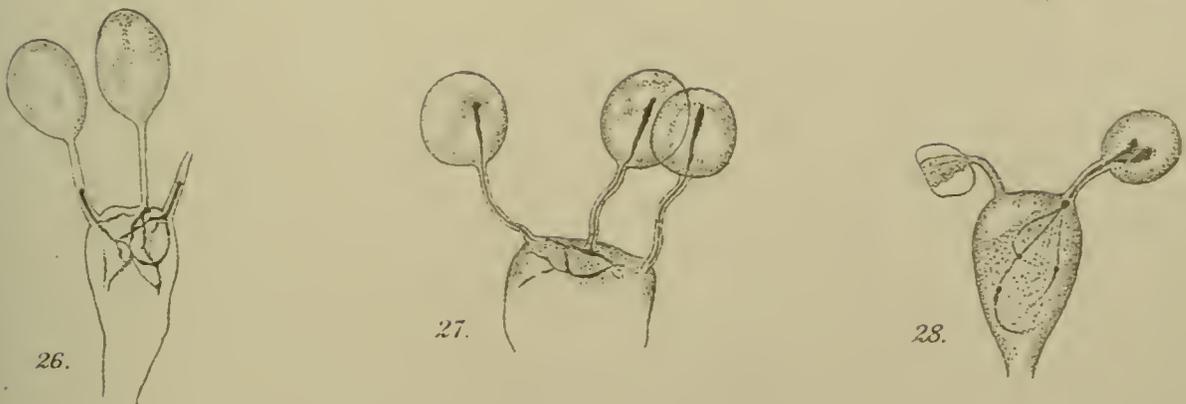
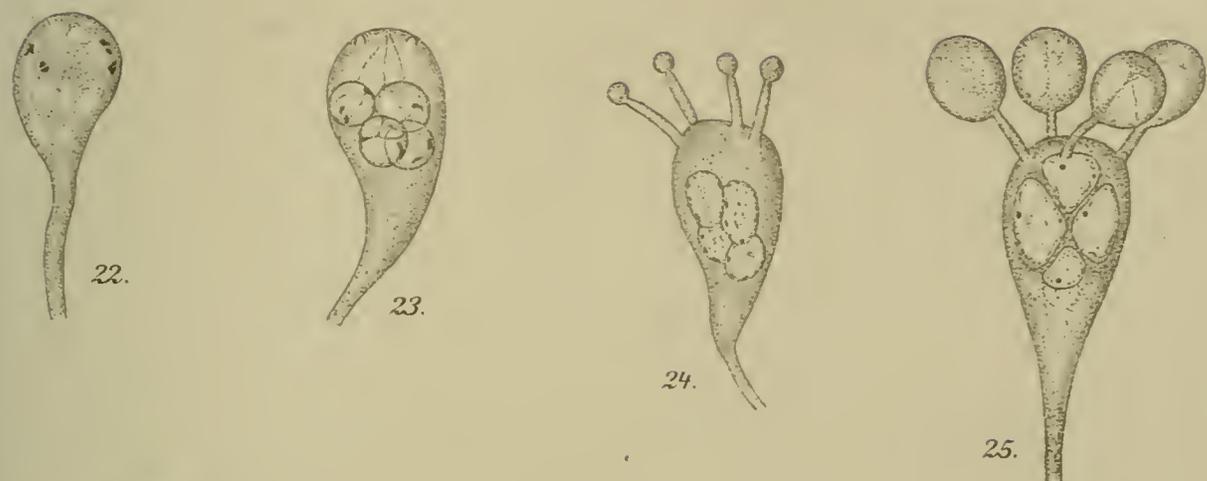
Wie gestalten sich nun die Verhältnisse bei *Nidularia*? Die oben gelieferte Darstellung dürfte ergeben haben, daß die Chromosomenreduktion hier unmittelbar nach der Bildung des Fusionskerns durch eine Reduktionsteilung vor sich geht, die gut mit der bei den höheren Pflanzen vorkommenden übereinstimmt. Die erste Mitose ist heterotypisch, die zweite homöotypisch. Zwar ist es aus technischen Gründen schwer, die Teilungen der äußerst kleinen Chromosomen innerhalb der Mitosen sicher zu beobachten, die Zahlenverhältnisse der Chromosomen scheinen aber doch zu einer solchen Auffassung zu berechtigen. Als ein Beweis für diese Lage der Reduktionsteilung können auch die in dem Fusionskern beobachteten Synapsis-, Doppelfaden- und Diakinesen-

stadien dienen. Hieraus geht auch hervor, daß die diploide Phase (oder die Generation, wenn ein Geschlechtsakt vorliegt) bei *Nidularia* auf das Mindestmögliche beschränkt ist, wohingegen die haploide Phase (oder Generation) den größten Teil des Entwicklungszyklus des Pilzes ausfüllen muß.

Verzeichnis der zitierten Arbeiten.

1903. Bambeke, C. van, Sur l'évolution nucléaire et la sporulation chez *Hydnangium carneum* Wallr. (Mém. de l'Acad. royal des sciences Belgique. **54**.)
1884. Bary, A. de, Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozen und Bakterien.
1877. Brefeld, O., Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze. Heft 3.
1908. Fraser, H. C. J., Contributions to the Cytology of *Humaria rutilans* Fr. (Ann. of bot. **22**, 35.)
1908. —, and Welsford, E. T., Further Contributions to the Cytology of the Ascomycetes. (Ebenda. **22**, 465.)
1910. Fries, Rob. E., Om utvecklingen af fruktkroppen och peridiolerna hos *Nidularia*. Mit deutschem Resumé. (Svensk bot. tidskr. **4**, 126—138.)
1909. Guilliermond, A., Remarques sur l'évolution nucléaire et les mitoses de l'asque chez les Ascomycètes. (C. R. Ac. Sc. Paris. 2 août. 1909. **149**, 350—352.)
1903. Holden, J., and Harper, R. A., Nuclear divisions and nuclear fusion in *Coleosporium Sonchi-arvensis* Lév. (Transact. of the Wisconsin Acad. **14**:1. S. 63.)
1897. Juel, O., *Muciporus* und die Familie der Tulasnellaceen. (Bihang till K. Sv. Vet. Akad. Handl. **23**. Afd. III. No. 12.)
1906. Lloyd, C. G., The *Nidulariaceae*.
1902. Maire, R., Recherches cytologiques et taxonomiques sur les Basidiomycètes.
- 1905a. —, Sur la mitose hétérotypique chez les Ascomycètes. (C. R. Ac. Sc. Paris. **140**, 950—952.)
- 1905b. —, La mitose hétérotypique et la signification des protochromosomes chez les Basidiomycètes. (C. R. des Séances de la Soc. de Biologie, Paris. 1905. 726—728.)
1893. Rosen, F., Beiträge zur Kenntnis der Pflanzenzelle. II. Studien über die Kerne und die Membranbildung bei Myxomyceten und Pilzen. (Cohns Beitr. zur Biol. **6**, 237.)
1901. Ruhland, W., Zur Kenntnis der intrazellularen Karyogamie bei den Basidiomyceten. (Bot. Zeitg. 1901. 187.)
1855. Sachs, J., Morphologie des *Crucibulum vulgare* Tul. (Ebenda. **13**, 833.)
1908. Strasburger, E., Chromosomenzahlen, Plasmastrukturen, Vererbungsträger und Reduktionsteilung. (Jahrb. f. wiss. Bot. (Pringsh.). **45**, 479 ff.)
1907. Vuillemin, P., Les bases actuelles de la systématique en mycologie. (Progr. rei botanicae. **2**, 1.)
1893. Wager, H., On nuclear division in the Hymenomycetes. (Ann. of bot. **7**, 489.)
1894. —, On the presence of Centrospheres in Fungi. (Ebenda. **8**, 320.)





Rob. E. Fries gez

E. Lamm, Lith. Inst. Berlin.

Erklärung der Abbildungen.

(Alle Bilder sind unter Anwendung eines Seibertschen Mikroskopes mit Objektiv für homog. Immersion $\frac{1}{18}$ und Ocular No. III mittels der Kamera gezeichnet. Die Vergrößerung in allen Figuren ist ungefähr 1800:1.)

Tafel 1.

Fig. 1. Vegetative Hyphenzelle aus dem zwischen den Peridiolen liegenden Glebagewebe.

Fig. 2—4. Junge Basidien mit den beiden verschmelzenden primären Kernen.

Fig. 5—9. Basidien mit den Fusionskernen in verschiedenen Entwicklungsphasen; 5—7 gruppieren sich um das Synapsisstadium herum.

Fig. 10—11. Das Chromatin in Doppelfäden geordnet; in Fig. 11 ist eine deutliche Segmentierung durchgeführt.

Fig. 12. Diakinese; zwei etwas ungleichlange Doppelchromosomen.

Fig. 13. Kern mit zwei Doppelchromosomen; die Hälften des oberen Paares liegen dicht nebeneinander, die des unteren etwas voneinander ab. Kernmembran aufgelöst.

Fig. 14—16. Erste Kernspindel in Anaphase.

Tafel 2.

Fig. 17—18. Die Chromosomen an den beiden Spindelpolen gesammelt.

Fig. 19—22. Sekundäre Kernteilung; in Fig. 21 und 22 sind die Chromosomen auf die beiden Pole verteilt.

Fig. 23—25. Vierkernstadium; Sterigmen- und Sporenbildung.

Fig. 26—28. Auswanderung der Kerne in die Sporen.

Fig. 29—31. Die Teilung des Kernes in den Sporen.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für Botanik](#)

Jahr/Year: 1911

Band/Volume: [3](#)

Autor(en)/Author(s): Fries Robert Elias

Artikel/Article: [Über die cykologischen Verhältnisse bei der Sporenbildung von *Nidularia*. 145-165](#)