

Zur Sexualität der Rostpilze.

Von

L. Kurssanow.

Mit Tafel I.

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

Bekanntlich besteht zwischen Blackman und Christman, den eigentlichen Entdeckern der Sexualität bei den Rostpilzen, eine nicht unwesentliche Differenz in der Beschreibung der zur Bildung der zweikernigen Generation führenden Konjugationsweise. Nach Blackman (1904) wandert bei der von ihm untersuchten Form (*Caeoma* von *Phragmidium violaceum* Wint.) der Zellkern einer gewöhnlichen vegetativen Zelle in eine andere speziell differenzierte fertile (weibliche) Zelle hinein, welche mit einem besonderen trichogynähnlichen Anhang versehen ist. Dadurch entsteht dann die zweikernige Zelle, von welcher die weitere Entwicklung ausgeht. Nach Christman aber (1905) wird die Zweikernigkeit der fraglichen Zelle dadurch erreicht, daß zwei vollständig gleich differenzierte Zellen kopulieren (hauptsächlich wurde *Phragmidium speciosum* Fr. untersucht). Mit einem Worte: nach Blackman gibt es hier eine Hetero- oder Oogamie, nach Christman eine Iso- oder Zyogamie.

Diese Differenz bleibt auch in den weiteren Arbeiten der genannten Forscher bestehen. Blackman beschreibt (1906) von neuem das charakteristische Hineinwandern der Zellkerne in die weibliche Zelle bei einer ganzen Reihe von Formen, während Christman (1907) von neuem die Konjugation zweier Isogameten schildert; allerdings nicht bei der Entwicklung von Aecidiosporen, sondern bei der Bildung von primären Uredosporen des *Phragmidium Potentillae canadensis* (Brachy-Form). Zwar konnte Blackman selbst bei *Melampsora Rostrupii* die Christmansche Konjugation konstatieren, dafür aber hält er bei einer ganzen Reihe anderer Formen das oben beschriebene Hineinwandern der Zellkerne in die weibliche Zelle für ganz normal und typisch; Christman aber ist

geneigt, ähnliche Wanderungen der Kerne als eine pathologische Erscheinung, — als Resultat einer einseitigen Wirkung der Fixierungsflüssigkeit zu betrachten.

In einer unlängst veröffentlichten Arbeit versucht Olive (1908) diese Differenz auszugleichen, indem er, eine gewisse Mittelstellung einnehmend, teilweise dem einen, teilweise dem andern Autor recht gibt.

Bei vier von ihm untersuchten Formen findet nach Olive bei der Entwicklung des *Aecidium*s (zu demselben *Caecoma*-Typus wie *Phragmidium* gehörend) Konjugation zweier prinzipiell gleichartiger fertiler Zellen statt (übereinstimmend mit Christman); doch unterscheiden sich diese fertilen Zellen äußerlich von einander: die eine ist größer — dies ist sozusagen die weibliche Zelle, die andere ist kleiner — das ist die männliche Zelle. Die letzte liegt gewöhnlich etwas niedriger und bildet niemals an ihrem Gipfel jene sterile Zelle, die Blackman mit der *Trichogyne* homologisiert, während die größere Zelle immer eine solche besitzt. Es konjugiert stets eine größere Zelle mit einer kleineren, niemals zwei größere oder zwei kleinere miteinander. Auf solche Weise wird Blackmans Idee von der Heterogamie z. T. bestätigt.

Bei der Konjugation kann sich nach Olive entweder eine breite Öffnung zwischen den beiden Zellen bilden, so daß ihre Protoplasten sich direkt vermischen, wie es auch bei Christman geschildert wird, oder es bildet sich eine enge Öffnung, und dann schlüpft nur der Kern der kleineren Zelle in die größere hinein. Beide Vorgänge kann man bei einer und derselben Form an demselben Präparate beobachten; zwischen ihnen besteht kein prinzipieller Unterschied, aber sie erklären nach Olives Meinung in hinlänglicher Weise den scheinbaren Widerspruch zwischen den Angaben Blackmans und Christmans.

In solchem nicht ganz geklärten Zustande befindet sich die Sache und erfordert, wie ich meine, eine weitere Bearbeitung; denn ganz abgesehen von der Zuverlässigkeit der von Olive angeführten Tatsachen, erscheint die Frage berechtigt, ob seine Angaben allgemein gültig sind.

Ich untersuchte *Puccinia peckiana* Howe. Das ist dieselbe oder eine ganz ähnliche Form wie die, über welche auch

Christman (1905) unter dem Namen *Caeoma nitens* spricht. Aber die Angaben Christmans darüber sind sehr kurz und geben auf die Fragen über die Konjugationsweise usw. keine ausreichende Antwort. Darum halte ich das ausführlichere Untersuchen dieser Form nicht für überflüssig. Unsere Art gehört zu demselben *Caeoma*-Typus wie die Gattung *Phragmidium* und die von Olive untersuchten Formen. In der Umgebung von Moskau ist dieser Parasit auf *Rubus saxatilis* ziemlich verbreitet. Schon in der ersten Hälfte des Mai (neuen Stils) kann man manche Blätter der Steinbrombeere bemerken, die sich durch ihre weißliche Färbung auszeichnen. Mit Hilfe der Lupe kann man an beiden Seiten solcher Blätter kleine bräunliche Wärzchen wahrnehmen: — das sind die *Spermogonien* des Pilzes. Etwas später erscheinen an der unteren Seite der infizierten Blätter unregelmäßige, anfangs helle, später braun werdende Flecken: — das *Caeoma* des Pilzes. Anfangs klein, wachsen diese Flecken schnell heran, wobei sich das Blatt merklich derart krümmt, daß die untere Seite, auf welcher sich die Flecken befinden, die Konkave wird. Endlich platzt die Epidermis über dem *Aecidium* und die orangefarbenen Sporen stäuben sich aus.

Mein Material wurde im Mai des vor. Jahres in dem sogen. Ismailowschen Tiergarten bei Moskau gesammelt. Von verschiedenen Fixierungsmitteln lieferte Merckels Flüssigkeit die besten Resultate. Die Mikrotomschnitte von verschiedener Dicke wurden gewöhnlich mit Gentsianaviolett und dann mit Orange in Nelkenöl gefärbt.

Schnitte durch die frühesten Stadien zeigen hier und da die Hyphen des Pilzes, die sich zwischen den Zellen des Blattparenchyms hinziehen (Fig. 1), von Zeit zu Zeit Haustorien in die Zellen selbst treibend (Fig. 2)¹⁾. Die Zellen der Hyphen sowie auch die Haustorien sind, wie man an den Figuren sehen kann, zu dieser Zeit stets einkernig. Die Kerne haben ein ziemlich charakteristisches Aussehen; sie sind im Verhältnis zur Dicke der Hyphen ziemlich groß und dadurch gewöhnlich an nicht erweiterten Stellen der ersteren stark in die Länge ausgezogen,

¹⁾ S. darüber ausführlicher: Evans Pole, The cereal rusts. Ann. of Bot. 1907 21, 441. Dort auch Literatur.

beinahe den ganzen Querschnitt der Zelle einnehmend (vgl. Fig. 1 und 2). Sie haben ein sehr dichtes und stark färbbares Kerngerüst, die Kernmembran aber ist schwer zu unterscheiden, — auch die Nucleoli treten gewöhnlich wenig hervor, obwohl man sie bei gelungener Färbung immer sichtbar machen kann.

In meinem anfangs Mai fixierten Material sind fast überall mehr oder weniger entwickelte Spermogonien sichtbar. Sie stehen in großer Menge an beiden Seiten des Blattes, gewöhnlich einzeln, selten paarweise genähert. Aber auch im letzteren Falle bildet sich, soweit erkennbar, jedes Spermogon aus einer selbständigen Anlage. Die ersten Entwicklungsstadien erscheinen als kleine Hyphengeflechte unter der Epidermis (Fig. 3). Sie verbreitern sich wenig in der Flächenrichtung, bald aber fangen sie an nach oben zu wachsen, indem sie die über ihnen liegenden Zellen der Epidermis auseinander drängen. Aus Fig. 3 und 4 ersieht man genauer, wie das vor sich geht: gerade unterhalb der Stelle, wo zwei Epidermiszellen zusammenstoßen, bildet sich eine Gruppe von engen, in vertikaler Richtung zugespitzten Zellen, diese wirkt wie ein Keil und spaltet allmählich die Wand zwischen zwei Zellen (Fig. 3). Solche verlängerten Elemente nehmen dann den ganzen auf diese Weise geschaffenen Raum zwischen den Epidermiszellen ein, während der untere Teil des Spermogoniums als undifferenziertes Hyphengeflecht zurückbleibt (Fig. 4). Darauf fangen diese vertikalen Elemente an zu wachsen und heben die anliegenden Teile der Epidermis empor. Auf solche Weise entstehen die oben genannten Wärrchen. Die Cuticula wird bei diesem Vorgang außerordentlich gedehnt; endlich platzt sie, und die zu dieser Zeit schon in reichlicher Menge gebildeten Spermatien fangen an herauszufallen (Fig. 5).

Wie man sieht, weichen hier die Spermogonien ziemlich von dem ab, was man bezüglich dieser Organe für typisch hält: sie haben keine flaschenförmige Gestalt und keine radiale Anordnung der Basidien; durch die parallele Anordnung der Elemente erinnern sie mehr an diejenigen von *Phragmidium violaceum*, wie sie Blackman (1904) schildert, ohne etwas aus deren Entwicklungsgeschichte anzuführen.

Aus den Bildern sieht man, daß alle Zellen des Spermogoniums

goniums einkernig sind, oder besser gesagt, man sieht nirgends eine Spur von Zweikernigkeit. Aufmerksamkeit verdienen nun besonders die Zellkerne der Spermogonbasidien, d. h. der oben beschriebenen vertikalen Hyphen, die an ihrem oberen freien Ende Spermation abgliedern. Sie sind verhältnismäßig sehr groß, in die Länge gezogen und haben ein dichtes Kerngerüst und ein oder mehrere schwach hervortretende Kernkörperchen (Fig. 6a und c). An den Präparaten kann man sich leicht von dem Fehlen einer scharf differenzierten Kernmembran überzeugen. Was die Spermation selbst betrifft, so unterscheiden sie sich in nichts wesentlichem von dem z. B. von Blackman gegebenen Bilde (1904, Fig. 47 und 59). Es sind runde oder ovale winzige Zellen mit einer kleinen Menge von Protoplasma und einem verhältnismäßig sehr großen Kerne (Fig. 6b); letzterer ist mit einem groben Kerngerüst versehen und entbehrt, wie es scheint, des Nucleolus und der Kernmembran.

Ein wenig später, nach der ersten Anlage der Spermogonien, zeigen die Schnitte durch das infizierte Blatt das Auftreten von neuen umfangreichen Verflechtungen der Hyphen: — dies sind Caeoma-Anlagen, die immer nur auf der Blattunterseite auftreten (Fig. 7). Sie nehmen schnell, hauptsächlich parallel zur Blattfläche an Umfang zu und erreichen schließlich 10 mm und auch mehr im Durchmesser. Gleichzeitig vergrößern sich auch die sie bildenden stets einkernigen Zellen merklich; zugleich wird auch das Geflecht selbst dichter, so daß die einzelnen Hyphen nicht mehr zu unterscheiden sind, und das ganze Gebilde das Aussehen eines Pseudoparenchyms erhält. Besonders wichtig aber ist, daß nunmehr die Bildung einer ganz neuen Schicht von Zellen an der Oberfläche der Anlage beginnt. Diese besteht aus mehr oder weniger gleichartigen, senkrecht zur Blattfläche gestreckten Elementen, welche dicht nebeneinander unter der Epidermis gelagert sind. Sie bilden so eine Art von Palisadenschicht an der unteren Seite des Blattes (Fig. 8 und 9). Die Palisadenzellen sind besonders groß (»large cells« Christmans) ebenso wie auch ihre Zellkerne. Diese erreichen 8 μ im Durchmesser und besitzen ein zartes Chromatingerüst und je ein mit hellem Hofe umgebenes und dadurch

scharf hervortretendes Kernkörperchen. Auch ihre Kernmembran ist deutlich erkennbar (vergl. Fig. 8, 9 u. f.)¹⁾.

Ich konnte keine direkten Beziehungen dieser Zellen zu den unter ihnen liegenden feststellen. Dies ist hier besonders schwer, da, wie gesagt, um diese Zeit das ganze Gebilde den Charakter eines Pseudoparenchyms annimmt, so daß das Verfolgen des Ganges der einzelnen Hyphen geradezu unmöglich wird. Somit bleibt die Frage ungelöst, ob hier die »large cells« die Endverzweigungen der Hyphen darstellen, wie es augenscheinlich, nach Christmans Figuren zu schließen, bei *Phr. violaceum* der Fall ist, oder ob sie interkalar als selbständige Auswüchse entstehen.

Bei weiterer Entwicklung teilt sich jede der palisadenartigen Zellen durch eine horizontale Wand in zwei: eine obere, kleinere, welche an der weiteren Entwicklung keinen Anteil nimmt, — das ist die sog. sterile Zelle, — und eine größere untere, — das ist die fertile Zelle. Dieser Teilungsprozeß spielt sich nicht zu gleicher Zeit in allen Zellen ab, er beginnt im Zentrum des Caeoma und schreitet zur Peripherie, entsprechend dem allgemeinen Entwicklungsgange dieses Körpers vor. Daneben spielen noch die Raumverhältnisse unter der Epidermis eine gewisse Rolle. In Fig. 9 z. B. sind die sterilen Zellen nur an zwei ziemlich voneinander entfernten Stellen abgeteilt (diese Stellen sind mit * bezeichnet); das sind unverkennbar die Zellen, die besonders frei wachsen konnten, weil der Druck der Epidermiszellen an jener Stelle geringer ist, als dort, wo die Elemente der Oberhaut sich nach innen ausbuchten.

Bei weiterer Entwicklung wird infolge der oben beschriebenen Krümmung des Blattes der Druck der Epidermis ver-

¹⁾ Über die verhältnismäßig erhebliche Größe der Zellkerne hier kann der Umstand einen Begriff geben, daß nach meinen Messungen an Blackmans Figuren ihre Größe bei *Phr. violaceum* in den entsprechenden Stadien 5—5,5 μ nicht übersteigt. Diese Form aber hat im Vergleich zu den anderen noch sehr große Kerne. Überhaupt erwies sich dank der Größe der Zellen und ihrer Kerne *Puccinia peckiana* als ein sehr bequemes Objekt, bei welchem viele Details des Baues und der Entwicklungsgeschichte den mittleren Vergrößerungen leicht zugänglich sind. Fast alle meine Figuren sind nur bei einer Vergrößerung von 750 gezeichnet, diejenigen Blackmans bei 1350, Olives bei 1500 und Christmans bei ca. 2000 (?) (Bausch und Lomb. Ob. 1/12, Oc. 1/2. T. l. 185 mm).

mindert sein, und so erhalten alle (oder fast alle) fertilen Zellen die Möglichkeit, die sterilen Zellen abzuschneiden¹⁾.

Nach der Abtrennung derselben fangen die fertilen Zellen an paarweise zu konjugieren. Die Konjugation geht in der Weise vor sich, daß die zwei benachbarte fertile Zellen trennende Wand in ihrem oberen Teile resorbiert wird, so daß eine ziemlich breite Öffnung entsteht, durch welche die beiden Protoplasmen verschmelzen (Fig. 12 und 13). Gewöhnlich liegen, wie sich auch aus dem Baue der fertilen Schicht ergibt (vergl. Fig. 9), die konjugierenden Zellen mit ihren ganzen Seitenflächen dicht aneinander (Fig. 13), manchmal aber stehen sie unten etwas voneinander ab und schließen bloß in ihren oberen Teilen fest aneinander. Dort wird dann die trennende Wand schließlich resorbiert (Fig. 13). In solchem Falle werden besonders instruktive, geradezu Demonstrationsbilder, der Konjugation erhalten. Im weiteren Verlauf der Entwicklung wird die Verschmelzung der konjugierenden Zellen so vollständig, daß es unmöglich wird im oberen Teile eine Grenze zwischen beiden zu ziehen, nur unten können die nicht resorbierten Teile der Scheidewand wahrgenommen werden. Auf solche Weise entsteht eine zweikernige, »zweifüßige« Zelle, von welcher dann die weitere Entwicklung ausgeht.

Was die »sterilen Zellen« betrifft, so bleiben sie gewöhnlich nicht lange an den fertilen hängen und fallen zur Konjugationszeit ab. Da sie meistens schon zu einer Zeit gebildet werden, in welcher die Epidermis noch der fertilen Schicht fest anliegt und sogar darauf drückt, so schmiegen sie sich gewöhnlich so fest an dieselbe an, daß sie bei der folgenden Krümmung des Blattes von den fertilen Zellen abgerissen werden und an den Epidermiszellen hängen bleiben. Einige werden übrigens von beiden abgerissen und liegen dann frei in der unter der Epidermis entstehenden Höhle (Fig. 19). Bald

¹⁾ Bemerkt muß noch werden, daß außer dem angeführten Umstande hier noch eine, wenn auch nicht bedeutende, nachträgliche Neubildung der fertilen Zellen in der Schicht stattfindet. Auf Fig. 11 z. B. sieht man zwei solche scheinbar in ihrer Entwicklung zurückgebliebene Zellen. Von einem Drucke der Epidermis auf dieselben kann natürlich keine Rede sein. Es sind augenscheinlich einfach jüngere Zellen, die zwischen den älteren hervordrangen. Eine große Bedeutung in der Caecoma-Entwicklung scheint solche Neubildung nicht zu haben.

darauf fangen sie an zu zerfallen; sie verlieren ihr Färbungsvermögen, ihre Umrisse werden etwas unregelmäßig, die Kerne verwandeln sich in unregelmäßige Klümpchen von Chromatin und bei weiterer Entwicklung des Caeoma werden sie gänzlich aufgelöst.

Der Grundgedanke der Arbeit Olives (1908) besteht, wie wir sahen, darin, daß bei den von ihm untersuchten Formen die konjugierenden Zellen, die prinzipiell gleich sind, sich durch ihre Lage, Größe und besonders dadurch von einander unterscheiden, daß nur die größere (weibliche) eine sterile Zelle bildet, die kleinere (männliche) aber nicht. Natürlich wurde auf diesen Punkt von mir die größte Aufmerksamkeit verwandt, doch erhielt ich die skizzierten anderen Resultate.

Wie aus einer ganzen Reihe von Figuren ersichtlich (Fig. 12, 13, 14, 15 und andere), unterscheiden sich die konjugierenden Zellen in nichts Wesentlichem voneinander weder hinsichtlich der Größe noch der Lage, und wenn auch manchmal ein unbedeutender Unterschied wahrgenommen wird (Fig. 16, 21), so übersteigt er nicht die Grenzen von individuellen Schwankungen, so daß darüber nichts zu sagen ist. Ebenso wenn man die ganze fertile Schicht durchsieht, so bemerkt man, daß sie aus gleichartigen Elementen besteht (Fig. 8, 9, 10), und wenn es hier einige Verschiedenheiten gibt, so hängt das hauptsächlich von den Raumverhältnissen unter der Epidermis ab, zuweilen auch, wie in Fig. 11, von einer nachträglichen Neubildung der fertilen Zellen. Jedenfalls kann hier von einer regelmäßigen Abwechselung der größeren und der kleineren Zellen keine Rede sein, obgleich man, falls Olives Schema hierher zuträfe, das durchaus erwarten sollte.

Was aber die »sterilen Zellen« betrifft, so ist es leider schwer, den direkten unmittelbaren Nachweis zu erhalten, daß sie von allen Sexualzellen abgegliedert werden; denn zur Konjugationszeit sind sie, wie gesagt, gewöhnlich schon abgefallen. Immerhin sprechen die Zahlenverhältnisse der betreffenden Zellen (d. h. der sterilen und fertilen Zellen) in den Schnitten deutlich dafür, daß beide Gameten ihre sterilen Zellen gebildet hatten (vgl. z. B. Fig. 19, wo man 11 sterile Zellen und 10 (oder 12?) schon gepaarte und 2 (oder 1?) ungepaarte Gameten sieht). Einige Male aber gelang es auch, und das halte ich für besonders wichtig, den direkten Nachweis zu erbringen. Ein

solcher Fall ist in Fig. 14 abgebildet. Hier sind zwar beide sterilen Zellen schon abgestoßen, aber ihre Lage ist so charakteristisch, daß man über ihre Beziehung zu den darunter liegenden Gameten kaum in Zweifel sein kann. Ich muß übrigens bemerken, daß solche überzeugende Fälle äußerst selten vorkommen, was sich meiner Meinung nach aus der Krümmung des Blattes erklärt, welche ein Verschieben der einzelnen Elemente gegen einander bedingt. Verhältnismäßig häufiger kommen umgekehrte Fälle vor, wo eine sterile Zelle gar nicht abgelöst wird, sondern bis zum Moment der Konjugation ja sogar noch viel länger an ihrem Gameten hängen bleibt, so in Fig. 24, 18 und 17. Die letzten beiden Bilder sind für uns besonders interessant. Sie ähneln sehr den Fig. 26 und 27 Olives (1908), welche nach seiner Ansicht beweisen, daß nur ein Gamet die sterile Zelle entwickelt. Ich erkläre sie anders: sie zeigen bloß, daß die eine von den beiden zufällig nicht abgefallen ist. Können die entsprechenden Figuren Olives nicht auf gleiche Weise gedeutet werden?

Anderseits sind auch Fälle denkbar, in welchen die sterile Zelle gar nicht gebildet würde. In Fig. 16 ist sogar ein Fall abgebildet, wo scheinbar auch beide fehlen: die Gameten sind hier durch die sich stark vorwölbende Epidermiszelle so niedergedrückt, daß sie keinen Platz dazu gefunden zu haben scheinen. Doch sind solche Fälle nur eine seltene durch äußere Einwirkungen bedingte Ausnahme; als Regel kann die Bildung von sterilen Zellen durch beide fertilen aufgestellt werden. Der ganze Prozeß stimmt also hier in allem Wesentlichen mit Christmans Angaben überein.

Was nun das Hinüberwandern der Kerne aus einer vegetativen Zelle in andere betrifft, wie es Blackman schildert, so wurde das auch einige Male von mir beobachtet. In Fig. 33 z. B. sieht man, wie in die fertile Zelle der Kern der unterliegenden überwandert. Auf Fig. 34 geschieht das zwischen zwei vegetativen Zellen, die beide gerade unter den fertilen liegen. Dasselbe wird manchmal auch in tieferen Schichten des Caeoma-Polsters beobachtet. Solche Figuren werden nicht oft angetroffen und finden sich gewöhnlich in den Präparaten mitten unter normal konjugierenden Zellen. Deshalb halte ich sie mit Christman für ein Kunstprodukt, das wahrscheinlich durch einseitige Wirkung der Fixierungsflüssigkeit hervorgerufen

wird. Eine ähnliche Bedeutung hat vermutlich auch Fig. 35, wo in einer zweifüßigen basalen Zelle der Kern der einen Hälfte in die andere hinüberwandert. Endlich ist zu bemerken, daß bei einer breiteren Verbindung zwischen den zwei Hälften der basalen Zelle ein Übergang der Kerne nicht gerade selten beobachtet wird (vgl. Fig. 21, 22, 25).

Jede der auf die beschriebene Weise aus zwei Gameten gebildeten zweikernigen zweifüßigen Zellen (s. S. 7), die wir konjugierte Zellen nennen werden, bildet bei weiterer Entwicklung eine Reihe von Aecidiosporen. Dieser Prozeß ist aus den Angaben früherer Autoren genugsam bekannt (s. z. B. Rosen — 1893 und besonders Sappin—Trouffy, 1896), so daß er kaum eine ausführliche Behandlung erfordert. Im wesentlichen besteht er darin, daß die beiden Kerne der konjugierten Zelle sich gleichzeitig zu teilen anfangen (»konjugate« Teilung Blackmans), indem sich beide Teilungsfiguren immer vertikal und gewöhnlich zu einander parallel, zuweilen aber auch gekreuzt, orientieren (Fig. 18, 20, 21). Die in solcher Weise gebildete 4kernige Zelle (Fig. 22) zerfällt durch eine horizontale Scheidewand in eine obere, sog. Aecidiosporen-mutterzelle, und eine untere basale Zelle (Fig. 23), welche natürlich die 2 »Füße« noch erkennen läßt. Letztere teilt sich in der beschriebenen Weise noch einige Male, immer nach oben eine neue Aecidiosporenmutterzelle bildend (Fig. 25, 26, 29, 30 und andere): Diese aber teilen sich ihrerseits jede noch einmal in zwei zweikernige ungleiche Zellen: — eine größere — die eigentliche Aecidiospore und eine kleinere die sog. interkalare Zelle (Fig. 28, 29, 31, 32). Sie nimmt gewöhnlich einen unteren etwas ausgezogenen Winkel der ersteren ein; dadurch werden auch die Teilungsfiguren etwas schief orientiert (Fig. 27).

Der Zeitpunkt dieser letzten Teilung ist individuellen Schwankungen unterworfen. Manchmal teilt sich die Aecidiosporenmutterzelle gleich nach ihrer Absonderung von der Basalzelle (Fig. 27, 28), manchmal später, nachdem die basale sich noch einmal geteilt hatte (Fig. 31). Letzteres wird viel öfter beobachtet.

Die auf die beschriebene Art entstandenen Aecidiosporenketten sind gewöhnlich nicht lang: — meistens nur aus 3—4 Gliedern aufgebaut. Die interkalaren Zellen werden bald zerstört. Zu

diesem Zeitpunkt platzt die Epidermis unregelmäßig und die oberen Aecidiosporen fangen an auszustäuben.

Zusammenfassung:

Bei der untersuchten *Puccinia peckiana* Howe findet eine Konjugation von völlig gleichen Gameten statt. Die Angaben Olives passen also auch hier nicht, obwohl unsere Form ebensolche *Caeoma* entwickelt, wie die von ihm untersuchten *Phragmidium*-, *Triphragmidium*- und *Gymnodinia*-Arten. Sein Versuch, den Widerspruch zwischen Blackman und Christman auszugleichen, hat deshalb keinesfalls allgemeine Gültigkeit.

Die Differenz in der Konjugationsweise, die von genannten Forschern geschildert wurde, kann nicht weggeleugnet werden. Sie hängt hauptsächlich natürlich von den Artdifferenzen der untersuchten Formen ab, zuweilen aber drängt sich der Gedanke auf, ob nicht auch jenes pathologische Überwandern der Kerne eine gewisse Rolle spielte, von welchem Christman spricht und welches auch bei unserer Form neben der normalen Konjugation manchmal beobachtet wurde.

Der Konjugationstypus von der Art, wie wir ihn schilderten, kann einige Andeutungen über die Natur der sterilen Zellen geben. Der Umstand, daß sie von beiden fertilen Zellen normal gebildet werden, spricht nach meiner Ansicht gegen deren Deutung als Trichogyne. Überhaupt, glaube ich, kann man die Sexualität der Rostpilze schwerlich direkt von derjenigen der Florideen ableiten. Man müßte sonst hier einen die normale »äußere« Befruchtung (durch das Spermatium) ersetzenden Vorgang annehmen — eine Art Pseudoapogamie, wie sie bei apogamen Farnen vorkommt (Farmer und Digby, 1907), aber solche, die nicht zwischen zwei vegetativen Zellen des Gametophyten, wie dort, sondern zwischen zwei Eizellen von zwei differenzierten Karpogonen stattfindet, was schon a priori wenig wahrscheinlich ist. Der Umstand aber, daß die sterilen Zellen unter dem Einflusse der äußeren Bedingungen manchmal auch ganz fehlen, weist darauf hin, daß man ihnen kaum irgend eine wesentliche morphologische Bedeutung beilegen kann. Sie scheinen bloße Puffer zwischen den fertilen Zellen und der Epidermis zu sein.

Moskau, Botan. Institut der Universität.

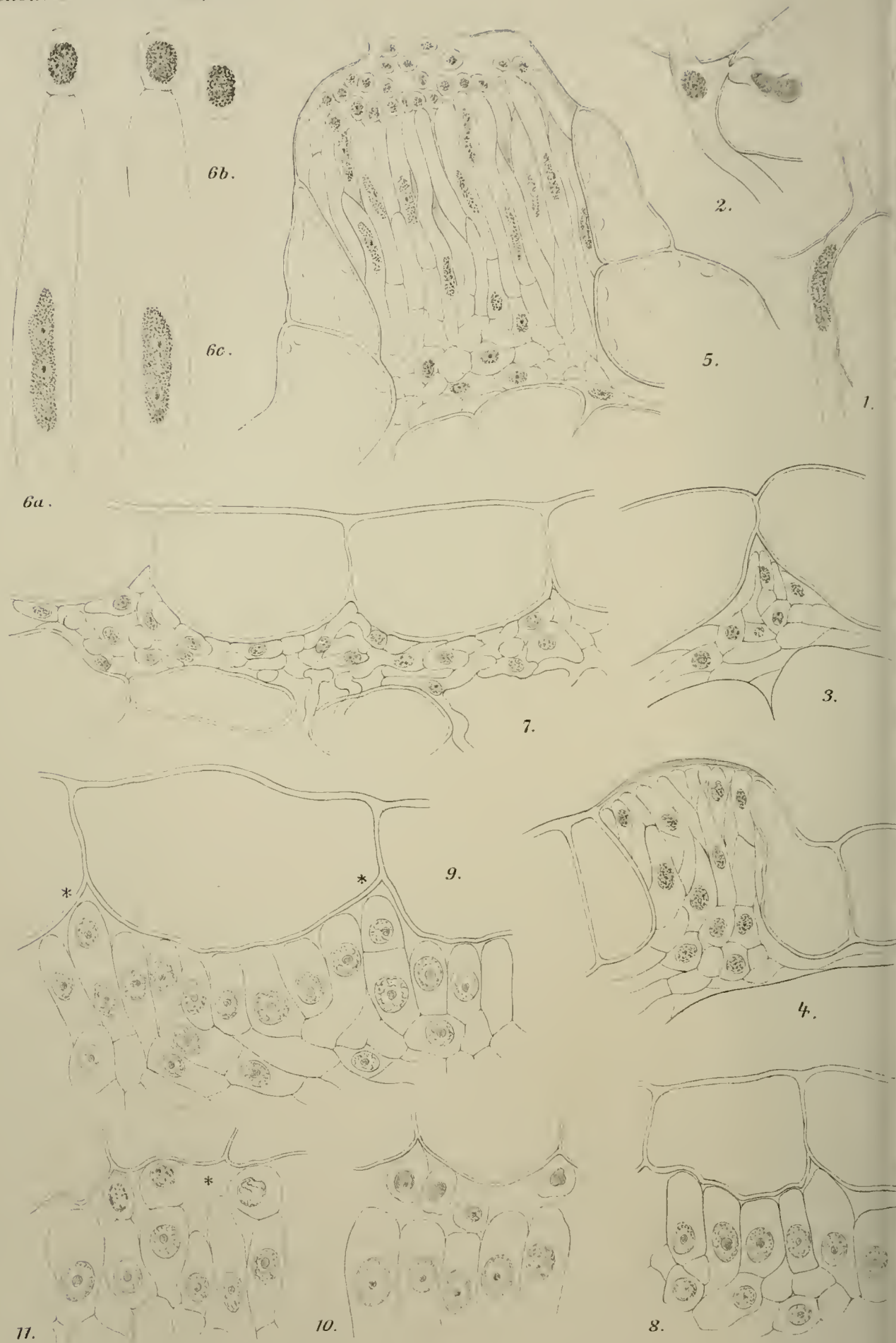
Zitierte Literatur.

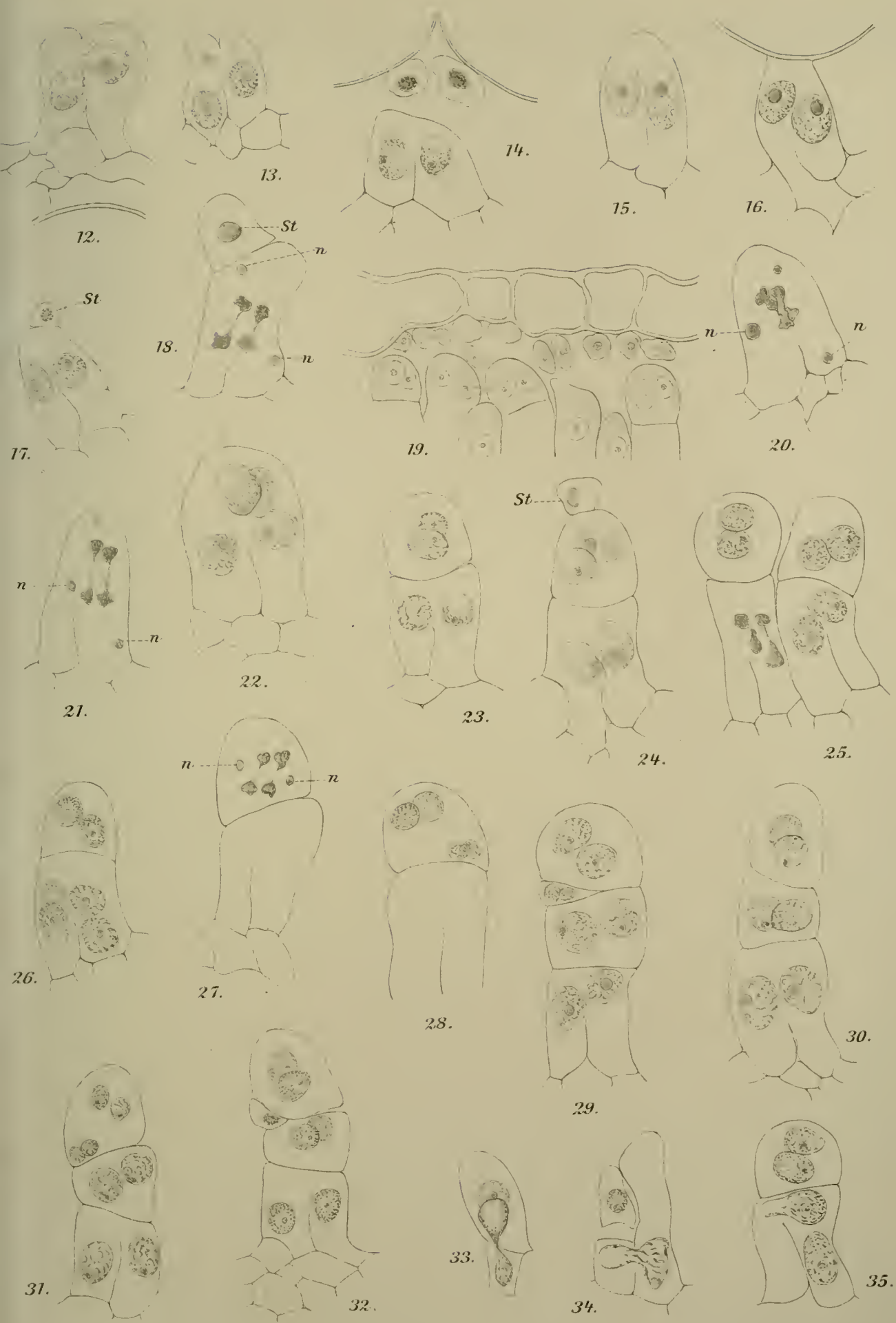
1. Blackman, On the fertilization, alternation of generation and general cytologie of the uredineae. *Ann. of Bot.* 1904. **18**, 323—373.
2. Blackman and Fraser, Further studies on the sexuality of the uredineae. *Ann. of Bot.* 1906. **20**, 35—48.
3. Christman, Sexual reproduction in the rusts. *Bot. Gaz.* 1905. **39**, 267—274.
4. Christman, The nature and development of the primary uredospores. *Trans. Wis. Acad. Sci.* 1907. **15**.
5. Christman, Alternation of generation and the morphology of the spore forms in rusts. *Bot. Gaz.* 1907. **44**, 81—101.
6. Evans Pole, The cereal rusts. *Ann. of Bot.* 1907. **21**, 441—466.
7. Farmer and Digby, Studies in apospory and apogamy in ferns. *Ebenda* 161—196.
8. Olive, Sexual cell fusions and vegetative nuclear division in the rusts. *Ann. of Bot.* 1908. **22**, 331—360.
9. Rosen, Studien über die Kerne und die Membranbildung bei Myxomyceten und Pilzen. *Cohns Beiträge* 1892. **4**, 237—264.
10. Sappin-Trouffy: Recherches histologiques sur les uredinées. *Le Botaniste*, 1896—1897. **2**, 59—244.

Figurenerklärung.

Die Fig. 3, 4, 5, 7 und 19 sind 500:1 vergr. (Zeiß Apochr. 2 mm. Comp. Oc. 4); Fig. 6a, b und c — 1500:1 (Zeiß Apochr. 2 mm. Comp. Oc. 12); alle anderen — 750:1 vergr. (Zeiß Apochr. 2 mm. Comp. Oc. 6).

- Fig. 1. Teil einer vegetativen Hyphe zwischen den Zellen des Blattparenchyms.
 Fig. 2. Dass. mit Haustorium.
 Fig. 3. Die ganz junge Anlage des Spermogoniums.
 Fig. 4. Dass., älteres Stadium.
 Fig. 5. Reifes Spermogonium.
 Fig. 6. a) »Die Spermogonbasidie« mit Spermatium.
 b) Spermatium.
 c) Der Kern »der Spermogonbasidie«.
 Fig. 7. Die junge Caeomaanlage.
 Fig. 8. Dass., älteres Stadium. Die fertile Schicht ist schon ausgebildet.
 Fig. 9. Dass., noch älteres Stadium. Es fängt schon die Absonderung der sterilen Zellen an (bei *).
 Fig. 10. Dass., noch älteres Stadium. Die fertilen Zellen sind alle gleichartig und alle (außer einer) mit sterilen Zellen versehen.
 Fig. 11. Dass., bei * sieht man eine Neubildung der fertilen Zellen.
 Fig. 12 und 13. Konjugation.
 Fig. 14. Dass., die zu den konjugierenden gehörenden sterilen Zellen hängen an die Epidermis angeklebt.
 Fig. 15. Dass., weiteres Stadium der Verschmelzung. Die Grenze zwischen zwei Zellen ist im oberen Teile nicht mehr wahrnehmbar.





E. Lave, Luth. Inst. Berlin.

Fig. 16. Konjugation. Die sterilen Zellen sind in diesem Falle nicht ausgebildet.

Fig. 17. Zweikernige konjugierte Zelle, auf welcher zufällig die eine sterile Zelle (st) noch hängt.

Fig. 18. Kernteilung in der konjugierten Zelle. St — sterile Zelle; n — Nucleoli.

Fig. 19. Teil eines Schnittes durch die Stelle, wo die meisten konjugierten Zellen schon geteilt sind. Man sieht 11 sterile Zellen, 5 (6?) schon geteilte basale und 2 (1?) einkernige Zellen.

Fig. 20 und 21. Kernteilung in der konjugierten Zelle. n — Nucleoli.

Fig. 22. Vierkernige Basalzelle.

Fig. 23, 24 und 25. Folgendes Stadium. Die erste Aecidiosporenmutterzelle ist schon abgeteilt; St — sterile Zelle.

Fig. 26. Älteres Stadium. Die Basalzelle ist nach Absonderung der ersten Aecidiosporenmutterzelle von neuem vierkernig (diesem vorhergehende »konjugare« Teilung sieht man in Fig. 25).

Fig. 27. »Konjugate« Teilung in Aecidiosporenmutterzelle. n — Nucleoli.

Fig. 28. Folgendes Stadium. Zwei kleinere Kerne sind die Kerne der interkalaren Zelle.

Fig. 29—32. Die verschiedenen Stadien der Aecidiosporen- und interkalaren Zellen-Bildung.

Fig. 33 und 34. Pathologisches Durchwandern der Zellkerne durch die enge Öffnung in der Zellwand.

Fig. 35. Das Hineinwandern des Zellkerns aus einer Hälfte der Basalzelle in die andere.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Kurssanow L.

Artikel/Article: [Zur Sexualität der Rostpilze. 81-93](#)