

deren Blüten zwar wohl der innere Staubblattkreis, nicht aber die Bartheilung an den Petalen aufzutreten pflegt.

Je zwölf Samen von sieben so erzeugten Kapseln, wobei die Eigenschaften von „Mutterblüte“ und „Vaterblüte“ genau gebucht sind, wurden am 3. Febr. 1894 ausgesät.

Leider ist bisher ein einziger Same aller dieser Kulturen aufgegangen (Febr. 1895). Wie die Revision zeigte, befindet sich noch jetzt ein beträchtlicher Teil der Samen in gutem Zustande vor, während ein anderer Teil allerdings verfaulte.

Auch von drei aus der 1894er Ernte, unter ähnlicher Auswahl, angesetzten Kulturen ist noch kein Keimungsergebnis zu verzeichnen. Dies erweckt in mir die Befürchtung, dass in Folge fortgesetzter Inzucht die Entwicklungsfähigkeit, der sonst allerdings noch vollkommen ausgebildeten Samen, verloren gegangen sein mag<sup>1)</sup>. Dadurch würde meinen Versuchen, welche auch nach andern Richtungen, vom besonderen Interesse, angestellt wurden (Vererbbarkeit der Pseudodimerie, der Dimerie) ein unerwünschter Abschluss aufgedrungen werden.

Innsbruck, Botanisches Institut. Oktober 1895. [18]

## Ueber konjugate Kerne und die konjugate Kernteilung.

### Eine Zusammenfassung

von **G. Poirault** in Paris und **M. Raciborski** in München.

G. Poirault et M. Raciborski, Les Phénomènes de Caryokynèse dans les Urédinées. Comptes rendus vom 15. Juli 1895; Sur les noyaux des Urédinées im Journal de Botanique, 1895.

Schon Schmitz, dem wir die ersten genauen Angaben über die Kerne der Pilzgruppe der Uredineen verdanken, konnte bei *Coleosporium Campanulae*, dem häufigen Parasit unserer *Campanula*-Arten konstatieren (Sitzungsberichte der niederrhein. Gesellschaft für Naturkunde zu Bonn, 1879, S. 39), dass in der „Mehrzahl der Fälle die Zellen des „Mycels zwei ziemlich große Kerne führen, die ganz nahe bei einander „liegen, so dass die Zellkerne eines längeren, verzweigten Mycel-„abschnittes höchst eigentümlich paarweise verteilt erscheinen“.

Die zweikernigen oder mehrkernigen Zellen sind, wie bekannt, in dem Pflanzen- wie in dem Tierreiche sehr verbreitet. So haben z. B. die Pollenkörner in den meisten Fällen zwei Kerne, welche durch eine Teilung des primären Kernes, ebenso wie die zahlreichen freien Kerne des Embryosacks durch wiederholte Teilungen des Primärkernes entstehen. Die beiden Kerne des Pollenkernes, die 8 Kerne eines Embryosacks sind also Geschwisterkerne.

1) Diese Befürchtung wird wesentlich genährt durch die Ergebnisse, welche Dr. Ritzema Bos bei seinen Inzuchtversuchen mit Ratten erhalten hat. Vgl. „Untersuchungen über die Folgen der Zucht in engster Blutsverwandtschaft“. Biologisches Centralbl., 1894, S. 75.

Anders bei den Uredineen. Die zwei Kerne einer Uredineenzelle sind keine Geschwisterkerne. Sie sind in der Größe, Gestalt, Reaktionen und der Zahl der Chromosomen ganz gleich gebaut und es war uns nicht möglich zwischen den zwei Kernen eines Kernpaares irgend welche Differenz zu finden. Doch haben diese Kerne nicht die Fähigkeit jeder für sich allein, von dem anderen unabhängig sich zu teilen. Zur Karyokinese schreiten die beiden Kerne eines Kernpaares immer zusammen, indem sie sich symmetrisch an einander legen und simultan ein Kernteilung durchführen, die einer Mitose gewöhnlicher Kerne in den Stadien der Prophasen, Metaphasen und Anaphasen durchaus ähnlich erscheint. Erst nach der vollendeten Kernteilung erkennen wir wieder, dass es zwei und nicht ein Kern waren, die sich segmentiert haben, denn wir bekommen an den Spindelpolen nicht je einen, aber je zwei neue Kerne, die sich abrunden, zur Ruhe kommen und bis zur nächsten Kernteilung in der Nähe bleiben.

Am leichtesten und am klarsten zu studieren erscheinen diese Verhältnisse bei der Bildung der Aecidiosporen. Die Uredineen bilden bekanntlich sehr verschiedene Sporen, die als Aecidiosporen, Spermastien, Uredo, Teteutosporen und Sporidien bezeichnet werden. Die Bildung der Aecidiosporen kommt auf die folgende Weise zu Stande.

Die Fäden des Pilzes verlaufen zwischen den Zellen der Wirtspflanze und senden in die letzten verschieden gebaute Saugorgane sogen. Haustorien. In den Zellen der Fäden finden wir gewöhnlich zwei Kerne, manchmal in den Endzellen auch mehr, die dann jedoch zu zweien nebeneinander liegen. In den Haustorien sind immer zwei Kerne vorhanden. Vor der Bildung der Aecidiosporen drängen zahlreiche Hyphen unterhalb der Oberfläche des Blattes oder Stengels, wo ihre Enden die mit einem dichten Plasma erfüllt sind, gedrängt neben einander stehen. Die zwei Kerne eines Hyphenendes, die anfangs über einander oder schief liegen, verschieben sich vor der Kernteilung so, dass beide in eine zu der Längsaxe der Hyphe senkrechter Linie kommen. In jedem Kern ist ein großer Nukleolus, häufig mit kleinen Vakuolen in dem Inneren sichtbar. Dieser Nukleolus liegt vor der Kernteilung unmittelbar unter der Kernmembran. Nach der erwähnten Verschiebung der Zellkerne sind die Nukleolen immer an der nach außen gewandten Seite des Zellkernes vorhanden, dagegen sammelt sich das Chromatingerüst an der inneren Seite des Zellkernes, also an der Stelle, wo die beiden Kerne neben einander liegend, sich gegenseitig fast berühren. Das Chromatingerüst verdichtet sich mehr und mehr, und endlich, nachdem die Kernmembran verschwindet, verschmilzt das ganze Chromatin eines Zellkernes zu einem einzigen Segment, einem Chromosoma. In diesem Stadium liegen in dem Plasma der Hyphe an einer transversalen Linie zwischen zwei randständigen Nukleolen zwei Chromatinsegmente in der Mitte, von welchen jedes das ganze Chro-

matin eines Zellkernes umfasst. Jetzt strecken sich die Chromosomen in der Längsaxe der Kernspindel, sie sind grade und stäbchenförmig, und in jedem erscheint eine deutliche Längsspalte. In dem weiteren Verlaufe der Teilung ziehen sich die Tochtersegmente eines Chromosoms zu den entgegengesetzten Polen der Spindel, verkürzen sich, verdicken und erscheinen endlich an den Polen als zwei neben einander liegende birnförmige Körperchen. Während nun bei der gewöhnlichen Kernteilung alle Segmente, die an einem der Spindelpole angesammelt sind von einer gemeinsamen Plasmamembran umschlossen werden und so einen Kern bilden, wird bei den Uredineen ein jedes Chromosom für sich allein von der Plasmamembran umschlossen und so entstehen an den Polen der Kernspindel nicht ein, sondern zwei Kerne.

Das obere Ende eines Pilzfadens mit den zwei neu gebildeten Kernen wird von dem unteren Teile desselben durch eine Wand abgetrennt, wird jedoch nicht gleich zu einer Spore, aber schmürt noch früher nach unten eine kleine sogen. Zwischenzelle ab. Bei der Bildung der Zwischenzelle teilen sich die 2 Kerne der Zelle in derselben Weise simultan in der Richtung der Längsaxe. Die beiden an dem unteren Pol gebildeten Kerne der Zwischenzelle werden jetzt durch eine schiefe Wand von den beiden oberen Kernen der reifen Aecidiospore abgetrennt.

Aus dem mitgeteilten geht hervor, dass die beiden Kerne der Uredineen zusammen eine Einheit darstellen, dass zwischen ihnen ein gewisser Zusammenhang besteht, der sie zwingt nie allein, sondern immer zusammen, und dazu in einer ganz regelmäßigen, symmetrischen Weise zur Teilung zu schreiten. Solche Kerne haben wir konjugate, solche Kernteilung eine konjugate Kernteilung genannt.

Nicht nur während der Bildung der Aecidiosporen, aber auch in den vegetativen Hyphen, wie auch bei der Bildung der Teleutosporen haben wir immer nur die konjugate Kernteilung gesehen. Von den über 80 Uredineenarten die wir untersucht haben eignen sich nicht alle für die Untersuchungen (manche haben zu kleine Zellkerne) doch bei 19 Species ist uns gelungen die Anwesenheit eines einzigen Chromosom in dem Zellkerne und die konjugate Kernteilung nachzuweisen. Es sind das die folgenden Arten: *Trachyspora Alchemillae*, *Puccinia Aegopodii*, *liliacearum*, *Caeoma* der *Colcosporium Sonchi*, *Senecionis*, *Euphrasiae*, *Campanulae*, Aecidien der *Puccinia Gentianae*, *Magnusiana*, *Thesii*, *Poarum*, *Swertziae*, der *Uromyces Viciae*, *Poae*, *Pisi*, *Aecidium leucospermum*, *Thalictri*, *Leucanthemi*, *Caeoma Aegopodii*.

Bei allen diesen Rostpilzarten, wo wir die konjugate Kernteilung gesehen haben, konstatierten wir immer die Anwesenheit nur je eines Chromosoms in dem Kerne während der Teilung. Die langen, graden Chromosomen zweier konjugaten Kerne liegen immer in der Längsaxe der Spindel, spalten sich der Länge nach in je zwei Tochtersegmente

die nach den entgegengesetzten Polen sich zurückziehen. Mit Hilfe der besten Linsen die uns zu Gebote standen (Zeiss, Apochromat 2 mm, 1.3 Ap., Seibert  $\frac{1}{12}$ , 1.32 Ap.) konnten wir in den relativ dicken Chromosomen keine Differenzierung sehen, sie erscheinen ganz homogen, kompakt.

Die Kerne der Uredineen besitzen die kleinste denkbare Zahl der Chromosomen. Bei den Pflanzen waren so wenig Chromosomen zählende Kerne bisher unbekannt, bei den Tieren sind sie schon längst bei der *Ascaris megalcephala typ.* van Beneden (var. *univalens*) genau untersucht, wo sie in den Richtungsspindeln zum Vorschein treten. Die Rostpilze dagegen besitzen während der ganzen vegetativen Periode, und während der Richtung der Aecidio- und der Teleutosporen nur ein Kernsegment.

Charakteristisch für die konjugate Kernteilung der meisten (nicht aller) Rostpilze ist die Lage der Nukleolen, die von den Kernen ausgestoßen lange in dem Plasma, fast immer genau in der Ebene des Equators liegen. Bei manchen Arten bleiben sie sehr lange erhalten so z. B. bei *Peridermium Pini acicola*, wo neben den längst ruhenden, mit neuen Nukleolen versehenen Kernen noch in dem Plasma, die alten Kernkörperchen der Elternkerne herumirren. Mit den Centrosomen haben somit diese extranukleolären, vakuoligen Nukleolen nichts zu thun.

Nicht während der ganzen Entwicklung besitzen die Uredineen die konjugaten Kerne und konjugate Kernteilung. In einem gewissen Stadium verschmelzen die beiden konjugaten Kerne mit einander und dieser einzige Verschmelzungskern verhält sich während der Teilung ganz ähnlich, wie die zwei getrennten konjugaten Kerne zusammen. Während der Teilung bildet dieser Verschmelzungskern zwei Chromosomen, die nach der Spaltung und Vollendung der Anaphasen zwei, nicht vier Tochterkerne liefern. Soweit wir bis jetzt untersucht haben, ist das Stadium in der Entwicklung der Rostpilze, in welchem die Zellen derselben nur einen Zellenkern mit je 2 Chromosomen besitzen, sehr beschränkt. Bei den Uredineen verschmelzen die zwei Kerne einer Teleutospore, und nach der Verschmelzung teilt sich der Verschmelzungskern noch 2mal, die vier Kerne der Basidie liefernd. Jeder Kern der Basidie wandert durch einen Schlauch (sterigma) in die kleine Sporidie und da teilt er sich nochmals. Die zwei so entstandenen Kerne der Sporidie wandern aneinander und in ihnen haben wir wieder die konjugaten Kerne vor uns. Die Sporidie keimt auf der Nährpflanze und durch die ganze folgende Wachstumsperiode bis zur Bildung neuer Basidien, teilen sich die Kerne eines Rostpilzes, soweit wir untersucht haben<sup>1)</sup>, auf die konjugate Weise.

1) Wie sich die einkernigen Spermastien bei der Keimung verhalten bleibt noch zu untersuchen.

Wir haben also, in der Entwicklung der Rostpilze zwei verschiedene Phasen erkannt. Eine sehr lange dauernde Generation, wo in den Zellen 2 konjugate Zellkerne zu finden sind, die bei der Teilung je ein Chromosom liefern, und eine andere, ganz kurze Generation der Basidie, wo in den Zellen nur ein Zellkern vorhanden ist, der jedoch bei der Teilung zwei Chromosomen erzeugt. Die Chromosomen der Basidiengeneration sind sehr merkwürdig gebaut, unregelmäßig, mit Einschnürungen versehen, sehr lang, vielfach in Bruchstücke zerfallen.

Die für die Uredineen charakteristische Erscheinung der konjugaten Kerne ist geeignet, auf die Rolle des Kernes in der Zelle, ein neues Licht zu werfen. Indem wir auf die große Uebereinstimmung einer konjugaten, simultanen Kernteilung zweier Kerne mit einer normalen, karyonetischen Segmentierung eines Kernes mit 2 Chromosomen erinnern, wollen wir anknüpfen auf die trefflichen Auseinandersetzungen Boveri's (Zellenstudien III, p. 55). „Die durch Teilung entstehende „Zelle wird einkernig, wenn die ihr zugeteilten Chromosomen so dicht „zusammengelagert sind, dass sie entweder gleich von Anfang an eine „gemeinsame Vakuole um sich erzeugen oder dass wenigstens die zu- „nächst um die einzelnen Elemente auftretenden Bläschen noch vor „ihrer vollen Ausbildung sich berühren und verschmelzen. Ist dagegen „der Abstand der einzelnen Teile während dieser Bildungsperiode zu „groß, so wird die Zelle mehrkernig dauern“. Und etwas weiter: „Wenn es ganz gleichgiltig ist, ob das Kernmaterial einer Zelle in „einem Kern vereinigt ist, oder verteilt auf zwei oder mehrere Vakuolen, „so folgt daraus, dass der gewöhnliche einfache „Kern“ weder morpho- „logisch noch physiologisch eine Einheit ist, sondern sozusagen nur „ein gemeinsames Haus für eine Anzahl gleichwertiger, voneinander „unabhängiger Bestandteile, die ihre Funktionen ebensogut getrennt „auszuüben vermögen“.

Dem gegenüber wollen wir betonen, dass es uns zweifelhaft erscheint ob nur die weitere Entfernung der Chromosomen zu Ende der Anaphasen oder ihre dichte Zusammenlagerung die Ursache ist, warum die einzelnen Chromosomen bei der konjugaten Teilung getrennte Kerne bilden oder später miteinander verschmelzen. Es sind doch die Chromosomen an den Polen der Spindel bei der konjugaten Kernteilung in derselben Entfernung voneinander, wie bei der gewöhnlichen Mitose in den Basidieen, trotzdem liefern sie in dem letzten Falle nur je einen gemeinsamen Kern, in den ersten dagegen zwei Kernblasen. Es müssen also andere Gründe sein, welche die Chromosomen nach den Anaphasen, oder die ruhenden Kerne der Teleutosporen zwingen, miteinander zu verschmelzen oder getrennt zu bleiben.

Thatsächlich scheint es sich bei den Zellen der Rostpilze um „Halbkerne“ zu handeln, „die erst in ihrer Gesamtheit alle Qualitäten des „sonst vorhandenen einheitlichen Kerns repräsentieren und die sich

„aus diesem Grunde nicht jeder für sich teilen, sondern zusammen „eine karyokinetische Figur erzeugen, wie sie einem gewöhnlichen einheitlichen Kern entspricht“. Wenigstens unter den in der Natur schon gegebenen Verhältnissen, findet man immer nur eine konjugate Kernteilung dieser Halbkerne. Ob jedoch ein solcher „Halbkern“ nicht auch für sich allein in gewissen Umständen ein regenerationsfähiges Ganzes darstellt, kann nur ein Experiment belehren.

Es bleibt uns noch die Kernverschmelzung in den Teleutosporien der Rostpilze zu gedenken. Diese hat schon Rosen (Cohn's Beiträge VI) beobachtet, später hat sich mit denselben Dangeard und Sappin-Trouffy beschäftigt (Comptes rendus 1893; le Botaniste 1893). Die letzten Autoren fassen die beiden verschmelzenden Kerne als einen männlichen und einen weiblichen auf, die miteinander kopulieren. Wir hatten also bei den Uredineen mit einer Befruchtung zu thun, welche zwar die Autoren „pseudo-fécondation“ nennen. Strasburger, der vor kurzem in dieser Zeitschrift (Biol. Centralbl., 1894, S. 864) die Untersuchungen Dangeard's und Sappin-Trouffy besprochen hat, meint: „wenn die Kerne, die auf solche Weise zur Vereinigung kommen, weit auseinander liegenden Teilungsschritten in der Pflanze ihren Ursprung verdanken, so könnte immerhin durch ihre Vereinigung ein gewisser Ausgleich erzielt werden, der eine unveränderte Erhaltung der Art sichern möchte. Diese Verschmelzung der Kerne ließe sich dann in der That in ihrem physiologischen Nutzeffekt mit einem Befruchtungsvorgang vergleichen. Thatsächlich fehlen aber noch die Anknüpfungspunkte für einen verschiedenen Ursprung dieser verschmelzenden Kerne, ebenso wie für ihre Verschiedenheit überhaupt und kann man daher geneigt sein, den Schwerpunkt der Verschmelzung hier in die Stärkung der ernährungsphysiologischen Funktionen dieser Kerne zu verlegen“.

Es zeigen nun unsere Untersuchungen, dass zwischen den beiden verschmelzenden Kerne keine morphologische oder funktionelle Verschiedenheit zu finden ist, dagegen ist es gelungen nachzuweisen, dass dieselben wirklich keine „Geschwisterkerne“ sind, aber weit auseinander liegenden Teilungsschritten in der Pflanze ihren Ursprung verdanken. Sollen wir deswegen in dem Vorgange der Kernverschmelzung der Uredineen eine Befruchtung sehen? Mehrere Gründe veranlassen uns zu einer — wenigstens zur Zeit — verneinenden Antwort. Aehnliche Verschmelzung finden wir zwischen den beiden primären Endospermkernen des Embryosacks<sup>1)</sup>, die doch nicht als Befruchtung aufgefasst wird. Warum aber sollen wir die Kernverschmelzung der Uredineen

1) Zwischen den beiden Vorgängen ist natürlich eine große Differenz in den Folgen nicht zu verkennen. Die verschmelzenden Kerne der Uredineen regenerieren die Pflanze, liefern eine neue Generation, das Endosperm dagegen nicht.

mit der Verschmelzung der sexuellen Kerne, und nicht der Verschmelzung der Endospermkerne in Parallele setzen? Oder wollte jemand vielleicht auch den letzten Vorgang eine Befruchtung nennen? In solchem Falle wird jedoch der Begriff der Befruchtung zwar sehr erweitert, verliert aber in demselben Maße an bestimmter Schärfe, in welchem er an der Breite und Unklarheit gewinnt.

Dazu kommen noch andere Betrachtungen, welche sich leicht in Anknüpfung an die oben mitgeteilten Gedanken Boveri's weiterspinnen lassen. Die konjugaten Kerne verhalten sich während der Kernteilung wie ein normaler Kern. Die Differenz in der Verwandlung isolierter Chromosomen zu getrennten Kernen, die in den Zellen der Teleutospore eine Zeit lang nach den Anaphasen miteinander verschmelzen, während die Chromosomen eines gewöhnlichen Kernes gleich nach den Anaphasen verschmelzen. Von dem Momente an, wo wir in der Kernverschmelzung der Uredineen einen sexuellen Vorgang erblicken, sollten wir mit gutem oder schlechtem Recht in jeder Verschmelzung der Chromosomen nach den Anaphasen der karyokinetischen Kernteilung auch eine Analogie der Befruchtung erkennen.

Doch wollen wir nicht leugnen, dass die weiteren Untersuchungen der sonderbaren Vorgänge in den Uredineenzellen, Ausdehnung derselben auf die so verschiedenen, in dieser Beziehung vollständig oder fast vollständig unbekannte Gruppen der Pilze wahrscheinlich zu Resultaten führen wird, welche einerseits auf den Vorgang der Kernteilung, andererseits vielleicht auch auf den Vorgang der Befruchtung neue Lichtstrahlen werfen können.

28. Juli 1895.

[3]

## Suher-Okular mit Irisblende.

Von Dr. **Otto Zacharias** in Plön.

Zur Durchmusterung der Planktonfänge und zur Besichtigung von solchen Präparaten, welche eine größere Mannigfaltigkeit von Objekten enthalten, von denen schließlich ein einziges (bestimmtes) ins Auge gefasst werden soll, bediene ich mich neuerdings eines kürzlich in der optischen Werkstätte von C. Zeiss (Jena) konstruierten Suher-Okulars, dessen Hauptvorzug in der Größe und Helligkeit des Gesichtsfeldes besteht. Wir haben hier in der Biologischen Station dieses Okular erst seit wenigen Monaten in Gebrauch, dasselbe ist uns aber bereits ganz unentbehrlich geworden, so dass ich es solchen Interessenten, welche ähnliche Zwecke beim Mikroskopieren verfolgen, wie wir in Plön, nur angelegentlichst zur Anschaffung empfehlen kann. Der Preis dieses neuen Okulars beträgt etwa 25 Mark. Eine offizielle Angabe der Firma Zeiss darüber liegt zurzeit noch nicht vor.

Bekanntlich hängt das Sehfeld jedweden Okulars in erster Linie vom Durchmesser seiner dem Objektiv zugewandten Kollektivlinse ab und unter sonst gleichen Verhältnissen ist es dem Durchmesser der letzteren nahezu proportional. Während nun bei den stärkeren Okularen die Kollektivlinse und damit das Gesichtsfeld so groß ist, als es sich mit genügender Schärfe und Klarheit des vom Objektiv gelieferten Bildes vereinigen lässt, ist dies bei den schwächeren Okularen nicht mehr der Fall und zwar aus dem einfachen Grunde, weil der Tubus des Mikroskops bei dessen gewöhnlicher Konstruktion eine Vergrößerung des Okulardurchmessers bis zu dem erforderlichen Betrage nicht mehr gestattet. Hinsichtlich des stärkeren Okulars dagegen gilt nach optischen

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: [16](#)

Autor(en)/Author(s): Poirault Georges Marie Henri, Raciborski  
Marian

Artikel/Article: [Ueber konjugate Kerne und die konjugate  
Kernteilung. 24-30](#)