T. GORCZYŃSKI.

Aus dem Institut für allgemeine Botanik der Hochschule für Bodenkultur in Warschau.

(*eingegangen 23.I.1934.*)

ZYTOLOGISCHE ANALYSE EINIGER POLLENENTWICKLUNGSVORGÄNGE BEI DER APFELSORTE „SCHÖNER VON BOSKOOP".

EINLEITUNG.

In den zytologisch-genetischen Arbeiten über die *Pomoideae* nehmen Untersuchungen über die Chromosomenzahl bei Arten und Varietäten eine überwiegende Stellung ein. Dank den Untersuchungen von Kobel, F., 1926, Nebel, B., 1929 Heilborn, O., 1928, 1930, Darlington, C., D. and Moffet, A., 1930, Sekuichi C., 1928, Crane M. B., 1929, Crane, M. B., and Lawrence, W., J., C., 1929, 1930 a. 1931, Syoto Adati 1932 u. a. wissen wir, dass viele gemeine Obstbaumvarietäten dem Typus multipler Polyploide zugehören, bei denen Störungen auftreten, welche (insbesondere bei den ungeraden Polyploiden) zu einem grossen Prozentsatz degenerierter Fortpflanzungszellen führen *). Die Untersuchungen von Gaines, E., F., and Aase Hannah 1926, Bleier, H., 1930, Heilborn, O., 1932, Lewitsky, G., 1929, u. Katterman, G., 1933 deuten überdies darauf hin, dass bei den

*) Vergleiche die Darstellung der zur Gonensterilität führenden Prozesse bei Tischler, G., 1906, 1907, 1928, Kobel, F., 1927, Nebel, B., 1929, Sekuichi, C., 1928, Rosenberg, O., 1926, Lindenhein, W., 1929, Piech, K., 1929 u. 1932 u. a.

zur Unfruchbarkeit führenden Prozessen nicht nur Störungen in der Reduktionsteilung selbst eine grosse Rolle spielen, sondern noch Erscheinungen anderer Art, deren Ergründung eine der Hauptaufgaben der vorliegenden Arbeit ist.

Als Untersuchungsmaterial dienten Blütenknospen der Apfelsorte „Schöner von Boskoop" von einem jungen, ca 12 — jährigen Exemplar, welche ich in den Jahren 1931 — 32 vom 25.IV bis zum 15.V. täglich serienweise in starker Flemming's und in Nawaschin's Lösung fixiert habe. In den jüngeren Blüten entfernte ich die Kelchblätter, die Kronenblätter und die stark mit Haaren bewachsene Fruchtknotenepidermis, in den älteren trennte ich überdies die Staubgefässe vom Fruchtknoten ab. Das Zurücklassen der Staubgefässe auf dem Fruchtknoten war aus dem Grunde notwendig um einen etwaigen Vergleich zu ermöglichen, da in der Entwicklung der Staubbeutel und der Samenanlagen oft eine weitgehende zeitliche Discrepanz sich herausstellte.

Das fixierte Material übertrug ich in Paraffin von 50 — 52° C und schnitt es mit dem Mikrotom in Quer- und Längsschnitte von verschiedener Dicke (5, 7 und 10 μ). Zur Färbung benutzte ich Safranin und Heidenhains Haematoxylin, zur Unterfärbung Lichtgrün.

Ich arbeitete mit einem Leitz - Zeichenapparat - Mikroskop mit gewöhnlicher Ölimmersion $^1/_{12}$, zwei periplanatischen Okularen (25 und 15) und Kompensationsokular Nr. 6. Vergrösserungskombinationen: Immersion nnd 25× — Okular — 2.400 mal, Immersion und 15× — Okular — 1.400 mal und Immersion + Kompensationsokular Nr. 6 — 820 mal. Die Bearbeitung des Materials dauerte den ganzen Sommer des Jahres 1932 sowie den Winter 1932/33.

Die vorliegende Arbeit habe ich in dem Institut für allgemeine Botanik der Hochschule für Bodenkultur in Warschau ausgeführt.

Dem Leiter des Institutes, Herrn Professor Dr. S. Dziubałtowski bin ich für sein Interesse an der Arbeit sowie für die allgemeinen Anweisungen und stete Hilfsbereitschaft zu herzlichstem Danke verplichtet. Ebenso danke ich Herrn Olearski, Direktor des Pomologischen Gartens in Warschau, für das Überlassen des Materials.

DER CHARAKTER DER ANTHEREN IM PRIMÄRARCHESPORZELLENSTADIUM.

Die frühesten Entwicklungsstadien der Antheren weichen vom Normaltypus nicht ab. Die Archesporzellgruppen sind gross, mehrschichtig und mehrreihig. Die Antherenwand be-

steht sehr häufig aus mehr als vier Schichten. In dem Momente, in welchem die Primärarchesporzellgruppen zur vollständigen Differenzierung gelangen, bildet sich eine Grenze zwischen den drei äusseren Schichten und der Tapetumschicht, deren Zellen zu dieser Zeit den Primärarchesporzellen sehr ähnlich sind. Die Epidermiszellen sind im allgemeinen gross und an vacuolisiertem Plasma reich; ihre Kerne färben sich stark. Die Zellen der mechanischen und transitorischen Schicht sind dagegen deutlich parallel zur Oberfläche abgeplattet. Insbesondere ruft die transitorische, aus mehreren Zellreihen bestehende Schicht den Eindruck eines zerdrückten Gewebes hervor. Ungefähr zu derselben Zeit differenziert sich das Tapetum mit den vielkernigen Zellen heraus. Die primären Archesporzellen schauen nicht einheitlich aus: zwischen grossen Zellen mit riesigen Kernkörperchen treten Gruppen von kleinen Zellen auf. Zur Zeit der Untersuchung waren diese Zellen schon im Verschwinden. Nur die Kernkörperchen bewahren ihren Normalcharakter und treten gegen die stark gefärbte, degenerierende Zytoplasma- und Kernmasse deutlich auf.

Zustände dieser Art treten auf Querschnitten ganzer Pollensäcke, oft sogar im mehreren Pollensäcken zugleich auf.

FRÜHE PROPHASEN DER REDUKTIONSTEILUNG IN DEN POLLENMUTTERZELLEN.

Der Übergang des Pollenmutterzellkernes aus dem Ruhestadium ins Prophasestadium ist sehr schwer zu erfassen. Die beobachteten Prophasen laufen in der Mehrzahl der Fälle normal ab. Von den pathogenen Erscheinungen, die hier vorkommen, sind zwei grundsätzliche Formen erwähnungswert. Im ersten Falle bilden sich im Zellplasma grosse Vacuolen (Fig. 37. der Kern wird mitsamt dem Plasma an die Zellwand abgedrängt, verliert mit dem Fortschreiten des Degenerationsprozesses allmählich den ihm eigentümlichen Turgor und unterliegt der Abplattung sowie starken Strukturveränderungen. Die Chromatinfäden bilden dichte Massen von pyknotischem Charakter (B o n n e t 1912), die sich sehr intensiv färben.

Erscheinungen dieser Art treten entweder nur in einigen Pollenmutterzellen der Pollensäcke auf, während die übrigen Elemente gesund (normal) bleiben, oder auch in der

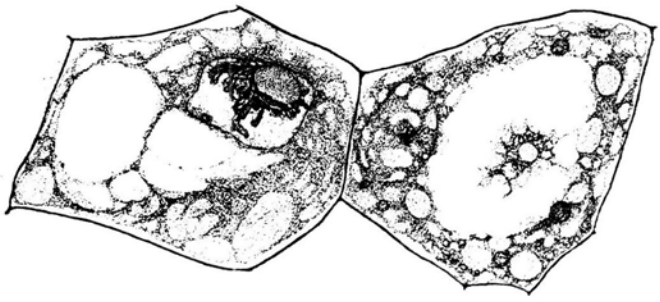

Fig. 37.
Vacuolisation und Degeneration der Pollenmutterzellen in frühen Prophasen der Reduktionsteilung. Vergr. ca 2400. Im Druck 2/3 verkl.

ganzen Anthere auf. In die zweite Kategorie der abnormen Erscheinungen gehört das Auftreten vielkerniger sowie miteinander verbundener Zellen Hier (Fig. 38) sind die Verhältnisse noch mehr verwickelt.

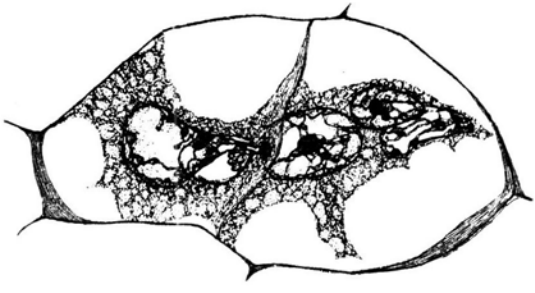

Fig. 38.
Abnormitäten in den Pollenmutterzellen vor der Diakinese. Durchdringen der Kerne durch die Wandporen. Vergr. ca 1430.

Das kontrahierte Plasma umgibt die in Mehrzahl vorhandenen Kerne bloss mit einem dünnen Streifen *). Manche Eigenschaften dieser Kerne weisen darauf hin, dass sie durch irgendeine Pseudoamitose entstanden sind.

Ähnliche Erscheinungen, die noch stärker pathologisch anmuten, treten in ganzen Zellgruppen auf, deren Zellen miteinander durch Kern - Plasma - Brücken in den Wandporen

*) Diese krampfhafte Plasmakontraktion lässt sich mit der „Krampfplasmolyse" von K ü s t e r (1929) vergleichen.

verbunden sind. Die Degeneration der Kernsubstanzen ist dem Chromatolyseprozess gleichwertig. Die Degeneration kann übrigens in diesem Falle verschiedene Formen annehmen, wie auf Fig. 39 dargestellt; manche Merkmale derselben erinnern an Bonnet's Pyknose.

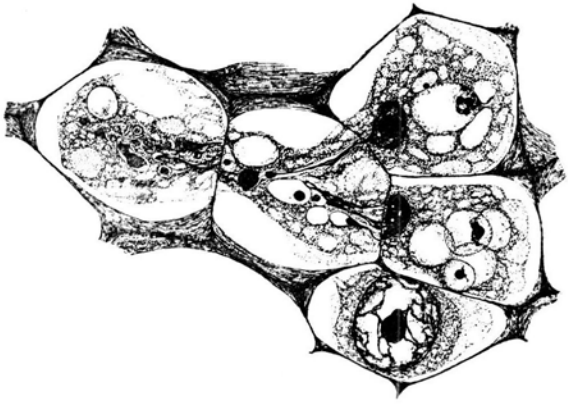

Fig. 39.
Degeneration der Pollenmutterzellen in der Prophase. Durchdringen des Zell-und Kerninhaltes durch die Wandporen. Vergr. ca 1430. Im Druck 2/3 verkl.

Die Abnormitäten, von denen die Rede war, tragen teilweise einen mehr oder weniger bekannten Charakter. Hieher gehören: die Degeneration durch Plasmavacuolisation, die Pyknose und Karyorexis, die von Bonnet J., (1912), Küster E., (1929), Wóycicki, Z., (1931) u. a. beschrieben wurden. Teilweise jedoch sind es seltene oder sogar ganz spezifisch vorkommende Erscheinungen. Die für mein Objekt („Schöner von Boskoop") eigentümliche Zellfusion weicht von der eigentlichen Zytomyxis zwar ab, weist jedoch mit derselben viele gemeinsame Merkmale auf.

DIAKINESE.

In der Diakinese besitzen Chromosomen die Form kugeliger Klümpchen und sind dem Polyploidalcharakter des Apfelbaumes entsprechend gruppenweise angeordnet. Gewöhnlich schliessen sie sich zu zweit und zu dritt, oft jedoch auch zu mehreren zusammen. Manchmal schliessen sich die kugeligen Gebilde zu unregelmässigen Klumpen oder

Ketten oder auf diese Weise zusammen, dass sogar ihre Gruppenzugehörigkeit nicht festgestellt werden kann. Die vorhandenen Gemini besitzen sehr selten eine kreuzförmige oder ringförmige Gestalt. Die Bestrebungen, die Zahl der Chromosomen, ihre Gestalt sowie die Anordnungsform der Bi- und Polyvalenten genau zu bestimmen, waren von keinem befriedigenden Resultate begleitet, wiewohl davon die Möglichkeit einer Kontrolle der von Kobel, Ewreinoff, Nebel, Crane and Lawrence, Adati u. a. angegebenen Chromosomenzahlen *) abhing.

Ein ungefähr normales Bild des Diakinesekernes stellt die Fig. 40 dar, auf welchem wir ca. 24 „Gemini" von äusserst verschiedener Gestalt feststellen können. Die erwähnte Zahl stellt das Ergebniss einer der vielfach vorgenommenen Zählungen dar. Alle insgesamt berechtigen uns dennoch nicht zur Bestätigung der Chromosomenformel $2n = 51$, wie sie von zahlreichen Autoren für „Schöner von Boskoop" angegeben wird.

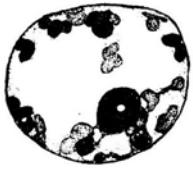

Fig. 40.
Diakinese - Kerne in den Pollenmutterzellen. Vergr. ca 2400. Im Druck 2/3 verkl.

Hier will ich noch betonen, dass in der Diakinese die Chromosomen in einer grossen Zahl von Fällen die Tendenz zur Bivalentenbildung aufweisen. Die Zahlenverhältnisse sind jedoch so variabel, dass sie an die Verhältnisse erinnern, welche Nebel, (1933) an Obstbaumekreuzlingen erhielt.

META-UND ANAPHASEN DER HETEROTYPEN TEILUNG IN DER P. M. Z.

In der Metaphase der Reduktionsteilung unterliegt der Charakter der Chromosomen in den P. M. Z. von „Schöner von Boskoop" einer grundsätzlichen Veränderung. Im Vergleich zum Diakinesestadium beobachten wir eine weitere Reduktion

*) Am leichtesten lassen sich die Bivalenten unterscheiden; Gruppen von grösserer Chromosomenzahl lassen sich infolge der Tendenz derselben zu engem Zusammenschluss nur schwerlich zählen. Manche Bilder sowie Zahlen dieser „Gemini" in der Diakinese weisen darauf hin, dass sie verschiedenwertig sind und dass zwischen ihnen auch Univalente vorkommen.

der Chromosomemgrösse. Beobachten wir die Platten von den Polen aus, dann sehen wir kugelige, regulär angeordnete, fast gleichgrosse, manchmal zu Paaren zusammengeschlossene Elemente. (Vielleicht stellen die grösseren „Chromosomen" schon Paare vor; wir hätten somit mit sekundär paarweise sich verbindenden Paaren zu tun). Gewöhnlich sind 21 solcher Elemente vorhanden, oft auch 20 und manchmal nur 17 (Eliminationsspuren nicht vorhanden!). Die Betrachtung der Metaphase von der Seite aus ergibt nichts Neues, da weder die Gestalt noch die Zahl der Chromosomen sich feststellen lässt.

Fig. 41.
Metaphaseplatte der heterotypen Teilung in den P. M. Z. Vergr. ca 2400.

Manchmal treten untypische, den Rosenberg'schen „Rekonstruktionen" vergleichbare Metaphasen auf (Fig. 42).

Wie aus der Fig. 42 ersichtlich, sind hier die Chromosomen in der ganzen Zelle zerstreut u. zw. sehen wir hier sowohl grosse unregelmässige Klümpchen (Polyvalente vermut-

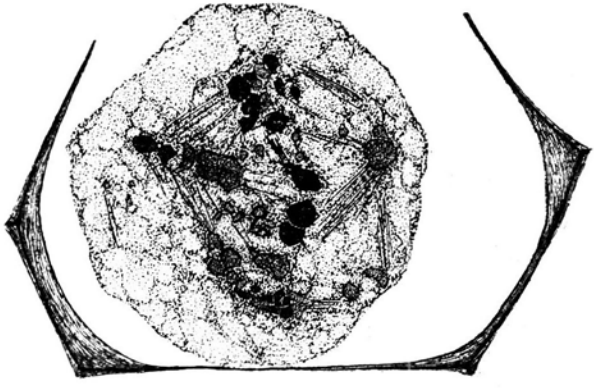

Fig. 42.
Abnorme Meta-Anaphase der heterotypen Teilung mit zerstreuten Chromosomen und Spindel. Vergr. ca 2400.

lich) wie auch ganze Gruppen univalenter (wahrscheinlich) Elemente. Die Teilungsspindel ist nicht immer deutlich ausgebildet; die Gebilde, die auf Fig. 42 zu sehen sind, tragen eher den Charakter von an die einzelnen Chromatinklümpchen angehefteten Fadenbündeln. Die Metaphase zeichnet sich überdies durch das Auftreten von multipolaren Spindeln bzw. Aequatorialplatten aus, diese können in einer Zelle in mehreren Anordnungsflächen liegen. Als Resultat solcher Teilungen kommen Polyaden zustande. Von den Veränderungen in der Anaphase der Reduktionsteilung erregten mein Interesse vor allem die frühesten Stadien der Chromosomentrennung, die Gestalt und Zahl derselben sowie der Charakter der Spindel. Auf Fig 43 tritt die Spindel sehr deutlich in Form von Fadenbündeln auf. Die Gestalt der ungleichzeitig auseinandergehenden Chromosomen ist verschieden; oft sieht man eine Reihe von Übergangsformen zwischen den noch nicht getrennten und den schon vollständig freien Chromosomen (Bisquitformen, Hantelformen und schliesslich zwei Tochterelemente mit ausgedehnten, spitzförmigen Enden).

Die nächste Phase zeichnet sich durch starke Ausdehnung der Spindel aus, die manchmal ungemein stark an Belar's „Stämmkörper" erinnert (Fig. 44). Was das Verhalten der Chromosomen anbetrifft, lassen sich zwei Fälle unterscheiden: im ersten Falle vereinigen sich die ungleichzeitig auseinandergehenden Chromosomen in der späten Anaphase zu zwei Polgruppen und bilden normale Tochterkerne (Fig. 44),

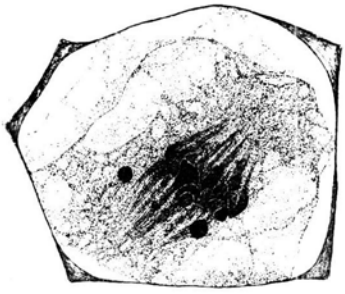

Fig. 43.
Frühe Anaphase der I Teilung in den Pollenmutterzellen. Vergr. ca 2400. Im Druck 2/3 verkl.

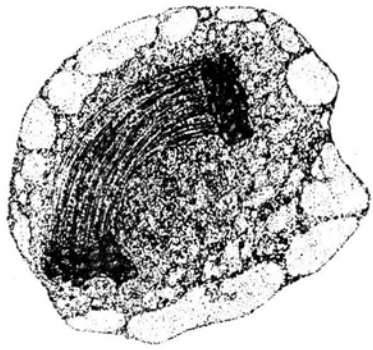

Fig. 44.
Übergang zur Telophase der I Teilung in den Pollenmutterzellen. Bogenförmige Spindel. Vergr. ca. 2400.

m zweiten dagegen bilden entweder einzelne Chromosomen oder auch Chromosomengruppen, ohne sich an den Polen zu versammeln, Zwergkerne von verschiedener Grösse, von denen manche sofort degenerieren während andere überdauern können.

DYADEN UND II TEILUNG IN DEN POLLENMUTTERZELLEN.

Ausser den Störungen, die auf der Degeneration eines, manchmal auch beider Dyadenkerne beruhen, beobachten wir hier Vorgänge die sehr nahe an die in der Prophase dargestellten Vorgänge erinnern mit dem Unterschied jedoch, dass sie hier einen noch mehr komplizierten Charakter tragen. (Fig. 45).

Die aus einzelnen territorialen Chromosomengruppen entstandenen Kerne weisen eine typische Chromatolyse auf.

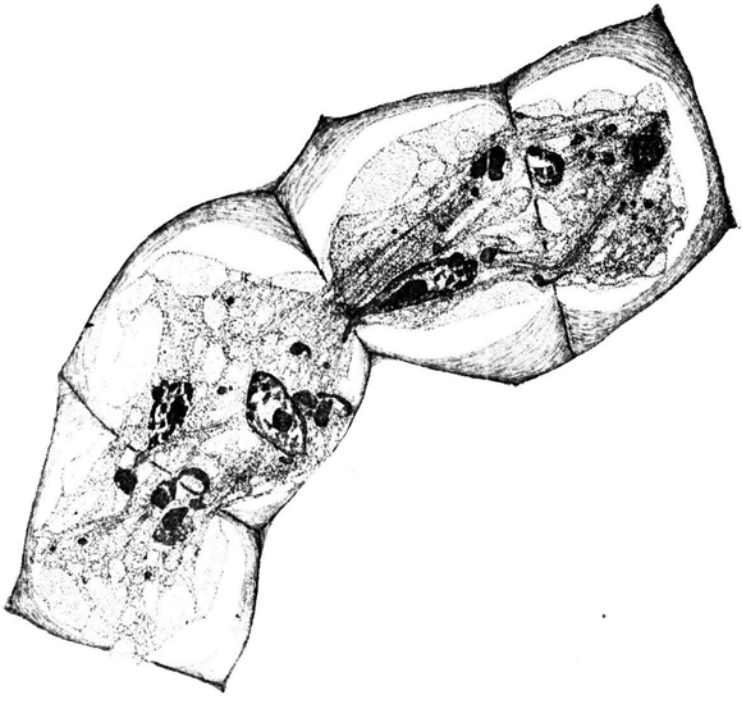

Fig. 45.
Abnormitäten im Dyadenstadium (in den Pollenmutterzellen). Bildung von vereinigten Zellgruppen. Vergr. ca 1430.

Zahlreiche ausgestossene Chromosomen, Verbindungen, Brücken und winzige Zwergkerne verfallen der Degeneration (Fig. 45). Manchmal dringen die Tochterkerne nach der ersten Teilung durch die Poren der Nachbarzellen in dieselben hinüber und die Pollenmutterzelle bleibt kernlos (Fig. 46). Ich möchte hinzufügen, dass die Abnormitäten in den einzelnen Zellgruppen immer denselben Charakter tragen.

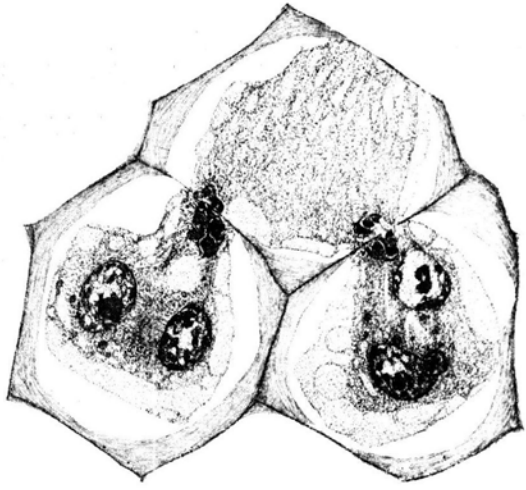

Fig. 46.
Abnormitäten im Dyadenstadium. Bildung von kernlosen Zellen. Vergr. ca 1430.

Was die Metaphase der II Reduktionsteilung anbelangt, so weist der Prozess der Chromosomentrennung hier einen mehr regulären Verlauf auf, obwohl er auch in diesem Falle nicht immer gleichzeitig stattfindet. Die Chromosomen sind im Vergleich zu denjenigen der I Metaphase etwas kleiner. Die karyokinetischen Spindeln kreuzen sich unter einem grossen Winkel (seltener senkrecht), obwohl auch Fälle von paralleler Achsenstellung vorkommen. In der Metaphase der homotypen Teilung treten andere, u. zw. meistens niedrigere Zahlen auf als in der heterotypen, was schliesslich zur Bildung von verschieden zusammengesetzten Gonen führt. Infolgedesssen degenerieren doch die Tetraden trotz ihrer scheinbar guten Ausbildung. In diesem Falle werden die dicken kallosen Membranen gleichzeitig mit der Degenerierung des

Plasmainhaltes rasch gelöst und die ganze Zellgruppe unterliegt der Resorption. In jenen Fällen, in denen die Tetraden von keiner Querwand abgegrenzt sind, verläuft die homotype Teilung entweder ganz regelrecht (Fig. 47) oder sie ist von

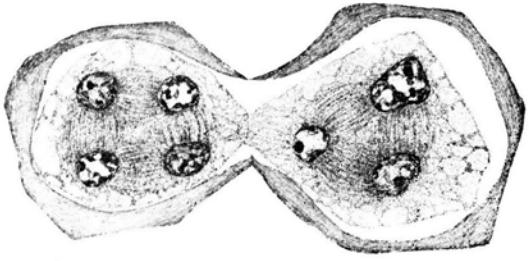

Fig. 47.
Bildung von Tetraden aus zwei nichtabgegrenzten Pollenmutterzellen. Vergr. ca 2400. Im Druck 1/2 verkl.

so stark tiefgreifenden Störungen begleitet, dass die Tetraden in den meisten Fällen dem vollständigen Schwund erliegen (Fig 48).

Wie ich schon früher erwähnt habe, führt die Ungleichmässigkeit im Auseinandergehen der Chromosomen zur Polyadenbildung*) von zweierlei grundsätzlichem Typus: entweder haben wir mit Gonengruppen zu tun, die aus mehr als vier Gonen zusammengesetzt, aber alle von gleicher Grösse sind, oder es treten in der Polyadengonengruppe nur eine bzw. zwei grosse Zellen auf, während die übrigen sog. Zwerggonen bilden, die zweifellos aus verspäteten oder ausgestossenen Chromosomen enstanden sind. Die „Tetraden" von

*) Diese Erscheinung steht mit Teilungsstörungen in den Pollenmutterzellen in der Meta- und Anaphase sowohl der I wie der II Teilung im Zusammenhange. Ich denke vor allem an die „typischen" Störungen, die von Zytologen und Vererbungsforschern breit behandelt wurden. Eine grosse Anzahl derselben hat der Frage der Sterilitätsursachen bei den Obstbäumen spezielle Untersuchungen gewidmet (Crane, M., B., 1929, Kobel, F., 1926, Heilborn, O., 1928, Darlington C., D., and A., A., Moffet 1930, Lindenbein, W., 1929, Crane, M., B., and W. J. C. Lawrence 1929, 1930 u. 1931). An anderen Objekten haben diese Angelegenheit Tischler, G., 1907, Wóycicki, Z., 1921, Sachsowa, M., 1917, Rosenberg, O., 1926/7, Piech, K., 1929, 1932, Heilborn, O., u. a. berührt.

gleichgrossen Gonen entstehen aller Wahrscheinlichkeit nach aus mehrpoligen Teilungsfiguren.

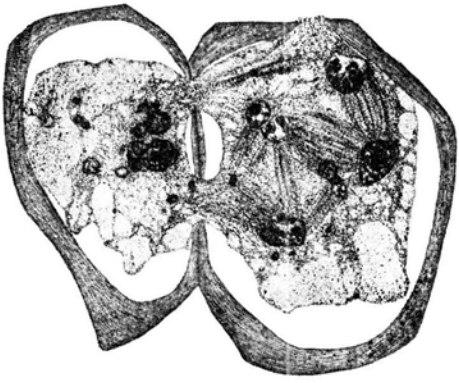

Fig. 48.
Pathologische II Teilung zweier vereinigten Pollenmutterzellen. Degeneration der Zwergkerne in einer Zelle. Vergr. ca 2400. Im Druck 2/3 verkl.

Fig. 49.
„Tetrade" von ungleich grossen Gonen in einer Kallosemembran. Vergr. ca 1430.

DER CHARAKTER DER TAPETUMSCHICHT. ENDGÜLTIGE BILDUNG DER POLLENKÖRNER.

Im Verlaufe der bisherigen Betrachtungen über die Pollenentwicklung habe ich die Formbildung des Tapetums und den Verlauf der Degeneration desselben ausser Acht gelassen. Das Tapetum trägt in dem betreffenden Falle den Charakter eines deutlichen Sekretionsgewebes.

Die Anzeichen der Sekretionstätigkeit des Tapetums treten in den Zellen schon sehr zeitlich auf. Vor allem finden sehr rasche Kernteilungen statt, wodurch grosse, vielkernige Zellen entstehen.

Manchmal schmelzen die Kerne in grossen sich fast gänzlich dunkel färbenden, von vacuolartigen Lücken durchsetzten Komplexen zusammen.

Ein Periplasmodium fehlt vollständig. Zur Zeit der intensivsten physiologischen Tätigkeit (d. i. während der Lösung der Kallusmembranen) bilden sich in der Tapetumschicht riesige Vacuolen. Dieselben drängen den Zellinhalt und die Kerne nach der Mitte der Pollensäcke ab, zerstören jedoch die Zellhaut nicht, sondern dehnen sie nur aus. Sie verschwinden erst mit der endgültigen Degeneration des Tapetums.

Die von der Kallusmembran befreiten Gonen besitzen entweder ihre typische Gestalt oder sie bilden Zwerggonen, deren Plasma und Kern allmählich zugrunde geht.

Die Zellen sterben massenweise ab; es bleibt nur die vertrocknete und leere geschrumpfte Exine zurück. Das junge normale Pollenkorn wächst vor der Ausbildung der Aussenwand stark heran. Nach der Bildung derselben entsteht im Pollenkorn eine grosse Vacuole und in diesem Zustande verbleibt es bis zur Teilung des Pollenkornkernes in einen generativen und einen vegetativen Kern.

Fig. 50.
Abnorme Pollenkörner von verschiedener Gestalt (Zwerggonen). Vergr. ca 2400. Im Druck 2/3 verkl.

Fig. 51.
Das Pollenkorn mit der grossen Vacuole während der Kernteilung. Vergr. ca 2400. Im Druck 2/3 verkl.

SCHLUSSFOLGERUNGEN.

1. In den einzelnen Antheren und Pollensäcken einer und derselben Blüte treten verschiedene Pollenentwicklungsphasen von der frühesten Entwicklung bis zur Tetradenbildung auf; es können somit die verschiedensten Etappen dieser Entwicklung an einem einzigen, unter denselben Bedingungen gesammelten, fixierten und geschnittenen Objekte verfolgt werden.

2. In der frühesten Entwicklungsphase zeichnen sich die Antheren der Apfelsorte „Schöner von Boskoop" durch die Anwesenheit von zwei Schichtlagen aus: einer äusseren und einer inneren. Die äussere Schichtlage besteht aus der Epidermis, der unmittelbar unter der Epidermis liegenden Zellschicht (das spätere Endothecium) und der transitorischen

Schicht. Die inneren Schichten, das Tapetum und das Archesporgewebe, unterscheiden sich anfangs kaum voneinander. Parallel zur Entwicklung des sporogenen Gewebes erfolgt die Differenzierung der einzelnen die junge Anthere bildenden Zellschichten.

3. Bei der normalen Entwicklung verlaufen die frühen Prophasestadien vollkommen regelmässig. Beim abnormen Verlauf lassen sich zwei grundsätzliche Formen von „Veränderungen" unterscheiden: 1) typische Degeneration durch Plasmavacuolisation und Kernschwund u. 2) Bildung von mehrkernigen Zellen, Auftreten von sich intensiv färbenden chromatinartigen Gebildekomplexen im Plasma sowie Vereinigung derselben in den verschiedenen Zellen.

4. Im Übergangsstadium zwischen Prophase und Diakinese ist die Zahl der Chromosomen grösser als in der Diakinese selbst; in der Diakinese ist die Zahl der beobachteten Chromosomengruppen veränderlich (17 — 24).

5. In der Meta-und Anaphase der I Reduktionsteilung wurden ähnliche Chromosomenzahlenverhältnisse beobachtet, so dass die von Kobel angegebene Zahl 2n = 51 nicht endgültig bestätigt werden konnte. Es kommen aber auch abnorme Metaphasen vor, wo bis zu 42 „Chromosomen" gezählt wurden (ihre Form weist auf ihre verschiedene Wertigkeit hin).

6. Das Auseinandergehen der Chromosomen in der Anaphase der I Teilung findet immer ungleichzeitig statt; bei einem Teil der Zellen erfolgt in der Telophase der Ausgleich, bei einem anderen umgeben sich zahlreiche vereinzelte Chromosomengruppen mit einer Membran und bilden Zwergkerne.

7. Nach der heterotypischen Teilung können manchmal Monaden entstehen: 1) durch Unterbrechung der Teilung nach der abnormen Metaphase und hierauffolgende Kernrekonstruktion sowie 2) durch Degeneration eines der beiden Dyadenkerne und Entwicklung des Tochterkernes.

8. In der Metaphase der II Teilung sind die Zahlenverhältnisse der Chromosomen in der P. M. Z. veränderlich. Beim normalen Teilungsverlauf entstehen typische Tetraden. In den abnormen Fällen bilden sich grosse charakteristische durch Plasma-Kernbrücken vereinigte Zellgruppen.

9. Die Tapetumschicht weist schon in den frühen Entwicklungsphasen der P. M. Z. morphologische Veränderun-

gen auf, die von ihrer physiologischen Tätigkeit zeugen. Im Laufe beider Reifeteilungen vereinigen sich die Kerne der Tapetumzellen (gewöhnlich sind zu dieser Zeit schon mehrere da) und bilden grosse, sich stark färbende, von Vacuolenlücken durchsetzte Verschmelzungen.

10. In der Mehrzahl der Fälle treten als Ergebnis des Teilungsprocesses in den P. M. Z. (statt normaler Tetraden) Komplexe von Gonengruppen auf. Nach ihrer Befreiung aus den Kallosemembranen bilden die Gonen junge, an Gestalt und Grösse sehr mannigfaltige Pollenkörner. Alle Pollenkörner (sowohl die normalen wie die zwerghaften) bilden trotz Degenerierung die Exine aus, von der bald nur ein geschrumpftes Häutchen übrig bleibt. Im normalen Pollenkorn erfolgt während der Entstehung der grossen Vacuole die Teilung des Pollenkornkernes in zwei Elemente, ein vegetatives und ein generatives Element.

11. Der Verlauf der Pollenentwicklung bei „Schöner von Boskoop" wird von Degenerationsprozessen sowie von anderen, in vielen Fällen den von Lewitsky künstlich hervorgerufenen ähnlichen Störungen begleitet. Die unvollständige Verschmelzung des Plasmainhaltes mancher Pollenmutterzellen stellt wahrscheinlich einen Übergang zu der von Němec, Gaines and Aase, Katterman, Hakansson u. a. beobachten Zytomyxisform dar.

12. Ausser Störungen, welche sicherlich eine Folge des triploidalen Charakters des Kernes sind, treten bei „Schöner von Boskoop" noch andere Abnormitäten auf, welche möglicherweise mit der Überempfindlichkeit der Varietät gegen äussere Faktoren im Zusammenhange stehen.

LITERATURVERZEICHNIS.

Adati, Syoto 1932 Cytologia Vol. IV N. 2.

Bleier, H., 1930 La Cellule T. XL fasc. 1.

Bleier, H., 1931 Archiv f. Pflanzenbau. B. 5 H. 3 (545 — 560).

Bonnet, J., 1912 Archiv f. Zellforschung. B. 7.

Crane, M. B., 1929 J. Inn. Hort. Inst. (38 — 41).

Crane, M., B., and Lawrence, W., J., C., 1929 Journ. Pomol. Hort. Sc. B. 7.

Crane, M., B., and Lawrence W., J., C., 1930 Journ. Genet. B. 22.

— 1931 — 24.

Darlington, C., D., and Moffet, A., 1930 Journ. Genet. B. 22 N. 2.

Ewreinoff, W., A., 1931 Rev. Gener. Bot. T. 43 (474—491).

Gaines, E., F., and C., Hannah Aase 1926 Amer. Journ. of Bot. Vol. XIII — 6.
Heilborn, O., 1928 Sven. Bot. Tidskr. XXII.
— 1930 — XXIV.
— 1932 Hereditas XVI.
Hakansson, A., 1933 Hereditas XVII.
Katterman, G., 1933 Planta Arch. f. wiss, Bot. B. 18 H. 4 (Schlussheft).
Kobel, F., 1926 Land. Jb. d. Schweiz.
— 1926 Verh. Schweiz. naturf. Ges. J. 107 F. 2.
— 1627 Arch. Julius Klauss Stift. f. Ver. B. 3.
Küster, E., 1929 Pathologie d. Planzenzelle. T. 1. Berlin.
Lewitskij, G., 1929 Dniewnik Wsiesojuznago Siezda Botanikow.
Lindenbein, W., 1929 Gartenbauwissenschaft. B. 2. (133 — 157).
Nebel, B., 1929 Gartenbauwissenschaft. B. 1. (549 — 592).
— 1929 D. Züchter. 1 (209 — 217).
Němec, B., 1931 Bull. int. de l'Acad. d. Sc. d. Bohème.
Piech, K., 1929 Kosmos. Ser. B. T. LIV. Zeszyt III.
— 1933 Ogrodnictwo. 1933.
Rosenberg, O., 1926 Ber. d. d. Bot. Ges. B. XLIV. N. 7.
— 1926 Arkiv f. Botan. T. 20 B. N. 3.
— 1926/7 Hereditas. 1926/7.
Sachsowa, M., 1917 Compt. Rend. d. l. Soc. d. Sc. d. Varsovie An. X, Fasc. 6.
Sekuichi, C., 1928 Sc. Rep. Tokohu Imp. Un. B. II.
Skalińska, M., 1932 Wszechświat N. 6.
Tischler, G., 1906 Ber. d. d. Bot. Ges. 24.
— 1907 — 25.
— 1928 Oesterr. Bot. Zeitschr. 77. (292—306).
Wóycicki, Z., 1921 Disc. Biol. Arch. Soc. Sc. Varsaviensis. Vol. 1 Fasc. 1.
Wóycicki, Z., 1931 Acta Soc. Bot. Pol. Vol. VIII. Nr. 1-2.