

E. M.: The pines of Mexico and British Honduras. Dept. of Forestry, Pretoria, South Africa, Bull. No. 35, 244 pp. Illus. (1951). — (16) MARTINEZ, M.: LOS PINOS Mexicanos, 2nd Ed. Mexico 361 PP., Ediciones Botas (1948). — (17) MIROV, N. T.: Composition of gurn turpentine of Coulter pine. Ind. Eng. Chem. 38: 405-8 (1946). — (18) MIROV, N. T.: Composition of gurn turpentine of Bishop pine. J. Forestry 45: 69-60 (1947). — (19) MIROV, N. T.: Composition of gurn turpentines of pines. A report on *Pinus echinata*, *P. rigida* and *P. ponderosa* from Utah. J. Am. Pharm. Assoc. Sci. Ed. 40: 410-43 (1951). — (20) MIROV, N. T.: Composition of gum turpentines of pines. XII. A report on *P. montezumae*, *P. oocarpa*, and *P. leiophylla*. J. Am. Pharm. Assoc. Sci. Ed. 40: 550-51 (1951). — (21) MIROV, N. T.: Composition of gurn turpentines of pines. XV. A report on *P. resinosa* and *P. reflexa*. J. Am. Pharm. Assoc. Sci. Ed. 41: 677-79 (1952). — (22) MIROV, N. T.: Chemical aspects of white pines. *Madroño*, In press (1953). — (23) MIROV, N. T.: Unpublished data. — (24) MIROV, N. T., T. H. WANG and A. J. HAAGEN-SMIT: Chemical composition of gurn turpentines of pines. A report on *Pinus strobus*, *P. cembra*, *P. taeda*, *P. radiata*, and *P. virginiana*. J. Am. Pharm. Assoc. Sci. Ed. 38: 403-07 (1949). — (25) MIROV, N. T., and A. J. HAAGEN-SMIT: Composition of gurn turpentine of Knobcone pine. J. Forestry 47: 721-22 (1949). — (26) MIROV, N. T. and P. M. ILOFF: Yet unpublished (1953). — (27) Morioka Forest Exp.

Sta. Japan, Information received through Forestry Division, Natural Resources Section SCAP. (1950). — (27a) PAPAJOANNOU, J.: Über Artbastarde zwischen *Pinus brutia* TEN. und *P. halepensis* MILL. etc. Forstwiss. Centralbl. 58: 194-205 (1936). — (28) PILGER, R.: *Gymnospermae*. In Engler und Prantl: Die natürlichen Pflanzenfamilien. 2nd Ed. Leipzig. Vol. 13: 447 pp. (1926). — (29) SHAW, G. R.: The Genus *Pinus*. Arnold Arboretum Publ. No. 5. 96 pp. (1914). — (30) SCHORGER, A. W.: An examination of oleoresins of some western pines. U. S. Dept. of Agric., F. S. Bull. No. 119 (1913). — (31) SCHORGER, A. W.: The oleoresins of Jeffrey and Singleleaf pines. Ind. Eng. Chem. 5: 971-73 (1915). — (32) SCHORGER, A. W.: The oleoresin of Sand Pine. Ind. Eng. Chem. 7: 321-22 (1915). — (33) SIMONSEN, J. L.: Essential oil from *Pinus merkusii*. Ind. Forest Records 10 (4): 51-57 (1923). — (34) SIMONSEN, J. L., and M. G. RAU: The essential oil from oleoresin of *Pinus Khasya*. Ind. Forest Records 9 (4): 112-45 (1922). — (35) SIMONSEN, J. L.: The constituents of Indian turpentine from *Pinus longifolia* ROXB. J. Chem. Soc. 117: 570-78 (1920), 123: 549-60 (1923), 123: 2642-66 (1923). — (36) SHINOSAKI, Y.: Turpentine of *Pinus Thunbergii*. J. Soc. Chem. Ind. Japan, 21: 763-64 (1918), 22: 451-54 (1919). — (37) VEZES, N., and G. DUPONT: Résines et térébenthines. 666 pp. Baillière et fils. Paris (1924). — (38) ZOBEL, B.: The natural hybrid between Coulter and Jeffrey pines. Evolution 5: 405-43 (1951).

(Aus dem Institut für Forstsaamenkunde und Pflanzenzüchtung, München)

## Untersuchungen über den Ablauf der Meiosis bei *Pseudotsuga taxifolia* Britton

(Vorläufige Mitteilung)

Von URSULA ZENKE

(Eingegangen am 1. 3. 1953)

Die vorliegenden Beobachtungen wurden an Pollenmutterzellen in verschiedenen Entwicklungsstadien durchgeführt. Es handelt sich dabei noch nicht um vollständige und endgültige Untersuchungsergebnisse, sondern um vorläufige Befunde an einzelnen Meiose-Stadien, die ihrer Anschaulichkeit wegen beschrieben und mit Mikrophotographien belegt werden sollen. Unsere Untersuchungen werden fortgesetzt, und es ist beabsichtigt, sie in einer späteren Gesamtabhandlung über die Zytologie der Douglasie ausführlich zu diskutieren.

Als Untersuchungsmaterial wurden männliche Blütenknospen von *Pseudotsuga taxifolia* var. *viridis* verwandt, die von Bäumen aus dem Versuchsgarten Grafrath der Forstlichen Forschungsanstalt München gewonnen worden sind. Fixierung und Färbung geschahen in allen Fällen nach der Karminessigsäuremethode. Bei der Präparatherstellung wurde die hierbei übliche Quetschtechnik angewandt. Als günstigster Zeitpunkt für die Fixierung erwies

sich unter den hiesigen Klimaverhältnissen die zweite Hälfte des Monats Januar.

Die Pollenmutterzellen lösen sich bereits in frühen Entwicklungsstadien (mit Ruhekernen) aus dem Archesporverband heraus. Sie sind zunächst noch nicht ganz abgerundet, sondern zeigen oft noch eckige Konturen. Die Zelle auf Abbildung 1 befindet sich schon frei in der Antherenflüssigkeit. Der noch ruhende Kern hat durch Wasseraufnahme hier bereits an Umfang zugenommen. Der von granaartig gefärbtem Chromatin erfüllte Kernraum setzt sich noch deutlich gegen das übrige Zellplasma ab. Im Verlaufe der weiteren Auflockerung der Kernstruktur treten dann zwischen den Grana feine Fäden auf, d. h. Heterochromatin und Euchromatin werden unterscheidbar. Derartige Stadien stellen einen Übergang zur nächsten Phase dar. In Abbildung 2 wird die zarte Fadenstruktur, die das Leptotän charakterisiert, deutlich.

Die Abbildungen 3-4 zeigen bereits Zellen im Zygotän. Die typische Annäherung der homologen Chromosomenfäden und der noch in einzelnen Abschnitten parallele Verlauf ist an verschiedenen Stellen gut verfolgbar (siehe ?). Im Beispiel der Abbildung 3 sind die Chromosomen AA (offenbar die SAT-Chromosomen) in ihrem mittleren Abschnitt schon gepaart und erscheinen daher dort als einziger Faden (siehe +).

In ihrer ganzen Länge gepaarte, dicker und einheitlich erscheinende Fäden, wie sie das Pachytän charakterisieren, gibt die Abbildung 5 wieder. An einigen wenigen Stellen, an denen zwei parallel gelagerte Chromomeren sichtbar werden, tritt ihre Doppelnatur zu Tage (siehe ^).

Der weitere Verlauf, nämlich die nun wieder erfolgende Trennung der gepaarten Homologen, wird an verschiedenen Stellen der Abbildung 6 ersichtlich. Dort lassen sich auch bereits einzelne Chromosomenenden (siehe ^) und

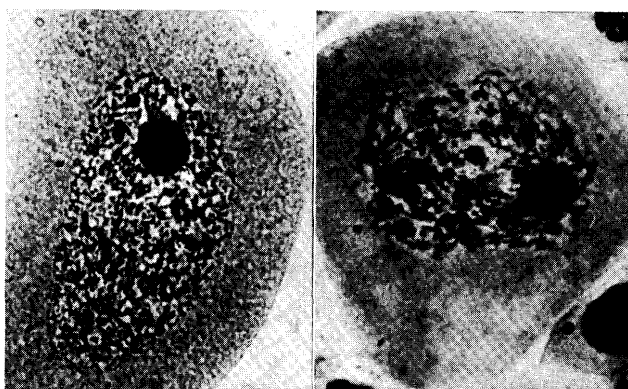


Abb. 1-2. — Vergr. 720×

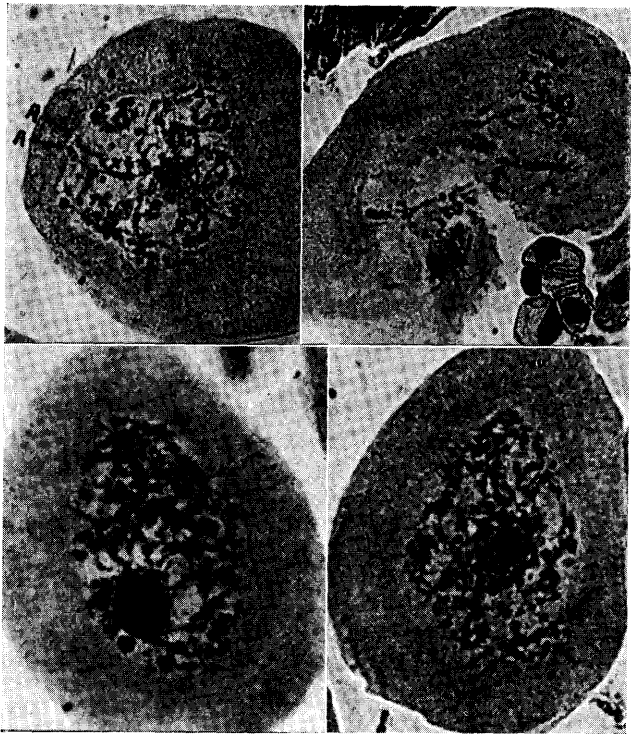


Abb. 3—6. — 3. oben links: Vergr. 540 $\times$ . — 4. oben rechts: Vergr. 360 $\times$ . — 5. unten links: Vergr. 720 $\times$ . — 6. unten rechts: Vergr. 720 $\times$ .

innerhalb dieser deutlich die Chromatiden feststellen (siehe ++). Dies deutet den Übergang zum Diplotän an, jenem Stadium, in welchem die Fäden doppelt erscheinen. Die Abbildung 7 zeigt dies noch eindrucksvoller. Eine Paarungsfigur ist bereits klar zu übersehen. Die 4 Chiasmen sind durch  $\nearrow$  angezeigt. Bei dem dritten Chiasma ist der Chromatidverlauf, (— der anscheinend durch Austausch verändert worden ist —), verfolgbar.

Später erkennt man dann noch weitere Paarungsfiguren, wie am Beispiel Abbildung 8 gezeigt wird. Die homologen Chromosomen liegen einander noch stark genähert, beginnen aber deutlich voneinander zu weichen, nur an den Chiasmen hängen sie noch zusammen. Die durch zunehmende innere Spiralisierung vor sich gehende Verkürzung der Chromosomen schreitet nun weiter voran, während die zwischen Kernraum und Plasma bestehende Abgrenzung immer noch feststellbar bleibt.

Der typische Zustand des Diplotäns wird mit der Abbildung 9 belegt. Die Chromosomen liegen nun alle als Bivalente von charakteristischer Gestalt vor, doch soll eine genaue Analyse dieser eigentümlichen Formen erst an Hand der Abbildung 10 a — e erfolgen, da sie dort am klarsten unterscheidbar sind. (Die römischen Ziffern zeigen einzelne, schon identifizierbare Bivalente an; auf den  $\nearrow$  wird später hingewiesen.)

Da Zellen im Diplotän und früheren prophasischen Stadien verhältnismäßig zahlreich gefunden wurden, Diakinesen und weitere Stadien dagegen immer nur in sehr geringer Anzahl, läßt sich vielleicht der Schluß ziehen, daß auch bei der Douglasie der Ablauf der frühen Stadien der Prophase bis zum späten Diplotän sehr viel länger währt, als der der übrigen Phasen, wie dies entsprechend z. B. für *Lilium* (MARQUARDT 1937) und *Antirrhinum* (ERNST 1938) sowie eine Reihe anderer Objekte (vgl. TISCHLER 1951) bereits mit Sicherheit verfolgt und errechnet werden konnte. Bei den Koniferen jedoch sind derartig genaue Beobachtungen

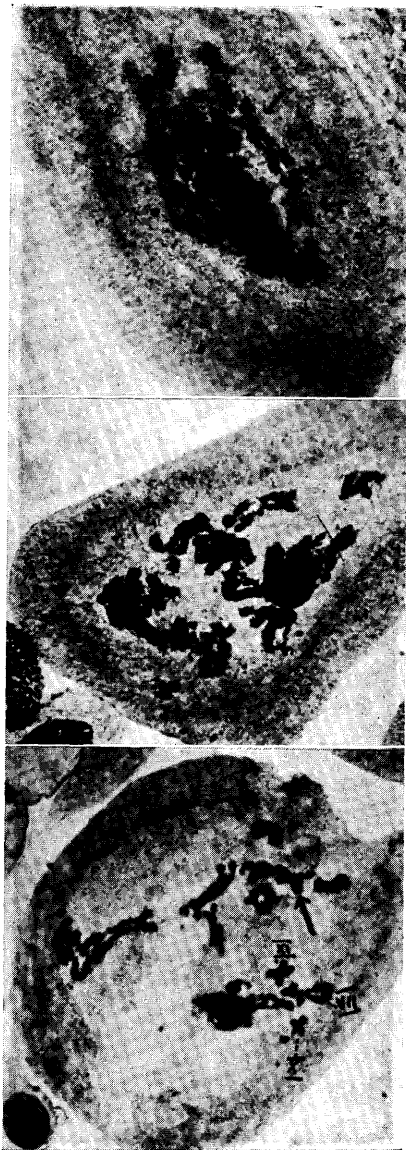


Abb. 7—9. — 7. oben: Vergr. 720 $\times$ . — 8. Mitte: Vergr. 540 $\times$ . — 9. unten: Vergr. 540 $\times$ .

und Berechnungen noch mit sehr großen Schwierigkeiten verbunden, bedingt durch die andersartige morphologische Ausbildung ihrer männlichen Blüte.

Im Zustand, den die Abbildung 10 a wiedergibt, haben sich die Kernmembran und der Nucleolus aufgelöst, ein Vorgang, der sich bekanntlich während der Diakinese zu vollziehen pflegt. Die Chromosomen sind jetzt nahezu maximal verkürzt, wodurch ihre Konturen besonders scharf hervortreten. 13 Paarungsfiguren von je 2 Homologen — also insgesamt 26 Chromosomen\*) — lassen sich eindeutig feststellen. Die einzelnen Bivalente sind mit laufenden Nummern von I bis XIII gekennzeichnet. Um die Zugehörigkeit des abseits gelegenen XII. Paares (die Zellmembran ist hier etwas zerrissen und so die eine Paarungsfigur herausgedrückt worden) zu dieser Zelle zu beweisen, ist der gesamte betreffende Ausschnitt des Blickfeldes, wie er im Mikroskop bei schwächerer Vergrößerung zu sehen war, in kleinerem Maßstab wiederholt worden (Abb. 10 b). Aus dieser Abbildung wird ersichtlich, daß sich

\*) In Abweichung von der für die meisten *Pinaceen* gefundenen Zahl 24 (DARLINGTON, C. D., and JANAKI AMMAL, E. K., 1946).

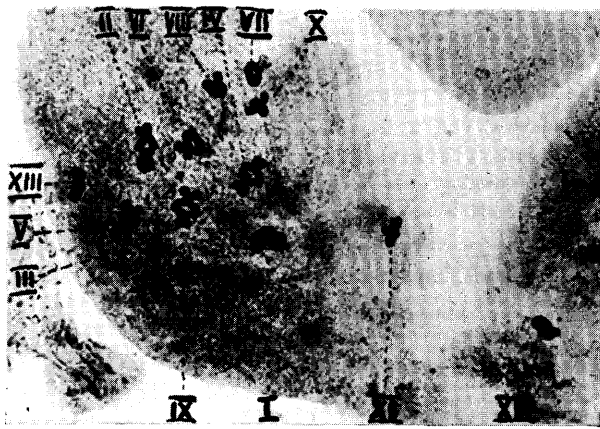


Abb. 10a. — Vergr. 720×.

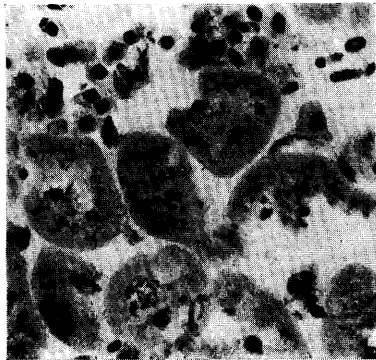


Abb. 10b. — Vergr. 160×.

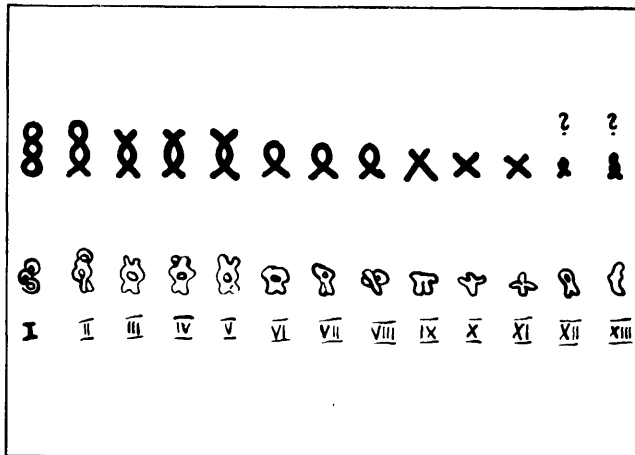


Abb. 10c. — Schematische Darstellung der Paarungsfiguren in der Diakinese (Aufbau der Bivalente XII und XIII noch fraglich. Näheres siehe Text).

alle benachbarten Zellen in früheren Phasen befinden, in denen noch keine Bivalentfiguren vorhanden sind, und daß demnach dieser außen liegende Paarling also eindeutig zu der Zelle (a) gehören muß.

Bei genauerer Betrachtung der Paarungsfiguren der Abbildung 10 a lassen sich zwischen ihnen Größendifferenzen feststellen. Der besseren Übersicht wegen sind sie in Abbildung 10 c schematisch nebeneinander gestellt worden. Man kann 5 große (Bivalent I, II, III, IV, V) und im übrigen mittelgroße und kleine Chromosomenpaare unterscheiden. Bei der Analyse der einzelnen Paarungsfiguren ergibt sich, daß solche von kreuzförmiger Gestalt mit Sicherheit dreimal festzustellen sind (Bivalent IX, X und XI,

wobei ersteres 2 längere und 2 kürzere Schenkel besitzt). Weiterhin lassen sich das aus drei Schlingen bestehende Paar I (vgl. Abb. 10 e), sowie die drei aus einer Schlinge und einem scherenartig offenen Ende bestehenden Bivalente VI, VII und VIII identifizieren. Das Chromosomenpaar II stellt eine aus zwei Schlingen und einem scherenartig offenen Ende bestehende Figur dar. Der scharfe Einschnitt bzw. die Einschnürung in der mittleren Schlinge beiderseits ist offensichtlich die Insertions- bzw. Spindelfaseransatzstelle der Chromosomen, die durch die starke innere Spiralisierung hier so scharf abgesetzt erscheint (vgl. Abb. 10 d). Eine Schlinge mit je 2 scherenartig offenen Enden stellen die Bivalente III, IV und V dar. Doch sind alle drei etwas voneinander verschieden. Bei der Figur V ist die Schlinge in der Mitte kleiner und sind die Schenkel beiderseits länger als bei den Bivalenten III und IV. Diese wiederum unterscheiden sich dadurch, daß die beiden oberen Schenkel des Paares IV senkrecht zur Bildebene und zu den übrigen Partien der gepaarten Chromosomen stehen, was bei dem Bivalent III offenbar nicht der Fall ist. Die typische Form der beiden Paarungsfiguren XII und XIII konnte noch nicht mit Sicherheit bestimmt werden, auch nicht in weiteren, in Diakinese befindlichen Zellen (vgl. Abb. 11). Ihre Charakterisierung muß daher bis zur Untersuchung des diesjährig fixierten Materials aufgeschoben werden.

Wenn wir nun das bisherige Ergebnis unserer Analyse, das schematisch in Abbildung 10 c dargestellt ist, mit Befunden von ANDERSSON (1947) bei *Picea abies* vergleichen, fällt eine Gleichartigkeit der Figuren in 5 Fällen auf. Es scheint demnach die Annahme berechtigt zu sein, daß die von uns gefundene eigentümliche Gestalt der Paarungsfiguren nicht einmalig für *Pseudotsuga taxifolia* ist, sondern eine gemeinsame Besonderheit im Konjugationsverhalten der Meiosis der *Pinaceae* überhaupt darstellen kann.

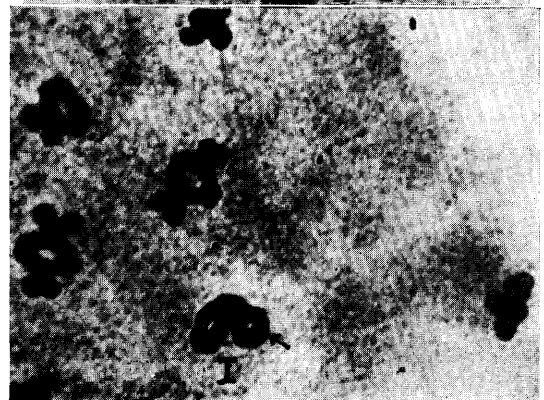
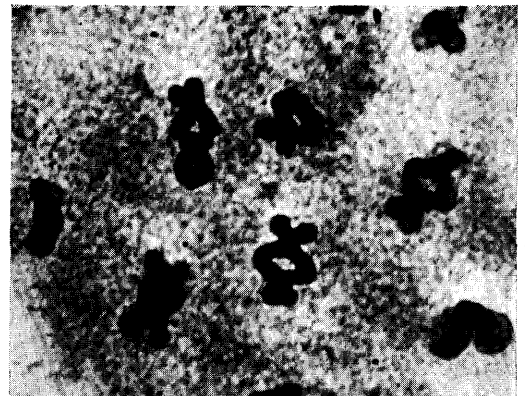


Abb. 10d—e. — Bivalentfiguren. Vergr. 1600×.

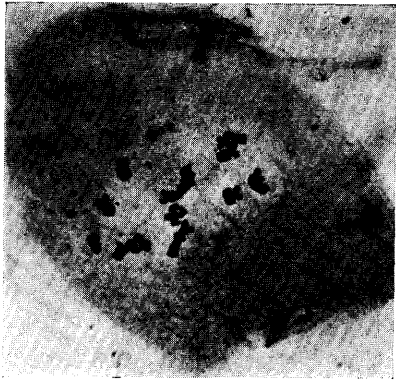


Abb. 11. — Vergr. 540×.

Welcher von den beschriebenen Figuren wohl das SAT- bzw. Nucleolenchromosomenpaar zugehören mag, konnte bis jetzt nicht gesagt werden. Die sonst so auffällige, ungefärbte SAT-Zone ist wohl durch die dichte Spiralisierung nicht auffindbar, und der Nucleolus, mit dem diese Chromosomen häufig in unmittelbarer Verbindung stehen, ist hier, wie schon erwähnt, nicht mehr sichtbar.

Betrachtet man die einzelnen Diakinesefiguren auf *Abbildung 10 a* hinsichtlich der Lage ihrer Chiasmen, so scheint diese durch eine innere Gesetzmäßigkeit festgelegt zu sein; denn auch in weiteren Zellen in Diakinese lassen sich alle typischen Bivalentfiguren aus dieser Zelle wieder identifizieren (vgl. Abb. 11). Die Wanderung und Lagerung dieser unveränderten Diakinesefiguren in die Äquatorialebene der dann folgenden Metaphase I beweisen, daß es sich bei der Douglasie um ein Objekt mit weitgehend „lokalisierten Chiasmen“ handelt (TISCHLER 1951).

In gewissem Umfang aber scheinen einzelne der im Diplotän noch zu beobachtenden Chiasmen doch zu terminalisieren, denn sonst wäre die Entstehung einiger Diakinesefiguren nicht erklärlich. Jedoch tritt offenbar bereits schon in der Diakinese der Stillstand dieser Terminalisation ein — im Gegensatz zu den Objekten mit völlig „terminalisierenden Chiasmen“, — bei denen in der Diakinese und Metaphase schließlich nur noch Ringfiguren, offene Bivalente und Univalente vorliegen (TISCHLER 1951). Vergleicht man nämlich die Paarungsfigur aus dem Diplotän mit den 4 Chiasmen und 2 offenen Enden auf der *Abbildung 7* und die mit  $\nearrow$  gekennzeichnete Figur auf *Abbildung 9*, die mindestens 3 Chiasmen und 2 scherenartig offene Enden besitzt, so muß festgestellt werden, daß in den Diakinesen auf *Abbildung 10 a* und 11 kein Bivalent zu finden ist, das diesen beiden Paarungsfiguren aus dem Diplotän entspricht. Dagegen ist aber ein Bivalent mit 4 Chiasmen vorhanden, von denen die beiden außen gelegenen sich durch Terminalisation als Endbindung manifestiert haben. Es ist das aus drei geschlossenen Schlingen bestehende Paar I der *Abbildung 10 a* gemeint. Die Chromosomenpaare II, VI, VII und VIII haben je ein terminalisierendes neben weitgehend lokalisierten Chiasmen aufzuweisen.

Bei H. J. SAX (1932 und 1933) und K. und H. J. SAX (1933) ist bereits die geringe Terminalisation sowie das Übergewicht der symmetrischen Anordnung der Chiasmen in der Meiosis — nicht nur der *Pinaceen*, sondern der *Koniferen* ganz allgemein — als auffällig hervorgehoben worden. H. J. SAX (1932) vermutet sogar, daß das damit zusammenhängende, seltene Vorkommen von „Crossing over“ zwischen den Chromosomen sicher von nicht geringer Bedeutung bei der Erklärung der relativen Stabilität der Koniferen sei. Auch zieht Verfasserin aus der Chiasmenbildung

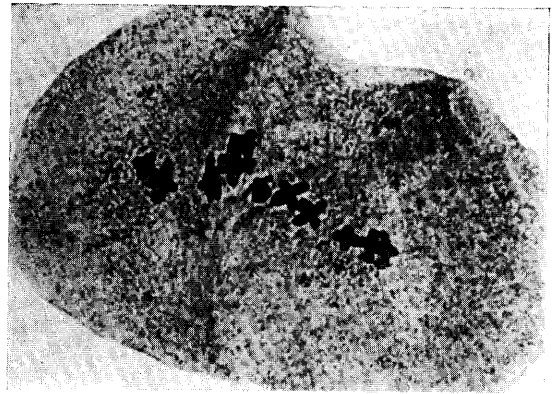


Abb. 12. — Vergr. 720×.

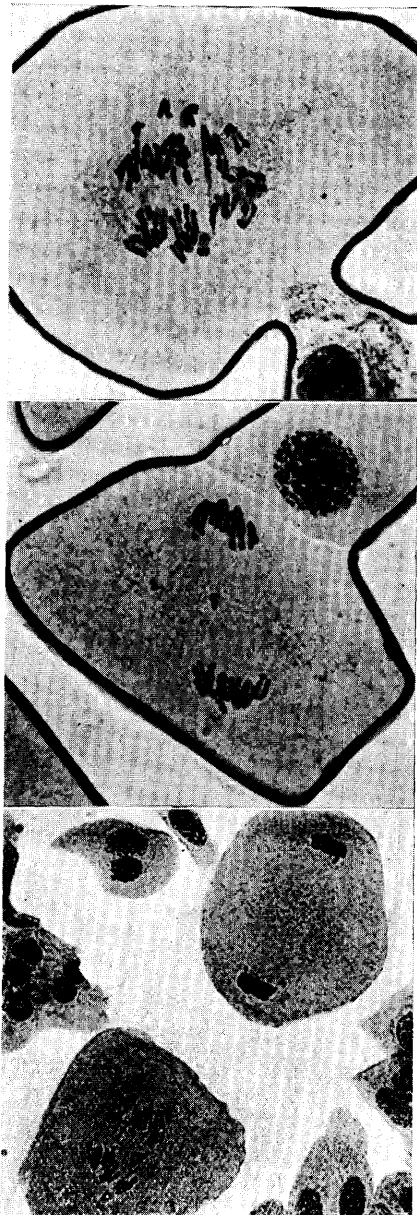


Abb. 13—15. — 13. oben: Vergr. 720×. — 14. Mitte: Vergr. 720×. — 15. unten: Vergr. 360×.

und -häufigkeit Schlüsse zur Erklärung des seltenen Auftretens von Polyploidien innerhalb der Koniferen. —



Anschließend folgen einige Bilder, die den weiteren Verlauf der Meiosis bis zur Bildung der Pollentetrade veranschaulichen sollen. Die Chromosomen wandern jetzt zur Mitte der Zelle, und auf *Abbildung 12* sind die Bivalentfiguren bereits in der Äquatorialebene der Metaphase I angeordnet. Das streifig gequollene Plasma der Spindel fällt besonders auf.

Das Einsetzen des Anaphasezuges wird auf der *Abbildung 13* deutlich. Die gepaarten Homologen haben sich wieder getrennt, und es wandern nun ganze Chromosomen zu den Polen. Hier also erfolgt die *Reduktion* der Chromosomenzahl. Die Zelle auf *Abbildung 14* befindet sich schon in später Anaphase I, und die obere Zelle auf *Abbildung 15* liegt bereits in Telophase vor. Es konnte häufig beobachtet werden, daß einzelne Chromosomen die Tendenz zeigen, zunächst liegen zu bleiben oder doch langsamer als die übrigen polwärts zu wandern. Jedoch werden diese offensichtlich nicht eliminiert, sondern erreichen immer noch die Telophasenkerne (vgl. die Abb. 13, 14 und 15).

Der Übergang von der Telophase I zur Prophase II, die Interkinese oder Interphase, ist auf den folgenden 3 Abbildungen wiedergegeben. Die *Abbildung 16* zeigt eine so-

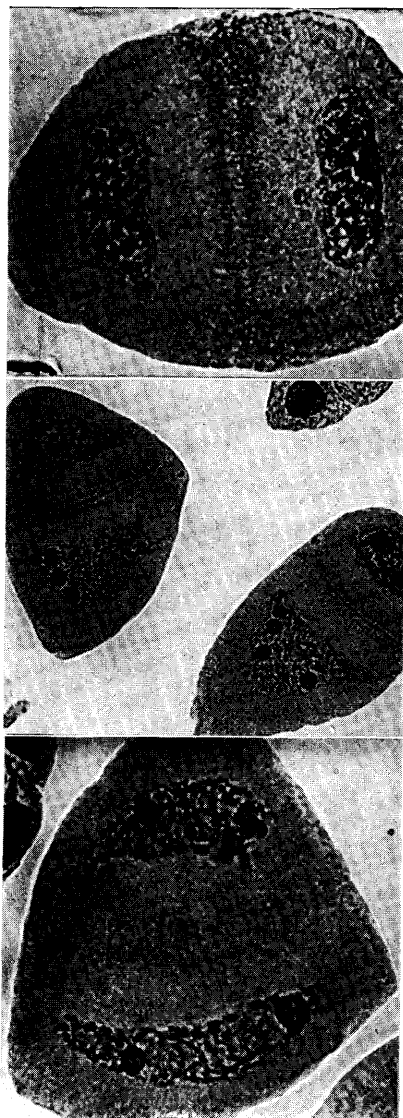


Abb. 16—18. — 16. oben: Vergr. 720 $\times$ . — 17. Mitte: Vergr. 360 $\times$ . — 18. unten: Vergr. 720 $\times$ .

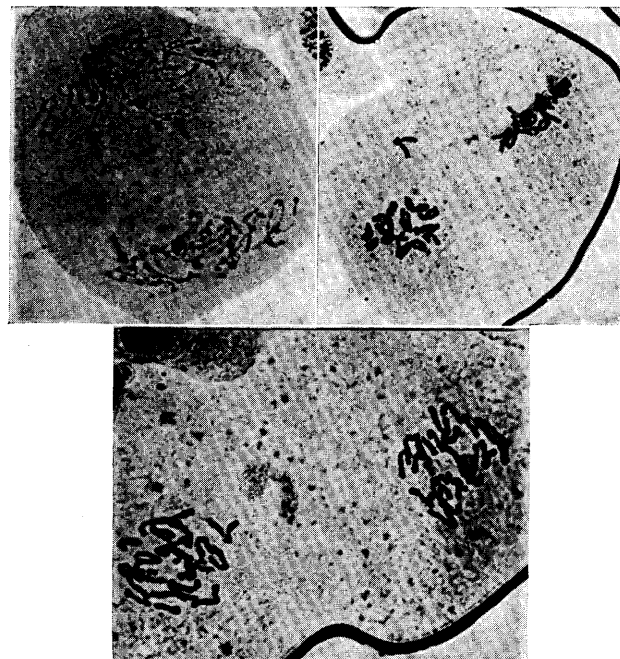


Abb. 19—21. — 19. oben links: Vergr. 540 $\times$ . — 20. oben rechts: Vergr. 540 $\times$ . — 21. unten: Vergr. 720 $\times$ .

genannte „Dyade“, zwei fast in Ruhe befindliche Kerne, die aber erst teilweise oder noch gar nicht durch die neue Zellwand getrennt sind. Diese tritt, wie festgestellt werden konnte, auch nicht immer schon in der Dyade auf (vgl. z. B. Abb. 18), sondern erscheint häufiger unmittelbar vor Ausbildung der Tetrade. *Abbildung 17* zeigt einen etwas späteren Zustand. Das Entstehen der neuen Wand kann bereits erkannt werden. Im übrigen nehmen die Kerne hier im Gegensatz zu Beobachtungen an Interphasen bei krautigen Pflanzen fast wieder völlige Ruhekernstruktur an. Auch Nucleolen sind wieder sichtbar.

Bald wird das Chromatin wieder deutlich fädig (*Abb. 18*, besonders in dem unteren Kern erkennbar) und in der Zelle auf *Abbildung 19*, einer Prophase II, treten die Chromosomen wieder in Erscheinung. Die schon vorbereitete Längsspaltung zeigt sich eigentümlicherweise sehr früh durch die an den Chromosomenenden weit voneinander gespreizten Chromatiden an (siehe  $\nearrow$ ). Auch in anderen entsprechenden Zellen konnte dieses Verhalten wiederholt beobachtet werden.

Auf *Abbildung 20*, einer Zelle in Metaphase II, ist die eine Äquatorialplatte in Aufsicht, die andere in Seitenansicht getroffen. Ein Chromosom liegt wieder etwas außerhalb. Es ist dem Anaphasezustand schon näher als die übrigen, denn die Chromatiden sind schon weit auseinander gewichen und halten nur noch an der Insertionsstelle zusammen.

Die *Abbildung 21* läßt deutlich den einsetzenden Anaphasezug und die Wanderung der Chromatiden bzw. Spalthälften zu den nunmehr 4 Polen vermuten.

Wieder ein Telophasezustand ist auf der *Abbildung 22* erreicht, und auf der *Abbildung 23* liegt dann die Pollentetrade in ihrer Entwicklung nahezu abgeschlossen vor. Die Wandbildung zwischen den vier neuen Plasma- und Kernarealen läßt sich jetzt fast durchgehend verfolgen. (Dies kommt auf der Photographie nicht ganz zum Ausdruck, da nicht gleichzeitig auf die verschiedenen optischen Ebenen eingestellt werden konnte.) Die Wände scheinen

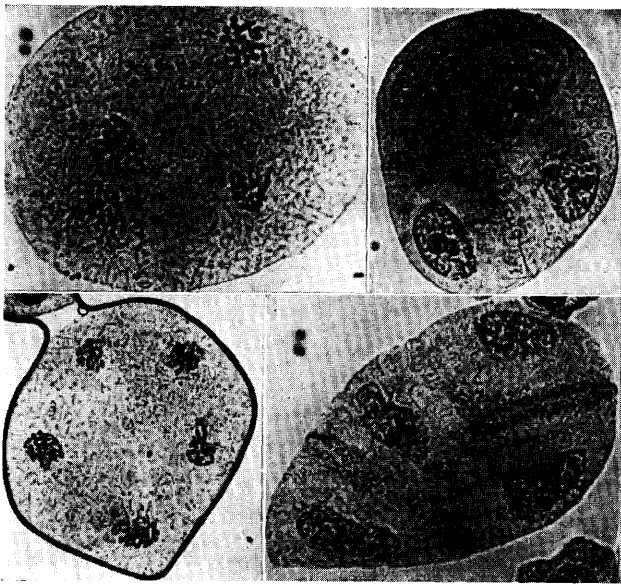


Abb. 22—25. — 22. oben links: Vergr. 540 $\times$ . — 23. oben rechts: Vergr. 540 $\times$ . — 24. unten links: Vergr. 360 $\times$ . — 25. unten rechts: Vergr. 540 $\times$ .



Abb. 26—27. — 26. oben: Vergr. 720 $\times$ . — 27. unten: Vergr. 540 $\times$ .

etwas wulstartig über die übrigen Zellteile hervorzuragen, wie das schon auf der Abbildung 17 sichtbar wurde. —

Mit diesen Aufnahmen ist die Darstellung des Ablaufs der Meiosis vorläufig abgeschlossen. Auf den noch folgenden Abbildungen 24 — 27 sind einige Anomalien wiedergegeben, wie sie ab und zu anzutreffen waren. So zeigt Abbildung 24 eine Telophase II mit 5 Kernen (also eine Pentade). Daneben auf Abbildung 25 ist eine Tetrade mit abnormer Wandbildung photographiert. Die beiden letzten Aufnahmen zeigen Chromatidbrücken. Auf Abbildung 26 ist eine solche noch vollständig erhalten, während sie in der Zelle auf der anderen Aufnahme durch den immer stärker gewordenen Zug gerissen ist, jedoch deuten die

lang ausgezogenen Chromatiden die Lage der wohl ursprünglich vorhandenen Brücke noch an. Es handelt sich in diesen Zellen, von denen noch weitere gefunden und photographiert worden sind, augenscheinlich um einen direkten Übergang von der Anaphase I zur Metaphase II. Denn in allen Fällen ist der Abschluß des Anaphasezustandes durch das „Nichtauseinanderweichen“ zweier Homologer bzw. zweier in einem Chiasma zusammenhängender Chromatiden offensichtlich derartig verzögert worden, daß Telophase I und Interkinese sowie Prophase II zeitlich völlig ausgefallen sind und die Chromosomen sich nun sogleich in die Äquatorialebene der Metaphase II einzuordnen scheinen und durch die sich immer mehr verstärkende Zugspannung schließlich eine gewaltsame Trennung der noch zusammenhängenden Partien erfolgt.

### Zusammenfassung

Der Ablauf der Meiosis bei *Pseudotsuga taxifolia* var. *viridis* wird an einer Auswahl von Mikrophotographien kurz wiedergegeben, und es werden Charakteristika einzelner Phasen herausgestellt.

Eine Analyse der Paarungsfiguren der Diakinese wird vorgenommen und in einem Schema festgelegt. Es lassen sich 13 Bivalente von charakteristischer Gestalt unterscheiden; damit kann die Chromosomenzahl  $n = 13$  bzw.  $2n = 26$  erneut bestätigt werden. Bei 5 Figuren wurde eine weitgehende Übereinstimmung mit 5 für *Picea abies* beschriebenen Bivalenten gefunden.

Die eigentümliche, offenbar einer inneren Gesetzmäßigkeit unterworfenen Lage der Chiasmen, die die typische Gestalt der Bivalentfiguren bedingt, führte auf Grund der Beobachtungen zu der Feststellung, daß es sich hier um weitgehend lokalisierte Chiasmen handelt, Terminalisation dagegen gar nicht oder nur in ganz geringem Maße auftritt. Dies stellt offenbar nicht nur eine Besonderheit im Konjugationsverhalten der Meiosis von *Pseudotsuga taxifolia* dar, sondern ist den *Pinaceen* gemeinsam eigentümlich. Darin liegt vermutlich auch die Ähnlichkeit einiger Diakinesefiguren mit denen von *Picea abies* begründet.

Die Untersuchungen wurden inzwischen weitergeführt, und es ist beabsichtigt, sie in einer späteren Gesamtabhandlung über die Zytologie der Douglasie ausführlich zu diskutieren.

### Summary

Title of the paper: *Studies on the course of meiosis in Pseudotsuga taxifolia* BRITTON. — The course of meiosis in *Pseudotsuga taxifolia* var. *viridis* is briefly described and illustrated by a selection of microphotographs. The characteristics of the several stages are demonstrated.

An analysis of the pairing-figures at Diakinesis has been made and the results are arranged schematically. Thirteen bivalents of characteristic shape can be distinguished and the previously reported chromosome number  $n = 13$  ( $2n = 26$ ) is therefore verified. Five of the figures were found to be very similar to five figures described for *Picea abies*.

It is evident that the characteristic position of the chiasmata is under an inner control which also affects the typical shape of the bivalent figures. These observations lead to the conclusion that the chiasmata are extremely localised. On the other hand terminalisation is either completely absent or present only to a small degree. Evidently

this peculiarity in behaviour at conjugation in meiosis in *Pseudotsuga taxifolia* is characteristic of the *Pinaceae* in general. Presumably the similarity of some of the diakinesis figures with those of *Picea abies* can be explained in this way.

The studies are being continued and will be discussed later in a more comprehensive paper on the cytology of *Pseudotsuga*.

#### Literatur

ANDERSSON, E.: A case of asynesis in *Picea abies*. Hereditas 33, 301—347 (1947). — DARLINGTON, C. D., and JANAKI AMMAL, E. K.: Chro-

mosome atlas of cultivated plants. London: Allen and Unwin 1946, 397 pp. — ERNST, H.: Meiosis und crossing over. Zytologische und genetische Untersuchungen an *Antirrhinum majus* L. Z. f. Bot. 33, 241—284 (1938). — MARQUARDT, H.: Der Stückaustausch zwischen nicht homologen Chromosomen in Mitosis und Meiosis. Ber. dtsch. bot. Ges. 55, 149—159 (1937). — SAX, H. J.: Chromosome pairing in *Larix* species. Journ. Arnold Arboretum 13, 368—374 (1932). — SAX, H. J.: Chiasma formation in *Larix* and *Tsuga*. Genetics 18, 121—128 (1933). — SAX, K., and SAX, H. J.: Chromosome number and morphology in the conifers. Journ. Arnold Arboretum 14, 356—375 (1933). — TISCHLER, G.: Allgemeine Pflanzenkaryologie. 2. Hälfte: Kernteilung und Kernverschmelzung. (Handbuch der Pflanzenanatomie, Bd. II.) Berlin: Naturwiss. Verlag vorm. Gebrüder Borntraeger 1951, pp. 367—369, 428.

(Aus der Württ. Forstl. Versuchsanstalt, Abt. Botanik und Standortskunde)

## Beobachtungen über die Geschlechtsverhältnisse bei jungen Graupappeln und Aspen

Von GERHARD SCHLENKER

(Eingegangen am 10. 5. 1953)

Im Frühjahr 1953 blühte — vermutlich unter der Nachwirkung des Dürresommers von 1952 — auf den Beobachtungsflächen im Fasanengarten bei Weil im Dorf ein großer Teil der fünf- und sechsjährigen Graupappel- und Aspen-Sämlingspflanzen. (Bei den gleichalten Sämlingspflanzen der Silberpappel wurde trotz sorgfältigem Absuchen kein einziges Blütenkätzchen gefunden.)

Bei den blühenden Exemplaren der durch künstliche Bastardierung gewonnenen Graupappeln und bei den in geringer Zahl vorhandenen, ausnahmslos blühenden Sämlingspflanzen der *P. tremuloides* und *P. tremula* wurde die Geschlechtsverteilung näher untersucht. Dabei wurden folgende 5 Typen beobachtet:

1. ♀♀ rein weibliche Exemplare,
2. ♀ (♂) überwiegend weibliche, schwach androgyne Exemplare (ein Teil der Kätzchen mit einzelnen zwittrigen und männlichen Blüten),
3. ♂♂ rein männliche Exemplare,
4. ♂ (♂) überwiegend männliche, schwach androgyne Exemplare (ein Teil der Kätzchen mit einzelnen zwittrigen und weiblichen Blüten),
5. ♂ ausgesprochen androgyne Exemplare.

Wie Tabelle 1 zeigt, wurden bei den Sämlingspflanzen der Kreuzungen *tremula* ♀ × *alba* ♂ und *tremula* ♀ × *alba* var. *bolleana* ♂ bislang nur weibliche bzw. überwiegend weibliche Exemplare festgestellt. Das stimmt gut überein mit einer Beobachtung von JABLOKOW (Moskau), der schon

einige Jahre früher die Kreuzung *tremula* × *alba* var. *bolleana* durchführte und bei den Bastardsämlingen im ersten Blühjahr (1947) ausschließlich weibliche Exemplare feststellte (BUCHHOLZ 1953).

Bei der reziproken Kreuzung *alba* ♀ × *tremula* ♂ blühten ungefähr drei Viertel der geschlechtsreifen Exemplare männlich bzw. überwiegend männlich und ein Viertel weiblich bzw. überwiegend weiblich.

Die mutmaßlichen Gründe dieses Verhaltens können erst erörtert werden, wenn ein größeres Beobachtungsmaterial vorliegt. Im folgenden sollen zunächst nur die beobachteten Erscheinungen von Zweigeschlechtlichkeit kurz beschrieben werden:

♀ (♂), überwiegend weiblich, schwach androgyne

Typisch für diese Gruppe waren: das einzige untersuchte Exemplar der *P. tremula*; eine Sämlingspflanze des Bastardes *alba* × *tremula*; 4 von 27 blühenden Exemplaren des Bastardes *tremula* × *alba* und 13 von 19 blühenden Jungpflanzen des Bastardes *tremula* × *alba* var. *bolleana*.

Sehr viele Kätzchen (vorwiegend stattliche und vollkommen ausgebildete) trugen ausschließlich normale weibliche Blüten, andere Kätzchen (in erster Linie kleine, unvollkommen ausgebildete) wiesen neben normalen weiblichen Blüten auch einige Blüten mit männlichen Geschlechtsorganen auf. Am häufigsten wurden am oberen Ende des Kätzchens einige Zwitterblüten beobachtet. Weit seltener

Tabelle 1

	vorhanden	n.blühend	blühend	♀♀	♀ (♂)	♂♂	♂ (♀)	♂
4702 und 4708 <i>tremula</i> × <i>alba</i>	41	14	27	23	4	—	—	—
4801 <i>tremula</i> × <i>alba</i> var. <i>bolleana</i>	42	23	19	6	13	—	—	—
Summe <i>tremula</i> × <i>alba</i>	83	37	46	29	17	—	—	—
4704 <i>alba</i> × <i>tremula</i>	15	2	13	2	—	11	—	—
4802 <i>alba</i> × <i>tremula</i>	44	25	19	4	1	13	1	—
Summe <i>alba</i> × <i>tremula</i>	59	27	32	6	1	24	1	—
<i>tremula</i>	1	—	1	—	1	—	—	—
<i>tremuloides</i>	5	—	5	1	2	—	—	2

4702 = *tremula* Härdtle × *alba* Monrepos, Kreuzung von 1947  
4708 = *tremula* Härdtle × *alba* Monrepos, Kreuzung von 1947  
4801 = *tremula* Härdtle × *alba* var. *bolleana*, Kreuzung von 1948

4704 = *alba* Hohenheim × *tremula* Härdtle, Kreuzung von 1947  
4802 = *alba* Münster × *tremula* Härdtle, Kreuzung von 1948