

Consequently, the triploids, as far as one can see, entail an increase of production in *Populus tremula*. Apart from this, it is quite possible that triploid aspen will not acquire any great silvicultural significance, seeing that a number of species hybrids — especially *P. tremuloides* × *tremula* — would appear to offer a far superior material for cultivation (JOHNSON 1953). Triploidy can, however, be also exploited in species hybridisation, which has occurred with good results precisely as regards the hybrid mentioned, from which triploid families have been raised (JOHNSON 1953). Data also exist for other tree species that point to a growth-increasing influence on the part of triploidy — especially in *Alnus glutinosa* (JOHNSON 1950). In agriculture the first artificially produced tetraploid varieties have begun to be exploited in commercial cultivation. Even if we cannot attain through polyploidization such powerful effects as, for instance, through species hybridization, yet we have every reason to pay attention to the potential possibilities of polyploidy in silvicultural plant-breeding, and we are fully justified in making a thorough investigation of the properties and value of polyploid forest tree strains.

Summary

A survey is given of the development of a 9-year old experiment in triploid and diploid populations of *Populus tremula*. The test comprises 5 triploid and 3 diploid families. Their origin and development are summarized in Table 1. The triploid families have a greater growth in height and volume than the diploids. Significances for triploid-diploid comparisons are given in Table 2. The variation is greater in the triploid than in the diploid families both as regards height (Tab. 3) and volume (Tab. 4). The greater variation in the triploid families is considered mainly to depend on the occurrence of individuals with

somewhat deviating chromosome numbers, viz., aneuploid. The results are considered as an encouragement to continue investigating the properties of polyploid forest tree.

Zusammenfassung

Die Entwicklung eines neun Jahre alten Versuches mit triploiden und diploiden Populationen von *Populus tremula* wird beschrieben. Der Versuch besteht aus 5 triploiden und 3 diploiden Familien. Ihre Herkunft und Entwicklung sind in Tabelle 1 zusammengefaßt. Die triploiden Familien haben größeren Höhen- und Volumzuwachs als die diploiden. Die Signifikanzen zum Vergleich Triploidie-Diploidie sind in Tabelle 2 angegeben. Die Variation der Höhe (Tab. 3) und des Volumens (Tab. 4) ist größer in den triploiden als in den diploiden Familien. Die größere Variation der triploiden Familien ist durch das Vorkommen von Individuen mit etwas abweichender Chromosomenzahl — Aneuploiden — erklärt. Das Resultat wird für weitere Untersuchungen der Eigenschaften triploider Forstpflanzen als anregend bezeichnet.

Literature Cited

BERGSTRÖM, I.: On the progeny of diploid × triploid *Populus tremula*. With special reference to the occurrence of tetraploidy. *Hereditas* 26, 191–201 (1940). — JOHNSON, H.: Cytological studies of diploid and triploid *Populus tremula* and of crosses between them. *Hereditas* 26, 321–352 (1940). — JOHNSON, H.: The triploid progeny of the cross diploid × tetraploid *Populus tremula*. *Hereditas* 31, 411–440 (1945). — JOHNSON, H.: On the C₁ and C₂ generations in *Alnus glutinosa*. *Hereditas* 36, 205–219 (1950). — JOHNSON, H.: Hybridaspens ungdomsutveckling och ett försök till framtidsprognos. Svenska Skogsvårdsfören. Tidskrift 1953. — NILSSON-EHLE, H.: Über eine in der Natur gefundene Gigasform von *Populus tremula*. *Hereditas* 21, 379–382 (1936). — SYLVÉN, N.: Lang- och kortdagstyper av de svenska skogsträden (Longday and shortday types of Swedish forest trees). *Svensk Papperstidn.* 43 (1940).

(Aus der Bundesanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Abt. Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, Schmalenbeck)

Über anomale Zwitterblüten eines Klones der Gattung *Populus*, Sektion *Leuce*

Von F. W. SEITZ

(Eingegangen am 10. 3. 1953)

Die Arten der Familie der Salicaceae sind normalerweise zweihäusig (diözisch). Ihre Individuen tragen Kätzchen, die sich alle aus eingeschlechtigen Blüten zusammensetzen. Gemeinhin wird deshalb in der Praxis des Pappel- und Weidenbaus von männlichen Bäumen und weiblichen Bäumen gesprochen. Es widerspricht allerdings nomenklatorischen Gepflogenheiten, wenn in früheren Jahren vegetativ vermehrbaren eingeschlechtigen Individuen euroamerikanischer Schwarzpappelbastarde und aus ihnen gezogenen Klonkollektiven botanische Namen von Artcharakter verliehen worden sind, die heute noch vielfach gebraucht werden (Beispiel: *Populus serotina* nur ♂; *Populus marilandica* nur ♀ u. a.). Die individuelle Unterscheidbarkeit des Habitus solcher Klon-Angehöriger verschiedener Geschlechter allein berechtigt dazu nicht.

Sowohl innerhalb der Gattung *Populus* wie auch in der Gattung *Salix* sind von der Norm der Diözie Ausnahmefälle im Laufe der Zeit bekanntgeworden. Dabei handelt

es sich um Individuen, in deren Blüten eine mehr oder weniger vollständige Ausprägung beider Geschlechter in Erscheinung trat. Wir haben bereits früher entsprechende Literaturbeispiele zitiert (SEITZ 1952, vgl. desgl. RUNQUIST 1951, RAINIO 1927). Ein weiterer Ausnahmefall (ein 4½ m hoher Baum im Ann-Arboretum, Michigan, USA) bei *Populus tremuloides* wird von ERLANSON and HERMANN (1927) diskutiert.

Aus allen derartigen Beobachtungen innerhalb der Gattung *Populus* wird meist geschlossen, daß in solchen Fällen die Norm der Diözie durchbrochen und jeweils in wechselnder Anzahl innerhalb der Kätzchen neben eingeschlechtigen auch „vollkommene“ Zwitterblüten entwickelt worden sind. Die erste Charakterisierung des von uns selbst aufgefundenen zwittrigen aspenähnlichen Wurzelbrutklones bei Dillingen an der Donau gründete sich auf ähnlichen Feststellungen. Wir beschrieben damals auch die speziellen morphologischen Eigentümlichkeiten der

Zwitterblüten sowie den Aufbau der Kätzchen unseres Objektes. Morphologische Mißbildungen bei den beiden Geschlechtsorganen der Zwitterblüten, die auf Intersextufen hinweisen würden, sind bei diesen Untersuchungen nicht gefunden worden (SEITZ 1952). Dagegen ist sowohl bei der zwittrigen Aspe in Nordschweden (RUNQUIST 1951) wie auch bei unserem Dillinger Objekt (GREHN 1951, unveröffentlicht) durch die Aufzucht von Selbstungsnachkommen die mehr oder weniger große Funktionstüchtigkeit beider Geschlechtsorgane der Zwitterblüten direkt nachgewiesen worden.

Diesen Befunden, die bei der Gattung *Populus* gewonnen worden sind, stehen andersartige von der Gattung *Salix* gegenüber. Die von RAINIO (1927) aufgestellten Intersexenreihen bei Weidenbastarden enthalten sämtliche Übergangsstufen von einer ♂ bis zu einer ♀ Blüte und umgekehrt. Sie zeigen dabei alle bei Intersexen vorstellbaren Ausbildungsanomalien in den Geschlechtsorganen. Es fehlen in diesen Reihen aber die Grenzfälle, die einer morphologisch normalen Zwitterblüte entsprechen könnten. Als solche Grenzfälle könnten womöglich bei der nahen Verwandtschaft der Gattungen *Populus* und *Salix* die bisher bei *Populus* allein gefundenen morphologisch normalen Zwitterblüten aufgefaßt werden.

Die in beiden Gattungen vorkommenden Ausnahmen vom normalen diözischen Verhalten lassen weiterhin eine gewisse Labilität in der diplogenotypischen Verankerung der Zweihäusigkeit für die ganze Familie vermuten, womöglich in der Form, wie das von subdiözischen Blütenpflanzen bekannt ist. Wenn auch die Subdiözie nur im Kreuzungsexperiment nachgewiesen werden kann, so deutet doch vielleicht eine gewisse Labilität im phänotypischen Verhalten der *Populus*-Zwitter in diese Richtung. Einmal kommen stets neben zwittrigen Blüten im gleichen Kätzchen auch reine eingeschlechtige (bei unserem Objekt ♀) Blüten meist zonenweise gemischt vor, andererseits ist auch das Verhältnis von eingeschlechtigen zu zwittrigen Blüten je Kätzchen variabel. Gerade diese Erscheinungen lassen sich aber als phänotypische Äußerungen von Subdiözie auffassen (vgl. HARTMANN 1943, p. 287). Es ist ferner denkbar, daß natürliche oder künstliche Bastardierung als Ursache für ihr Auftreten anzusehen sind. Dafür sprechen auch unsere Beobachtungen am Austrieb und am Blatt unseres Dillinger Objektes im vergangenen Frühjahr (starke Behaarung, Andeutung einer apikalen Spitze am Blatt), die auf Graupappel-Eigenschaften hinweisen. Als Folge einer künstlichen Kreuzung kann beispielsweise angesehen werden, wenn in der F_1 nach künstlicher Bastardierung von *P. alba* ♀ und *P. grandidentata* ♂ sowie von *P. alba* ♀ und *P. tremuloides* ♂ Pflanzen mit Blüten beider Geschlechter gefunden wurden, wie PERO (1938) am Rande einer zytologischen Arbeit in anderem Zusammenhang berichtet hat.

Die Labilität in der genotypischen Verankerung der normalen Diözie scheint demnach der ganzen Familie der *Salicaceae* eigentümlich zu sein. Es muß auch vermutet werden, daß die genetische Ursache zum phänotypischen Erscheinen von Geschlechtsverschiebungen als Auswirkungen solcher Labilität in der gesamten Familie in gleicher Weise begründet liegt.

Eine Aufklärung des Vererbungsmodus der Anomalie der Zwitterblütenbildung können nur die Ergebnisse von Selbstungen und Rückkreuzungen mit normalen diözischen Formen durch die Aufspaltungszahlen in den Nachkommenschaften erbringen. Für derartige Versuche wer-

den aber bei unserem Objekt naturgemäß längere Zeiträume benötigt, und es erschien zunächst zweckmäßig, die Entwicklungsabläufe in den Blüten des Dillinger Zwitters eingehender zu untersuchen. Darüber soll in diesem Beitrag berichtet werden. Ferner versuchen wir, unsere Befunde mit den von RAINIO (1927) an Weiden-Intersexen gewonnenen Ergebnissen in Beziehung zu bringen und die Zwitterblüten unseres Objektes den Stadien intersexueller Blütenbildung gegenüber zu stellen. Trotz der Funktionstüchtigkeit von Antheren und Fruchtknoten der Zwitterblüten kann bei ihnen im Falle des Dillinger Beispiels nämlich nicht von einer Gleichwertigkeit beider Geschlechter gesprochen werden; denn es werden jeweils nur 1 bis 5 Antheren und nicht viele (∞) ausgebildet, wie das bei rein männlichen Pappelblüten der Fall ist.

Ein weiterer Grund für die Annahme einer ähnlichen Labilitätsursache für die Erscheinung beider anomaler Blütentypen ist sicherlich auch in der nahen Verwandtschaft der beiden *Salicaceen*-Gattungen *Populus* und *Salix* zu suchen. Auf solche enge Verwandtschaft schloß FISHER (1928 a, b) auf Grund seiner morphologischen und anatomischen Untersuchungsergebnisse an *Salicaceen*blüten. Der allgemeine Gefäßbündelverlauf in der Blütenregion bestätigte ferner seine Anschauung. In unserem Zusammenhang ist darüber hinaus von Bedeutung, daß FISHER (1928 b) zu der Vorstellung gelangte, die rezenten *Salicaceen*blüten als abgeleitete Stufen einer „Reduktionsreihe“ zu deuten, die von einer primitiveren, stärker gegliederten (zwittrigen) Blüte herzuleiten sind. In seiner Stufenfolge reiht er hintereinander:

1. Die Blüte der Gattung *Populus* als der derzeit noch primitivste Typ (mit vielen Antheren im männlichen Geschlecht und rudimentär vorhandener Korolle in beiden Geschlechtern).
2. Die Blüte der Gruppe der *Pleianthrae* der Gattung *Salix* (mit vielen Antheren im männlichen Geschlecht, ohne Reste einer früheren Korolle).
3. Die Blüte der Gruppe der *Diandrae* der Gattung *Salix* (mit 2 Antheren im männlichen Geschlecht, ebenfalls ohne Reste einer Korolle).

Es wird deshalb auch zu untersuchen sein, inwieweit diese Vorstellung von der möglichen stärkeren Differenzierung der Weidengenome und die phänotypische Verschiedenheit der anomalen Blütenbildungen bei *Populus* und *Salix* vereinbar sind, insbesondere dann, wenn außerdem noch die verschiedenartigen Chromosomenzahlenverhältnisse beider Gattungen herangezogen werden. Die leichte Kreuzbarkeit der Arten dürfte beiden Gattungen eigen sein. Sie ist sicher aber besonders deutlich in der Gattung *Populus*.

Material und Methoden

Das Material für die mikroskopischen Untersuchungen entstammt dem *aspennähnlichen Wurzelbrutklon* von Dillingen (Donau), über den schon früher berichtet wurde (SEITZ 1952). Verschiedene Glieder dieses Klones sind in ihren Blüten bisher in 3 aufeinanderfolgenden Jahren (1951 bis 1953) beobachtet worden. Für embryologische Untersuchungen war die Zeit von Januar bis März am geeignetsten. In diesem Zeitabschnitt fixierten wir in jedem Jahr aufpräparierte Kätzchenknospen, die abgeschnitten, in Wasser im Gewächshaus stehenden Blühreisern entnommen wurden. In der Zeit kurz nach Ostern 1952 sammelten wir ferner von den Bäumen selbst postflorales Kätzchenmaterial zur Kontrolle der Embryo-Entwicklung im Fruchtknoten unter natürlichen Umweltbedingungen. Einen Eindruck von vorwinterlichen Entwicklungsstadien der Blüten vermittelte uns im Herbst (1952) erworbenes

Knospenmaterial. Für eine spezielle Analyse des meiotischen Verhaltens unseres zwittrigen Objektes werden zur Zeit wiederum von im Gewächshaus stehenden Blühereisern Dauerpräparate hergestellt sowie weiteres Knospenmaterial fixiert.

Vergleichsweise herangezogenes Knospenmaterial von normalen diözischen Aspen stammte aus dem Arboretum Tannenhöft in Schmalenbeck. Der Kontrolle wegen ist ferner eine ♂ Graupappel aus Schleswig (Landratsamt) zu Meiose-Studien verwandt worden.

Zur Herstellung der mikroskopischen Präparate wurde die Essigkarmin-Quetschmethode angewandt. Von in Alkohol-Eisessig fixiertem und in Alkohol aufbewahrt Material erhielten wir die besten Präparate, wenn wir bei der Aufbereitung zunächst nach der HEITZschen Nukleal-Quetschmethode voringen und die Präparate dann in Karmin-Essigsäure einschlossen und untersuchten (HEITZ 1936, 1950). In besonders hartnäckigen Fällen haben wir nach der Fuchsinbehandlung auch die Objekte in Karmin-Essigsäure gekocht und dann erst gequetscht. Wesentlich erscheinende EK-Präparate wurden zu Dauerpräparaten verwandelt. Dabei wurden sie über 45%ige Essigsäure in Alkohol überführt und dann im alkohol-löslichen Medium Euparal der Firma Bayer-Leverkusen eingeschlossen. Zum Andrücken des Deckglases bewährten sich in diesem Zusammenhang besonders die von STOSCH empfohlenen kleinen Drahtklammern (beschrieben bei von STOSCH 1952).

Die meisten Untersuchungen und alle Mikrophotographien sind mit dem Ortholuxgerät der Firma E. Leitz (Wetzlar) ausgeführt worden. Es standen dazu Achromate, Fluorit-Objektive und Apochromate zur Verfügung. Der Ortholux ist mit einem BEREK-Kondensator mit auswechselbarer Ölkappe ausgerüstet. Versuchsweise wurde in einigen Fällen auch die Phasenkontrast-Einrichtung von Leitz benutzt. Für die zunächst probeweise Überlassung dieser Einrichtung darf sich der Verfasser an dieser Stelle ausdrücklich bedanken. Die Mikrophotographien stellten wir mit Hilfe des Aufsatzgerätes „Mikas“ in Zusammensetzung mit dem Leica Ic-Gehäuse her. Diese Einrichtung liefert in unserer Zusammensetzung auf $\frac{1}{3}$ der optischen Vergrößerung des Mikroskops verkleinerte Negative. Aus diesem Grund sind alle nachher hergestellten Positive stets 3mal vergrößert worden. — Zur Präparation der Embryosäcke stand ein GREENOUGH-Binokular von Leitz zur Verfügung.

Bei einem Teil der Mikro-Aufnahmen wurde die Rotunempfindlichkeit der Diapositiv- und Dokumentenfilme ausgenutzt, und die Essig-Karmin-Präparate ohne Lichtfilter auf Perutz-Positivfilm photographiert. Oft konnten dadurch stärkere Kontraste bei guter Feinkörnigkeit des Bildes erzielt werden.

Die somatische Chromosomenzahl des zwittrigen Klones

Die normale diploide Chromosomenzahl aller Arten der Gattung *Populus* ist $2n = 38$. Sie ist bisher für Angehörige der Gattung mehrfach bestätigt worden (s. u. a. PETO 1938, DILLEWIJN 1939 und weitere Literatur bei SEITZ 1951). Die aufgefundenen triploiden Gigas-Aspen (NILSSON-EHLE 1936, MÜNTZING 1936 u. a.) sowie die triploiden Nachkommen nach künstlichen Kreuzungen (PETO 1938) sind Einzelindividuen und ändern nichts an der natürlichen zahlenmäßigen Einheitlichkeit des Chromosomensatzes dieser Gattung.

Die Schwestergattung *Salix* steht dazu in einem Gegensatz. Die Chromosomenzahlen der Weidenarten sind verschieden. Bei ihnen wird heute zwischen 2 verschiedenen Grundzahlen, $x = 19$ und $x = 22$, unterschieden. Bei entsprechender Anordnung der Zahlen ergeben sich außerdem noch auf beiden Grundzahlen polyploide Reihen. Dem uniformen Zahlenbild der Gattung *Populus* steht demnach eine starke Zahlendifferenzierung innerhalb der Gattung *Salix* gegenüber, in der womöglich auch eine stärkere Differenzierung der Weidengenome überhaupt zum Ausdruck kommen kann. Dieser Gegensatz wird von Bedeutung, wenn später Zwitter- und Intersexblüten bei *Populus* bzw. *Salix* verglichen werden sollen.

Die Chromosomenzahlen der von RAINIO untersuchten Intersex-Weiden sind damals nicht ermittelt worden. Dem Beispiel von Geschlechtsverschiebung haftet demnach die Unsicherheit an, daß nämlich die Aneuploidie als mögliche Entstehungsursache nicht ausgeschaltet werden kann. Wenn nun auch diese Unsicherheit wegen der allgemeinen Uniformität der Chromosomenzahl bei *Populus* nicht in dem Maße besteht, war es dennoch vor jeder weiteren Behandlung unseres Materials erforderlich, die Valenzstufe des zwittrigen Dillinger Klones zu identifizieren. Zu ihrer Aufklärung sind Mitosen aus verschiedenen Geweben herangezogen worden. In vegetativen Knospen, im Embryogewebe und in Wurzelspitzen von 10 Selbstungsnachkommen unseres Objektes ist in jedem Falle die Zahl $2n = 38$ Chromosomen festgestellt worden (Abb. 1). Außerdem ergaben die Heterochromatinteile mancher Ruherkerne die gleiche Zahl. Einige analysierbare Pollenkornmitosen erwiesen sich als 19-chromosomig.

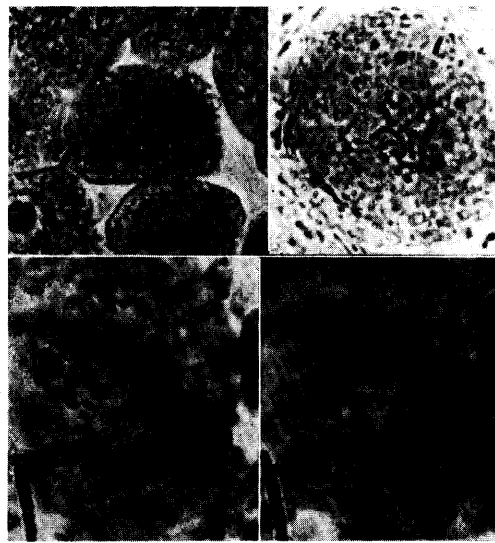


Abb. 1. Mitosen, $2n = 38$. — a. oben links: aus Embryogewebe (920 \times). — b. oben rechts: aus vegetativem Knospengewebe (1100 \times). — c. unten: aus Wurzelspitze von Selbstungsnachkommen (zwei Bildebenen einer Mitose, 750 \times). — Essigkarmin.

Für die weitere Aufklärung des sexuellen Verhaltens der normalerweise zweihäusigen Pappeln wäre eine eingehendere Analyse auch der Mitosen unseres Objektes von wesentlicher Bedeutung. Bei der absoluten Kleinheit der Chromosomen ergeben sich jedoch dabei sehr große Schwierigkeiten. Bei geeigneter Technik lassen sich unterschiedlich große Chromosomen feststellen, die unter Umständen in allen Mitosen identifiziert werden können. Besonders 4 Einheiten fallen dabei meist durch ihre größere Länge auf. Der Frage nach womöglich geschlechtsgebundenen Unterschieden in der Zusammensetzung der Chromosomensätze der Pappeln kann jedoch erst später nachgegangen werden. Bei der Ungunst unseres Objektes für zytologische Analysen müssen zunächst mehr Untersuchungsdaten zusammengetragen werden. Ähnliche Schwierigkeiten bestehen auch für die Bearbeitung meiotischer Konfigurationen. ERLANSON and HERMANN glaubten bei ihren Objekten ein heteromorphes Bivalent gefunden zu haben (1927). PETO (1938) war jedoch nicht in der Lage, den Befund zu bestätigen, und schreibt: "no definitely heteromorphic pair has been found consistently". In unserem Arbeitsrahmen wird demnach erneut versucht werden müssen, eine Bivalent-Analyse bei unseren Objekten in

einer späteren Arbeit durchzuführen. Über vorläufige Befunde wird im Zusammenhang mit der Pollenentwicklung berichtet. Für diesen Beitrag war zunächst die Feststellung der diploiden Chromosomenzahl $2n = 38$ für den zwittrigen Klon ausreichend.

Entwicklungsabläufe im Fruchtknoten der Zwitterblüten

Die Mitosebefunde haben somit ergeben, daß der zwittrige Dillinger Klon keine Ausnahme-Individuen hinsichtlich der Chromosomenzahl enthält. Untersuchungsergebnisse über den Bau des Fruchtknotens der Zwitterblüten und dort ablaufende Entwicklungsvorgänge lassen sich deshalb mit früheren Befunden an normalen ♀ Aspen direkt in Beziehung bringen. In einer Arbeit aus dem Botanischen Institut in Frankfurt berichtet GRAF (1921) hierüber erstmalig. Seinen Untersuchungsergebnissen liegen Befunde u. a. von *Populus tremula* aus dem Rhein-Main-Becken zugrunde. Er beschreibt in seiner Arbeit die Entwicklungsgeschichte des Embryosackes bis zur Anthese. Wir können somit bei unserem Objekt erhaltene Bilder aus diesem Entwicklungsabschnitt mit den Daten dieser Arbeit vergleichen, um womöglich vorhandene anomale Tendenzen bei unserem Objekt zu erkennen. Ferner sollte außerdem die Anwendbarkeit der Essigkarmin-Schnellmethode für embryologische Untersuchungen an Pappeln geprüft werden, da sie zur Aufklärung von befruchtungsbiologischen Fragen im Rahmen der Pappelgenetik von Bedeutung ist. Unsere Bearbeitung kann verschiedentlich durch Mikrophotogramme belegt werden.



Abb. 2. — a. oben links: Einzelblütchen aus einer Kätzchenknospe im September (40×). — b. oben rechts: eine Samenanlage daraus (350×). — c. unten: Samenanlage im Winterzustand mit erster Differenzierung von Nuzellus und einem Integument (760×). — Essigkarmin.

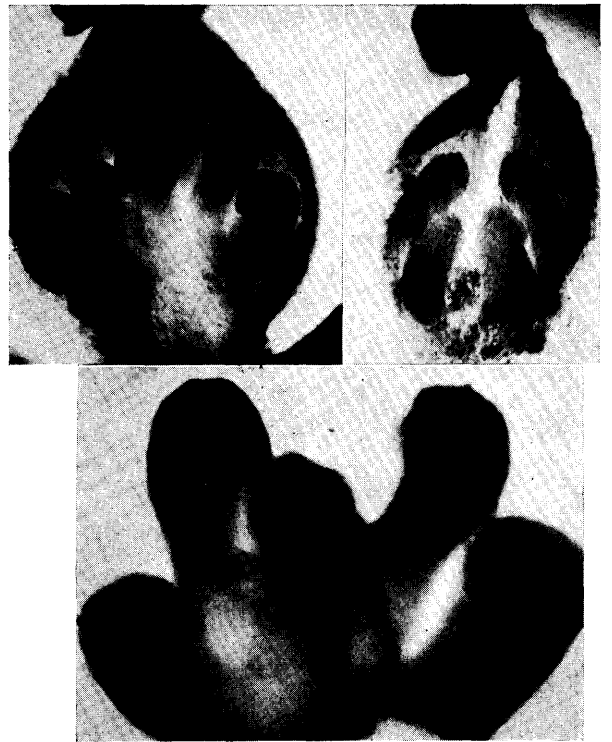


Abb. 3. — a. oben links: ein Karpell mit Plazenta und Samenanlagen, Anfang Februar (60×). — b. oben rechts: Schnitt durch den Fruchtknoten, senkrecht zur Verwachsungsebene der Karpelle. — c. unten: Plazenta mit 5 Samenanlagen eines Karpells (120×). — Essigkarmin.

Analog zu den Verhältnissen bei normalen diözischen Aspen wird auch bei dem zwittrigen Dillinger Klon noch vor der Winterruhe in den Knospen ein normal in Einzelblütchen gegliedertes Kätzchen angelegt. In den zwittrigen Einzelblütchen der Kätzchen sind bereits im Herbst der Fruchtknoten und die Antheren ausgebildet. Die Anlage der Antheren ist deshalb keine posthiemale Sekundärererscheinung (Abb. 2a). Solche im Herbst (September) fixierten Knospen unseres Objektes zeigen im Fruchtknoten schon frühe Entwicklungsstadien der Samenanlagen. Ihre Gliederung in Nuzellus und ein Integument ist leicht festzustellen, da letztere zu dieser Zeit erst als Höckerchen seitlich ansitzen (Abb. 2 b und c). Nach GRAF (1921) liegt der Entwicklungsbeginn der Samenanlagen für die Verhältnisse im Rhein-Main-Becken im August.

Zu dieser Zeit fallen im Nuzellus selbst noch keine durch ihre Größe unterscheidbaren Zellen auf. Die Anlage des Archespors, das nach GRAF 1- bis 3zellig sein kann, liegt später.

Der Fruchtknoten unseres Objektes besteht aus 2 Karpellen wie bei allen Angehörigen der Sektion *Leuce* (bei Schwarzpappeln werden häufig auch 3 bis 4 Karpelle gefunden). Im Herbst sind die Karpelle apikal noch nicht völlig verwachsen, und die Narben sind erst als kleine Fortsätze angedeutet. Jedes Einzelblütchen steckt zu dieser Jahreszeit noch völlig in der Tasche des für Pappeln charakteristischen rudimentären Perianths (vgl. Abb. 2 a), aus dem es sich später herausstreckt und das selbst dann bei reiferen Blüten nur noch als basaler Kragen zu sehen ist. Die Samenanlagen unseres Objektes sitzen meist zu 4 bis 5 an einer Plazenta, die parietal-laminal aus der Basis des Fruchtblattes hervorgeht (Abb. 3 a bis c; in Abb. 3 a gehört die linke Samenanlage noch zum gegenüberliegenden Karpell, sie wurde aber der recht schwierigen

Präparation wegen zur Aufnahme dort belassen). Zum Vergleich herangezogene normal weibliche Aspen zeigten die gleichen Verhältnisse. Bei ♀ *Populus alba* saßen nur 2 bis 3 Samenanlagen an einer Plazenta, und bei unseren Vergleichsbeispielen von euroamerikanischen Schwarzpappelbastarden zählten wir je Fruchtblatt 10 bis 11 Samenanlagen an einer Plazenta. Am Rande sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß die Zahl der Samenanlagen je Plazenta bzw. je Fruchtblatt zur Unterscheidung von *Populus*-Arten in Frage kommen kann und deshalb taxonomischen Wert hat. Besonders augenfällig erscheint uns der Unterschied zwischen *Populus tremula* bzw. unserem *tremula*-ähnlichen Zwitter (mit 4 bis 5) und *P. alba* (mit 2 bis 3). Die Samenanlagen aller Pappeln sind anatrop. Die Fruchtknotenhöhle ist in der Zeit vor der Anthese noch frei von Haaren. Sie entwickeln sich erst später. Entsprechende Untersuchungen im Zusammenhang mit Bestäubungsversuchen an unserem Objekt ergaben, daß sie nach der Befruchtung in die Fruchtknotenhöhle hineinzuwachsen beginnen. Sie entspringen aus dem Funikulus der Samenanlagen und stehen zu je 3 auf einer Basalzelle (Abb. 4).



Abb. 4. Ein dreiteiliges Haarbüschel aus dem Fruchtknoten (740×). — Essigkarmin.

Bei der normalen ♀ Aspe konnte GRAF (1921) in seinem im Winter fixierten Material feststellen, daß im Scheitel des Nuzellus ein Archespor (meist aus 3 gleichwertigen Zellen) ausdifferenziert worden ist. Während der ersten Frühjahrsentwicklung geht aus einem inneren Folgeprodukt einer dieser Archesporzellen (nach unserer heutigen Nomenklatur) die Makrosporenmutterzelle hervor. Ähnliche Verhältnisse ergaben sich auch für unser zwittriges Objekt. Untersuchungen an abgeschnittenen Blühreisern bei ihrer Aufstellung im Gewächshaus ergaben, daß im Januar (1951, 1952 und 1953) in den Samenanlagen die große, oft etwa dreieckige Makrosporenmutterzelle mit auffallend voluminösem Zellkern und Nukleolus entstand. Unmittelbar beim Wiederbeginn von Entwicklungsanzeichen bei diesen Reisern im Gewächshaus läuft dann in dieser Zelle die (♀) Reduktionsteilung ab (Abb. 5 a—d).

In späteren postmeiotischen Stadien findet sich dann an dieser Stelle in den Samenanlagen eine leicht zu erkennende große Zelle, die 2 Kerne enthält. Abbildung 5 d gibt eine solche Zelle aus einer Zwitterblüte unseres Objektes wieder. In den Fruchtknoten seiner normalen ♀ Aspen fand GRAF (1921) dieses zweikernige Stadium ebenfalls. Aus der Entwicklungsstufenfolge seines Materials erkannte er, daß aus dieser Zelle durch zwei weitere Teilungsschritte dann der achtkernige Embryosack entsteht.



Abb. 5. — a. oben: Nuzellus mit differenzierter Makrosporenmutterzelle, Anfang Januar (760×). — b. mitten: Makrosporenmutterzelle in Prophase (1140×). — c. unten links: desgl. früher (920×). d. unten rechts: Ausgangsstadium des Embryosackes, zweikernig, aus Gewächshaus im Februar (1000×). — Essigkarmin.

GRAF diskutiert seine Ergebnisse dahingehend, daß die Embryosack-Entwicklung bei der normalen weiblichen Aspe (nach der heute gebräuchlichen Bezeichnungswiese) dem monosporigen „Normaltyp“ nicht folgt, sondern einen disporigen Ausgang nimmt. Sie stellt einen Sonderfall dar, der in der Literatur als „*Scilla-Typ*“ bekannt ist (SCHNARF 1929).

Aus theoretischen Gründen muß allerdings diese Erkenntnis GRAFS (1921) ergänzt werden. Die von uns untersuchte Stufenfolge der Embryosack-Entwicklung läßt nämlich die Vorstellung aufkommen, daß die postmeioti-

sche Dyade der Makrosporenmutterzelle selbst normalerweise die dispore Ausgangsstufe für den Embryosack ist. Ausnahmsweise sind daneben aber auch bei unserem Objekt 2 zweikernige Zellen in einer Samenanlage beobachtet worden, also Fälle, bei denen in einem Nuzellus die Ausgangsstufen für zwei Embryosäcke entwickelt worden waren. Diese könnten demnach Samen ergeben, die zwei Embryonen liefern. Hierzu ergänzend dürfte ferner kaum anzunehmen sein, daß stets ein bestimmter Dyadenkern im späteren Embryosack den Eizellkern liefert, seine Bestimmung wird vielmehr auch hier den Gesetzen des Zufalls unterliegen. Für die genetische Struktur von Doppelkeimen bei Pappelsamen folgt aber daraus, daß ihre geschwisterliche Veranlagung zumindest nicht immer diejenige von Zwillingen sein muß.

Im Verlaufe des Monats Februar findet dann GRAF (1921) unter den Frankfurter Verhältnissen bei den weiblichen Aspen die 4kernige (GRAF: Tafel X, Abb. 12) und Ende dieses Monats die 8kernige Stufe (GRAF: Tafel XI, Abb. 23) der Embryosackentwicklung. In den Zwitterblüten unseres Objektes ist ebenfalls die gleiche Stufenfolge festgestellt worden. Während dieser Entwicklung streckt sich der Embryosack unseres Objektes und wird bis zur

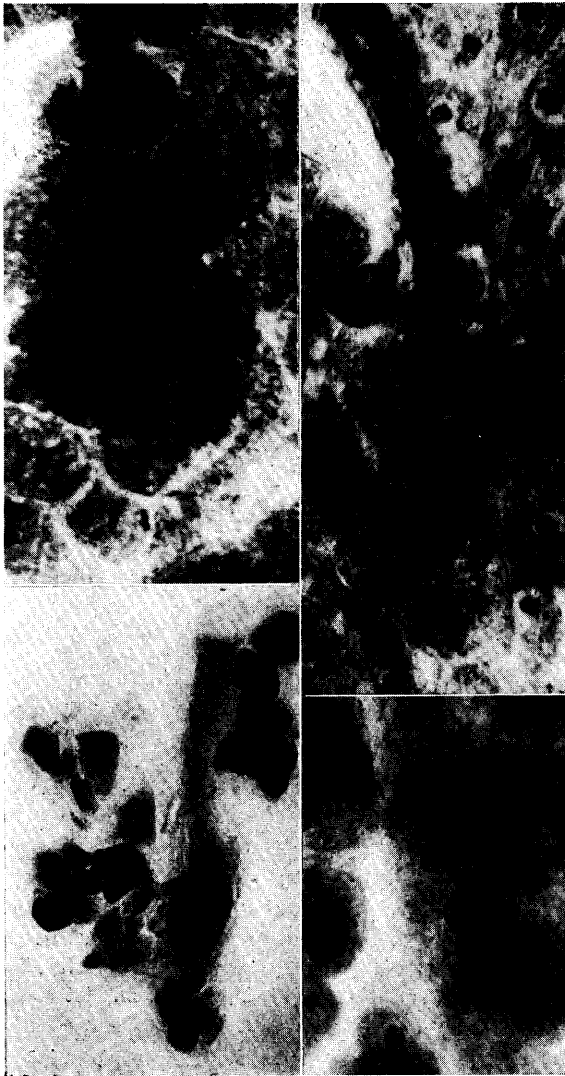


Abb. 6. — a.—c. Embryosack mit sekundärem Embryosackkern und Eizellkern (a. u. b.: 1140 \times , c.: 380 \times). — d. unten rechts: mögliches Verschmelzungsstadium der Polkerne (920 \times). — Essigkarmin.

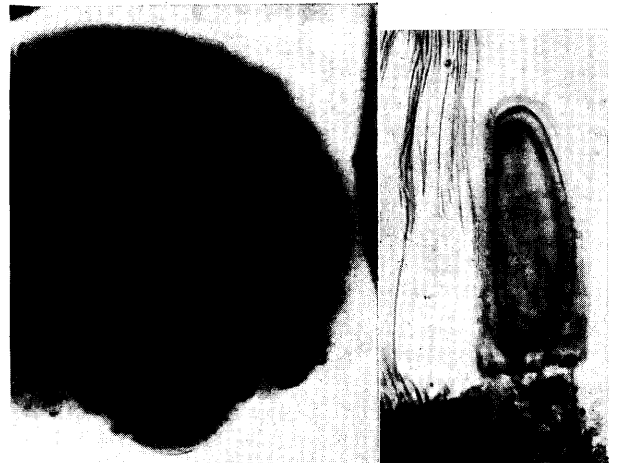


Abb. 7. — a. oben links: Samenanlage mit einem Integument zur Zeit der Embryosack-Entwicklung (320 \times). — b. oben rechts: taube Samenanlage nach der Anthese (40 \times). — c. unten: Narbenquerschnitt nach Selbstung, keimender Pollen (480 \times). — Essigkarmin.

Anthese zu einem langen schlauchförmigen Gebilde. In seiner Mitte erkennt man den großen sekundären Embryosackkern mit einem großen Nukleolus (Abb. 6 a—c). Er entsteht aus den in diesem Stadium bereits verschmolzenen haploiden Polkernen und ist demnach jetzt diploid. Unsere Abbildung 6 d zeigt ein solches Verschmelzungsstadium an, wenn man den großen zweilappigen Nukleolus als Anzeichen dafür werten will. Am unteren, der Mikropyle zugewandten Ende des Embryosackes wird jetzt auch die Eizelle mit einem etwas kleineren Kern sichtbar. Seitlich davon lassen sich meist die beiden Synergidenlappen als Anhängsel erkennen. Am oberen Ende besitzt der Embryosack meist 2 mehr oder weniger ausgezogene Zipfel, die den schon früh degenerierenden Antipoden entsprechen (Abb. 6 b und c).

Im Verlaufe der bisher beschriebenen Entwicklung haben sich die anatropen Samenanlagen noch weiter nach der Plazenta und dem zugehörigen Fruchtblatt hingedreht. Die Mikropyle liegt jetzt dicht neben dem Funikulus. Die Samenanlage läßt auch in diesem Alter nur 1 Integument erkennen (Abb. 7 a). Zur Zeit der Befruchtung zwingt sich nun das untere Ende des Embryosackes mit der Eizelle in die Mikropyle ein, während der übrige Embryosack stark aufgebläht erscheint. Dabei wird schließlich das Nuzellusgewebe völlig verdrängt (Abb. 7 b).

In diesem Zustand konnte GRAF (1921) den Verlauf der Pollenschläuche verfolgen und kommt zu dem Schluß, daß

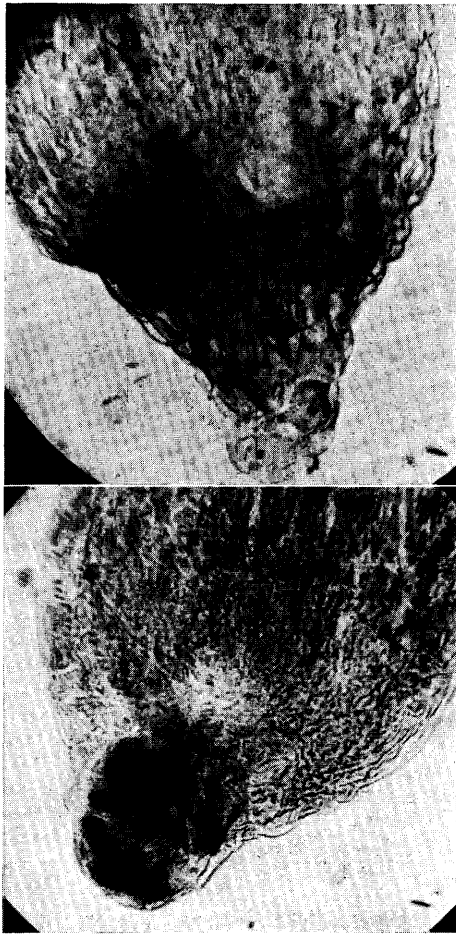


Abb. 8. Postflorale Embryosäcke. — a. oben: leer. — b. unten: Anfangsentwicklung enthaltend (370 \times). — Essigkarmin.

bei Pappeln die Befruchtung aporogam erfolgen muß. Er hat die Vorstellung, daß der Pollenschlauch die Eizelle durch das Integument hindurch von der Seite her erreicht. Die Mikropyle soll vom Pollenschlauch nicht als Zugangsweg benutzt werden. Diese zunächst etwas ungewöhnlich erscheinende Vorstellung mußte für unser zwittriges Objekt einer Nachprüfung unterzogen werden. Glücklicherweise konnte dazu mit Karminessigsäure mit Eisenzusatz eine recht gute Pollenschlauchfärbung erreicht werden, die seinen Verlauf im Fruchtknotengewebe kenntlich machte. Von im Gewächshaus aufgestellten Blühreisern wurden zu diesem Zweck 6 Tage nach künstlicher Selbstung postflorale Fruchtknoten mit Narben daraufhin untersucht. Es zeigte sich, daß auf der Narbe ein erheblicher Teil des eigenen Pollens gekeimt war und lange Schläuche gebildet hatte (Abb. 7c). Eine genauere Untersuchung der Samenanlagen ergab die interessante Feststellung,

daß offenbar einige von ihnen alle Pollenschläuche auf sich zu vereinigen schienen, während andere des gleichen Fruchtknotens keine Spur von einem Pollenschlauch erkennen ließen. Über den speziellen Verlauf der Pollenschläuche ergab sich bei dieser Untersuchung, daß diese auch in den Zwitterblüten unseres Objektes chalazogam in den Embryosack einzudringen scheinen.

Mit der scheinbaren „selektiven“ Behandlung der Samenanlagen durch die Pollenschläuche lassen sich vielleicht auch die in späteren Entwicklungsstadien vorkommenden vielen „leeren“ Embryosäcke in Zusammenhang bringen (Abb. 8 a). Nur in einem Teil der Embryosäcke werden dann nämlich wirklich Embryo-Entwicklungsstufen gefunden. In den an Ostern 1952 in Dillingen erworbenen Kätzchen waren auch nur in wenigen Früchten normal ausgebildete halbreife Samen zu finden gewesen.

GRAF (1921) hat die Embryo-Entwicklung bei der ♀ Aspe nicht mehr verfolgt. Die Abbildungen 9 und 10 geben für unser Objekt einige Entwicklungsstufen wieder. Für die Herstellung entsprechender Präparate eignete sich die von HERTZ (1950) entwickelte Methodik besonders gut. Die Embryosäcke werden zu diesem Zweck herauspräpariert und mit Essigkarmin als Ganzes gefärbt. Die Feststellung normaler Embryo-Entwicklungsstufen bei unserem zwittrigen Objekt war deshalb von wesentlicher Bedeutung, weil damit die relative Funktionstüchtigkeit des weiblichen Teiles der Zwitterblüten dokumentiert wird.

Die befruchteten Embryosäcke unseres Objektes enthalten im Inneren ein nukleares Endosperm (Abb. 11). In den mittleren Fruchtstadien erkennt man es als vielfach gefaltetes Häutchen, in dem recht große Kerne ausgebildet werden. Vorhandene Mitosen zeigten die triploide Chromosomenzahl $3n = 57$. Ferner war es in solchen Fällen wesentlich, jeweils im gleichen Embryosack im Gewebe des Embryos die diploide Zahl $2n = 38$ feststellen zu können. Damit kann für unser Objekt die Realisierung der „doppelten Befruchtung“ als erwiesen angesehen werden, d. h. beim Einwachsen des Pollenschlauches in den Embryosack verschmilzt der zweite Pollenschlauchkern mit dem zu dieser Zeit bereits diploiden sekundären Embryosackkern.

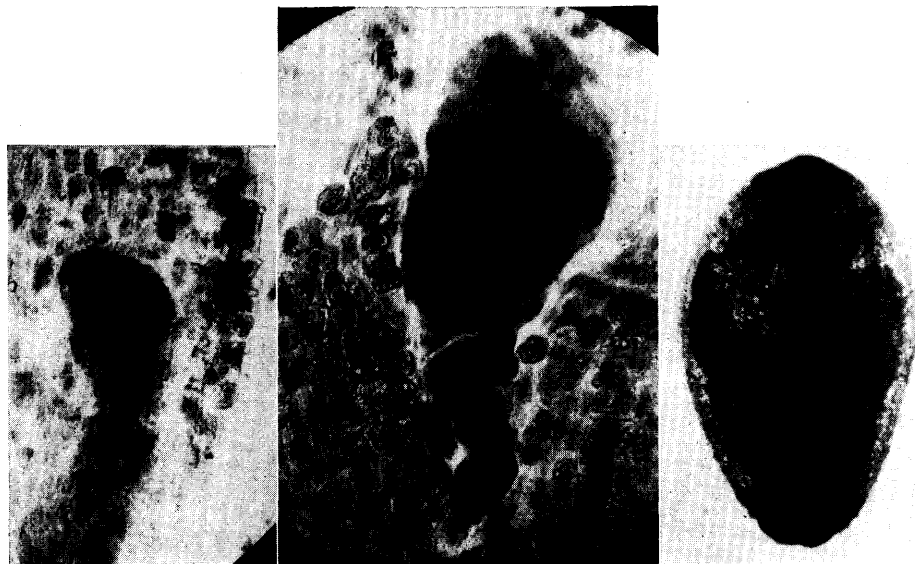


Abb. 9. Embryo-Entwicklungsstadien. — a. links: 370 \times . — b. Mitte: 370 \times . — c. rechts: ein ganzer Embryosack mit Embryo, 30 \times . Essigkarmin.



Abb. 10. Embryo-Entwicklungsstadien im Embryosack, durchscheinend (oben: 15 \times , unten: 80 \times). — Essigkarmin.

Neben den befruchteten Samenanlagen waren aber auch die tauben Embryosäcke der verschiedenen Fruchtreifestadien von Interesse. Sie zeigen noch lange ihre anatrophe Form in den Umrissen des Anlagenköpfchens (Abb. 7 b). Die befruchteten Anlagen runden sich daneben bereits ab, und die spätere Samenform wird mehr und mehr sichtbar. Die tauben Embryosäcke selbst erscheinen völlig leer. Mit Karminessigsäure läßt sich in ihrem Inneren nichts anfärben. Nach unseren Befunden in den verschiedenen Reifestufen hat es den Anschein, daß zur Zeit der Anthese in ihnen keine Befruchtung zustande gekommen war. Auch von einer Anfangsentwicklung des Endosperms konnte in ihnen meist kein Rest vorgefunden werden. Wir sehen darin für unser Objekt einen Hinweis dafür, daß die hohe Sterilität in diesem Falle nicht nur auf einem sekundären Absterben von bereits angelegten Embryonen (womöglich durch mangelhafte Endospermausbildung) beruht. Die oben schon berichtete Beobachtung, daß nicht alle Samenanlagen von Pollenschläuchen angegangen werden, deutet in die gleiche Richtung. Diese Erscheinung selbst ist womöglich als primärer Sterilitätseffekt anzusehen. Ihr Umfang muß später aber an größerem Material und besonders auch bei den hochgradig sterilen Graupappeln nachgeprüft werden. Merkwürdig bleibt dabei allerdings, daß die sterilen Embryosäcke dieselbe voluminöse Aufblähung zeigen, wie sie für befruchtete Embryosäcke mit Endo-

sperm- und Embryo-Entwicklungsstadien charakteristisch ist.

Die embryologische Untersuchung unseres Objektes ergibt abschließend keine Anomalien bei den Entwicklungsabläufen im Fruchtknoten (Gynözeum) der Zwitterblüten, die auf intersexuellen Charakter schließen lassen. Darüber hinaus war rein technisch gezeigt worden, daß mit unserer Präparationstechnik in Verbindung mit der Essigkarminmethode eine schnelle Orientierung über Entwicklungsabläufe für genetische Fragestellungen möglich ist.

Das Andrözeum des Zwitters

Nicht alle Einzelblütchen der Kätzchen unseres Objektes besitzen Antheren. Im Höchsthalle ist ein Drittel von ihnen zwittrig. Der Rest hat rein weiblichen Charakter. Staminodien oder sonstige rudimentären Mißbildungen werden nicht gefunden. Allein die Zahl der ausgebildeten Antheren variiert in den Zwitterblüten, worüber schon früher berichtet worden ist (SEITZ 1952).

Wir betonten bereits, daß die Entwicklung der Antheren synchron mit der übrigen Blütenentwicklung abläuft. Ihre Gliederung ist normal in Filament und dithezische Anthere mit 2 Pollenfächern. Damit unterscheiden sich die Staubblattbildungen der Zwitterblüten unseres Objektes grundlegend von den intersexuellen Mißbildungen in den Blüten des Weiden-Materials von RAINIO (1927), das wir oben schon vergleichsweise herangezogen haben. Die Untersu-



Abb. 11. Nukleares Endosperm. — a. oben: während der Anfangsentwicklung aus dem Embryosack herausgequetscht (370 \times). — b. unten: später (720 \times). — Essigkarmin.

chung der Pollenentwicklung in den Antheren der Zwitterblüten soll hier angeschlossen werden.

Die Ausbildung der Mikrosporenmutterzellen (Pollenmutterzellen) setzt im frühesten Frühjahr parallel mit der Entwicklung der Makrosporenmutterzelle ein. Vergleichende Untersuchungen zeigten, daß die ♂ Meiose nur geringfügig der ♀ Meiose vorausleitet. Zur Zeit durchschnittlicher Metaphase I in der Anthere ließen sich in der Makrosporenmutterzelle im zugehörigen Fruchtknoten späte Diplotänstadien erkennen. Allerdings sind derartige Stadienvergleiche nicht exakt durchführbar, da die Meiosestadien in den Antheren unseres Objektes vielfach erheblich variieren.

Die technische Präparation der Meiosis ist bei diesem Objekt recht schwierig. Es ist aber versucht worden, die im vorliegenden Zusammenhang wichtigeren Einzelheiten zu erfassen. Eine eingehende Analyse der Meiosis bleibt einem späteren Beitrag vorbehalten. Auf eine orientierende Untersuchung der Pollenentwicklung mußte aber schon jetzt Wert gelegt werden, da wir in den Zwitterblüten das phänotypisch Männliche bei unserem Objekt als den anomalen Teil auffassen müssen. Außerdem haben wir schon früher die überaus große Variationsbreite der Pollenkorndurchmesser gefunden (Abb. 12), wofür abnorme Entwicklungstendenzen verantwortlich sein konnten (vgl. SEITZ 1952, p. 72, Tabelle 1¹⁾). Wenn auch bei der schematischen Darstellung dieser Variation nicht ohne

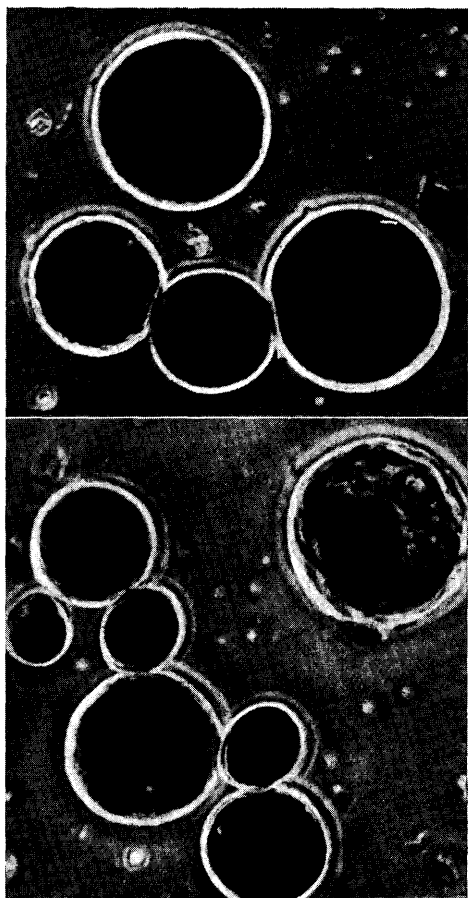


Abb. 12. Pollen. — Essigkarmin (Versuchsaufnahme mit Phasenkontrastoptik, 400×).

¹⁾ Die in der letzten Spalte der Tabelle 1 eingetragenen Streuungswerte stellen nicht, wie versehentlich angegeben, σ -Werte, sondern 4 σ -Werte dar.

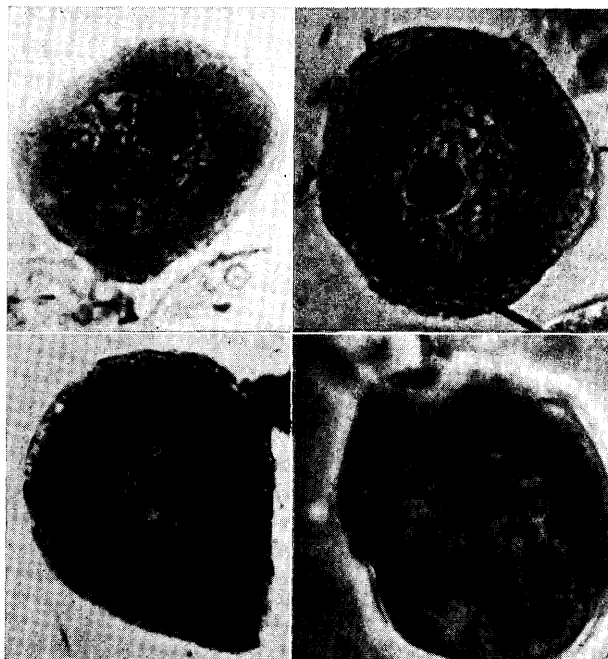


Abb. 13. Pollenmutterzellen. — Oben und unten links: Prophasen (1100×). — Unten rechts: Metaphase (Versuchsaufnahme mit Phasenkontrastoptik, 900×). — Essigkarmin.

weiteres eine Zweigipfeligkeit der Kurve ersichtlich wird, so konnte man womöglich doch eine Mischung verschiedener Kollektive vermuten. Diese Vorstellung wurde durch neuere Befunde unterstützt. Bei der Untersuchung der Meiosis fiel nämlich wiederholt auf, daß eine große Menge der Pollenmutterzellen in ihrer Entwicklung zurückblieben. Oft fanden sich in der gleichen Anthere neben Stadien des Abschnittes zwischen der Metaphase I und der Telophase II in mehr oder weniger großer Menge Pollenmutterzellen, die in der Prophase verhielten. In manchen Zwitterblüten waren es auch ganze Antheren, die frühe Prophasen enthielten, während andere nur Stufen der postmeiotischen Mitose aufwiesen. Es konnten keine nennenswerten Anzeichen dafür gefunden werden, daß in der Masse der Nachzügler später noch meiotische Vorgänge ablaufen. Wir vermuten vielmehr, daß sie unreduziert bleiben und Extremgrößen morphologisch pollenähnlicher Gebilde ergeben, die später die nicht keimfähigen Pollenteile darstellen. Auf eine weitere Anomalie, die hiermit in Beziehung gebracht werden kann, stoßen wir bei der Untersuchung der Pollenkorntetraden, auf die dort noch hingewiesen wird.

In der vorliegenden Arbeit interessierten uns zunächst die Diakinesen, Metaphasen und Anaphasen I der Pollenmutterzellen. In den Zellen, die offenbar zu einer Reduktionsteilung fähig waren, konnte stets die Zahl der 19 Bivalentfiguren ermittelt werden (Abb. 14, Mitte). Frische, direkt in Karminessigsäure gequetschte Pollenmutterzellen waren für Diakinese- und Metaphase-Analysen am besten geeignet. Vorher in Alkohol-Essig fixierte Pollenmutterzellen ergaben nicht die notwendigen lockeren Bilder. Die Bivalente sind in ihrer Größe recht unterschiedlich (Abb. 14). Ein extrem großes ist in den meisten Konfigurationen wiedergefunden worden. In der Anaphase I ließ sich nur in ganz seltenen Fällen ein zurückbleibendes Bivalent erkennen. Diesem Befund dürfte aber keine große Bedeutung zukommen; denn in den analysierbaren Metaphasen II konnten wir bisher nur 19 haploide Chro-

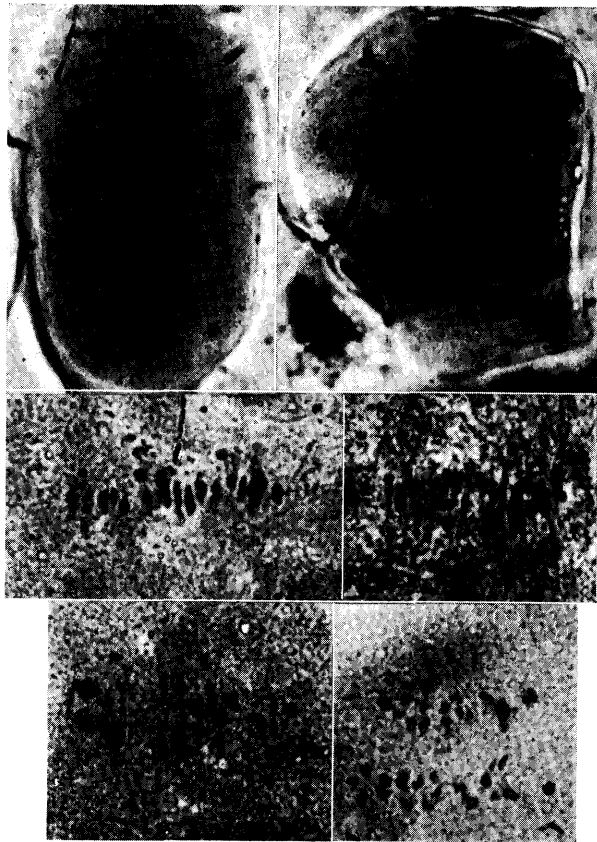


Abb. 14. — Oben. Metaphasen I von *Populus canescens* mit großem heteromorphem Bivalent. — Mitte und unten links: Metaphasen des Dillinger Zwitters. — Unten rechts: dazugehörige Anaphase I. — (1140 \times). — Essigkarmin.

mosomen zählen. Die Diakinese- und Metaphase-Bilder unseres zwittrigen Objektes haben wir mit entsprechenden Stadien einer rein ♂ Graupappel zu vergleichen versucht (Standort: Schleswig, Landratsamt). Dazu stand leider aber nur in Alkohol-Eisessig fixiertes Material zur Verfügung. Die Konfigurationen waren darum in vielen Fällen zu dicht, um exakte Analysen durchführen zu können. Immerhin ließ sich oftmals ein großes heteromorphes Bivalent erkennen (Abb. 14, oben), das bei einer später durchzuführenden Ausweitung der Meiose-Untersuchungen mit dem erwähnten großen, anscheinend nicht heteromorphen Bivalent unseres zwittrigen Objektes in Beziehung gebracht werden kann. Eine endgültige Sicherung dieser Befunde würde unter Umständen für Untersuchungen über den Mechanismus der Geschlechtsvererbung bei Pappeln von Bedeutung werden. Dazu müssen jedoch noch größere Untersuchungsreihen analysiert werden. Dies hat außerdem auch deshalb zu geschehen, weil die eingangs angedeutete Diskrepanz der zytologischen Ergebnisse von ERLANSON and HERMANN (1927) und von PÉTO (1938) noch zu beseitigen ist.

Während in den meiotischen Stadien bei unserem Objekt keine nennenswerten Unregelmäßigkeiten zu finden waren, werden Abweichungen vom Normalverhalten im Tetradenstadium häufiger angetroffen. Man erkennt in dieser Altersstufe an dem Inhalt der Antheren, daß die Pollenkornentwicklung nicht in allen Fällen normal zu Ende geführt wird. Neben den schon erwähnten prophasischen Pollen-

mutterzellen kommen jetzt auch Dyaden vor, also Zellen, in denen die postmeiotische Mitose zum mindesten nicht rechtzeitig abgelaufen war. Mehr oder weniger häufig werden auch „Tetraden“ festgestellt, die eine abnorme größere Gonen-Anzahl enthalten. Wir haben neben Pentaden auch Hexaden gefunden (Abb. 15). Die überwiegend weibliche Tendenz unseres Zwitters wird aber nach unserer Meinung durch das Vorkommen mehrkerniger Gonen kenntlich. Wir fanden mehrfach Tetraden-Gebilde, die neben normalen einkernigen Gonen je eine Zelle enthielten, die bis zu 4 Zellkerne besaß (Abb. 15, unten rechts). In solchen Fällen lief offenbar nach der Meiose nicht nur die normal übliche eine Mitose ab, es waren ihr vielmehr 3 Mitosen nacheinander gefolgt. Eine Zellwandbildung scheint in solchen mehrkernigen „Gonen“ nicht zu erfolgen. Auch solche Gebilde können an der starken Variation der Pollenkorngrößen beteiligt sein. Gewisse Pollenbilder, die wir mit der Phasenkontrast-Optik erhielten, lassen hierzu gleichlaufend Vielkernigkeit der Körner vermuten (Abb. 16).

Rückblickend erkennen wir demnach aus den Befunden bei der Pollen-Entwicklung unseres Objektes, daß die männliche Tendenz des Dillinger Zwitters gegenüber der ausgeprägt weiblichen unterlegen ist. Viele Daten können hier nur als Folgen intersexuellen Verhaltens diskutiert werden.

„Rucksack-Antheren“

Eine weitere morphologische Erscheinung, die wir jetzt in einigen wenigen Fällen (je 10 Kätzchen etwa 1 Blütchen) im Material von 1952 vorfanden, läßt ebenfalls eine gewisse intersexuelle Tendenz für den Dillinger Klon vermuten. Es waren dies Zwitterblütchen mit einer ausgebildeten Anthere, die in der Übergangszone vom zwitter-

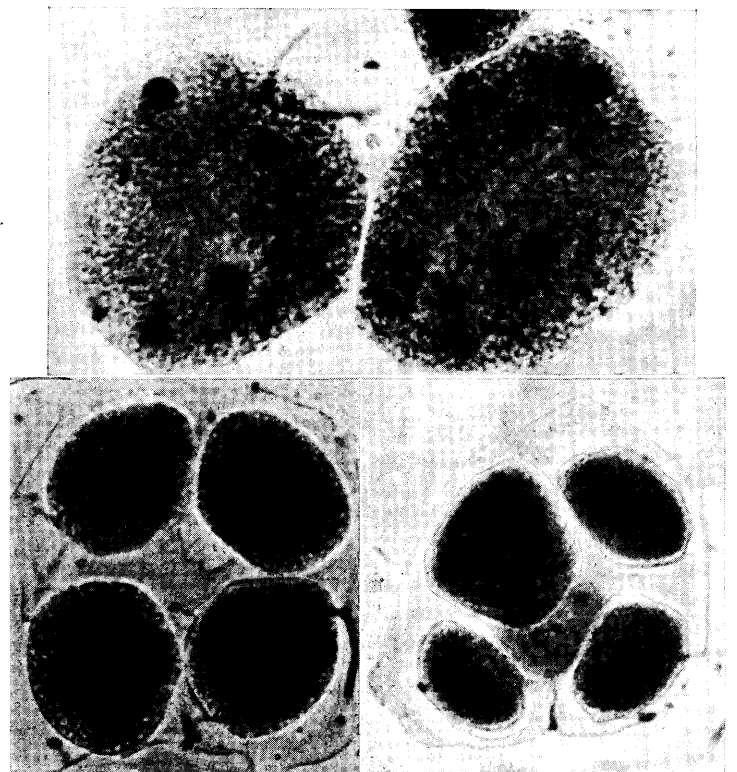


Abb. 15. — Oben links: normale, rechts: anomale Telophase. — Unten links: normale, rechts: anomale Tetrade mit 5 Gonen, davon eine mit 4 Kernen. — (1140 \times). — Essigkarmin.

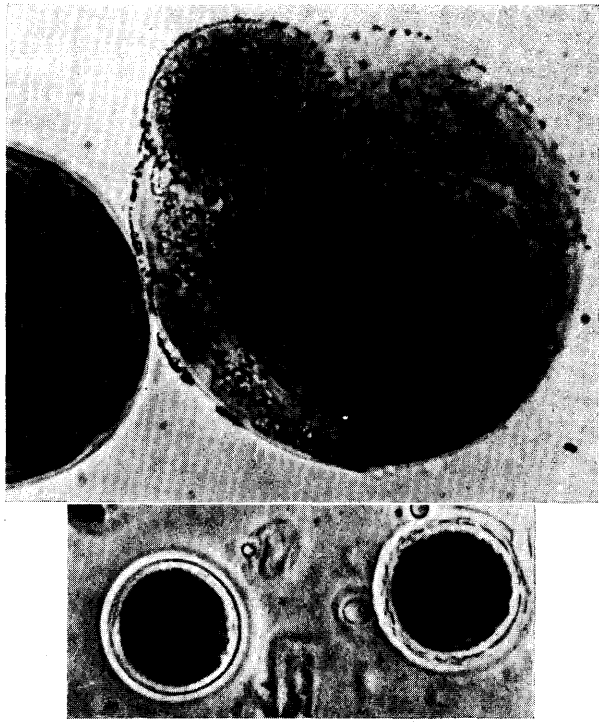


Abb. 16. — a. oben: abweichender Pollen mit Auswuchs, mehrkernig (920 \times). — b. unten links: mehrkerniges Pollenkorn (Versuchsaufnahme mit Phasenkontrastoptik, 400 \times). — Essigkarmin.

rigen zum rein weiblichen Abschnitt an der Kätzchenachse standen. Während die Filamente aller anderen Antheren von der Basis der Achsenbecher ausgingen, stand hier das Filament der einen Anthere auf der Außenwand des Fruchtknotens. Wir geben in Abbildung 17 Beispiele dafür wieder. In einem Blütchen sind auch zwei übereinandersitzende antherenähnliche Bildungen am Fruchtblatt gefunden worden. Im Inneren derartiger Rucksack-Antheren (wie wir sie ihrem Aussehen nach nannten) sind Pollenmutterzellen und in späterem Alter Pollen ausgebildet, die zu den anderen Antheren unseres Objektes keine Unterschiede erkennen lassen. Besondere Entwicklungsanomalien sind nicht vorhanden gewesen. Die Fruchtknoten, die Rucksack-Antheren trugen, waren sowohl äußerlich wie im inneren Aufbau intakt. Ihre beiden Fruchtblätter waren normal verwachsen.

Diese seltene Ausnahmeerscheinung bei einzelnen Kätzchen sollte hier erwähnt werden. Inwieweit ihr eine Be-

deutung zukommt zur Charakteristik des Dillinger Zwitterklones, ist nicht klar zu entscheiden. Man kann auch zur Vorstellung kommen, daß die Rucksack-Antheren die Folge einer mechanischen Verwachsung darstellen, die sich auf früherer Entwicklungsstufe zwischen Staubblatt und Fruchtblatt ereignet hat.

Diskussion des Zwitterfalles von Dillingen

Die Befunde, über die die vorgelegte Arbeit berichtet, entstammen selbstverständlich einem speziellen Fall von Zwitterigkeit und sind aus keiner Mannigfaltigkeit gewonnen worden. Die Untersuchungsobjekte (4 Bäume) gehören einem Wurzelbrutklon an und müssen daher als genetisch identisch betrachtet werden. Die an ihnen gewonnenen Erkenntnisse dürfen demnach nicht ohne weiteres verallgemeinert werden. Stehen aber andere, womöglich ähnlich gelagerte Beispiele in der Literatur zur Verfügung, auf die die speziellen Befunde in wesentlichen Punkten bezogen werden können, so erscheint es dennoch aussichtsreich, auf ihrer Basis zu einer allgemeineren Vorstellung zu kommen. Wir haben uns deshalb vorgenommen, es zu versuchen, diesen einen speziellen Fall aus der Gattung *Populus* im Rahmen der Gesamtmannigfaltigkeit der Familie der *Salicaceae* zu betrachten und ihn den Intersex-Reihen im besonderen gegenüber zu stellen, die RAINIO 1927 bei *Salix* gefunden hat. Den beiden in Beziehung gesetzten Fällen ist gemeinsam, daß sie Abweichungen von der Norm der strengen Diözie innerhalb der Familie darstellen. Für die Gattung *Populus* bestehen außerdem weitere Beispiele für derartige Abweicher in der Literatur, auf die in der Einleitung zu dieser Arbeit hingewiesen worden ist. Diese zitierten Beispiele behandeln zum Teil blütenmorphologische Befunde, und in anderen wird auch nur die Tatsache aufgefundener Zwitterigkeit in anderem Zusammenhang nebenbei vermerkt. Der Blütenaufbau der hierbei herangezogenen Individuen aus der Gattung *Populus* schien sich aber, soweit dies angegeben wird, nicht wesentlich und vor allem nicht grundsätzlich von dem unseres Objektes zu unterscheiden. Von dieser Erkenntnis ausgehend, liegt es nun nahe, innerhalb der ganzen Familie der *Salicaceae* nach einem gemeinsamen Hintergrund zu suchen, von dem aus die anomalen Abweicher von der Diözie hervortreten scheinen. Damit wird allerdings nicht vorausgesetzt, daß es später bei der Kenntnis einer größeren Formen-Mannigfaltigkeit für solche Abweicher gelingen wird, die phänotypischen Erscheinungsbilder in beiden



Abb. 17. Beispiele für Rucksack-Antheren (80 \times). — Essigkarmin.

Gattungen als Stufen gleichen intersexuellen Verhaltens zu identifizieren. Die Befunde der vorliegenden Arbeit lassen zunächst bis zu einem gewissen Grad nur eine gegensätzliche Betrachtung zu Erscheinungen intersexueller Blütenmißbildungen zu.

Bei dem schon angedeuteten Versuch, zu einer der Familie der *Salicaceae* im ganzen innewohnenden Eigentümlichkeit als gemeinsame Vorstellung für eine mögliche Ursache für alle Abweichungserscheinungen von der Diözie zu gelangen, kann sicherlich die leichte Bastardierungsfähigkeit aller Angehöriger dieser Familie innerhalb ihrer Gattungen vorausgesetzt werden. RAINIOS Weiden-Intersexe werden als Bastarde beschrieben. Wir selbst sind, wie bereits begründet, für unser Objekt ebenfalls zur Überzeugung gelangt, daß es sich bei ihm um eine natürliche Bastardstufe im Artengemisch von *Populus tremula*, *alba* und *canescens* handelt. PERO (1938) bemerkt in seiner zytologischen Arbeit, daß in seinen Kulturen bei künstlichen Kreuzungen „monözische“ Nachkommen entstanden waren.

In diesem Zusammenhang unklar bleiben allerdings diejenigen Beispiele, über die ERLANSON und HERMANN (1927) und RUNQUIST (1951) berichten; denn in diesen Arbeiten werden keine Angaben darüber gemacht, inwieweit es sich bei den untersuchten Individuen um morphologisch typische Vertreter von *Populus tremuloides* bzw. *P. tremula* gehandelt hat. Es ist aber auch denkbar, daß mutative Änderungen der Norm vorkommen und zu ähnlichen Erscheinungen führen können.

Versuchsergebnisse, die den Vererbungsmodus der Diözie und die Geschlechter-Verteilung in Nachkommenschaften bei *Populus* klären könnten, liegen bis jetzt nicht vor. Jedoch lassen die relativ häufigen Durchbrechungen der Norm, die aus den zitierten Beispielen sprechen, einen genotypisch labil verankerten Mechanismus hierbei vermuten, der in seiner Balance in Richtung auf die zwittrigen bzw. intersexuellen Zwischenstufen bei der Blütenbildung effektiv störbar ist. Für derartige, die Norm der Diözie störenden genotypischen Umordnungen können die leichte Bastardierungsfähigkeit und möglicherweise häufiger vorkommende mutative Änderungen in den Genomen verantwortlich gemacht werden. Aus den Befunden der Untersuchung des Dillinger Klones, die nun 3 Jahre hintereinander von 1951 bis 1953 durchgeführt wurde, können wir jetzt im Hinblick auf die phänotypische Erscheinung der anomalen Blütenbildung selbst klärend feststellen, daß sich nach Art und Umfang des zwittrigen Verhaltens dieser sicher schon seit vielen Jahren blühfähigen Altbäume keine Änderungen gezeigt haben. Die Determinierung des Gleichgewichtes zwischen den Geschlechtern scheint demnach bei ihnen einen stabilen Zustand erreicht zu haben. Auf die Morphologie der jugendlichen Blüte solcher Bäume können wir von hier aus nicht schließen. Über jugendliche Zwitterigkeit bei *Populus* fehlen bisher in der Literatur noch genauere Angaben.

Wir beabsichtigen, in dieser Arbeit im besonderen die Zwitterblüte unseres Objektes mit den intersexuellen Weidenblüten RAINIOS zu vergleichen. Die aufgefundenen Unterschiede haben dazu Veranlassung gegeben. Vor uns hat RUNQUIST (1951) versucht, seinen in Nordschweden gefundenen Zwitterfall bei *Populus tremula* in die Intersexreihen RAINIOS einzuordnen. Die Kätzchen seines Objektes zeigten männliche, weibliche und zwittrige Blüten, wobei die überwiegende Mehrzahl der Einzelblütchen männlich

war. Er bezeichnete deshalb die Erscheinung seines Objektes als Androgynie. Augenfällige intersexuelle Blütenmißbildungen hat aber auch RUNQUIST nicht gefunden. Ebenfalls sind für dieses Material keine zytologischen und embryologischen Untersuchungen angeschlossen worden, auf die jetzt Bezug genommen werden könnte. RUNQUIST rechnet allein aus der Zusammensetzung der Kätzchen seines Objektes heraus die zwittrige Aspe von Edsele in die „Klasse 5“ der „androiintersexuellen“ Reihe RAINIOS und machte dazu die Einschränkung, daß aber „gleichzeitig noch mehrere hermaphrodite Blüten“ am gleichen Individuum vorkommen. Diese Einordnung in die Intersexreihen scheint aber nach den Befunden der hier vorgelegten Arbeit nicht unbedingt zwangsläufig gegeben zu sein. Wir haben auf zum Teil erhebliche Gegensätzlichkeiten zum Intersextyp hingewiesen.

Die Befunde bei unserem speziellen Fall haben in den Entwicklungsabläufen in den Antheren zum Teil sicherlich als intersexuell zu bezeichnende Tendenzen zu erkennen gegeben. Ihnen stehen aber ein weit größerer Teil an normalen Abläufen in den Antheren und völlig normale Entwicklungsvorgänge im Fruchtknoten gegenüber. Im Hinblick darauf, daß wir versuchen wollen, zu einer Arbeitsvorstellung über die Verankerung der Diözie bei den *Salicaceae* zu kommen, sollen die beiden in Frage stehenden anomalen Blütentypen nicht unbedingt als Glieder der gleichen intersexuellen Übergangsreihen angesehen werden. Dagegen kann man für beide Arten von Ausnahmefällen eine ähnlich gelagerte Labilität für die genotypische Verankerung der Diözie bei Pappeln und bei Weiden vermuten. Zieht man auch hier, wie wir es einleitend bereits andeuteten, wieder die Erkenntnisse FISHERS (1928 a, b) über die Verwandtschaft innerhalb der Familie und außerdem die bekannten Chromosomenzahlenverhältnisse der beiden Gattungen heran, so läßt sich die Verschiedenheit der beiden Erscheinungen selbst aus einer möglichen unterschiedlichen Differenzierung der Genome in beiden Gattungen verstehen. Eine derartige Möglichkeit wird unterstrichen, wenn sich zudem noch Bastardierung als Anlaß zur Auslösung der Erscheinungen nachweisen läßt.

Bei *Melandrium album* vermochte WESTERGAARD (1940) nachzuweisen, daß durch Heteroploidie intersexuelle Geschlechtsverschiebungen von der diploiden Norm der Diözie hervorgerufen werden können. Wir haben deshalb zuerst in der vorliegenden Arbeit diese eine Entstehungsmöglichkeit für die Zwitterblütenbildung bei unserem Objekt ausgeschaltet und nachgewiesen, daß seine sexuelle Anomalie auf diploider Basis entstanden ist. Nach dieser Klarstellung scheint es nun berechtigt zu sein, die Ursache für die Abweichung von der Norm der Diözie bei Pappeln in vererbungsmechanischen Eigentümlichkeiten zu suchen. Die Auswirkung sonstiger Umwelteinflüsse, wie etwa ein ständiges Zurückschneiden oder ein Pilzbefall, scheint für unseren Fall nicht gegeben zu sein (Beispiele dazu siehe KAPPERT 1953, p. 46). Wir halten vielmehr den von uns gefundenen und untersuchten Dillinger Klon für ein weiteres Beispiel, das die bisexuelle Potenz in sonst normalen Diözisten demonstriert. Die Möglichkeit der Zwitterblütenbildung innerhalb der Gattung *Populus* hat aber außerdem eine züchterische Bedeutung, wenn ihre Auslösung einmal experimentell gelingen sollte.

Im Gegensatz zu der Erscheinung der Weiden-Intersexe kann man die Beispiele der Pappelzwitter ohne Schwierigkeit in den von CORRENS (1928) durch Ergebnisse an

Bryonia geschaffenen und bewiesenen Vorstellungsrahmen einordnen. Bei dem heutigen Stand der Untersuchungen ist es dazu nicht wesentlich, daß man zur Zeit noch nicht sagen kann, welches der beiden Geschlechter hinsichtlich seiner Realisatoren heterogametisch ist. Um aber die Auslösung zwittriger Erscheinungen bei *Populus* verständlich werden zu lassen, muß die Annahme gemacht werden, daß die der Realisatorenkombination entgegengesetzt tendierenden Anlagenkomplexe (A bzw. G) für die Ausbildung der Organe des jeweiligen anderen Geschlechtes in ihrer Auswirkung nicht völlig gehemmt werden und daß auf diese Weise bis zu einem gewissen Grade trotz des vorhandenen normalen Verteilungsmechanismus die bisexuelle Potenz einzelner Individuen ausnahmsweise (vielleicht infolge Bastardierung) zur Ausprägung kommen kann. An dieser Stelle scheint uns die eingangs vermutete Labilität in der Vererbung des Geschlechtes bei *Populus* zu liegen. In der heutigen Arbeit muß aber offen bleiben, welcher der beiden Realisatoren diese Eigentümlichkeit besitzen kann. Der von uns untersuchte Fall kann womöglich als ein Beispiel für Subgynözie angesehen werden, d. h. für eine Genomkonstitution, in der den A-Genen (Faktoren für die Ausbildung des Andröziums) eine übernormal große Entfaltungstärke gegenüber den Weiblichkeitsrealisatoren zukommt (KAPPERT 1953, p. 47). Einen Beweis für diese Vorstellung liefert aber erst das Ergebnis des Selbstungsexperimentes.

Zusammenfassung

Im Anschluß an frühere morphologische Befunde an den Blüten zwittriger Kätzchen des Dillinger Klones (*Populus*, Sektion *Leuce*) wird jetzt über embryologische und zytologische Untersuchungen an diesem Material berichtet. Als Voraussetzung für die weitere Diskussion dieses anomalen Falles ist zunächst der zahlenmäßig diploide Zustand des Klones festgestellt worden. Die Entwicklungsabläufe im Gynözium der Zwitterblüten entsprechen dem Normalfall, der bei rein ♀ Aspen zu finden ist. Zur Zeit der Anthese der Blüten konnte hierzu einschränkend festgestellt werden, daß bei Selbstung offenbar nicht alle Samenanlagen eines Fruchtknotens von einwachsenden Pollenschläuchen angegangen werden. Die Pollenentwicklung zeigt Unregelmäßigkeiten: 1. Ein Teil der Pollenmutterzellen bleibt in der Entwicklung zurück und kommt anscheinend nicht über frühe Prophasestadien hinaus. Sie sind wahrscheinlich zur Durchführung einer Meiose nicht befähigt. 2. Im größeren Teil der gebildeten P. M. Z. läuft aber die Reduktionsteilung normal ab. Während der Tetradenbildung findet man bei ihnen wiederum einige abweichende Fälle. Es kommen wiederholt Pentaden und Hexaden vor. Wesentlicher erscheint der Befund, daß in einigen derartigen Gebilden neben einkernigen Gonen eine größere Zelle vorkam, die 2 oder 4 Zellkerne enthielt. Es wird versucht, diese Tatsachen zur Erklärung der sehr großen Variationsbreite der Pollendurchmesser bei dem Zwitter heranzuziehen. Die Erscheinung abnormer Tetraden wird als Zeichen weiblicher Tendenz in den Antheren angesehen.

Die eigenen Untersuchungsergebnisse werden mit anderen an *Populus* gewonnenen Daten verglichen, über die bisher in der Literatur berichtet worden ist. Trotz einiger intersexueller Tendenzen, auf die wir stießen, erscheint es aber notwendig, die Zwitterblütigkeit bei *Populus* im Gegensatz zur Intersexblütenbildung bei Weiden zu betrachten. Eine Labilität in der Hemmwirkung der Realisatorenkombination auf das jeweils gegenteilige Geschlecht des AG-Komplexes (Faktorengruppe für die Ausbildung beider Geschlechtsorgane bei bisexueller Potenz) wird vermutet, die womöglich durch Bastardierung ausgelöst werden kann.

Summary

Title of the paper: *Abnormalities in Hermaphrodite flower development among individuals of the section Leuce of the genus Populus.* — Previous morphological studies are now supplemented by embryological and cytological studies of the same material. Chromosome counts show that all the trees are diploids with 38 chromosomes. There are no signs of heteroploidy. The gynoecia develop normally in hermaphrodite flowers as they do in the female of the dioecious aspen. There are however variations in the fertilization status. In self pollination the pollen tubes do not reach all the ovules and some ovules are seen without any trace of a tube. Pollen development is not always regular: 1. Some pollen mother cells do not develop beyond the early prophase. They are obviously unable to complete meiosis. 2. More commonly other pollen mother cells show normal development to the stage when tetrads are visible. At this stage abnormalities appear. A few pentads and hexads have been found, also uninuclear gones or single gones containing two or four nuclei. — It is possible that these investigations into the anthers of hermaphrodite flowers explain the very large amplitude of variation in the diameter of the pollen.

The abnormal tetrads are thought to be the result of female potentiality in the pollen mother cells.

The results of these investigations are discussed together with similar results in *Populus* and in contrast to the results obtained by RAINIO (1927) with intersex flowers of *Salix* hybrids.

Instability is explained as a result of the „Realisator“ combination not controlling the opposite sex of the „AG“ complex as it would normally do. (The „AG“ complex is the gene group for the development of the organs of both sexes thus providing bisexual potentiality.) It is possible that hybridization produces this condition.

Literatur

- CORRENS, C.: Bestimmung, Vererbung und Verteilung des Geschlechts bei höheren Pflanzen. Handbuch d. Vererbungswiss., Band II C. Berlin: Gebrüder Borntraeger (1928). 138 Seiten. — DILLEWIJN, C. VAN: Zytologische Studien in der Gattung *Populus*. *Genetica* 22, 131—182 (1940). — ERLANSON, E. W., and HERMANN, F. J.: The morphology and cytology of perfect flowers in *Populus tremuloides* MICHX. *Pap. Michigan Acad. Sci., Arts and Letters* 8, 97—110 (1927). — FISHER, M. J.: The morphology and anatomy of the flowers of the *Salicaceae*. I. *Amer. J. Botany* 15, 307—326 (1928). — FISHER, M. J.: The morphology and anatomy of the flowers of *Salicaceae*. II. *Amer. J. Botany* 15, 372—394 (1928). — GRAF, J.: Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Populus*. *Beih. z. bot. Centralbl.* 38, I, 405—454 (1921). — HARTMANN, M.: Die Sexualität. Jena: Gustav Fischer (1943). — HEITZ, E.: Die Nukleal-Quetschmethode. *Ber. d. dtsh. bot. Ges.* 53, 870—878 (1936). — HEITZ, E.: *Elemente der Botanik*. Wien: Springer (1950). — HEITZ, E.: Embryologischer Nachweis von Agamospermie mittels Simultanmethode. *Experientia* 7, 456—457 (1951). — KAPPERT, H.: Die vererbungswissenschaftlichen Grundlagen der Züchtung. Berlin: Parey (1953). 335 Seiten. — MÜNTZING, A.: The chromosomes of a giant *Populus tremula*. *Hereditas* 21, 383—393 (1936). — NILSSON-EHLE, H.: Über eine in der Natur gefundene Gigasform von *Populus tremula*. *Hereditas* 21, 379—382 (1936). — PETO, F. H.: Cytology of poplar species and natural hybrids. *Canad. J. Research* 16, Sect. C., 445—455 (1938). — RAINIO, A. J.: Über die Intersexualität bei der Gattung *Salix*. *Annal. Soc. Zool.-Botan. Fennicae Vanamo* 5, 165—275 (1927). — RUNQUIST, E. W.: Ett fall av androgyna hängen hos *Populus tremula* L. *Bot. Notiser*

1951, 188—191. — SCHNARF, K.: Embryologie der Angiospermen. Handbuch der Pflanzenanatomie, Band X, 2. Berlin: Gebrüder Borntraeger (1929). — SEITZ, F. W.: Chromosomenzahlenverhältnisse bei Holzpflanzen. Z. Forstgenetik 1, 22—32 (1951). — SEITZ, F. W.: Zwei neue Funde von Zwitterigkeit bei der Aspe. Z. Forstgenetik 1, 70—73 (1952). — SEITZ, F. W.: Weitere Beobachtungen am zwitterigen Aspenklon von Dillingen (Donau). Abstr. Z. Forstgenetik 2, 22 (1952). — STOSCH, H. A. von: Die Verwendung von Chloralhydrat oder Phenol zur Aufhellung und von Phenol-Bal-

sam als Einschlußmittel für Essigkarminpräparate. Züchter 22, 269—272 (1952). — SROW, I.: Experimental studies of the formation of the Embryosac-like Giant Pollen Grain in the Anther of *Hya-cinthus orientalis*. Cytologia 1, 417—439 (1930). — WESTERGAARD, M.: Studies on cytology and sex determination in polyploid forms of *Melandrium album*. Dansk Bot. Arkiv 10, 1—131 (1940). — WESTERGAARD, M.: The relation between chromosome constitution and sex in the offspring of triploid *Melandrium*. Hereditas 34, 257—279 (1948).

Vorläufige Mitteilung über Kreuzungsversuche mit *Araucaria*

Von H. TESDORFF

(Argentinien, Prov. Santa Fé, Aaron Castellanos FCGSM)

(Eingegangen am 3. 3. 1953)

Im Dezember 1951 wurden *Araucaria araucana* (MOLINA) K. KOCH mit im Oktober vorher gesammelten Pollen von *A. angustifolia* (BERTOLONI) O. KTZE., im Oktober 1952 *A. angustifolia* mit im Dezember 1951 gesammelten Pollen von *araucana* nach vorheriger Isolierung der Blüten durch dichtgewebte Leinensäckchen bestäubt. Die beiden Arten sind rund 2000 km voneinander entfernt beheimatet: *A. araucana* auf der Süd-Kordillere (39° südl. Br., kalte Zone), *A. angustifolia* in Misiones (26° südl. Br., subtropische Zone).

Es gelang durch geeignete Aufbewahrungsmethoden, den Pollen die erforderliche Zeit über keimfähig zu erhalten.

Ziel der Kreuzungsversuche ist die Herstellung von Hybriden, welche die schnellere Wüchsigkeit von *A. angustifolia* mit der besseren Holzqualität von *A. araucana* verbinden. Jahrelange Anbauversuche mit der *A. araucana* in der Pampa mißlingen vollständig. Die Kultivierung der *A. angustifolia* gelingt, sie bleibt aber wirtschaftlich unbefriedigend. Die Bedeutung des Araucarienholzes liegt vor allem in seiner Verwendbarkeit für die Zellstoff- und Sperrholzindustrie.

Die ersten Samen aus den vorgenommenen Kreuzungen werden von *A. araucana* im März/April 1953, von *A. angustifolia* im April 1954 erwartet.

Buchbesprechungen

Handbuch der Mikroskopie in der Technik (8 Bände). Von H. FREUND. Band V, Teil 1 und Teil 2: **Mikroskopie des Holzes und des Papiers**. 917 Seiten. 576 Mikroaufnahmen und Zeichnungen, 20 farbige Mikroaufnahmen. Unter Mitwirkung von W. BAVENDAMM, M. HARDERS-STEINHÄUSER, W. HOLDHEIDE, B. HUBER, G. JAYME, E. LIEBERT, G. LINNEMANN, W. MÜLLER-STOLL, H. v. PECHMANN, R. RUNKEL, H. SCHMIDT, TH. SCHMUCKER, H. ZIEGENSPECK. Umschau-Verlag, Frankfurt a. M., 1951. 139 DM.

Die Mikroskopie des Holzes ist für jeden Forstmann und jeden Forstpflanzenzüchter auch dann von Belang, wenn er sie nicht aktiv ausübt. Denn sie erschließt ihm auf alle Fälle das Verständnis für die Natur des Holzes, des Stoffes, auf dessen Erzeugung sein Wirken gerichtet ist. Wer daher nur vom Standpunkt der Unterrichtung über den heutigen Stand unseres Wissens vom Holz diese beiden kostbaren Bände durchsieht, wird erkennen, daß es sich hier um mehr handelt als nur um eine Darstellung der mikroskopischen Methodik, so eingehend diese auch von ersten Sachkennern geschildert wird. Wer sich heute über Holzanatomie unterrichten will, wird sich aus keinem anderen Buch eine derart vielseitige Anschauung verschaffen können als aus diesem Handbuch der Mikroskopie in der Technik. Schon die historische Einführung von TH. SCHMUCKER bringt eine geradezu spannend geschriebene Geschichte der Holzanatomie mit sehr vielen wertvollen Belegen, sowohl alten Zeichnungen, welche besonders schön die allmähliche Aufhellung unserer Vorstellung vom Holz zeigen, als auch Bildern der Persönlichkeiten, welchen wir markante Fortschritte in unserer Kenntnis vom Holzaufbau verdanken. Die mikroskopische Untersuchung von Hölzern, insbesondere die Bestimmung ihrer systematischen Zugehörigkeit und ihrer Eigenschaften, sowie die Datierung von Holzproben wird von B. HUBER mit besonders wertvollen Belegen zu einer Lochsortierkartei abgehandelt. Eine einmalige Leistung ist der mikrophotographische Atlas mitteleuropäischer Gehölzrinden von W. HOLDHEIDE mit über 70 hervorragend genauen Bildern in zwei Vergrößerungen. Bei der Fülle der Merkmale sollte man annehmen, daß bei der Züchtung von Holzpflanzen sich aus der Rinde Unterschiede einzelner sonst schwer unterscheidbarer Sorten erkennen lassen müßten. Eine Einführung in den submikroskopischen Bau des Holzes von H. ZIEGENSPECK zeigt die

verschiedenen Möglichkeiten der Untersuchung, unter denen die Polarisationsmikroskopie mit ihren farbigen Bildern vielleicht am meisten auffällt. Im zweiten Band wird die Holzmikroskopie auf dem Gebiet der Verarbeitungstechnik (H. v. PECHMANN), die der Holzfasern (R. RUNKEL), der Bestimmung der Faserlänge von Zellstoffen (G. JAYME, M. HARDERS-STEINHÄUSER), der Papiere (E. LIEBERT), des zersetzenden und fossilisierten Holzes (W. MÜLLER-STOLL), der holzersetzenden Pilze (W. BAVENDAMM) und der schädlichen Käfer des Holzes (H. SCHMIDT) dargestellt. Auch in diesem Teil werden wichtige Erkenntnisse vermittelt und sehr anschauliche Beispiele wiedergegeben. Im ganzen gesehen ist das Handbuch der Mikroskopie in der Technik ein hervorragendes Zeugnis exakter Darstellung von Forschungsergebnissen. Es verdient daher die hervorragende Ausstattung, die ihm der Verlag gegeben hat, und wird eine Zierde jeder Bücherei sein.

H. H. HILF

Forstmathematik in Forschung und Unterricht. Von J. HOPMANN. Vervielfältigt im Rotaprintverfahren bei der Forstlichen Fakultät Hann. Münden, 1951, 235 Seiten, mit 57 Figuren und 60 Tabellen. 10 DM. Zu beziehen durch Z. May & Co.

Das Buch des Verfassers, der bis 1945 Ordinarius für Astronomie in Leipzig war, bis 1951 als Lehrbeauftragter für Mathematik und Meteorologie an der Forstlichen Fakultät in Hann. Münden wirkte und seit 1951 wieder in der Astronomie als Leiter der Universitäts-Sternwarte in Wien wirkt, ist das Ergebnis der intensiven Berührung eines Mathematikers mit der Forstwissenschaft. Wenn eine solche Berührung verbunden ist mit der Aufgeschlossenheit für die Problematik eines fremden Fachgebietes, so wird sich daraus für beide Teile Anregung und Impuls ergeben, und das ist es, was als wertvoll einer inhaltlichen Besprechung des Buches ganz besonders vorzustellen ist.

Der Verfasser scheut sich nicht, die Probleme von der Seite einer möglichst exakten mathematischen Fassung her zu sehen und reflektiert, wie Erkenntnisse und Methoden mathematischer Art auf forstliche Tatbestände anzuwenden sind. Sein Buch geht daher auch nicht von der forstlichen Frage aus, die vielleicht mathematisch gelöst werden kann, sondern stellt die Möglichkeiten mathematischen Denkens in den Vordergrund und gibt