

Die von mir ausgeführten Versuche wurden im bot. Institut der Universität Heidelberg gemacht. Die dabei notwendigen thermo-elektrischen Messungen wurden im physikal. Institut der Universität Heidelberg vorgenommen. Herrn Prof. Dr. JOST, der mir bei Ausführung der Versuche ratend und helfend zur Seite stand, bin ich zu grossem Dank verpflichtet. Ferner bin ich Herrn Geheimerat LENARD dafür dankbar, dass er mir die Hilfsmittel des physikalischen Instituts zur Verfügung stellte.

Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Platanus*.

Von EMMA BRETZLER (Frankfurt a. Main).

I. EINLEITUNG UND ALLGEMEINE BETRACHTUNGEN.

Die Platanen nehmen als willkommene Schattenspender im schattenbedürftigen Süden eine hervorragende Stelle ein, wie sie auch jetzt noch in Griechenland dieselbe Rolle wie bei uns die "Dorflinde" spielen. Sie werden schon bei VIRGIL, HERODOT, THEOPHRAST, PLINIUS und andern alten Schriftstellern erwähnt, und auch im Alten Testament singt ihr Lob im Buche der Weisheit. Im Mittelalter findet man vielfache Angaben über sie in den Kräuter-Büchern (7, 27, 35), die zum Teil ganz gute Abbildungen und Beschreibungen von ihnen geben.

Die Arbeiten, die sich wissenschaftlich mit der Gattung *Platanus* beschäftigen, sind in den Abhandlungen von JANKO (18) und JAENNICKE (17) zusammengestellt, den wichtigsten, die wir darüber besitzen. Sie bringen das bis zu ihrer Zeit über die Systematik der Platanen gesagte in kritischer Verarbeitung. Die beiden Forscher betrachten die Platanen vorwiegend vom morphologischen Standpunkt aus. Sie suchen morphologische Unterschiede zwischen den einzelnen *Platanus*-Arten festzustellen und sie dadurch zu charakterisieren. Es handelt sich dabei vor allen Dingen um die 3 bei uns vorkommenden Arten *Platanus occidentalis* L., *Pl. orientalis* L. und *Pl. acerifolia* Willd. Bis zur Entdeckung Amerikas kannte man nur *Pl. orientalis*, als deren Heimat die Balkanländer, Kleinasien und Westasien angegeben werden. *Pl. occidentalis* wurde erst im Jahre 1640 aus Amerika nach Europa eingeführt, wo sie weiterhin neben *Pl. orientalis* vorkam (8, 16, 18). - Ausser diesen beiden Arten finden wir in Mitteleuropa sehr häufig die oben erwähnte 3. Art, *Pl. acerifolia*, über deren Heimat sich die Gelehrten nicht einig sind. Die einen suchen sie in Süd-Italien, andere in Sizilien oder in Lycien. Aber keine dieser Auffassungen ist recht befriedigend, denn nirgendwo ist *Pl. acerifolia* mit Bestimmtheit wild wachsend gefunden worden (1, 16, 17, 19).

Man ist sich überhaupt nicht klar, ob sie als eine echte Art anzusprechen ist, ob sie nicht vielmehr nur eine Varietät von *Pl. orientalis* oder *Pl. occidentalis* darstellt. Zuerst hielt man sie für eine Varietät von *Pl. orientalis*, dann für eine Kulturform von *Pl. occidentalis*. Schliesslich kam JAENNICKE und sagte, *Pl. acerifolia* ist weder eine Varietät von *Pl. orientalis* noch eine Kulturform von *Pl. occidentalis*, sondern ein Bastard zwischen der östlichen und westlichen Art, ohne jedoch einen Beweis dafür zu bringen. Nach ihm hat sich meines Wissens niemand mehr eingehender mit der Stellung von *Pl. acerifolia* zu den beiden andern Formen befasst.

Von den weiteren Untersuchungen über die Platanen sind die von SCHÖNLAND (43) und NICOLOFF (34) am wichtigsten. Ihr Hauptaufgabe erblicken sie in der Behandlung ihrer Entwicklungsgeschichte. Während SCHÖNLAND in der Hauptsache die äussere Entwicklung der Blüten gibt und dabei die innere Ausgestaltung mehr oder weniger unberücksichtigt lässt, verfolgt NICOLOFF die Entwicklung des Embryosackes und zwar an *Pl. orientalis*. SCHÖNLAND untersuchte hauptsächlich *Pl. occidentalis*, verglich jedoch in gewissen Entwicklungsstadien *Pl. orientalis* und *Pl. acerifolia*.

folia damit und findet bei seinen Untersuchungen keine wesentlichen Unterschiede zwischen den verschiedenen Arten. Aus der Entwicklungsgeschichte der Platanen ziehen nun beide Forscher Schlüsse über die systematische Stellung der Gattung *Platanus* im natürlichen System. Sie kommen beide zu dem Ergebnis, dass sie in d. Nähe der Rosaceen, speziell der Spiraeen, und der Hamamelidaceen gehören, wie weiter unten näher ausgeführt wird.

So war den Platanen ein Platz im natürlichen System zugewiesen, der schon durch Stamm-Struktur, Ausbildung des Blütenbodens einserseits, Form von Griffel, Narbe und Antheren andererseits gerechtfertigt erschien.

Es schien erwünscht, die Entwicklung der Blüten noch einmal möglichst genau zu untersuchen, auch in Hinsicht auf die daraus sich ergebenden Verwandtschaftsverhältnisse der Platanen zu den Rosaceen und Hamamelidaceen. Auch die Frage nach der Unterscheidung der Platanen in Arten schien einer neuen Prüfung zu bedürfen.

Es geschah dies durch eingehende vergleichend morphologische und anatomische Untersuchungen, und durch das Studium der Entwicklungsgeschichte der Blüten.

Die Untersuchungen sind angestellt an den 3 bei uns vorkommenden Arten, *Pl. orientalis*, *Pl. occidentalis* und *Pl. acerifolia*. Der Einfachheit halber werde ich im folgenden diese Bezeichnungsweise beibehalten, obwohl wir später sehen werden, dass wir es hier nicht mit Arten zutun haben, die sich deutlich voneinander unterscheiden lassen. Weitere Formen finden nur gelegentlich Erwähnung.

Das Material stammt aus Frankfurt a.M., Darmstadt, Weinheim a.d. Bergstrasse, Mainz, Athen und dessen Umgegend und aus Zaragozza.

Die Arbeit wurde von Februar 1922 bis Ende des Jahres 1923 durchgeführt im botanischen Institut der Universität Frankfurt a.M. auf Anregung und unter Leitung von Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. MOEBIUS. Ihm vor allem bin ich zu grossem Dank verpflichtet für die mannigfachen Anregungen und das warme Interesse, das er stets meiner Arbeit entgegengebracht hat. Weiter möchte ich danken den Herren Dr. H. MOEBIUS (Athen), Prof. Dr. MAYNAR (Zaragozza), Dr. W. JUNGMAHN, Garteninspektor GÜNTHER, Garteninspektor PURPUS und der Frankfurter Stadtgärtnerei für ihre Hilfe bei Besorgung von Material und Literatur.

II. UNTERSUCHUNGEN UND ERGEBNISSE.

J. DIE INFLORESZENZ UND DIE BLÜTEN IM AUSGEBILDETEN ZUSTAND.

Die Untersuchung der Blüten, die, wie schon SCHÖNLAND (43) betont, mit grosser Schwierigkeit verknüpft ist, wurde hauptsächlich an *Platanus acerifolia* vorgenommen. Nur gelegentlich wurden in verschiedenen Entwicklungsstadien *Pl. occidentalis* und *Pl. orientalis* mit ihr verglichen. Sie bilden bekanntlich dicke Köpfchen, die in wechselnder Zahl mit oder ohne Stiel an einer blattlosen Axe sitzen. SCHÖNLAND spricht zwar nur von einer ährigen Anordnung der Blütenköpfchen, aber in mehreren Fällen sieht man deutlich ziemlich lange Stielchen an den seitlich stehenden Köpfchen ausgebildet. Die Köpfchen und die Gesamt-Infloreszenzen sind, wie schon SCHÖNLAND angibt, diklin.

Die Infloreszenz-Axe ist dadurch bemerkenswert, dass sie 2 Kreise von Gefässbündeln aufweist, die in gleicher Weise bei allen 3 Arten sowohl bei den weiblichen als auch bei den männlichen Infloreszenzen vorkommen. Nur hat der Stiel des weiblichen Köpfchens einen grösseren Querschnitt als der des männlichen, was leicht zu verstehen ist. Muss doch die weibliche Infloreszenz-Axe im Herbst die schwere Frucht tragen.

In Fig. 1, Seite 390, ist eine solche weibliche Infloreszenz-Axe im Querschnitt abgebildet. Aussen finden wir einen Kreis von Gefässbündeln, die zwischen dem Holz und Siebteil ein Kambium *Ka* entwickelt haben. An das Xylem schliesst sich nach innen ein dünnwandiges Gewebe an, das im Querschnitt wie Phloem aussieht und sich genau so wie dieses färbt. Gegen die Rinde ist dieser äussere Bündelkreis durch starke Sklerenchym-Bögen *Skl.* abgeschlossen. Öfters tritt das Sklerenchym benachbarter Bündel miteinander in Verbindung. Zwischen die grossen

Gefässbündel dieses ersten Kreises schieben sich manchmal kleinere, kürzere und bedeutend schmälere ein (bei a in Fig. 1), von denen sich in manchen Fällen ein ebenfalls kleines Gefässbündel nach innen abzweigt, wie deutlich in der Figur bei

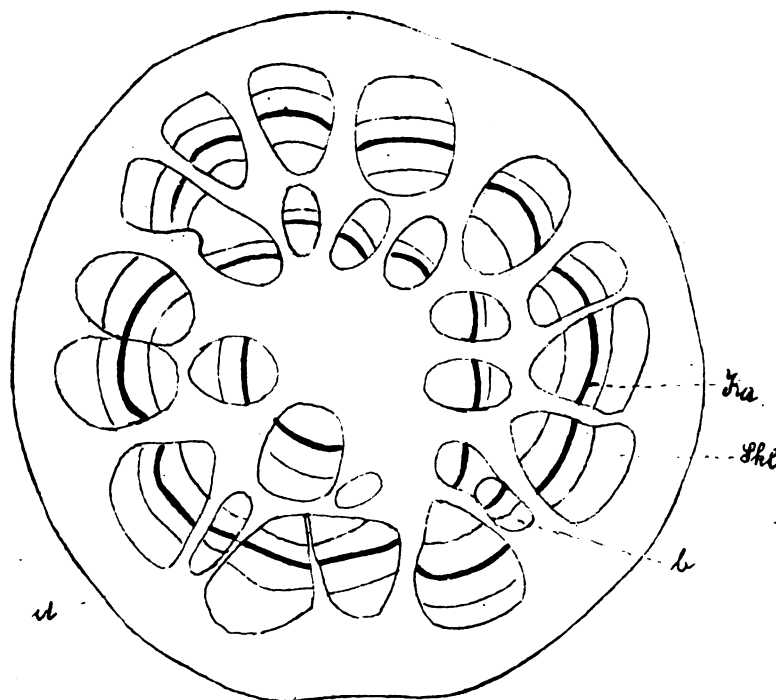


Fig. 1.

b zu sehen ist. Dies innere Bündel ist gebaut wie das äussere, nur ist es umgekehrt orientiert und zeigt keine Anlagerung von Sklerenchym. Ausserdem finden wir grosse, im Mark zerstreut liegende, genau so gebaute Gefässbündel, die ebenfalls verkehrt gelagert sind. In den meisten Fällen jedoch ordnen sich diese grossen Gefässbündel zu einem innern Gefässbündel-Ringe an, wie es auch an dem abgebildeten Querschnitte zu sehen ist. Sie zeigen keine Sklerenchym-Kappen wie die Gefässbündel des äusseren Ringes, nur ein paar Sklerenchymfasern liegen ihrem Phloemteil auf. Zuweilen scheinen diese Gefässbündel des innern Ringes aus denen des äusseren hervorzugehen, doch war dies nicht immer festzustellen. In der Rinde, die wie das Mark viele Kristalldrüsen aufweist, findet man öfters 1 bis 2 sehr kleine,

von einem starken Sklerenchymring umgebene kollaterale oder konzentrische Gefässbündel, deren Sklerenchymring oft in Verbindung mit der Sklerenchym-Kappe d. benachbarten Gefässbündels aus dem äusseren Bündelkreis steht.

Die zwei Gefässbündel-Kreise in der Infloreszenz-Axe der Platanen sind schon von KLEIN (20) gesehen worden. Er begnügt sich aber mit der Feststellung der Tatsache und sagt nichts näheres darüber aus, weder über die Lagerung noch Entstehung der einzelnen Bündel. Auch die kleineren Gefässbündel im äusseren Bündelkreis und die ganz kleinen in der Rinde gelegenen Bündel erwähnt er nicht.

Von dem diagrammatischen Aufbau der männlichen sowie der weiblichen Blüte kann man sich, wie schon SCHÖNLAND erkannt hat, am besten eine Anschauung verschaffen, wenn die Antheren anfangen auszustäuben. Vor diesem Zeitpunkt ist ihre Untersuchung äusserst schwierig. Die Blüten sind sehr klein und dichtgedrängt, reicher Haarwuchs auf den Kelchblättern, Antheren und Staminodien macht einen Einblick in die Stellungen-Verhältnisse der einzelnen Blütenteile fast unmöglich. Auch gelingt es kaum, mit Sicherheit ein einzelnes Blüten frei zu legen. Man hat eine Reihe von Blütenorganen vor sich, kann aber in den seltensten Fällen sagen, ob es sich wirklich um Einzelblüten handelt, ob nicht Teile daran fehlen oder ob nicht noch Organe der Nachbarblüten dabei sind. Nach dem Ausstäuben vertrocknen die männlichen Blüten in ein paar Tagen, sodass sie dann zu einer Untersuchung vollständig ungeeignet werden, während die weiblichen Blüten noch längere Zeit einer Untersuchung zugänglich sind. Zwar schreibt SCHÖNLAND in seiner Arbeit, dass die weiblichen Blüten nach Ausstäuben des Pollens rasch einen Teil ihrer Organe verlieren, was jedoch kaum zutreffen dürfte, da, wie wir später noch erfahren werden, sämtliche Teile an der weiblichen Blüte erhalten bleiben. Die Kronblätter werden sogar um vieles grösser, sodass man sie späterhin mit blossen Auge sehen kann, was vorher nicht möglich war. Die Staminodien vertrocknen zwar, lassen aber ihre Form noch deutlich erkennen und bleiben ebenfalls noch einige Zeit in der Blüte, bis sie sich schliesslich an ihrer Insertionsstelle lösen und von den weiter wachsenden Früchtchen emporgehoben werden, zwischen denen

sie z.T. bis zu deren Reife haften bleiben. Vielleicht hat SCHÖNLAND die Staminodien im Auge, wenn er davon spricht, dass die weiblichen Blüten einen Teil ihrer Organe nach dem Ausstreuen der Pollen verlieren. Aber dann dürfte er nicht sagen, dass diese Teile sehr rasch verloren gehen; sie bleiben ja in der Tat noch sehr lange erhalten, wenn sie sich auch später aus dem Blüten-Verbande lösen.

Die weiblichen Blüten sind perigyn, wie SCHÖNLAND angibt, z.T. auch hypogyn, wie GRIGGS (14) sagt. Ich fand bei ihnen stets - SCHÖNLAND sagt l.c. "fast stets" - zwei Kreise von Hüllblättern, einen äusseren, aus schuppenartigem Kelch und einen innern, aus dickeren, vielfach gebogenen Kronblättern.

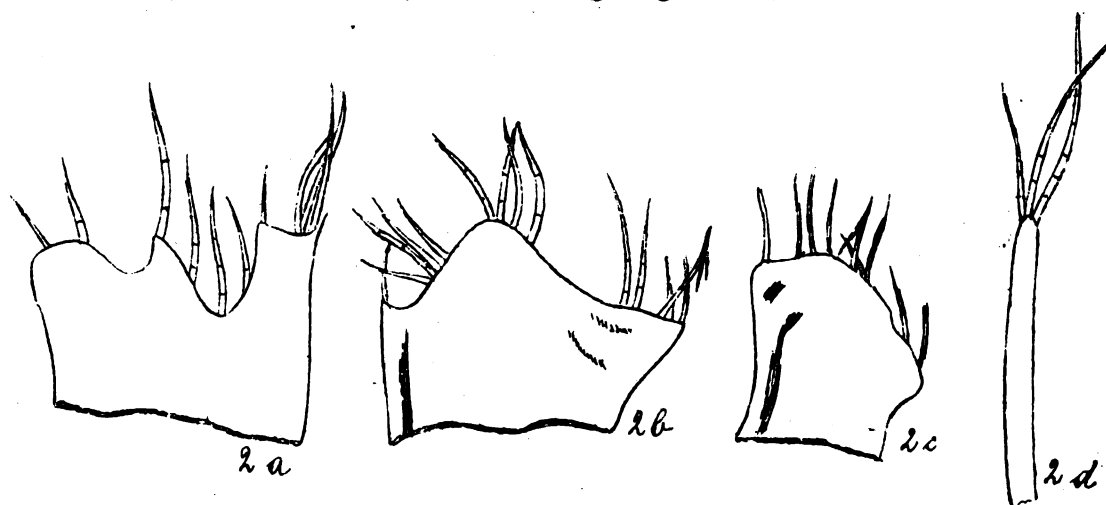


Fig. 2. *Platanus acerifolia?* Kelchblätter eines weiblichen Blütenköpfchens. Ok. 1, Obj. 2. L.

Die Kelchblätter sowohl der männlichen wie d. weiblichen Blüten sind klein und dünn, bestehen im Querschnitt nur aus 2 - 3 Lagen gleichförmiger, längs gestreckter Zellen und werden meist v. keinen Gefässbündeln

durchzogen. Ihre Gestalt ist wechselnd, etwa recht- oder dreieckig. In beiden Fällen können sie breit und kurz oder schmal und lang sein. (Fig. 2) Häufig verwachsen sie, wenigstens am Grunde, miteinander. Ihre Spitze ist stets mit ± langen Gliederhaaren besetzt.

Die Kronblätter tragen im Gegensatz zu den Kelchblättern keine Haare und sind

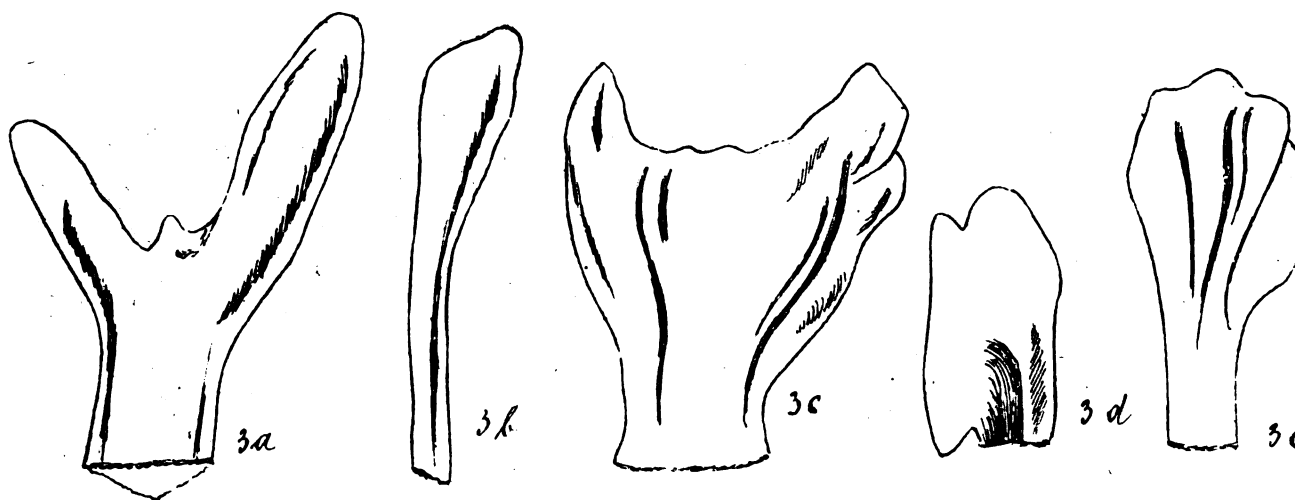


Fig. 3 a - b. *Platanus orientalis*; c - e. *Platanus acerifolia?* Blumenblätter eines weiblichen Köpfchens. Ok. 1, Obj. 2, L.

mehrere Zell-Lagen dick. Sie werden ebenfalls in der Regel nicht von Gefässbündeln durchzogen, eine Erscheinung, die nicht vereinzelt dasteht, denn öfters, aber nicht immer, enthalten auch die unscheinbaren Perigon- bzw. Tragblätter einiger Anentifloren und Urticinen, die ich darauf hin untersucht habe, keine Gefässe-

Stränge. In einem Blütenköpfchen findet man nebeneinander die verschiedensten Formen von Kronblättern, angefangen von kleinen, ziemlich flachen, oval oder keulenförmig gestalteten Gebilden, bis zu grossen, lang gestreckten oder wulstig aufgetriebenen, vielfach gebogenen, breiten Blumenblättern. Es kommen auch Kronblätter vor, die sich ± dicht über dem Grunde in 2 Äste von gleicher oder verschiedener Länge und Form gabeln. (Fig. 3 a - e.) Die Kronblätter, die in der männlichen Blüte gedrungenen, dicker und reichlicher gebogen sind als in der weiblichen (Fig. 4 a - b), sah ich nie, auch nicht am Grunde, miteinander verwachsen.

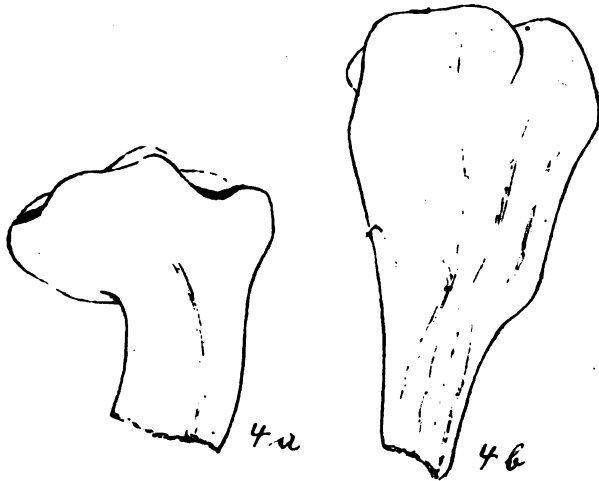


Fig. 4. *Platanus acerifolia*?
Blumenblätter aus einem männlichen Köpf-
chen. Ok. 1, Obj. 2, L.

Ausser Kelch- und Kronblättern kommen in den weiblichen Blüten auch Staminodien vor, und zwar fand ich sie hier regelmässig. Wie Kelch- und Kronblätter sind auch sie verschieden gestaltet, angefangen von mehr oder weniger schmalen, blattartigen Gebilden bis zu Staubblättern mit ausgebildeten Pöllensäcken (Fig. 5 a - d). Nach SCHÖNLAND verwechselt man diese Staminodien leicht mit Blumenblättern, was aber bei genauer Kenntnis der Verhältnisse ganz unmöglich ist. Die Staminodien sind nämlich an der Spitze behaart, z.T. sogar sehr stark und besitzen einen wohl ausgebildeten zentralen Gefäss-Strang, zwei Merkmale, die den Blumenblättern vollständig fehlen, sodass eine Verwechslung mit ihnen ausgeschlossen ist. Ausserdem sind die Staminodien durch 2 weitere, meist weniger deutliche, schon von SCHÖNLAND erkannte Merkmale ausgezeichnet. Sie besitzen nämlich oft mehr oder weniger stark ausgebildete Lokulamente und nehmen gegenüber Kelch- und Kronblättern die gleiche Stellung ein wie die Staubblätter in den männlichen Blüten.

SCHÖNLAND unterscheidet rein männliche und rein weibliche Blüten, ferner männliche Blüten mit rückgebildeten Fruchtblättern und weibliche mit Staminodien,

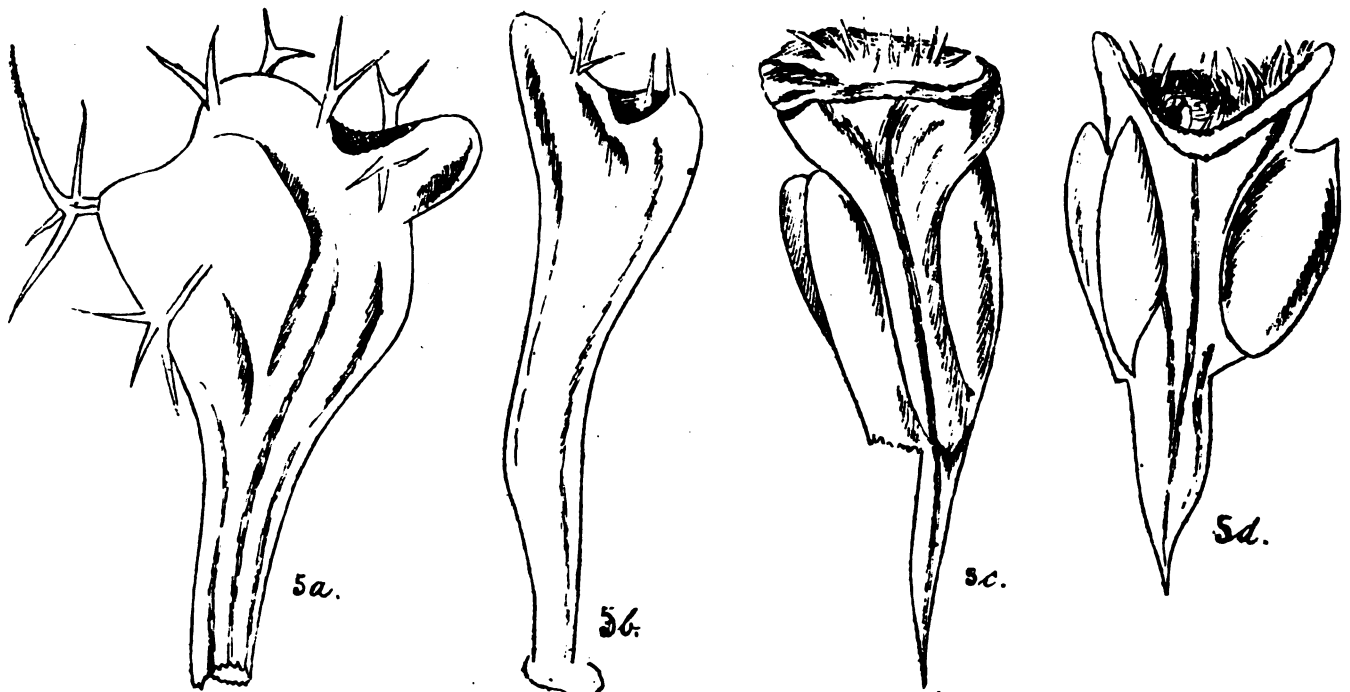


Fig. 5 a - b. *Platanus acerifolia*? Sterile Staminodien, c - d. Fertile Staminodien. Ok. 1, Obj. 2, L.

schliesslich Blüten, in denen sowohl die Antheren als auch die Carpelle verkümmern.

Trotz den vielen Blüten, die ich untersuchte, fand ich nie in männlichen Blüten Reste von Fruchtblättern, sondern sah immer nur *r e i n* männliche Blüten.

Die weiblichen Blüten, die ich in der Hand hatte, enthielten *s ä m t l i c h* Staminodien, die gelegentlich reifen Pollen erzeugten, sich meist aber nicht so weit ausbildeten.

Ausser diesen 2 Blütensorten fand ich keine weiteren. Möglicher weise kommt die von SCHÖNLAND erwähnte Abweichung nur an einzelnen Bäumen vor.

Wie viel zählig sind nun die Blüten, wie sieht ihr Diagramm aus? SCHÖNLAND hat sich eingehend mit dieser Frage beschäftigt, auch mehrere Blüten-Diagramme aufgestellt, die von den nachfolgenden Autoren ohne Nachprüfung übernommen wurden. So finden sich denn auch in *s ä m t l i c h* mir bekannten Werken die Angaben von SCHÖNLAND, die ich jedoch nicht durchaus bestätigen kann.

Die von SCHÖNLAND zur Bestimmung des Diagramms angewendete Methode (Eintrocknen lassen von in Alkohol gehärteten Blütchen, die dann mit Glycerin befeuchtet wurden) führte bei mir in keinem Falle zu einem einwandfreien Ergebnis; die Stellungenverhältnisse der einzelnen Blütenteilchen zueinander wurden nicht klar. Ich suchte deshalb nach einer andern Methode, die ich auch bald fand. Ich schnitt die Blütenköpfchen tangential, wobei ich die einzelnen Blütchen quer treffen u. ein Diagramm von ihnen erhalten musste.

Zunächst versuchte ich, die Tangentialschnitte mit der Hand herzustellen, aber erst nach sehr langer Übung gelang es mir öfters, auf diese Weise ein ziemlich gutes Diagramm zu bekommen. Ich führte die Schnitte dann vom Messer aus

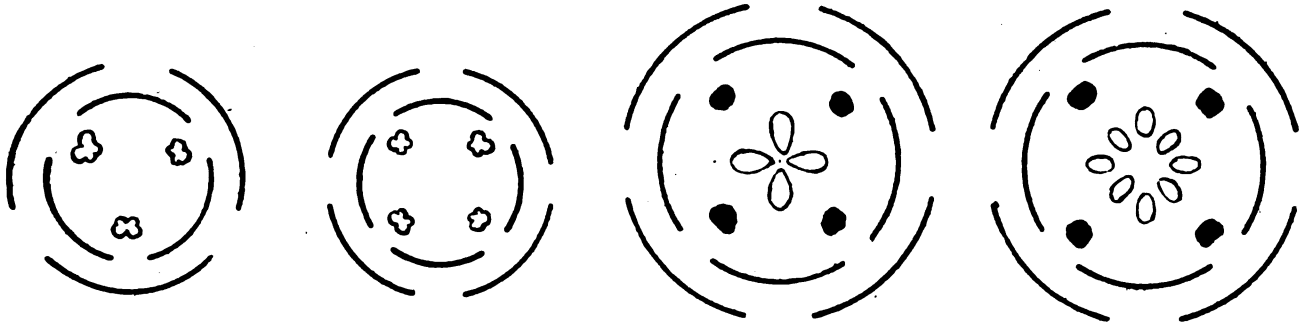


Fig. 6 a-b. *Platanus acerifolia*?
Männliches 3- und 4-zähliges Diagramm. Insertion unsicher.

Fig. 7 a-b. *Platanus acerifolia*?
Weibliches Diagramm, 4-zählig.
Insertion unsicher.

gleich in Glycerin über, weil darin die einzelnen Blütenteile eher in ihrer natürlichen Lage liegen blieben als in Wasser. Noch bessere Ergebnisse erzielte ich auf folgende Weise: ich führte die fixierten Blütenköpfchen durch die Alkohol-Reihe und Xylol in Paraffin über, bis sie gleichmässig von Paraffin durchdrungen waren. Dann nahm ich sie, ohne einzubetten, heraus, liess sie erkalten und machte dünne Tangentialschnitte mit der Hand. So konnten die einzelnen Blütenteilchen beim Schneiden nicht gegen einander verschoben werden. Das für die Beobachtung lästige Paraffin löste ich nachträglich aus den Schnitten mit Xylol wieder heraus.

Die weitaus besten Ergebnisse lieferten jedoch Mikrotom-Schnitte von 25 μ Schnitt-Dicke. Damit gelingt es nämlich leicht, Schnittserien herzustellen und so Querschnitte durch sämtliche Höhenlagen der Blütchen zu erlangen. Da der Boden des Blütenköpfchens gewölbt ist, trifft man bei Tangentialschnitten immer nur 1 oder 2 Blütchen quer, die dann aber bei der angegebenen Schnitt-Dicke gute, deutliche Diagramme liefern. Freilich muss man mit dem Schneiden den richtigen

Zeitpunkt abpassen. Nimmt man nämlich zu junge Blütenköpfchen, dann sind noch nicht alle Organe wohl ausgebildet, die Bilder werden verschwommen, weil die einzelnen Blütenteile nicht scharf vom Blütenboden abgesetzt sind. Schneidet man zu alte weibliche Blütchen (die männlichen gehen ja nach der Pollen-Stäubung schnell zugrunde) so erhält man kein gutes Diagramm, da der reiche Haarwuchs am Grunde d. Carpelle das Bild unklar macht, ganz abgesehen davon, dass der weibliche Blütenboden zu der Zeit wegen seiner Härte und der vielen Haare kaum mit dem Mikrotom zu schneiden ist. Die besten Diagramme sowohl für männliche als auch für weibliche Blüten erhielt ich zur Zeit der Pollenstäubung, 1922 bei rückständiger Vegetation Mitte bis Ende Mai. Dann bekommt man auch die Kronblätter deutlich, die man bei jüngeren Blüten im Diagramm nicht oder nur schwer unterscheiden kann.

Bei der männlichen wie bei der weiblichen Blüte beträgt die Grundzahl der Blütenteile in den einzelnen Kreisen 3 oder 4. Wir treffen demnach bei der männlichen Blüte 3 bzw. 4 Kelchblätter, damit abwechselnd 3 (4) Kronblätter, mit diesen alternierend 3 (4) Staubblätter. Diese Zahlen-Verhältnisse fand ich von ganz vereinzelten Ausnahmen abgesehen immer (Fig. 6 a - b).

Auch bei den weiblichen Blüten finden wir je 3 bzw. 4 Kelchblätter, Kronblätter, Staminodien und Fruchtblätter. Die Kronblätter wechseln in ihrer Stellung mit den Kelchblättern ab, die Staminodien stehen wieder vor den Kelchblättern. Mit den Staminodien alternieren die Fruchtblätter, 3 bzw. 4 an der Zahl. Sehr häufig aber tritt eine Verdoppelung des Fruchtblatt-Kreises ein, sodass wir 6 bzw. 8 Fruchtblätter bekommen. Vielfach stehen sie deutlich in 2 Kreisen, während man in andern Fällen diese regelmässige Anordnung vermisst. Von diesen 6 bzw. 8 Fruchtblättern wird häufig eines unterdrückt, sodass wir dann Blütchen mit 5 bzw. 7 Fruchtblättern haben. Ganz selten fand ich einmal ein Blütchen mit 10 Fruchtblättern und davon sich ableitend eines mit 9. Die Zahl der Fruchtblätter scheint aber nicht immer in so regelmässiger Beziehung zur Grundzahl der übrigen Blütenteile, speziell der Staminodien, zu stehen, wenn dies auch meist der Fall ist. Ich fand nämlich in einem vereinzeltten Falle in einer Blüte mit 5 Fruchtblättern 4 Staminodien ausgebildet, in einem andern Falle in einer Blüte mit 7 Carpellen 5 Staminodien. (Diagramm einer weiblichen Blüte Fig. 7 a - b.)

Eine Verdoppelung der einzelnen Blütenteile findet also nur im innersten Kreis der weiblichen Blüte statt, nie dagegen bei Staub-, Blumen- und Kelchblättern oder Staminodien.

SCHÖNLAND nimmt auch für die übrigen Blütenteile 2 Kreise an und sagt (p. 371) dass es durch das Auftreten mehrerer Kreise von Carpellen in "jugendlichen Stadien" "theoretisch erlaubt wird, auch für die übrigen Kreise der Blüte ein Auftreten in mehreren, abwechselnden Kreisen anzunehmen, obgleich dieses tatsächlich nicht zu bemerken ist".

Dazu gibt er eine Abbildung, Taf. VI, Fig. 3 d, und zeichnet eine Blüte, die je 6 Kelchblätter, Kronblätter und Staminodien in je einem Kreise, ausserdem im Innern 2 Kreise von je 3 Carpellen enthält. Er fährt dann fort: "Danach würden in dem Fig. 3 d dargestellten Fall Kelch, Blumenkrone und Androeceum aus je zwei Kreisen gebildet anzusehen sein". In Fig. 3 e auf Tafel VI. gibt er dann noch eine Abbildung eines Diagramms, das je 2 Kreise aus 3 Kelch-, 3 Kron-, 3 Staub- und 3 Fruchtblättern enthält. Leider sind gerade diese beiden anfechtbaren Diagramme von Tafel VI. Fig. 3d und 3e in d. weitere Literatur übergegangen, während die richtigen von Fig. 3 a-c meines Wissens nicht verwertet wurden.

Die Abbildungen, die SCHÖNLAND von den ausgebildeten Blüten (Tafel VII, Fig. 1, 2) gibt, sind nicht besonders gut. So sind die Kelchblätter im Verhältnis zu den Kronblättern viel zu gross gezeichnet, bei den Staminodien fehlt der Haar-Besatz an der Spitze, auch ist ihre Form nicht glücklich wiedergegeben. Besser ist die Abbildung der männlichen Blüte, die CLARKE (4) im Jahre 1858 in seiner Arbeit Tab. VI, Fig. 9 gibt. Auch die Abbildung der weiblichen Blüte (Tab. VI, Fig. 11) ist nicht schlecht. Sie gibt einen guten Gesamteindruck, nur ist sie in einer ungünstigen Perspektive dargestellt. Die Kelchblätter sind vollständig verdeckt, von den Kronblättern sieht man nur ein einziges. Er gibt aber, wie öfters zu beobachten ist, 7 Carpelle darin an.

Einige gute Original-Abbildungen von *Platanus occidentalis* finden wir auch bei MÖBIUS (33). Besonders schön ist dort das schlanke, oben verjüngte und zugleich etwas gebogene und tordierte Pistill dargestellt.

II. DIE ENTWICKLUNG DER BLÜTEN.

Bereits ein Jahr vor der endgiltigen Ausbildung findet man die ersten Anlagen der Blüten. Über die allerersten Entwicklungs-Stadien der männlichen und d. weiblichen Blüten, insbesondere über die Entstehungsfolge der einzelnen Blüten-teile, macht schon SCHÖNLAND eine Reihe von Angaben, und höchst wahrscheinlich liegen die Verhältnisse auch so, wie er angegeben hat. Mit absoluter Bestimmtheit aber wage ich es nicht zu behaupten, weil bei der Deutung der zuerst undif-

ferenzierten Höcker leicht Irrtümer unterlaufen können. Dauert es doch selbst lange Zeit, bis man erst einmal männliche von weiblichen Blüten unterscheiden kann, was bei vielen Knospen schon im Herbst der Fall ist, bei andern aber erst bei Beginn der nächsten Vegetations-Periode möglich wird. Von diesem Zeitpunkt an können die Untersuchungen beginnen (Fig. 8).



Fig. 8. *Platanus acerifolia*?
Längsschnitt durch eine junge Blütenknospe nach Entfernung der Hüllblätter. 3 verschieden grosse Blütenköpfchen, deren Geschlecht noch nicht zu erkennen ist. Ok. 1, Obj. 2, L.

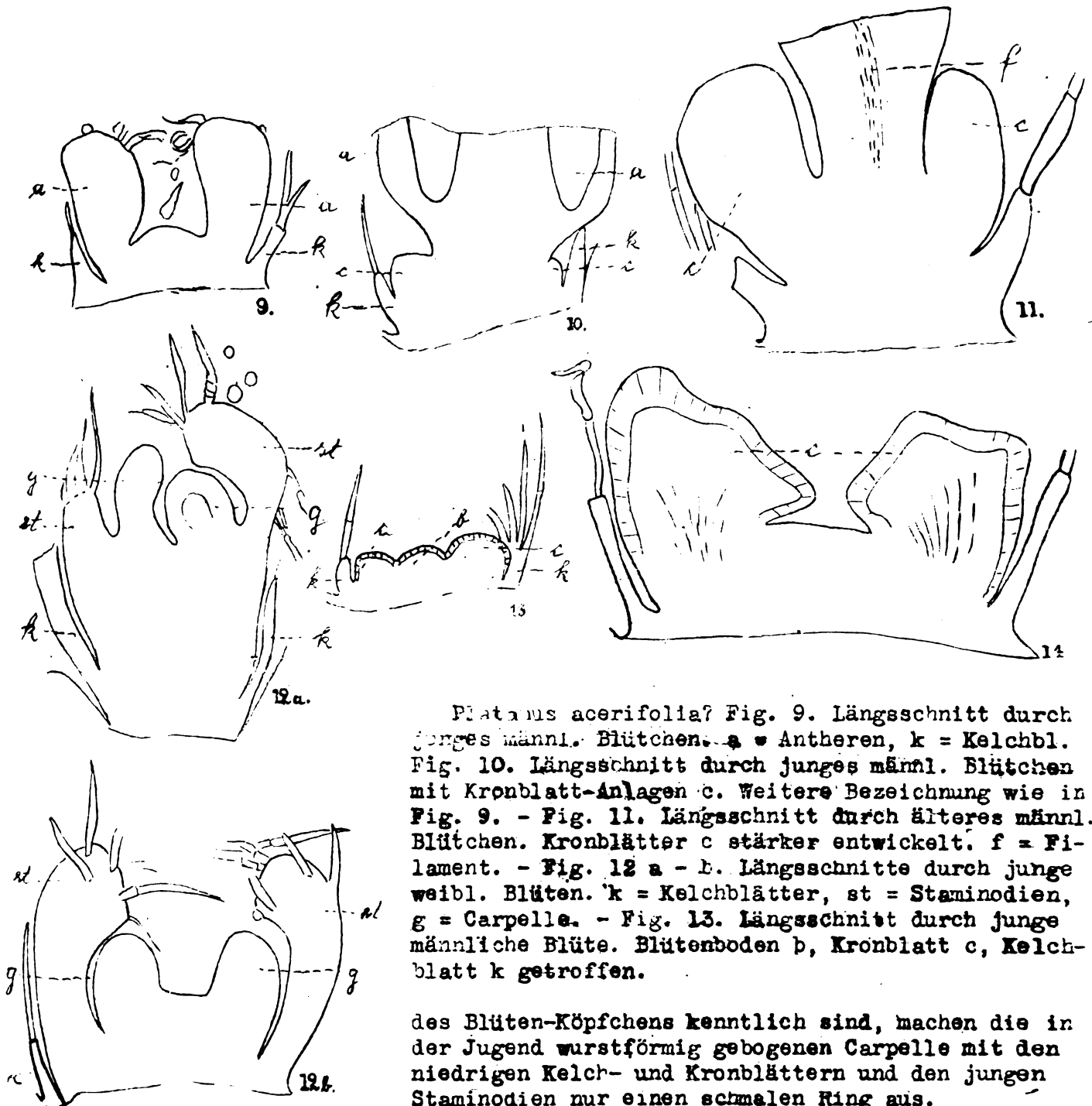
Um die Weiter-Entwicklung der Blüten zu verfolgen, sammelte ich von Mitte Februar bis in den Spätsommer Blütenköpfchen in Abständen von etwa 8 Tagen, in den Haupt-Entwicklungsperioden fixierte ich alle 2 - 3 Tage oder noch öfter. Als Fixierungs-Flüssigkeit benutzte ich die stärkere JUELsche Lösung von der Zusammensetzung 80% Alkohol, 10% Eisessig und 10% Zinkchlorid. Vor dem Fixieren entfernte ich die z.T. stark behaarten Knospenhüllen, auch wurden die Blütenköpfchen bis zum Blütenboden angeschnitten, um das Eindringen der Fixierungs-Flüssigkeit zu erleichtern. Bei den männlichen Blüten wurden noch die Haare der Antheren-Kappe entfernt. Die 24 - 48 h. fixierten Objekte wurden durch die ver-

schiedenen Alkohol-Stufen geführt und über Xylol in Paraffin gebracht. Dann machte ich Tangential-, Längs- und Querschnitte von 10 - 20 μ Schnitt-Dicke, die ich meist mit Eisenalaun-Hämatoxylin färbte. Ausserdem wurden Handschnitte an frischem und fixiertem Material, ferner Total-Präparate von den einzelnen Blüten-teilen in verschiedenen Entwicklungs-Stadien gemacht.

Entfernt man die oberste Hülle einer Blütenknospe, die sich äusserlich durch nichts von einer Laubknospe unterscheidet, so trifft man eine zweite, teilweise behaarte, klebrige, dann eine dritte sehr stark behaarte Hülle. Die Haare dieser dritten Hülle sind einreihig, mehrgliedrig, entweder farblos oder gelb- bis dunkelbraun gefärbt. Oftmals sind sie nur an der Spitze farblos und zeigen dann dort einen silbrigen Schimmer. Sowohl was Form als auch Farbe der Haare anbelangt, konnte ich keinen Unterschied bei den einzelnen Arten feststellen.

Die Blütenköpfchen selbst sind behaart, und zwar stehen die Haare, wie schon bekannt, regellos auf dem Boden des Köpfchens zerstreut. Dazu kommen die Haare auf den Antheren-Kappen und Staminodien, ferner die Kelch-Haare. Die männlichen Köpfchen sind wegen der im allgemeinen stark entwickelten Antheren-Kappen stärker behaart als die weiblichen, wodurch sie sich von einem gewissen Entwicklungs-zustand an schon makroskopisch von diesen unterscheiden. Vorher kann nur ein mi-

kroskopisches Bild über das Geschlecht der Blüte Auskunft geben. Es gibt aber auch Fälle, wo in einem weiter fortgeschrittenen Entwicklungs-Stadium die stärkere Behaarung des männlichen Blüten-Köpfchens gegenüber dem weiblichen nicht so deutlich in Erscheinung tritt, dass man es äußerlich als solches erkennen kann. In diesem Falle führt ein Querschnitt durch das Blüten-Köpfchen zum Ziel. Während nämlich die Staubblätter mit ihren langen Antheren als breiter Ring um den Boden



Platanus acerifolia? Fig. 9. Längsschnitt durch junges männl. Blütchen. a = Antheren, k = Kelchbl. Fig. 10. Längsschnitt durch junges männl. Blütchen mit Kronblatt-Anlagen c. Weitere Bezeichnung wie in Fig. 9. - Fig. 11. Längsschnitt durch älteres männl. Blütchen. Kronblätter c stärker entwickelt. f = Filament. - Fig. 12 a - b. Längsschnitte durch junge weibl. Blüten. k = Kelchblätter, st = Staminodien, g = Carpelle. - Fig. 13. Längsschnitt durch junge männliche Blüte. Blütenboden b, Kronblatt c, Kelchblatt k getroffen.

des Blüten-Köpfchens kenntlich sind, machen die in der Jugend wurstförmig gebogenen Carpelle mit den niedrigen Kelch- und Kronblättern und den jungen Staminodien nur einen schmalen Ring aus.

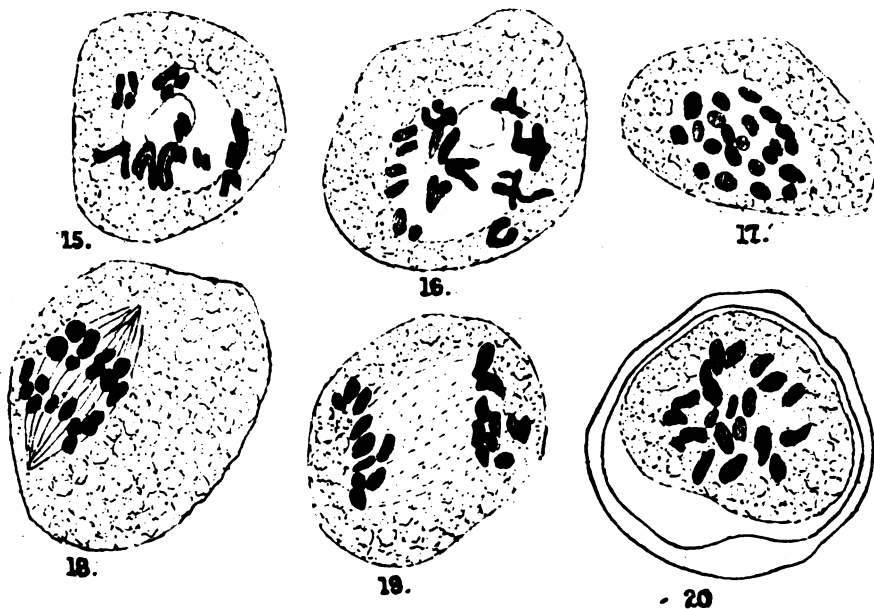
Das erste Entwicklungs-Stadium, bei dem man das Köpfchen als ein männliches oder weibliches erkennen kann, zeigt im männlichen Geschlecht auf dem Längsschnitt den Blütenboden, von dem sich zwei kleine, schwach behaarte Höcker, die Staubblätter, deutlich abheben, ferner die mehr oder weniger zugespitzten Kelchblätter (Fig. 9). Die Blumenblätter c werden erst viel später als kleine, abgerundete Höcker innerhalb des Kelchblatt-Kreises sichtbar (Fig. 10, 13). In der Weiter-Entwicklung nehmen die

Kronblätter etwas an Grösse zu und werden dicker (Fig. 11). Alsdann legen sie sich in viele Falten, wie man auf Längsschnitten an ihrem unregelmässigen Umriss erkennt (Fig. 14). In diesem Entwicklungs-Stadium sind sie aber immer noch so klein, dass man sie nicht für sich herauspräparieren kann und nur zuweilen gelingt es, sie mit den Staubfäden herauszureissen, wo sie dann an den noch kurzen Filamenten hängen bleiben. Unterdessen haben sich die Kelchblätter zu ihrer endgiltigen Grösse entwickelt. Die Blumenblätter aber werden erst kurz vor der Pollen-Reife grösser und wachsen zu den früher (Fig. 4 a - b) angegebenen Formen aus.

Die Bildung der Pollensäcke erfolgt auf normale Weise, indem sich die auf die Epidermis folgende Zellschicht der Anthere tangential teilt. Diesen Entwicklungs-Zustand über erhält man verhältnismässig selten, da sich die Schichtzellen sehr rasch weiter teilen. So ist es auch erklärlich, dass SCHÖNLAND immer schon drei deutlich abgegrenzte Zell-Lagen um die Pollenfächer vorfand.

Wenn die Reduktionsteilung beginnt, sieht man in der Tapetenschicht reichliche Kernteilungen. Es kommt in den einzelnen Zellen zur Bildung von 2, 3 oder 4 Kernen, die sich in verschiedener Weise anordnen. Entweder liegen sie in einer Reihe hintereinander, oder sie lagern sich übereinander. In manchen Fällen folgt auf die Kernteilung sogar eine Zellteilung. Allemal aber weisen die Kerne deutliche Degenerations-Erscheinungen auf.

Bei der Reduktions-Teilung war die Anordnung der Chromosomen häufig so günstig, dass ich sie gut zählen konnte. Als haploide Chromosomenzahl fand ich meist 10, in vereinzelten Ausnahmen mochte es auch 11 sein, wonach die diploide Chromosomenzahl sich zu 20 - 22 berechnet. In Fig. 15 - 20 sind einige Stadien wiedergegeben, an denen ich



Platanus acerifolia? Fig. 15. Anordnung der Chromosomen zu Gemini in der Pollenmutterzelle. Deutlich 10 Paare von Chromosomen. - Fig. 16. Das gleiche Stadium wie Fig. 15. 11? Chromosomenpaare. - Fig. 17. Kernplatte aus der Reduktionsteilung mit 20 - 22 Chromosomen. - Fig. 18. Anaphase aus der Reduktionsteilung. 20 Chromosomen deutlich. - Fig. 19. Das Stadium von Fig. 18 etwas weiter fortgeschritten mit 20 Chromosomen. - Fig. 20. Kernteilung im Pollenkorn. 20 Chromosomen. - Comp. Ok. 20, 1/12 Immersion L.

die Chromosomen zählte. Ich versuchte auch an Wurzelspitzen die errechnete diploide Chromosomenzahl nachzuprüfen, aber bei ihren kleinen Zellen liegen die Chromosomen so dicht in den Kernen, dass ich sie darin nicht abzählen konnte. Wenn TISCHLER (48) 42 als diploide Chromosomenzahl für *Platanus acerifolia* angibt, so stützt er sich dabei wahrscheinlich auf eine kurze Angabe von WINGE (54) der, soweit ich den Text und d. Abbildung verstehe, 21 als diploide Chromosomenzahl für *Platanus acerifolia* erkennt. Seine Abbildung - er zeichnet die Kernplatte einer Pollenmutterzelle in Reduktionsteilung - stimmt mit der von mir gegebenen Fig. 17 überein, nur dass er genau 21 Chromosomen darin zählt. Wichtig ist für uns die Tatsache, dass die verschiedenen *Platanus*-Arten sich nicht in ihrer Chromosomen-Zahl unterscheiden, wie ich mich selbst überzeugen konnte. Denn ich fand auch für *Platanus orientalis* und *Pl. occidentalis* dieselbe Chromosomenzahl

resp. 20 - 22, wie WINGE für *Platanus acerifolia*.

Der Pollen ist kugelförmig bis ellipsoid, 20 - 23 μ gross, von 3 meridionalen Furchen durchzogen. Diese Furchen sind am ungefärbten Pollenkorn nur schwer wahrzunehmen, treten aber am gefärbten deutlich hervor (Fig. 21). SCHUMANN (45) hat

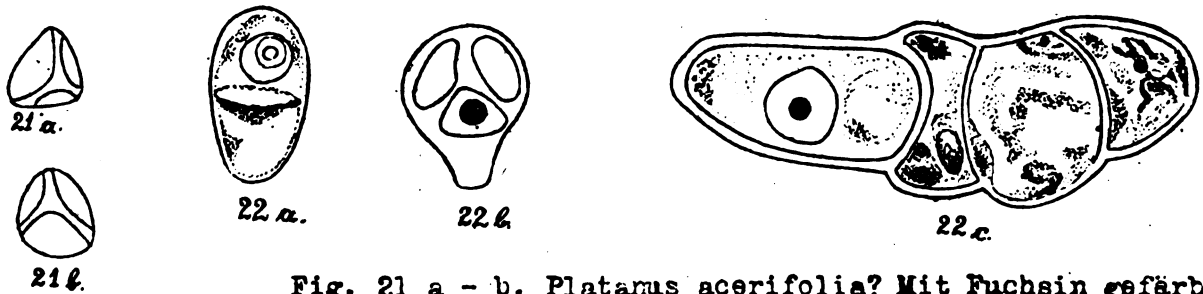


Fig. 21 a - b. *Platanus acerifolia*? Mit Fuchsin gefärbte Pollenkörner. Ok. 3, Obj. 7, L. - Fig. 22 a - c. *Platanus acerifolia*? Abnorme Tetradenbildung aus Staminodien. Nach frischem Material. Fig. a zeigt nur 2 Tochterzellen, Fig. b deren 3, Fig. c lässt 4 verschieden grosse, z.T. degenerierende Tochterzellen erkennen.

übrigens die Meridionalfalten, die für die Systematik der Platanen wichtig sind, wie wir später noch sehen werden, schon erwähnt.

Der Pollenschlauch wächst am besten in 5% gelatinisierter Zuckerlösung und ist darin 1 - 2 Stunden nach der Aussaat ungefähr 5 - 6mal so lang wie das Pollenkorn.

Bevor ich auf die Entwicklung der weiblichen Blüte eingehe, möchte ich auf die Frage der Pollenbildung in Staminodien zu sprechen kommen. SCHÖNLAND sagt nämlich, dass in den Pollenfächern der Staminodien sich zwar Pollen-Mutterzellen ausbilden, diese aber keine weiteren Teilungen durchmachen. Es würden sich danach in Staminodien niemals reife Pollen entwickeln. Wohl sollen sich die degenerierenden Pollen-Mutterzellen öfters abrunden, sodass pollenartige Gebilde entstehen, aber diese Körper seien grösser als die Pollen, stark ellipsoid geformt und zeigten keine Differenzierung in Exine und Intine.

Diese Auffassung SCHÖNLANDS kann ich nicht teilen, konnte ich doch in Staminodien mehrere male Tetradenbildung beobachten, angefangen von anomaler Weiterentwicklung der Pollen-Mutterzelle in nur 2 aneinander haftende Tochterzellen bis zur Ausbildung keimfähiger Pollenkörner. Die Keimung dieser Pollen erfolgte einigemal schon im Staminodium, sodass eine Verwechslung mit gekeimten normalen Pollenkörnern ausgeschlossen war. In einem Falle erreichte der Keimschlauch sogar das etwa 5 - 6-fache der Pollenkorn-Grösse, sonst aber blieb er sehr klein. In andern Fällen teilte sich nur die eine Tochterzelle der Pollen-Mutterzelle noch einmal (Fig. 22 b) oder schliesslich waren aus der Pollen-Mutterzelle vier verschieden grosse in einer Reihe hinter einander liegende Zellen hervorgegangen (Fig. 22 c), die zum Teil unzweifelhafte Degenerations-Erscheinungen zeigten.

Die Pollen in den Staminodien reifen zur selben Zeit wie die der Antheren, ihre Pollensäcke sind aber höchstens $1/2$ mal so lang wie die in den männlichen Blüten, wie sich aus einem Vergleich von Fig. 5 a - d mit Fig. 23 ergibt.

Die äussere Entwicklung der jungen weiblichen Blüte haben SCHÖNLAND und Andere nach ihm ausführlich beschrieben, sodass ich davon nicht mehr zu sprechen brauche. Ich möchte jedoch nicht versäumen, von der jungen weiblichen Blüte noch einige Abbildungen zu geben, da solche in der angegebenen Literatur ziemlich spärlich ausgefallen sind. Fig. 25 zeigt ein junges Blüthen, an dem Kelchblätter und Staminodien entfernt und die 8 Carpelle deutlich in 2 Kreisen angeordnet sind. Die Kronblätter sind in diesem Stadium noch winzig klein, sodass man sie nur auf Schnitten erkennt. Fig. 12 a - b gibt Längsschnitte durch 2 noch jüngere Blüthen. In Fig. 12 a sehen wir zwei verschieden alte junge Carpelle (g) in Längsschnitt getroffen, die \pm von den bereits weiter entwickelten Staminodien

(st) überdeckt werden. Ganz aussen sehen wir die Kelchblätter geschnitten (k). - Fig. 12 b gibt ein älteres Stadium wieder als Fig. 12 a. Es zeigt sich in besonders schöner Weise, wie sich die stark behaarten Staminodien schützend über die jungen Carpelle legen. In keinem dieser Entwicklungs-Stadien sind die Kronblätter bereits angelegt.

Auch möchte ich noch erwähnen, dass in den Fällen, in denen die Staminodien reifen Pollen erzeugten, die Fruchtblätter z.T. verbildet sind. Während die Griffel normalerweise keine Krümmungen aufweisen, sind sie hier durchweg 3-förmig gebogen. Die Samen-Anlagen dieser abnormen Fruchtblätter sind aber ebenso weit aus-

gebildet wie in gleichaltrigen weiblichen Blüten mit sterilen Staminodien.

Von weiteren abnormen Bildungen bei den Platanen möchte ich noch erwähnen, dass die in der Regel ganz freien Fruchtblätter öfters zu zweit an ihrer Basis

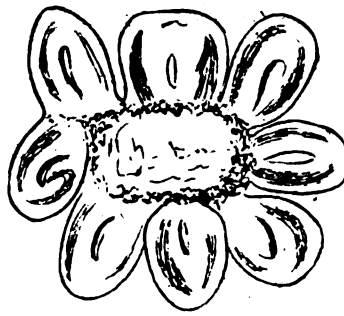


Fig. 25. Pl. pccid. Junges Gynöceum. Die Karpelle in 2 Kreisen geordnet.

miteinander verwachsen. Diese Neigung zur Syncarpie beobachtete ich besonders häufig an den Fruchtblättern älterer Bäume von *Platanus acerifolia*.

Fig. 24. Pl. acerifolia? Vertrocknetes Staminodium aus einem älteren Fruchtköpfchen. Ok. 1, Obj. 2, L.

Über die innere Entwicklung der weiblichen Blüten bei den Platanen liegt eine Arbeit von NICOLOFF (34) vor, dessen Untersuchungen aber, wie er ausdrücklich betont, sich nur auf 1, Obj. 2 L. unfruchtbare Embryosäcke erstrecken.

Ich wollte nun die ganze Entwicklung des Embryosackes, die nach NICOLOFF in normaler Weise vor sich geht, einschliesslich der Befruchtung und Embryo-Bildung verfolgen, musste aber bald sehen, dass sich dem fast unüberwindliche Schwierigkeiten in den Weg stellen.

Die meisten Embryosäcke, die hiesigem Material entstammten, hören nämlich frühzeitig in ihrer Entwicklung auf und vertrocknen. Man kann Hunderte von

Fig. 23. Platanus acerifolia? Staubblatt mit Filament f, Pollensäcken p u. Antherenkappe a. Ok. 1, Obj. 2, L.

Schnitten machen, bis man einmal eine Samenanlage bekommt, die sich weiter entwickelt. Erschwerend kommt hinzu, dass man nicht die ganzen Blütenköpfchen schneiden kann, weil der Blütenboden dadurch, dass seine Zellen zusammenrocknen, bald sehr hart wird. Man muss ihn auskratzen und kann dann nur kleine Stückchen vom Köpfchenrand schneiden. Das geht aber auch nicht lange, denn die Haare am Grund des Fruchtknotens nehmen dermassen überhand, dass man keine dünnen Mikrotom-Schnitte machen kann ohne den Embryosack zu zerreißen. Ich schnitt die Fruchtknoten deshalb nur noch einzeln, nachdem ich vor dem Einbetten den Haarwuchs am Grunde entfernt hatte. So erhielt ich wenigstens bessere Bilder, aber es war dem Zufall überlassen, ob ich einmal einen Embryosack bekam, der sich weiter entwickelte. Da entdeckte ich gelegentlich, dass man die Samenanlage leicht freipräparieren kann und konnte jetzt die vielen vertrockneten von der Weiterbehandlung

ausschliessen. So hatte ich wenigstens einige Aussicht, ans gewünschte Ziel zu kommen.

Trotzdem erhielt ich bei den vielen Schnitten, die ich machte, nur einzelne Entwicklungs-Stadien des Embryosackes, meist aber abnorme Bilder. Nicht in einem Falle erhielt ich einen Embryosack mit den 3 Antipoden, dem Ei-Apparat und den beiden Polkernen. Entweder waren zu wenig Kerne da, oder zu viele, die dann zum Teil unverkennbare Degenerations-Erscheinungen zeigten. Ein ausgesprochener Mikropylon-Kanal war nur in seltenen Fällen entwickelt, aber auch wenn er deutlich zu sehen war, kam er meist durch merkwürdige Faltungen des innern Integumentes zustande, sodass kein normaler Weg für den Pollenschlauch zur Ausbildung gelangte. Auch jene Bildungen der Samenanlage, die nach NICOLOFF für die systematische Stellung der Platanen von Wichtigkeit sind, die Entwicklung einer epidermalen Haube an der Nucellus-Spitze und die Ausbildung einer Nährschicht zwischen Chalaza und Embryosack, liessen sich nicht deutlich verfolgen. Ich fand zwar bis zum Herbst des Jahres 1922 einige Bäume, die viele reife Samen entwickelten, als ich aber im Jahre darauf an ihnen die ganze Entwicklung noch einmal verfolgen wollte, waren durch die lange Kälte im Frühjahr sämtliche männliche und weibliche Blütenköpfchen erfroren. So musste ich mit den weiteren Beobachtungen bis zum Herbst warten, wo mir Pflanzen aus Griechenland und Spanien zur Verfügung standen. Mit diesem Material nun konnte ich die lückenhaften Beobachtungen vom Vorjahre ergänzen und so die vollständige Entwicklung der Samenanlage bis zur Bildung des Embryo und Samens verfolgen.

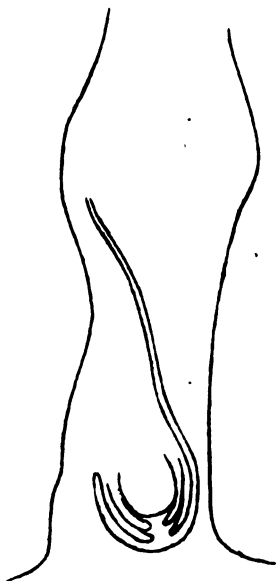


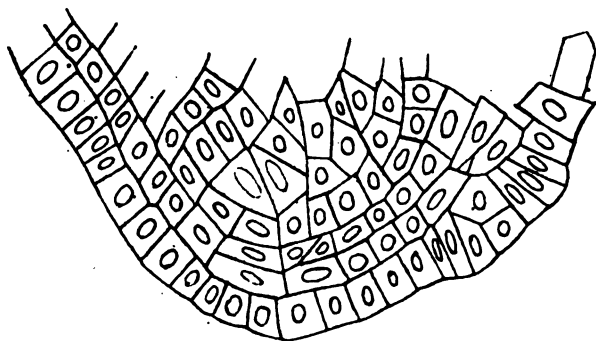
Fig. 26. Plat. acerifolia? Fruchtknoten mit Samenanlage. Ok. 3, Obj. 2. L.

Wir finden bei den Platanen die in der Angiospermen-Reihe wohl einzig dastehende, schon bekannte, Tatsache, dass d. Samenanlage orthotrop, aber abwärts gerichtet ist (Fig. 26). Sie legt sich als stark färbbarer Gewebekomplex ziemlich frühzeitig am Grunde des Griffels, und zwar richtig orthotrop an. In einem Fruchtknoten findet man gewöhnlich eine, jedoch auch öfters 2 Samenanlagen, die neben oder übereinander liegen können. Die erste Differenzierung in der Samenanlage macht sich gegen Ende der Pollenstäubung bemerkbar, wo die ersten Anlagen der Integumente gebildet werden. Fig. 27 zeigt dies auf der rechten Seite deutlich, auf der linken kann man es nicht so gut erkennen, da der abgebildete Schnitt nicht genau median durch die Samenknope geführt ist. In diesem Entwicklungs-Stadium ist noch nichts von einer Embryosack-Mutterzelle, die sich durch ihre Grösse von den Nachbarzellen des Nucellus auszeichnete, zu erkennen.

Die Integumente wachsen ziemlich rasch weiter, wovon das innere 5 - 6, das äussere 2 - 3 Zell-Lagen stark wird. Bemerkenswert ist, dass bei der ausgebildeten Samenanlage inneres und äusseres Integument so fest aneinander schliessen, dass man die Grenze zwischen beiden kaum erkennen kann. Dieselbe Erscheinung findet PECHOUTRE (36) bei *Spiraea filipendula*, auch bei *Prunus* tritt sie auf. In Fig. 28 ist eine junge Samenanlage bei stärkerer Vergrösserung abgebildet, bevor die Integumente den etwa halbkugeligen Nucellus umwallt haben.

In diesem Stadium wird auch zum ersten male die Embryosack-Mutterzelle sichtbar als grosse, stark färbbare Zelle, eine Zellschicht von der Epidermis des Nucellus entfernt (Fig. 29). Durch eine Reihe von tangentialen Teilungen der subepidermalen Zelle gelangt sie ins Innere des Nucellus und ist nach etwa 8 Tagen durch 6 - 7 Zell-Lagen von der Epidermis getrennt. Sie ist stark in die Länge und auch etwas in die Breite gewachsen und weist einen grossen Kern auf, wie wir an Fig. 30 sehen. Die Figur zeigt im Innern des Nucellus die Embryosack-Mutterzelle, deren Kern in das Synapsis-Stadium eingetreten ist. Sehr schön sind schon zu dieser Zeit die Zellreihen zu erkennen, die den Nucellus an seiner Spitze aufbauen und die, wie schon NICOLOFF betont, in ähnlicher Weise bei *Spiraea* auftreten.

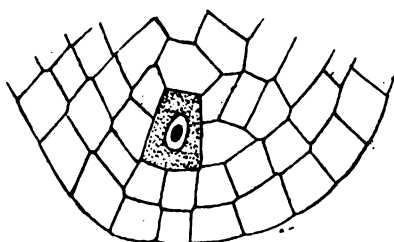
Im Allgemeinen teilt sich nun die Embryosack-Mutterzelle in 4 Tochterzellen, deren Innerste zum definitiven Embryosack wird. Es gibt jedoch auch Fälle, in denen sich nicht wie gewöhnlich die der Chalaza benachbarte Tochterzelle zum Embryosack entwickelt, sondern jene, die der Mikropyle zugekehrt ist. Sehr häufig aber



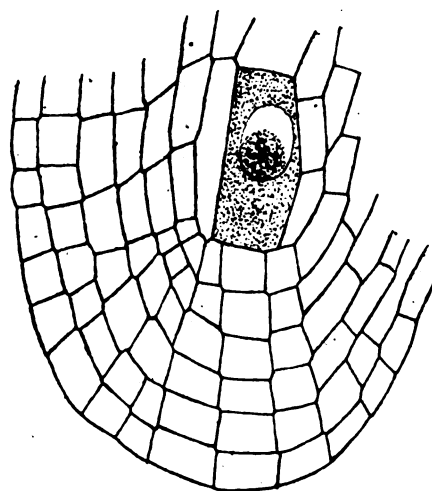
27



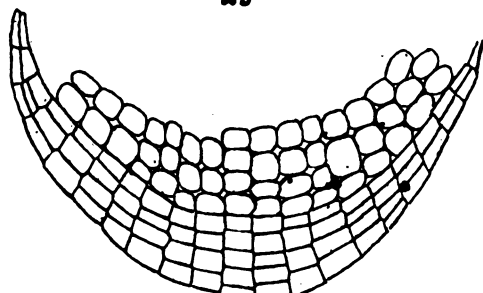
28



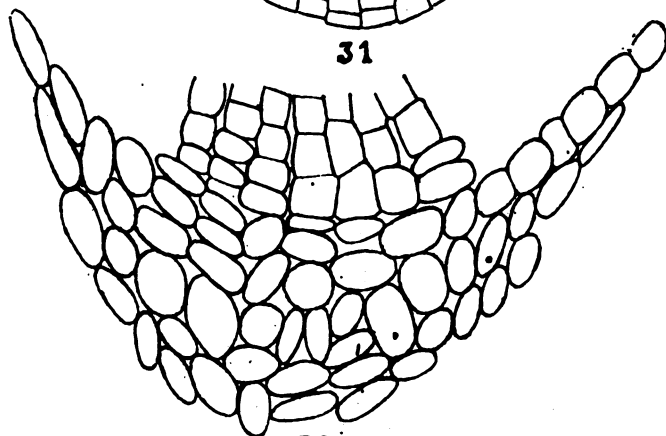
29



30



31



32

Platanus acerifolia? Fig. 27. Längsschnitt durch junge Samenknospe. Anlage des Integuments. - Fig. 28. Längsschnitt durch eine Samenknospe mit 2 noch nicht vollständig ausgebildeten Integumenten. - Fig. 29. Embryosack-Mutterzelle dicht unter der Epidermis. - Fig. 30. Embryosack-Mutterzelle ins Innere des Nucellus gerückt. - Fig. 31. Epidermale Haube. - Fig. 32. Ältere epidermale Haube. - Fig. 27, 29, 30, 32: Ok. 1, Obj. 7, L.; Fig. 28: Ok. 3, Obj. 4, L.; Fig. 31: Ok. 1, Obj. 4, L.

kann man beobachten, dass die Tetraden-Zellen schon nach dem ersten oder auch nach dem zweiten Teilungs-Schritt der Embryosack-Mutterzelle degenerieren. Sie nehmen oft eine bizarre Gestalt an, ihr Protoplasma verklumpt, die Kerne gehen zugrunde, bis schliesslich nichts als ein stark färbbarer Protoplasma-rest übrig bleibt (Fig. 33, 34). Welche von den Zellen zuerst zugrunde geht, lässt sich von vorn herein nicht sagen, es kann die oberste, die der Chalaza benachbarte sein (Fig. 34), vielfach sieht man aber auch die mittelste, von nur 3 ausgebildeten Tetradenzellen zuerst degenerieren (Fig. 33).

In diesen Samenanlagen mit degenerierenden Tetraden haben wir wohl einen Teil jener Fruchtknoten vor uns, die keinen Samen entwickeln und die verhältnismässig

häufig sind.

Die Embryosack-Zelle wächst nun weiter und bildet in normaler Weise 2, 4, 8 Kerne, die sich wie gewöhnlich im Embryosack anordnen. Fig. 36 gibt den Augenblick wieder, in dem sich die beiden Polkerne zum sekundären Embryosack-Kern vereinigen. Noch lange erkennt man an seinen beiden Kernkörperchen, dass er seinen Ursprung 2 Kernen verdankt.

Bei der Bildung des Embryosacks teilen sich, wie schon NICOLOFF beobachtet hat, die Epidermiszellen des Nucellus tangential und bilden so eine epidermale Haube, die allen Rosaceen zukommt. Die Zellen dieser Haube sind plasmareicher, mehr tangential gestreckt und in regelmässigeren Reihen angeordnet, als die übrigen Zellen der Nucellus-Spitze, sodass sie sich fast immer deutlich abheben (Fig. 31) r

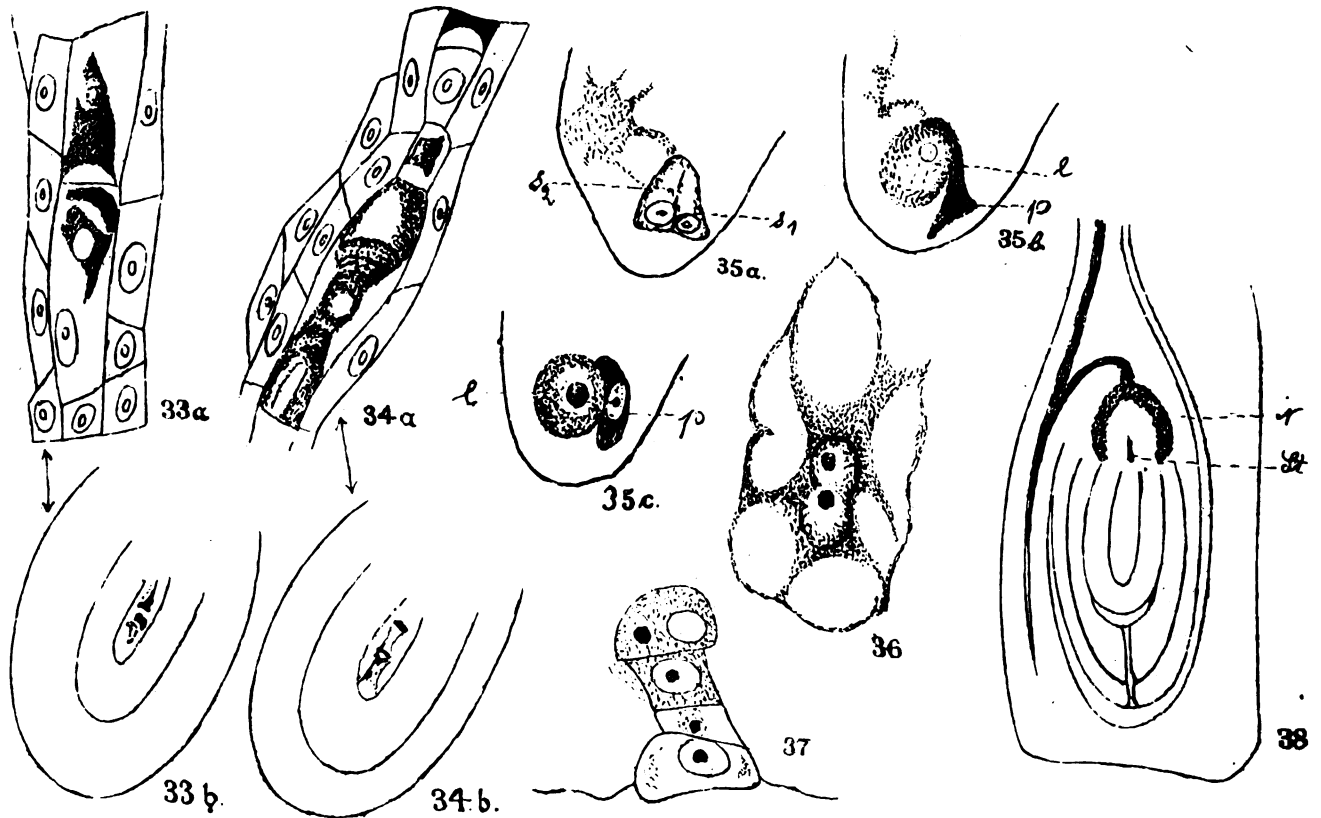


Fig. 33 - 36 *Platanus orientalis*. - Fig. 33 a. Zugrunde gehende Tetrade, Ok. 2, 1/12 Imm.; 33 b. verkleinert, um die Lage der zugrunde gehenden Zellen zur Mikropyle zu zeigen. - Fig. 34 a. Zugrunde gehende Tochterzellen der Embryosack-Mutterzelle, Ok. 2, Imm. 1/12; Fig. 34 b wie in Fig. 33 b. - Fig. 35. Mikropylarer Teil des Embryosackes mit Befruchtung. s_1 , s_2 = Synergiden, e = Eizelle, p = Pollenschlauch. Ok. 2, Obj. EE Zeiss. - Fig. 36. Vereinigung der beiden Polkerne. - Fig. 37. *Platanus acerifolia*? Dreizelliger Vorkeim. Ok. 3, Obj. 7 L. - Fig. 38. *Platanus orientalis*. Längsschnitt durch Fruchtknoten mit Nährschicht N und Steg St. Ok. 3 Obj. 1 L.

Von systematischer Bedeutung für die Platanen ist weiterhin, wie ebenfalls NICOLOFF erkannt hat, die Ausbildung einer Nährschicht im chalazalen Teile der Samenanlage. In der jungen Samenknope sieht man in der ganzen Breite zwischen Chalaza und Embryosack gleichmässig ausgebildete Zellen, die reichlich Plasma enthalten und sich dunkler färben als die benachbarten Gewebe. Körperlich betrachtet haben sie in ihrer Gesamtheit die Gestalt eines Glockenkernes. Von ihm aus erfolgt nun die Ernährung des Embryosacks in der Art, dass von innen nach aussen fortschreitend die Zellen dieser plasmareichen Partie ihre Nährstoffe an einen in der Mitte des Glockenkernes plasmareich verbleibenden Steg abgeben, der hinwiederum die Nährstoffe dem Embryosacke zuführt. Ist dann ein Teil des Nährgewebes aufge-

braucht, so hat es jetzt die Form eines 1 dicken Glockermantels, in dessen Mitte sich der Steg befindet, der unmittelbar am Embryosack ansetzt. Seine Zellen strecken sich in der Nucellus-Richtung und behalten ihre grossen Kerne, während jene Zellen, die Nährstoffe für die Weiterbildung des Embryosackes hergegeben haben, dickwandig werden und ihre Kerne verlieren. Im Längsschnitt erhalten wir dann e. Bild, wie es in Fig. 38 zu sehen ist. In der Mitte liegt unmittelbar über dem Embryosack der Steg (St), rechts und links von ihm aufgebrauchte Nährzellen und aussen schliesslich der Rest der noch plasmareichen Nährzellen.

Eine Nährschicht finden wir auch bei *Hamamelis* und *Spiraea* wieder, allerdings in einer andern Form. Die Abbildung, welche SCHOEMAKER (44) von *Hamamelis virginiana* gibt, zeigt zwischen Chalaza und Embryosack ein stärker färbbares Gewebe, das mehrere Zellschichten breit und hoch ist und nicht ganz bis zum Embryosack hinreicht. Dagegen gibt WEBB (53) für *Spiraea japonica* eine Nährschicht an, die im Längsschnitt aus 6 plasmareichen und dickwandigen Zellen besteht, die zu je 3 in 2 Reihen angeordnet sind und unmittelbar am oberen Ende des Embryosackes ansetzen. Die Strukturen dieser 2 Zellreihen, die nach Lage und Form dem Steg der Platanen entsprechen, sollen sich nach WEBB im Laufe der Embryosack-Entwicklung weiter ausbreiten.

Hierher gehört vielleicht noch eine andere für die Systematik der Platanen verwendbare Bildung. Unmittelbar über der Samenanlage entwickelt sich bei *Platanus* ein Leitgewebe für den Pollenschlauch, das aus mehreren durch Grösse und Dicke ihrer Wandungen auffallenden Zellen der den Griffelkanal auskleidenden Zellschicht besteht und grosse Ähnlichkeit mit dem Leitgewebe hat, das SCHOEMAKER bei *Hamamelis virginiana* abbildet.

Wenn der Embryosack ausgebildet ist, sieht man, wie die innerste Zellschicht des Fruchtknotens an den Seiten des Nucellus verschleimt, um so wahrscheinlich dem vorwachsenden Pollenschlauch Nahrung zuzuführen. Diese Zellreihe ist schon von früh auf bei Bildung der Samen-Anlage zu verfolgen. Sie stellt die Fortsetzung der Zellschicht dar, die den Griffelkanal auskleidet und ist in frühester Jugend durch kubische, aneinander schliessende Zellen mit rundem Kern ausgezeichnet. Schon vor der Tetradenbildung bemerkt man jedoch, dass sich diese Zellen und ihre grösser werdenden Kerne in die Länge strecken, während die entsprechenden Zellen des Griffelkanals nur wenig länger werden und ihre kleinen, runden Kerne beibehalten. Diese Zellen des Fruchtknotens werden immer länger, die Zellgrenzen verwischen sich, bis schliesslich die langen, dunkel gefärbten Kerne scheinbar frei in der Lücke zwischen Fruchtknoten-Wandung und äusserem Integument, also im verlängerten Griffelkanal liegen. Die der Mikropyle gegenüber liegende Fruchtknotenwandung macht die beschriebene Umwandlung nicht mit, ihre innersten Zellen bleiben mehr kubisch, wie auch deren Kerne sich nicht vergrössern und ihre ursprüngliche, kugelige Gestalt beibehalten. Eine weitere Ernährung des Pollenschlauches ist auch hier, wo er schnell die Mikropyle erreicht, nicht mehr nötig.

Zwar fand ich den Pollenschlauch nicht, wie er durch den Griffelkanal und seine Verlängerung wuchs, sondern ich sah nur seinen Weg durch Mikropyle und Nucellus-Spitze, aber diese Tatsache, die vorhin geschilderte Beschaffenheit der Fruchtknoten-Wandung und die Ausbildung eines Leitgewebes sprechen dafür, dass der Pollenschlauch auf normalem Weg zum Embryosack gelangt. Wo er sich allerdings in der Zeit zwischen Pollenstäubung und Befruchtung, einen Zeitraum von mindestens 3 Wochen, aufhält, konnte ich leider nicht feststellen.

Die Befruchtung erhielt ich mit Bestimmtheit nur einmal in einem Embryosack, in dem ich sämtliche Kerne identifizieren konnte. Nach der Chalaza zu zeigt er deutlich die dreizipfeligen Plasma-Ansammlungen, die für die Antipoden charakteristisch sind. Diese selbst sind bereits zugrunde gegangen, was sie nach NICOLOFF immer frühzeitig tun sollen, eine Erscheinung, die sie mit *Hamamelis* gemeinsam haben. In der Mitte des Embryosackes sieht man die beiden Polkerne, die noch nicht zum sekundären Embryosack-Kern verschmolzen sind, sondern noch in einem ziemlich grossen Abstand voneinander liegen. Der mikropylare Teil des Embryosackes (Fig. 35 a - c) enthält die beiden Synergiden S_1 , S_2 , Fig. 35 a, die mit ihren verhältnismässig klein gewordenen Kernen in eine grössere Plasma-Portion eingebettet sind,

darüber die Eizelle (e) mit dem Pollenschlauch (p) Fig. 35 b, der sich als fussartiges, stark färbbares Gebilde an sie heranlegt. Die Kerne von Pollenschlauch und Eizelle werden erst sichtbar auf dem nächstfolgenden Schnitt, der in Fig. 35 c wiedergegeben ist.

III. DIE ENTWICKLUNG DER FRUCHT UND DES FRUCHTKÖPFCHENS.

Aus der befruchteten Eizelle entwickelt sich ein dreizelliger Vorkeim, wie er in Fig. 37 abgebildet ist. Zu dieser Zeit ist die epidermale Haube noch gut sichtbar und deutlich gegen die Nucellus-Spitze abgehoben. Ihre Zellen sind nicht mehr in regelmässigen Reihen geordnet, inhaltsreicher und dickerwandig als die Nucellus-Zellen, die bis auf wenige an der Spitze inhaltsarm und dünnwandig werden (Fig. 32). Die Integument-Zellen werden länger und stark zusammengepresst, verlieren bald ihren Inhalt. Nur an der epidermalen Haube sitzt das z.T. mächtig entwickelte innere Integument mit seinen unregelmässigen, dickwandig gewordenen Zellen der Nucellus-Spitze auf. Noch am reifen Samen kann man dort seine letzten Reste finden.

Der Embryo entwickelt sich sehr schnell und ist in wenigen Wochen schon ziemlich stattlich ausgebildet (Fig. 39) mit dem Würzelchen, den beiden Keimblättern und dem Stamscheitel dazwischen. Die beiden Keimblätter sind meist verschieden, manchmal gleich lang, ihr Längen-Unterschied kann gering, aber auch beträchtlich sein. In einem vereinzeltten Falle fand ich einen Embryo mit 4 Kotyledonen. Seine Entwicklung schreitet rasch weiter, sodass er im Herbst schon vollständig ausgebildet ist. Der Embryo ist gerade, lang gestreckt, wie ja auch schon von mehreren Autoren angegeben wurde. Die Keimblätter sind etwas länger und breiter als die Wurzel und an der einander zugekehrten Seite abgeflacht. Der Keimling ist so gelagert, dass die Kotyledonen in den breiteren Teil der Frucht zu liegen kommen. Er ist allseitig von einer dünnen Endosperm-Schicht umgeben, die am chalazalen Ende aus 4 - 5, am mikropylaren aus 2 - 3 Schichten polygonaler Zellen besteht, und die nach LUBBOCK (28) zuweilen fehlen soll, jedoch in sämtlichen von mir untersuchten Fällen vorhanden war. Die reife Samenschale, die aus den beiden Integumenten hervorgeht, von denen das äussere zuerst seinen zelligen Charakter verliert, ist dünn und häutig. Die Fruchtschale sondert sich in verschieden langen Schichten ab: ein 4 - 5 Schichten starkes, sklerenchymatisches Endocarp und ein dreischichtiges Exocarp. Gegenüber den langen, schmalen Sklerenchymzellen des Endocarps treten die angrenzenden weiltumigen, quer gestreckten Zellen des Exocarps deutlich hervor. Die äusserste



Fig. 39. Pl. acerifolia? Junger Keimling mit verschieden langen Kotyledonen.

Schicht des Exocarps trägt im Gegensatz zu den inneren längs gestreckte, niedrige Zellen. Nach der Chalaza zu verbreitert sich das Endocarp ein wenig, das Exocarp aber verbreitert sich stark durch Schichten-Vermehrung und Querstreckung seiner Zellen noch über die Chalaza hinaus, um das dickere Ende des Fruchtköpfchens zu bilden, das sich ± spitz in den sitzen bleibenden Griffel verlängert.

In der Literatur findet man allgemein die Auffassung vertreten, dass die Fruchtbarkeit der Platanen in Mitteleuropa nicht gross ist. Vielfach hielt man sie sogar für vollständig unfruchtbar. BAILLON (2) schreibt schon, dass der Same der in Europa gezogenen Bäume nur sehr selten reife. HEGI (16) spricht in seinem neuen Bande der Illustrierten Flora von Mittel-Europa ebenfalls davon, dass hier die Früchte der Platanen gewöhnlich nicht ausreifen. Auch DUHAMEL (8) bekennt, dass sämtliche von ihm in Frankreich gesammelten Platanenfrüchtchen unfruchtbar waren. NICOLOFF hat ja auch nur unfruchtbare Embryosäcke untersucht, wahrscheinlich doch nur deshalb, weil ihm keine anderen zu Gebote standen. GEISENHEYNER (15) schliesslich findet in der vollständigen Unfruchtbarkeit von eine Bestätigung für die Auffassung JAENNICKES, dass *P. acerifolia* ein Bestand zwischen *P. occidentalis* und *P. orientalis* sei. Als ich im Februar 1922 anfang, Platanenfrüchtchen zu untersuchen, schien sich mir die Auffassung der vorgenann-

ten Autoren zu bestätigen. Es zeigte sich aber bald, dass die Platanen bei uns wohl reife Früchte entwickeln und auch keimfähige Samen hervorbringen. Ich selbst säete von Frankfurter Bäumen gesammelten Samen aus und erhielt junge Keimpflänzchen, die sich gut weiter entwickelten. Allerdings enthalten griechische Früchte, die ich zum Vergleich aussäte, prozentual mehr keimfähige Samen als die hiesigen. Es scheinen sich die Fruchtköpfchen der einzelnen Bäume hier verschieden zu verhalten, die einen bilden viele, die andern wenige keimfähige Samen, vielleicht ist auch die Ausbildung von keimfähigen Samen in den einzelnen Jahren bei demselben Baume verschieden gross. Gewiss aber sind dazu keine besonders warme Temperatur oder feuchter Standort, auch kein bestimmtes Alter der Bäume erforderlich, denn ich fand sie ausgebildet im vorigen kalten Sommer, bei alten und jungen Bäumen und an trockenen Standorten. Dass man hier so selten Platanen-Keimlinge findet, scheint mir daran zu liegen, dass die Platanen bei uns hauptsächlich als Allee-Bäume angepflanzt werden und die Samen auf dem festgetretenen Boden keine günstigen Keimungs-Bedingungen finden, umso mehr, als die Platanen ihren natürlichen Standort an feuchten Flussufern haben. Jedenfalls fand ich auch Keimlinge im Freien, in lockerem, feuchtem Boden sogar massenhaft.

Eine Frucht bildet sich übrigens auch um die vertrockneten Samenanlagen aus.

Es bleibt uns nun noch die Entwicklung des Fruchtköpfchens zu betrachten.

Nach dem Blühen verwelkt der Griffel von der Spitze angefangen mehr oder weniger weit abwärts. Er bleibt aber immer, wenigstens zum Teil, an den Fruchtköpfchen haften. Die Kelchblätter fangen ebenfalls an ihrer Spitze an zu vertrocknen, bleiben aber an ihrer ursprünglichen Stelle sitzen. Die Kronblätter wachsen zunächst in die Länge weiter, indem sie sich an der Basis strecken, und werden dadurch, dass ihre breite, gelappte Spitze vertrocknet, fast stabförmig (Fig. 40). Die Staminodien vertrocknen vollständig (Fig. 24), lösen sich nach einiger Zeit von ihrer Insertions-Stelle ab und werden von den sich weiter entwickelnden Fruchtköpfchen mit emporgetragen. Man kann sie dann vielfach an der Oberfläche des Fruchtköpfchens zwischen den einzelnen Fruchtköpfchen liegen sehen. Dies Verhalten der Staminodien fand ich in keiner Arbeit erwähnt, auch aus Abbildungen war es nicht zu erkennen. Nur DUHAMEL zeichnet bei seinen beiden wundervollen Abbildungen von *Platanus orientalis* und *Pl. occidentalis* zwischen die grünen Früchte rostrote, gebogene Schüppchen, die den vertrockneten Staminodien entsprechen, ohne jedoch im Text darauf zurück zu kommen. Warum er bei *Platanus orientalis* mehr einzeichnet als bei *Pl. occidentalis*, kann ich nicht sagen; an den Fruchtköpfchen, die ich in der Hand hatte, ist mir in diesem Punkte kein Unterschied zwischen den einzelnen *Platanus*-Arten aufgefallen. Zieht man bei reifen Köpfchen die Früchte mit der Pinzette heraus, so behält man ein kleineres Köpfchen zurück, das mit goldgelben Haaren bestanden ist und wie ein kleiner Seidenpompon aussieht. Die Haare, zwischen denen noch einige vertrocknete Kronblätter herausragen, sind einreihig und sehr lang. Entfernt man schliesslich noch die Haare, so bleibt der Boden des Köpfchens übrig, der mit einem zierlichen Gitterwerk überzogen ist. Dies Gitterwerk trennt die Bezirke der einzelnen Blüten gegen einander ab und wird in seinen Grundzügen von den an der Basis verwachsenen Kelchblättern gebildet. Auf dem Gitter, das sich als Ganzes leicht vom Boden des Köpfchens abhebt, finden wir noch Reste von vertrockneten Kelchblatt-Spitzen und Kronblättern. Der Fruchtboden selbst ist gleichmässig gebogen oder hat eine hohe Buckel. Das Gitterwerk hat sich als polygonale Felderung dem Fruchtköpfchen eingepägt. Auf jedem Felde erkennt man deutlich eine Anzahl kleiner Poren, die der Insertionsstelle der einzelnen Fruchtköpfchen entsprechen. Man kann also noch an den leeren Fruchtköpfchen aus der Zahl der Poren in einem Felde erken-

Fig. 40. *Pl. acerifolia*?
Stabf. Blumenblatt.

nen, wieviele Carpelle die einzelnen Blüten getragen haben.

Auch der Blütenstiel macht gewisse Veränderungen durch, bis er zum Fruchtsiel geworden ist. Schon bei der Endosperm-Bildung gehen die Cambium-Zellen in ihm zugrunde. Dann löst sich die Rinde von den Sklerenchymbögen des äusseren Gefässbündel-Kreises. Schliesslich treten auch im Mark Spalten und Risse auf, bis endlich nur die vertrocknete Rinde, die Gefässbündel und die Sklerenchymbögen übrig bleiben.

Die Fruchtköpfchen bleiben den ganzen Winter über bis zum Frühjahr am Baume hängen. In diesem Jahre, 1923, wo sich wegen der langen Kälte kaum neue Früchtchen bildeten, blieben sie sogar bis über den Sommer hinaus daran, wo sie dann zum grössten Teil bei den Herbststürmen heruntergefeigt wurden. Es fallen nicht die ganzen Köpfchen von den Bäumen, sondern meist löst sich das vorhin beschriebene Gitterwerk in grösseren oder kleineren Stücken, manchmal auch ganz, vom Fruchtköpfchen ab und fällt zur Erde. Dort mögen dann einzelne Früchtchen vom Winde erfasst und mit ihrem Haarschopf am Grunde fortgetragen werden.

Frühzeitig machten sich Stimmen geltend, die an der Frucht und den Fruchtköpfchen die einzelnen *Platanus*-Arten unterscheiden wollten. Aber schon JAENNICKE (17) betont, dass man aus einzelnen Fruchtständen keine zweifellos sicheren Anhaltspunkte für die Bestimmung der Art gewinnen kann. Die Zahl der Fruchtköpfchen ist nur bedingungsweise verschieden bei den einzelnen Arten. Bei *Platanus occidentalis* beträgt sie 1 - 2, bei *Pl. acerifolia* meist 2, aber auch 3 - 4, bei *Pl. orientalis* vorzugsweise 3 - 4, es kommen aber auch 1 - 2, häufig sogar 5 - 6 vor.

Ausserdem ist grosses Gewicht auf Form und Grösse der einzelnen Früchtchen gelegt worden. Sie stellen bekanntlich in der Regel einsamige, selten zweisamige Nüsschen dar, die meist durch gegenseitigen Druck verkehrt pyramidenförmig, vierkantig abgeplattet sind. Es zeigt sich nun zwar, dass die Früchtchen von *Pl. acerifolia* und *Pl. occidentalis* im Durchschnitt länger und schmaler sind als die von *Pl. orientalis*. Legt man sich aber eine Reihe von Früchtchen der verschiedenen Arten nebeneinander, so sieht man, dass bei den einzelnen Arten alle möglichen Übergänge zwischen den für sie am meisten beobachteten Formen vorkommen. Auch die Art und Weise, wie sich der Fruchtknoten in den Griffel verlängert, ist bei den einzelnen Arten nicht konstant. *Platanus occidentalis* soll seinen Fruchtknoten kurz in den Griffel verlängern und oben abgerundete Früchte zeigen (15, 19), während die Früchte von *Pl. acerifolia* und *Pl. orientalis* spitz kegelförmig in den Griffel übergehen sollen. Zwar ist das sehr häufig der Fall, aber vielfach sieht man neben den spitzen Früchten auch solche, die stumpf in den Griffel auslaufen.

Schliesslich hat man auch die Grösse der Fruchtköpfchen zur Art-Charakteristik heranziehen wollen. Die von *Platanus orientalis* sollen kleiner sein als die von *Pl. acerifolia* und *Pl. occidentalis*. Aber auch dies Unterscheidungs-Merkmal ist nicht durchgängig.

Die Länge des stehen bleibenden Griffels ist auch nicht bestimmend für die Art, kommen doch auf einem Köpfchen Früchtchen neben einander vor, bei denen der Griffel als nur 1 - 2 mm langer Rest oder aber fast der ganze Griffel, ± gebogen, an der Frucht erhalten bleibt.

Kurzum, die einzelnen Fruchtköpfchen und Früchte geben kein unbedingtes Erkennungs-Merkmal für die Art ab.

Nun wäre es aber möglich, dass sich morphologische oder anatomische Unterschiede zwischen den vegetativen Organen der einzelnen *Platanus*-Arten feststellen liessen. In der Tat sind denn auch schon sehr früh Untersuchungen in dieser Richtung angestellt worden.

IV. MORPHOLOGIE VON AXE UND BLATT.

Seit frühester Zeit schon suchte man die einzelnen *Platanus*-Arten durch morphologische Merkmale voneinander zu unterscheiden. Allen Arten gemeinsam war das auffällige Abblättern der Rinde, und man glaubte, in der Grösse der abfallenden

Stücke ein Erkennungs-Merkmal für die Art zu finden. *Platanus occidentalis* soll in kleinen, *Pl. orientalis* in grossen Schuppen ihre Rinde lösen (15, 17), auch b. *Platanus acerifolia* soll die Rinde in grösseren Lappen abspringen (15). Diese Auffassung bezüglich der Rinden-Abblätterung bei den Platanen findet man fast allgemein vertreten. Eine Stelle fand ich, in der davon die Rede ist, dass *Platanus orientalis* ihre Rinde überhaupt nicht abwerfe (51), oder dass *Pl. orientalis* in "breiter Schuppe" ihre Rinde löse (50, p. 340).

Wann und wie oft die Rinde abfällt, wird selten erwähnt. Ganz allgemein sagt SCHNIZLEIN (42), die Rinde löse sich periodisch ab, WALTHERS (51) spricht von einer jährlichen, KLEIN (19) schliesslich von einer fortwährenden Abblätterung der Rinde.

Dass die Rinde nicht in jedem Entwicklungs-Stadium der Platanen abschilfert, fand ich nur in 2 Arbeiten erwähnt. In der einen steht, dass *Platanus occidentalis* ihre Rinde abwirft, sowie die Bäume dicker werden (51). In der anderen heisst es: "Ältere Bäume sind mit einer unmittelbar an unsere Eichen erinnernden dicken, rissigen aber festen, nicht ablösenden Borke bekleidet" (17, p. 156).

Einige Autoren wollen auch einen deutlichen Unterschied in der Farbe der Rinde erkennen. Die von *Platanus occidentalis* soll, an jungen Zweigen wenigstens, rot oder rötlich sein (8), die von *Pl. orientalis* grau (8). Nach einer anderen Auffassung ist die Rinde von *Pl. acerifolia* und *Pl. orientalis* gelblich- oder grünlich-graubraun (19).

Ich habe mich nun bemüht, die einzelnen Arten auf die angeführten Unterschiede hin zu prüfen, konnte aber weder in der Farbe der Rinde noch in der Grösse d. abfallenden Rindenstücke durchgängige Unterschiede zwischen den einzelnen Arten wahrnehmen.

Da blätterte eine *Platanus orientalis* in ganz kleinen, nahezu quadratischen, etwa 5 - 10 qcm grossen Stücken ab, eine *Platanus acerifolia* in schmalen langen (Breite:Länge = etwa 5:80 cm), oder breiteren kürzeren (20:40 cm) Lappen, eine *Platanus occidentalis* in mittelgrossen (etwa 20:30 cm). Ein anderer Baum der gleichen Art verhielt sich inbezug auf die Grösse der abblätternden Rindenstücke ganz anders wie die angeführten Beispiele. Am lehrreichsten aber sind die Fälle, wo an einem und demselben Baum kleine Schuppen und grosse Lappen unmittelbar neben einander abspringen, was ich bei den verschiedenen Arten häufig beobachten konnte. Da zeigte sich denn auch unzweideutig, dass es ein vergebliches Bemühen ist, die einzelnen Platanen-Arten nach der Grösse der abblätternden Rindenstücke zu charakterisieren.

Die Abblätterung der Rinde erfolgt wahrscheinlich alle 2 Jahre. Voriges Jahr, also 1922, blätterten die hiesigen Platanen so stark ab, dass die Kinder die Rinde sackweise als Brennmaterial heimschleppten. Dieses Jahr ist unter den Platanen-bäumen kaum ein Stückchen abgefallener Rinde zu sehen, höchstens einzelne Stücke, die bei dem allgemeinen Abwerfen der Rinde im vorigen Jahre verschont geblieben sind.

Die Abblätterung beginnt bei uns im Spätsommer und dauert bis in den Herbst hinein. Bei manchen Bäumen kann man die Beobachtung machen, dass sie mit kleinen Stücken anfängt und erst später grössere Lappen abspringen. Nicht immer wird die ganze Rinde dabei abgeworfen. Es bleiben meist einzelne unregelmässig begrenzte Stücke am Stamme haften, die durch ihre dunkel graubraune Farbe von den hellgrau bis gelblich grünen entblätterten Teilen der Rinde schon von Weitem kenntlich sind. Dadurch kommt die scheckige Rinde der Platanen zustande, und nicht, wie KLEIN (19) meint, durch das "fortwährende" Abblättern der Rinde.

Dass bei der Rinden-Ablösung die Sonne eine grosse Rolle spielt, erkennt man daran, dass öfters in einer Platanen-Allee die Rinde bei allen Stämmen nur auf einer Seite, nämlich auf der Südseite, abgeblättert ist.

Die schon erwähnte Angabe, dass die Platanen nicht in jedem Entwicklungs-Stadium ihre Rinde abwerfen, kann ich bestätigen. Die Abblätterung der Rinde beginnt erst mit einer gewissen Stamm-Dicke und hört bei älteren Bäumen auf. Diese sind aber nicht immer, wie JAENNICHKE angibt, mit einer dicken, rissigen Borke bekleidet, sondern in mehreren Fällen sah ich eine glatte Rinde, die nicht übermässig

stark ausgebildet war, am Baumstamm haften. Es ist natürlich nicht ausgeschlossen, im Gegenteil sehr wahrscheinlich, dass diese glatte, sich ablösende Rinde im Laufe einiger Jahre dicker und rissig wird. Dafür sprechen Ältere Bäume, deren Stamm eine dicke, rissige Borke trägt. Die Seitenzweige der älteren Bäume, deren Stamm die Rinde nicht abwirft, haben abblätternde Rinde. Dasselbe wird mir auch aus Griechenland über *Platanus orientalis* geschrieben. In einer Mitteilung vom 4.XI.22. heisst es: "Als ich am Kephissos vorbeikam, sah ich dort schöne, alte Platanen und konnte nun feststellen, wie es mit der Rinde ist: Die dünnen Äste warfen die Rinde in mässig grossen Schuppen ab, da sie aber bis tief in den Winter Blätter tragen, fallen die hellen Stellen gar nicht auf. Der Stamm dagegen und die Haupt-Äste sind mit einer dicken, rissigen Rinde bedeckt, die nicht abfällt".

Überhaupt brauchen Stamm und Seitenzweige nicht gleichzeitig ihre Rinde zu verlieren. An einem Exemplar wie *Platanus orientalis* im botanischen Garten zu Darmstadt, konnte ich dies deutlich beobachten. Als ich Anfang August 1922 dort hin kam, war die Rinde am Stamm nur an 3 Stellen in winzig kleinen Stücken abgeblättert, während die Seitenäste sie schon ziemlich weit abgeschilfert hatten. Anfang Oktober war ich wieder dort, da hatte auch der Stamm einen grossen Teil seiner Rinde verloren.

Es geht also aus dem Gesagten unzweifelhaft hervor, dass die Rinde der Platanen kein geeignetes Erkennungs-Merkmal für die einzelnen Arten abgeben kann.

In der Literatur wird ein weiteres Unterscheidungs-Merkmal zwischen *Platanus orientalis* einerseits und *Pl. occidentalis* und *Pl. acerifolia* andererseits angegeben. Der Stamm von *Pl. occidentalis* und *Pl. acerifolia* soll nicht, oder selten, der von *Pl. orientalis* oft bis zur Spitze durchgehen (15). Man müsste sehr viele Bäume von den einzelnen *Platanus*-Arten gesehen haben, um eine sichere Entscheidung in der vorliegenden Frage zu treffen. Von *Pl. orientalis* und *Pl. occidentalis* sah ich aber nur wenige bestimmte echte Vertreter. Ich kann deshalb nicht sagen, in welchem Umfange das vorliegende Erkennungs-Merkmal gültig ist, das schadet aber nichts; denn ein sicheres Unterscheidungs-Merkmal für die einzelnen Arten kann es doch nicht abgeben, da es nicht eindeutig ist.

Eignet sich die äussere Morphologie des Stammes nicht, um die einzelnen Platanen-Arten voneinander zu unterscheiden, dann eignet sich vielleicht die der Blätter. Möglicherweise gibt es Unterschiede in Form, Nervierung, Bezeichnung, Behaarung der Blätter und Nebenblätter, die eine sichere Art-Bestimmung gestatten.

Auf alle diese Merkmale ist in der Literatur grosser Wert gelegt. Mit vieler Mühe sind sie bestimmt und herausgearbeitet worden. Aber trotzdem scheinen sie nicht geeignet zur Art-Bestimmung, denn die einzelnen Angaben sind vielfach nicht miteinander in Einklang zu bringen.

So hält JANKO (18) die Herbstblätter für die charakteristischsten der Art, während nach SPACH (47) die obersten Blätter der fertilen Zweige für die Art typisch sind. Dem gegenüber erkennt JAENNICKE (17) die Art schon an den Frühjahrs- und Sommerblättern.

Wie verschieden die Blätter der einzelnen Arten von den Autoren charakterisiert sind, ersieht man aus den Tabellen bei JAENNICKE.

Ich will im folgenden nur die bei den meisten Autoren übereinstimmenden Art-Merkmale für die Blätter angeben und sie dann der Übersicht halber in eine Tabelle zusammenstellen.

Die Blätter von *Platanus occidentalis* werden beschrieben (15, 16, 17, 18, 19) als meist dreilappig, selten 4-lappig, grob buchtig gezähnt bis ganzrandig. Der Mittel-Lappen ist am Grunde breiter als er lang ist. Der Blattgrund ist stumpfwinkelig, keilförmig vorgezogen oder abgeschnitten, selten herzförmig oder ausgeschnitten. Die Behaarung bleibt auf den Nerven und Nerven-Winkeln der Unterseite erhalten. Die Nebenblätter sind sehr gross, oft tütenförmig, zuweilen sind sie röhrenförmig zusammengeschlossen.

Platanus acerifolia wird dagegen folgendermassen charakterisiert: Das Blatt ist meist 5-, selten 7-lappig, an jüngeren Trieben auch 3-lappig. Der Mittel-Lappen ist wenig länger als am Grunde breit. Der Blattgrund ist leicht buchtig

gezähnt bis ganzrandig, der Blattgrund meist abgestutzt, stumpf winkelig bis schwach herzförmig. Die Blatt-Unterseite verliert ihre Haare. Die Nebenblätter sind mittelgross.

Für *Platanus orientalis* werden schliesslich folgende Merkmale angegeben: Das Blatt ist in der Regel 5 - 7-lappig, nur selten an jüngeren Trieben 3-lappig. Der Mittellappen ist bedeutend länger als seine Grundbreite. Der Blattrand ist meist buchtig gezähnt, der Blattgrund keilförmig, auch ab- und ausgeschnitten oder herzförmig. Die Haare auf den Blättern bleiben nicht erhalten. Die Nebenblätter sind klein, fallen eher ab als bei *Pl. occidentalis*.

	<i>P. occidentalis</i>	<i>P. acerifolia</i>	<i>P. orientalis</i>
Blattform	dreilappig, selten fünf-lappig	fünf, selten sieben-lappig	fünf- bis 7-lappig, a. d. jüngeren Trieben auch 3-lappig.
Blattrand	grob buchtig gezähnt bis ganzrandig	seicht buchtig gezähnt bis ganzrandig	buchtetig gezähnt
Mittellappen	am Grunde breiter als lang	wenig länger als am Grunde breit	bedeutend länger als am Grunde breit
Blattgrund	stumpf winkelig, keilförmig vorgezogen oder abgeschn. selten herzförmig od. ausgeschnitt.	abgestutzt, stumpf winkelig bis schw. herzförmig	keilförmig, ab- und ausgeschnitten oder herzförmig.
Behaarung	bleibt auf Nerven und Nervenwinkeln d. Unterseite	geht auf der Bl.-Unterseite verloren	geht verloren
Nebenblätter	zuweilen röhrenförmig zusammengeschl. sehr gross, oft tutenförmig	mittelgross	klein, eher abfallend als bei <i>P. occidentalis</i> .

Neben diesen die verschiedenen *Platanus*-Arten bestimmenden positiven Merkmalen für die Blätter werden auch negative Angaben gemacht. So spricht JAENNICKE (17, p. 141) von "hochgradigem Polymorphismus" der Blätter bei *Pl. acerifolia* u. *Pl. occidentalis*, HEGI (16) bezeichnet die Platanenblätter als "sehr veränderlich" (p. 657-658). KLEIN (20) bekennet p. 482: "Die Blattform von *Pl. acerifolia* ändert derart ab, dass man nicht selten zweifelhaft bleibt". Bei *Pl. orientalis* bemerkt JAENNICKE eine "Mannigfaltigkeit in der Ausbildung der Blätter" (p. 160). Bei einer abendländischen Platane waren die Blätter so verschieden gestaltet, dass JAENNICKE "mehrmals in Versuchung war, diese Form als *var. caput medusae* aufzustellen" (p. 187). Schliesslich bekennet JANKO (18), wie ich auch bestätigen kann, "Von einem einzigen Baume konnte ich alle jene Formen sammeln, welche auch andere Platanen-Arten mehr oder weniger beständig charakterisieren" (p. 417).

Nach den angeführten Stellen und besonders nach dieser letzten Aussage sind die Blattformen eines Platanenbaumes so wechselnd, dass es schwer fallen dürfte, daraus einen Schluss auf die Art-Zugehörigkeit zu machen. An einem Baume sind sie in der Tat so verschieden, dass man oftmals bei Betrachtung einzelner Blätter nichts über die Art, der sie zugehören, aussagen kann. In den meisten Fällen genügt auch noch nicht ein ganzer Zweig, um aus der Form seiner Blätter die Art si-

cher zu erkennen. Ich hatte Zweige in der Hand, wo unmittelbar nebeneinander typische *acerifolia*- und *orientalis*-Blätter oder *occidentalis*- und *acerifolia*-Blätter standen, bei anderen Zweigen war kein einziges charakteristisches Blatt zu finden. Betrachtet man schliesslich möglichst viele Blätter eines Baumes, so bleibt man auch dann nicht selten zweifelhaft über seine Art-Zugehörigkeit. Das gilt vor allem für *Platanus acerifolia*, die in ihrer Blattform etwa die Mittelstellung zwischen *Pl. orientalis* und *Pl. occidentalis* einnimmt, aber auch für d. andern Arten.

Ich will von den vielen nur 2 besonders charakteristische Fälle anführen.

Am Hauptbahnhof in Frankfurt a.M. steht eine Reihe von Platanen, die von der Stadtgärtnerei zu *Platanus occidentalis* gerechnet werden. Unter diesen Bäumen mit den typischen 3- bzw. 5-lappigen, ziemlich breiten Blättern entdeckte ich nun einen, der in seiner Blattform stark von den Nachbar-Bäumen abwich. Neben wenigen *occidentalis*-Blättern trug der Baum nur noch ganz tief eingeschnittene, 5-lappige Blätter, die für *Pl. orientalis* var. *digitata* charakteristisch sind. Zu welcher Art sollte ich nun den Baum zählen? Ich konnte ihn mit ruhigem Gewissen weder *Platanus orientalis*, noch *Pl. occidentalis*, noch *Pl. acerifolia* zurechnen.

Ein zweites Beispiel: Vor Jahren kam in den Darmstädter bot. Garten eine Platane, die als *Pl. orientalis* v. *cuneata* bezeichnet war. Die Blätter waren typisch cuneat, die Pflanze selbst strauchförmig, wie mir Garteninspektor PURPUS mitteilte. Es handelt sich übrigens um dasselbe Exemplar, das JAENNICKE (l.c. p. 143, 156, 171) mehrfach erwähnt. Dieser Strauch ist nun vollständig "ausgeartet" zu einem Baum. Die Blätter sind aber nur an der äussersten Baumspitze und an den Seitenschösslingen cuneat, die übrigen sehen ähnlich wie *occidentalis*-Blätter aus, sind aber sehr klein, sodass sie fast wie Ahorn-Blätter anmuten. Hier zeigt sich übrigens auch deutlich, dass *Platanus cuneata* keine "gute Art" darstellt, wie KOCH in II. Band seiner Dendrologie (21, p. 440) meint und dass sie sehr bald baumartig werden kann, was KOCH für unmöglich hält.

Interessant ist übrigens auch die Tatsache, dass an einjährigen Sämlingen v. *Pl. orientalis* und *Pl. acerifolia* die Blätter überaus stark cuneat und 3-lappig geformt sind, sodass junge Bäumchen kaum als Platanen zu erkennen sind.

An diesen Beispielen sieht man wieder, wie wenig die Blattform der Platanen zur Bestimmung der Art geeignet ist.

Es bestätigt das vorletzte Beispiel auch die Vermutung von JAENNICKE (17, p. 171), dass die strauchförmige *Platanus cuneata* nur eine krüppelhafte Fuchsform darstellt.

Die Blattform der Platanen ist also nach dem Gesagten auf keinen Fall bestimmend für die Art. Was über Blattrand und Blattgrund von den einzelnen Platanen-Arten angegeben wird, ist gleichfalls zu eindeutiger Artbestimmung nicht zu verwenden. Sie sind nämlich durchaus verschieden bei Blättern am selben Baum, ja am selben Zweig. Die Blätter sind ± gezähnt oder ganzrandig, der Blattgrund ist herz- oder keilförmig oder ausgeschnitten etc.

Auch die Ursprungs-Stelle der Hauptnerven ist verschieden bei den einzelnen Blättern eines Baumes und deshalb zur Art-Charakteristik nicht verwendbar. Bald beginnen sie am Blattgrunde, bald $1/2 - 1$ cm davon entfernt. Bald entspringen sie aus einem Punkte, bald nicht. Es ist also mit allen Angaben über Blattform, Blattgrund und Blattrand nichts anzufangen für die Art-Charakteristik.

Schliesslich soll die Behaarung der Blatt-Unterseite wertvoll sein für die Unterscheidung der 3 Platanen-Arten. Aber schon SPACH (47) sagt, dass die Gegenwart oder das Fehlen von Haaren bei den erwachsenen Blättern kein wichtiges Merkmal dafür sei. Ich kann ihm völlig recht geben. Denn ich fand Ende September - die Blätter waren also sicherlich ausgewachsen - zum Beispiel Blätter von *Platanus acerifolia*, die zum grössten Teil auf der Unterseite, also nicht nur in den Nervenwinkeln, behaart waren, andere dagegen waren vollständig kahl, wieder andere zeigten nur in den Nervenwinkeln Haare. Die Blätter von *Pl. orientalis* und *Pl. occidentalis* verhielten sich in bezug auf dies Merkmal ebenso verschieden wie die von *Pl. acerifolia*. Es kann also die Behaarung der Blatt-Unterseite ebenso

wenig die Platanen charakterisieren wie die vorher besprochenen Merkmale.

Wie verhält es sich nun mit den Nebenblättern bei den einzelnen Arten? *Platanus occidentalis* soll die grössten haben. Ich fand bei dieser Art aber auch sehr kleine, kleinere als bei den andern. Einzelne Zweige von *Pl. orientalis* trugen ausserordentlich grosse Nebenblätter, während sie nach der allgemein angegebenen Charakteristik klein sein sollten. Es stellte sich überhaupt heraus, dass die Nebenblätter bei derselben Art, am gleichen Baum verschieden gross und verschieden geformt sind. Bei allen Arten stehen die grössten Nebenblätter an den Wasser-Reisern, sie bleiben da auch lange erhalten. Mitte August sah ich sie dort noch bei sämtlichen 3 Arten, während die Nebenblätter der anderen Zweige bis dahin schon längst vertrocknet und abgefallen sind. Die Nebenblätter sind am Rande bei allen Arten gezähnt, die grossen in richtige Lappen von wechselnder Zahl ausgezogen. Vielfach sah ich auch kleinere, röhrenförmig geschlossene Nebenblätter und zwar bei allen drei Arten.

Es lassen sich also die 3 bei uns vorkommenden Platanen-Arten auch nicht nach ihren Nebenblättern unterscheiden.

Damit haben wir alle morphologischen Merkmale, die für die *Platanus*-Arten als charakteristisch angegeben worden sind, betrachtet. Es hat sich gezeigt, dass keines davon für die Art-Charakteristik geeignet ist, da die einzelnen Merkmale nicht streng auf eine Art beschränkt sind.

Haben wir in morphologischen Verhältnissen kein Unterscheidungs-Merkmal für die *Platanus*-Arten gefunden, so gibt uns vielleicht die Anatomie von Axe und Blatt ein Mittel in die Hand, um die einzelnen sogenannten *Platanus*-Arten sicher voneinander unterscheiden zu können.

Aber auch da werden wir sehen, dass wir zu keinem befriedigenden Ergebnis kommen.

V. ANATOMIE VON AXE UND BLATT.

Was die anatomischen Verhältnisse von Axe und Blatt betrifft, verweise ich auf die Darlegungen von De BARY (3) und SOLEREDER (46). Wir entnehmen ihnen die für uns wichtige Tatsache, dass sich bei den verschiedenen Arten keinerlei Unterschiede feststellen liessen.

Ergänzend möchte ich nur folgendes hinzufügen: Bei allen 3 Arten kommt sowohl an der Blatt-Unterseite als auch an der Blatt-Oberseite ein einschichtiges Palissadengewebe vor, das an der ersten Stelle aus kurzen, breiten, an der zweiten aus sehr langen, schmäleren Zellen besteht. Besonders schön sieht man die untere Palissadenschicht an ganz jungen, noch in der Knospe gefalteten Blättern.

Die Kutikula der Blatt-Oberseite ist zum Teil stark geriefelt. Die einzelnen Arten schienen sich in bezug auf dieses Merkmal zuerst verschieden zu verhalten; es zeigte sich jedoch bei der weiteren Untersuchung, dass die Stärke der Riefelung bei den verschiedenen Blättern einer Art nicht gleich ist. Auf der Blatt-Unterseite ist die Riefelung fast ausschliesslich auf die Nachbarschaft der Spaltöffnungen beschränkt, und zwar gehen die Riefelungen strahlenförmig von der Öffnung aus. Gelegentlich ist die Kutikula der Blatt-Unterseite überall geriefelt, doch kommt diese gelegentliche Bildung bei allen 3 Arten in gleicher Weise vor.

Die Spaltöffnungen, die am selben Blatt verschiedenen Grösse haben können, sind bei allen 3 Arten gleich gebaut. Wie SOLEREDER (46) schon angibt, liegen die Schliesszellen etwas höher als die Nachbarzellen, die sich durch einen besondern Inhalt auszeichnen und meist in der Vierzahl, öfters aber auch zu dreien oder mehreren auftreten. Sind 4 solcher Zellen vorhanden, so ordnen sie sich in der Regel derart an, dass eine ihrer Zellwände in die Richtung des Spaltes fällt, während eine zweite senkrecht dazu verläuft. Auf diese Weise entsteht eine äusserst charakteristische, kreuzförmige Figur, wie sie in Fig. 42 abgebildet ist.

Die Spaltöffnungen bilden sich nur auf der Blatt-Unterseite. In einem einzigen Falle sah ich bei *Platanus occidentalis* eine Spaltöffnung auf der Blatt-Oberseite. Zwar gibt SOLEREDER an, dass sich bei *Pl. occidentalis* Spaltöffnungen in geringer Zahl auch auf der Blatt-Oberseite befinden, doch scheint dies sehr

selten der Fall zu sein.

Blattzähne kommen bei alle 3 Arten in gleicher Weise vor. Ihr meist kreisrunder Querschnitt zeigt aussen eine starke Kutikula. darunter eine aus kubischen

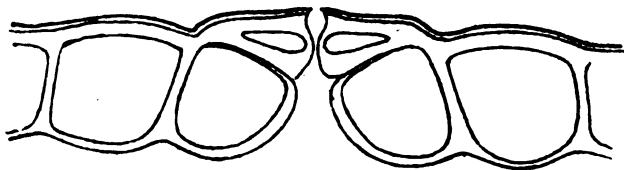


Fig. 41. *Platanus acerifolia*?
Querschnitt durch Spaltöffnung.

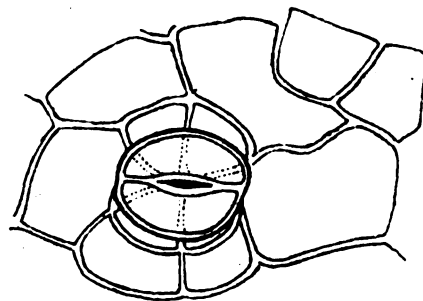


Fig. 42. *Platanus acerif.*?
Spaltöffnung von oben.

Zellen bestehende Epidermis, unter der ringsum eine einreihige Palissadenschicht verläuft; daran schliessen sich nach innen wenige Parenchymzellen an, die in der Mitte liegende Gefässbündel und Gefässbündel-Endigungen umschliessen. Auf der Spitze der Blattzähne befinden sich bei allen Arten Wasserspalten.

VI. DIE FRAGE NACH DER BASTARDNATUR VON *PLATANUS ACERIFOLIA*.

Nachdem wir nun auch die morphologischen und anatomischen Verhältnisse der einzelnen sogenannten Platanen-Arten betrachtet haben, können wir uns der Frage zuwenden, in welcher Beziehung steht *Platanus acerifolia* zu *Pl. occidentalis* und *Pl. orientalis*?

Lange Zeit hindurch wurde *Pl. acerifolia* als Varietät von *Pl. orientalis* betrachtet. In dem Gärtner-Lexicon von MILLER (30) findet man für diese Auffassung folgende Begründung (p. 618 - 619): "Der sogenannte fremde Ahornbaum (gemeint ist *Platanus acerifolia*), mit dem gemeinen Ahornblatt, ist ausser Streit eine von den Saamen des morgenländischen Ahornbaums gezogene Varietät; denn der Saame, welchen ein grosser Baum von dieser Art, in dem Chelseagarten selbst, fallen liess, hat zu verschiedenen Zeiten Pflanzen von dieser Sorte zum Vorschein gebracht. Sie ist von den vorhin angeführten beyden Sorten (*Pl. orientalis* und *Pl. occidentalis*) darin unterschieden, dass die Blätter derselben nicht so tief zerschnitten sind, auch ist die Oberfläche der Blätter rauher, so, dass man sie leicht für verschiedene Sorten halten könnte, wenn man sie nicht aus dem nemlichen Saamen hätte zum Vorschein kommen sehen".

Erst JÄNNICKE trat dieser Anschauung entgegen. Er glaubt, dass *Pl. acerifolia* ein Bastard zwischen *Pl. occidentalis* und *Pl. orientalis* ist, weil *Pl. acerifolia* in vielen Merkmalen, vor allem in Blattform und Fruchtbildung eine Mittelstellung zwischen den beiden andern Formen einnehme.

Dieser Auffassung stehen aber grosse Schwierigkeiten im Wege. Wann und wo entstand der Bastard? In jüngerer Zeit kann er schwerlich entstanden sein. Er müsste sich nämlich an einem Orte gebildet haben, an dem die beiden Ausgangs-Formen neben einander vorkamen. Das war in Mitteleuropa der Fall, wo *Platanus orientalis* in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts, *Pl. occidentalis* etwa um 1640 eingeführt wurde. Heute kommt in Mitteleuropa vorwiegend *Pl. acerifolia* vor. Es müsste also der angebliche Bastard (*Pl. acerifolia*) im Laufe einiger Jahrhunderte die Stammformen (*Pl. orientalis* und *Pl. occidentalis*) verdrängt haben, was kaum möglich sein dürfte.

Eine zweite Möglichkeit wäre folgende. Der Bastard ist in frühem, geologischem Zeitalter entstanden. Dieser Auffassung gibt JÄNNICKE Ausdruck, wenn er p. 143 schreibt: "Die vorstehend erörterte innige Mischung von unzweifelhaften Merkmalen

der östlichen und der westlichen Platane ist möglicherweise eine uralte, vielleicht noch bis in das Pliocän hineinragende und wohl am zwanglosesten und augenscheinlich der Wahrheit am nächsten kommende, durch Bastardbildung zwischen beiden zu erklären. Meines Erachtens dürfte daher *Pl. occidentalis* x *orientalis* die angemessenste und sachlich richtigste Bezeichnung von *Pl. acerifolia* sein. Mit dieser Verlegung der Bastardbildung in eine frühere Erdperiode sind aber keineswegs die Schwierigkeiten behoben. Denn es müsste dann im Pliocän *Platanus occidentalis* und *Pl. orientalis* nebeneinander existiert haben, und es bliebe die Frage nach dem "Wo" über die sich JAENNICKE keine Rechenschaft gibt, offen.

Scheinbar war JAENNICKE aber selbst nicht ganz davon überzeugt, dass *Platanus acerifolia* ein Bastard zwischen *Pl. occidentalis* und *Pl. orientalis* ist, obwohl diese Auffassung in seinem Buche begründet werden soll. Denn an einer andern Stelle (p. 209) schreibt er: "Bei der sehr nahen Verwandtschaft, welche genaueres Studium der Art (*Pl. acerifolia*) mit *Pl. occidentalis* erkennen lässt, huldige ich schon längst der Ansicht, dass wir in *Pl. acerifolia* entweder eine Kulturform von *Pl. occidentalis* oder einen Blendling zwischen letzterer und der morgenländischen Platane vor uns haben, und zwar allem Anschein nach erstere, da in den Herbarien, so auch in dem an Platanen so reichen Berliner, *Platanus acerifolia* nur durch Kultur-Exemplaren entnommene Zweige vertreten ist". Die gleiche Auffassung hatte JANKO (18) schon einmal geäußert, indem er in *Pl. acerifolia* eher eine Kulturform von *P. occidentalis* als eine von *Pl. orientalis* sah. Diese Anschauung ist sicherlich natürlicher und ungezwungener als die andere, denn wie aus unsern früheren Darlegungen hervorgeht, kann man die beiden, wie die drei bei uns vorkommenden sogenannten *Platanus*-Arten überhaupt, durch kein sicheres Merkmal voneinander unterscheiden.

Gibt es aber keine sicheren Unterscheidungsmerkmale für die bei uns vorkommenden Platanen, dann fällt auch die Berechtigung, sie weiterhin in verschiedene Arten getrennt zu halten.

Damit sind wir zur Auffassung SPACHS (47) zurückgekommen, der auch nur eine einzige Art, *Platanus vulgaris*, kennt. Alle andern als Arten beschriebenen Formen der Platanen sind nichts als Varietäten bzw. Subvarietäten dieser einen Art. Auch unsere *Platanus orientalis* bzw. *Pl. occidentalis* stellt nur eine Standortsvarietät der einen *Platanus vulgaris* dar, die sich in gerader Linie von der miocänen *Platanus aceroides* ableitet und in sich die Eigenschaften vereinigt, die wir einseitig ausgeprägt bei *Pl. orientalis* bzw. *Pl. occidentalis* finden. Diese *Platanus vulgaris* ist aber nichts anderes, als jene Form, die man weder zur *Platanus orientalis* noch zu *Pl. occidentalis* rechnen konnte, und für die man als Notbehelf den Namen *Platanus acerifolia* eingeführt hat.

Eine Stütze erhält diese Auffassung durch neuere geologische Funde.

LESQUERREUX (24) hat in seiner Arbeit über die Bestimmung fossiler Pflanzen amerikanischer Herkunft eine Reihe von Blättern aus dem Miocän abgebildet (24, Tab. 5, 6, 7), die er als *Acer Bendirei* bezeichnet. Er beschreibt diese Blätter folgendermassen: "Leaves large, palmately trilobate, cordate or round auricled at base, with a very long, thick petiole; lobes long and comparatively narrow, the medial twice as long as the lateral ones, which are erect, at a very acute angle of divergence or even curved inward, dentate from the base; teeth either large and long, sharply acuminate, or shorter, turned outward and merely pointed". Bei diesen Blättern kann es sich aber keinesfalls um Ahornblätter handeln. Es sind vielmehr richtige Platanenblätter, wie unzweifelhaft aus dem hohlkegelförmig erweiterten Grunde des Blattstiels in Tab. I fig. 7 (Fig. 43) hervorgeht.

Damit stehen wir vor der Tatsache, dass in Amerika bereits im Miocän neben den breiteren mehr an *Platanus occidentalis* erinnernden Blättern von *Platanus aceroides* auch *Platanus*-Blätter mit langen, schmalen Lappen vorkommen. Nun wären zwei Möglichkeiten denkbar. Entweder kommen an der miocänen *Platanus aceroides* Blätter mit breiten und Blätter mit schmalen Lappen vor, oder aber wir finden zu dieser Zeit zwei getrennte Arten, eine mit breiten, kürzeren Lappen, die der *Platanus occidentalis* und eine mit schmalen, längeren, die der *Platanus orientalis* entsprechen würde. Entschieden für die erste Auffassung spricht die Tatsache, dass sich

unter den von LESQUERREUX als *Acer Bendirei* abgebildeten Blättern auch richtige Übergangsformen befinden, die eine Mittelstellung zwischen den breiten *occidentalis*- und den schmalen *orientalis*-Blättern einnehmen.

Wir hätten demnach schon in der einen Form des Miocän die Typen der Blätter vorgebildet, die wir in der Hauptsache bei unsern 3 *Platanus*-Arten finden. Von ihr leitet sich in gerader Linie die rezente *Platanus vulgaris* ab, deren Blätter ebenfalls von der breiten *occidentalis*- bis zu der schlanken *orientalis*-Form abändern. Die eine bzw. andere extreme Blattform finden wir mehr oder weniger einseitig bei *Platanus vulgaris* var. *occidentalis* bzw. *Platanus vulgaris* var. *orientalis* ausgeprägt.

Es enthält also die Gattung *Platanus* nur eine Art, u. es fragt sich noch, wo wir die im natürlichen System hinstellen haben.

VII. DIE STELLUNG DER GATTUNG IM NATÜRLICH. SYSTEM.

Was die Stellung der Gattung *Platanus* im natürlichen System anbelangt, so ist in neuerer Zeit nur noch einmal daran festgehalten worden, sie wie früher in die Nähe der *Urticales* zu stellen. Es ist GRIGGS (14), der sich gegen d. allgemein verbreitete Auffassung wendet, dass die Platanen mit den Rosaceen verwandt seien. Da die Platanen apetal seien, müssten sie von den Rosaceen entfernt im System angeführt werden. Diese Anschauung ist aber nur möglich so lange, als ihre Grundlage zu Recht besteht. Da nun aber schon längst nachgewiesen worden ist, dass die Platanen neben Kelch- auch wohl ausgebildete Kronblätter besitzen, so fällt der von GRIGGS angegebene Grund fort, und andere Übereinstimmungen sind nicht vorhanden.

Es sprechen vielmehr eine ganze Reihe von Gründen dafür, dass die Platanen in die Nähe

der *Rosales* zu stellen sind. Durch Form von Griffel, Narben und Antheren neigen sie in ihrer systematischen Verwandtschaft zu den Saxifragaceen. Sie sind aber von dieser Gruppe zu trennen, weil die Carpelle der Saxifragaceen nur selten frei sind und weil ihr Same reichlich Endosperm ausbildet, während bei den Platanen die Fruchtblätter im allgemeinen nicht verwachsen und wenig Endosperm ent-

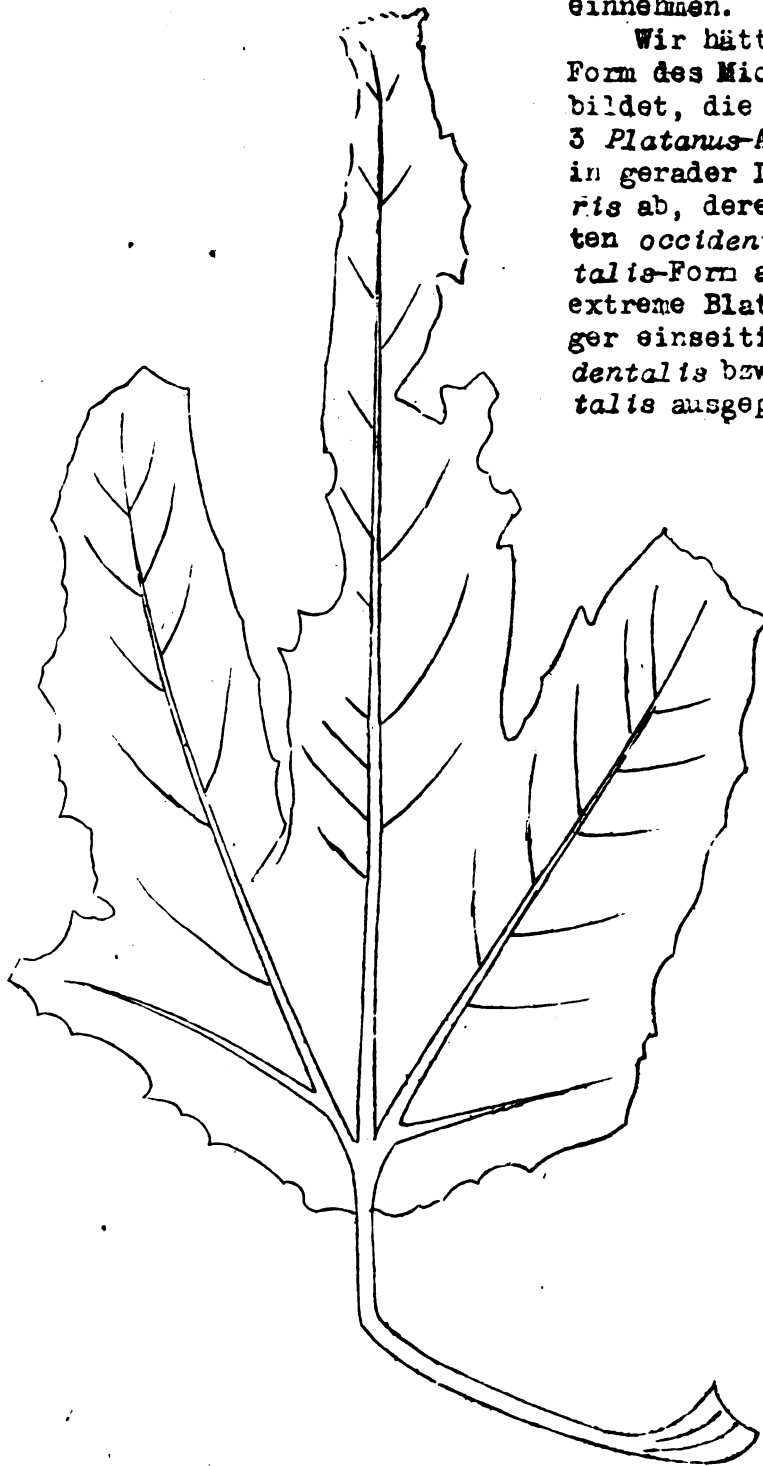


Fig. 43. Wiedergabe von Fig. 1, Tab. XVII, aus LESQUERREUX (23). - Typischer Platanen-Blattstiel.

wickelt ist.

Nach NIEDENZU (10) sind die Platanen durch ihre Stamm-Struktur, den Gehalt an Phloroglucin, ferner durch die Blüten mit apokarpem Gynöceum mit den Rosaceen näher als mit den Saxifragaceen verwandt. Mit den Rosaceen verbindet die Platanen noch eine weitere Reihe von Merkmalen, wie die Behaarung der Fruchtblätter, die spärliche Ausbildung von Endosperm-Gewebe, die Sonderung der Fruchtknoten-Wand in Exo- und Endocarp, die Form der Keimblätter, die bei beiden plankonvex sind mit gewölbten Aussenflächen. Schliesslich entwickeln die *Rosoidae* wie die Platanen einsamige Schliessfrüchte.

Durch Ausbildung des Blütenbodens und der Carpelle zeigen die Platanen besonders nahe Beziehung zu den Spiraeen, bei denen ja auch ähnliche Blattformen auftreten. Zu diesen gemeinsamen Merkmalen kommen noch die Ähnlichkeiten, die NICLOFF bei der Entwicklung der Samenanlage zwischen *Platanus* und *Spiraea* festgestellt hat. Es sind dies: Der Aufbau der Nucellus-Spitze aus deutlichen Zellreihen, die Ausbildung einer epidermalen Haube, die Entwicklung einer Nährschicht zwischen Chalaza und Embryosack. Ausserdem hat *Platanus* mit *Spiraea* noch eine Reihe anderer Merkmale gemeinsam. Bei beiden liegt der Embryosack verhältnismässig tief im Nucellus, inneres und äusseres Integument sind so innig miteinander verwachsen, dass man ihre Trennungslinie in fortgeschrittenen Entwicklungs-Stadien nicht erkennen kann, die Fruchtblätter sind frei und wechseln in ihrer Stellung mit den Kronblättern ab, der Samen enthält wenig oder kein Nährgewebe, die Samenschalen sind fein und häutig, schliesslich kommen bei beiden Gattungen Staminodien vor.

In Form von Griffel, Narben und Antheren weisen die Platanen auch Beziehungen zu den Hamamelidaceen auf. Wir finden bei beiden bleibende und erhärtende Griffel, Übergänge zwischen verwachsenen und freien Kelchblättern, die bei den Hamamelidaceen häufig, bei den Platanen immer bis zur Fruchtreife erhalten bleiben, ein holzig-lederiges Exokarp und ein wohl ausgebildetes Endokarp, einen geraden Keimling in dünnem Nährgewebe, schliesslich sind viele Hamamelidaceen im Besitz von Staminodien, die bei den Platanen, wie wir gesehen haben, immer vorkommen.

Mit *Hamamelis* im Besonderen verbindet die Platanen ausser dem Auftreten von Staminodien die Form der Pollenkörner, indem bei beiden die Exine 3 Meridional-Falten aufweist, die tiefe Lage des Embryosacks im Nucellus, die Ausbildung von Leitgewebe im Griffelkanal, schliesslich die schon von NICLOFF erkannten und bereits erwähnten Eigenschaften, wie Ausbildung einer Nährschicht im Gebiete der Chalaza, schnelles Verschwinden der Antipoden und Verzögerung der Embryosack-Reife gegenüber der Pollenreife.

Diese letztere Tatsache hat SCHOEMAKER (44), wie NICLOFF in seiner Arbeit schon mitgeteilt hat, auch für *Liquidambar* festgestellt. Ausser dieser Verzögerung der Embryosack-Reife gegenüber dem Zeitpunkt der Pollenstäubung hat *Platanus* mit *Liquidambar* noch eine Reihe von Merkmalen gemeinsam, wie Wuchs, Form der Blätter, Bildung von diklinen Blüten in kugeligen Köpfchen, Gestalt der weiblichen Fruchtköpfchen, des Griffels und der Frucht, die bei beiden behaart ist. Ferner finden wir bei beiden Staminodien und fast sitzende Staubblätter. Schliesslich schwankt bei *Liquidambar* die Zahl der Blütenteile in den einzelnen Kreisen und wie bei *Platanus* ist auch dort die Vierzahl häufig.

Nach dem Gesagten stellen also die Platanen eine Gattung dar, die durch die Spiraeen in nahe Beziehung tritt zu den Rosaceen, die aber auch anderseits gemeinsame Merkmale mit den Hamamelidaceen aufweist. Sie einer dieser beiden Gruppen anzufügen ist vorerst nicht möglich, da immerhin zwischen ihnen und den Platanen noch Unterschiede bestehen. Vielleicht aber lassen sie sich einmal mit den Hamamelidaceen in eine Familie zusammenfassen, wenn die Entwicklung für mehrere ihrer Vertreter genau untersucht worden ist, wenn z.B. ausser bei *Hamamelis* und *Liquidambar* auch bei andern ihr zugehörigen Formen eine Verzögerung der Embryosack-Reife gegenüber der Pollen-Reife festgestellt ist. Vorläufig müssen wir die Platanen als eine Übergangsgruppe zwischen den Hamamelidaceen und den Rosaceen auffassen.

III. ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE.

- I. Die Familie der Platanaceen steht zwischen den Rosaceen und Hamamelidaceen.
- II. Die Familie der Platanaceen besteht nur aus der monotypischen Gattung *Platanus*. *Platanus acerifolia*, *Pl. occidentalis* und *Pl. orientalis* sind nur Formen einer Art, die nicht klar auseinander gehalten werden können. Sie zeigen
 1. keinen Unterschied in Berindung und Abblätterung der Rinde;
 2. keinen Unterschied in der Ausbildung der Blätter und Nebenblätter;
 3. keinen Unterschied in den Blüten;
 4. keinen Unterschied in Samen und Früchten.
- III. Es gibt zwei Sorten von Blüten, rein männliche und weibliche. Letztere tragen in allen untersuchten Fällen Staminodien, die gelegentlich auch reifen Pollen erzeugen. Die Grundzahl der Blütenteile in den einzelnen Kreisen beträgt 3 oder 4.
 1. Männliche Blüten: Es wechseln in den männlichen Blüten 3 (4) Kelchblätter mit 3 (4) Kronblättern ab. Diese alternieren mit 3 (4) Staubblättern. Es ergaben sich also folgende Blütenformen: $K_3 C_3 A_3$ oder $K_4 C_4 A_4$.
 2. Weibliche Blüten: In der weiblichen Blüte treffen wir an Stelle der Staubblätter Staminodien. Mit ihnen wechseln die Fruchtblätter, auch 3 (4) ab. Vielfach tritt, und zwar nur im innersten Kreise der weiblichen Blüte, eine Verdoppelung ein, sodass wir dort 6 (8) Carpelle treffen. Wir erhalten demnach folgende Blütenformeln für die weibliche Blüte: $K_3 C_3 St_3 G_3$ oder $K_3 C_3 St_3 G_{3+3}$; $K_4 C_4 St_4 G_4$ oder $K_4 C_4 St_4 G_{4+4}$.
- IV. Der Embryosack bildet sich bei den Platanen im allgemeinen auf normale Weise. Öfters jedoch entwickelt sich die der Mikropyle zugekehrte Tetradenzelle zum Embryosack. Schliesslich gehen häufig sämtliche Tetradenzelle zugrunde.
- V. Es findet bei den Platanen eine normale Befruchtung statt.
- VI. Die Platanen erzeugen auch bei uns keimfähige Samen, aber in prozentual geringerer Zahl als in den Mittelmeer-Ländern.

LITERATURVERZEICHNIS.

- (1) ASCHERSON u. GRAEBNER, Synopsis der Mitteleuropäischen Flora VI, 1. - (2) BAILLON, Histoire des Plantes III. - (3) De BARY, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne, Leipzig 1877. - (4) CLARKE, On the Structure and Affinities of Myricaceae, Platanaceae, Altingiaceae and Chloranthaceae, in Ann. and Mag. of Nat. Hist. 3. ser. I (1858). - (5) DIETRICH, Vollständiges Lexikon der Gärtnerei und der Botanik VII (1807) - (6) DIPPEL, Handbuch der Laubholzkunde III (1889 - 93). - (7) DODONAEUS, Histoire des Plantes, Anvers 1557. - (8) DUHAMEL, Traité des arbres et arbustes que l'on cultive en France II, Paris 1804. - (9) EICHLER, Blütendiagramme, Leipzig 1878. - (10) ENGLER-PRANTL, Natürl. Pflanzenfamilien III, Abt. 2, 3. - (11) ETTINGSHAUSEN, Tertiärflora, Umgebung v. Wien (Abh. Geol. Reichsanstalt I, Wien 1851). - (12) ETTINGSHAUSEN, Fossile Pflanzen von Heiligenkreuz, l.c. II, 1852. - (13) ETTINGSHAUSEN, Die Blattskelette der Dikotyledonen, Wien 1861. - (14) GRIGGS, On the Characters and Relationships of the Platanaceae, in Bull. Torr. Bot. Cl. XXXVI, 1909. - Referat in JUST's Bot. Jahresber. XXXVII.2. p. 614. - (15) GEISENHEYNER, Noch etwas von der Platane, in Mitteil. D. Dendrol. Ges. 1918, p. 267. - (16) HEGI, Illustr. Flora von Mitteleuropa IV.2. München 1922. - (17) JAENNICKÉ, Studien über die Gattung Platanus I. in Nova Acta 1899. - (18) JANKO, Abstammung der Platanen, in Englers Jahrb. XI (1890). - (19) KLEIN, Forstbotanik (Sonderabdruck aus Lorey's Handbuch der Forstwissenschaft, 3. ed., 1913. - (20) O. KLEIN, Beiträge zur Anatomie der Infloreszenz-achsen, in Berl. Jahrb. IV, 1886. - (21) KOCH, Dendrologie II, 1872. - (22) KÖHNE, Über die wichtigsten ausländischen, für deutsche Forste geeigneten Laubholzarten, in D. Dendrol. Ges. 1907, p. 131. - (23) LEE, Coal Fields of Grand Mesa and the West Elk Mountains, in Bull. U.S. Geol. Surv. 1912; nach Referat in JUST's Bot. Jahresber. 1912, 1. - (24) LESQUEREUX, Recent Determinations of Fossil

Plants from Kentucky, Louisiana, Oregon, California, Alaska, Greenland etc. with Descriptions of new Species, in Proc. U.S. Nat. Mus. XI (1888). - (25) LINNE, Genera plantarum II (1791). - (26) LINNE, Species plantarum IV (1806). - (27) DE LOBEL, Adversaria, 1576. - (28) LUBBOCK, A Contribution to our Knowledge of Seedlings I und II, London 1892. - (29) MATTHIOLUS, Opera, Frankfurt 1598. - (30) MILLER, Allgemeines Gärtnerlexikon, Nürnberg 1769 - 76. - (31) MÖBIUS, Über das Vorkommen konzentrischer Gefässbündel mit zentralem Phloem und peripherischem Xylem, in Ber. D. bot. Ges. V (1887). - (32) MÖBIUS, Über Bewegungsorgane in Blattstielen, in Festschrift SCHWENDENER 1899. - (33) MÖBIUS, Praktikum für systemat. Botanik I, Berlin 1912. - (34) NICOLOFF, L'ovule et le sac embryonnaire des Platanées, in Compt. rend. CLIII, 1911. - (35) PARKINSON, Theatrum botanicum, London 1640. - (36) PECHOUTRE, Contribution à l'étude du développement de l'ovule et de la graine des Rosacées, in Ann. Sci. Nat. 8. ser. XVI, 1902. - (37) POTONIL, Lehrbuch der Palaeontologie, Berlin 1921. - (38) REICHE, Beiträge zur Anatomie der Infloreszenz-Axen, in Ber. D. bot. Ges. V (1887). - (39) REINSCH, Über die anatomischen Verhältnisse der Hamamelidaceae mit Rücksicht auf ihre systematische Gruppierung, in Engler's Jahrb. XI (1890). - (40) SCHIMPER, Traité de palaeontologie végétale, Paris 1874. - (41) C. K. SCHNEIDER, Illustr. Handbuch der Laubholzkunde I, 1906. - (42) SCHNITZLEIN, Iconographia familiarum naturalium regni vegetabilis I (1843). - (43) SCHÖNLAND, Über die Entwicklung der Blüten und Fr. bei den Platanen, in Engler's Jahrb. IV (1883). - (44) SCHOEMAKER, On the Development of Hamamelis virginiana, in Bot. Gaz. XXXIX (1905). - (45) SCHUMANN, Praktikum für morphologische und systematische Botanik, Jena 1904. - (46) SOLEREDER, Systematische Anatomie der Dikotyledonen, Stuttgart 1899, Ergänzungsband 1908. - (47) SPACH, Notes sur les Platanes, in Ann. Sci. nat. 2. ser. XV (1841). - (48) TISCHLER, Die Chromosomen und ihre Bedeutung für Stammes- und Erblichkeitsforschung in Linsbauer, Handb. II (1922). - (49) TRAUTVETTER, Flora terrae Tschuktschorum in Act. Hort. Petrop. VI.1. (1879). - (50) VOLLMANN, Flora von Bayern, Stuttgart 1914. - (51) WALTHERS, Lehrbuch der Forstphysiographie Abt. 2, Hadamar 1803. - (52) WARD, The Palaeontological History of the Genus Platanus, in Proc. U.S. Nat. Mus. XI (1888). - (53) WEBB, A Morphological Study of the Flower and Embryo of Spiraea, in Bot. Gaz. 1902. + (54) WINGE, The Chromosomes, Their Numbers and General Importance, in Comptes rend. des travaux du Laborat. de Carlsberg XIII (1917). - (55) WINKLER, Über Parthenogenesis und Apogamie im Pflanzenreich, in Progr. rei bot. II, 1908. - (56) ZITTEL, Lehrbuch der Palaeontologie, 2. Abt. 1890.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Archiv. Zeitschrift für die gesamte Botanik](#)

Jahr/Year: 1924

Band/Volume: [7](#)

Autor(en)/Author(s): Bretzler Emma

Artikel/Article: [Beiträge zur Kenntnis der Gattung Platanus 388-417](#)