

ZYTOLOGISCHE STUDIEN BEI DEN URTICALES
UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER GATTUNG
DORSTENIA.

Von

OTTO KRAUSE
(Kiel).

Mit 52 Textabbildungen.

(Eingegangen am 30. Oktober 1930.)

I. Einleitung.

Zahlreiche zytologische Arbeiten haben gerade in den letzten Jahren die chromosomalen Verhältnisse vieler Familien und mit ihnen die verschiedenen Reihen des Zentrospermenastes zu erhellen versucht. Noch stehen wir jedoch am Anfange dieser Aufklärungsarbeit und somit vor vielen Fragen und Rätseln. Von manchen Familien sind nur einige Species einer karyologischen Untersuchung unterzogen worden. Es galt ja zunächst, eine Übersicht über die Chromosomenverhältnisse des ganzen Astes zu erlangen.

Von den *Urticales* können wir ebenfalls nur wenige zytologische Angaben nachweisen. Bei den *Ulmaceae* finden wir keine und innerhalb der umfangreichen Familien der *Moraceae* und *Urticaceae* nur bei vier Gattungen mehr oder weniger weitgehende Hinweise auf die Kernverhältnisse, während die beiden Gattungen der *Cannabinaeae* und viele Vertreter der *Moreae* eingehend chromosomal untersucht worden sind. Ich stellte mir daher die Aufgabe, einen Beitrag zur Zytologie der ganzen Reihe der *Urticales* zu geben. Um eine zweckdienliche Übersicht über die vier Familien dieser Reihe zu erhalten, ist es natürlich Vorbedingung, möglichst viele Gattungen der Bearbeitung zu unterziehen, was jedoch oft an der schwierigen Materialbeschaffung scheitert. Die Angehörigen mancher Gattung befinden sich gar nicht in Kultur. Andere tropische wiederum gelangen unter den hiesigen Kulturbedingungen nicht zur Blüte. Nicht zuletzt sind die von Nichtfachleuten noch so sorgfältig vorgenommenen Fixierungen von Inflorescenzen und Wurzelspitzen leider zu oft unbrauchbar. So bleibt nur ein Rest an gutem Material, welcher aber, so hoffe ich, ausreichen wird, eine gute Übersicht über die Chromosomenverhältnisse dieser Reihe zu gewährleisten. Bei der Bearbeitung der Gattung *Dorstenia* wurde ich auf abweichende Chromosomenzahlen

aufmerksam gemacht, die mich veranlaßten, insbesondere diese Gattung einer eingehenden zytologischen Forschung zu unterziehen.

II. Material und Methode.

Als ich im Sommer 1928 meine Untersuchungen begann, befand sich im hiesigen Botanischen Garten in Bezug auf die zu fordernde breite Basis für eine nutzbringende zytologische Bearbeitung einer Pflanzenreihe relativ wenig Material. Die *Moraceae* und *Urticaceae* sind vorzugsweise tropische Gewächse, die oft nur in größeren botanischen Gärten kultiviert wurden. So mußte ich zum Teil auswärts fixieren. Der weitaus größere Teil systematisch wichtiger Gattungen wurde mir dank des Entgegenkommens der Direktionen und Gartenverwaltungen deutscher und auch ausländischer botanischer Gärten in Form von Stecklingen zugestellt. So konnte ich die Fixierung der Blütenknospen und Wurzelspitzen in den hiesigen Warmhäusern vornehmen. Herrn Prof. DIELS (Berlin-Dahlem) möchte ich an dieser Stelle für die Erlaubnis der Materialentnahme meinen verbindlichsten Dank aussprechen. Ebenso schulde ich meinen Dank den Direktionen und Gartenverwaltungen der deutschen Gärten, insbesondere der botanischen Gärten in Bonn, Berlin, Breslau, Hamburg, Münster und München, sowie der ausländischen Gärten in Kew (Surrey), Edinburgh, Paris, Brüssel und Kopenhagen. Herr Prof. JAEN (Hann.-Münden) stellte mir in liebenswürdiger Weise Steckreiser der Gattungen *Ulmus*, *Celtis* und *Zelkova* zur Verfügung, wofür ich ihm reichlich Dank schulde. Auch den Baumschulbetrieben BRUCKS und HEINROTH (Berlin) und C. SPÄTH (Berlin), der Verwaltung der städtischen Baumschule Kiel und dem Handelsgärtner Herrn CHANTRIER (Mortefontaine [Oise]) weiß ich für die bereitwillige Unterstützung meinen besten Dank. In besonderem Maße aber fühle ich mich verpflichtet, Herrn Prof. MILDBRAED (Berlin-Dahlem) auch an dieser Stelle für sein großes Interesse, das er stets meiner Arbeit entgegenbrachte, ferner für das Nachbestimmen mancher Pflanzen und für die Namhaftmachung wichtiger Spezialliteratur meinen aufrichtigen Dank zu sagen.

Die Blütenknospen fixierte ich mit dem CARNOYSchen Gemisch von 60% abs. Alkohol, 20% Eisessig und 20% Chloroform. Zum Teil wurden sie vorher mit kaltem Wasser abgeschreckt. Für die Fixierung der *Dorstenia*-Infloreszenzen erwies sich ein Zerkleinern und Evakuieren der Rezeptakeln mittels der Wasserstrahlpumpe als sehr günstig. Die Fixierflüssigkeit vermag so schneller und gleichmäßiger in die dicken, fleischigen Infloreszenzen einzudringen. Je nach der Blütengröße wechselte die Fixierzeit von 6—24 Stunden. Die nach CARNOY behandelten Wurzelspitzen waren für die zytologischen Studien zum größten Teil unbrauchbar. Selbst wenn das Fixiergemisch mit 10 Teilen Wasser verdünnt wurde, waren die Kernplatten nur selten einwandfrei auszuzählen. Das NAWASCHINSche Fixiergemisch hingegen war gut zu verwerten. Ein Abschrecken der Wurzelspitzen vor der Fixierung mit kaltem Wasser erwies sich als überflüssig. Die Schnittdicke betrug je nach der Zellgröße 6—11 μ . Gefärbt wurden die Präparate nach HEIDENHAIN mit Eisenalaun-Hämatoxylin. Die Chromosomenzahlen erhielt ich durch vergleichendes Studium der Meta- und Anaphasen der hetero- und homöotypischen Teilungen, sowie der Polplatten in den Wurzelspitzen. Die Diakinesen und Interkinesen waren für das Auszählen der Chromosomen weniger brauchbar. Für die schnelle Orientierung über das Blütenalter war mit Ausnahme der *Dorstenien* die von HEITZ (1926) angegebene Kochmethode mit Carmin-Essigsäure sehr günstig.

Die Textfiguren wurden mit dem ABBESchen Zeichenapparat in Höhe des Arbeitstisches mit 1/12 Ölimmersion H I 90 (ZEISS-Jena) und Periplanokular 20 \times (LEITZ-Wetzlar) angefertigt. Die Vergrößerung ist 2900mal.

Da die Zellen in den Wurzelspitzen der Dorstenien sich für das begrenzte Blickfeld als zu groß erwiesen, zeichnete ich die diploiden Platten dieser Gattung mit dem Zeichenapparat von BUSCH (Rathenow). Die Mikroskopeinstellung blieb dieselbe und brachte mit diesem Zeichenapparat die Vergrößerung 2600 mal.

Mit Ausnahme der Photographien sind die Abbildungen im Druck auf $\frac{2}{3}$ der ursprünglichen Größe verkleinert worden.

III. Das System der Urticales.

Die *Urticales* bilden aller Wahrscheinlichkeit eine Endentwicklung des Zentrospermenastes. Wenn sie morphologisch auch mannigfache Unterschiede zeigen, so daß man eine Gliederung in vier Familien für berechtigt hielt, so zeigen sie doch hinsichtlich des Blütenbaues, der Samenanlage und der anatomischen Charakteristika große Verwandtschaft. WETTSTEIN und KARSTEN halten es daher für ratsam, die vier Gruppen zu einer Familie zu vereinen.

Vergegenwärtigen wir uns vor der Besprechung der einzelnen Arten kurz die verwandtschaftlichen Beziehungen der vier Familien. Die Blüten zeigen deutlich den anemophilen Charakter der Pflanzen. Sie sind klein und unscheinbar, meist grün bis gelbgrün und nur selten braun oder dunkelrot gefärbt. Der Mangel an Größe wird durch die dichtgedrängte Stellung der Blüten ausgeglichen. Sehr selten stehen die Blüten einzeln, meistens bilden sie büschelige, scheintraubige oder scheinährige Inflorescenzen. Oft sind die Blüten zu einem Rezeptaculum verwachsen. Die *Artocarpoideae* sind bereits zum Teil entomophil geworden. Ihre Blüten besitzen jedoch wie die der anderen Gruppen, keine Nektarien. Kennzeichnend für anemophile Blüten sind ferner die Leichtbeweglichkeit der Staubgefäße, die oft weit aus der Blüte herausragen, die zahlreichen männlichen Blüten, deren Staubgefäßzahl wiederum oft durch Dédoublement vergrößert worden ist, und nicht zuletzt die großen gespaltenen, büscheligen, federigen oder pinselförmigen Narben. Die *Moroideae* und noch ausgeprägter die *Urticaceae* sind durch die Schnellvorrichtung ihrer Staubgefäße bereits vom Wind unabhängig geworden, was auch schon BRZEK (1928) erwähnt. Sie bedürfen nicht mehr der großen Zahl der männlichen Blüten wie die *Ulmaceae*, *Conocephaloideae* und *Cannabineae*. Die Stamina sind im Jugendzustand einwärts gebogen und schnellen zur Zeit der Reife nach außen, wobei sie die außerordentlich große Menge von kleinen, leichten Pollenkörnern ausstreuen. Wir können uns leicht eine Vorstellung von der ungeheuer großen Zahl der Pollenkörner machen, wenn wir bedenken, daß beispielsweise eine männliche Pflanze der *Urtica dioica* nahezu 45 Millionen Pollenkörner in ihren Antheren enthält (STRASBURGER 1910). Allerdings ist bei den diözischen Pflanzen das Zahlenverhältnis der Blüten zugunsten des männlichen Geschlechts verschoben.

Die *Ulmaceae* besitzen zwittrige oder eingeschlechtliche Blüten, die

meist in büscheligen Inflorescenzen stehen. Das Perianth ist durchschnittlich 5—6blättrig. Vor den Perianthblättern befinden sich die geraden, die Blütenhülle überragenden Staubgefäße in gleicher Zahl. Die eingeschlechtlichkeit der Blüte ist durch Abort des anderen Geschlechts verursacht, so ist in den männlichen Blüten noch ein Pistillrudiment wahrzunehmen, und die weiblichen Blüten zeigen noch Staminodien. Sie besitzen einen oberständigen Fruchtknoten mit einer anatropen oder amphitropen Samenanlage. Die geraden, beweglichen Staubgefäße finden wir, wie schon erwähnt, in der Familie der *Moraceae* noch bei den *Artocarpoideae* und *Conocephaloideae*, während diejenigen der *Moroideae* in der Knospenanlage einwärts gekrümmt sind. Das Perianth ist vorwiegend vierteilig. Die Staubgefäße sind superponiert und in gleicher Zahl mit den Perianthblättern vorhanden. Auch die *Moraceae* besitzen einen oberständigen Fruchtknoten. Die Samenanlage befindet sich noch am Scheitel des Fruchtknotens und ist ebenfalls umgewendet oder gekrümmt.

Bei den *Conocephaloideae* treffen wir die Samenanlage schon am Grunde des Fruchtknotens an. Sie ist entweder gekrümmt oder wie bei den *Urticaceae* aufrecht. Wir können diese Gruppe wohl als Übergangsglied zwischen den *Moraceae* und *Urticaceae* ansprechen. Die *Cannabineae* besitzen wie die *Artocarpoideae* noch gerade Staubgefäße. Auch bei ihnen befindet sich die Samenanlage stets am Scheitel des Fruchtknotens. Die Zahl der Staubgefäße — 5 — ist wie die der Perianthblätter bereits festgelegt. Die Angehörigen der *Cannabineae* sind sämtlich diözisch. Nach BITZEK (1928) dürften die *Cannabineae* und *Artocarpoideae* etwa in gleicher Höhe vom Hauptstamm der *Urticales* abgezweigt sein.

Die *Urticaceae*, die letzte Familie in der Reihe der *Urticales*, besitzen ausgesprochene Merkmale einer von den vorherigen Familien abgeleiteten Gruppe. Die Samenanlage befindet sich stets am Grunde des oberständigen Fruchtknotens und ist atrop. In der Knospenanlage sind die Staubgefäße einwärts gekrümmt. Bei vielen Angehörigen dieser Familie ist die Zahl der Staubgefäße und der Perianthblätter auf 4 reduziert.

Auf Grund der Blütenverhältnisse und der jeweiligen Beschaffenheit der Samenanlage können wir die *Ulmaceae* als ursprünglichste Familie der Reihe bezeichnen. Die *Cannabineae* und *Artocarpoideae* würden als nächst-abgeleitete Gruppen anzusprechen sein. Eine hierauf folgende Form der *Urticales* dürften die *Moroideae* darstellen. Die *Urticaceae* schließlich zeigen die Merkmale einer am weitesten abgeleiteten Pflanzengruppe dieser Reihe und sind wahrscheinlich durch die *Conocephaloideae* mit den *Moraceae* verbunden.

Auch die serologischen Befunde stehen hiermit durchaus im Einklang.

Anatomisch bemerkenswert ist für die *Urticales* das häufige Auftreten von Cystolithen in den Epidermiszellen, zum Teil auch in den Deck- und

Drüsenhaaren. Nach den anatomischen Untersuchungen von SOLEREDER (1899) und den Aschenbildern von MOLISCH (1920) sind die Cystolithen in allen Familien der Reihe vorhanden, vorzugsweise jedoch bei den *Moraceae* und *Urticaceae*. Während sie bei den ersten drei Familien verschiedenartige Gestalt besitzen, sind die *Urticaceae* durch punktförmige oder lineare Cystolithen ausgezeichnet. Die Milchsaftschläuche sind besonders für die *Moraceae* charakteristisch, doch finden wir sie auch nach SOLEREDER (1899) innerhalb der *Cannabinaceae* bei *Humulus*. Nach BITZEK (1928) sollen die *Urticaceae* auch Milchröhren oder wenigstens „ähnliche Bildungen wie Saftschläuche“ besitzen. Es ginge über den Rahmen dieser Arbeit hinaus, alle anatomischen Merkmale, wie Mangel eines einheitlichen Spaltöffnungsmechanismus, einfache Tüpfelung usw. aufzuzählen. Erwähnen möchte ich nur noch das häufige Vorkommen langer Bastfasern, die bei *Cannabis sativa* eine Länge bis zu mehreren Zentimetern erreichen können.

IV. Die zytologischen Befunde bei den einzelnen Gattungen.

1. Familie: *Ulmaceae*.

1. Unterfamilie: *Ulmoideae*.

Die Vertreter dieser Unterfamilie sind in den gemäßigten Zonen weit verbreitet. Die kleinen Blüten sind meist zwittrig und bestehen aus einem 4—5blättrigen Perianth, einer gleichgroßen Zahl von Staubgefäßen und einem oberständigen Fruchtknoten. Sie bilden nach WETTSTEIN (1924) „doldenförmige (cymöse) Inflorescenzen“. Die Einzelblüten zeichnen sich wie diejenigen anderer Vertreter des Zentrospermenastes durch Pleio- und Meiomerie aus. Sie können ferner durch Abort eingeschlechtig werden. Die Blütenblätter, die mehr oder weniger vereinigt sind, und die Staubgefäße gehören theoretisch zwei Kreisen an (ENGLER 1894). So besitzt die Gattung *Holoptelea* PLANCH. deutlich zwei Staubgefäßkreise. Ebenfalls sind bei den *Gironnierae* GAUD. und *Parasponiae* MIQ. der Unterfamilie der *Celtidoideae* ohne Schwierigkeit zwei Kreise zu unterscheiden (BITZEK 1928). Bei den *Ulmaceae* haben wir demnach noch eine für die *Urticales* ursprüngliche Blütenform vor uns. Die stets asymmetrisch gestalteten Blätter neigen bei allen Ulmen, besonders aber bei *Ulmus campestris* L., zu anomaler Ausbildung. Sehr häufig sind gespaltene Blattspreiten zu finden. Ebenso sind die Ascidienbildungen der Blätter durchaus keine Seltenheit (PENZIG 1894).

Trotz der großen Artenzahl ist die zytologische Bearbeitung dieser Unterfamilie schwierig wegen der Materialbeschaffung. In den botanischen Gärten sind meist nur *Ulmus campestris* L., *Ulmus montana* WITH. und *Ulmus americana* WILLD. vorhanden, wahrscheinlich, weil sie leicht aus Samen zu ziehen sind. Ich erhielt aus den verschiedensten Gärten Samen mehrerer Ulmenspecies. Sie sind jedoch nur kurze Zeit keimfähig. So fielen alle Versuche, Wurzelspitzen von Keimlingen zu untersuchen, negativ aus. Da, abgesehen von den oben

erwähnten Ulmenarten, alle anderen in den Baumschulen durch Veredelung vermehrt werden, versuchte ich von diesen Sorten Steckreiser zu bekommen. Obwohl mir aber dreimal die verschiedensten Arten gesandt wurden, gelang es mir auch unter veränderten Kulturbedingungen nie, Wurzelbildung zu erzielen. Die fixierten Blattknospen brachten keine zählbaren Stadien. So mußte ich meine Untersuchungen auf die Ulmaceen: *Ulmus montana*, *U. campestris* und *U. americana* beschränken.

Von *Ulmus montana* WITK. fixierte ich Blütenknospen. Wie die Erfahrung lehrte, ließen sich die Blüten nur dann schneiden, wenn sie vor der Fixierung aus dem Verbande des Blütenstandes gelöst waren. Das in Fixierlösung gebrachte Material wurde, um eine gleichmäßige Fixierung zu erzielen, evakuiert. So erhielt ich klare Bilder, die keinen Zweifel darüber ließen, daß die Reduktionsteilung durchaus normal verläuft und die haploide Chromosomenzahl 14 beträgt (Abb. 1). Die Chromosomen

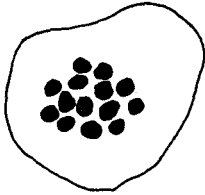


Abb. 1. Heterotypische Metaphase von *Ulmus montana* WITK.

zeigen in der Metaphase der heterotypischen Teilung keine wesentlichen Größenunterschiede. Sie sind durchweg kugelig oder ellipsoidisch. In der Diakinese liegen die homologen Chromosomen nur zum größten Teil paarweise nebeneinander. Durch diesen Umstand eignet sich genanntes Stadium nicht zum Auszählen. Eine bemerkenswerte Sonderheit dieser *Ulmaceae* ist es, daß die Pollenmutterzellen in nicht seltenen Fällen zwei oder sogar drei Nucleolen besitzen, die in der Diakinese noch

deutlich zu erkennen sind. Die Tetraden sind normal. Sie bilden nach der üblichen Furchungsmethode vier Pollenkörner. — Die Chromosomenform der zweiten Teilung konnte ich leider nicht beobachten.

Das Wurzelmaterial entnahm ich mehrjährigen Pflanzen, die mir freundlichst von der Firma SPÄTH-Berlin überlassen wurden. Die Chromosomen in den Wurzelspitzen gleichen schmalen Fäden von verschiedener Größenordnung. Sie sind oft derart verschlungen, daß eine Zählung sehr schwierig ist. Mehrere Äquatorialplatten ließen jedoch eine einwandfreie Zählung zu. In diesen waren stets 28 Chromosomen zu sehen. Wir können deutlich verschiedene Größenordnungen der Chromosomen erkennen. Ich möchte die kurzen Chromosomen von den mittellangen und langen Chromosomen sondern. Eine genaue Identifizierung der Chromosomen ließen jedoch die Bilder nicht zu.

In den städtischen Baumschulen zu Kiel konnte ich Blütenknospen von *Ulmus montana* v. *Pitteursii hort.* fixieren. Die Bearbeitung nahm ich bereits Mitte Januar vor. Trotzdem die jungen Blüten von einer dicken Eiskruste umgeben waren und während der Behandlung im warmen Zimmer auftauten, konnte keine Beeinträchtigung der Reduktionsteilung festgestellt werden. Wir dürfen hieraus entnehmen, daß die im Jugendstadium eng zusammenliegenden und von Hüllblättern umgebenen

nen Blüten gegen Kälte und auch Witterungsumschläge recht gut geschützt sind.

Die Pollenmutterzellen liegen bei dieser Subspecies, wie auch bei *Ulmus montana*, zur Zeit der Diakinese noch in ziemlich festem Verbande, und selbst wenn bereits die Dyadenkerne gebildet werden, liegen die Zellen so dicht beieinander, daß man bei Betrachtung mit schwacher Vergrößerung leicht geneigt ist, an eine frühe Prophase zu glauben und die Präparate achtlos beiseite legt. Jedoch gibt das Tapetum einen guten Fingerzeig für die Beurteilung des Teilungsstadiums in den Pollenmutterzellen. Sie lösen sich wahrscheinlich durch die infolge Fixierung verursachte Schrumpfung von den Wandzellen und werden im geschlossenen Ringe in das Innere des Pollenfaches transportiert. So läßt sich an der Größe des Abstandes zwischen den Wand- und Tapetenzellen einigermaßen genau das Teilungsstadium berechnen. Die haploide Chromosomenzahl ist auch für diese Form 14. Die Chromosomen sind in der heterotypischen Teilung durchschnittlich länger als bei *Ulmus montana* und haben oft die Gestalt eines abgestumpften Kegels. In der homöotypischen Teilung sind die Chromosomen stäbchenförmig. Es sind auch hier deutlich 14 Chromosomen zu sehen. Da das fixierte Blütenmaterial leider sehr jung war, kann ich über die Pollenbildung keine Angaben machen.

Ulmus campestris L. gehört wie vorige Art zu der Subsektion *Dryoptelea* SPACH. Der Blütenstand ist auch hier büschelig. Fruchtknoten und Früchte sind unbehaart. Das untersuchte Wurzelmaterial entstammt ebenfalls mehrjährigen Pflanzen, die mir durch die Firma SPÄTH-Berlin zugestellt wurden. Die Chromosomen sind im somatischen Gewebe stäbchenförmig, länger, etwas dicker und gedrungener als bei *Ulmus montana*. Trotzdem die Wurzelspitzen mit dem NAVASCHINSCHEN Gemisch fixiert wurden, lagen die Chromosomen nie gut isoliert. Eine einwandfreie Zählung war schwierig, doch glaube ich die diploide Zahl mit 28 angeben zu dürfen, wengleich auch bei einigen ganz wenigen Platten ein Zweifel bestehen könnte, ob es sich um 28 oder 29 Chromosomen handelt. 30 Chromosomen konnte ich nie zählen. Abb. 2 gibt eine der vielen Metaphasen mit einem großen zweiseitigen Chromosom wieder.

Von der Subsektion *Oreoptelea* SPACH., deren Vertreter sich nach SCHNEIDER (1906) durch traubenförmige Blütenstände und bewimperte Früchte und Fruchtknoten auszeichnen, konnte ich dank der freundlichen Unterstützung der Firma SPÄTH-Berlin *Ulmus americana* WILLD. untersuchen. Die Chromosomen gleichen in den Wurzelspitzen schmalen Stäbchen, sie sind meistens verschlungen und liegen nur sehr selten isoliert. Eine Entscheidung, ob es sich um 28 oder mehr Chromosomen handelt,



Abb. 2. Somatische Kernplatte aus dem Wurzelgewebe von *Ulmus campestris* L.

war für diese Art noch schwieriger, da sich in manchen somatischen Kernplatten mit zwei deutlich eingeschnittenen Chromosomen zeigten,

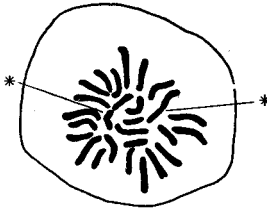


Abb. 3. Kernplatte aus der Wurzelspitze von *Ulmus americana* WILLD.

die man eventuell als je 2 Chromosomen ansprechen möchte. Eine Durchschnürung war jedoch nie wahrzunehmen. In Abb. 3 habe ich eine derartige fragliche Kernplatte wiedergegeben. Die mit einem Stern versehenen Chromosomen zeigen zwar einen Einschnitt, doch darf man sie wohl nicht als 2 Chromosomen ansprechen. Die diploide Zahl dürfte daher sehr wahrscheinlich 28 sein.

2. Unterfamilie: *Celtidoideae*.

Die *Celtidoideae* unterscheiden sich von den *Ulmoideae* im wesentlichen durch den gekrümmten Embryo. Zu ihnen rechnen wir die in den gemäßigten Zonen allgemein verbreiteten Gattungen *Abelicea* SIBTH. et SMITH. (*Zelkova* SPACH.) — die übrigens, wie auch die *Hemipteleae* PLANCH., von PLANCHON (1873) unrechtmäßig zu den *Ulmoideae* gestellt wurde (SCHNEIDER 1906) — und *Celtis* L. Hier haben wir ausgesprochene Monöcie. Die männlichen Blüten sind in Büscheln (*Zelkova*) oder wie bei *Celtis* in trugdoldigen Büscheln angeordnet. Während sie sich an vorjährigen Zweigen befinden, sitzen die weiblichen Blüten am Frühjahrsholz. Sie enthalten mit Ausnahme der Gattung *Aphananthe* PLANCH. noch reduzierte Staubblätter. Die Blütenhüllblätter sind bei den *Hemipteleae* und *Abeliceae* verwachsen, bei den Gattungen *Aphananthe*, *Pteroceltis* und *Celtis* jedoch frei. Die zu den *Ulmoideae* gerechnete Gattung *Planera* GMEL. dürften wir vielleicht als ein Bindeglied zwischen den beiden Unterfamilien ansehen. Hier haben wir noch einen geraden Embryo, jedoch bereits monöcische Blüten, von denen die männlichen wie bei den *Celtidoideae* am vorjährigen Holz sitzen. Eine erfolgreiche zytologische Bearbeitung dieser Gattungen war leider nicht möglich. Die fixierten Blütenknospen befanden sich nie im günstigen Alter. Auch die diploide Chromosomenzahl konnte ich nicht feststellen, da alle Versuche, Wurzeln aus Steckreisern zu erlangen, selbst unter den verschiedensten Kulturbedingungen fehl schlugen.

2. Familie: *Moraceae*.

Die Angehörigen dieser Familie erhalten durch die zahlreichen Milchsaftschläuche ihr besonderes Gepräge. Wie die *Cannabinaceae* und *Urticaceae* besitzen sie Cystolithen. Die Samenanlage befindet sich noch, wie bei den *Ulmaceae*, mit Ausnahme eines Teiles der *Conocephaloideae*, am Scheitel des Fruchtknotens; sie ist amphitrop. Die Staubgefäße sind in der Knospenlage entweder einwärts gekrümmt oder gerade. Nach der

Stellung der Samenanlage sind die *Moroideae* und *Artocarpoideae* am nächsten mit den *Ulmaceae* verwandt, und zwar dürften sich nach ENGLER (1894) die *Moroideae* durch ihre gefalteten Laubblätter mehr den *Ulmaceae* nähern als die *Artocarpoideae*, während wiederum letztere wegen der geraden Staubblätter größere Verwandtschaft zu den *Ulmaceae* zeigen als die *Moroideae*. Ich richte mich in meiner weiteren Beschreibung der einzelnen Gattungen nach dem ENGLERSchen System, obgleich ich den Staubgefäßen eine größere systematische Bedeutung zuschreiben möchte als den Blättern und somit die *Artocarpoideae* als ursprünglicher ansehe.

Einwärts gebogene Staubgefäße finden wir nur bei der

1. Unterfamilie: *Moroideae*.

Tribus I: *Fatoueae*. — Von dieser interessanten Gruppe, die ENGLER als Bindeglied zwischen den beiden ersten Familien betrachtet, konnte ich leider kein Material für meine Untersuchungen erhalten.

Tribus II: *Moreae*. — Die weiblichen und männlichen Infloreszenzen sind vielblütig und bilden sogenannte Scheinähren. In den männlichen Blüten finden wir stets vier in der Knospenlage gekrümmte Staubgefäße. Die weiblichen Blüten besitzen einen oberständigen Fruchtknoten.

Über die chromosomalen Verhältnisse der *Moreae* sind wir verhältnismäßig gut unterrichtet. TAHARA (1910) fand für *Morus indica*, *Morus alba* und einige Gartenrassen dieser Species in Pollenmutterzellen 14 und im Wurzelgewebe entsprechend 28 Chromosomen. OSAWA (1916, 1920) konnte für *Morus alba* diese Angaben bestätigen und ergänzte die Moreenstudien durch die Forschungen an weiteren sechs Species, für die er ebenfalls die Zahlen $n = 14$ und $2n = 28$ fand. 85 Gartenrassen zeigten in 45 Fällen ebenfalls die gleiche Zahl, während 40 Rassen sich als triploid erwiesen.

SINOTO (1925, 1929) konnte für *Morus bombycis* KOIDZ. in der Reduktionsteilung der Pollenmutterzellen 13 Autosompaare und ein Paar ungleiche Chromosomen nachweisen. Nach SINOTO soll nicht dieses ungleiche Paar, sondern ein kleineres der Autosomen, welches sich in der Anaphase in zwei ungleiche Teile gliedert, das Geschlechtschromosom der diözischen Species darstellen. Noch fehlen die Untersuchungen weiblicher Individuen; hierdurch wäre erst eine völlige Klärung der chromosomalen Verhältnisse möglich. Von einer Nachuntersuchung dieser japanischen *Moreae* mußte ich aber leider Abstand nehmen.

ENGLER (1894) schließt den *Moreae* die *Broussonetieae* und *Strebleae* an, die von BUREAU (1873) als Tribus I und II der *Moraceae* geführt werden.

Tribus III: *Broussonetieae*. — Die Angehörigen dieser Tribus kennzeichnen sich durch die eingeschlechtlichen Inflorescenzen. Die männlichen Blütenstände bilden meistens Scheinähren oder Scheintrauben und nur selten Scheinköpfchen. Die weiblichen hingegen stehen nur in Scheinköpfchen. Auch die

Tribus IV: *Strebleae* ist noch durch die eingeschlechtlichen Blütenstände charakterisiert. Bei den weiblichen Inflorescenzen finden wir gegenüber den *Broussonetieae* keinen Unterschied. Die weiblichen Blüten stehen jedoch einzeln. Seltener sind sie in kleinen Gruppen von zwei bis vier vereinigt anzutreffen.

Von beiden Triben konnte ich kein Untersuchungsobjekt erhalten. So gehe ich sofort zur Bearbeitung der Tribus IV über.

Tribus IV: *Dorstenieae*. — Die zahlreichen kleinen Blüten sind zu einem Receptaculum verwachsen, welches die verschiedenste Form annehmen kann. Es enthält stets beide Geschlechter.

Die bekannteste Gattung dieser Gruppe, zu der BUREAU (1873) neben den *Blekreodeae*, *Sloetiae* und *Trymatococcus* auch die *Fatoueae* rechnet, ist die Gattung *Dorstenia* L. Sie ist neben den *Ficeae* die formenreichste Gattung der *Moraceae* und zeichnet sich nicht nur durch die Verschiedenheit der morphologischen Gestaltung, sondern auch durch die große Variabilität der Blütenstände aus.

Wir finden alle Übergänge von stengellosen Arten über kleine, kriechende Formen zu großen, mit kräftigen, holzartigen Stengeln versehenen Pflanzen, die selbst Strauchform annehmen können (*D. scaphigera* BUR.). Als interessante Form verdient die auf Sokotra heimische *Dorstenia gigas* SCHWEINF. erwähnt zu werden. Sie erreicht eine Höhe bis zu 2 m und ist baumähnlich verzweigt. Der 60 cm dicke und 1 m hohe Stamm stellt einen Wasserspeicher dar, mit dessen Hilfe sie die Trockenzeit gut überstehen kann.

Die Receptakeln sind scheiben- oder schiffchenförmig und seltener geweihtartig verzweigt. Die weiblichen Blüten sind wesentlich größer als die männlichen und tief im Receptaculum eingelassen. Der Griffel ist gespalten oder ungeteilt. Im tropischen Afrika haben die Dorstenien die größte Mannigfaltigkeit in Bezug auf Wuchs und Inflorescenzbau erreicht. Hier treffen wir auch die größte Zahl von Arten an. ENGLER (1915) gibt 80 afrikanische Dorstenien an. Seitdem ist die Zahl um einige wenige angewachsen. Im tropischen Amerika waren bis zum selben Zeitabschnitt etwa 30 Arten bekannt geworden. Außer diesen Entwicklungszentren kommen als Ausnahme eine Art in Ostindien und eine andere Art auf Madagaskar vor.

Der erste größere Versuch, die Dorstenien systematisch zu ordnen, ist von BUREAU (1873) unternommen worden. Ihm waren im ganzen 45 Species dieser Gattung bekannt. Als wichtigste systematische Merkmale

betrachtete er erstens den Wuchs der Pflanzen (*Subacaules*, *Caulescentes*) und zweitens die Form des Receptaculums. Für ENGLER hingegen ist der Griffel das Hauptunterscheidungsmerkmal. So trennt er Dorstenien mit gespaltenem Griffel von solchen mit ungeteiltem Griffel. Die erste Gruppe gliedert er wieder in zwei Sektionen. „Sektion I *Nothodorstenia* ENGL.: Receptaculum mehr oder weniger kreisförmig, nicht bloß mit kleinen Bracteen am Rande, sondern auch mit solchen zwischen Rand und Basis; Sektion II *Eudorstenia* ENGL.: Receptaculum verschiedenartig; aber stets nur am Rande mit Bracteen oder ohne solche an den Seitenrändern“ (ENGLER 1898, 10). Die Sektion *Eudorstenia* umfaßt alle amerikanischen und die meisten afrikanischen Arten. Von der Sektion *Nothodorstenia* ist nur ein einziger Vertreter bekannt (*D. frutescens* ENGL.). Die Dorstenien mit ungeteiltem Griffel bilden die Sektion III *Kosaria* (FORSK.) ENGL. Angehörige dieser Sektion finden wir nur im tropischen Afrika. FRIES (1913—14) vermißt in der Systematik der Dorstenien die Berücksichtigung der Wurzeln bzw. der „unterirdischen Stammknolle“. Da durch seine Forschung sich einige Abweichungen vom ENGLERSchen System ergeben, so möchte ich in Kürze auf seine Ergebnisse eingehen. Er unterscheidet den „*placentiformis*-Typus“ von der „*Unyikae*-Gruppe“. Die Pflanzen vom ersten Typus lassen sich nach FRIES folgendermaßen charakterisieren: „Die unterirdische Stammknolle ist mehr oder weniger halbkugelförmig, mit ebener oder gewöhnlich sogar konkaver Oberseite, wodurch die ganze Bildung die Form einer flachen Schüssel erhalten kann.“ Die oberirdischen Teile dieser Pflanzen sind sehr einheitlich. „Die Blätter sind verhältnismäßig schmal (lanzettförmig-linear) sowie vollständig oder so gut wie vollständig ungeteilt.“ „Die Receptakeln sind scheibenförmig; der blütentragende Teil hat ungeteilten (runden oder länglichen) Umkreis, an den Receptakelstrahlen nicht in Zipfeln auslaufend“ (FRIES 1913/14, 2—3). Alle von ihm auf der schwedischen Rhodesia-Kongo-Expedition gefundenen Arten dieses Typs weisen einen mehr oder weniger stark gespaltenen Griffel auf und gehören somit nach dem ENGLERSchen System zu der Sektion *Eudorstenia*. Als weitere Vertreter dieser Gruppe vermutet FRIES die *Dorstenia Poggei* ENGL., *D. Wellmannii* ENGL., *D. benguelensis* WELW. und *D. katangensis* DE WILD. Diese wurden aber von ENGLER zu Sektion *Kosaria* gerechnet.

Dadurch wäre jedoch der Fall gegeben, daß morphologisch vollkommen gleiche Individuen zu verschiedenen Gruppen gehörten. Für *Dorstenia Poggei* ENGL. und *D. Wellmannii* ENGL. fand FRIES durch Nachuntersuchung des Gynöceums die baldige Klärung, indem er feststellte, daß sie einen gespaltenen Griffel besitzen (siehe Abb. 5, FRIES 1913/14, 7). Da FRIES jedoch keine Angaben über den Griffelbau von *Dorstenia benguelensis* WELW. und *D. katangensis* DE WILD. machen konnte, schien es mir lohnenswert, diesbezügliche Untersuchungen anzustellen. Das Herbar-

material von *D. benguellensis* WELW. und der weiter unten erwähnten *D. saxicola* ENGL. wurde mir in bereitwilligster Weise von der Direktion der Royal Botanic Gardens, Kew, Surrey zur Verfügung gestellt. So konnte ich feststellen, daß *D. benguellensis* sowohl im oberirdischen Teile als auch in der Wurzelknolle durchaus dem *placentiformis*-Typus entspricht. Der Griffel ist ähnlich wie der von *D. Poggei* zwar wenig, aber immerhin deutlich an der Spitze gespalten (siehe Abb. 4 a). Diese Art gehört demnach entgegen der bisherigen Ansicht auch zu der Sektion *Eudorstenia*. Von *D. katangensis* konnte mir Herr Prof. DE WILDEMAN-Brüssel leider nur eine Photographie zustellen, aus der ich keine Schlüsse auf den Griffelbau ziehen konnte. Auf Grund des Herbarmaterials von *D. Verdickii* DE WILD. et BUR., das ebenfalls dem Brüsseler Museum entstammt, war auch eine Entscheidung über den Bau des Griffels nicht zu fällen. Der oberirdische Teil der Pflanzen entspricht jedoch vollkommen dem *placentiformis*-Typus. Er läßt das Vorhandensein eines gespaltenen Griffels vermuten. Ich möchte mich durchaus FRIES

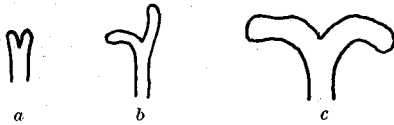


Abb. 4a—c. Griffelformen a von *Dorstenia benguellensis* WELW., b von *Dorstenia Hildebrandtii* ENGL., c von *Dorstenia caudata* ENGL. (Vergr. etwa 45×.)

anschießen, der sich auf Grund seiner Befunde äußert: „Es erscheint mir aber äußerst wahrscheinlich, daß künftige Untersuchungen zeigen werden, daß auch der Blütenbau dieser Arten dem Bautypus der vegetativen Teile entspricht.“

Zur Bekräftigung dieser Aussage

kann ich noch zwei weitere von mir untersuchte Fälle anführen. Auf meine Bitte sandte mir Herr Prof. MILDBRAED-Berlin-Dahlem Herbarmaterial der *Dorstenia Hildebrandtii* ENGL., *D. caudata* ENGL., *D. Braunii* ENGL. und *D. ruahensis* ENGL. Für die beiden erstgenannten Individuen dieser Arten, die sicher alle dem *placentiformis*-Typus angehören, konnte ich eindeutig den gespaltenen Griffel nachweisen. Wie aus den Abb. 4 b und 4 c ersichtlich ist, sind diese Arten im Gegensatz zu *Dorstenia Poggei* und *D. benguellensis* durch einen tiefgespaltenen Griffel ausgezeichnet. Die gepreßten Blüten der letztgenannten *Dorstenien* waren leider zu jung und ließen keinen Schluß auf den Bau des Griffels zu. *D. ruahensis* rechnet ENGLER jedoch bereits zu den *Eudorstenien*. Wahrscheinlich werden weitere Forschungen auch für *D. Braunii* einen gespaltenen Griffel nachweisen.

Der andere von FRIES aufgestellte Typ zeichnet sich durch eine unregelmäßige Knollenform und breitere, „mehr oder weniger elliptische“ Blätter aus. Die Blattstiele sind deutlich „ausgezogen“. Weiter charakterisieren sich die Infloreszenzen nach FRIES dadurch, „daß hier die blütentragende Scheibe an den Rezeptakelstrahlen etwas ausläuft, so daß auch sie in ihrem Umkreise nach etwas verzweigt wird“. Die Vertreter

dieser Gruppe bilden den *Unyikae*-Typus (benannt nach der *Dorstenia Unyikae* ENGL.)¹.

Da der Griffel ungeteilt ist, gehören sie zu der Sektion *Kosaria*. Für *D. saxicola* ENGL. kann ich die Zugehörigkeit zum *Unyikae*-Typus bestätigen. Sie besitzt, wie bereits ENGLER (1898) feststellte, einen ungespaltenen Griffel.

Auf Grund der Untersuchungen von FRIES und der von mir zugefügten Ergänzungen kann demnach die Vermutung ausgesprochen werden, daß alle *Dorstenien*, die sicher dem *placentiformis*-Typus angehören, zur Gruppe *Eudorstenia* und diejenigen, die dem *Unyikae*-Typus zuzurechnen sind, zu der *Kosaria*-Gruppe gehören. Somit wäre aber, wenn wir von der kleinen angeführten Korrektur absehen, das ENGLERSche System der Gattung *Dorstenia* ungeändert geblieben. Denn alle Vertreter des ersten Typs bilden nur einen Teil der *Eudorstenien* und lassen sich in ENGLERS Unterabteilung „Rezeptaculum im Umriß mehr oder weniger kreisförmig oder sternförmig . . .“, „Bracteen am Rande des Rezeptaculums nur wenig ungleich“ eingliedern. Es ist naheliegend, zu versuchen, die ganze Gattung *Dorstenia* auf Grund einzelner Typen aufzuteilen und beispielsweise von einem „*Erecta*“- , „*Prorepens*“- , „*Psilurus*-Typus“ zu sprechen. Meines Erachtens sind die *Dorstenien* jedoch in Wuchs und Inflorescenzform so mannigfaltig, und es bestehen weiterhin derart viele „Grenzfälle“, daß man bei Aufstellung eines solchen Systems auf unüberwindliche Schwierigkeiten stoßen würde. Als Beispiel für die Unzulänglichkeit einer derartigen Gliederung möchte ich *D. ophiocoma* K. SCH. et ENGL. und *D. Preussii* SCHWEINF. et ENGL. anführen, die nach Inflorescenz- und Blattform sehr stark dem *Unyikae*-Typ ähneln und doch keine Wurzelknollen besitzen. Weiterhin gibt es viele *Dorstenien* mit Rhizomen, die jedoch in ihrem Wuchs und ihrer Inflorescenzform wesentliche Unterschiede zeigen. Schließlich haben die Vertreter der charakteristischen Gruppe „*Subacaules*“ durchaus verschiedene Inflorescenzen. Wir finden hier runde, quadratische und gespaltene Rezeptakeln.

Eine zytologische Bearbeitung dürfte bei dieser morphologisch so vielgestaltigen Gattung sehr lohnenswert sein. Leider sind jedoch in den Kulturen selbst der größten europäischen Gärten die interessantesten Species wie Vertreter des *placentiformis*- und *Unyikae*-Typus und die kriechenden oder sukkulenten Formen nicht vorhanden.

In den Warmhäusern des Kieler Botanischen Gartens befanden sich zu Beginn meiner Untersuchungen drei Arten, von denen sich eine durch starke Degenerationserscheinung im Androeceum auszeichnete. Die zweite entwickelte nur eine Inflorescenz. Sie wurde leider zu früh fixiert.

¹ Da *D. Unyikae* ENGL. schon 9 Jahre vor ENGLER von HEMSLEY (1893) unter dem Namen *D. Walleri* HEMSLEY beschrieben wurde, handelt es sich somit eigentlich um den „*Walleri*-Typus“.

Die dritte Species, *Dorstenia Contrajerva* L., zeigte eine normale Reduktionsteilung und ließ keinen Zweifel darüber, daß die haploide Chromosomenzahl 15 beträgt. Diese für die *Moroideae* abweichende Chromosomenzahl bestärkte meine Vermutung, innerhalb der Gattung *Dorstenia* interessante Ergebnisse zu erzielen. Da die Dorstenien als Moraceen reichlichen Milchsafte besitzen, weiter die einzelnen Blüten in engem Verbands in den Inflorescenzen vereinigt sind, konnte ich für die schnelle Orientierung über die Blütengröße die HERTZsche Kochmethode nicht anwenden. Die von auswärts fixiert erhaltenen Inflorescenzen waren sehr selten im richtigen Alter. Um eine erfolgreiche Untersuchung dieser Gattung durchzuführen, benötigte ich daher lebendes Material, und zwar stets mehrere Stöcke von jeder Art, da sich an den kleinen Pflanzen für gewöhnlich nur eine Inflorescenz befindet.

Wenn ich jetzt auf eine stattliche Dorsteniensammlung blicken kann, so verdanke ich diese zum großen Teil dem überaus freundlichen Entgegenkommen der Gartenverwaltungen und Direktionen der deutschen und ausländischen botanischen Gärten. Meinen besonderen Dank schulde ich dem Garteninspektor Herrn JACOBSEN des Kieler Botanischen Gartens, welcher mich bei der schwierigen Materialbeschaffung und der Anzucht der sehr empfindlichen Stecklinge in reichlichstem Maße unterstützte. Einleitend möchte ich betonen, daß mit einer geringen Ausnahme die Dorstenien in den botanischen Gärten mit unrichtigem Namen versehen sind, und daß verschiedene Arten, wie *usambariensis* und *yambuyaensis*, weiter *turneraefolia* und *multiradiata*, sowie *Contrajerva* und *Drakeana* gerade entgegengesetzt bezeichnet werden. Aus diesem Grunde und auch um die Beziehung zwischen abgeleiteter Inflorescenzform und Chromosomenzahländerung augenscheinlicher zu machen, habe ich die interessantesten Arten meiner Kulturen photographiert. Die Aufnahmen geben die Pflanzen in nahezu $\frac{3}{4}$ der natürlichen Größe wieder.

Die in Brasilien beheimatete *Dorstenia erecta* VELL. (Abb. 5) dürfte, nach dem Bau der Inflorescenz zu urteilen, der Grundform der Gattung *Dorstenia* weitaus genähert sein. Das Receptaculum ist nahezu kreisrund und besitzt am Rande kleine, schuppenförmige Bracteen, während wir sie bei anderen Dorstenien hingegen bis zu einer Länge von 10 cm antreffen. Die Inflorescenz ist symmetrisch. Die kleinen männlichen Blüten sind in der Mehrzahl und enthalten drei bis vier Staubgefäße. Die bei weitem größeren weiblichen Blüten besitzen eine Samenanlage und einen seitlich ansetzenden, tief gespaltenen Griffel. Somit gehört diese Species zu der Sektion *Eudorstenia*. Ich möchte allgemein an dieser Stelle betonen, daß sich meine Untersuchungen nur auf Vertreter dieser Sektion beschränken.

Die grünen Blätter sind oval und spitz zulaufend, am Rande mehr oder weniger schwach gezähnt und auf der Ober- und Unterseite weich

behaart. Weil sie weiße Flecken in der Nähe der Hauptrippe aufweisen, wird diese Art oft mit *Dorstenia argentata* Hook. verwechselt. Die von verschiedenen Gärten bezogene *Dorstenia argentata* stellte sich nach genauer Nachbestimmung stets als *Dorstenia erecta* heraus. Da ich bei der Herausgabe meiner vorläufigen Mitteilung die Namen einiger wenigen Pflanzen dem Index des betreffenden Gartens entnommen habe, gelten die von mir unter dem Namen *Dorstenia argentata* Hook. gemachten Angaben für genannte Species.

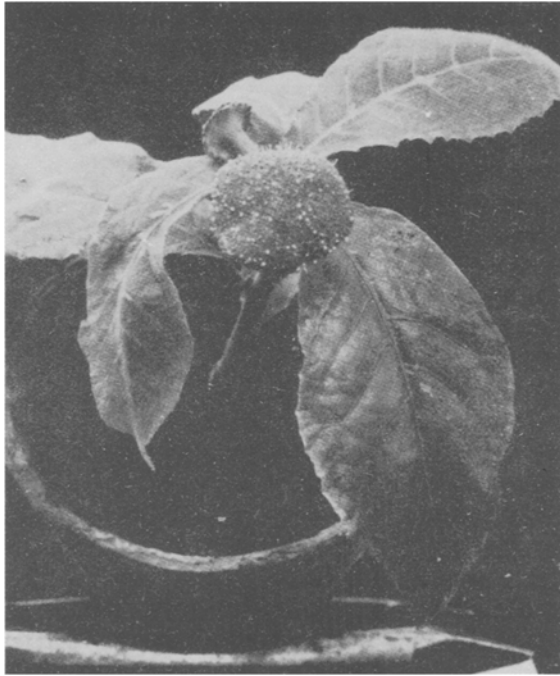


Abb. 5. *Dorstenia erecta* VELL.

Auffällig ist für diese, wie auch für die anderen untersuchten Dorstenien, die kleine Anzahl von Pollenmutterzellen eines jeden Pollenfaches. Im Pollenfachquerschnitt wurden oft nur 2—3, im allgemeinen 6—8 Pollenmutterzellen beobachtet. Die Zellen liegen während der Diakinese bereits ziemlich isoliert und sind zur Zeit der Metaphase in größerem Abstände voneinander. Das Tapetum ist mehrkernig und quillt während der Reduktionsteilung der Mikrosporen sehr stark auf. Die Pollenmutterzellen bleiben so stets in engster Fühlung mit dem Tapetum.

Die Reduktionsteilung verläuft normal und läßt im Stadium der Metaphasen 14 Einheiten erkennen. Allgemein wurden 6—7 kleinere Chro-

mosomen beobachtet (Abb. 6), die in der homöotypischen Teilung die Form von kurzen, gedrungenen Stäbchen haben. Die Pollenbildung geschieht nach dem Furchungsschema. Die großen Pollenkörner sind wie die aller anderen untersuchten Dorstenien durch eine dicke Exine mit maschenförmigem Netzwerk ausgezeichnet.

Die Wurzelspitzen zeigten viele Kernteilungen. Die stäbchenförmigen Chromosomen, die oft stark gebogen sind, liegen in den verhältnismäßig großen Zellen gut isoliert (Abb. 7). Durch verschiedene Kernplatten konnte die diploide Zahl 28 bestätigt werden.

Dorstenia erecta v. *variegata* erhielt ich aus dem Botanischen Garten in Brüssel. In der Literatur waren keine Angaben über diese Subspecies zu finden, so daß ich die Pflanze nicht bestimmen konnte und mich auf die Beschreibung der bezogenen Individuen beschränken muß. Die nahezu glattrandigen Blätter sind breit elliptisch, hellgrün und auf der

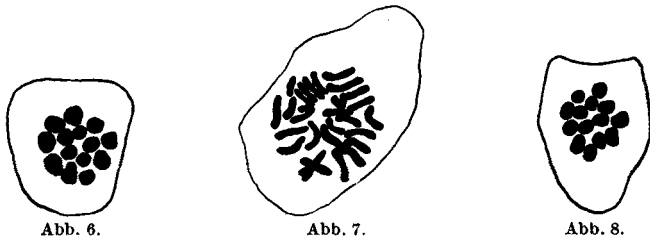


Abb. 6. Metaphase der heterotypischen Teilung von *Dorstenia erecta* VELL. — Abb. 7. Somatische Kernteilung aus der Wurzelspitze von *Dorstenia erecta* VELL. — Abb. 8. Heterotypische Metaphase von *Dorstenia erecta* VELL. v. *variegata*.

Ober- und Unterseite weich behaart. Das Rezeptaculum weist von dem der *Dorstenia erecta* keinen Unterschied auf.

Die Diakinese eignet sich auch bei dieser Art nicht zum Auszählen. In den Metaphasen der heterotypischen Teilung sind wie bei *Dorstenia erecta* 14 gut isoliert liegende Chromosomen zu erkennen (Abb. 8). Im allgemeinen verläuft die Reduktionsteilung normal. Die Chromosomen wandern in der Anaphase gleichmäßig an die Pole und bilden Dyadenkerne mit je 14 Chromosomen. Ausnahmsweise kann die Trennung einzelner Partner in der Anaphase ausbleiben, so daß wir in den Tochterkernen eine abweichende Chromosomenzahl antreffen. Zweimal beobachtete ich in einem Dyadenkern 13 Chromosomen, einmal sogar 17. Leider war die Chromosomenzahl im anderen Dyadenkern nicht festzustellen. Genauere Untersuchungen auch darüber, ob eins oder mehrere Chromosomen zurückbleiben, einen neuen kleinen Kern bilden oder vom Plasma absorbiert werden, konnte ich leider nicht anstellen, da die junge Pflanze dieser Subspecies bislang nur eine Inflorescenz zur Entwicklung gebracht hat. Die Tetraden zeigten stets 4 Kerne. Eine Zählung war auch in den Tetraden nicht möglich.

Als *Dorstenia turneraefolia* FISCH. et MEY. bezog ich aus dem Botanischen Garten Breslau eine Art, die auch zu der Gruppe der caulescenten Dorstenien gehört. Die sattgrünen, schmalen, gesägten Blätter entsprechen zwar der von BUREAU (1873) gegebenen Artbeschreibung, die Inflorescenz zeigt sich jedoch von dieser sehr verschieden. Nach ENGLER (1898, 1905) unterscheiden sich die amerikanischen Dorstenien von den afrikanischen dadurch, daß ihre Rezeptakeln nicht wie bei jenen mit einem Kranz gleicher oder ungleicher Bracteen versehen sind. Eine Ausnahme bildet für Amerika *Dorstenia turneraefolia*, weshalb ich auch auf die Untersuchung dieser Art großen Wert legte. Der Inflorescenzrand vorliegender Pflanze war jedoch mit gleichgroßen winzigen, schuppen-

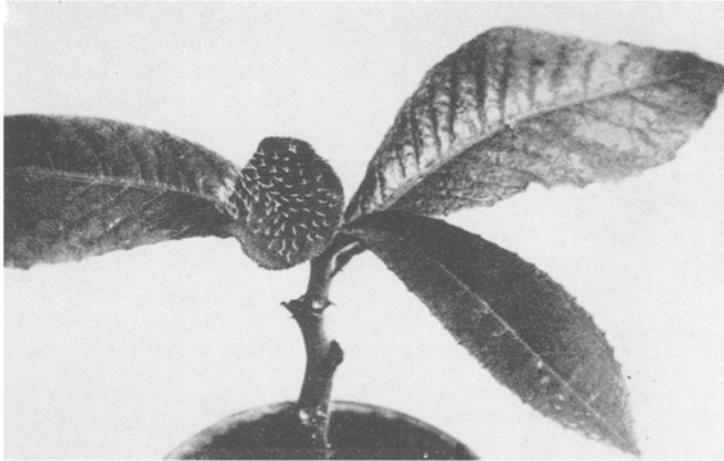


Abb. 9. *Dorstenia „turneraefolia“* FISCH. et MEY. = var. von *Dorstenia erecta* VELL. ?

förmigen Bracteen besetzt. Er ähnelt sehr demjenigen von *Dorstenia erecta*. Da das Rezeptaculum ebenfalls rund ist, dürften wir hier eine Varietät von *Dorstenia erecta* vor uns haben. Abb. 9 gibt die Blüten- und Blattverhältnisse dieser Pflanze wieder. Die Präparate der untersuchten Inflorescenz enthielten vorwiegend zu junge Stadien. In einigen Interkinesen waren jedoch bei verschiedener Mikrometereinstellung 14 Chromosomen einigermaßen sicherzustellen. Die einzige Metaphase in der heterotypischen Teilung, die ich zu Gesicht bekam, zeigte einwandfrei 14 kugelige bis ellipsoide Chromosomen. Ich möchte diese Zahl nur als sehr wahrscheinlich angeben, da mir ein eingehendes vergleichendes Studium der Reduktionsteilung nicht möglich war.

Dorstenia argentata Hook. gehört ebenfalls zu den caulescenten amerikanischen Formen. Die zahlreich vorhandenen Blätter sind bedeutend schmäler als bei *Dorstenia erecta* und in der Mitte mit einem breiten silber-

nen Streifen versehen. Das kreisrunde, symmetrisch gebaute Rezeptaculum hat einen Durchmesser von nahezu 20 mm. Es ist jedoch leicht konkav gewölbt und besitzt am Rande zahlreiche zahnförmige Bracteen. Somit stellt die Inflorescenz sicher einen abgeleiteten Typus dar. Auch die Verteilung der Einzelblüten spricht für eine Weiterentwicklung der Grundform. Die zahlreichen weiblichen Blüten befinden sich in der Mitte des Rezeptaculums und werden von einem Kranz männlicher Blüten umsäumt. Im 5. Abschnitt werde ich eingehend auf die mutmaßliche Grundform und den abgeänderten Bau der *Dorstenia*-Inflorescenz zu sprechen kommen. Ich möchte aber bereits hier betonen, daß eine derartige Verteilung der Geschlechter bei allen anderen Dorstenien, mit Ausnahme der Vertreter der „*Psilurus*-Gruppe“, nicht wieder angetroffen wurde.

Das für meine zytologischen Studien verwandte Blütenmaterial entstammt einer Pflanze aus dem Botanischen Garten in Leipzig. Die Dia-

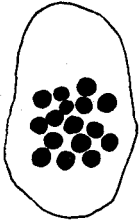


Abb. 10. Metaphase der heterotypischen Teilung von *Dorstenia argentata* HOOK. f.

kinesen erwiesen sich für die Chromosomenzählung als ungeeignet, da die großen Chromosomen sich oft verdecken, und ferner die Möglichkeit gegeben ist, daß ein oder mehrere Chromosomen infolge der starken Ausmaße des Kernes mit dem Mikrotommesser fortgeschnitten werden. In der Metaphase der heterotypischen Teilung war ein Zählen leicht. Die Chromosomen sind kugelig, nahezu gleichgroß und liegen gut isoliert (Abb. 10). Stets konnte die haploide Zahl 16 festgestellt werden. Die Reduktionsteilung verläuft normal.

Einen sicher abgeleiteten Typus haben wir in *Dorstenia elata* GARDN. vor uns. Wie auf Abb. 11 deutlich zu sehen ist, gleicht das Rezeptaculum einem stark gewölbten Schiffchen. Wir können es uns als ein nach oben zusammengebogenes *Erecta*-Rezeptaculum vorstellen und dürfen wohl annehmen, daß diese Form durch bevorzugtes Wachsen an zwei entgegengesetzten Seiten der Inflorescenz entstanden ist. Die Bracteen sind ebenfalls sehr klein und schuppenförmig. Im Jugendstadium berühren sich die Ränder des Rezeptaculums, so daß sich die Einzelblüten geschützt entwickeln können. Erst zur Reifezeit ist die Inflorescenz ein wenig geöffnet. Die in Brasilien beheimatete Art ist auch caulescent. Sie zeichnet sich durch äußerst kräftigen Wuchs aus und erreicht eine durchschnittliche Höhe von 60 cm. Die großen glattrandigen Blätter sind lederartig, am Grunde schwach herzförmig gebuchtet und kurz gestielt. Das Pflanzenmaterial stammt vorzugsweise aus den botanischen Gärten in Hamburg, Münster und Kopenhagen.

Die zytologische Untersuchung war bei dieser Art besonders schwer, da das für die Reduktionsteilung erforderliche Alter der Inflorescenz sehr schlecht zu bestimmen war. Außerdem traten bei noch so sorgfältiger

Fixierung leicht Schrumpfungen auf. Folgende Fixiermethode erwies sich endlich als erfolbringend. Die Inflorescenz wurde zerkleinert, außerdem mit einem Messer tief eingeritzt, dann 5 Minuten mit kaltem Wasser abgeschreckt — wie KIHARA (1924) es für andere Pflanzen angibt — und anschließend mit unverdünntem CARNOY-Gemisch fixiert. Die so in Fixierflüssigkeit gebrachten Objekte wurden dann mit Hilfe der Wasserstrahlpumpe evakuiert. Durch diesen Vorgang litt aber gleichzeitig die



Abb. 11. *Dorstenia elata* GARDN.

Qualität des Fixiermittels, da Chloroform und Eisessig sich schnell verflüchtigen. Aus diesem Grunde wurde das Fixiergemisch baldigst erneuert. Die Fixierzeit betrug 24 Stunden. Wesentlich für ein Gelingen der Versuche war noch, die in Benzol befindlichen Objekte sehr langsam in Paraffin überzuführen. Das durch einen Korken verschlossene Fixierglas blieb zwei Tage auf dem Thermostaten stehen. So erhielt ich sehr klare Bilder.

In den Schnitten konnten sämtliche Stadien angetroffen werden, die einen normalen Verlauf der Reduktionsteilung erkennen ließen. Die haploide Chromosomenzahl beträgt 16. Die Chromosomen lagen stets gut

isoliert und sind in der heterotypischen wie auch in der homöotypischen Teilung nahezu kugelig (Abb. 12). Die Pollenbildung geschieht nach dem üblichen Furchungsschema.

Der haploiden Chromosomenzahl entsprechend fand ich in den somatischen Kernplatten der Wurzelspitze 32 Chromosomen. Sie gleichen schmalen Stäbchen und sind zum Teil mehr oder weniger stark gebogen. Bemerkenswert sind bei zwei Chromosomen die starken Einschnürungen (Abb. 13). Ohne Kenntnis der Reduktionsteilung könnte man im Zweifel sein, ob es sich hier um 32 oder 34 Chromosomen handelt. Eine völlige Durchschnürung der fraglichen Chromosomen war jedoch nicht zu beobachten.

Eine Untersuchung der *Dorstenia nervosa* DESV. schien mir sehr erwünscht, da sie sich auch durch einen abgeleiteten Blütenstand auszeichnet. Das dunkelrote Receptaculum dieser caulescenten und auch in Brasilien beheimateten Art ist krugförmig gewölbt und am Rande mit

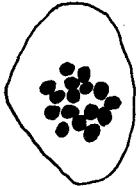


Abb. 12.



Abb. 13.



Abb. 14.

Abb. 12. Heterotypische Metaphase von *Dorstenia elata* GARDN. — Abb. 13. Kernplatte aus der Wurzelspitze von *Dorstenia elata* GARDN. — Abb. 14. Kernplatte aus der Wurzelspitze von *Dorstenia nervosa* DESV.

zahlreichen zahnförmigen Bracteen versehen. Die Blätter sind lang oval, ganzrandig und lederartig. Die Inflorescenzform ließ eine andere Chromosomenzahl als 14 vermuten. Da die aus den botanischen Gärten in Paris und Wien bezogenen Pflanzen nur je eine Inflorescenz entwickelten und diese leider zu jung fixiert wurde, kann ich keine Angaben über den Vorgang der Reduktionsteilung machen. So untersuchte ich die Wurzelspitzen. Die schmalen, oft gebogenen Chromosomen liegen jedoch so eng beieinander, daß eine einwandfreie Zählung sehr schwer ist. Die diploide Zahl dürfte aber 32 sein. Abb. 14 gibt eine Metaphase der somatischen Teilung in Polansicht wieder, auf der 32 Chromosomen zu erkennen sind. Wir finden für diesen abgeleiteten Typus somit auch eine von $n = 14$ verschiedene Chromosomenzahl.

Dorstenia Contrajerva L. ist die am häufigsten kultivierte Art der Gattung *Dorstenia*. Sie läßt sich ausnahmsweise leicht kultivieren und bringt reichlich Samen hervor. Die Früchte werden durch einen besonderen Mechanismus zur Zeit der Reife fortgeschleudert (GOEBEL 1915). So findet man in den Warmhäusern in relativ großem Umfange um die

Kulturen zahlreiche junge Pflanzen, die oft derart häufig auftreten und selbst in den Fugen des Mauerwerkes gut gedeihen, daß man sie wie Unkraut beseitigen muß, um die Kulturen rein zu halten. *Dorstenia Contrajerva* L. ist im tropischen Amerika beheimatet und gehört nach der BUREAUSchen Systematik der Dorstenien zu der Gruppe „*Subacaules*“. Das Rhizom ist entweder horizontal oder schwach ansteigend. An ihm sitzen die langbestengelten Blätter und Infloreszenzen. Die Blätter sind handförmig. Kleine Abweichungen von dieser Form sind nicht selten zu beobachten. Die Infloreszenz ist ein Receptaculum von nahezu quadratischer Form. Durch asymmetrische Entwicklung dieses Receptaculums wird die Infloreszenz stark geneigt, so daß sie mit dem Blütenstiel fast gleichlaufend ist. „Es tritt keine peripherische Wachstumszone am Infloreszenzhöcker auf, sondern der Rand bei dem ersten Blatte wächst zunächst stärker; dadurch wird die Oberfläche der Infloreszenz schief zur vegetativen Knospe geneigt“ (GOLENKIN 1894, 121). Ähnlich ist es bei den verwandten Arten *D. Drakeana* und *D. caulescens*. Weiter sagt GOLENKIN: „Der einzige Unterschied der Arten *Dorstenia Contrajerva* und *D. Drakeana* von *Dorstenia caulescens* ist der, daß die durch die Dichotomie neu angelegten Vegetationspunkte sehr stark wachsen, wodurch die ganze Infloreszenzscheibe einen unregelmäßig gelappten Rand bekommt.“ Hier ist jedoch genanntem Forscher ein Irrtum unterlaufen. Die Infloreszenzen von *Dorstenia Contrajerva* und *D. Drakeana* sind durchaus verschieden. Wohl sind sie sicher beide durch ungleichmäßige Entwicklung der Primordialhöcker entstanden, da bei beiden der Blütenstiel seitlich ansetzt und die Infloreszenz stark geneigt ist; doch ist das Receptaculum von *Dorstenia Drakeana* elliptisch (siehe BUREAU 1873, 260). Gut erhaltenes Herbariummaterial dieser Species, welches mir aus dem Botanischen Museum Berlin-Dahlem zur Verfügung gestellt wurde, zeigte deutlich die ovale Form des Receptaculums. Die von GOLENKIN angeführte Zeichnung (GOLENKIN 1894, Taf. XI und XII, Nr. 4) stellt die Infloreszenz von *Dorstenia Contrajerva* dar. Mir ist es nicht gelungen, eine lebende Pflanze von *Dorstenia Drakeana* zu erhalten. Die von Kew und Paris unter diesem Namen bezogenen Exemplare waren auch *Dorstenia Contrajerva*. Der Wuchs und die Blätter beider Species haben große Ähnlichkeit. Vielleicht liegt hierin die Ursache der Verwechslung.

Die zytologische Untersuchung dieser Art brachte die haploide Chromosomenzahl 15. Unregelmäßigkeiten in der Reduktionsteilung sind mir nicht aufgefallen. Die Chromosomen liegen in der Diakinese als kleine Kugeln eng aneinander, so daß jedes Geminuspaar nahezu einem Stäbchen mit tiefer Einschnürung gleicht. In den Metaphasen der homöotypischen Teilung sehen wir 15 nahezu kugelige Chromosomen (Abb. 15). Die Chromosomen wandern gleichmäßig nach den Polen. Nachzügler

wurden nicht beobachtet. Die Tetraden sind normal. Degenerierte Pollenkörner waren nicht vorhanden.

Die von mir untersuchten Wurzelspitzen zeigten in den Metaphasen der somatischen Kernteilungen 30 stäbchenförmige Chromosomen von mittlerer Größe (Abb. 16). Die Stäbchen sind zum Teil gebogen, doch dürften sie nicht zweischenklig Chromosomen darstellen, da die Zahl der gebogenen Chromosomen sehr variabel ist und ein „constriction“ nicht zu beobachten war.

Dorstenia Contrajerva L. v. *Houstoni* (L.) BUR. zeichnet sich durch dreieckige Blätter und schmalere Inflorescenzen aus. Die Blütenstände sind in der Seitenansicht außerdem entschieden flacher als die von *Dorstenia Contrajerva*. Die Untersuchungen der Wurzelspitzen ergaben auch hier die diploide Zahl 30. Schon bei oberflächlicher Betrachtung der Schnitte fiel die Chromosomenform auf. In Abb. 17 sehen wir eine typische Kernplatte aus der Wurzelspitze. Die Chromosomen sind kurz und

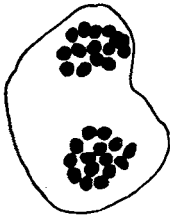


Abb. 15.



Abb. 16.

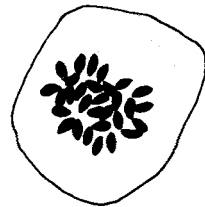


Abb. 17.

Abb. 15. Homöotypische Kernplatte von *Dorstenia Contrajerva* L. — Abb. 16. Somatische Kernplatte aus der Wurzelspitze von *Dorstenia Contrajerva* L. — Abb. 17. Kernplatte aus der Wurzelspitze von *Dorstenia Contrajerva* L. v. *Houstoni* (L.) BUR.

spindelförmig. Unterschiede in der Größe oder der Form sind nicht festzustellen. Eine aus den Royal Gardens in Kew unter dem Namen *Dorstenia arifolia* LAMK. bezogene *Dorstenia* stellte sich bald in der Blütezeit durch ihre charakteristischen Inflorescenzen als *Dorstenia Contrajerva* v. *Houstoni* heraus. Da die Blätter lang bestengelt und größer, ferner die Spitzen des dreieckigen Blattes mehr ausgezogen waren als bei der oben beschriebenen Subspecies, so daß sie denjenigen von *Dorstenia arifolia* auch sehr ähnlich waren, hielt ich zunächst die Bestimmung dieser Pflanze für richtig. Die sich bald entwickelnden Inflorescenzen glichen jedoch durchaus denen von *Dorstenia Contrajerva* v. *Houstoni*. Daraufhin untersuchte ich von diesem Individuum die Wurzelspitzen. In einer Kernplatte waren auch hier deutlich 30 Chromosomen zu zählen. Sie zeigten alle die für die Varietät *Houstoni* charakteristische Gestalt. Auf Grund der zytologischen Untersuchung und dem Bau des Rezeptaculum dürfte es sich somit bei dieser Pflanze um *Dorstenia Contrajerva* v. *Houstoni* handeln. Die Blattform dieser Subspecies kann somit variieren. Im Berliner Herbar waren beide Individuen auch als *Dorstenia Houstoni* aufgeführt.

Bei genauer Beobachtung meiner Kulturen erregten einige Individuen dadurch meine Aufmerksamkeit, daß sie durch ihre dreieckigen Blätter stark an *Dorstenia Houstoni* erinnern. Durch ihre Inflorescenzen wichen sie jedoch ab und näherten sich mehr jener von *Dorstenia Contrajerva*. Da das lebende Material und auch die aus Samen gezogenen Pflanzen den verschiedensten botanischen Gärten entstammten und alle Exemplare unter dem Namen *Dorstenia Contrajerva* geführt wurden, lag die Vermutung nahe, die Ursache der morphologischen Verschiedenheit der Blätter in einem für diese Art charakteristischen Blattpolymorphismus zu sehen. Trotzdem wurden die Samen von zwei sehr verschiedenen Pflanzen getrennt ausgesät und die Entwicklungsstadien der einzelnen Blätter beobachtet. Die ersten zwei bis drei Blätter zeigten die gleiche Gestalt; sie waren herzförmig oder dreieckig. Der Blattrand aller Nachkommen der *Dorstenia Contrajerva* mit typisch tiefgelappten Blättern war vollkommen glatt, während der der anderen Form gesägt war. So

sind die Pflanzen schon im Jugendstadium gut zu unterscheiden. Offensichtlicher wird der Unterschied bei älteren Individuen. Während bei der ersten Form vom fünften bis sechsten Blatte ab alle Blattspreiten fingerförmig gelappt sind, bleiben die der zweiten Form dreieckig, und nur vereinzelt kommen einfach gebuchtete Blätter vor. Herr Prof. MILDBRAED-Berlin teilte mir auf Grund des eingesandten Blattmaterials mit, daß die jungen Pflanzen von *Dorstenia*



Abb. 18. Somatische Kernplatte aus der Wurzelspitze von *Dorstenia Contrajerva* L. v. *arifolia* KR.

Contrajerva, die keine fiederlappigen Blätter bilden — also „Form zwei“ — vielleicht als *Dorstenia Houstoni* anzusprechen seien. Eine nachträgliche zytologische Untersuchung der Wurzelspitzen konnte diese Annahme jedoch nicht bestätigen. Die Chromosomen sind alle stäbchenförmig und gänzlich von den Chromosomen im Wurzelgewebe der Varietät *Houstoni* verschieden. Wie Abb. 18 zeigt, ähneln sie eher den Chromosomen von *Dorstenia Contrajerva*, doch sind sie gedrungener als diese (Abb. 16). Die diploide Zahl beträgt ebenfalls 30. Die Inflorescenzen zeigen wie die Blätter der „Form zwei“ eine Mittelstellung zwischen *Dorstenia Contrajerva* und *Dorstenia Houstoni*. Die Abb. 19 gibt die typischen Inflorescenzformen in $\frac{2}{3}$ natürlicher Größe wieder. Wir können folgendes daraus entnehmen. *Dorstenia Contrajerva* — „Form eins“ (Abb. 19 a) — besitzt ein mäßig großes und wenig gelapptes Rezeptaculum; ein kleines flaches und mit stark gelapptem Rand versehenes Rezeptakulum zeigt *Dorstenia Houstoni* (Abb. 19 c). *Dorstenia Contrajerva* — „Form zwei“ — hingegen ist im Besitze eines großen, stark gelappten Rezeptaculums (Abb. 19 b). — Die bisher als „Form zwei“ geführten Individuen meiner Kulturen möchte ich, da sie sich nicht mit *Dorstenia Contrajerva* v. *maculata* und der zuletzt von BLAKE (1922)

beschriebenen Subspecies *tenuiloba* BL. identifizieren lassen, auf Grund meiner Untersuchungen als neue Varietät ansprechen und sie *Dorstenia Contrajerva* L. v. *arifolia* KRAUSE nennen¹.

Dorstenia multiformis MIQ. v. *Ceratosanthes* MIQ., die auch unter dem Namen *Dorstenia Ceratosanthes* LODD. in den botanischen Gärten geführt wird, gehört gleichfalls zu der Gruppe „*Subacaules*“ BUR. Sie ist in Brasilien beheimatet. Die Blattspreiten sind lanzenförmig. Auffallend sind die schönen rotbraunen, gabelartig verzweigten Inflorescenzen, deren Rand mit dünnen, starken Bracteen versehen ist. GOLENKIN (1894) deutet die Entwicklung der Inflorescenzen so, daß sich das Primordium wie bei den Species *erecta* und *Contrajerva* in zwei Höcker teilt, die Vege-

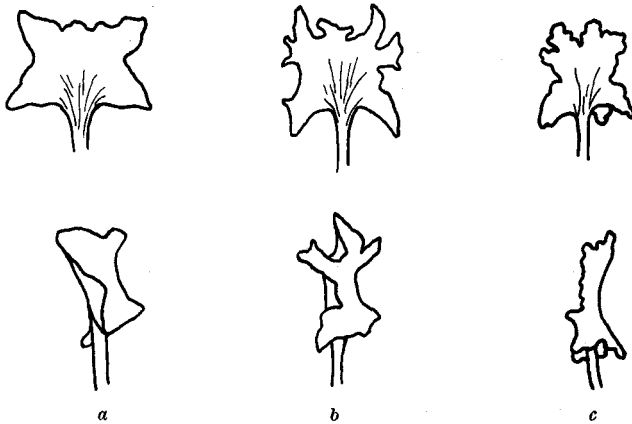


Abb. 19 a—c. Typische Infloreszenzformen a von *Dorstenia Contrajerva*, b von *Dorstenia Contrajerva* L. v. *arifolia* KR., c von *Dorstenia Contrajerva* L. v. *Houstoni* (L.) BUR. (2/3 natürlicher Größe).

tationsspitzen dann jedoch stärkeres Wachstum erfahren, wodurch zwei lange, „kolbenförmige Körper“ entstehen.

Auf Grund der von mir untersuchten Infloreszenz konnte ich die haploide Chromosomenzahl als 16 ermitteln. In der Diakinese liegen die Chromosomen paarweise. Das Stadium der heterotypischen Teilung war in den Schnitten leider nicht vorhanden. In den Dyadenkernen sind die Chromosomen kugelig. Da in allen Polplatten der homöotypischen Teilung und in vielen Interkinesen 16 Chromosomen zu zählen waren (Abb. 20), kann die Reduktionsteilung auch für diese Species als normal

¹ Nach Durchsicht der Korrektur möchte ich noch bemerken, daß die Blätter der Pflanzen von *Dorstenia Contrajerva* v. *arifolia* sich inzwischen zwei- bis dreifach tief eingebuchtet haben und sogar wie die von *Dorstenia Contrajerva* fingerförmig gelappt sind. Hingegen bieten die Inflorescenzen noch ein deutliches Unterscheidungsmerkmal. *Dorstenia Contrajerva* besitzt, wie in Abb. 19 a angegeben, einen nahezu glatten Infloreszenzrand, während der von *Dorstenia Contrajerva* v. *arifolia* bizarr gelappt ist.

verlaufend angesehen werden. Die Pollenbildung vollzieht sich nach dem üblichen Furchungsschema.

Dorstenia multififormis MIQ. v. *arifolia* BUR. unterscheidet sich von vorheriger Subspecies nur durch das runde bis ovale Rezeptaculum. Die langgestielten hellgrünen Blätter sind ebenfalls lanzenartig. Das Rezeptaculum dieser brasilianischen Dorstenie ist schmal konkav und am Rande mit kleinen, zahnartigen Bracteen versehen. Die runde Inflorescenz entspricht sicher nicht der Grundform, da der Blütenstengel exzentrisch ansetzt und ferner die Oberfläche des Rezeptaculums durch einseitiges Wachstum fast parallel zum Inflorescenzstengel verläuft. Die Entwicklungsgeschichte dieser Inflorescenz ist leider nicht studiert worden, doch mögen wir hier eine ähnliche Entwicklung wie die von GOLENKIN für *Dorstenia Contrajerva* beschriebene vor uns haben.

Im Sommer 1929 fixierte ich im Botanischen Garten Berlin-Dahlem die Inflorescenz dieser Subspecies. Leider war die Reduktionsteilung sehr

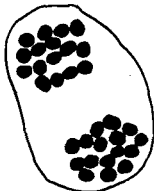


Abb. 20.

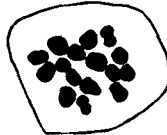


Abb. 21.



Abb. 22.

Abb. 20. Homöotypische Metaphase von *Dorstenia multififormis* MIQ. v. *Ceratoanthes* MIQ.

Abb. 21. Späte heterotypische Metaphase von *Dorstenia multififormis* MIQ. v. *arifolia* BUR.

Abb. 22. Homöotypische Kernteilung von *Dorstenia multififormis* MIQ. v. *arifolia* BUR.

weit vorgeschritten und zum größten Teile beendet. So bekam ich nur wenig Bilder der heterotypischen Teilung zu Gesicht. Bei einer Metaphase dieser Teilung waren in Polansicht 16 Einheiten festzustellen, von denen 2 infolge der etwas succedanen Teilung bereits die beiden Partner erkennen lassen (Abb. 21). Sie dürfte jedoch keinen Einfluß auf den weiteren Verlauf der Reduktionsteilung haben, da ich in den Polplatten der homöotypischen Teilung stets 16 Chromosomen zählen konnte. Abb. 22 gibt eine Dyade mit zwei Platten in Polansicht wieder. Jede Metaphase läßt 16 Chromosomen erkennen, die wie jene der ersten Teilung kugelig oder ellipsoidisch sind. Die Reduktionsteilung verläuft auch weiterhin normal.

Von *Dorstenia multififormis* v. *arifolia* und *Dorstenia Ceratoanthes*, die nahezu in Form und Größe der Blätter übereinstimmen, unterscheidet sich *Dorstenia arifolia* LAMK. durch ausgesprochenen kräftigen Wuchs. BUREAU (1873) identifiziert sie zwar mit *Dorstenia multififormis* v. *arifolia*, doch möchte ich sie hier besonders erwähnen, da ich folgende Unterschiede feststellen konnte. Die entschieden breiteren Blätter sind am Grunde herzförmig gebuchtet und von doppelter Größe wie die der vorher be-

schriebenen Subspecies. Dazu sind sie lederartig, von graugrüner Farbe und sehr lang gestielt. Die Inflorescenz ist rund, ebenfalls schwach konkav und am Rande mit kleinen zahnartigen Bracteen versehen.

Das zu meinen Untersuchungen benutzte Material stammt aus den botanischen Gärten in Brüssel und Edinburgh. Verschiedene Metaphasen der heterotypischen Teilung zeigten in der Polansicht 16 nahezu gleich große kugelige und ellipsoidische Chromosomen. Im allgemeinen waren 10 größere Einheiten zu erkennen (Abb. 23). In der homöotypischen Teilung konnte ich die Chromosomen nicht einwandfrei zählen. Die Chromosomenform war jedoch festzustellen. Die Bilder zeigten im Gegensatz zu *Dorstenia multiformis* v. *arifolia* kurze, stäbchenförmige Chromosomen. Die Anzahl der Pollenmutterzellen in einem Pollenfach ist auch für dieses Individuum gering. Die Zahl schwankt im Querschnitt eines Faches zwischen 2 und 15.

Eine interessante Abänderung der für *Dorstenia arifolia* charakteristischen Eigenschaften zeigte ein aus der Gärtnerei CHANTRIER in Mortefontaine (Oise) bezogenes Exemplar. Die Blätter sind auch herzförmig, lang ausgezogen, jedoch hellgrün und tief gespalten. Die Inflorescenz ist größer als bei der oben beschriebenen Art, zwar auch rund mit zahnförmigen Bracteen versehen, doch nicht wie diese rotbraun, sondern weiß. Die zytologische Untersuchung der Wurzelspitze ergab mit größter Wahrscheinlichkeit die diploide Chromosomenzahl 32. Die Chromosomen sind stäbchenförmig, liegen sehr eng und sind

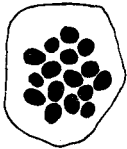


Abb. 23. Metaphase der heterotypischen Kernteilung von *Dorstenia arifolia* LAMK.

oft verschlungen, wodurch eine einwandfreie Zählung sehr erschwert wurde. Nennenswerte Größenunterschiede konnte ich nicht feststellen.

Die bis jetzt besprochenen Dorstenien sind ausschließlich im tropischen Amerika und vorzugsweise in Brasilien heimisch. Sie besitzen alle einen gespaltenen Griffel, gehören also zur Sektion *Eudorstenia* und bilden durchweg ein mit schuppen- oder zahnförmigen Bracteen versehenes Receptaculum aus. Ich wende mich nun der Besprechung der afrikanischen Vertreter der Gattung *Dorstenia* zu, die sich von den amerikanischen Verwandten durch verschiedenartigste Bracteenausbildung deutlich unterscheiden. (Ausnahme: *D. variegata* ENGL., *D. frutescens* ENGL.) Die Bracteen sind oft tentakelförmig (Abb. 26, 30) und können eine Länge bis zu 10 cm erreichen. Angehörige der Gruppe *Subacaules* kommen im tropischen Afrika nie vor.

Dorstenia frutescens ENGL. — zur Sektion *Nothodorstenia* gehörig — besitzt wie die Eudorstenien einen gespaltenen Griffel. Doch sind die kleinen Bracteen nicht nur am Rande des Receptaculums, sondern auch zwischen diesem und dem Inflorescenzstiel verstreut. Die ursprünglichste Inflorescenz der *Ficeae* hat nach MILDBRAED u. BURRET (1912) auch am

ganzen Receptaculum unregelmäßig verteilt kleine Bracteen. Bei abgeleiteten Formen sind diese nur noch am Inflorescenzstiel zu finden. Derartige Bildungen haben wir bei den Dorstenien nicht. Doch drängt sich die Vermutung auf anzunehmen, daß die *Frutescens*-Inflorescenz den ursprünglichen Blütenstand der Gattung *Dorstenia* darstellt. Aus diesem ist möglicherweise das Receptaculum der *Dorstenia erecta* durch Verlust der sich zwischen Rand und Basis befindlichen Bracteen hervor-



Abb. 24. *Dorstenia convexa* DE WILD.

gegangen. Beide Individuen sind caulescent. Da sich *Dorstenia frutescens* leider nicht in Kultur befindet, mußte ich von einer zytologischen Bearbeitung dieser Species Abstand nehmen. Die unter obigem Namen in den botanischen Gärten geführten Dorstenien stimmen mit der ENGLERSCHEN Beschreibung dieser Art nicht überein.

Meine Studien beschränken sich auf die afrikanischen Eudorstenien. Sämtliche Individuen sind caulescent.

Dorstenia convexa DE WILD. besitzt, wie schon der Name sagt, eine konvex gebogene Inflorescenz (Abb. 24). Sie gleicht sehr derjenigen von

D. prorepens, ist $1\frac{1}{2}$ —2 cm lang, oval, dunkelgelb bis braun gefärbt und am Rande mit ungleichen, meist 3 mm langen Bracteen versehen. Die unbehaarten Blätter sind elliptisch und laufen am Ende spitz aus. Der Blattrand ist schwach gekerbt.

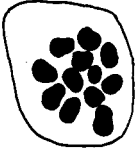


Abb. 25. Frühe Metaphase der heterotypischen Teilung von *Dorstenia convexa* DE WILD.

Ich untersuchte von dieser Species, die ich von den botanischen Gärten in Hamburg, Münster und Frankfurt a. M. erhielt, die Inflorescenzen und Wurzelspitzen. Die Pollenmutterzellen zeigten ungewohnt große Chromosomen. In der Metaphase der heterotypischen Teilung waren 12 nahezu gleich große, kugelige Chromosomen sicher zu stellen. Die Abb. 25 gibt eine frühe Metaphase der ersten Teilung in Polansicht wieder. Einige Chromosomen haben

einige Chromosomen sicher zu stellen. Die Abb. 25 gibt eine frühe Metaphase der ersten Teilung in Polansicht wieder. Einige Chromosomen haben



Abb. 26. *Dorstenia multiradiata* ENGL.

sich noch nicht in die Spindelebene gelegt und lassen die beiden Partner erkennen. Die Trennung der bivalenten Chromosomen vollzieht sich oft etwas succedan, so daß wir dann 13—14 Chromosomen sehen können, doch lassen sich die entsprechenden Partner jedesmal nachweisen. In

der homöotypischen Metaphase der Reduktionsteilung sind die Chromosomen stäbchenförmig und ähneln somit jenen im somatischen Gewebe. Die haploide Zahl 12 wurde hier bestätigt. Trotz der etwas succedanen Teilung treten Unregelmäßigkeiten nicht auf. Die Chromosomen werden alle in die Tochterkerne einbezogen.

Die Wurzelspitzen wiesen reichlich Teilungen auf. Die Chromosomen sind verschieden groß. Sie gleichen in den Metaphasen Stäbchen, die zum Teil mehr oder weniger stark gebogen sind. Die diploide Zahl ist 24. Auch in den somatischen Zellen vollzieht sich die Kernteilung normal.

Dorstenia multiradiata ENGL. ist sehr nahe mit *Dorstenia Barteri* BUR. verwandt und nur schwer von dieser zu unterscheiden. Ich habe die Inflorescenz daher photographiert (Abb. 26) und möchte bemerken, daß sie nach Mitteilung von Herrn Prof. MILDBRAED-Berlin mehr derjenigen von *D. Barteri* ähnelt. Da eine genaue Bestimmung nicht möglich war, gebe ich sie unter dem in den botanischen Gärten geführten Namen wieder. Das Pflanzenmaterial erhielt ich aus Bonn und Breslau. Das

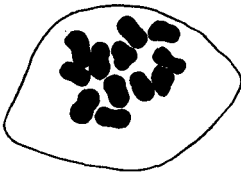


Abb. 27. Frühe Metaphase der heterotypischen Teilung von *Dorstenia multiradiata* ENGL.



Abb. 28. Wurzelspitzenpolplatte von *Dorstenia multiradiata* ENGL.

Rezeptaculum wird von ungefähr 30 ungleichen bis 3 cm langen Bracteen umsäumt, die am Grunde verwachsen sind und einen breiten Rand bilden. Die Blätter sind unbehaart, oval und ganzrandig. Bei dieser Species sind die Einzelblüten deutlich sichtbar und lassen in jeder Blüte 3 Staubblätter erkennen. Die weiblichen Blüten sind kleiner als bei den anderen *Dorstenien* und auf der Photographie weniger gut sichtbar.

Die Chromosomen liegen gut getrennt. Die Abb. 27 gibt eine frühe Metaphase der ersten Teilung wieder. Sie zeigt die haploide Chromosomenzahl 12. Die Trennung der Partner geschieht auch hier etwas succedan und gibt leicht zu Fehlzählungen Veranlassungen. Auszählbare Dyadenkerne konnten leider nicht angetroffen werden; da die Tetraden normal sind und degenerierte Pollenkörner nie beobachtet wurden, dürfte die Reduktionsteilung jedoch normal verlaufen.

Die Wurzelspitzen zeigten im Querschnitt relativ wenige, aber sehr große Zellen. In den Kernplatten waren deutlich 24 Chromosomen zu erkennen. Sie liegen verhältnismäßig gut isoliert und gleichen wurstförmigen Gebilden (Abb. 28). Die winklig gebogenen Chromosomen sind

vermutlich nicht zweischenklig, da ich ein „constriction“ nicht erkennen konnte.

Von der nahe verwandten *Dorstenia Barteri* BUR. wurde mir eine fixierte Inflorescenz aus dem botanischen Garten in Bonn überlassen. Verschiedene Pollenmutterzellen zeigten in der Metaphase der heterotypischen Teilung 12 annähernd gleich große, kugelige Chromosomen. Die Reduktionsteilung verläuft normal.

Dorstenia Mannii ENGL. besitzt wie *Dorstenia multiradiata* und *D. Barteri* ein fast rundes Receptaculum. Die Bracteen sind zum Unterschied von den vorherigen Arten gleich groß.

In den untersuchten Wurzelspitzen konnte ich 48 Chromosomen zählen. Sie sind zum größten Teil kurz und gedrunken. Zweischenklig Chromosomen dürften wohl auch hier nicht vorhanden sein, wenn auch verschiedene starkwinklig gebogen sind (Abb. 29). *Dorstenia Mannii* stellt somit eine tetraploide Form der Grundzahl 12 dar.

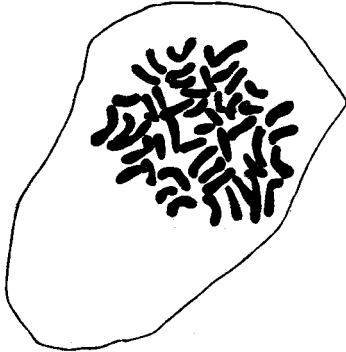


Abb. 29. Somatische Kernplatte aus der Wurzelspitze von *Dorstenia Mannii* ENGL.

Dorstenia yambuyaensis DE WILD., fälschlich oft als *Dorstenia usambariensis* ENGL. geführt, gehört mit zu den schönsten Formen dieser Gattung. Die Inflorescenz ist wie bei *Dorstenia multiradiata* unregelmäßig rund, jedoch kleiner, stark gewölbt und von einem Kranz zahlreicher, verschieden langer Bracteen umgeben (Abb. 30). Die Blätter sind unbehaart, lanzettlich bis oval und nahezu glattrandig. Die Pflanzen meiner Kultur entstammen den botanischen Gärten in Bonn, Paris, Kew und Edinburgh.

In den chromosomalen Verhältnissen finden wir gegenüber der *Dorstenia convexa* nichts Neues. Die haploide Zahl ist gleichfalls 12 (Abb. 31). In der homöotypischen Teilung ist die Chromosomenform wie die für *Dorstenia convexa* angegebene.

Von *Dorstenia plumariaefolia* FISCH. et MEY. erhielt ich Blütenmaterial ebenfalls aus dem Botanischen Garten Bonn. Auf Grund der fixierten zerkleinerten Inflorescenz konnte ich leider diese Species nicht nachbestimmen. Nach dem Ergebnis der zytologischen Studien dürften wir es jedoch nicht mit dem Receptaculum von *Dorstenia plumariaefolia* zu tun haben. Eingehende Nachforschungen ergaben, daß das in Bonn vorhandene Exemplar wahrscheinlich mit *Dorstenia elata* zu identifizieren ist. Eine andere Inflorescenz konnte ich zur Nachprüfung infolge Materialmangels nicht bekommen. Der vegetative Teil kann nach der Beschreibung von BUREAU (1873) von dem der nahe verwandten *Dorstenia*

elata nur sehr schwer unterschieden werden. Da in Bonn nur ein Exemplar als *Dorstenia plumariaefolia* geführt wird, war es nicht möglich, lebendes Material aus diesem Garten zu bekommen. Das fragliche Exem-



Abb. 30. *Dorstenia yambuyaensis* DE WILD.

plar war jedoch aus dem botanischen Garten in München bezogen. Die Verwaltung dieses Gartens stellte mir bereitwilligst eine kräftige Pflanze „*Dorstenia plumariaefolia*“ zur Verfügung. Die sehr junge Inflorescenz hatte aber durch den Transport sehr gelitten und fiel bald ab. Nach der Form dieser Inflorescenz zu urteilen, handelt es sich auch bei diesem Exemplar um *Dorstenia elata*. Trotzdem die genaue Bestimmung dieser Species noch aussteht, möchte ich sie wegen der interessanten zytologischen Ergebnisse anführen.

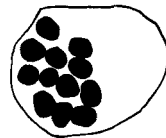


Abb. 31. Heterotypische Metaphase von *Dorstenia yambuyaensis* DE WILD.

Die haploide Chromosomenzahl beträgt 13. Von diesen 13 Chromosomen zeichnet sich eins durch sein sehr geringes Volumen aus (Abb. 32). Auch in der Diakinese ist dieses kleine Chromosom deutlich zu sehen. In

der Anaphase wandert es den großen Chromosomen voran und hat oft schon den Spindelpol erreicht, wenn die restlichen noch in der Äquatorialplatte liegen. Verschiedene Anaphasen zeigten eine Querteilung dieses kleinen Chromosoms. Die Verteilung dieser Hälften auf die Tochterkerne scheint unregelmäßig stattzufinden. Bei zwei Anaphasen konnte ich beide Chromosomenteile in einer Spindelhälfte sehen (Abb. 33). Leider waren die Chromosomen in den Dyaden- und Tetradenkernen nicht auszählen. So kann ich keine Entscheidung darüber treffen, ob das kleine Chromosom ein bivalentes mit verringertem Volumen oder ein univalentes Chromosom darstellt, welches in den beiden Teilungen eine doppelte Längsspaltung erfährt, die bei univalenten Chromosomen anderer Pflanzen häufig beobachtet wurden (CLAUSEN 1926, KARPETSCHENKO 1924 u. a.). Der erste Fall würde einer phylogenetischen Chromosomendiminition entsprechen, wie sie von DELAUNAY (1926) bei *Muscari* und *Orni-*

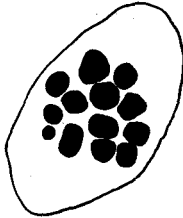


Abb. 32. Heterotypische Metaphase von *Dorstenia plumariaefolia* FISCH. et MEY.

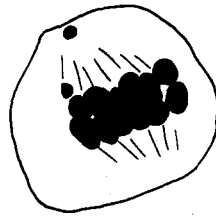


Abb. 33. Frühe Anaphase in Seitenansicht von *Dorstenia plumariaefolia* FISCH. et MEY.

thogalum und JARETZKY (1929) bei den Cruciferen als verwirklicht gefunden wurde.

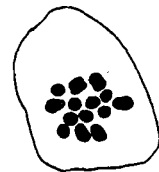
Dorstenia psilurus WELW. ist der erste Vertreter der Gattung mit linearem Receptaculum. Die im tropischen Afrika einheimische Art hat einen krautigen, 3—7 dm hohen Stengel, an dem sich die deutlich gezähnten Blätter in verschiedenem nach oben hin immer kleiner werdenden Abstand befinden. Das Receptaculum ist schiffchenförmig und etwa 3 cm lang. Da die Inflorescenz sich asymmetrisch entwickelt, entsteht ein langes Horn, das in eine 5—6 cm lange Bractee mündet, und ein kurzes Horn mit einer Bractee von 1 1/2 cm (Abb. 34). Die langen ovalen Blätter sind zugespitzt und tief eingeschnitten. Wie ich (1930 a) schon mitteilte, zeigt das Androeceum starke Degenerationserscheinungen. Ich habe Inflorescenzen dieser Art mehrere Male im Hamburger Botanischen Garten und auch im Warmhaus unseres Botanischen Gartens fixiert, dazu dann noch die Pflanzen bevorzugt, die ich aus den verschiedensten Gärten wie Bonn, Frankfurt, Breslau und Münster bezogen hatte, und habe nie eine einwandfreie Polplatte erhalten können. Die Chromosomen liegen meistens ungeordnet in der Spindel und oft derart dicht, daß eine eindeutige Zählung unmöglich war. Wie aus Abb. 35 zu sehen ist, schien diese Species haploid 14 Chromosomen zu haben. Wenigstens konnte ich

14 Einheiten in der Metaphase der heterotypischen Teilung feststellen. Die Chromosomen waren verschieden groß, so daß nicht gerade zu ersehen war, ob es sich bei den größeren um ein abnorm großes oder um zwei verklumpte Chromosomen handelte. Auch das Abschrecken der Inflorescenz mit kaltem Wasser vor der Fixierung und das durch Evakuieren hervorgerufene plötzliche Eindringen der Fixierlösung führten zu keinem anderen Ergebnis. Die Seitenansicht der heterotypischen Teilung zeigte ein unregelmäßiges Wandern der Chromosomen nach den Polen. Für die Degeneration im Androeceum sprechen ferner die verschiedenen Zahlen von Kernen in den Tetraden, die zahlreichen degenerierten Pollenkörner und möglicherweise auch die Sterilität der Pflanze. Nach ENGLER (1898) und BURBAU (1873) fructificiert

Abb. 34. *Dorstenia psilurus* WELW.

Dorstenia psilurus im tropischen Afrika. Pflanzen aus dem Herbar des Botanischen Museums in Berlin-Dahlem zeigen deutlich die Fertilität dieser Species. So wird es sich wohl, wie ich bereits ausführte, um eine Degenerationserscheinung handeln, die durch die für diese Pflanze abnorme Kulturbedingung unserer Warmhäuser verursacht ist.

War es mir nicht möglich, den Chromosomensatz durch die haploide Zahl festzulegen, so führten die Untersuchungen der Wurzelspitzen dieser Species zu einem guten Ergebnis. Die Metaphasen der homöotypischen Teilungen zeigten einwandfrei 40 Chromosomen. Sie zeichnen sich durch ihre Größenunterschiede aus und lassen verschiedene winklige Chromosomen erkennen (Abb. 36). Infolge des hohen Chromosomensatzes,

Abb. 35. Heterotypische Metaphase von *Dorstenia psilurus* WELW.

der relativ kleinen Zahl von guten Metaphasenansichten und des geringen Materialbestandes war es nicht möglich, die einzelnen Chromosomen in verschiedenen Kernplatten zu identifizieren.

Betrachten wir auf Grund des diploiden Satzes noch einmal die Chromosomen der heterotypischen Teilung, so finden wir, daß es sich um 8 kleine und 6 große Chromosomen handelt, von denen die letzteren deutliche Einschnürungen zeigen. Bei diesen Chromosomen haben wir es wahrscheinlich mit je zwei verklumpten Einheiten zu tun. Somit können wir den haploiden Satz von 20 Chromosomen konstruieren.

Dorstenia Massoni BUR. stammt auch aus dem tropischen Afrika und ist nach der Inflorescenz und Blattform sehr nahe mit *Dorstenia psilurus* WELW. und *Dorstenia scabra* ENGL. verwandt. Diese Art verdient durch die Versuche CHIFF-

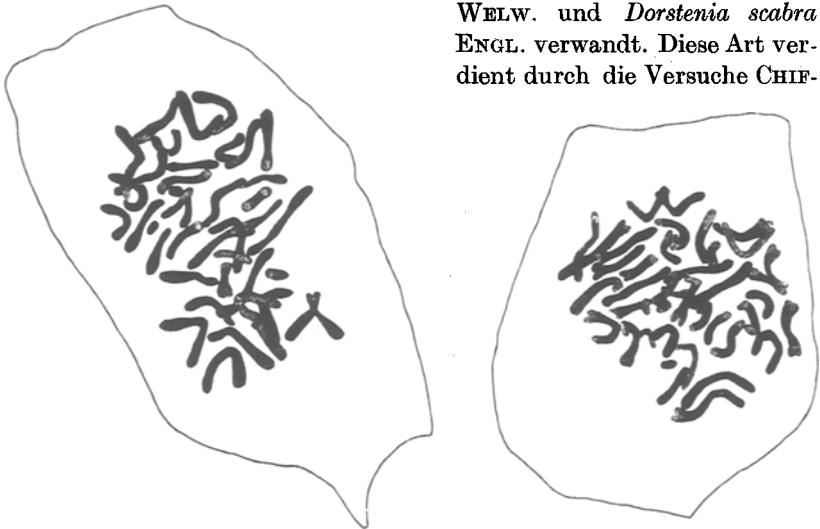


Abb. 36.

Abb. 37.

Abb. 36. Kernplatte aus der Wurzelspitze von *Dorstenia psilurus* WELW. — Abb. 37. Somatische Kernplatte aus dem Wurzelgewebe von *Dorstenia Massoni* BUR.

FLOTS (1911) besondere Beachtung. Ihm war es durch wiederholtes Abschneiden der Seitensprosse und Auskneifen der Vegetationsspitze gelungen, Variationen in der Form des Receptaculum hervorzurufen. Es handelt sich dabei um einen neuen Fall teratologischer Bildung. CHIFFLOT konnte bei einigen Inflorescenzen feststellen, daß das innere Horn ein abnorm starkes Wachstum erfuhr, so daß es dem äußeren vollständig gleich wurde. So entstand ein spitzer Winkel, ein Zweizack (siehe Zeichnung CHIFFLOT 1911, 448). Die entstandene Inflorescenz ähnelt sehr stark derjenigen von *Dorstenia multiformis* v. *Ceratosanthes*. Trotzdem ist eine enge Verwandtschaft mit dieser Species sehr unwahrscheinlich, da *Dorstenia Ceratosanthes* stengellos ist und an ihren Inflorescenzen außer den endstämmigen Bracteen zahlreiche quer zur Längs-

achse des Receptaculums stehende Bracteen vorhanden sind. Zytologisch ist diese Annahme auch bestätigt. In Wurzelspitzen von *Dorstenia Massoni* konnte ich 40 Chromosomen zählen. *Dorstenia multiformis* v. *Ceratosanthes* besitzt aber diploid 32 Chromosomen. Die Chromosomen in den somatischen Kernplatten von *Dorstenia Massoni* sind verschieden groß und oft stark gebogen (Abb. 37).

Als letzte Species der Gattung *Dorstenia* untersuchte ich *Dorstenia scabra* (BUR.) ENGL. Sie ist sehr nahe mit *Dorstenia psilurus* verwandt und wurde von BUREAU (1873) als Varietät dieser Species geführt. Im Wuchs gleichen sich beide Arten vollkommen. *Dorstenia scabra* hat jedoch ganzrandige Blätter — die ausnahmsweise an der Spitze ein wenig gezähnt sind — und kleinere endständige Bracteen als *Dorstenia psilurus*. Im Androeceum war bei der aus Bonn erhaltenen Art und bei der im Berliner Botanischen Garten fixierten Varietät *denticulata* ENGL. die gleiche Degenerationserscheinung wie bei *Dorstenia psilurus* festzustellen. Eine Verklumpungstendenz scheint hier jedoch nicht vorzuherrschen; denn verschiedentlich konnte ich einigermaßen deutlich 18—20 Chromosomen zählen. Auch von dieser Art untersuchte ich daher die Wurzelspitzen und fand in den Kernplatten der somatischen Teilung 40 Chromosomen (Abb. 38). Augenscheinlich hat diese Species mehr kleinere, jedoch gedrungener stäbchenförmige Chromosomen als *Dorstenia psilurus* und *D. Massoni*. — Die Angehörigen der

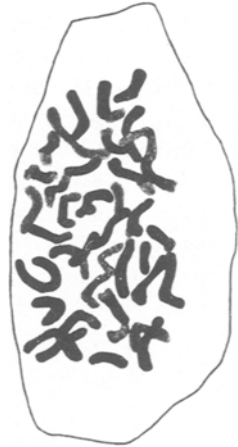


Abb. 38. Kernplatte aus der Wurzelspitze von *Dorstenia scabra* (BUR.) ENGL.

2. Unterfamilie *Artocarpoidae*

besitzen stets gerade Staubgefäße. Der Same befindet sich am Scheitel des Fruchtknotens und enthält einen Embryo, der entweder wie bei den *Olmedieae* und *Brosimeae* gerade oder wie bei den *Ficeae* gekrümmt ist.

Tribus I: *Euartocarpeae*. — Die Vertreter dieser Tribus haben einen geraden oder gekrümmten Embryo und wie die *Olmedieae* eingeschlechtige Inflorescenzen.

Vermittels der freundlichen Unterstützung der Verwaltung des Bonner Botanischen Gartens konnte ich Wurzelspitzen von *Artocarpus Cannoni hort.* untersuchen. Die Chromosomen sind in den Wurzelspitzen bedeutend kleiner als diejenigen der Dorstenien und Ulmaceen. Die geringe Chromatinmasse ist für alle nachfolgenden Gattungen kennzeichnend. Die Chromosomen liegen bei *Artocarpus Cannoni* einigermaßen gut isoliert. In den somatischen Kernplatten konnte ich 28 kurze,

stäbchenförmige Chromosomen erkennen. Verschiedentlich sind bei einigen Chromosomen Einschnürungen wahrzunehmen.

Eine tetraploide Species dieser Tribus ist *Cudrania triloba* HANCE. Die haploide Chromosomenzahl gibt SINOTO (1928) mit 28 an. Die Zahl 14 finden wir somit auch in den ursprünglichen Gattungen der *Artocarpoidae*. — Von der

Tribus II: *Olmedieae* konnte ich kein Material für meine Untersuchungen bekommen. Somit wende ich mich nach ENGLER zu der

Tribus III: *Brosimeae*, deren Angehörige sich darin auszeichnen, daß die Inflorescenz nur eine weibliche Blüte besitzt, die von zahlreichen männlichen Blüten umgeben ist.

Von der nur sehr wenige Species umfassenden Gattung *Brosimum* SWARTZ untersuchte ich *Brosimum Alicastrum* BROWN. Die Inflorescenzen dieser im tropischen Amerika heimischen Species sind kugelig. Da die im Kieler Botanischen Garten befindliche Pflanze keine Inflorescenzen entwickelte, unterzog ich die Wurzelspitzen einer Bearbeitung.



Abb. 39. Somatische Kernplatte aus dem Wurzelgewebe von *Brosimum Alicastrum* Sw.

Die Chromosomen gleichen in den somatischen Kernplatten mittellangen Stäbchen und sind sehr oft verschlungen oder eng gelagert, so daß eine Zählung verhältnismäßig schwierig ist. Einige gute Kernplatten waren immerhin zu bekommen. In der Polansicht dieser Platten konnten 26 Chromosomen gezählt werden. Wie die Abb. 39 zeigt, sind die Chromosomen verschieden groß.

Tribus IV: *Ficeae* besitzt in der Gattung *Ficus* die größte Artenzahl aller *Moraceae*. Bisher sind nahezu 600 Species bekannt geworden, die in Asien, dem tropischen Afrika und tropischen Amerika sehr verbreitet sind. Die Inflorescenzen enthalten beiderlei Geschlechter, sie sind becherförmig und nahezu geschlossen. Das Ostiolum ist mit kleinen Bracteolen versehen. Diese sind sehr verschieden angeordnet und haben MILDBRAED u. BURRET (1912) wichtige Anhaltspunkte für die Systematik der *Ficeae* gegeben (vgl. Kapitel V).

Über die chromosomalen Verhältnisse der *Ficeae* hat Miss CONDIT (1928) einige wenige Angaben gemacht. Sie untersuchte sieben Arten aus drei verschiedenen Sektionen. Mit Ausnahme von *Ficus glomerata* ROXBG. konnte die diploide Zahl auf 26 festgelegt werden. *Ficus glomerata* hat nach CONDIT sehr wahrscheinlich 24 Chromosomen diploid. Da *Ficus pseudo-carica* MIQ. und *Ficus palmata* FORSK. entgegen der Meinung der Forscherin identisch sind (siehe MILDBRAED u. BURRET 1912, 189), waren somit fünf einwandfreie Zahlen für diese Gattung bekannt. Ich unterzog ergänzend weitere Species der *Ficeae* einer Untersuchung. Die Inflorescenzen kommen bei den meisten Pflanzen in den Warmhäusern sehr selten zur Entwicklung. Die wenigen Blütenstände, die ich fixieren

konnte, waren nie im günstigen Alter. So mußte ich meine Studien auf die Untersuchungen der Wurzelspitzen beschränken.

Bei *Ficus elastica* ROXBG. zeigten die bearbeiteten Wurzelspitzen die von CONDIT (1928) angegebenen 26 stäbchenförmigen Chromosomen.

Ficus pandurata HANCE¹. — Im Kieler Botanischen Garten fixierte ich von dieser Species Wurzelspitzen. Die Kernteilung verläuft normal und läßt in der Metaphase der somatischen Teilung ebenfalls 26 Chromosomen erkennen. Sie unterscheiden sich deutlich durch ihre Größe. So sind (Abb. 40) 4 große Chromosomen zu erkennen, von denen das eine ein bis zwei deutliche Einschnitte zeigt. Da dieses Chromosom jedoch auch in anderen Kernplatten wiederzufinden war, scheint es sich nicht um eine Verklumpung zweier Chromosomen zu handeln. Diese Form dürfte vielmehr für die Art charakteristisch sein.

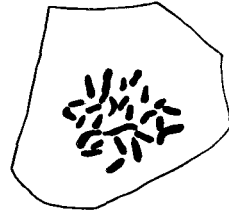


Abb. 40. Metaphase in Polansicht aus der Wurzelspitze von *Ficus pandurata* HANCE.

Ficus Parcelli VEITCH. ist leicht durch die großen, hellgrau gefleckten Blätter zu erkennen. Die weißen Inflorescenzen sind wie die Blätter leicht behaart. Am Grunde des Receptaculum befinden sich drei Bracteen in gleicher Höhe. Zahlreiche Metaphasen der somatischen Kernteilung gestatteten eine einwandfreie Zählung. Die diploide Zahl ist ebenfalls 26. Die Chromosomen sind jedoch durch zwei oft winklig gebogene Kernfäden ausgezeichnet.

In Abb. 41 habe ich die charakteristische Kernplatte von *Ficus altissima* BLUME wiedergegeben; 4 Chromosomen sind besonders groß. 2 von ihnen fand ich oft ebenfalls winklig gebogen. Eine Durchschnürung konnte ich nicht feststellen, und somit möchte ich die diploide Zahl auch für diese Species mit 26 angeben.

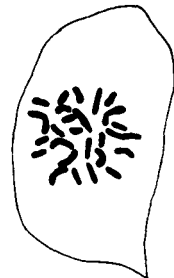


Abb. 41. Kernplatte aus dem Wurzelgewebe von *Ficus altissima* BLUME.

Im Botanischen Garten Berlin-Dahlem erhielt ich Wurzelspitzen von *Ficus Schlechteri*. Sie waren jedoch nach CARNOY behandelt und eigneten sich nicht gut für das Auszählen der Chromosomen. Eine einwandfreie Zählung war nicht möglich, die diploide Chromosomenzahl dürfte aber 26 sein.

Ficus triangularis WARB. ist auch unter dem Namen *Ficus Leprieuri* MIQ. bekannt. Die Blätter sind meistens, wie der Name sagt, dreieckig und am Ende etwas gebuchtet. Die Blattform kann aber variieren. So findet man nach MILDBRAED (1912) hin und wieder an demselben In-

¹ In meiner früheren Schrift habe ich diese Pflanze als *Ficus panduraefolia* geführt. Genauere Nachbestimmungen haben jedoch ergeben, daß wir sicher *Ficus pandurata* vor uns haben.

dividuum auch ovale Blätter. Die Rezeptakeln sind schmal und lang gestielt. Eine einwandfreie Bestimmung der diploiden Chromosomenzahl war leider nicht möglich. 2 Chromosomen besitzen, wie ich in Abb. 42 dargestellt habe, einen deutlichen Einschnitt. Wenn es sich bei diesen fraglichen Chromosomen um je zwei verklumpte Einheiten handeln sollte, betrüge die Diploidzahl 28. Doch fand ich diese eingeschnürten Chromosomen auch in anderen Platten. Demnach dürften wir es wahrscheinlich mit zwei arteigentümlichen Chromosomen zu tun haben. Die diploide

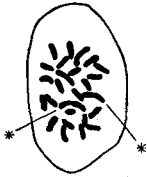


Abb. 42.



Abb. 43.

Abb. 42. Somatische Kernplatte von *Ficus triangularis* WARB. — Abb. 43. Somatische Kernplatte aus der Wurzelspitze von *Ficus benghalensis* L.

Zahl ist sehr wahrscheinlich 26. — Das fixierte Wurzelmaterial von *Ficus sycomorus* L. entstammt einer jungen Pflanze aus dem Bonner Botanischen Garten. Die kleinen, stäbchenförmigen Chromosomen liegen oft äußerst dicht beieinander. Ich konnte nur sehr wenig einwandfreie somatische Kernplatten finden. In diesen war die diploide Chromosomenzahl 26.

Ficus benghalensis L. hingegen scheint etwa 28 Chromosomen zu haben. Die Abb. 43 gibt eine typische Kernplatte aus dem Wurzelgewebe dieser Species wieder; die mir unsicher erscheinenden Chromosomen habe

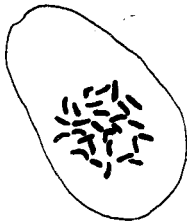


Abb. 44. Kernplatte aus der Wurzelspitze von *Ficus quercifolia* ROXBG.

ich mit einem Stern kenntlich gemacht. Beim geringen Drehen der Mikrometerschraube glaubte ich eine Durchschnürung der beiden Chromosomen zu sehen. Die Diploidzahl müßte demnach sehr wahrscheinlich 28 betragen.

Bei *Ficus quercifolia* ROXBG. war eine Entscheidung über die Höhe der Chromosomenzahl unschwer zu treffen. Die oft leicht gebogenen Chromosomen zeigten keine Einschnürung. In mehreren Metaphasen der somatischen Teilung konnte ich 28 gut isoliert liegende Chromosomen zählen (Abb. 44). Diese Species ist somit die erste untersuchte Art der *Ficeae*, die einwandfrei einen von 26 verschiedenen Chromosomensatz besitzt. Auf die Beziehung der Chromosomenzahlen zu der Systematik dieser Gattung werde ich im Kapitel V ausführlich eingehen.

Wir kommen nun zu der Besprechung der nächsten Unterfamilie.

3. Unterfamilie: *Conocephaloideae*.

Die Staubgefäße sind ebenfalls gerade wie bei den *Artocarpoideae*; auch die Blätter sind in der Knospenlage eingerollt. Der Same befindet sich jedoch bei vielen Angehörigen dieser Gruppe schon am Grunde des Fruchtknotens. Da auch die Urticaceen eine grundständige atrope

Samenanlage besitzen, bilden die *Conocephaloideae* vielleicht eine Übergangsgruppe. Von dieser Unterfamilie konnte ich zwei Species der Gattung *Cecropia* L. untersuchen. Die Blütenstände gleichen walzenförmigen Scheinähren. Sie sind eingeschlechtig und stehen oft sehr zahlreich in dem Schutz eines Hochblattes. Die Blätter sind mannigfach tief gelappt.

Im Tropenhaus des Botanischen Gartens Berlin-Dahlem konnte ich Wurzelspitzen von *Cecropia palmata* WILD. fixieren. Das angewendete Fixiergemisch (CARNOY) hatte durch das Aufquellen der Chromosomen leider die Herstellung guter Präparate verhindert. Die diploide Chromosomenzahl ist sehr wahrscheinlich 28.

Die gleiche diploide Zahl konnte ich bei der nahe verwandten *Cecropia peltata* L. feststellen. Das Wurzelmaterial wurde im Kieler Botanischen Garten nach NAWASCHIN fixiert. Die Chromosomen ähneln sehr denjenigen der vorher beschriebenen Art. In Abb. 45 habe ich die Polansicht einer somatischen Metaphase wiedergegeben. Wir können 28 gut isoliert liegende Chromosomen erkennen. Die Wurzelspitzen dieser Species hatte ich vorher mit dem Fixiergemisch CARNOY behandelt. Nach den anfangs erhaltenen Bildern schien *Cecropia peltata* 26 Chromosomen diploid zu besitzen. Diese Zahl kann ich nun endgültig auf 28 festlegen.

An die *Conocephaloideae* schließt ENGLER die

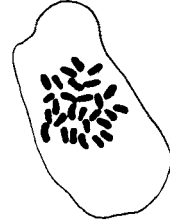


Abb. 45. Polplatte aus der Wurzelspitze von *Cecropia peltata* L.

4. Unterfamilie: *Cannaboideae*

an, während sie von DE CANDOLLE als besondere Ordnung und von WETTSTEIN und KARSTEN als gesonderte Familie geführt wird. Die Staubgefäße sind wie bei den *Artocarpoideae* und *Conocephaloideae* stets gerade. Die Samenanlage hingegen befindet sich wie bei den ältesten Gruppen der *Urticales* am Scheitel des Fruchtknotens und ist anatop. Im Kapitel V werde ich auf die systematische Stellung der *Cannaboideae* zu sprechen kommen. Vorweg möchte ich noch bemerken, daß BITZEK (1928) eine Annäherung dieser Gruppe an die *Ulmaceae* sieht.

Die krautigen diözischen Pflanzen der beiden bekannten Gattungen *Humulus* L. und *Cannabis* TOURN. sind in Mitteleuropa weit verbreitet.

Über die chromosomalen Verhältnisse der beiden Gattungen sind wir durch zahlreiche Arbeiten verschiedener Forscher eingehend unterrichtet. Eine erneute zytologische Untersuchung würde nur eine Wiederholung der zuletzt (1929) bekannt gewordenen Daten bedeuten, weshalb ich von der Bearbeitung der beiden Gattungen Abstand genommen habe. Ich kann mich darauf beschränken, auf die neuesten Arbeiten von KIHARA (1929), SINOTO (1929), TUSCHNIAKOWA (1929) und WINGE (1929) zu verweisen.

3. Familie: Urticaceae.

Diese neben den *Moraceae* umfangreichste Familie der *Urticales* ist in den Tropen und den gemäßigten Zonen weit verbreitet und setzt sich meistens aus perennierenden ein- oder mehrjährigen Kräutern zusammen. Nur selten finden wir Strauch- oder gar Baumform vor. Cystolithen sind allgemein verbreitet. Milchschaftschlauchähnliche Gebilde sollen, wie schon hervorgehoben, nach BITZEK (1928) vorkommen. Die Staubgefäße sind meist in Vierzahl vorhanden. In der Knospenanlage sind sie gekrümmt. Die Samenanlage ist stets atrop und befindet sich am Grunde des Fruchtknotens.

Tribus I: *Urerae*. — Die *Urerae* bilden die erste Tribus, die sich durch die Brennhaare von den anderen Triben unterschiedlich zeigt. Die Blüten sind vorwiegend monözisch und vierteilig.

Gattung *Urtica* L. Die ersten Angaben über die Chromosomenzahlen dieser Gattung liegen von STRASBURGER (1910) vor. Er stellte für *Urtica dioica* L. die haploide Chromosomenzahl 16 fest. Die Diakinese erschien ihm zum Auszählen am geeignetsten, trotzdem die Chromosomen in der Diakinese nicht immer paarweise beieinander lagen. In diploiden Zellen waren vielfach 32 Chromosomen zu zählen. „Doch konnten unterbliebene Trennungen bei der Sonderung der Chromosomen auch kleinere Zahlen für die Kernplatte ergeben“ (STRASBURGER 1910, 246). MEURMAN (1925) fand in den Metaphasen der heterotypischen Teilung 24 Chromosomen. Für diploide Kerne männlicher Pflanzen verzeichnet er außerdem ein ungleiches Chromosomenpaar x, y, welches er als Geschlechtschromosomenpaar deutet. HEITZ (1925/26) fand ebenfalls dieselbe diploide Chromosomenzahl.

Für *Urtica urens* L. gab STRASBURGER (1910) ebenfalls $n = 16$ an. Auch diese Zahl konnte von MEURMAN (1924/25) nicht bestätigt werden. Er sah in Diakinesen und Metaphasen der homöotypischen Teilung stets 12 Chromosomen.

Von *Urtica pilulifera* L. waren nur die Wurzelspitzen zytologisch bearbeitet (HEITZ 1926). Ich hielt daher eine ergänzende Untersuchung für angebracht. Die Pollenfächer zeichnen sich besonders dadurch aus, daß sie, wie überhaupt alle bisher untersuchten Vertreter der Urticaceen, mit einer außerordentlich großen Zahl kleiner Pollenmutterzellen gefüllt sind. TISCHLER (1910) hatte für den Pollen von *Elatostema* einen Durchmesser von nur 0,010 zu 0,012 mm gemessen. Auch für *Boehmeria* vermochte er die kleinen Ausmaße der Pollenkörner anzugeben. Durch die geringe Größe der Pollenmutterzellen wurde ein eingehendes Studium der chromosomalen Verhältnisse sehr erschwert. Dazu kam noch, daß die Chromosomen starke Neigung zur Verklumpung zeigen, und das Zytoplasma sich zugleich mit färbt. Trotzdem erhielt ich aber verschiedene klare Metaphasenplatten, in denen stets 13 Chromosomen ersichtlich waren (Abb.46).

Somit kann ich die von HEITZ (1926) angegebene diploide Zahl 24 nicht bestätigen. Seitenansichten der Anaphasen zeigten, daß die Chromosomen ohne Nachzügler an die Pole wandern. Anomale Tetraden oder degenerierte Pollenkörner wurden nicht beobachtet. Die Exine des Pollens ist, wie TISCHLER (1910) auch für *Elatostema* feststellte, glatt.

Urtica Dodartii L. ist ebenfalls von HEITZ (1926) untersucht und besitzt diploid 24 Chromosomen. Blütenmaterial dieser Species konnte ich nicht für meine Untersuchungen beziehen.

Tribus II: *Procridaeae*. — Gattung *Pilea* LINDL. Die etwa über 100 Arten zählende Gattung ist im tropischen Amerika am zahlreichsten vertreten. Es handelt sich um kleine, staudenbildende Individuen, die wegen ihrer schönen Blattform und ihres oft zierlichen Wuchses als Zierpflanzen in den Warmhäusern gezogen werden. Die monözischen Blüten, von denen die männlichen meistens vierteilig und seltener zwei- bis dreiteilig sind, sind sehr klein und unscheinbar. Ein Pistillrudiment ist in ihnen vorhanden. Die weibliche Blüte ist dreiteilig. Sie zeichnet sich dadurch aus, daß der mittlere Teil kapuzenförmig gestaltet ist und die beiden anderen an Größe überragt. Die Untersuchung der Reduktionsteilung mißlang mir, da die wenigen sich in richtigem Teilungsstadium befindlichen Blüten starke Verklumpung der Chromosomen zeigten. Oft wurde auch das Zytoplasma mit gefärbt. Die Tetraden waren normal; ebenso konnten degenerierte Pollenkörner nicht gesehen werden. Erfolgreich jedoch waren meine Untersuchungen an den Wurzelspitzen.

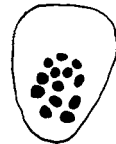


Abb. 46. Heterotypische Metaphase von *Urtica pilulifera* L.



Abb. 47. Polplatte aus der Wurzelspitze von *Pilea serpyllacea* HOOK. et ARN.

Pilea serpyllacea HOOK. et ARN. = *Pilea serpyllifolia* hort. besitzt zahlreiche bis $\frac{1}{2}$ m hohe Stengel, an denen sich viele kleine, verkehrt-eiförmige Blätter befinden. Die Wurzelspitzen zeigten reichlich Teilungen und ließen kleine stäbchenförmige Chromosomen erkennen. Trotz der hohen Zahl waren sie gut isoliert. In verschiedenen Metaphasen der somatischen Kernteilung konnte ich einwandfrei 52 Chromosomen zählen (Abb. 47). Sie sind alle gleich geformt und von nahezu gleicher Größe. — *Pilea grandis* WEDD. ist von der oben beschriebenen Species durch kräftigen Wuchs und bedeutend größere Blätter verschieden. Die fixierten Wurzelspitzen lieferten auch hier brauchbare Bilder. In den Kernplatten der somatischen Teilung waren leicht 24 Chromosomen zu zählen. 2 Chromosomen zeichnen sich durch ihre Größe vor den anderen aus; sehr oft sind sie winkelig.

Gattung *Pellionia* GAUD. — Die zu dieser Gattung gehörigen Arten sind vorwiegend im tropischen und östlichen Asien anzutreffen. Die

männlichen Blüten sind dreiteilig und weit größer als die weiblichen, die sich durch ein fünfteiliges Perianth auszeichnen. Sie bilden trugdoldige Blütenstände. Auffallend ist bei allen Pellionien die Anisophyllie.

Von *Pellionia Daveauana* N. E. BR. fixierte ich im Kieler Botanischen Garten Blütenknospen, in denen ich sämtliche Teilungsstadien fand. Die Pollenmutterzellen sind ebenfalls außerordentlich klein, dafür aber sehr zahlreich, so daß im Pollenfachlängsschnitt ungefähr 500 Pollenmutterzellen zu zählen waren. So konnte ich auch auf Grund vieler Metaphasen der heterotypischen Teilung die haploide Zahl 13 durchaus sicher feststellen. Die Chromosomen sind kugelig und von verschiedener Größe. Die Anaphase zeigt in Seitenansicht ein vollkommen gleichmäßiges Wandern der Chromosomen. In der homöotypischen Teilung haben die Chromosomen noch die kugelige Gestalt beibehalten. Die Tetradenbildung geschieht nach der üblichen „Furrowing“-Methode.

Pellionia pulchra N. E. BR. ist mit obiger Art sehr nahe verwandt. Im Botanischen Garten Berlin-Dahlem erhielt ich Stecklingsmaterial dieser Species. Die Stecklinge gingen leicht an und lieferten schon nach 2 Wochen mehrere relativ dicke Wurzeln. Die untersuchten Wurzelspitzen zeigten in den Metaphasen der somatischen Kernteilung 26 Chromosomen. Diese Species hat somit den gleichen Chromosomensatz wie *Pellionia Daveauana*. Anders verhält sich hingegen *Pellionia begoniaefolia hort.*, die sich durch grüne, stark asymmetrisch geformte Blätter auszeichnet. Die zytologische Untersuchung der

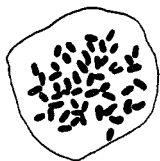


Abb. 48. Polansicht der somatischen Kernteilung von *Pellionia begoniaefolia hort.*

Wurzelspitzen erwies die Pflanze als tetravalent. Die Chromosomen sind sehr klein, ellipsoidisch bis kurz stäbchenförmig. Verschiedene Metaphasen ließen in Polansicht 52 Chromosomen erkennen (Abb. 48).

Gattung: *Elatostema*. — Etwa 50 Arten dieser Gattung sind vorzugsweise in Ostasien und im Indo-Malaiischen Gebiet zu Hause. Nur wenige kommen im tropischen Afrika vor. Die weiblichen Blüten sind meist dreiteilig und zu einem Receptaculum vereinigt. Die männlichen Blüten besitzen ein 4–5blättriges Perianth. Die Blätter zeichnen sich wieder durch starke Anisophyllie aus.

Angaben über die Kernverhältnisse dieser Gattung liegen von STRASBURGER (1910) über *Elatostema sessile* L. und *Elatostema acuminatum* BRONGN. vor. Für beide Species gibt der genannte Forscher $n = 16$ an. Die Chromosomenzahl erschien mir für die *Urticaceae* zu groß. Von *Elatostema acuminatum* konnte ich kein Material bekommen. Jedoch war es mir möglich, Wurzelspitzen von *Elatostema sessile* zu untersuchen. In verschiedenen Kernplatten lagen die kleinen, stäbchenförmigen Chromosomen gut isoliert. Sie zeigten nicht, wie nach STRASBURGER zu errechnen war, 32, sondern 52 Chromosomen (Abb. 49). Somit würden wir in *Elato-*

stema sessile eine tetraploide Form der Zahl 13 vor uns haben. Die andere von mir untersuchte Species *Elatostema sinuatum* HASSK. besitzt 28 Chromosomen diploid. n würde somit 14 sein. Die Chromosomen gleichen schmalen Stäbchen und sind oft stark verschlungen. Ein Auszählen war verhältnismäßig schwierig. Immerhin waren aber verschiedene Kernplatten vorhanden, die die diploide Zahl bestätigten.

Tribus III: *Boehmerieae*. — Gattung *Boehmeria* JACQ. — Diese Gattung umfaßt etwa 45 Arten und ist vorzugsweise in Ostasien und Nordamerika heimisch. Ihre Angehörigen sind monözisch oder diözisch. Sie zeichnen sich alle durch kräftigen Wuchs aus, bilden meistens Sträucher und können sogar Baumform annehmen. Die Blätter erreichen nicht selten eine beträchtliche Größe (*B. macrophylla* DON. 30 cm lang).

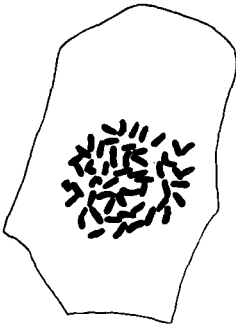


Abb. 49. Somatische Kernplatte aus der Wurzelspitze von *Elatostema sessile* L.

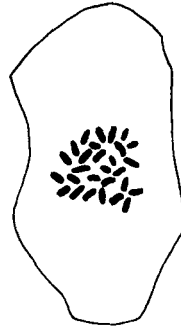


Abb. 50. Kernplatte der somatischen Teilung von *Boehmeria nivea* (L.) HOOK. et ARN.

Boehmeria nivea (L.) HOOK. et ARN. stammt aus Asien. Die langgestielten, wechselständig angeordneten Blätter sind breit elliptisch und am Rande gezähnt. Die Blattunterseite ist silbergrau. Von dieser Species konnte ich nur die Wurzelspitzen untersuchen. Die fixierten Wurzeln zeigten klare Bilder und zahlreiche Kernteilungen. Die Chromosomen liegen in der Metaphase der somatischen Teilung sehr gut isoliert und ermöglichen ein einwandfreies Zählen. Stets konnten 28 stäbchenförmige, nahezu gleich große Chromosomen festgestellt werden (Abb. 50).

Boehmeria biloba WEDD. ist in Japan heimisch. Charakteristisch für diese Art sind die tief gespaltenen Blätter. Sehr selten wurden auch doppelt gespaltene Blätter beobachtet (WEDDEL 1869 und PENZIG 1894). In den botanischen Gärten wird diese Art oft als *Urtica biloba* geführt. Unter diesem Namen ist sie auch von HETZ (1926) untersucht, der die diploide Zahl mit 28 angibt. Diese Zahl kann ich durch meine Untersuchungen bestätigen. Die im Hamburger Botanischen Garten als *Urtica biloba* bezeichnete Pflanze ist mit der für *Boehmeria biloba* angegebenen Beschreibung vollkommen zu identifizieren. Der Name *Urtica biloba*

stellt ein Synonym von *Boehmeria biloba* dar (siehe WEDDEL 1856/57, 373 und 1869, 60).

Gattung: *Pipturus* WEDD. — Von dieser Gattung, deren Vertreter alle diözisch sind, konnte ich *Pipturus propinquus* WEDD. untersuchen. In den Wurzelspitzen waren verschiedene Metaphasen zu finden, in denen 52 Chromosomen zu sehen waren. Sie sind nahezu gleich groß und gleichen kurzen Stäbchen. Zweischenkligige Chromosomen wurden niemals angetroffen. Die Kernteilung verläuft normal.

Gattung: *Myriocarpa* BENTH. — Nur sehr wenige Arten dieser monözischen oder diözischen Gattung sind bekannt. Die Heimat ist Mexiko und Brasilien. Die Blütenstände befinden sich einzeln oder zu mehreren in den Blattachseln und bilden lange, fadenähnliche Trauben oder Ähren.

Von der diözischen *Myriocarpa densiflora* BENTH. fixierte ich im Tropenhaus des Berliner Botanischen Gartens Wurzelspitzen. Die erhaltenen Bilder dieser Wurzelspitzen zeigten 52 sehr kleine, ebenfalls stäbchenförmige Chromosomen (Abb. 51). Somit stellt auch *Myriocarpa* eine polyploide Form der Zahl 13 dar.

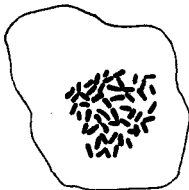


Abb. 51. Kernplatte aus der Wurzelspitze von *Myriocarpa densiflora* BENTH.

Tribus IV: *Parietarieae*. — Gattung: *Parietaria* L. — Die dieser Gattung zugeordneten Species sind dadurch charakterisiert, daß die Blüten, die sich in wenigblütigen, büscheligen Inflorescenzen befinden, entweder zwittrig oder durch Abort weiblich sind. Die Blütenhülle ist vierteilig und bei den weiblichen Blüten röhrig verwachsen. Ich untersuchte zunächst

Parietaria officinalis L. v. *angustifolia*, ein weit verbreitetes perennierendes Kraut, das eine Höhe von nahezu 60 cm erreicht. Die schmalen, lanzettlichen Blätter sind langgestielt.

Die Pollenfächer sind mit einer sehr großen Zahl von Pollenmutterzellen angefüllt, so daß die Beobachtung der Reduktionsteilung sehr leicht war. Sie verläuft vollkommen normal. Interessant ist die Chromosomenzahl. Hier kommt nämlich einwandfrei die haploide Chromosomenzahl 7 vor. Die Reduktion auf die Hälfte der Chromosomenzahl bildet für die vier Familien der *Urticales* eine Ausnahmestellung.

Bei *Parietaria judaica* L. fand ich die Haploidzahl 13. Unter den Chromosomen der heterotypischen Teilung waren 6 kleine und 7 große Chromosomen vorhanden. Wahrscheinlich setzt sich die Chromosomenzahl aus 7 großen und 7 kleinen Chromosomen, von denen ein kleines durch Verschmelzung oder Ausstoßung während der Reduktionsteilung verloren gegangen ist, zusammen. Die Metaphasen der homöotypischen Teilung waren nie auszuzählen. Abb. 52 gibt eine Platte der ersten Teilung wieder.

Die haploide Chromosomenzahl 7 von *Parietaria officinalis* v. *angustifolia* kann ich durch die diploide Zahl von *Parietaria officinalis* bekräf-

tigen. Im somatischen Gewebe eines jungen Blütenstandes fand ich zahlreiche Teilungen, die im Stadium der Metaphase stets 14 kurze, stäbchenförmige Chromosomen erkennen ließen. Da ich von den *Forskähleae* WEDD. kein Untersuchungsmaterial erlangen konnte, komme ich nun zu der Beschreibung der letzten Gattung der *Urticaceae*.

Gattung: *Helxine* REQ. — Die Blüten sind zum Unterschied von *Parietaria* monözisch. Der Blütenstand ist auf eine Blüte reduziert.

Von dieser Gattung untersuchte ich *Helxine Soleirolii* REQ., ein auf Sardinien und Corsica vorkommendes kriechendes Kraut mit sehr dünnen Stengeln und kleinen runden Blättern. Die glockigen, vierspaltigen weiblichen Blüten befinden sich in den Achseln der unteren Blätter, während die mit vierzipfligem Perianth versehenen männlichen Blüten nur in den Achseln der oberen Blätter anzutreffen sind.



Abb. 52. Heterotypische Metaphase von *Parietaria judaica* L.

Die Wurzelspitzen ließen sich nur sehr schwer untersuchen, da sie außerordentlich zart sind. Nach Orientierung über die Zellgröße wurden die Schnitte $6\ \mu$ dick angefertigt. Die Bilder waren klar und ermöglichten eine gute Zählung. Für diese sicher abgeleitete Form konnte ich die diploide Zahl 20 feststellen.

V. Chromosomenzahl und Systematik.

Die große Zahl von zytologischen Arbeiten hat immer deutlicher die enge Beziehung zwischen der Systematik und der Zytologie hervortreten lassen. Die chromosomalen Verhältnisse sind für die Phylogenie einer Pflanzenreihe ein ebenso wichtiges Merkmal geworden wie die morphologischen Charakteristika, die embryologischen oder serologischen Befunde. Jedoch sind umfangreiche Studien erforderlich, um über die Stellung einzelner Pflanzengruppen im System entscheidendes auszusagen. Die vorliegende Arbeit soll nur eine Übersicht über die Kernverhältnisse einer Pflanzenreihe geben. Wir wollen jedoch versuchen, die gefundenen Chromosomenzahlen in das System der *Urticales* einzuordnen, um eine Beziehung zwischen den ursprünglichen und abgeleiteten Formen und den einzelnen jeweiligen Chromosomensätzen zu suchen.

Betrachten wir zunächst die *Ulmaceae*. Wie bereits in den Kapiteln III und IV ausgeführt wurde, können wir sie als ursprünglichste Familie in der Reihe der *Urticales* auffassen. Die untersuchten Arten besitzen die haploide Chromosomenzahl 14. Da die Angehörigen der Gattung *Ulmus* morphologisch nur sehr geringe Unterschiede aufweisen, können wir auch für die anderen Arten die haploide Chromosomenzahl 14 vermuten. Ob die anderen Gattungen sich durch eine abweichende Zahl auszeichnen, müssen künftige Forschungen ergeben. Jedenfalls ist es bemerkenswert,

daß wir in der phylogenetisch ältesten Gattung dieser ursprünglichsten Familie die Zahl 14 antreffen

Besser sind wir über die *Moraceae* unterrichtet. 53 Gartenrassen und Species insgesamt von *Morus* haben stets den haploiden Chromosomensatz 14 ergeben, während 45 Rassen sich als triploid erwiesen. Jedoch sind dies triploide Formen der Zahl 14.

Betrachten wir nun die Gattung *Dorstenia*. Hier finden wir die haploiden Zahlen 12, 13, 14, 15, 16 und 20. *Dorstenia erecta* ist in Bezug auf den Bau des Rezeptaculums sicher als ursprüngliche Form anzusehen. GOLENKIN (1894) geht auch auf Grund seines Studiums über die Entwicklungsgeschichte der Inflorescenzen von *Dorstenia erecta* als der ursprünglichen Form aus. Von dieser leitet er die Rezeptakeln von *Dorstenia Contrajerva* und *D. Ceratosanthes* ab. *Dorstenia erecta* hat nun haploid 14 Chromosomen. Somit haben die Dorstenien für die ursprüngliche Form ebenfalls die Zahl 14. Die abgeleiteten Arten zeigen eine veränderte Chromosomenzahl. Für *Dorstenia Contrajerva* als „erste Ableitung“ konnte ich haploid 15 Chromosomen verzeichnen. Die Entstehung der schiefen Inflorescenz dieser Art dürfen wir uns mit GOLENKIN so vorstellen, „daß das Wachstum der Vegetationspunkte und der angrenzenden Teile bei der ersten Blattanlage etwas stärker wird“. Eine weitere Entwicklung, eine „zweite Ableitung“ von der Grundform, finden wir ebenfalls; denn „ein noch stärkeres Wachstum der beiden Vegetationspunkte mit der gleichzeitigen Sistierung des Wachstums an anderen Stellen wird zur zweiarmligen Inflorescenz von *Dorstenia Ceratosanthes* führen“. Die zytologische Untersuchung dieser Inflorescenz lieferte die Haploidzahl 16. Damit ist erwiesen, daß mit der Weiterentwicklung der Inflorescenz eine Chromosomenzahlerhöhung stattgefunden hat. Eine Erklärung dieses Vorganges ist nur spekulativ zu geben. Es gibt verschiedene Möglichkeiten der Entstehung abweichender Chromosomenzahlen. Betrachten wir zuerst die mutmaßliche Entstehung einer erhöhten Chromosomenzahl, zwar nicht einer vielfachen Zahl wie bei polyploiden Formen (*Chrysanthemum*-Typ), sondern wie in unserem Falle eine Chromosomenzunahme von 1 (*Carex*-Typ).

Bei der F_1 -Generation, die durch Bastardierung zweier sehr nahe verwandter Individuen gebildet worden ist — in unserem Beispiele zweier 14er Typen — kann es vorkommen, daß in der Diakinese der Reifungsteilung zwei Chromosomen nicht zu einem Geminuspaar verschmelzen. CLAUSEN (1926) konnte diesen Vorgang bei *Viola* beobachten. In der Metaphase finden wir nun 13 bivalente und 2 univalente Chromosomen. Während die bivalenten wie gewöhnlich getrennt an die Pole wandern, erfahren die univalenten Chromosomen bereits in der Metaphase der heterotypischen Teilung eine Längsspaltung. Auch an die Pole gewandert, haben sie den Chromosomensatz in den Dyadenkernen bereits um

1 erhöht. In den Tetraden finden wir gleichfalls 15 Chromosomen, da sich sämtliche Chromosomen teilen, also auch die bereits in der heterotypischen Metaphase längs geteilten Chromosomen. Die durch doppelte Längsteilung bedeutend kleiner gewordenen univalenten Chromosomen können im Laufe der Phylogenie ihre ursprüngliche Größe wieder erlangen. Die aus der Befruchtung zweier 15er Gameten entstandene Zygote ist durchaus lebensfähig und bringt eine konstante, fertile Form mit dem haploiden Chromosomensatz 15 hervor. Die Chromosomenzahlerhöhung nimmt auch MIYAJI (1929) für die Entstehung der 13chromosomigen Form *Viola diffusa* an. Nach HEILBORN (1924) zeigen die homöotypischen Chromosomen, die aus früherer Längsteilung entstanden sind, eine gewisse Neigung zu verklumpen. Dadurch können kleinere Zahlen gefunden werden. Auch SCHEEL (1930) konnte bei der Untersuchung der Gattung *Salvia* diese Verklumpung beobachten. So fand er in verschiedenen Metaphasen anstatt 9 eindeutig 8 Chromosomen. 2 Chromosomen zeigen wahrscheinlich auf Grund der früheren Längsteilung eine gewisse Affinität, liegen daher nahe beieinander oder verklumpen sogar.

Die Entstehung neuer Arten kann aber auch durch eine andere Unregelmäßigkeit in der Reduktionsteilung, nämlich durch „non-disjunction“, ermöglicht werden. Erwähnt seien hier die Arbeiten von BRIDGES (1923), sowie BLAKESLEE u. BELLING (1923). In der Anaphase weichen die Chromosomen durch die Nichttrennung zweier Chromosomen unregelmäßig an die Pole. So entstehen Dyaden und durch Längsteilung Gameten mit der Chromosomenzahl $n + 1$ und $n - 1$. Die Verschmelzung zweier Gameten $n + 1$ würde eine konstante Form $2n + 2$ hervorrufen. Die Individuen mit $2n + 1$ stoßen bald das überzählige Chromosom ab, sofern es nicht durch doppelte Längsteilung den Verlust des Partners ausgeglichen hat. Wir erhalten also entweder wieder Pflanzen mit dem Chromosomensatz $2n$ oder eine neue Art mit der um 2 erhöhten Zahl. Die $2n - 1$ oder $2n - 2$ chromosomigen Species sind infolge des Genverlustes wenig oder gar nicht lebensfähig. Durch „non-disjunction“ können somit nur konstante Arten mit erhöhter Chromosomenzahl entstehen. Welche der beiden angeführten „Artbildungsmethoden“ für die weiter entwickelten Dorstenien in Frage kommt, ist schwer zu entscheiden.

Dorstenia argentata, *D. arifolia*, *D. nervosa* und *D. elata*, für die ebenfalls die haploide Chromosomenzahl 16 gefunden wurde, konnten auch als abgeleitete Formen gekennzeichnet werden. Bei der Gattung *Dorstenia* finden wir demnach gleichlaufend mit der Weiterentwicklung der Arten eine Chromosomenzahlerhöhung.

Die subacaulen Dorstenien *D. Contrajerva* und *D. Ceratosanthes*, sowie *D. arifolia* haben 15 bzw. 16 Chromosomen. Die Zahl 14 fand ich nur bei

der caulescenten *Dorstenia erecta*. Ein Bindeglied dieser Formen ist vielleicht *Dorstenia Drakeana*. Sie ist subacaul und besitzt ein rundes (ovales) Rezeptaculum ähnlich dem von *Dorstenia erecta*. Ebenso sind bei diesem Rezeptaculum die Bracteen sehr klein und schuppenförmig. Es würde außerordentlich interessant sein, wenn auch für diese Species die haploide Zahl 14 nachgewiesen werden könnte. Alle eben besprochenen Dorstenien sind im tropischen Amerika beheimatet. Die afrikanischen Verwandten zeigen ein gewöhnlich rundes oder dreieckiges Rezeptaculum, das von mehr oder weniger zahlreichen langen Bracteen umsäumt ist. Verschiedene untersuchte Arten dieser Gruppe haben alle den haploiden Chromosomensatz 12. Bei einer *Dorstenia*, die wahrscheinlich, nach der Chromosomengröße zu urteilen, ebenfalls diesem Kreis angehört, konnten haploid 13 Chromosomen nachgewiesen werden. Ein Chromosom dieses Chromosomensatzes ist auffallend klein. Vermutlich, daß dieses kleine Chromosom bei anhaltender Verringerung seines Volumens ausgestoßen wird oder sich mit einem anderen Chromosom vereint. Es würde dann ein ähnlicher Fall eintreten, wie ihn JARETZKY (1928) für *Rumex roseus* angibt. Bei dieser Art waren anstatt 10 nur noch 9 Chromosomen nachzuweisen. So würde uns diese *Dorstenia* einen Fingerzeig für die Entstehung der 12er-Form geben.

Die Gruppe „*Dorstenia psilurus*“ steht vorläufig noch morphologisch wie auch karyologisch isoliert da. Das Rezeptaculum hat die Form eines Schiffchens angenommen. Die Vertreter dieser Gruppe sind wie die der anderen afrikanischen Dorstenien caulescent. Die *Dorstenia psilurus*, *D. scabra* und *D. Massoni* haben im Wurzelgewebe 40 Chromosomen. Somit wäre $n = 20$. Alle untersuchten Dorstenien mit der Haploidzahl 12 besitzen ein größeres Kernvolumen als jene mit 14 Chromosomen. Wenn diese Erscheinung nicht einem Zufall zu verdanken ist, müssen die letztgenannten Dorstenien, die von allen untersuchten Species ohne Zweifel die größten Chromosomen haben, die kleinste Chromosomenzahl aufweisen. Dann würden diese Dorstenien tetraploide Formen der Zahl 10 darstellen. Für diese Annahme spricht vielleicht auch die Beobachtung, daß wenigstens die untersuchten afrikanischen Dorstenien eine kleinere haploide Zahl als 14 haben.

Bevor ich mich der Unterfamilie der *Artocarpoideae* zuwende, möchte ich die *Cannabaceae* besprechen. Sie werden entgegen ENGLER von WETTSTEIN und KARSTEN als besondere Familie angesehen. BITZEK stellt sie auf Grund seiner serologischen Untersuchungen als gesonderten Zweig auf die gleiche Höhe mit den *Artocarpoideae*. Zu der vermutlichen Haploidzahl 10 bei den Dorstenien bilden die Cannabaceen ein interessantes Gegenstück. Während *Cannabis sativa* und *Humulus lupulus* den reduzierten haploiden Chromosomensatz 10 zeigen, besitzt *Humulus japonicus* Gameten, die im männlichen Geschlecht 9 und 8, im weiblichen jedesmal

8 Chromosomen haben. Die Chromosomenzahl ist also bereits auf 8 gesunken. Doch auch hier finden wir die Zahl 10, die später bei den abgeleiteten *Pilea* (*Helxine Soleirolii*) noch einmal auftritt. Von den *Artocarpoideae* konnte ich neben den *Ficeae* nur *Brosimum Alicastrum* untersuchen. Der errechnete Haploidsatz ist wie bei den meisten *Ficeae* 13. Auf Grund der einen bearbeiteten Species lassen sich keine Spekulationen über die chromosomalen Verhältnisse der *Brosimeae* anstellen. Es besteht durchaus die Möglichkeit, auch hier noch die Grundzahl 14 aufzufinden.

Wenden wir uns nun der Gattung *Ficus* zu. CONDIT (1928) gibt, wie schon erwähnt, für sechs Species die diploide Zahl mit 26 an. *Ficus glomerata* dürfte nach Angaben dieser Forscherin wahrscheinlich 24 Chromosomen haben. Für zwei weitere *Ficeae* konnte ich (1930 a) wieder $2n = 26$ verzeichnen. So schien sich diese Gattung trotz der mannigfachen morphologischen Unterschiede chromosomal nahezu einheitlich zu verhalten. Diese Einheitlichkeit in der Chromosomenzahl ist jedoch durch die von mir gefundenen 14chromosomigen Formen gestört. Interessant ist es nun festzustellen, welche dieser drei Zahlen (12, 13, 14) bei abgeleiteten Formen anzutreffen ist, und ob wir auch hier die Zahl 14 als ursprünglich finden.

Systematisch sind die *Ficeae* von MIQUEL (1849), KING (1888), WARBURG (1902/03, 1904, 1906) und MILDBRAED u. BURRET (1912) bearbeitet. Nach letzteren Forschern können vom Urtypus die beiden Sektionen *Sycidium* und *Carica* abgeleitet werden. *Sycidium* zeigt noch die Bracteen über den Pedunculus und das ganze Receptaculum verstreut, die Zahl der Staubgefäße ist bereits auf 2—3 reduziert. *Carica* hingegen hat noch die Staubgefäßzahl 6, manchmal 3—6, doch sind nur noch 3 Bracteen in gleicher Höhe am Grunde des Receptaculums vorhanden. Die Sektion *Sycidium* MIQ. ist bis jetzt zytologisch leider noch nicht untersucht. Über die *Caricae* MIQ. liegen einige karyologische Angaben vor. *Ficus carica*, *F. pseudocarica*, *F. palmata* und *F. erecta* gehören dieser Sektion an. Nach CONDIT (1928) ist die Haploidzahl dieser Species 13. Die von mir untersuchte *Ficus pandurata* dürfte nach den Bracteen — 3 in gleicher Höhe am Grunde des Receptaculums — und der Blattform auch zu dieser Gruppe gehören. Sie hat ebenfalls haploid 13 Chromosomen. Von dieser Gruppe wäre die Sektion *Sycomorus* GASP. abzuleiten. Die Staubblattzahl ist auf 2 reduziert. Gleichfalls finden wir noch ein Pistillrudiment in den weiblichen Blüten. Die Bracteen sind noch in der Dreizahl in gleicher Höhe, doch tritt nun schon Cauliflorie auf. Der Blattrand ist nur wenig eingeschnitten. Die Haploidzahl ist noch 13, wie die von mir untersuchte Art *Ficus sycomorus* zeigte. Wahrscheinlich gehört auch *Ficus Parcelli* zu dieser Gruppe. Das Receptaculum ist wie bei vorheriger Species weich behaart und zeigt deutlich drei grundständige Bracteen. Die Blätter sind

ebenfalls behaart und nahezu glattrandig. Die haploide Chromosomenzahl ist wieder 13. Da MILDBRAED u. BURRET mit *Sycomorus* auch die Sektion *Neomorpha* in Indien identifizieren, gehört auch *Ficus glomerata* ROXBG. hierhin. Sollte die von CONDIT als wahrscheinlich angegebene Haploidzahl 12 bestätigt werden, so könnten wir für diese Sektion neben der 13er Zahl eine Reduktion auf 12 feststellen.

Gehen wir nun wieder zu dem Hauptstamm *Sycidium* zurück. Er bildet die gerade Fortsetzung in der Entwicklung von der ursprünglichen Form, dem Urtyp, während *Carica* schon als weiter abgeleitete Sektion zu betrachten ist. Als Seitenzweig von *Sycidium* können wir die Sektion *Urostigma* GASP. betrachten. Die Bracteen sind zwar in Dreizahl am Fuße des Receptaculums vorhanden, doch sind sie spiralig angeordnet. Nach dieser spiraligen Anordnung erinnern sie stark an den Urtyp, bei dem die Bracteen nicht nur am Inflorescenzstiel, sondern auch am Receptaculumspiralig verlaufen. Die reduzierte Staubblattzahl — konstant 1 — und die meist ganzrandigen Blätter sprechen für abgeleitete Formen. Als Zugehörige dieser Sektion konnte ich *Ficus benghalensis* L. und *Ficus quercifolia* ROXBG. bearbeiten. Die Untersuchungen der Wurzelspitzen ergaben die errechnete Haploidzahl 14. Es liegt mir fern, irgendwelche Spekulationen auf Grund dieser Chromosomenzahl einzugehen. Sie sind zur Zeit unmöglich, da von der nahezu 600 Arten zählenden Gattung 2% zytologisch untersucht sind. Doch ist es immerhin bemerkenswert, daß diese abweichende Chromosomenzahl nur bei dem Subgenus *Urostigma* gefunden wurde. Diese Gruppe leitet sich, wie schon erwähnt, von der Sektion *Sycidium* ab. Vergewärtigen wir uns noch einmal die Stellung und die Charakteristika der Sektionen *Sycidium* und *Carica*. MILDBRAED u. BURRET (1912) fanden: „Vom Urtypus leiteten sich also als die ursprünglichsten Formen ab: als ziemlich gerade Fortsetzung das Subgenus *Sycidium*, das sich die unbestimmte Zahl und verstreute Stellung der Bracteen bewahrte, während die Staubblattzahl eine Einbuße erlitt, und schon stärker abweichend das Subgenus *Carica*, bei dem zwar die größere Staubblattzahl erhalten blieb, dagegen die Zahl der Bracteen auf 3 reduziert und ihre Stellung in gleicher Höhe fixiert wurde.“

Es konnte nun nachgewiesen werden, daß die untersuchten Vertreter aller Subgenera, die keine spiralige Anordnung der Bracteen mehr zeigen, haploid 13 Chromosomen besitzen. Da nun *Urostigma* mit spiraliger Bracteenanordnung die Haploidzahl 14 hat, dürfte es nicht unwahrscheinlich sein, daß wir es hier mit der Grundzahl für diese Gattung zu tun haben, und daß die Grundform *Sycidium* auch 14 Chromosomen haploid hat.

Die *Conocephaloideae* bilden wahrscheinlich den Übergang von den *Moraceae* zu den *Urticaceae*. Die untersuchten Vertreter dieser Gruppe haben beide haploid 14 Chromosomen. Die Zahl ist bei den ältesten

Urticaceen nicht allzu selten. Aus der Form mit 14 Chromosomen dürften 13chromosomige Species entstanden sein, die wiederum, vielleicht durch Restitutionskernbildung, polyploid geworden sind. Mehrfach konnten tetraploide Formen der Grundzahl 13 gefunden werden. *Parietaria officinalis* hat haploid 7 Chromosomen. Hier besteht nun die Möglichkeit, daß wir eine verminderte Chromosomenzahl vor uns haben; dann müßten Kerne einer 14chromosomigen Pflanze dieser Gattung die gleiche Chromatinmenge aufweisen. Eine Messung der Kernvolumina würde sicher zu aufklärenden Ergebnissen führen. Leider ist bis jetzt eine *Parietaria* mit 14 Chromosomen nicht bekannt geworden. Die Chromosomenzahl 13 tritt auch bei den *Pileae* und *Urticaceae* auf. *Urtica pilulifera* hat sehr wahrscheinlich $n = 13$; *Pilea serpyllacea* ist tetraploid und besitzt haploid 26 Chromosomen. Diese beiden Gattungen zeigen noch einen weiteren Schritt in der Chromosomenzahldiminution. Bei *Pilea grandis* und *Urtica urens* ist der haploide Chromosomensatz auf 12 herabgesetzt. *Urtica dioica* ist die einzige bekannte Urticacee, die eine tetraploide Form des 12er-Typs darstellt.

Diese abgeleiteten Zahlen finden in den serologischen Untersuchungen eine schöne Bestätigung. BITZEK (1928) bezeichnet die *Urticaceae* und *Pileae* als Endglieder in der Entwicklung der *Urticaceae*. Die *Parietarieae* sind nach seinen Untersuchungen ursprünglicher. Für die Gattungen *Boehmeria*, *Elatostema*, *Pellionia* und *Myriocarpa* stehen die serodiagnostischen Untersuchungen noch aus. Vielleicht unterstützen auch sie die zytologischen Befunde.

VI. Die Chromosomenzahlen der Urticales.

Um ein übersichtliches Bild von den Chromosomenzahlen der vier Familien zu bekommen, habe ich nachstehend (S. 80 ff.) alle bis jetzt untersuchten Species mit ihren haploiden und diploiden Chromosomensätzen aufgeführt. Die Reihenfolge der einzelnen Gattungen ist nach dem ENGLERSchen System vorgenommen worden. Alle Chromosomenzahlen, die ich als sehr wahrscheinlich angegeben habe, sind mit einem Ausrufungszeichen versehen.

VII. Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

1. Außer bei *Dorstenia psilurus* und *D. scabra* verläuft die Reduktionsteilung bei sämtlichen untersuchten Arten normal. In der Diakinese liegen die homologen Chromosomen meist paarweise nebeneinander.

2. Das Tapetum ist mehrkernig und typisch sezernierend. Bei den Dorstenien quillt das Tapetum zur Zeit der Reduktionsteilung stark an und bleibt so in steter Fühlung mit den Pollenmutterzellen. Die Pollen-

	Haploid	Diploid	
Familie: <i>Ulmaceae</i>			
Unterfamilie: <i>Ulmoideae</i>			
<i>Ulmus montana</i> WITH.	14	28	KRAUSE (1930 a, b)
„ „ v. <i>Pitteursii</i>			
hort.	14		KRAUSE (1930 b)
<i>Ulmus campestris</i> L.		28	ders.
„ <i>americana</i> WILLD.		28!	ders.
Familie: <i>Moraceae</i>			
Unterfamilie: <i>Moroideae</i>			
<i>Morus indica</i> L.	14	28	TAHARA (1910)
„ <i>alba</i> L.	14	28	ders.
„ <i>bombycis</i> KOIDZ.	14	28	OSAWA (1916, 1920)
			ders.
„ <i>multicaulis</i> RAFIN ?	14	28	SINOTO (1928, 1929)
„ <i>acidosa</i>	14	28	OSAWA (1916, 1920)
„ <i>atropurpurea</i> ROXBG.	14	28	OSAWA (1920)
„ <i>Kagayamae</i>	14	28	ders.
„ <i>rotundifolia</i>	14	28	ders.
85 Gartenrassen } davon {45	14	28	ders.
von <i>Morus alba</i> } versch. {40		42	ders.
<i>Dorstenia argentata</i> HOOK f. ¹	16		KRAUSE (1930 b)
„ <i>erecta</i> VELL.	14	28	ders.
„ „ v. <i>variegata</i>	14		ders.
„ „ <i>turneraefolia</i> ⁴			
FISCH. et MEY. = var.?			
von <i>D. erecta</i> VELL. ²	14		ders.
„ <i>plumariaefolia</i> ?			
FISCH. et MEY.	13		KRAUSE (1930 a)
„ <i>Contrajerva</i> L.	15	30	ders.
„ „ v. <i>Houstoni</i> (L.) BUR.		30	KRAUSE (1930 b)
„ <i>Contrajerva</i> v. <i>arifolia</i> KR.		30	ders.
„ <i>arifolia</i> LAMK.	16		ders.
„ <i>multiformis</i> MIQ. v. <i>arifolia</i> BUR.	16		KRAUSE (1930 a)
„ <i>multiformis</i> MIQ. v. <i>Ceratosanthes</i> MIQ.	16		ders.
„ <i>nervosa</i> DESV.		32!	KRAUSE (1930 b)
„ <i>elata</i> GARDN.	16	32!	ders.
„ <i>convexa</i> DE WILD.	12	24	KRAUSE (1930 a, b)
„ <i>yambuyaensis</i>			
DE WILD.	12		ders.
„ <i>multiradiata</i> ENGL.	12	24	KRAUSE (1930 b)
„ <i>Mannii</i> HOOK.		48	ders.
„ <i>Barteri</i> BUR.	12		KRAUSE (1930 a)
„ <i>psilurus</i> WELW. ³	14!	40	KRAUSE (1930 b)

¹ Siehe Text S. 43, 45. ² Siehe Text S. 45. ³ Siehe Text S. 60.

	Haploid	Diploid	
Unterfamilie: <i>Moroidae</i>			
<i>Dorstenia scabra</i> (BUR.) ENGL.		40	KRAUSE (1930 b)
„ <i>Massoni</i> BUR.		40	ders.
Unterfamilie: <i>Artocarpoideae</i>			
<i>Cudrania triloba</i> HANCE	28		SINOTO (1928, 1929)
<i>Artocarpus Cannoni</i> hort.		28	KRAUSE (1930 b)
<i>Brosimum Alicastrum</i> SW.		26	KRAUSE (1930 a)
<i>Ficus carica</i> L.	13	26	CONDIT (1928)
„ <i>palmata</i> FORSK. =			
<i>pseudocarica</i> MIQ. ¹	13	26	ders.
„ <i>elastica</i> ROXBG.		26	ders., KRAUSE (1930b)
„ <i>rubiginosa</i> DESF.		26	CONDIT (1928)
„ <i>erecta</i> THUMB.		26	ders.
„ <i>glomerata</i> ROXBG.		24!	ders.
„ <i>Schlechteri</i>		26!	KRAUSE (1930 a)
„ <i>pandurata</i> HANCE ²		26	KRAUSE (1930 b)
„ <i>Parcelli</i> VEITCH.		26	ders.
„ <i>altissima</i> BLUME		26	ders.
„ <i>triangularis</i> WARB.		26!	ders.
„ <i>sycomorus</i> L.		26!	ders.
„ <i>benghalensis</i> L.		28!	ders.
„ <i>quercifolia</i> ROXBG.		28	ders.
Unterfamilie: <i>Conocephaloideae</i>			
<i>Cecropia peltata</i> L.		26!	KRAUSE (1930a)
„ „		28	KRAUSE (1930b)
„ <i>palmata</i> WILLD.		28!	ders.
Familie: <i>Cannabinaceae</i>			
<i>Humulus lupulus</i> L.	10	20	TOURNOIS (1914) WINGE (1914, 1923) WETTSTEIN (1925) SINOTO (1928, 1929)
„ <i>japonicus</i> SIEB. et ZUCC.	10	20	TOURNOIS (1914) WINGE (1917, 1923) SINOTO (1928)
„ „ ♂	9; 8	17	KIHARA (1928, 1929)
„ „ ♀	8	16	TUSCHNJAKOWA (1929) SINOTO (1929) WINGE (1929)
<i>Cannabis sativa</i> L.	10	20	STRASBURGER (1910) TOURNOIS (1914) MACPHEE (1924) HIRATA (1924, 1929) DE LITARDIÈRE (1925) BRESLAWETZ (1926) SINOTO (1929)
Familie: <i>Urticaceae</i>			
<i>Urtica urens</i> L.	16		STRASBURGER (1910)
„ „	12	24	MEURMAN (1924, 1925)

¹ Siehe S. Text 64. ² Siehe Text S. 65.

	Haploid	Diploid	
Familie: <i>Urticaceae</i>			
<i>Urtica dioica</i> L.	16		STRASBURGER (1910)
„ „	24	48	MEURMAN (1924, 1925) HEITZ (1926)
„ <i>pilulifera</i> L.		24	ders.
„ „	13!		KRAUSE (1930 b)
„ <i>Dodartii</i> L.		24	HEITZ (1926)
<i>Pilea serpyllacea</i> HOOK. et ARN. = <i>serpyllifolia</i> hort.		52	KRAUSE (1930 b)
„ <i>grandis</i> WEDD.		24	ders.
<i>Helxine Soleirolii</i> REQ.		20	ders.
<i>Pellionia Daveauana</i> N. E. BR. „ <i>pulchra</i> N. E. BR.	13		KRAUSE (1930 a) KRAUSE (1930 b)
„ <i>begoniaefolia</i> hort.		52	ders.
<i>Elatostema sessile</i> FORST.	16		STRASBURGER (1910)
„ „		52	KRAUSE (1930 b)
„ <i>sinuatum</i> HASSK.		28	ders.
„ <i>acuminatum</i> BRONGN.	16		STRASBURGER (1910)
<i>Boehmeria nivea</i> HOOK.		28	KRAUSE (1930 b)
„ <i>biloba</i> WEDD. = <i>Urtica biloba</i> hort.		28	HEITZ (1926) KRAUSE (1930 b)
<i>Pipturus propinquus</i> WEDD. = <i>Boehmeria argentata</i> GUILLEM.		52	ders.
<i>Myriocarpa densiflora</i> BENTH. <i>Parietaria officinalis</i> L.		52	ders.
„ „ v. <i>angustifolia</i> „ <i>judaica</i> L.	7 13		ders. ders.

körner werden nach dem „furrowing“-Schema gebildet. Sie sind mit Ausnahme derjenigen der Gattung *Dorstenia* glatt.

3. Die haploide Chromosomenzahl ist für die Gattung *Ulmus* = 14. Die *Moroideae* besitzen die gleiche Chromosomenzahl. Bei den meisten *Ficeae* ist diese auf 13 gesunken. Die *Urticaceae* zeigen eine weitere Chromosomenzahldiminution bis auf 10. Tetraploide Formen wurden von den Zahlen 14, 13 und 12 gefunden.

4. Die haploiden Chromosomenzahlen der Gattung *Dorstenia* sind 12, 13, 14, 15, 16, 20. Die Grundform besitzt 14 Chromosomen haploid. Die abgeleiteten Formen zeichnen sich in Amerika durch Chromosomenzahlerhöhung um 1 und 2, in Afrika durch Chromosomenzahlerniedrigung um 1, 2 und 4? aus.

5. Die von ENGLER (1898) zu der Sektion *Cosaria* gezählten *Dorstenia benghuellensis* WELW., *D. Hildebrandtii* ENGL. und *D. caudata* ENGL. besitzen einen gespaltenen Griffel und gehören somit zu der Sektion *Eudorstenia*.

Die vorliegende Arbeit fertigte ich in der Zeit von Juli 1928 bis Juni 1930 im Botanischen Institut der Universität Kiel an.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. TISCHLER, möchte ich für sein stets reges Interesse an meiner Arbeit und für die mir reichlichst zur Verfügung gestellten Mittel des Instituts meinen verbindlichsten Dank sagen. Außerdem ist es mir ein Bedürfnis, Herrn Privadozent Dr. JARETZKY für seine zahlreichen Anregungen zur Förderung meiner Arbeit meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Literaturverzeichnis.

Die im vorstehenden Verzeichnis nicht aufgeführten Literaturangaben über die bisherigen zytologischen Studien bei den Urticales sind aus den *Tabulae Biologicae* 4 (1927) ersichtlich.

1. Ascherson, P. u. Graebner, P.: Synopsis der mitteleuropäischen Flora 4, 545—627. Leipzig 1908—13. — 2. Baillon, H.: Histoire des plantes 6, 136—216. Paris 1877. — 3. Bentham, G. et Hooker, J. W.: Genera plantarum 3, 341—395. London 1883. — 4. Blake, S. F.: New plants from Guatemala and Honduras. Contr. U. A. Nat. Herb. 24, 2 (1922). — 5. Bitzek, E.: Der Centrospermenast der Dikotylen. Bot. Arch. 22, 257—382 (1928). — 6. Bridges, C. B.: Aberration in chrom. eugenics, genetics and the family. Sci. papers sec. int. congr. of Eugenetics 1. Baltimore 1923. — 7. Britton, N. Lord: Studies of West Indian plants. XII. Bull. Torrey bot. Club 51, 7—10 (1924). — 8. Bureau, Ed.: Moraceae. Prodr. DE CAND. 17, 211—279. Paris 1873. — 9. de Candolle, Alph.: Cannabineae. Prodr. 16, 1, 28—31. Paris 1869. — 10. Chifflet, J.: Sur les variations de la forme du réceptacle chez *D. Massoni* sous l'influence de bouturages et de pincements réitérés. IV. Conf. int. de génétique 1911, 447—449. Paris 1913. — 11. Clausen, J.: Genetical and cytological investigation of *Viola tricolor* L. and *Viola arvensis* MURR. Hereditas 8, 1—153 (1926). — 12. Condit, J. J.: Cytological and morphol. studies in the genus *Ficus*. Univ. California Public. Bot. 11, 233—244 (1928). — 13. Delaunay, L. N.: Phylog. Chromosomenverkürzung. Z. f. Zellforschg. 10, 338—364 (1926). — 14. Eichler, A. W.: Blütendiagramme. Leipzig 1875—78. — 15. Endlicher, St.: Genera plantarum, 275—286. Vindobonae 1836—40. — 16. Engler, A.: Moraceae africanae. Monogr. afrik. Pflanzenfamilien u. -gattungen 1—50. Leipzig 1898. — 17. Moraceae africanae. II. Bot. Jb. 33, 114 (1904). — 18. Über floristische Verwandtschaft zwischen dem tropischen Afrika und Amerika. Sitzgsber. preuß. Akad. Wiss., Physik.-math. Kl. 1, 203—204. Berlin 1905. — 19. Engler, A. u. Gilg, E.: Syllabus der Pflanzenfamilien, 7. Aufl., S. 164—168. Berlin 1912. — 20. Engler, A. u. Prantl, K.: Die natürlichen Pflanzenfamilien, 1. Aufl., III, 1, 59—118. Leipzig 1894. — 21. Fries, R. E.: Zur Kenntnis der afrikanischen *Dorstenia*-Arten. Ark. Bot. 13, 1, 1—20 (1913 bis 1914). — 22. Wissenschaftliche Ergebnisse der schwedischen Rhodesia-Kongo-Expedition 1911—12. Bot. Forschg 1, Erg.-H. 135. Stockholm 1921. — 23. Goebel, K.: Organographie der Pflanzen, 1. Aufl., S. 252—253. Jena 1913. — 24. Schleuderfrüchte bei Urticifloren. Flora 108, 327—336 (1915). — 25. Golenkin, M.: Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Inflorescenzen der Urticaceen und Moraceen. Ebenda 78, 97—132 (1894). — 26. Hegi, G.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa 3, 117—145. München 1906. — 27. Heilborn, O.: Chrom.-numbers and -dimensions, spec. formation and phylogeny in the genus *Carex*. Hereditas 5, 129—216 (1924). — 28. Jaretsky, R.: Histolog. und karyolog. Studien bei Polygonaceen. Jb. f. wiss. Bot. 64, 358—490 (1928). — 29. Die

- Chromosomenzahlen in der Gattung *Matthiola*. Ber. dtsch. bot. Ges. 47, 82—85 (1929). — 30. **Kihara, H.**: The sex-chrom. of *Humulus japonicus*. Jap. J. of Genet. 4, 55—63 (1929). — 31. **King, G.**: The species of *Ficus* of the Indo-Malayan and Chinese Countries. Ann. Roy. Bot. Gard. Calcutta, S. 1—51. Calcutta 1889. — 32. **Krause, O.**: a) Cytologische Studien bei den Urticales. Ber. dtsch. bot. Ges. 48, 9—13 (1930). — 33. b) Vorliegende Arbeit. — 34. **Loesch, H.**: Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Urticineenwurzeln mit Rücksicht auf die Systematik. Diss. Göttingen 1913. — 35. **Malligson, F.**: Sero-diagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaften innerhalb des Centrospermastes des Pflanzenreiches. Bot. Arch. 1, 2—20 (1922). — 36. **Mildbraed, J.** u. **Burret, M.**: Die afrikanischen Arten der Gattung *Ficus* L. Bot. Jb. 46, 163—269 (1912). — 37. **Miquel, F. A. W.**: Over de afrikaansche Vijge-Boomen. Verhandelingen van het K. Nederlandsche Institut, Kl. I, 3. Reeks, 1, 112—150. Amsterdam 1848—50. — 38. **Miyaji, Y.**: Studien über die Zahlenverhältnisse der Chromosomen bei der Gattung *Viola*. Cytologia 1, 28—58 (1929). — 39. **Modilewsky, J.**: Zur Samenentwicklung einiger Urticifloren. Flora 98, 423—470 (1908). — 40. **Molisch, H.**: Aschenbild und Pflanzenverwandtschaft. Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien, Math.-naturwiss. Kl. I, 129, 261—294 (1920). — 41. **Osawa, J.**: Cytological and experimental studies in *Morus* with especial reference to triploid mutants. Bull. Imp. Seric. Exp. Sta. Japan 1, 318—369 (1920). — 42. **Penzig, O.**: Pflanzen-Teratology 2, 291—298. Genua 1894. — 43. **Planchon, J. E.**: Ulmaceae. Prodr. DE CAND. 17, 151—210. Paris 1873. — 44. **Scheel, M.**: Karyologische Studien bei der Gattung *Salvia*. (Im Druck). — 45. **Schneider, C. K.**: Handbuch der Laubholzkunde 1, 228. Jena 1906. — 46. **Sinoto, Y.**: Heterochrom. in some dioecious plants. Botanic. Mag. 39, 305 (1925). — 47. **Solereder, H.**: System. Anatomie der Dicotyledonen, S. 860—876. Stuttgart 1899. — 48. **Strasburger, E.**: Sexuelle und apogame Fortpflanzung bei Urticaceen. Jb. f. wiss. Bot. 47, 245—288 (1910). — 49. **Tischler, G.**: Untersuchungen über den Stärkegehalt des Pollens tropischer Gewächse. Ebenda 47, 234 (1910). — 50. Allgemeine Pflanzenkaryologie. Berlin 1921—22. — 51. *Tabulae Biologicae* 4, 20 (1927). — 52. Über die Verwendung der Chromosomenzahlen für phylogenetische Probleme der Angiospermen. Biol. Zbl. 48, 321—345 (1928). — 53. Verknüpfungsversuche von Cytologie und Systematik bei den Blütenpflanzen. Ber. dtsch. bot. Ges. 47, (30)—(49) (1929). — 54. **Tusehnjakova, M.**: Untersuchungen über die Kernbeschaffenheit einiger diözischer Pflanzen. Planta 7, 427—443 (1929). — 55. **Warburg, O.**: *Moraceae africanae*, II. *Ficus*. Bot. Jb. 20, 152—175 (1895). — 56. **Warburg, O.** et **de Wildeman, E.**: *Les Ficus de la flore de l'État Indépendant du Congo*. Ann. du Musée du Congo, Bot. 6, 1—36. Bruxelles 1904. — 57. **Weddell, H.-A.**: Monographie de la famille des Urticées. Archives Mus. Hist. nat. 9, 2—591 (1856—57). — 58. *Urticaceae*, Prodr. DE CAND. 16, 32—235. Paris 1869. — 59. **von Wettstein, F.**: Handbuch der systematischen Botanik, 3. Aufl., S. 553—560. Leipzig u. Wien 1924. — 60. **de Wildeman, E.**: Ann. du Musée du Congo Bot. 4, 1—24. Bruxelles 1902. — 61. *Plantae Bequaertianae* 2, 194—196. Bruxelles 1922. — 62. **Winge, O.**: On the nature of the sex chrom. in *Humulus*. Hereditas 12, 53—63 (1929).