

Tropische und subtropische
Pflanzenwelt

107
88 (1994)

Friedrich Ditsch/Wilhelm Barthlott

**Mikromorphologie
der Epicuticularwachse
und die Systematik
der *Dilleniales*,
Lecythidales, *Malvales*
und *Theales***



AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN UND DER LITERATUR · MAINZ

FRANZ STEINER VERLAG · STUTTGART

REIHEN DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN KLASSE

TROPISCHE UND SUBTROPISCHE PFLANZENWELT

1981

32. WILHELM BARTHOLOTT, ECKHARD WOLLENWEBER, Zur Feinstruktur, Chemie und taxonomischen Signifikanz epicuticularer Wachse und ähnlicher Sekrete. 67 S. mit 39 Abb., DM 24,80
33. WERNER RAUH, Bromelienstudien. I. Neue und wenig bekannte Arten aus Peru und anderen Ländern (10. Mitteilung). 28 S. mit 9 Abb. (= 26 Einzelfiguren), DM 11,20
34. EVELIN BÖHNKE-GÜTLEIN und FOCKO WEBERLING, Palynologische Untersuchungen an Caprifoliaceae. I. Sambuceae, Viburneae und Diervilleae. 63 S. mit 15 Abb., DM 24,40
35. WILHELM TROLL und FOCKO WEBERLING, Infloreszenzstudien an Aizoaceen, Mesembryanthemaceen und Tetragoniaceen. 99 S. mit 48 Abb., DM 36,20
36. DOROTHEA und FOCKO WEBERLING, Zur Morphologie und Anatomie der Gattung *Belonanthus* GRAEBN. (*Valerianaceae*). 41 S. mit 17 Abb. DM 14,20

1982

37. ZAFERA ANTOINE RABESA, Weitere Untersuchungen an Didiereaceen. 5. Teil: Recherches chimiosystématiques sur les flavonoïdes des *Didiéracées*. 26 S. mit 3 Abb., DM 11,80
38. GERD ESSER, Vegetationsgliederung und Kakteenvegetation von Paraguay, 113 S. mit 76 Abb. und 1 Faltkarte, DM 42,80
39. WERNER RAUH und WILHELM BARTHOLOTT, Bromelienstudien. I. Neue und wenig bekannte Arten aus Peru und anderen Ländern (11. Mitteilung). 35 S. mit 20 Abb. DM 12,80
40. BODO SCHICK, Zur Morphologie, Entwicklung, Feinstruktur und Funktion des Translators von *Periploca* L. (*Asclepiadaceae*), 45 S. mit 13 Abb., DM 15,60

1983

41. WERNER RAUH, Bromelienstudien. I. Neue und wenig bekannte Arten aus Peru und anderen Ländern (12. Mitteilung), 32 S. mit 12 Abb., DM 12,80
42. WERNER RAUH, Bromelienstudien. I. Neue und wenig bekannte Arten aus Peru und anderen Ländern (13. Mitteilung), 34 S. mit 20 Abb., DM 12,80
43. WERNER RAUH, Bromelienstudien. I. Neue und wenig bekannte Arten aus Peru und anderen Ländern (14. Mitteilung), 65 S. mit 42 Abb., DM 24,40
44. DIETRICH PRESTING, HERBERT STRAKA und BRIGITTE FRIEDRICH, Palynologia Madagassica et Mascarenica. Familien 128 bis 146. 93 S. mit 44 Abb., DM 32,-

1984

45. WERNER RAUH (Hrsg.), Anatomisch-biochemische Untersuchungen an Euphorbien. Teil 1. 108 Seiten mit 53 Abb. und 2 Tab., DM 38,-
46. WOLFGANG L. WERNER, Die Höhen- und Nebelwälder auf der Insel Ceylon (Sri Lanka). Mit einer Einleitung von ULRICH SCHWEINFURTH. 200 Seiten mit 42 Abb., 9 Profilen und 2 Faltkarten, DM 48,-
47. HERMANN LÖRCHER und FOCKO WEBERLING, Anatomie und Achsenverdickung brasilianischer *Valeriana*-arten (*Series Polystachyae*). 31 Seiten mit 10 Abb. und 1 Tab., DM 12,80
48. RAINER SCHILL und CHRISTINE DANNENBAUM, Bau und Entwicklung der Pollinien von *Hoya Carnosa* (L.) Br. (*Asclepiadaceae*). 54 Seiten und 48 Abb., DM 24,80
49. HERBERT STRAKA und BRIGITTE FRIEDRICH, Palynologia Madagassica et Mascarenica. Familien 17 bis 49 *Gymnospermae* und *Monocotyledones*. 89 Seiten mit 41 Tafeln, DM 34,60
50. WERNER RAUH, Bromelienstudien. I. Neue und wenig bekannte Arten aus Peru und anderen Ländern (15. Mitteilung). 36 S. mit 18 Abb., DM 14,80
51. MARIE-THERÈSE CERCEAU-LARRIVAL, MONIQUE KERAUDREN-AYMONIN (†), DANIELLE LOBREAU-CALLEN, HERBERT STRAKA und BRIGITTE FRIEDRICH, Palynologia Madagassica et Mascarenica, Addenda und REM. Familien 50–59bis, 61–64, 99–110, 147–154, 155–166, 184–188. 136 Seiten mit 82 Tafeln, DM 48,-

1985

52. WERNER RAUH, Bromelienstudien. I. Neue und wenig bekannte Arten aus Peru und anderen Ländern (16. Mitteilung). 82 S. mit 50 Abb. in 104 Teilbildern, davon 3 farb., DM 32,-
53. WERNER RAUH, Bromelienstudien. I. Neue und wenig bekannte Arten aus Peru und anderen Ländern (17. Mitteilung). 62 S. mit 34 Abb. in 62 Teilbildern, davon 5 farb., DM 26,-

DITSCH/BARTHLOTT
MIKROMORPHOLOGIE DER EPICUTICULARWACHSE
UND DIE SYSTEMATIK DER
DILLENIALES, LECYTHIDALES, MALVALES UND THEALES

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN UND DER LITERATUR

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE

TROPISCHE UND SUBTROPISCHE
PFLANZENWELT

88 (1994)

Redaktion: Werner Rauh



AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN UND DER LITERATUR · MAINZ
FRANZ STEINER VERLAG · STUTT GART

MIKROMORPHOLOGIE
DER EPICUTICULARWACHSE
UND DIE SYSTEMATIK
DER DILLENIALES, LECYTHIDALES,
MALVALES UND THEALES

von

FRIEDRICH DITSCH und WILHELM BARTHLOTT

Mit 56 Abbildungen



AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN UND DER LITERATUR · MAINZ
FRANZ STEINER VERLAG · STUTTGART

Gefördert durch das Bundesministerium für Forschung und Technologie, Bonn,
und das Ministerium für Wissenschaft und Kunst des Landes Baden-Württemberg,
Stuttgart.

Anschriften der Autoren:

Dipl.-Biologe Friedrich Ditsch, Botanisches Institut der Universität Bonn,
Meckenheimer Allee 170, D-53115 Bonn

Prof. Dr. Wilhelm Barthlott, Botanisches Institut der Universität Bonn,
Meckenheimer Allee 170, D-53115 Bonn

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Ditsch, Friedrich:

Mikromorphologie der Epicuticularwachse und die Systematik
der Dilleniales, Lecythidales, Malvales und Theales / von
Friedrich Ditsch und Wilhelm Barthlott. Akademie der
Wissenschaften und der Literatur, Mainz. – Stuttgart : Steiner,
1994

(Tropische und subtropische Pflanzenwelt ; 88)

ISBN 3-515-06524-5

NE: Barthlott, Wilhelm;; GT

© 1994 by Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Mainz
Druck: Rhein Hessische Druckwerkstätte, Alzey
Printed in Germany

Gedruckt auf säurefreiem, chlorfrei gebleichtem Papier

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	7
2. Mikromorphologie epicuticularer Wachse	9
3. Material und Methode	11
3.1. Material	11
3.2. Methode	12
4. Systematische Übersicht über die Mikromorphologie der Epicuticularwachse	13
4.1. <i>Dilleniales</i>	14
4.2. <i>Theales</i>	18
4.3. <i>Lecythidales</i>	37
4.4. <i>Malvales</i>	40
5. Mikromorphologie epicuticularer Wachse und die Stellung der <i>Dilleniales</i> , <i>Theales</i> , <i>Lecythidales</i> und <i>Malvales</i>	62
6. Zusammenfassung	64
7. Summary	65
8. Literatur	66
9. Index der Familien und Gattungen	72

1. Einleitung

In einer Anzahl von Arbeiten unterschiedlichen Ausmaßes werden seit 1972 die cuticularen Oberflächen höherer Pflanzen raster-elektronenmikroskopisch untersucht. Ihre mikromorphologische Ausprägung hat sich in vielen Fällen als systematisch signifikant erwiesen. Die Ergebnisse dieser Arbeiten werden in der vorliegenden Reihe veröffentlicht, von der bereits BARTHLOTT & WOLLENWEBER (1981) und FRÖLICH & BARTHLOTT (1988) erschienen sind. Auf dem Erfahrungsschatz von über 10.000 bearbeiteten Arten aufbauend werden hier die meist als basal anerkannten Ordnungen der *Dilleniidae* analysiert, um ihre mögliche Angliederung an oder Abgrenzung von den "primitiven" *Magnoliidae* bzw. *Ranunculidae* darzustellen.

Die natürliche Grenze zwischen pflanzlichen Organen und ihrer Umwelt wird in der Regel durch die Cuticula gebildet, die der äußersten Zellwand aufgelagert ist. Sie besteht aus Cutin mit eingelagerten Wachsen.

Der Cuticula vieler Landpflanzen sind lipophile Substanzen aufgelagert, welche für gewöhnlich als "epicuticulare Wachse" bezeichnet werden. Es handelt sich in den meisten Fällen um ein recht heterogenes Gemisch verschiedener organischer Stoffklassen. Am weitesten verbreitet sind langkettige Kohlenwasserstoffe, Aldehyde, primäre Alkohole, freie Fettsäuren und Wachsester, letztere sind auch im chemischen Sinne als "Wachse" zu bezeichnen. Bei zahlreichen Pflanzengruppen finden sich auch Ketone, Acetate, β -Diketone, sekundäre Alkohole, Hydroxy-Fettsäuren und Terpene. Gelegentlich zeigen sich auch Flavonoide als Methylverbindungen in kristalliner Form auf Pflanzenoberflächen.

Mit der Chemie der epicuticularen Wachse befassen sich u.a. BARTHLOTT & WOLLENWEBER (1981), BAKER (1981), GENDEREN et al. (1988), HENNIG et al. (1988), HENNIG et al. (in prep.) und MEUSEL, BARTHLOTT & LEISTNER (in prep.).

Die Formen der aufgelagerten Wachse sind unterschiedlich. Fast ausnahmslos überzieht ein mehr oder weniger gleichmäßiger Wachsfilm die gesamte Blatt- und Sproßoberfläche der höheren Landpflanzen. Zusätzlich finden sich aber häufig auch Strukturen mit meist recht typischen Formen, welche für gewöhnlich als "Wachskristalloide" bezeichnet werden, da eine Kristallstruktur nicht durchgängig nachgewiesen ist. Die oft schon makroskopisch sichtbaren, meist bläulich-weiß erscheinenden "Reifbeläge" auf

verschiedenen Pflanzenorganen, wie z.B. bei Kohlblättern oder Pflaumen, sind ein deutliches Zeichen für einen dichten Besatz mit derartigen Kristalloiden.

Sowohl die Mikromorphologie, als auch die Chemie der Epicuticularwachse können durch Umwelteinflüsse verändert werden, doch bleibt der Grundtyp der Kristalloidformen immer der gleiche. Abwandlungen finden sich vor allem in den Proportionen der Kristalloide und in der Dichte ihres Bestandes (BAKER 1974; REED & TUKEY 1982; STEINMÜLLER & TEVINI 1985).

Da es sich gezeigt hat, daß die Diversität der Wachstypen genetisch stabil (CUTLER & BRANDHAM 1977) und die Ausprägung der Wachstypen taxonspezifisch ist (BARTHLOTT & WOLLENWEBER 1981), erscheint es lohnenswert, ihre systematische Signifikanz zu untersuchen.

Sie wurde bislang für folgende Pflanzengruppen nachgewiesen: *Eucalyptus* (HALLAM 1967); *Gramineae* (TULLOCH 1980, 1984); *Leguminosae* (PATHA 1985, unpubl.); *Monocotyledoneae* (FRÖLICH & BARTHLOTT 1988), *Centrospermae* (ENGEL & BARTHLOTT 1988); *Rosales* s.l. (FEHRENBACH & BARTHLOTT 1988); *Magnoliidae*, *Ranunculidae* und *Hamamelididae* (HENNIG 1989, HENNIG et al. in prep.). Eine Übersicht gibt auch BARTHLOTT (1993).

Es hat sich gezeigt, daß bestimmte Kristalloidformen typisch für Taxa auf Art-, Gattungs-, Familien-, Ordnungs- oder noch höherem Niveau sein können.

Für den vorliegenden Rahmen sind die *Dilleniales*, *Theales*, *Lecythidales* und *Malvales* jeweils sensu lato erstmals auf ihre Wachsmikromorphologie untersucht worden.

Für diese Untersuchung war die Beschaffung von Material vieler Arten notwendig. Für die großzügige Erlaubnis zur Entnahme von Frisch- und Herbarmaterial gilt unser Dank den Herren Prof. Dr. P. Hiepko und Prof. Dr. W. Greuter (Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem), Prof. Dr. G. Prance (Royal Botanic Gardens Kew), Dr. U. Hecker (Botanischer Garten Mainz) und Dr. V. Melzheimer (Botanischer Garten Marburg). Herzlicher Dank gebührt auch Herrn Prof. Dr. H.-D. Behnke (Institut für systematische Botanik, Universität Heidelberg) und Frau Dr. M. Amaral (Institut für allgemeine Botanik, Universität Hamburg) für das Zusenden zahlreicher Pflanzenproben. Für die freundliche Hilfe in technischen und fotografischen Angelegenheiten danken wir Frau R. Pretscher, Frau C. Salz und Herrn H.-J. Ensikat (Botanisches Institut der Universität Bonn).

2. Mikromorphologie epicuticularer Wachse

Eine erste Klassifikation der Einzelkristalloide nach ihrer Form hat schon DE BARY (1871) vorgeschlagen. Er unterschied in erster Linie zwischen granulären und stäbchenförmigen Strukturen. Erweiterte Klassifikationen verschiedener Wachstypen finden sich unter anderem bei AMELUNXEN & al. (1967), BARTHLOTT & WOLLENWEBER (1981) und FRÖLICH & BARTHLOTT (1988). Auf die Ultrastruktur gehen im besonderen auch JEFFREE, BAKER & HOLLOWAY (1975) ein.

Es werden folgende elf Typen unterschieden:

- **Glatte Wachsfilme.** Die Oberfläche zeigt keine Feinstruktur (z.B. *Dillenia indica* L.).

- **Wachsschollen.** Die zumeist dicken Wachsschichten wirken aufgrund ihrer Entstehungsweise rissig bis zerklüftet. Dieser Typ kommt häufig auf Oberflächen sukkulenter Pflanzen vor, wurde in dieser Bearbeitung aber nicht gefunden.

- **Gekörnte Schichten.** Die Oberfläche erscheint mehr oder weniger unregelmäßig strukturiert. Nicht selten werden Erosionsformen anderer Oberflächen hier eingeordnet, was die systematische Aussagekraft dieses Typs einschränkt.

- **Klümpchen- oder körnchenförmige Kristalloide.** Die kompakten, mehr oder weniger strukturierten Kristalloide besitzen keine Orientierung (Abb. 43).

- **Schuppenförmige Kristalloide.** Dieser Typ zählt zu den häufigsten zu findenden Kristalloidformen. Sowohl das Breiten/Höhen-Verhältnis, als auch der Neigungswinkel der Einzelkristalloide können stark variieren. Der Umriß kann glattrandig bis unregelmäßig gelappt bis gefranst erscheinen. Oft besitzen die Kristalloide eine bestimmte Ausrichtung. Sie können zu rosettenförmigen Gruppen führen (*Fabales*-Typ), oder zu magnetfeldlinien-ähnlichen Mustern um Spaltöffnungen (*Convallaria*-Typ). Im letzteren Fall können auch lange Reihen parallel ausgerichteter Schuppen beobachtet werden.

Ebenso häufig findet man Wachsschuppen gruppenweise parallel angeordnet, wobei sich von Gruppe zu Gruppe die Richtung ändern kann (Abb. 6; 12; 14; 16). Magnetfeldlinien-ähnliche Muster um Spaltöffnungen finden sich hier

nicht. Da dieser Wachstyp sehr häufig bei den *Hypericaceae* auftritt, bezeichnen wir ihn als "*Hypericum*-Typ".

- **Massive Stäbchen und Fäden.** Die langgezogenen, massiven Kristalloide besitzen einen kreisförmigen bis kantigen (Abb. 44) Querschnitt. Sie können gerade oder gewunden sein. Häufig werden Röhrrchen bei zu geringer Auflösung als Stäbchen mißinterpretiert.

- **Stäbchenaggregate (*Strelitzia*-Typ).** Die Kristalloide zeigen starke Längsriefung und sind aus mehr oder weniger zahlreichen Untereinheiten zusammengesetzt. Auch komplexe Strukturen wie die Spaltöffnungsmanschetten der *Strelitziaceae* (FRÖLICH & BARTHLOTT 1988) gehören hierher. Der Typ wurde in dieser Bearbeitung nicht gefunden.

- **Verzweigte Stäbchen und Fäden.** Die massiven Wachsstäbchen zeigen auf ihrer Oberfläche warzenförmige Strukturen, die sich fadenartig ausziehen können. Der Typ wurde in diesen Untersuchungen nicht beobachtet.

- **Quergeriefte Kristalloide (*Aristolochia*-Typ).** Die Kristalloide des *Aristolochia*-Typs (HENNIG 1989) sind in der Regel stäbchenförmig mit um die Mittelsäule transversal angeordneten Schuppen. In leicht erodierten Fällen sind die Schuppen zu ringförmigen Vorwölbungen der Stäbchen reduziert. Außerdem treten bei diesem Typ auch Übergangsformen bis hin zu quergeriefen komplexen Röhren auf (Abb. 49 bis 54), so daß eine genaue Abgrenzung von anderen Typen wohl nur chemisch möglich sein dürfte (MEUSEL, BARTHLOTT & LEISTNER, in prep.). Charakteristisch scheint ein gewisser Anteil an Palmiton zu sein.

- **Bandförmige Kristalloide.** Die oft spiralgewundenen Kristalloide sind im Querschnitt mehr oder weniger flach rechteckig (z.B. *Cola caricifolia* SCHUMANN).

- **Wachsröhrrchen.** Die einzelnen Kristalloide sind wegen ihrer meist geringen Größe oft nur bei hoher Auflösung als Hohlstrukturen zu erkennen. Es treten verschiedene Untertypen auf, die sich je nach chemischer Zusammensetzung unterscheiden. Die für die Gymnospermen und *Ranunculidae* typischen Röhrrchen des *Berberis*-Typs kommen meist in Clustern vor. Sie sind in der Regel nicht selten verzweigt und bestehen aus 10-Nonacosanol. Sie sind wahrscheinlich aus spiralgewundenen Fäden aufgebaut. Deutlich kürzer sind die meist sehr stark verzweigten Röhrrchen, die bei den hier untersuchten Arten gefunden wurden (Abb. 47; 48). Ein weiterer Untertyp ist durch ein größeres Längen/Breitenverhältnis gekennzeichnet. Er ist weniger häufig verzweigt und besteht zum größten Teil aus β -Diketonen.

3. Material und Methode

3.1. Material

Im Rahmen der vorliegenden Ergebnisse sind aus den 63 besprochenen Familien Pflanzenproben von 780 Arten aus 251 Gattungen gesammelt und untersucht worden.

Trotz der Bemühungen, das Artenspektrum so repräsentativ wie möglich zu halten, war die Auswahl der Arten doch in erster Linie von der Beschaffbarkeit des Materials abhängig.

Wegen der grundsätzlich besseren Eignung frischen Materials ist nur von den Pflanzengruppen Herbarmaterial verwendet worden, bei denen ansonsten zu wenig oder kein Material verfügbar war.

Herbarmaterial zeigt häufig keine oder nur stark erodierte Wachsstrukturen, was in erster Linie auf die Konservationsmethoden zurückzuführen ist. Beim Trocknen über Hitze können die Wachse zumindest teilweise schmelzen. Das Pressen der Pflanzenteile allein vermag es nicht, die Wachsmikromorphologie vollständig zu zerstören. Wurde das Material allerdings mit Schädlingsvernichtungsmitteln behandelt, besteht die Gefahr, daß dadurch die Wachsstrukturen verändert wurden. Am stärksten zerstört der Leim zur Befestigung der Pflanzen auf den Herbarbögen die Feinstrukturen.

Bei dem Frischmaterial ist darauf geachtet worden, Pflanzenteile mit möglichst stark ausgeprägten Wachsstrukturen zu sammeln, das heißt die Organe, die ausreichendem Licht und wenig Regen ausgesetzt waren.

Bei fast allen Arten wurden in erster Linie Blattober- und -unterseite untersucht. Besonders auf den Blattunterseiten finden sich häufig die besterhaltenen Wachsstrukturen. Bei *Pachynema dilatatum* (*Dilleniaceae*) und den *Sarraceniaceae* beschränkte sich die Untersuchung auf Sproßmaterial, da dort schon makroskopisch stärkere Bewachung als bei anderen Organen erkennbar war. Bei 68 Arten anderer Familien sind zusätzlich zu den Blättern Sproßoberflächen untersucht worden. Andere Organe, wie z.B. Blattstiele, Kelch- und Kronblätter, Blütenstiele oder Früchte, wurden dann zur Untersuchung herangezogen, wenn das Blatt- bzw. Sproßmaterial keine ausreichenden Ergebnisse erbrachte.

Das frische Pflanzenmaterial stammt aus folgenden Botanischen Gärten: Berlin-Dahlem (B.G. B), Bonn (B.G. BONN), Royal Botanic Gardens Kew

(B.G. K), La Orotava (B.G. ORT), Mainz (B.G. MJG), Marburg (B.G. MB). Außerdem hat Material aus eigenen Sammlungen (Material Ditsch bzw. Material Barthlott) Verwendung gefunden.

Das Herbariummaterial stammt aus folgenden Herbarien: Belém (IAN), Berlin-Dahlem (B), Bonn (BONN), Hamburg (H), Kew (K), London (BM), Manaus (INPA), New York (NY), Paris (P), St. Louis (MO). Weiteres Herbariummaterial wurde freundlicherweise von Herrn Prof. Dr. H.-D. Behnke (Material Behnke) zur Verfügung gestellt.

Bei den Herkunftsangaben sind soweit vorhanden die Akzessionsnummern, bzw. Sammler und Sammelnummern angegeben. Um Wiederholungen zu vermeiden, werden Material und Herkunft bei den entsprechenden Verwandtschaftsgruppen im Ergebnisteil aufgelistet.

3.2. Methode

Für die raster-elektronenmikroskopischen Untersuchungen wurde das Material im frischen oder luftgetrockneten Zustand ohne die Verwendung von Fixierungsmitteln mit Leitsilber auf Aluminiumtellerchen aufpräpariert. Die Tellerchen wurden im "Kühler-Sputter-Coating-Verfahren" mit einer etwa 25 nm dicken Goldschicht versehen, wobei die Kühlung der Probenkammer auf 10 bis 15° Celsius eine zu starke thermische Belastung der Wachse verhindert.

Die Untersuchungen wurden wegen des sehr hohen Auflösungsvermögens mit einem Gerät des Modells Cambridge Stereoscan 1000 durchgeführt.

Um bei 2.000- bis 60.000facher Vergrößerung eine höchstmögliche Auflösung zu erzielen, ohne das Material unnötig zu belasten, wurde bei einer Spannung von 15 bis 25 kV eine möglichst geringe Brennweite der ersten Linse in Verbindung mit einer kleinen Blende eingesetzt.

4. Systematische Übersicht über die Mikromorphologie der Epicuticularwachse

Die Entwicklungsstufe der "Dialypetalae" und "Sympetalae Pentacyclicae", die in der neueren Systematik für gewöhnlich die Unterklassen der *Dilleniidae* und *Rosidae* umfaßt, ist in ihrer Gliederung immer wieder umwälzenden Änderungen unterworfen worden. Dies ist ein Hinweis darauf, wie wenig die tatsächlichen verwandtschaftlichen Zusammenhänge erkannt sind. Besonders die in neuerer Zeit immer stärker berücksichtigten Ergebnisse aus Biochemie, Serologie, Molekulargenetik, ultrastruktureller Anatomie (Siebröhren-Plastiden) und Mikromorphologie haben zu großen Umstellungen in der Angiospermensystematik geführt.

Es fällt auf, daß bestimmte Verwandtschaftskomplexe relativ klar umgrenzbar und gut einzuordnen sind. Andere Familien dagegen pflegen in jedem System einen völlig neuen Stand einzunehmen. Diese oft recht kleinen Familien gezielt zu untersuchen, ist sicherlich interessant, bringt aber meistens nur unbefriedigende Ergebnisse. Das mag einerseits an ihrer systematisch ungeklärten Position liegen, andererseits aber auch an der Schwierigkeit, einwandfreies Material für die Untersuchungen zu bekommen.

Problematisch ist die Interpretation der Ergebnisse bei oligo- oder gar monotypischen Familien aufgrund der geringen Datenmenge. Als am sichersten sind jene Ergebnisse zu bewerten, bei denen gut umschriebene, mittelgroße Familien untersucht wurden und nur wenige oder keine Fälle mit Abweichungen von der "normalen" Ausprägung eines bestimmten Merkmals auftraten.

Im folgenden werden die untersuchten Pflanzengruppen umrissen, wobei bei der Auswahl der Familien in erster Linie die Systeme von CRONQUIST (1988), G. DAHLGREN (1989), TAKHTAJAN (1987) und THORNE (1992) berücksichtigt werden. Ausführliche Übersichten über die verschiedenen Systeme finden sich bei GOLDBERG (1986) und BRUMMITT (1992).

Die Ordnungen werden in der Reihenfolge gemäß G. DAHLGREN (1991) aufgeführt. Familien, Gattungen und Arten werden in alphabetischer Reihenfolge besprochen. Bei den Familien wird in Klammern die Anzahl der beschriebenen Gattungen und Arten, bei den Gattungen die Artenzahl angegeben. Die

entsprechenden Daten sind soweit möglich aus MABBERLEY (1989) und WILLIS (1988) entnommen worden.

4.1. *Dilleniales*

Die Ordnung der *Dilleniales* wird in allen neueren Systemen an die Basis der *Dilleniidae* gestellt. Dies wird einerseits durch die relativ ursprüngliche Holz-anatomie und den Besitz choricarper Gynoeceen, andererseits durch die zentri-fugale Insertion der Staminalprimordien begründet. Meistens umfaßt die Ord-nung nur die *Dilleniaceae*, seltener auch die *Paeoniaceae*.

Die *Brunelliaceae* sind von HUTCHINSON (1973) in diese Ordnung gestellt worden. Noch 1980 findet man bei TAKHTAJAN die *Crossosomataceae* in die *Dilleniales* eingegliedert. Die *Glaucidiaceae* werden bei G. DAHLGREN (1989), TAKHTAJAN (1980) und THORNE (1983, 1992) in enge Beziehung zu den *Pae-oniaceae* gesetzt. Aus diesen Gründen sind auch diese Familien in die Unter-suchungen einbezogen worden.

Tabelle 1: Die Familien der *Dilleniales* s.l. in den verschiedenen Systemen:

Familie	CRONQUIST '88	DAHLGREN '89	TAKHTAJAN '87	THORNE '92
Brunelliaceae	Rosales (Rosidae)	Cunoniales (Rosanae)	Cunoniales (Rosanae)	Cunoniaceae (Rosanae)
Crossosomatac.	Rosales (Rosidae)	Rosales (Rosanae)	Crossosomatales (Rosanae)	Rosales (Rosanae)
Dilleniaceae	Dilleniales (Dilleniidae)	Dilleniales (Theanae)	Dilleniales (Dilleniaceae)	Dilleniaceae (Dilleniales)
Glaucidiaceae	Ranunculaceae (Magnoliidae)	Paeoniales (Theanae)	Glaucidiales (Ranunculanae)	Paeoniales (Annonanae)
Paeoniaceae	Dilleniales (Dilleniidae)	Paeoniales (Theanae)	Paeoniales (Ranunculanae)	Paeoniales (Annonanae)

Die Ordnung stellt in der hier dargestellten Umgrenzung in mehrfacher Hin-sicht eine sehr uneinheitliche Gruppe dar.

Als gewichtigster Grund für eine Abtrennung von den *Magnoliidae* sensu CRONQUIST soll die zentrifugale Insertion der Staminalprimordien gelten. Sie ist für die *Dilleniaceae* aber auch für die *Glaucidiaceae* und *Paeoniaceae* nach-gewiesen worden (HIEPKO 1964; TAMURA 1972). Biochemisch unterscheiden sich besonders die *Dilleniaceae* ebenso deutlich von allen Vertretern der Ent-wicklungsstufe "Polycarpicae" (KUBITZKI & REZNIK 1966; KUBITZKI 1968). In dieser Hinsicht zeigen dagegen die *Paeoniaceae* eine engere Beziehung zu den holzigen *Magnoliidae* (KUBITZKI & REZNIK 1966; YOUNG 1981), was auch durch vergleichende Untersuchungen der Leitbündelanatomie Bestätigung fin-

det. Diese Ähnlichkeit wird aber auch als Konvergenz interpretiert (KEEFE & MOSELEY, 1978).

Die unterschiedlichen Affinitäten der genannten Familien zu den *Magnoliidae*, bzw. *Dilleniidae*, werden auch durch die Wachsmikromorphologie gestützt. Die *Dilleniaceae* zeigen mit ihren stets schuppenförmigen Epicuticularwachsen sowohl in Form als auch in Anordnung Beziehungen zu verschiedenen Familien der *Theales*, besonders zu Vertretern der *Theaceae* und *Bonnetiaceae*.

Die wenigen Fälle schuppenförmiger Wachskristalloide bei den *Paeoniaceae* können relativ gut als Erosionserscheinungen des sonst vorherrschenden Wachstyps interpretiert werden, der in erster Linie aus massiven Stäbchen besteht, die bei sehr großem und unregelmäßigem Umriß auch hohl auftreten können. Die mehr oder weniger deutlich zusammengesetzten Kristalloide zeigen eine klar erkennbare Querriefung, die in einigen Fällen einem Besatz aus transversal ansetzenden Schuppen ähnelt. Diese Form der Kristalloide, meist in noch deutlicher ausgeprägter Form, ist charakteristisch für viele Familien der holzigen Polycarpicae (HENNIG 1989). Die mehr oder weniger variable Mikromorphologie dieses *Aristolochia*-Typs ist offensichtlich mit einem Gehalt an Palmiton korreliert (HENNIG 1989, MEUSEL, BARTHLOTT & LEISTNER in prep.). Er kommt in Einzelfällen zwar auch in anderen Pflanzengruppen vor, wie z.B. bei den *Amaryllidaceae*, *Butomaceae* und *Luzuriagaceae* (FRÖLICH & BARTHLOTT 1988), *Caryophyllaceae* und *Portulacaceae* (ENGEL & BARTHLOTT 1988, BARTHLOTT 1993), *Actinidiaceae*, *Malvaceae* und *Cistaceae* (vorliegende Ergebnisse), doch sollte für eine endgültige Bewertung ihrer systematischen Signifikanz das Gesamtvorkommen solcher Einzelfälle bekannt sein.

Die monotypische Familie der *Glaucidiaceae* zeigt ebenfalls zentrifugale Insertion der Staminalprimordien (TAMURA 1972) und wird deshalb neuerdings in die Nähe der *Paeoniaceae* gestellt. Die Oberflächen sind leider nur recht spärlich bewachst, so daß Aussagen über den vorhandenen Wachstyp nur eingeschränkt möglich sind. Es wurden schuppenförmige Wachskristalloide gefunden, was auf die Eigenständigkeit der Art hinweist. Daraus läßt sich allerdings keine nähere Beziehung zu den *Paeoniaceae* erkennen. Eine ähnliche Anordnung der Wachsschuppen findet sich bei den *Dilleniaceae* und verschiedenen Familien der *Theales*, ist aber auch in anderen Verwandtschaftskreisen nicht selten. Der ausgefrante Rand der einzelnen Kristalloide läßt vermuten, daß die Schuppen aus kleinen Wachsstäbchen zusammengesetzt sind. Hier könnte ein Hinweis auf nähere Beziehungen zu den *Ranunculales* liegen. Die typischen Wachsstäbchen dieser Verwandtschaftsgruppe sind allerdings hohl (HENNIG 1989). Auch karyomorphologische Untersuchungen sprechen

nicht unbedingt für eine Beziehung zu den *Paeoniaceae* (OKADA & TAMURA 1979).

Die *Crossosomataceae* und *Brunelliaceae* zeigen sowohl anatomisch als auch im Blütenbau mehr Gemeinsamkeiten mit einigen Vertretern der *Rosales* s.l., als zu den *Dilleniidae* (RICHARDSON 1970, CUATRECASAS 1970).

Die Tendenz innerhalb der *Brunelliaceae*, schuppenförmige Wachskristalloide zu Rosetten zusammzusetzen, mag auf eine gewisse Beziehung zu Familien wie den *Connaraceae* und *Fabaceae* hinweisen (FEHRENBACH & BARTHLOTT 1988), doch kommt dieser Wachstumstyp auch bei Familien vor, die eindeutig zu den *Dilleniidae* gehören, wie z.B. *Bombacaceae* und *Cochlospermaceae*, sowie bei den *Elaeocarpaceae*.

Die sehr einheitliche Ausprägung der Wachsmikromorphologie bei den Vertretern der *Crossosomataceae* spricht für die Natürlichkeit der Familienumgrenzung. Für eine eindeutige Einordnung der Familie in eine größere Verwandtschaftsgruppe ist dieses Merkmal jedoch nicht geeignet, da die gleichen oder sehr ähnliche Formen und Anordnungen der Kristalloide bei sehr unterschiedlichen Familien auftreten, wie z.B. bei den *Liliaceae* s.l. (AMELUNXEN & al. 1967) oder *Hypericaceae* (vorliegende Ergebnisse). Es ist jedoch interessant, daß innerhalb der *Dilleniales* dieser Wachstumstyp kein Pendant findet. Das entspricht auch den Ergebnissen der Flavonoidchemie, welche eine enge Beziehung der *Crossosomataceae* zu den *Dilleniales* ausschließt (YOUNG 1981). Andere Merkmale sprechen für eine Einordnung dieser Familie in die *Rosidae* mit näheren Beziehungen zu den *Fabales* oder *Rosales* (DE BUHR 1978, TATSUNO & SCOGIN 1978, THORNE & SCOGIN 1978)

BRUNELLIACEAE ENGL. (1/52)

Gekerbte bis \pm gelappte Schuppen mit Tendenz zur rosettigen Anordnung. Diese spricht für eine Beziehung zu den *Rosales* s.l..

Brunellia RUIZ & PAVON (52) - *B. acostae* CUATREC. (K: Asplund 16754); *B. costaricensis* STANDLEY (K: Bernardi 10538); *B. integrifolia* SZYSZYL. (K: Lawrence 416).

CROSSOSOMATACEAE ENGL. (3/8)

Dicht und meist parallel stehende, \pm gekerbte bis komplexe Schuppen. Sie stellen einen systematisch insignifikanten Typ dar, der eine verwandtschaftliche Nähe zu den *Dilleniaceae* nicht bestätigt.

Crossosoma NUTT. (2) - *C. bigelovii* S. WATSON (K: Sands 61); *C. californicum* NUTT. (K: Nuttall 1). - Aufrechte, leicht gekerbte, parallel angeordnete bis komplexe Schuppen (Abb. 6)

Forsellesia E. GREENE (5) - *F. nevadensis* (GRAY) E. GREENE (K: Carter & Chisaki 3232); *F. spinescens* (GRAY) E. GREENE (K: Stevens 463). - Gekerbte bis leicht gefranste, \pm parallel gerichtete Schuppen.

DILLENACEAE SALISB. (12/300)

Oft ohne Kristalloide, sonst meist ungerichtete, unregelmäßig gelappte bis leicht gekerbte und aufrechte Schuppen. Diese ähneln denen verschiedener Familien der *Theales*.

Dillenia L. (60) - *D. indica* L. (B.G. BONN 1040); *D. philippinensis* ROLFE (B.G. BONN 5043). - Keine Kristalloide.

Doliocarpus ROLANDER (40) - *D. dentatus* (AUBLET) STANDLEY (K: Zanshenre 5210). - Keine Kristalloide.

Hibbertia ANDREWS (122) - *H. cuneiformis* GILG (B.G. BONN 268); *H. obtusifolia* DC. (B.G. K 267-81.03207); *H. procumbens* DC. (B.G. K 497-77.05106); *H. scandens* DRYAND. (B.G. BONN 516); *H. tetrandra* GILG (B.G. K 210-59.21001); *H. volubilis* ANDREWS (B.G. MJG). - Vier Arten mit kleinen, ± gelappten Schuppen (Abb. 1; 2).

Pachynema R. BR. ex DC. (5) - *P. dilatatum* BENTH. (K: Carlquist 15458). - Dichte, ungerichtete bis parallel stehende Schuppen (Abb. 5).

Schumacheria VAHL (3) - *S. angustifolia* HOOK. f. & THOMSON (K: Waas 1544). - Kleine, unregelmäßige Schuppen.

Tetracera L. (40) - *T. empodoclea* GILG (K: Hatschbach et al. 36514); *T. parviflora* (RUSBY) SLEUMER (K: Prance et al. 7777); *T. willdenowiana* STEUDEL (K: Berg et al. P18559). - Eine Art mit Schuppen.

GLAUCIDIACEAE (HIMMELB.) TAMURA (1/1)

Sehr verstreut kleine, ± gefranste Schuppen (Abb. 4). Sie weichen somit sowohl von den *Paeaniaceae* als auch von den *Ranunculidae* ab.

Glaucidium palmatum SIEBOLD & ZUCC. (B.G. K 012-78.00053).

PAEONIACEAE RUDOLPHI. (1/33)

Quergeriefte Stäbchen und Röhrchen, gemischt mit mehr oder weniger dicken Schuppen (Abb. 3; 51; 52). Dies ist als Hinweis auf eine nähere Verwandtschaft mit den *Magnoliidae* s.str. zu werten.

Paeonia L. (33) - *P. anomala* L. var. *intermedia* (C. MEYER) B. FEDTSCH. (B.G. BONN 2769); *P. arietina* G. ANDERSON (B.G. K 000-69.19870); *P. banatica* ROCHEL (B.G. MB); *P. broteri* BOISS. & REUTER (B.G. K 156-83.01937); *P. clusii* F. STERN (B.G. K 083-86.00809); *P. daurica* ANDREWS (B.G. K 014-85.00713); *P. delavayi* FRANCHET (B.G. BONN 2770); *P. emodi* WALLICH ex ROYLE (B.G. K 934-37.93401); *P. humilis* RETZ (B.G. B); *P. humilis* RETZ var. *villosa* (HUTH) F. STERN (B.G. K 000-69.18452); *P. lactiflora* PALLAS (B.G. BONN 2767); *P. lusitanica* MILLER (B.G. K 161-53.16102); *P. lutea* DELAVAY ex FRANCHET (B.G. BONN 2771); *P. mascula* (L.) MILLER (B.G. K 594-53.59402); *P. mlokosewitschii* LOM. (B.G. BONN 8135); *P. mollis* G. ANDERSON (B.G. K 000-69.18453); *P. obovata* MAXIM. (B.G. MB 74/136(194)); *P. officinalis* L. (B.G. BONN 2772); *P. peregrina* MILLER (B.G. K 617-52.61701); *P. potanini* KOMAROV (B.G. K 000-69.19908); *P. pubens* SIMS (B.G. K 488-39.48802); *P. russii* BIV. (B.G. K 458-74.04075); *P. sterniana* FLETCHER (B.G. K 371-62.37101); *P. suffruticosa* ANDREWS (B.G. BONN 8137); *P. tenuifolia* L. (B.G. BONN 2768); *P. trollioides* STAPF ex F. STERN (B.G. K 000-69.19911); *P. veitchii* LYNCH var. *woodwardii* (STAPF & COX) F. STERN (B.G. MB); *P. wittmanniana* HARTW. ex

LINDLEY (B.G. K 000-69.18448); *P. wittmanniana* HARTW. ex LINDLEY var. *nudicarpa* SCHIPCZ. (B.G. K 587-51.58701).

4.2 *Theales*

Die Ordnung der *Theales* zeigt in ihrer Holzstruktur und ihrer Blütenentwicklung deutliche Beziehungen zu den *Dilleniales*. Auf der anderen Seite scheinen sie aber auch den *Ericales* und den *Celastrales* p.p. nahezustehen. Daher werden einige Familien in den verschiedenen Systemen immer wieder in unterschiedliche Ordnungen gestellt.

Sie werden häufig als Mittlergruppe zwischen den *Dilleniales* und den verschiedenen Entwicklungslinien innerhalb der *Dilleniidae* angesehen. Ihr syncarpes bis paracarpes Gynoeceum entspricht dieser Rolle.

Der Umfang der Ordnung wird von den Autoren sehr unterschiedlich gehandhabt. Besonders starke Abweichungen zeigen die Systeme von TAKHTAJAN (1987) und THORNE (1992).

Bei TAKHTAJAN wird die Ordnung sehr eng gefaßt. Näher verwandte Familien werden als Nachbarordnungen ausgegliedert und mit den *Theales* in die Überordnung der *Theanae* gestellt. Diese Überordnung soll hier als "*Theales*-Äquivalent" behandelt werden.

THORNE umgrenzt die Ordnung sehr großzügig. Die recht umfangreiche Pflanzengruppe untergliedert er in neun Unterordnungen. In dieser Arbeit wurde sich nicht darauf beschränkt, nur die Unterordnung der *Theineae* als "*Theales*-Äquivalent" anzusehen, sondern es wurden hier alle Familien berücksichtigt, die im weiteren Sinne zu der Ordnung gezählt werden. In seiner neuesten Bearbeitung (1992 b) nennt er die Verwandtschaftsgruppe "*Dilleniales*", da diesem Namen Priorität eingeräumt werden muß.

Zusätzlich zu den in den oben genannten Systemen aufgeführten Familien sind auch die *Eucryphiaceae* und *Humiriaceae* bearbeitet worden. Die *Eucryphiaceae* werden von HUTCHINSON (1973) und GOLDBERG (1986) in die Ordnung der *Theales* gestellt. GOLDBERG (1986) gliedert auch die *Humiriaceae* in diese Ordnung ein.

In den neuesten Versionen der Systeme von G. DAHLGREN (1989) und THORNE (1992) werden auch die *Chrysobalanaceae* zu den *Theales* gestellt. Die Untersuchungen für den vorliegenden Rahmen waren aber schon vor dieser Umgruppierung abgeschlossen. Die Wachsmikromorphologie dieser Familie wird bei FEHRENBACH & BARTHOLOTT (1988) dargestellt und diskutiert.

In der Übersichtstabelle auf Seite 20/21 sind die *Lecythidaceae* s.l. nicht enthalten, sie werden im nächsten Kapitel besprochen.

Die Ordnung der *Theales* wird je nach System im Umfang recht uneinheitlich gehandhabt. Das mag an der ihr meist zugebilligten Schlüsselposition zwischen den *Dilleniales* und den weiter abgeleiteten Ordnungen der *Dilleniidae* liegen.

Es zeigte sich in dieser Untersuchung, daß fast ausschließlich ein schuppenförmiger Kristalloidtyp von recht unterschiedlicher Ausprägung vorkommt. Der Besatz aus Wachskristalloiden ist in der Regel wenig dicht.

Die größeren Kernfamilien der *Theaceae*, *Bonnetiaceae*, *Clusiaceae*, *Hypericaceae* und *Marcgraviaceae* einerseits und der *Ochnaceae*, *Sauvagesiaceae* und *Quinaceae* andererseits zeigen auch in ihrer Wachsmikromorphologie jeweils recht deutliche Beziehungen untereinander. Besonders nahe scheinen sich hier die *Clusiaceae*, *Bonnetiaceae* und *Hypericaceae* zu stehen.

Eine zentrale Rolle innerhalb der Ordnung übernehmen die *Theaceae*. Ihre Wachsmikromorphologie zeigt gewisse Ähnlichkeiten zu den *Clusiaceae* und *Bonnetiaceae*. Innerhalb der *Theaceae* zeigt sich im Bezug auf die allgemein verbreiteten schuppenförmigen Wachskristalloide eine Ausnahme: Bei *Schima wallichii* befindet sich ein dichter Belag aus kleinen Röhren auf Blattober- und -unterseite. Solche Ausnahmefälle sind auch innerhalb der *Stachyuraceae* und *Aquifoliaceae* vorhanden. Die nähere Verwandtschaft der Kleinfamilien der *Asteropeiaceae*, *Caryocaraceae*, *Medusagynaceae*, *Oncothecaceae*, *Pellicieraceae*, *Pentaphylacaceae*, *Sladeniaceae* und *Tetrameristaceae* zu den *Theaceae* wird durch die vorliegenden Ergebnisse entweder unterstützt oder zumindest nicht ausgeschlossen. Die *Sladeniaceae* und *Asteropeiaceae* würden bei einer taxonomischen Einbeziehung in die *Theaceae* nicht aus deren Rahmen fallen, wengleich sie holzanatomisch deutlich von ihnen abweichen (BARETTA-KUIPERS 1976). Die *Caryocaraceae* zeigen, abgesehen von den für die ganze Ordnung einzigartigen Schuppenrosetten von *Anthodiscus amazonicus* (Abb. 45), deutliche Beziehungen zu den *Theaceae* und *Hypericaceae*. Für eine Einordnung der *Oncothecaceae* als eigenständiges Taxon in der Nähe der *Theaceae* und gegen eine direkte Verwandtschaft mit den *Aquifoliaceae* sprechen nicht nur die hier vorliegenden Ergebnisse, sondern auch die Holzanatomie von *Oncotheca balansae* (BAAS 1975; CARPENTER & DICKISON 1976; DICKISON 1986).

Die *Bonnetiaceae* zeigen weniger mit den *Theaceae* als vielmehr mit den *Clusiaceae* eine größere Ähnlichkeit. Die Eingliederung in die *Theaceae* erscheint daher entsprechend der Holzanatomie nicht angemessen (BARETTA-KUIPERS 1976). Die Wachsstrukturen von *Caraipa* und *Mahurea* (KUBITZKI 1978) lassen zudem eine engere Beziehung zu den *Hypericaceae* vermuten. Zusammenfassend läßt sich also sagen, daß die *Bonnetiaceae*, *Clusiaceae* und *Hypericaceae* offensichtlich einen recht natürlichen Verwandtschaftskomplex

Tabelle 2: Die Familien der *Theales* s.l. in den verschiedenen Systemen:

Familie	CRONQUIST '88	DAHLGREN '89	TAKHTAJAN '87	THORNE '92
Actinidaceae	Theales	Ericales (Ericanae)	Actinidiales (Theanae)	Theineae
Ancistrocladaceae	Violales (Dilleniidae)	Theales	Ancistrocladales (Theanae)	Nepenthineae (Dilleniales)
Aquifoliaceae	Celastrales (Rosidae)	Cornales (Cornanae)	Celastrales (Celastranae)	Icaciniaceae (Dilleniales)
Asteropeiaceae	Theaceae	Theaceae	Theales	Theineae
Bonnetiaceae	Theaceae	Theales	Theales	Hypericineae (Dilleniales)
Cardiopteridaceae	Celastrales (Rosidae)	Celastrales (Rutanae)	Celastrales (Celastranae)	Icaciniaceae (Dilleniales)
Caryocaraceae	Theales	Theales	Theales	Theineae
Chrysobalanaceae	Rosales (Rosidae)	Theales	Rosales (Rosanae)	Theineae
Clethraceae	Ericales (Dilleniidae)	Ericales (Ericanae)	Ericales (Ericanae)	Clethraceae (Dilleniales)
Clusiaceae	Theales	Hypericaceae	Theales	Hypericineae (Dilleniales)
Cyrtaceae	Ericales (Dilleniidae)	Ericales (Ericanae)	Ericales (Ericanae)	Clethraceae (Dilleniales)
Diegodendraceae	Ochnaceae	Ochnaceae	Ochnales (Theanae)	Sphaerosepalaceae (Malvales)
Dioncophyllaceae	Violales (Dilleniidae)	Theales	Dioncophyllales (Violanae)	Nepenthineae (Dilleniales)
Dipterocarpaceae	Theales	Malvales (Malvanae)	Malvales (Malvanae)	Sterculiineae (Malvales)
Elatinaceae	Theales	Theales	Elatiniales (Theanae)	Hypericineae (Dilleniales)
Eucryphiaceae	Rosales (Rosidae)	Cunoniales (Rosanae)	Cunoniales (Rosanae)	Cunoniaceae (Cunoniales)
Humiriaceae	Linales (Rosidae)	Linales (Rutanae)	Linales (Rutanae)	Linales (Geranianae)
Hypericaceae	Clusiaceae	Theales	Clusiaceae	Clusiaceae
Icacinaceae	Celastrales (Rosidae)	Cornales (Cornanae)	Celastrales (Celastranae)	Icaciniaceae (Dilleniales)
Lophiraceae	Ochnaceae	Ochnaceae	Ochnales (Theanae)	Ochnaceae
Marcgraviaceae	Theales	Theales	Theales	Theineae
Medusagynaceae	Theales	Theales	Medusagynales (Theanae)	Scytopetalineae (Dilleniales)
Nepenthaceae	Nepenthalces (Dilleniidae)	Theales	Nepenthalces (Magnoliidae)	Nepenthineae (Dilleniales)
Ochnaceae	Theales	Theales	Ochnales (Theanae)	Scytopetalineae (Dilleniales)

Tabelle 2: (Fortsetzung)

Familie	CRONQUIST '88	DAHLGREN '89	TAKHTAJAN '87	THORNE '92
Oncothecaceae	Theales	Theales	Theales	Icacineae (Dilleniales)
Paracryphiaceae	Theales	Cornales (Cornanae)	Paracryphiales (Theanae)	Theineae
Pellicieraceae	Theales	Theaceae	Theales	Theineae
Pentaphylacaceae	Theales	Theales	Theales	Clethrineae (Dilleniales)
Phellinaceae	Aquifoliaceae (Rosidae)	Cornales (Cornanae)	Celastrales (Celastranae)	Icacineae (Dilleniales)
Quiinaceae	Theales	Theales	Ochnales (Theanae)	Scytopetalineae (Dilleniales)
Sarcolaenaceae	Theales	Malvales (Malvanae)	Malvales (Malvanae)	Sterculiineae (Malvales)
Sarraceniaceae	Nepenthales (Dilleniidae)	Sarraceniales (Ericanae)	Sarraceniales (Sarraceniae)	Sarraceniineae (Dilleniales)
Saurauiaceae	Actinidiaceae	Actinidiaceae	Actinidiaceae	Actinidiaceae
Sauvagesiaceae	Ochnaceae	Ochnaceae	Ochnales (Theanae)	Ochnaceae
Scytopetalaceae	Theales	Theales	Ochnales (Theanae)	Scytopetalineae (Dilleniales)
Sladeniaceae	Theaceae	Theaceae	Theales	Theaceae
Sphaerosepalaceae	Theales	Malvales (Malvanae)	Malvales (Malvanae)	Sterculiineae (Malvales)
Sphenostemonac.	Aquifoliaceae (Rosidae)	Cornales (Cornanae)	Celastrales (Celastranae)	Icacineae (Dilleniales)
Stachyuraceae	Violales (Dilleniidae)	Theales	Theales	Theineae
Strasburgeriaceae	Ochnaceae	Theales	Ochnales (Theanae)	Scytopetalineae (Dilleniales)
Symplocaceae	Ebenales (Dilleniidae)	Cornales (Cornanae)	Theales	Theineae
Tetrameristaceae	Theales	Theaceae	Theales	Theineae
Theaceae	Theales	Theales	Theales	Theineae

bilden. Allein die *Hypericaceae* weisen außerdem noch eine gewisse Ähnlichkeit mit einzelnen *Ochnaceae* auf.

Die vier untersuchten Gattungen der *Hypericaceae* zeigen durch weitestgehende Übereinstimmung ihrer Kristalloidformen ihre nahe Verwandtschaft untereinander. Der hier vorherrschende Typ - meist leicht gefranste Schuppen parallel zu Gruppen angeordnet, wobei von Gruppe zu Gruppe die Orientierung stark abweichen kann - wird aus praktikablen Gründen "*Hypericum*-Typ" genannt. Die 39 untersuchten Arten der Gattung *Hypericum* verteilen sich nach ROBSON (1977, 1981) auf 19 verschiedene Sektionen. Da zum Teil innerhalb

der Sektionen größere Unterschiede auftraten als zwischen verschiedenen Gattungen, kann die Wachsmikromorphologie nicht die bestehende infragenerische Einteilung bestätigen. Auffallend ist nur, daß die beiden untersuchten Arten der Sektion *Crossophyllum* SPACH als einzige keine Wachskristalloide zeigten. Ebenfalls abweichend zeigte sich *Hypericum balearicum*, das aber ohnehin eine Sektion für sich beansprucht. Interessant erscheint die systematische Signifikanz der Wachskristalloide auf interspezifischer Ebene bei den sympatrischen Arten *H. glandulosum* und *H. reflexum*, da letztere leicht mit der behaarten Form von *H. glandulosum* verwechselt werden kann: *H. glandulosum* zeigt im Gegensatz zu *H. reflexum* keine Wachskristalloide auf der Blattunterseite.

Die *Elatinaceae* zeigen aufgrund der häufig amphibischen Lebensweise der krautigen Vertreter kaum Wachskristalloide. Einzig die gefransten bis gelappten Schuppen von *Bergia ammannioides* deuten auf eine Beziehung zu den *Hypericaceae* und anderen Familien der *Theales* hin. Anatomische Untersuchungen (CARLQUIST 1984) unterstützen die systematische Nähe zu den *Clusiaceae* und damit zu diesem Verwandtschaftskreis.

Bei den *Nepenthaceae* zeigen die Wachskristalloide auf den Kanneninnen-seiten auffällige Übereinstimmungen mit denen von Vertretern der *Clusiaceae* und *Bonnetiaceae*, was eine engere Verwandtschaft befürwortet.

Die Wachsmikromorphologie bei den *Marcgraviaceae* deutet auf Beziehungen zu den *Theaceae* hin. Auch zu den *Bonnetiaceae* läßt sich aufgrund der Wachsschuppenform eine gewisse Nähe erkennen; Ähnlichkeiten finden sich auch mit den Wachsen einiger Vertreter der *Ochnaceae*.

Die monotypischen *Strasburgeriaceae* zeigen mehr oder weniger ungerichtete Wachsschuppen. Aus ihrer Form und Anordnung lassen sich Parallelen zu den *Theaceae* und *Marcgraviaceae* ziehen. Eine Beziehung zu den *Ochnaceae*, wie sie von DICKISON (1981) unterstützt wird, erscheint aber auch nicht ausgeschlossen.

Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen eine mögliche Nähe der *Scytopetalaceae* zu den *Theaceae*. Embryologische Untersuchungen lassen zwar eine Einordnung der Familie in die *Malvales* plausibler erscheinen (VIJAYARAGHAVAN & DHAR 1976), doch sprechen andere Merkmale für eine direkte Beziehung zu den *Ochnaceae* s.l. und *Quiinaceae* (AMARAL 1991).

Die *Ochnaceae* werden je nach Autor taxonomisch unterschiedlich weit gefaßt. Aber auch in ihren Kerngruppen zeigen sie sich ausgesprochen uneinheitlich. Meist finden sich keine oder nur vereinzelte Wachskristalloide. Die bei nur wenigen Arten beobachteten dichten Schuppenbestände ähneln am meisten denen der *Hypericaceae*. Dies deutet möglicherweise ebenso wie die Holzanatomie auf einen gemeinsamen Vorfahren der beiden Familien (DECKER 1966).

Die neuerdings wieder in die *Ochnaceae* eingegliederten *Sauvagesiaceae* zeigen sich hingegen sehr einheitlich. Besonders enge Beziehungen scheinen aufgrund der Cuticularstrukturierung zwischen den Gattungen *Sauvagesia*, *Lavradia*, *Neckia* und *Vausagesia* zu bestehen, welche u. a. mit *Pentaspattella* auch zu *Sauvagesia* s. l. zusammengefaßt werden. Eine besondere Nähe zu *Luxemburgia* wird durch andere Merkmale allerdings nicht gestützt. Andererseits sind sich die Gattungen *Philacra* und *Tyleria* recht ähnlich. Die verwandtschaftliche Nähe von *Wallacea* und *Poecilandra* bestätigt sich in der z.T. starken Übereinstimmung der Oberflächenstrukturen. Insgesamt spricht die Mikromorphologie der Blattoberflächen in keiner Weise gegen die Einteilung der Verwandtschaftsgruppe entsprechend AMARAL (1991).

Durch die festgestellten Ähnlichkeiten kann eine Beziehung zwischen den Familien der *Ochnaceae* und der *Quinaceae* nicht ausgeschlossen werden. Die Holzanatomie scheint diese Beziehung zu bestätigen (GOTTWALD & PARAMESWARAN 1967). Eventuell könnte man zwischen den komplexen Schuppenrosetten der *Caryocaraceae* und den lang ausgezogenen Wachsschuppen der *Quinaceae* Parallelen ziehen.

Über die kleinen Familien der *Diegodendraceae* und *Lophiraceae* kann keine Aussage gemacht werden, da sich keine signifikanten Strukturen zeigten. Die beiden *Lophira*-Arten gehören vermutlich in die *Ochnaceae*; die *Diegodendraceae* sind wahrscheinlich nicht näher mit dieser Pflanzengruppe verwandt (AMARAL 1991).

Die Ausprägung der Wachsschuppen bei den *Paracryphiaceae* und den *Sarraceniaceae* lassen Beziehungen zu verschiedenen Familien der *Theales* vermuten. Keine Beziehungen bestehen jedoch zwischen *Paracryphia* und den *Eucryphiaceae*. Dies entspricht den Ergebnissen anderer Untersuchungen auf morphologischen, anatomischen und biochemischen Grundlagen (DICKISON & BAAS 1977; YOUNG 1981; BEHNKE 1991). Die Zugehörigkeit der *Sarraceniaceae* in diese Ordnung wird auch holzanatomisch, blütenmorphologisch und embryologisch sowie biochemisch unterstützt (DE BUHR 1975, 1977; YOUNG 1981). Eine ausgesprochene Nähe zu den *Nepenthaceae* ist allerdings nicht bestätigt worden. Die Morphologie der Samenanlagen sollen laut PHILIPSON (1974) für eine Beziehung zu den *Ericales* sprechen. Die hier festgestellten quergerieften Wachsstäbchen in Verbindung mit kleinen glatten Wachsschuppen stellen für die Gattung *Darlingtonia* (Abb. 50) einen Einzelfall des *Aristolochia*-Typs innerhalb der Familie dar.

Die *Dioncophyllaceae* und *Ancistrocladaceae* zeigen sehr ähnliche Wachskristalloide, was auf eine nähere Verwandtschaft hindeutet. Beziehungen zu verschiedenen Familien der *Theales* sind ebenfalls möglich. Ferner findet man ähnliche Wachskristalloide auch innerhalb mehrerer Kleinfamilien der *Lecythidales*. Die postulierte Verwandtschaft mit den *Nepenthaceae* aufgrund

anatomischer Ähnlichkeiten (METCALFE 1952; GOTTWALD & PARAMESWARAN 1968) kann vom Standpunkt der Wachsmikromorphologie nicht bestätigt werden.

Sehr verschiedene Wachskristalloidenformen finden sich bei den untersuchten Vertretern der *Actinidiaceae*. Sowohl die gekerbten bis gelappten Schuppen auf Sproßoberflächen als auch die Tendenz zu rosettiger Anordnung in der Gattung *Clematoclethra* zeigen Beziehungen zu den *Malvales*. Andererseits bestehen viele Ähnlichkeiten mit verschiedenen Familien der *Theales* aber auch der *Dilleniales*. Morphologische und embryologische Merkmale schließen jedoch eine nähere Verwandtschaft mit den *Dilleniales* aus (VIJAYARAGHAVAN 1965). Auch die Pollenmorphologie spricht für eine engere Beziehung zu den *Theales* (DICKISON & al. 1982). Wachsmikromorphologische Vergleichsdaten aus der Ordnung der *Ericales*, in die die Familie des öfteren gestellt wird, stehen bislang aus. Das Auftreten der für die Gattung *Paeonia* typischen Wachskristalloide bei *Actinidia melanandra* (Abb. 49) ist ein Einzelfall und daher nur von eingeschränkter systematischer Bedeutung.

Die Gattung *Saurauia* weicht in ihrer Wachsmikromorphologie nicht deutlich von den *Actinidiaceae* ab. Mit ihren meist glatten Wachsschuppen ähnelt sie verschiedenen Familien innerhalb der *Theales* und *Dilleniales*.

Die systematische Zuordnung der *Sarcolaenaceae* und *Dipterocarpaceae* zu den *Theales* oder den *Malvales* ist bislang unklar. Wachsmikromorphologisch zeigen die *Sarcolaenaceae* Ähnlichkeiten mit Vertretern der *Bombacaceae* und *Sterculiaceae*, in begrenztem Umfange auch mit den *Elaeocarpaceae*. Die *Dipterocarpaceae* lassen sich wegen ihrer seltenen, meist glatten und mehr oder weniger ungerichteten Wachsschuppen nicht eindeutig in eine der beiden Ordnungen eingliedern. Die bisher vermuteten Beziehungen der *Dipterocarpaceae* zu den *Sarcolaenaceae* und *Tiliaceae* (DE ZEEUW 1977; MAGUIRE & ASHTON 1977; ASHTON 1979) werden hier nicht bestätigt. Nach morphologischen Untersuchungen an den Samenanlagen kommt PHILIPSON (1974) zu dem Schluß, daß die *Dipterocarpaceae* sich nicht ohne weiteres in die *Theales* einfügen lassen. Aufgrund ihrer Flavonoidchemie sind die beiden Familien eher in die *Malvales* einzuordnen (YOUNG 1981).

Die *Stachyuraceae* werden alternativ in die *Violales* eingegliedert, von denen wachsmikromorphologische Vergleichsdaten bislang ausstehen. Beziehungen zu den *Theales* können somit nicht ausgeschlossen werden. Besonders interessant erscheint das einmalige Auftreten röhrenchenförmiger Wachskristalloide bei *Stachyurus yunnanensis* (Abb. 47). Derartige Einzelfälle fallen auch innerhalb der *Theaceae* und *Aquifoliaceae* auf.

Eine enge Verwandtschaft zwischen *Aquifoliaceae* und *Icacinaceae* ist aufgrund anatomischer und morphologischer Merkmale sehr wahrscheinlich. Eine

Beziehung zu verschiedenen Familien der *Theales*, besonders zu den *Theaceae*, wie sie durch biochemische Daten unterstützt wird (YOUNG 1981), kann aufgrund der Wachsmikromorphologie nicht ausgeschlossen werden. Vergleichsdaten aus den Ordnungen *Celastrales* und *Cornales*, wohin die Familien alternativ gestellt werden, liegen bislang nicht vor. Die Morphologie der Samenanlagen spricht allerdings gegen eine Einordnung der beiden Familien in die *Theales* (PHILIPSON 1974). Bereits in dieser Untersuchung zeigt sich für die *Aquifoliaceae*, daß sich das Auftreten verschiedener Wachskristalloidformen nicht mit der Einteilung der Familie und ihrer Gattungen nach LOESENER (1942) deckt. Auffallend ist jedoch das bereits erwähnte Vorkommen von röhrenförmigen Wachskristalloiden bei *Ilex amelanthier* und *Nemopanthus mucronatus* (Abb. 48), was in diesem Falle die systematische Nähe von *Nemopanthus* zu den *Ilex*-Arten der Untergattung *Prinus* (LOESENER 1942; BAAS 1973) bestätigt. Zu den *Phellinaceae* und *Oncothecaceae* bestehen allerdings, soweit es die Wachsmikromorphologie betrifft, keine engen Beziehungen.

Die *Phellinaceae* zeigen wie viele andere Familien unspezifische Wachschuppen. Ihre stäbchenförmigen Wachsstrukturen finden jedoch innerhalb der *Theales* keine Entsprechung. Die anatomischen Untersuchungen von BAAS (1975) deuten auf eine Eigenständigkeit der *Phellinaceae* hin.

Zu einer Beurteilung der Beziehungen der *Clethraceae* und *Cyrillaceae* zu den *Ochnaceae* und *Theaceae* fehlen bislang Vergleichsdaten aus den *Ericales*. Eine Einordnung der beiden Familien in die Ordnung der *Theales* kann aufgrund der Wachsmikromorphologie nicht ausgeschlossen werden. Untersuchungen zur Holzanatomie der *Clethraceae* (GIEBEL & DICKISON 1976) und zum Blütenbau der *Cyrillaceae* (COPELAND 1953) sprechen für Beziehungen zu beiden Ordnungen.

Aussagen über die Stellung der *Eucryphiaceae* und *Humiriaceae*, welche meist in die *Rosidae* eingegliedert werden, können aufgrund der Wachskristalloide nicht gemacht werden. Untersuchungen anderer Merkmale sprechen gegen eine Einordnung der *Eucryphiaceae* in die *Theales* (BAUSCH 1938; HAMIL 1959; BATE-SMITH & al. 1967; BEHNKE & DAHLGREN 1976; DICKISON 1978). Nach BEHNKE (1988) läßt sich diese Familie auch nicht ohne weiteres in die Verwandtschaft der *Rosales/Cunoniales* stellen. Für eine sichere systematische Aussage bezüglich der *Humiriaceae* fehlen Vergleichsdaten aus den *Linales* und *Geraniales*. Nach dem vorliegenden Befund können Beziehungen zu den *Ochnaceae* und anderen Familien nicht ausgeschlossen werden. Allerdings sprechen auch hier eine Reihe von Untersuchungen anderer Merkmale für eine nähere Verwandtschaft mit den *Linales* (SURYAKANTA 1974; BOESEWINKEL 1985).

Die Ergebnisse bei den *Sphaerosepalaceae*, *Sphenostemonaceae*, *Symplocaceae* und *Cardiopteridaceae* erlauben keine weitergehenden Aussagen über die systematische Stellung. Ähnlichkeiten in der Pollenstruktur sprechen für eine Einordnung der *Cardiopteridaceae* in die *Polemoniales* (LOBREAU-CALLEN 1982).

ACTINIDIACEAE HUTCH. (2/55)

Meist Schuppen, mehr oder weniger gelappt, z.T. mit Tendenz zur Rosettenbildung. Bei einer Art querveriefte Stäbchen.

Actinidia LINDLEY (30) - *A. arguta* (SIEBOLD & ZUCC.) PLANCHON ex MIQ. (B.G. MJG); *A. chinensis* PLANCHON (B.G. BONN); *A. giraldui* DIELS (B.G. K 386-70.38820); *A. kolomikta* MAXIM. (B.G. BONN 3112); *A. melanandra* FRANCHET (B.G. MJG); *A. polygama* MIQ. (B.G. K 594-82.06120); *A. repanda* HONDA (B.G. B); *A. rubricaulis* DUNN. (B.G. K 702-24.70202). - Kleine bis mittelgroße, gefranste bis leicht gekerbte Schuppen, bei *A. melanandra* querveriefte Stäbchen (Abb. 49).

Clematoclethra (FRANCHET) MAXIM. (25) - *C. actinidioides* MAXIM. (K: cult. in Wakehurst); *C. integrifolia* MAXIM. (B.G. B); *C. tiliacea* V. KOMAROV (K: Wilson 890). - Schuppen mit Tendenz zur Rosettenbildung.

ANCISTROCLADACEAE WALP. (1/12)

Aufrechte, meist glatte Schuppen, bei einer Art gerichtet.

Ancistrocladus WALLICH (12) - *A. hamatus* GILG (Material Behnke); *A. tectorius* MERR. (Material Behnke).

AQUIFOLIACEAE BARTLING (2/400)

Die eine Hälfte der Arten ohne Kristalloide, die andere mit meist aufrechten, glatten Schuppen. Zwei Arten mit Röhren aus gewundenen Stäbchen.

Ilex L. (400) - *I. amelanchier* M. CURTIS ex CHAPMAN (B.G. K 367-81.04087); *I. aquifolium* L. (B.G. BONN); *I. bioritsensis* HAYATA (B.G. MB); *I. canariensis* POIRET (B.G. K 781-32.78101); *I. cassine* L. (B.G. B); *I. ciliospinosa* LOES. (B.G. B); *I. colchica* POJARK. (B.G. B 076.02.84.10); *I. collina* ALEXANDER (B.G. K 071-42.07110); *I. cornuta* LINDLEY & PAXTON (B.G. K 000-73.11105); *I. crenata* THUNB. (B.G. BONN); *I. cyrtura* MERR. (B.G. K 721-57.72101); *I. decidua* WALTER (B.G. K 389-79.06525); *I. dimorphophylla* KOIDZ. (B.G. K 205-83.02412); *I. dipyrrena* WALLICH (B.G. K 000-69.13574); *I. glabra* (L.) A. GRAY (B.G. BONN 3804); *I. integra* THUNB. (B.G. B 303.34.74.80); *I. laevigata* A. GRAY (B.G. B); *I. latifolia* THUNB. (B.G. K 326-74.02732); *I. longipes* CHAPMAN ex TREL. (B.G. K 314-83.03911); *I. macrocarpa* OLIVER (B.G. K 009-08.00903); *I. macropoda* MIQ. (B.G. K 594-82.06059); *I. monticola* A. GRAY (B.G. K 291-85.08555); *I. opaca* AITON (B.G. K 435-80.06466); *I. paraguayensis* A. ST. HIL. (B.G. MB); *I. pedunculosa* MIQ. (B.G. K 063-82.00439); *I. pernyi* FRANCHET (B.G. MB 76/784); *I. platyphylla* WEBB & BERTH. (B.G. MB); *I. serrata* THUNB. (B.G. K 277-35.27701); *I. toluhana* HEMSLEY (B.G. K 374-86.03088); *I. verticillata* (L.) A. GRAY (B.G. B); *I. vomitoria* AITON (B.G. K 056-81.00343); *I. yunnanensis* FRANCHET (B.G. B). - Hälfte der Arten mit meist aufrechten, glatten oder unregelmäßigen Schuppen (Abb. 11), eine Art mit Röhren aus gewundenen Stäbchen.

Nemopanthus RAF. (2) - *N. mucronatus* (L.) TREL. (B.G. K 291-85.03362). - Röhrrchen aus gewundenen Stäbchen (Abb. 48).

ASTEROPEIACEAE TAKHT. (1/5)

Kleine, glatte Schuppen.

Asteropeia THOUARS (5) - *A. amblyocarpa* TUL. (B: ex P: W.15697); *A. amblyocarpa* TUL. var. *longifolia* H. PERRIER (B: Humbert 14065); *A. densiflora* BAKER (B: Humbert 14491).

BONNETIACEAE BEAUV. (8/96)

Ungerichtete bis tendenziell rosettig gestellte, glatte bis gefranste, stellenweise sehr große Schuppen.

Archytaea C. MARTIUS (2) - *A. multiflora* BENTH. (B: Bassett & Maguire 32922); *A. vahlii* CHOISY (B: POLAINE 314). - Vereinzelte, z.T. gefranste Schuppen.

Bonnetia C. MARTIUS (25) - *B. lanceifolia* KOBUSKI (B: Bassett & Maguire 32826); *B. multinervia* (MAGUIRE) STEYERM. (B: Huber, Ahti, Pipoly); *B. steyermarkii* KOBUSKI (B.G. BONN 2212); *B. tristyla* GLEASON (B: Huber 36006). - Bei zwei Arten ungerichtete bis tendenziell rosettig gestellte, meist glatte, sonst gelappte bis gefranste Schuppen, stellenweise sehr groß (Abb. 10).

CARDIOPTERIDACEAE BLUME (1/2)

Ungerichtete bis rosettig angeordnete Schuppen.

Cardiopteris WALLICH ex ROYLE (2) - *C. moluccana* BLUME (K: Ridsdale, Coode, Reynoso 5448); *C. quinqueloba* (HASSK.) HASSK. (K: Beusekon et al. 3836).

CARYOCARACEAE SZYSZYL. (2/24)

Glatte bis leicht gelappte Schuppen, z.T. mit Tendenz zur Rosettenbildung, in einem Fall dichte, komplexe Rosetten, in einem anderen plättchenförmig zusammengesetzte Schuppen.

Anthodiscus G. MEYER (9) - *A. amazonicus* GLEASON & A.C. SMITH (K: Prance et al. 8849); *A. mazarunensis* GILLY (K: Maguire, Fanshawe 23398). - Leicht gelappte Schuppen mit Tendenz zur Rosettenbildung (Abb. 24) oder dichte, komplexe Rosetten aus meist glatten Schuppen (Abb. 45).

Caryocar L. (15) - *C. amygdaliferum* CAV. (K: de Bruijn 1580); *C. glabrum* (AUBLET) PERS. (K: Zarucchi 2223); *C. microcarpum* DUCKE (K: Wurdack, Monachino 40946). - Meist glatte Schuppen oder plättchenförmig zusammengesetzte Schuppen (Abb. 46).

CLETHRACEAE KLOTZSCH (1/64)

Bei drei Arten kleine Schuppen.

Clethra L. (64) - *C. acuminata* MICHAUX (B.G. BONN 3119); *C. alnifolia* L. (B.G. MJG); *C. arborea* AITON (B.G. K 562-87.04005); *C. barbinervis* SIEBOLD & ZUCC. (B.G. BONN 3120); *C. fargesii* FRANCHET (B.G. K 392-81.04276); *C. monostachya* REHDER & WILSON (B.G. K 000-69.12296); *C. tomentosa* LAM. (B.G. K 000-73.21122); *C. xalepensis* (B.G. K 365-83.04522).

CLUSIACEAE LINDLEY (32/815)

Bei drei von acht untersuchten Arten meist glatte Schuppen, z.T. mit Tendenz zur Rosettenbildung. Bei zwei der drei Arten Schuppen nur auf Blattstielen.

Calophyllum L. (187) - *C. calaba* L. (B.G. K 177-53.17702); *C. inophyllum* L. (B.G. K 241-87.01989). - Bei einer Art aufrechte, meist glatte Schuppen mit Tendenz zur Rosettenbildung (Abb. 8).

Clusia L. (145) - *C. fluminensis* PLANCHON & TRIANA (B.G. BONN 4985); *C. grandiflora* SPLITG. (B.G. K 000-73.30639); *C. mexicana* VESQUE (B.G. MB). - Auf dem Blattstiel einer Art erodierte Schuppen.

Garcinia L. (200) - *G. livingstonei* T. ANDERSON (B.G. K 393-36.39301). - Keine Kristalloide.

Mammea L. (49) - *M. africana* G. DON (B.G. K 445-88.03405); *M. americana* L. (B.G. K 370-86.03032). - Keine Kristalloide.

Rheedia L. (25) - *R. gardneriana* PLANCHON & TRIANA (B.G. BONN 1649). - Auf dem Blattstiel glatte Schuppen.

CYRILLACEAE ENDL. (3/14)

Eine Art mit unregelmäßigen Schuppen.

Cyrilla GARDEN ex L. (1) - *C. racemiflora* L. (B.G. BONN 514). - Keine Kristalloide.

Purdiaea PLANCHON (12) - *P. nutans* PLANCHON (K: Maguire, Wurdack, Cowan 30011). - Unregelmäßige, gekerbte bis leicht gelappte Schuppen.

DIEGODENDRACEAE CAPURON (1/1)

Keine Kristalloide.

Diegodendron *humbertii* CAPURON (K: Humbert 32744).

DIONCOPHYLLACEAE AIRY SHAW (3/3)

Kleine, aufrechte, meist glatte Schuppen, z.T. gerichtet.

Habropetalum *dawei* (HUTCH. & DALZ.) AIRY SHAW (K: Dawe). - Sehr kleine, glatte, z.T. gerichtete Schuppen (Abb. 15).

Triphyophyllum *peltatum* (HUTCH. & DALZ.) AIRY SHAW (K: Toillez). - Aufrechte, meist glatte, z.T. gerichtete Schuppen.

DIPTEROCARPACEAE BLUME (16/530)

Wenige kleine, glatte bis unregelmäßige, selten gerichtete Schuppen.

Anisoptera KORTH. (11) - *A. marginata* KORTH. (B.G. K 300-86.02710). - Erodierete Schuppen.

Dipterocarpus GAERTNER f. (69) - *D. caudiferus* MERR. (K: Ashton 3025); *D. crinitus* DYER (K: Paic S 16640). - Selten unregelmäßige Schuppen.

Hopea ROXB. (102) - *H. odorata* ROXB. (B.G. K 300-86.02789). Selten sehr kleine Schuppen.

Shorea ROXB. ex GAERTNER f. (357) - *S. smithiana* SYM. (B.G. K 300-86.02708). - Keine Kristalloide.

Vatica L. (65) - *V. dulitensis* SYM. (K: Ashton S 17738); *V. pedicellata* BRANDIS (K: Ashton S 17863). - Meist glatte, z.T. gerichtete Schuppen.

ELATINACEAE DUMORT. (2/32)

Bei einer von sieben untersuchten Arten aufrechte, gelappte bis gefranste Schuppen, sonst keine Kristalloide.

Bergia L. (20) - *B. ammamioides* ROXB. (K: Dinter 7380); *B. capensis* L. (K: Comins 750); *B. decumbens* PLANCHON ex HARVEY (K: Hanekom 2015). - Eine Art mit aufrechten, gelappten bis gefransten Schuppen (Abb. 20).

Elatine L. (12) - *E. alsinastrum* L. (BONN: Wirtgen 396); *E. hexandra* DC. (B.G. MJG); *E. hydropiper* L. (BONN: Wirtgen 393); *E. triandra* SCHK. (BONN: Wirtgen 394). - Keine Kristalloide.

EUCRYPHIACEAE ENDL. (1/5)

Die zwei Arten glatte bis leicht gekerbte Schuppen.

Eucryphia CAV. (5) - *E. cordifolia* CAV. (B.G. K 128-83.01593); *E. glutinosa* FOCKE (B.G. BONN 537); *E. milliganii* HOOK. f. (B.G. K 497-77.04978); *E. x nymansensis* BAUSCH (B.G. BONN 536).

HUMIRIACEAE JUSS. (8/50)

Zu gleichen Teilen keine und kleine, aufrechte, glatte bis gekerbte Schuppen.

Duckesia CUATREC. (1) - *D. verrucosa* (DUCKE) CUATREC. (K: Ducke). - Kleine, meist gekerbte Schuppen.

Endopleura CUATREC. (1) - *E. uchi* (HUBER) CUATREC. (K: Ducke). - Keine Kristalloide.

Humiria AUBLET (4) - *H. balsamifera* (AUBLET) J. ST. HIL. (K: Mori, dos Santos). - Erodierte Schuppen.

Humiriastrum (URBAN) CUATREC. (12) - *H. obovatum* (BENTH.) CUATREC. (K: Forestry Dep. British Guiana). - Aufrechte, glatte bis leicht gekerbte Schuppen.

Sacoglottis C. MARTIUS (9) - *S. amazonica* MARTIUS (K: Record); *S. ceratocarpa* DUCKE (K: Ducke); *S. guianensis* BENTH. (K: Philcox, Ferreira). - Eine Art mit aufrechten, meist glatten Schuppen.

Vantanea AUBLET (14) - *V. compacta* (SCHNITZL.) CUATREC. (K: Hatschbach); *V. obovata* (NEES & MARTIUS) BENTH. (K: Mori et al.). - Keine Kristalloide.

HYPERICACEAE JUSS. (9/480)

Dicht stehende, aufrechte, meist gekerbte bis gefranste, seltener glatte Schuppen mit Tendenz zur gruppenweise parallelen, seltener rosettigen Anordnung.

Ascyrum L. (5) - *A. macrosepalum* S. BROWN (B.G. K 433-83.05505). - Dicht stehende, leicht gefranzte bis gekerbte Schuppen mit Tendenz zur Rosettenbildung.

Cratoxylum BLUME (6) - *C. ligustrinum* BLUME (B.G. MB). - Dicht stehende, glatte, z.T. gerichtete Schuppen.

Harungana LAM. (1) - *H. madagascariensis* LAM. ex POIRET (Material Behnke). - Dicht stehende, gekerbte bis leicht gefranzte Schuppen mit Tendenz zu paralleler Ausrichtung.

Hypericum L. (370) - *H. adenotrichum* SPACH (B.G. K 009-81.00035); *H. aegypticum* L. (B.G. BONN 138); *H. androsaemum* L. (B.G. BONN 3116); *H. ascyron* L. (B.G. B); *H. athoum* BOISS. & ORPH. (B.G. K 261-79.02355); *H. balearicum* L. (B.G. BONN 21); *H. beanii* N. ROBSON (B.G. B); *H. buckleyi* M. CURTIS (B.G. K 247-86.02358); *H. calycinum* L. (B.G. BONN 3115); *H. canariense* L. (Material Ditsch); *H. cerastioides* (SPACH) N. ROBSON (B.G. BONN 9281); *H. chinense* L. (B.G. BONN 8886); *H. coris* L. (B.G. BONN 8280); *H. delphicum* BOISS. & HELDR. (B.G. K 000-69.19158); *H. empetrifolium* WILLD. var. *prostratum* (B.G. K 000-69.19159); *H. ericoides* L. (B.G. K 38-85.00992); *H. forrestii* (CHITT.) N. ROBSON (B.G. MB 82/2030(47)); *H. fragile* HELDR. & SART. ex BOISS. (B.G. K 000-69.19161); *H. galioides* LAM. (B.G. MB 82/1075); *H. glandulosum* AITON (Material Ditsch); *H. hircinum* L. (B.G. B); *H. hirsutum* L. (B.G. B); *H. hookerianum* WIGHT & ARN. (B.G. BONN 3113); *H. inodorum* MILLER (Material Ditsch); *H. kalmianum* L. (B.G. BONN 9432); *H. obocarpum* GATTINGER (B.G. B); *H. maculatum* CRANTZ (B.G. K 135-82.01103); *H. nanum* POIRET (B.G. K 312-45.31204); *H. nummularium* L. (B.G. MB 71/2022); *H. olympicum* L. (B.G. BONN 9222); *H. orientale* L. (B.G. BONN 9244); *H. origanifolium* WILLD. (B.G. K 668-86.06206); *H. pallens* BANKS & SOL. (B.G. K 361-84.03721); *H. patulum* THUNB. (B.G. BONN 8070); *H. perforatum* L. (B.G. BONN 7607); *H. polyphyllum* BOISS. & BAL. (B.G. K 264-47.26402); *H. reflexum* L. f. (Material Ditsch); *H. roeperianum* SCHIMPER ex A. RICH. (B.G. K 227-82.02124); *H. xylosteifolium* (SPACH) N. ROBSON (B.G. B). - Von 42 untersuchten Arten zwei Arten ohne Kristalloide, eine Art mit sehr flachen, plättchenförmigen Schuppen. Alle übrigen Arten dicht besetzt mit aufrechten, glatten bis stark gefranzten, z.T. komplexen Schuppen, z.T. mit paralleler, seltener rosettiger Ausrichtung (Abb. 12; 14; 16; 21).

ICACINACEAE MIERS (60/320)

Meist keine Kristalloide, bei drei von zehn Arten Schuppen.

Cassinopsis SONDER (4) - *C. ilicifolia* (HOCHST.) SLEUMER (B.G. K 000-73.12249). - Aufrechte, gekerbte bis gelappte Schuppen.

Citronella D. DON (21) - *C. megaphylla* (MIERS) HOWARD (B.G. MJG); *C. mucronata* D. DON (B.G. K 361-76.03524). - Mehr oder weniger erodierte Schuppen.

Discophora MIERS (2) - *D. guianensis* MIERS (K: Prance et al. 3869). - Keine Kristalloide.

Emmotum DESV. (12) - *E. niuens* (BENTH.) MIERS (K: Martinelli et al. 11164). - Keine Kristalloide.

Merrilliidendron KANEH. (1) - *M. megacarpum* (HEMSLEY) SLEUMER (K: Gafui et al. BSIP 9452). - Keine Kristalloide.

Polycephalium ENGL. (2) - *P. lobatum* (PIERRE) PIERRE ex ENGL. (K: Evrard 3335). - Keine Kristalloide.

Pyrenacantha HOOK. (20) - *P. malvifolia* ENGL. (B.G. K 405-88.03213). - Keine Kristalloide.

Sarcostigma WIGHT & ARN. (2) - *S. paniculata* PIERRE (K: Clemens 21048). - Keine Kristalloide.

Stemonurus BLUME (12) - *S. umbellatus* BECC. (K: Hallier 2918). - Keine Kristalloide.

LOPHIRACEAE ENDL. (1/2)

Keine Kristalloide.

Lophira BANKS ex GAERTNER f. (2) - *L. alata* BANKS (B: Leemans 393).

MARCGRAVIACEAE CHOISY (5/108)

Kleine, meist glatte, sonst leicht gekerbte bis gelappte Schuppen.

Marcgravia L. (45) - *M. comosa* PRESL (B: Brade 13695); *M. eichleriana* WITTM. (B: H. & E. Walter 362); *M. picta* WILLD. (B.G. BONN 6927); *M. polyantha* DELPINO (B: Sehnem); *M. rectiflora* TRIANA ex PLANCHON (B: A. Gonzalez 74); *M. sintenisii* URBAN (B: R.A. Howard 16813); *M. umbellata* L. (B.G. B). - Kleine, meist glatte Schuppen.

Norantea AUBLET (35) - *N. brasiliensis* CHOISY (B: Pabst 10214); *N. guianensis* AUBLET (B.G. BONN 3230). - Eine Art mit aufrechten, glatten bis leicht gekerbten Schuppen.

Souroubea AUBLET (20) - *S. corallina* DELPINO (B: Schultze 1582); *S. guianensis* AUBLET (B: de Granville 6939); *S. spec.* (B.G. MJG). - Eine Art mit kleinen, glatten Schuppen.

MEDUSAGYNACEAE ENGL. & GILG (1/1)

Keine Kristalloide.

Medusagyne oppositifolia BAKER (B: Schlieben 11717; B.G. K 142-81.02059).

NEPENTHACEAE DUMORT. (1/70)

Oberer Bereich der Kanneninnenseiten dicht mit kleinen, meist aufrechten, glatten bis unregelmäßig gekerbten Schuppen, z.T. mit leichter Tendenz zur rosettigen Anordnung (**Abb. 18**).

Nepenthes L. (70) - *N. alata* BLANCO (B.G. BONN 7765); *N. albomarginata* LOBB ex LINDLEY (B.G. BONN 9038); *N. x chelsonii* VEITCH ex MASTERS (B.G. B); *N. gracilis* KORTH. (B.G. BONN 7768); *N. mirabilis* (LOUR.) DRUCE (B.G. B); *N. x mixta* VEITCH (B.G. BONN 7774); *N. rafflesiana* JACK (B.G. B); *N. reinwardtiana* MIQ. (B.G. BONN 8689); *N. spec.* (B.G. BONN 7772).

OCHNACEAE DC. (10/340)

Meist keine Kristalloide, sonst ungerichtete, glatte oder gekerbte bis komplexe Schuppen (**Abb. 13**).

Brackenridgea A. GRAY (7) - *B. australiana* F. MUELL. (B: Thorne & Tracey); *B. fascicularis* FERNANDEZ-VILLAR (B: G. Edaño); *B. palustris* BARTELL. (B: Iboet 214); *B. zanguebarica* OLIVER (B: Milne-Redhead & Taylor 7691). - Glatte, ungerichtete Schuppen.

Campylospermum TIEGHEM (10) - *C. bukobense* (GILG) FARRON (B: Troupin 4298); *C. duparquetianum* (BAILLON) FARRON (B: Leeuwenberg 3797); *C. flavum* (SCHUM. & THORNE) FARRON (B: de Wilde 1395); *C. glaberrimum* (P. BEAUV.) FARRON (B: Leeuwenberg 2344); *C. reticulatum* (P. BEAUV.) FARRON (B: Troupin 4283); *C. sulcatum* (TIEGHEM) FARRON (B: Leeuwenberg 3723). - Keine Kristalloide.

Elvasia DC. (10) - *E. calophyllea* DC. (NY: Steward et al. 324); *E. canescens* (TIEGHEM) GILG (B: Silveiro Level 107); *E. elvasioides* (PLANCHON) GILG (NY: de Granville B4357); *E. essequibensis* ENGL. (B: Cowan & Soderstrom 2091); *E. macrostipularis* SASTRE (B: de Granville et al. 6269); *E. quinqueloba* SPRUCE ex ENGL. (MO: Clark & Maquirino 8031); *E. tricarpellata* SASTRE (NY: Mori et al. 13802). - Keine Kristalloide.

Gomphia SCHREBER (30-35) - *G. parviflora* DC. (B: Baschant 1959); *G. serrata* (GAERTNER) KANIS (B: Hoogland 11603). - Keine Kristalloide.

Ochna L. (86) - *O. afzelii* R. BR. ex OLIVER (B: de Wilde 1690); *O. arborea* BURCHELL ex DC. (B: Garside 4893); *O. atropurpurea* DC. (B.G. K 000-69.12109); *O. ciliata* LAM. (B: Stoddart 1029); *O. gambleoides* N. ROBSON (B: F.L. Orpen); *O. glauca* VERD. (B: Pope 690); *O. kirkii* OLIVER (B.G. B); *O. leptoclada* OLIVER (B: Newbold & Jefford 2373); *O. mechowiana* O. HOFFM. (B.G. BONN 8534); *O. multiflora* DC. (B.G. BONN 117); *O. serrulata* (HOCHST.) WALP. (B.G. B 050.04.74.80); *O. spec.* (B.G. BONN 10.287); *O. squarrosa* L. (B.G. B). - Vier Arten mit meist dicht stehenden, ungerichteten, gekerbten bis komplexen Schuppen (Abb. 13).

Ouratea AUBLET (200) - *O. calophylla* (HOOK. f.) ENGL. (B: Zenker); *O. elongata* (OLIVER) ENGL. (B: Breteler 936); *O. lunzuensis* N. ROBSON (B: Hartley 9221); *O. morsonii* HUTCH. & DALZ. (B: Jordan 2092); *O. pellucida* DE WILD. & T. DURAND (B: Louis 1614). - Keine Kristalloide.

Rhabdophyllum TIEGHEM (25) - *R. affine* (HOOK. f.) TIEGHEM ssp. *monanthum* (B: Leeuwenberg 4005); *R. arnoldianum* (DE WILD. & T. DURAND) TIEGHEM (B: Thonet 135); *R. calophyllum* (HOOK. f.) TIEGHEM (B: de Wilde 3248); *R. welwitschii* TIEGHEM (B: Devred 2388). - Keine Kristalloide.

ONCOTHECACEAE KOBUSKI ex AIRY SHAW (1/2)

Gefranste bis gelappte Schuppen (Abb. 22).

Oncotheca BAILLON (2) - *O. balansae* BAILLON (B: H.E. Moore jr. 10416).

PARACRYPHIACEAE AIRY SHAW (1/1)

Kleine, glatte bis gelappte Schuppen.

Paracryphia *alticola* (SCHLTR.) STEENIS (Material Behnke).

PELLICIERACEAE BEAUV. (1/1)

Kleine, z.T. gefranste Schuppen.

Pelliciera *rhizophorae* TRIANA & PLANCHON (K: Fuchs, Zanella 22062).

PENTAPHYLACACEAE ENGL. (1/1)

Kleine, meist glatte und große, unregelmäßige Schuppen.

Pentaphylax *euryoides* GARDNER & CHAMP. (B: Chun & Tso 44240).

PELLINACEAE (LOES.) TAKHT. (1/12)

Eine Art z.T. mit kleinen, mehr oder weniger aufrechten Schuppen, z.T. mit büschelig gehäuften Stäbchen unterschiedlicher Stärke.

Phelline LABILL. (12 spp.) - *P. brachyphylla* BAILLON (K: McKee 7944); *P. comosa* LABILL. (K: Bernardi 12614).

QUIINACEAE ENGL. (4/44)

Meist keine, sonst glatte bis gekerbte, z.T. sehr lange und schmale Schuppen.

Lacunaria DUCKE (12) - *L. crenata* (TUL.) A.C. SMITH (B: Wacheheim 514); *L. spec.* (B: de Granville). - Keine Kristalloide.

Quiina AUBLET (25) - *Qu. albiflora* A.C. SMITH (B: A.C. Smith 3414); *Qu. amazonica* A.C. SMITH (B: Krukoff 6235); *Qu. glaziovii* ENGL. (B: Hatschbach 9688); *Qu. macrophylla* TUL. (B: Irwin, Pires, Westra 48428); *Qu. oblanceolata* SANDW. (B: Stahel 354); *Qu. parvifolia* LANJ. & HEERDT (B: G.A. Black 51-13954); *Qu. pieridophylla* (RADLK.) PIRES (B: Pires 1526); *Qu. pubescens* A.C. SMITH (B: Pires 3507). - Drei Arten mit glatten bis gekerbten, z.T. sehr langen und schmalen Schuppen (Abb. 23).

Touroulia AUBLET (4) - *T. guianensis* AUBLET (B: G.A. Black 49-8387). - Keine Kristalloide.

SARCOLAENACEAE CARUEL (9/61)

Meist kleine, flache bis bandförmige, z.T. ± liegende kompakte Schuppen.

Leptolaena THOUARS (12) - *L. pauciflora* BAKER (K: Aymonin 24997). - Relativ flache, z.T. bandförmige Schuppen.

Perrierodendron CAVECO (1) - *P. boinense* (PERRIER) CAVACO (K: Richard 355). - Kleine, flache Schuppen.

Rhodolaena THOUARS (5) - *R. bakeriana* BAILLON (K: Mabberley 812). - Flache, z.T. kompakte, glatte Schuppen.

Sarcolaena THOUARS (10) - *S. multiflora* THOUARS (K: Croat 32592); *S. oblongifolia* GERARD (K: Humbert, Capuron 24429). - Verstreute Schuppen.

Xyloolaena BAILLON (1) - *X. richardii* BAILLON (K: Humbert, Capuron 24206). - Kompakte, ± liegende Schuppen.

SARRACENIACEAE DUMORT. (3/14)

Meist unregelmäßige, ungerichtete bis seltener parallel oder rosettig angeordnete, gekerbte bis gelappte Schuppen. Ein Fall mit quergerieften Stäbchen und Röhren in Kombination mit kleinen, glatten Schuppen.

Darlingtonia TORREY (1) - *D. californica* TORREY (B.G. BONN 2259). - Quergeriefte Stäbchen und Röhren sowie kleine, glatte Schuppen (Abb. 50).

Heliamphora BENTH. (5) - *H. minor* GLEASON (B.G. BONN 1673). - Kleine, erodierte Schuppen.

Sarracenia L. (8) - *S. x courtii* (= *S. psittacina* MICHAUX x *S. purpurea* L.) (B.G. BONN 5243); *S. flava* L. (B.G. BONN 5233); *S. leucophylla* RAF. (B.G. BONN 5227); *S. minor* WALTER (B.G. BONN 5238); *S. psittacina* MICHAUX (B.G. BONN 5245); *S. purpurea* L. ssp. *venosa* RAF. (B.G. BONN 5244); *S. rubra* WALTER (B.G. BONN 5236); *S. sledgei* MACFARL. (B.G. BONN 5228). - Unregelmäßige, gekerbte bis gelappte Schuppen, z.T. mit Tendenz zu paralleler oder rosettiger Anordnung (Abb. 17).

SAURAUICEAE J. AGARDH corr. HUTCH. (1/300)

Selten kleine, dicke Schuppen.

Saurauia WILLD. (300) - *S. napaulensis* DC. (B.G. K 619-66.61902); *S. oldhamii* HEMSLEY ex FORBES & HEMSLEY (K: Furuse 4254); *S. spec. cf. selerorum* BUSCAL. (B.G. K 184-46.18402); *S. tomentosa* (KUNTH) SPRENGEL (B.G. BONN 24.055); *S. tristyla* DC. (K: Chow et al. 78456). -

SAUVAGESIACEAE DUMORT. (26/116-119)

Meist keine Kristalloide, bei zwei Arten mit gekerbten bis gelappten Schuppen, zwei Arten mit klümpchen- bis leicht stäbchenförmigen Kristalloiden.

Adenanthe MAGUIRE, STEYERM. & WURD. (1) - *A. bicarpellata* MAGUIRE, STEYERM. & WURD. (B: O. Huber et al.). - Keine Kristalloide.

Cespedesia GOUDOT (6) - *C. spathulata* (RUIZ LOPEZ & PAVON) PLANCHON (B: Maguire & Maguire). - Keine Kristalloide.

Euthemis JACK (2) - *E. leucocarpa* JACK (B: M. Shah MS 2487); *E. minor* JACK (B: M. Jacobs 5504). - Keine Kristalloide.

Godoya RUIZ LOPEZ & PAVON (5) - *G. antioquiensis* PLANCHON (NY: E.L. Core 472); *G. oblonga* RUIZ LOPEZ & PAVON (B: C. Troll 2735). - Eine Art mit gekerbten bis gelappten Schuppen.

Lavrada VELL. ex VAND. (7) - *L. capillaris* A. ST. HIL. (B: Sellow); *L. elegantissima* (A. ST. HIL.) A. ST. HIL. (H: D.C. Zappi et al. CFCR 8511); *L. ericoides* A. ST. HIL. (B: Sellow); *L. glandulosa* A. ST. HIL. (NY: A.B. Joly & J. Semir 3604); *L. insignis* ULE (H: A.M. Giuliatti et al. CFCR 1482); *L. velloziana* VAND. ex STEUDEL (NY: G. Hatschbach 21359). - Keine Kristalloide.

Luxemburgia A. ST. HIL. (20) - *L. damazioana* BEAUVERD (H: N.L. Menezes CFSC 6239); *L. dicitata* DWYER (H: J.R. Pirani et al. CFCR 9114); *L. gardneri* (TIEGHEM) BEAUVERD (H: E. Ule 4540); *L. octandra* A. ST. HIL. (B: Sellow); *L. polyandra* A. ST. HIL. (H: Cordeiro et al. CFSC 8158); *L. schwackeana* TAUB (H: J.R. Pirani et al. CFSC 7457). - Keine Kristalloide.

Neckia KORTH. (1) - *N. serrata* KORTH. (B: J. & M.S. Clemens 31018). - Keine Kristalloide.

Pentaspatella GLEASON (1) - *P. ramosa* GLEASON (P: W.R. Anderson 10897). - Keine Kristalloide.

Philacra DWYER (3) - *P. auriculata* DWYER (INPA: I.L. Amaral 1658); *P. longifolia* (GLEASON) DWYER (B: R.S. Cowan & J.J. Wurdack 31071); *P. steyermarkii* MAGUIRE (NY: J.A. Steyermark 93791). - Keine Kristalloide.

Poecilandra TUL. (3) - *P. pumila* STEYERM. (NY: Maas, Mennega, ter Welle 5732); *P. retusa* TUL. (B: N.Y. Sandwith 1298); *P. sclerophylla* ULE (B: J.J. Wurdack 34067). - Keine Kristalloide.

Sauvagesia L. (32) - *S. aliciae* SASTRE (B: de Granville et al. 5918); *S. erecta* L. (H: B. Stergios et al. 9938); *S. fruticosa* C. MARTIUS (NY: Garcia-Barriga & Schultes 14128); *S. imthurniana* (OLIVER) DWYER (P: J.A. Steyermark et al. 126055); *S. linearifolia* A. ST. HIL. (B: A.P. Duarte 7582); *S. longifolia* EICHLER (H: G.T. Prance et al. 25279); *S. nudicaulis* MAGUIRE & WURD. (NY: Steyermark & Buñing 103231); *S. pulchella* PLANCHON (NY: A. Molina R. 13173); *S. racemosa* A. ST. HIL. (H: M. Venturelli et al. CFSC 9248); *S. ramosissima* SPRUCE ex EICHLER (B: E. Ule 8227); *S. semicylindrifolia* SASTRE (P: R.M. Harley 22581); *S. sprengelii* A. ST. HIL. (B: Sellow); *S. tafelbergensis* SASTRE (P: C. Sastre 1530); *S. tenella* LAM. (NY: A. Molina R. 14829). - Zwei Arten mit klümpchen- bis leicht stäbchenförmigen Kristalloiden.

Schuurmansia BLUME (3) - *S. elegans* BLUME (NY: C.B. Robinson 2036); *S. henningsii* SCHUMANN (NY: L.J. Brass 30354). - Eine Art mit verstreuten, gelappten Schuppen.

Testulea PELLEGRIN (1) - *T. gabonensis* PELLEGRIN (BM: G. le Testu 8596). - Keine Kristalloide.

Tyleria GLEASON (4-7) - *T. aristata* MAGUIRE & WURD. (B: Maguire, Wurdack & Maguire 48372); *T. pendula* MAGUIRE & WURD. (B: Maguire, Wurdack & Maguire 42286); *T. silvana* MAGUIRE (IAN: Pires & Marinho 15702); *T. spathulata* GLEASON (NY: Tillett & Zorrilla F. 752-170); *T. spectabilis* MAGUIRE & WURD. (B: Maguire, Wurdack & Maguire 42117); *T. temuloidea* MAGUIRE & WURD. (IAN: Steyermark 103793). - Keine Kristalloide.

Vausagesia BAILLON (2) - *V. africana* BAILLON (P: A. Chevalier 27381). - Keine Kristalloide.

Wallacea SPRUCE (3) - *W. insignis* SPRUCE ex BENTH. & HOOK. f. (B: Maguire, Wurdack & Keith 41490); *W. multiflora* DUCKE (MO: Davidse, Huber & Tillett 17396). - Keine Kristalloide.

SCYTOPETALACEAE ENGL. (5/20)

Meist unbewachst, selten kleine, glatte Schuppen.

Brazzeia BAILLON (3) - *B. congoensis* BAILLON (K: Léonard 1528); *B. eetveldiana* (DE WILD. & T. DURAND) TIEGHEM (K: Jean-Louis 8514); *B. longipedicellata* VERDC. (K: Léonard 1744). - Keine Kristalloide.

Oubanguia BAILLON (3) - *O. africana* BAILLON (K: Toka 195); *O. alata* BAKER f. (K: Gartlan 3). - Eine Art mit kleinen, glatten Schuppen.

Rhaptopetalum OLIVER (10) - *R. beguei* MANGENOT (K: Hepper et al. 7460); *R. coriaceum* OLIVER (K: Starmens, Aoriwaodo ARS 1135). - Eine Art mit glatten, ± erodierten Schuppen.

Scytopetalum PIERRE ex ENGL. (3) - *S. tieghemii* HUTCH. & DALZ. (K: Bamps 2609). - Kleine, glatte Schuppen.

SLADENIACEAE (GILG & WERDERM.) AIRY SHAW (1/1)

Große, z.T. liegende, gelappte bis gekerbte vergesellschaftet mit sehr kleinen, glatten Schuppen, z.T. mit Tendenz zu paralleler Ausrichtung.

Sladenia *celastrifolia* KURZ (K: Henry 11884D).

SPHAEROSEPALACEAE TIEGHEM (2/17)

Sehr kleine, wahrscheinlich schuppenförmige Wachskristalloide.

Rhopalocarpus BOJER (14) - *R. lucidus* BOJER (K: Lam et Mecuse 6116).

SPHENOSTEMONACEAE P. ROYEN & AIRY SHAW (1/7)

Keine Kristalloide.

Sphenostemon BAILLON (7) - *S. lobosporus* (F. MUELL.) L.S. SMITH (K: Smith, Webb 4721); *S. papuanum* (LAUTERB.) STEENIS & ERDTMAN (K: Eyma 5177).

STACHYURACEAE J. AGARDH (1/6)

Zwei Arten mit kleinen, glatten, z.T. rosettig gestellten Schuppen, eine Art mit Röhrrchen, die zumindest z.T. durch spiralgiges Aufwinden kleiner Stäbchen entstanden sind (Abb. 47).

Stachyurus SIEBOLD & ZUCC. (6) - *S. chinensis* FRANCHET (B.G. BONN 3365); *S. himalaicus* HOOK. f. & THOMSON ex BENTH. (B.G. K 223-72.02039); *S. praecox* SIEBOLD & ZUCC. (B.G. BONN 6083); *S. yunnanensis* FRANCHET (B.G. K 391-81.08253).

STRASBURGERIACEAE ENGL. & GILG (1/1)

Ungerichtete, aufrechte, gekerbte bis stark gefranste Schuppen (Abb. 19).

Strasburgeria robusta (VIEILL. ex PLANCHON & SEBERT) GUILLAUMIN (K: Bernardi 9444).

SYMPLOCACEAE DESF. (1/250)

Unbewachst, eine Art mit kleinen, glatten Schuppen.

Symplocos JACQ. (250) - *S. chinensis* (LOUR.) DRUCE var. *pilosa* (NAKAI) KITAGAWA (B.G. K 594-82.06087); *S. coreana* (LEVEILLE) OHWI (B.G. K 145-85.01911); *S. paniculata* (THUNB.) MIQ. (B.G. BONN 3820).

TETRAMERISTACEAE (HALLIER f.) HUTCH. (2/2)

Eine Art mit kleinen, gefransten Schuppen.

Pentamerista neotropica MAGUIRE (K: Huber, Tillett 3021). - Kleine, gefranste Schuppen.

Tetramerista glabra MIQ. (K: Singh, Talip 50648). - Keine Kristalloide.

THEACEAE D. DON (22/485)

Überwiegend kleine, glatte oder leicht gelappte bis gekerbte Schuppen, eine Art mit Röhrrchen aus spiralgig gewundenen Stäbchen.

Balthasaria VERDC. (3) - *B. schliebenii* (MELCHIOR) VERDC. (B: Rammelos 4733a). - Verstreut kleine, unregelmäßige Schuppen.

Camellia L. (82) - *C. cuspidata* (KOCHS) VEITCH (B.G. B); *C. drupifera* LOUR. (B.G. BONN); *C. hongkongensis* SEEMANN (B.G. BONN 315); *C. japonica* L. (B.G. BONN); *C. maliflora* LINDLEY (B.G. K 000-69.50593); *C. oleifera* ABEL (B.G. BONN 3218); *C. pitardii* (REHDER) COHAN-STUART var. *yunnanica* (B.G. K 000-69.12391); *C. reticulata* LINDLEY (B.G. K 288-53.28801); *C. rosaeflora* HOOK. (B.G. K 504-56.50401); *C. saluenensis* STAPF ex BEAN (B.G. K 000-73.10137); *C. sasanqua* THUNB. (B.G. BONN 234); *C. sinensis* (L.) KUNTZE (B.G. BONN 288); *C. tsaii* HU (B.G. BONN 3216); *C. vernalis* (MAKINO) MAKINO (B.G. BONN 754). - Meist aufrechte bis ± liegende, kleine, leicht gelappte bis gekerbte oder glatte Schuppen (Abb. 7; 9).

Cleyera THUNB. (17) - *C. japonica* THUNB. (B.G. K 191-66.19101). - Vereinzelt, unregelmäßige Schuppen.

Eurya THUNB. (70) - *E. emarginata* MAKINO (B.G. B 206.16.82.10); *E. japonica* THUNB. (B.G. B 179.15.80.50). - Eine Art mit kleinen, glatten Schuppen.

Franklinia MARSHALL (1) - *F. alatamaha* MARSHALL (B.G. BONN 760). - Keine Kristalloide.

Gordonia ELLIS (70) - *G. axillaris* (ROXB. ex KER GAWLER) D. DIETR. (B.G. BONN 757). - Unregelmäßige Schuppen.

Pyrenaria BLUME (20) - *P. championii* (NAKAI) H. KENG (B.G. BONN 3212). - Keine Kristalloide.

Schima REINW. ex BLUME (1) - *S. wallichii* (DC.) KORTH. (B.G. BONN 3210). - Dicht stehende Röhrchen, zumindest z.T. aus spiralgig aufgewundenen Stäbchen.

Stewartia L. (6) - *S. malacodendron* L. (B.G. K 000-69.14210); *S. monadelphica* SIEBOLD & ZUCC. (B.G. K 411-31.41102); *S. pseudocamellia* MAXIM. (B.G. BONN 3117); *S. serrata* MAXIM. (B.G. K 130-D8.13001); *S. sinensis* REHDER & E. WILSON (B.G. K 641-10.64102). - Drei Arten mit kleinen, glatten, z.T. flache Schuppen.

Ternstroemia MUTIS ex L. f. (85) - *T. gymnanthera* (WIGHT & ARN.) SPRAGUE (B.G. BONN 758). - Keine Kristalloide.

Visnea L. f. (1) - *V. mocanera* L. f. (Material Ditsch). - Kleine, ± gewundene Schuppen auf der Kelchblatt-Außenseite.

4.3. *Lecythidales*

Die Ordnung umfaßt nur die *Lecythidaceae* sensu lato, die sich aber recht klar in drei bis fünf Untergruppen aufteilen läßt. In allen besprochenen Systemen wird diese Unterteilung auf infrafamiliärem Niveau behandelt. Hier wird die Ordnung zur besseren Überschaubarkeit entsprechend den Systemen von ROULEAU (1981) und GOLDBERG (1986) in fünf Kleinfamilien aufgeteilt: *Asteranthaceae*, *Barringtoniaceae*, *Foetidiaceae*, *Lecythidaceae* s.str. und *Napoleonaeaceae*.

Nur bei R. DAHLGREN (1983) wird die Familie in die *Theales*, in seiner neueren Version (G. DAHLGREN 1989) als eigene Ordnung in direkter Nachbarschaft zu den *Theales* gestellt. Dieselbe Stellung besitzt sie bei CRONQUIST (1988). TAKHTAJAN (1987) erhebt die Familie zur Überordnung und stellt sie in die Nachbarschaft der *Theanae*. Innerhalb der weitgefaßten Ordnung der *Theales* besitzt die Familie bei THORNE (1992) als einzige der Unterordnung *Lecythidineae* die entsprechende Stellung der anderen Systeme.

Die Verwandtschaftsgruppe ist früher häufig in die Nähe der *Myrtales*, gelegentlich sogar in die Familie der *Myrtaceae* gestellt worden. Hauptargument dafür ist die Tendenz zur Ausbildung verholzter Blütenbecher gewesen. Die zentrifugale Initiation der Staminalprimordien ist allein nicht Grund genug, die Stellung innerhalb der *Theales* zu rechtfertigen, denn sie kommt innerhalb der *Myrtales* noch häufiger vor. Auch die Pollenmorphologie der *Lecythidaceae* spricht nicht für eine nahe Beziehung zu den *Myrtales*, und die Unähnlichkeiten in der Holzanatomie sogar dagegen. Die Struktur der Samenanlagen ist denen der *Theales* sogar recht ähnlich (CRONQUIST 1987).

Die vorherrschenden schuppenförmigen Wachskristalloide, die sich sowohl bei den *Theales* als auch bei den *Myrtales* finden, tragen in diesem Fall nicht zur Klärung der systematischen Stellung bei.

Die durch Unterschiede im Androeceum begründete Unterteilung der *Lecythidales* in drei bis fünf Einheiten auf Tribus-, Unterfamilien- oder Familienniveau findet zwar Bestätigung in der Pollenmorphologie, entspricht jedoch nicht der festgestellten Variabilität in der Wachsmikromorphologie.

Das ausschließliche Vorkommen von schuppenförmigen Wachskristalloiden täuscht eine Einförmigkeit vor. Im Detail sind die Wachsschuppen jedoch sehr vielgestaltig. Es lassen sich eine Reihe von Ausbildungstendenzen feststellen, die sich aber nicht auf einzelne Kleinfamilien beschränken.

Die Tendenz, neben großen Schuppen mit mehr oder weniger gekerbten Rändern kleine, meist glatte Schüppchen auszubilden, zeigt sich in allen Familien, außer bei den *Lecythidaceae* s. str. Die größte Ähnlichkeit in dieser Hinsicht besteht zwischen den entsprechenden Vertretern der *Asteranthaceae*, *Foetidaceae* und *Napoleonaeaceae*, deren nähere Verwandtschaft bereits diskutiert wird.

Innerhalb der *Lecythidaceae* s. str. und der *Barringtoniaceae* finden sich auf der Blattoberfläche häufiger dichte Bestände stark gelappter Schuppen, welche gelegentlich sogar stäbchenförmige Auswüchse zeigen.

Eine allgemein verbreitete Tendenz innerhalb der *Lecythidales* ist die Ausrichtung kleiner glattrandiger Schuppen zu Magnetfeldlinien-ähnlichen Mustern um Spaltöffnungen herum. Diese Anordnung, der sogenannte "*Convallaria*-Typ" (BARTHOLOTT & FRÖLICH 1983), findet sich aber auch in anderen Verwandtschaftsgruppen wie *Myrtales* und *Theales*.

Die aufgrund neuerer Untersuchungen der Blütenmorphologie vorgeschlagene Abtrennung der Gattung *Asteranthos* von den *Lecythidaceae* s. l. und Einordnung zu den *Scytopetalaceae* (TSOU 1989) findet durch die Wachsmikromorphologie wenig Unterstützung. Zwar zeigen die Blattoberflächen von *Asteranthos brasiliensis* und *Scytopetalum tieghemii* beide parallel ausgerichtete Wachsschuppen mit meist glatten Rändern, doch findet sich bei keiner der untersuchten Arten der *Scytopetalaceae* der oben beschriebene Schuppendifferenzismus, wie er auf der Blattunterseite von *A. brasiliensis* ausgebildet ist.

ASTERANTHACEAE KNUTH (1/1)

Glatte bis gekerbte, meist parallel ausgerichtete Schuppen (Abb. 26), am Blattrand in zwei unterschiedlichen Größen.

Asteranthos brasiliensis DESF. (K: Monteiro & Guedes)

BARRINGTONIACEAE RUDOLPHI (6/54)

Gut die Hälfte der untersuchten Arten mit kleinen, glatten, selten gerichteten oder größeren, ± gelappten bis gefransten Schuppen.

Abdulmajidia WHITM. (2) - *A. chaniana* WHITM. (K: Chan); *A. maxwelliana* WHITM. (K: P.S. Bray). - Oft erodierte, ± gelappte Schuppen bei einer Art.

Barringtonia FORSTER & FORSTER f. (39) - *B. acutangula* GAERTNER (B.G. K 522-86.04897); *B. asiatica* KURZ (B.G. B 001.47.81.10); *B. conoidea* GRIFFITH (K: Yahya); *B. edulis* SEEMANN (K: A.C. Smith); *B. filirachis* PAYENS (K: E.J.H. Corner); *B. fusiformis* KING (K: Henderson); *B. macrocarpa* HASSK. (K: Parkinson); *B. macrostachya* (JACK) KURZ (K: Parish); *B. racemosa* ROXB. (B.G. BONN 5012); *B. cf. revoluta* MERR. (K: Henderson); *B. scortechinii* KING (K: Henderson). - Meist kleine, glatte, selten parallel angeordnete Schuppen, sonst auch stärker gelappte bis gefranste (Abb. 27; 29).

Careya ROXB. (4) - *C. arborea* ROXB. (K: J.D. Hooker); *C. herbacea* ROXB. (K: Haines). - Eine Art mit gelappten bis gefransten Schuppen.

Chydenanthus MIERS (2) - *C. excelsus* (BLUME) MIERS var. *sumatranus* (K: Burgess). - Meist kleine, glatte bis stärker gelappte Schuppen.

Petersianthus MERR. (2-3) - *P. africanus* (WELW. ex BENTH. & HOOK. f.) MERR. (K: Lecuwenberg); *P. macrocarpus* (P. BEAUV.) LIBEN (K: Lecuwenberg); *P. quadrialatus* MERR. (K: Ramos). - Verstreut ± gelappte Schuppen.

Planchonia BLUME (5) - *P. valida* BLUME (K: Loh). - Keine Kristalloide.

FOETIDIACEAE (NIEDENZU) AIRY SHAW (1/6)

Zwei Arten mit ± großen, meist gelappten Schuppen.

Foetidia COMM. ex LAM. (6) - *F. asymmetrica* H. PERRIER (K: Capuron); *F. mauritiana* LAM. (K: Lesonef); *F. obliqua* BLUME (K: Decary); *F. reusa* BLUME (K: Perrier)

LECYTHIDACEAE POIT. (10/210)

Von 31 Arten 17 mit meist aufrechten, kleinen, selten gerichteten, glatten oder gelappten bis gefransten Schuppen, davon drei Arten mit plattenförmig-hexagonalen Schuppen.

Bertholletia BONPL. (1) - *B. excelsa* BONPL. (K: Mori, Daly, Cardoso). - Kleine, gefranste bis gelappte und größere, meist glatte Schuppen.

Cariniana CASAR. (15) - *C. domestica* (MARTIUS) MIERS (K: Eiten & Eiten); *C. estrellensis* (RADDI) KUNTZE (K: det. Prance). - Meist gekerbte Schuppen.

Couratari AUBLET (15) - *C. atrovinosa* PRANCE (K: Prance & Ramos); *C. guianensis* AUBLET (K: Zanderij); *C. riparia* SANDW. (K: Whittton). - Gelappte bis leicht gefranste, seltener glatte Schuppen (Abb. 30).

Couroupita AUBLET (4) - *C. amazonica* KNUTH (K: det. A.C. Smith); *C. guianensis* AUBLET (B.G. BONN 5016); *C. subsessilis* PILGER (K: Prance & Steward). - Kleine, oft gefranste Schuppen.

Eschweilera C. MARTIUS ex DC. (100) - *E. alata* A.C. SMITH (K: det. S. Mori); *E. albiflora* (DC.) MIERS (K: Milliken, Ramos et al.); *E. amazonica* KNUTH (K: Zarucchi); *E. bracteosa* (POEPPIG ex BERG) MIERS (K: Froes); *E. longipes* (POIT.) MIERS (K: Daly, Reitsma et al.); *E. subglandulosa* (STEUDEL ex BERG) MIERS (K: Freeman & Cheesman). - Eine Art mit verstreuten, kleinen Schuppen, eine Art mit hexagonalen Platten.

Grias L. (6) - *G. cauliflora* L. (B.G. K 000-73.12271); *G. colombiana* CUATREC. (K: Fuchs & Zanella); *G. neuberthii* MACBR. (K: Pennington et al.); *G. peruviana* MIERS (K: Boecke & Ramirez). - Keine Kristalloide.

Gustavia L. (41) - *G. duckei* KNUTH (K: Ducke); *G. eximia* PITTIER (K: Steyermark); *G. flagellata* S. MORI (K: Nee & Mori); *G. longifolia* POEPPIG ex BERG (K: Pennington et al.); *G. marcgraviana* MIERS (K: Gardner); *G. poeppigiana* BERG (B.G. K 205-73.01862); *G. superba* (KUNTH) BERG (B.G. BONN 5015). - Drei Arten mit meist glatten Schuppen mit Tendenz zur radialen Ausrichtung um Spaltöffnungen.

Lecythis LOEFL. (25) - *L. chartacea* BERG (K: de Bruijn); *L. holcogyne* (SANDW.) S. MORI (K: Woodblock); *L. lanceolata* POIRET (K: Tatto); *L. pisonis* CAMBESS. (K: Prance, Filho, Picolo); *L. zabucajo* AUBLET (B.G. K 230-84.02210). - Meist kleine, glatte, z.T. auch plattenförmig-hexagonale Schuppen (Abb. 28).

NAPOLEONAEACEAE P. BEAUV. (2/11)

Drei von sieben Arten mit meist kleinen, glatten bis leicht gelappten, in einem Falle parallel angeordneten Schuppen.

Crateranthus BAKER f. (3) - *C. congolensis* LECOMTE (K: le Testu); *C. talbotii* BAKER f. (K: Talbot). - Eine Art mit wenig leicht gelappten, kleinen Schuppen.

Napoleonaea P. BEAUV. ex FISCHER (8) - *N. egertonii* BAKER f. (K: Roswear); *N. heudelotii* ADR. JUSS. (K: Thomas); *N. imperialis* P. BEAUV. (K: Thomewill); *N. lutea* BAKER f. ex HUTCH. & DALZ. (K: Onochie); *N. vogelii* HOOK. & PLANCHON (B.G. BONN 5013). - Zwei Arten mit meist kleinen, glatten, z.T. parallel angeordneten Schuppen (Abb. 25).

4.4. Malvales

Die Ordnung steht vermutlich in mehr oder weniger enger Beziehungen zu den *Dilleniales* und *Violales*.

Im Vergleich zu anderen Ordnungen sind die *Malvales* in ihrem Umfang recht stabil. In allen vorgestellten Systemen bilden den Kern der Ordnung vier nahe miteinander verwandte Familien, deren Grenzen untereinander oftmals noch nicht einwandfrei geklärt sind.

Bei fast allen Autoren ist innerhalb der *Geraniaceae* oder in ihrer direkten Nachbarschaft die kleine Familie der *Dirachmaceae* zu finden. Da HUTCHINSON (1973) sie, wenn auch als einziger, in die Ordnung der *Tiliales* stellt, also in die Verwandtschaft der holzigen *Malvales*, ist auch sie der Vollständigkeit halber untersucht worden.

Die Kernfamilien der *Malvales*, die *Tiliaceae*, *Sterculiaceae*, *Bombacaceae* und *Malvaceae*, lassen sich oftmals nur schwer voneinander abgrenzen. Gemeinsames Merkmal dieser Familien ist die Tendenz zu starkem Besatz mit Sternhaaren, der das Auftreten von Wachskristalloiden meist ausschließt. Ansonsten treten meist schuppenförmige Wachskristalloide verschiedener Ausprägung auf, die nicht selten auf Cuticularfaltungen vorkommen.

Tabelle 3: Die Familien der *Malvales* s.l. in den verschiedenen Systemen:

Familie	CRONQUIST '88	DAHLGREN '89	TAKHTAJAN '87	THORNE '92
Bixaceae	Violales (Dilleniidae)	Malvales	Bixales (Malvaceae)	Cistaceae (Violales)
Bombacaceae	Malvales	Malvales	Malvales	Malvaceae
Cistaceae	Violales (Dilleniidae)	Malvales	Bixales (Malvaceae)	Cistaceae (Violales)
Cochlospermaceae	Bixaceae	Malvales	Bixales (Malvaceae)	Cistaceae (Violales)
Dipterocarpaceae	Theales (Dilleniidae)	Malvales	Malvales	Sterculiaceae (Malvales)
Dirachmaceae	Geraniaceae (Geraniales)	Geraniales (Rutaceae)	Geraniales (Rutaceae)	Geraniaceae (Geraniales)
Elaeocarpaceae	Malvales	Rhizophorales (Rutaceae)	Malvales	Sterculiaceae (Malvales)
Huaceae	Violales (Dilleniidae)	Malvales	Malvales	Sterculiaceae (Malvales)
Malvaceae	Malvales	Malvales	Malvales	Malvaceae
Plagiopteraceae	Flacourtiaceae (Violales)	Malvales	Malvales	Sterculiaceae (Malvales)
Sarcocaulaceae	Theales (Dilleniidae)	Malvales	Malvales	Sterculiaceae (Malvales)
Sphaerosepalaceae	Theales (Dilleniidae)	Malvales	Malvales	Sterculiaceae (Malvales)
Sterculiaceae	Malvales	Malvales	Malvales	Sterculiaceae (Malvales)
Tiliaceae	Malvales	Malvales	Malvales	Sterculiaceae (Malvales)

Die *Bombacaceae* stimmen untereinander oftmals in ihren Cuticularfaltungsmustern überein. Die Tendenz zu rosettiger Anordnung von Wachsschuppen ist hier stärker ausgeprägt als bei den *Sterculiaceae*. Noch seltener findet man sie bei den *Tiliaceae* und *Malvaceae*.

Bei den *Tiliaceae*, *Sterculiaceae* und besonders den *Malvaceae* sind auffallend häufig nur die Sproßoberflächen bewachst. Charakteristisch sind hier große, mehr oder weniger liegende Schuppen mit gekerbten bis leicht gelappten Rändern.

Die *Elaeocarpaceae* sind, obwohl die Struktur der Samenschale für eine nähere Verwandtschaft mit der Ordnung *Violales* spricht, bisher in die Nähe der *Tiliaceae* gestellt oder sogar mit ihnen vereinigt worden. Erst seit der Bearbeitung der Siebröhrenplastiden (BEHNKE 1988) wird eine engere Beziehung zu den *Rhizophoraceae* und weiter zu den *Celastrales* diskutiert. Auch die Holzanatomie zeigt wenig Gemeinsamkeiten mit anderen Familien der *Malvales*. Die Epicuticularwachse der *Elaeocarpaceae* zeigen eine sehr einheitliche Ausprägung in Form von rosettig angeordneten Schuppen. Seltener

treten Wachsschuppen mit verdrehter, komplexer oder zwei unterschiedlichen Ausprägungen auf. Insgesamt zeigt das untersuchte Material nicht viel Ähnlichkeiten mit dem der *Tiliaceae*, sondern erinnert eher an die epidermalen Oberflächenskulpturierungen bei den *Brunelliaceae*.

Die drei Familien der *Cistaceae*, *Bixaceae* und *Cochlospermaceae* haben schon häufiger ihre Stellung zwischen den *Violales* und *Malvales* gewechselt. Verschiedene biochemische und anatomische Merkmale sprechen für die Einordnung zu den *Malvales* (KEATING 1969, 1970; POPPENDIECK 1980; YOUNG 1981; R. DAHLGREN 1983; MORAWETZ 1986). Blütenmorphologische und karyologische Merkmale befürworten engere Beziehungen zu den *Violales* (RONSE-DECRAENE 1989). Die Ergebnisse der Wachsmikromorphologie schließen eine nahe Verwandtschaft mit anderen Familien der *Malvales* nicht aus. Die Vergleichsdaten bei den *Violales* fehlen bislang. Die *Cistaceae* und *Bixaceae* sind meist unbewacht, was auch für die *Malvaceae* und *Sterculiaceae* zutrifft. Die rosettig angeordneten Wachsschuppen der *Cochlospermaceae* ähneln denen der *Brunelliaceae*, *Connaraceae* und einiger *Fabaceae*. Die fehlende Bewachung bei den *Bixaceae* einerseits und der dichte Wachsschuppenbesatz bei den *Cochlospermaceae* andererseits unterstützen die Trennung der beiden Familien voneinander. Innerhalb der *Cistaceae* finden sich als Einzelfälle querverriefte Wachskristalloide.

Die *Huaceae* zeigten bei den Untersuchungen keine Wachskristalloide. Nach den Ergebnissen von BAAS (1972) besitzt *Hua gabonii* schuppenförmige Wachskristalloide mit mehr oder weniger gelappten Rändern und der Tendenz zur rosettigen Anordnung. Eine gewisse Ähnlichkeit ist in diesem Falle mit einigen *Bombacaceae* und wenigen *Sterculiaceae* festzustellen. Die systematische Nähe der *Huaceae* zu den beiden Familien wird durch Ergebnisse biochemischer und holzanatomischer Untersuchungen gestützt. Letztere stellen eine enge Bindung der *Huaceae* an die *Elaeocarpaceae*, *Scytopetalaceae*, *Sphaerosepalaceae*, *Cochlospermaceae* und *Sarcolaenaceae* in Frage und negieren eine Verwandtschaft zu den Familien der *Dirachmaceae*, *Erythroxylaceae* und *Styracaceae*.

Die monogenerischen *Plagiopteraceae* gehören entsprechend ihrer Flavonoidchemie zu den *Malvales* (YOUNG 1981). Die Ergebnisse der wachsmikromorphologischen Untersuchungen widersprechen dieser Einordnung nicht.

Die Ergebnisse zu den *Dipterocarpaceae*, *Sarcolaenaceae* und *Sphaerosepalaceae* werden entsprechend CRONQUIST (1988) bei den *Theales* besprochen.

Die Gattung *Dirachma* wird meist in die *Geraniaceae* oder ihre direkte Nähe gestellt, obwohl verschiedene Merkmale für eine Einordnung in die *Malvales* sprechen (LINK 1991). Hinweise zur systematischen Stellung von Seiten der Wachsmikromorphologie wurden bislang nicht gefunden.

BIXACEAE LINK (1/1)

Keine Kristalloide.

Bixa orellana L. (B.G. B 066.11.83.50)

BOMBACACEAE KUNTH (30/250)

Zehn von 18 Arten mit dicht stehenden kleinen, meist glatten, sonst leicht gelappten, aufrechten Schuppen, häufig mit Tendenz zur Rosettenbildung.

Adansonia L. (9) - *A. digitata* L. (B.G. B); *A. grandidieri* BAILLON (B.G. B 001.62.87.10). - Keine Kristalloide.

Bombax L. (8) - *B. ceiba* L. (B.G. K 576-88.04266); *B. spec.* (B.G. MB). - Dicht ± mehr oder weniger gelappte Schuppen mit Tendenz zur Rosettenbildung.

Catostemma BENTH. (8) - *C. commune* SANDW. (K: Mori et al. 17191). - Keine Kristalloide.

Ceiba MILLER (4) - *C. aesculifolia* (KUNTH) BRITTEN & BAKER f. (B.G. B 054.33.80.10); *C. pentandra* GAERTNER (B.G. MB). - Dicht stehende kleine, glatte Schuppen mit Tendenz zur Rosettenbildung.

Chorisia KUNTH (5) - *C. pubiflora* (A. ST. HIL.) DAWSON (B.G. K 196-53.19602); *C. speciosa* A. ST. HIL. (B.G. K 106-71.01076). - Dicht stehende kleine, z.T. verdrehte Schuppen.

Durio ADANS. (27) - *D. zibethinus* MURRAY (B.G. K). - Keine Kristalloide.

Huberodendron DUCKE (5) - *H. swietenoides* (GLEASON) DUCKE (K: DUCKE 874). - Große aufrechte Schuppen mit Tendenz zur Rosettenbildung (**Abb. 35**).

Matisia BONPL. (35) - *M. ochrocalyx* (SCHUMANN) VISCHER (K: Plowman, Rosa, Rosario 9846). - Keine Kristalloide.

Ochroma SWEET (1) - *O. lagopus* SWEET (B.G. B 303.12.86.50). - Keine Kristalloide.

Pachira AUBLET (2) - *P. aquatica* AUBLET (B.G. K 175-78.01829); *P. insignis* (L. f.) SAVIGNY (B.G. MB). - Kleine, glatte, aufrechte Schuppen mit Tendenz zur rosettigen Anordnung, z.T. vergesellschaftet mit deutlich größeren, ± liegenden (**Abb. 42**).

Pseudobombax DUGAND (20) - *P. ellipticum* (KUNTH) DUGAND (B.G. BONN). - Kleine, leicht gelappte Schuppen mit Tendenz zur Rosettenbildung.

Quararibea AUBLET (29) - *Qu. turbinata* (SWEET) POIRET (K: Mori et al. 10085). - Keine Kristalloide.

Rhodognaphalon (ULBR.) ROBERTY (7) - *R. spec.* (B.G. K 369-73.04860). - Keine Kristalloide.

CISTACEAE JUSS. (7/175)

Nur acht von 37 Arten mit meist kleinen, glatten bis stärker gelappten, seltener bandförmig ausgezogenen Schuppen, zwei Arten mit quergelappten Stäbchen und Röhrchen, die wohl dem *Aristolochia*-Typ entsprechen, eine Art mit strukturierten, klümpchen- bis kurz-stäbchenförmigen Kristalloiden.

Cistus L. (17) - *C. clusii* DUNAL (B.G. BONN 107); *C. creticus* L. (B.G. B 109.04.84.10); *C. incanus* L. (B.G. BONN 3198); *C. ladaniferus* L. (B.G. BONN 496); *C. laurifolius* L. (B.G. BONN 806); *C. monspeliensis* L. (B.G. BONN 495); *C. palhinhaei* INGRAM (B.G. BONN); *C. populifolius* L. (B.G. BONN); *C. revolii* COSTE & SOULIE (B.G. K 103-43.10302); *C. salvifolius* L. (B.G. BONN 803); *C. symphytifolius* LAM. (B.G. BONN 2585). - Keine Kristalloide.

Fumana (DUNAL) SPACH (9) - *F. ericoides* (CAV.) GAND. (B.G. K 117-86.01139); *F. procumbens* (DUNAL) GREU. & GODRON (B.G. BONN). - Keine Kristalloide.

Halimium (DUNAL) SPACH (9) - *H. commutatum* PAU (B.G. K 156-83.01931); *H. halimifolium* WILLK. (B.G. BONN); *H. lasianthum* (LAM.) SPACH var. *concolor* (B.G. K 535-55.53505); *H. ocyroides* (LAM.) WILLK. (B.G. B). - Bei einer Art ungerichtete, ± gelappte Schuppen auf den Blättern und massiven, meist quergerieften Stäbchen in Verbindung mit ± dicken, oft plattenförmigen Schuppen auf dem Sproß.

Helianthemum MILLER (110) - *H. apenninum* (L.) MILLER var. *roseum* GROSS (B.G. BONN 3384); *H. canariense* (JACQ.) PERS. (B.G. BONN 135); *H. canum* (L.) BAUMG. (B.G. MJG); *H. cinereum* PERS. (B.G. K 156-83.01953); *H. croceum* (DESF.) PERS. (B.G. B); *H. gorgoneum* WEBB (BONN: Köhler & Lobin 2914); *H. grandiflorum* (SCOP.) DC. (B.G. K 381-68.38103); *H. hirtum* MILLER (B.G. MB 71/1883); *H. leptophyllum* DUNAL (B.G. K 335-80); *H. lunulatum* DC. (B.G. K 092-45.09201); *H. niidum* CLEMENTI (B.G. MB 87/250); *H. nummularium* (L.) MILLER (B.G. BONN 6378); *H. oelandicum* WAHLENB. (B.G. K 099-47.09901); *H. pilosum* PERS. (B.G. BONN 8297); *H. salicifolium* MILLER (B.G. K 304-75.06087). - Bei sechs Arten meist unregelmäßige, glatte bis stark gelappte, z.T. bandförmig ausgezogene Schuppen (Abb. 37).

Hudsonia L. (1) - *H. ericoides* L. (K: Steward 1/7/1929). - Keine Kristalloide.

Lechea L. (17) - *L. san-sabeana* (BUCKLEY) HODGDON (K: Warnock 20569); *L. skinneri* BENTH. (K: Pringle 11923). - Eine Art mit kleinen, meist glatten, selten rosettig gestellten Schuppen, eine Art mit kleinen, strukturierten, klümpchen- bis kurz-stäbchenförmigen Kristalloiden.

Tuberaria (DUNAL) SPACH (12) - *T. guttata* (L.) FOURR. (B.G. B); *T. lignosa* (SWEET) SAMP. (B.G. K 000-69.51429). - Eine Art mit quergerieften Stäbchen und Röhren in Verbindung mit ± dicken, unregelmäßigen, plattenförmigen Schuppen (Abb. 54).

COCHLOSPERMACEAE PLANCHON (2/15)

Dicht stehend aufrechte, glatte bis gefranste Schuppen mit deutlicher Tendenz zur Rosettenbildung.

Amoreuxia MOÇIÑO & SESSE ex DC. (3) - *A. palmatifida* MOÇIÑO & SESSE ex DC. (B.G. BONN). - Dicht stehende aufrechte, glatte bis leicht gefranste Schuppen mit Tendenz zur Rosettenbildung.

Cochlospermum KUNTH (12) - *C. planchonii* HOOK. f. ex PLANCHON (K: Williams 388); *C. regium* (SCHRANK) PILGER (K: Laima 58-3117); *C. vitifolium* (WILLD.) SPRENGEL (K: Ekman 06529). - Dicht stehend aufrechte, glatte bis gekerbte Schuppen mit deutlicher Tendenz zur Rosettenbildung (Abb. 39).

DIRACHMACEAE (REICHE) HUTCH. (1/2)

Eine Art mit verstreut bis dicht stehenden kleinen, meist glatten Schuppen.

Dirachma SCHWEINF. ex BALF. f. (2) - *D. socotrana* SCHWEINF. ex BALF. f. (K: A.C. Smith, Lavranos 210); *D. spec.* (B.G. K 391-85.04172).

ELAEOCARPACEAE DC. (10/520)

Meist aufrechte, glatte bis gelappte oder gefranste, z.T. komplexe Schuppen, z.T. mit Tendenz zur rosettigen Anordnung.

Aceratium DC. (20) - *A. ferrugineum* C.T. WHITE (K: Hyland 8612); *A. megalospermum* (F. MUELL.) BALG. (K: C.T. White 11685); *A. sericoleopsis* BALG. (K: Irvine 865). - Ungerichtete, aufrechte, gekerbte bis leicht gelappte Schuppen (Abb. 34).

Aristotelia L'HER. (5) - *A. chilensis* STUNTZ (B.G. BONN 305); *A. fruticosa* HOOK. f. (B.G. K 333-87.02471); *A. macqui* L'HER. (B.G. K 117-76.00843); *A. serrata* (FORSTER & FORSTER f.) W. OLIVER (B.G. B 004.14.79.10). - Vereinzelt bis dicht stehend meist glatte, sonst verdrehte bis komplexe Schuppen, z.T. mit Tendenz zur Rosettenbildung (Abb. 41).

Crinodendron MOLINA (5) - *C. hookerianum* C. GAY (B.G. BONN 517); *C. patagua* MOLINA (B.G. BONN 245). - Dicht stehend aufrechte, gekerbte bis leicht gelappte, meist ungerichtete bis rosettig gestellte Schuppen.

Dubouzetia PANCHER ex BRONGN. & GRIS (10) - *D. galorei* COODE (K: Henty, Foreman NGF 42546); *D. kairoi* COODE (K: Streimann 24309). - Keine Kristalloide.

Elaeocarpus L. (360) - *E. coorangooloo* J.F. BAILEY & C. WHITE (B.G. K 035-88.00231); *E. reticulatus* RIDLEY (B.G. K 224-48.22403). - Meist glatte, z.T. in zwei Größen auftretende Schuppen.

Peripentadenia L.S. SMITH (2) - *P. mearsii* (C. WHITE) L.S. SMITH (K: Hyland 6365). - Meist aufrechte, gekerbte Schuppen (Abb. 36).

Sloanea L. (100) - *S. spec.* (B.G. K 394-85.04304). - Kleine, oft leicht rosettig gestellte Schuppen.

Vallea MUTIS ex L. f. (1) - *V. stipularis* L. f. var. *pyrifolia* (TURCZ.) BALLARD (B.G. K 000-69.50869). - Meist kleine, sehr unregelmäßige, z.T. stark verdrehte, sonst auch größere, leicht gekerbte Schuppen.

HUACEAE A. CHEV. (2/3)

Keine Kristalloide.

Afrostryax PERKINS & GILG (2) - *A. kamerunensis* PERKINS & GILG (K: Louis); *A. lepidophyllus* MILDBR. (K: Letouzey). - Keine Kristalloide.

Hua gabolii PIERRE ex DE WILD. (K: Thomas). - Keine Kristalloide.

MALVACEAE JUSS. (116/1550)

Meist keine Kristalloide. Bei einem knappen Drittel der Arten mit meist unregelmäßig gekerbten, gelappten, gefransten bis verdrehten, oft großen, ±liegenden, sonst kleinen, glatten, selten gerichteten Schuppen. Eine Art mit quergerieften Stäbchen, eine mit strukturierten Klümpchen.

Abelmoschus MEDIKUS (15) - *A. manihot* MEDIKUS (B.G. K 172-62.17204). - Keine Kristalloide.

Abutilon MILLER (100) - *A. avicennae* GAERTNER (B.G. MJG); *A. grandifolium* (WILLD.) SWEET (BONN: Lobin 1604); *A. insigne* PLANCHON (B.G. K 000-73.12436); *A. listeri* BAKER f. (B.G. K 241-87.01996); *A. megapotamicum* A. ST. HIL. & NAUDIN (B.G. BONN 3748); *A. ramosum* (CAV.) GUILLEMIN & PERROTTET (BONN: Lobin 2979); *A. sonneratianum* SWEET (B.G. K 108-67.10801); *A. spec.* (BONN: Lobin 1480); *A. striatum* DICKSON (B.G. K 301-79.02656); *A. theophrastii* MEDIKUS (B.G. B). - Drei Arten mit erodierten Schuppen.

Alcea L. (50) - *A. ficifolia* L. (B.G. B); *A. nudiflora* (LINDLEY) BOISS. (B.G. K 295-75.02866); *A. rosea* L. (B.G. BONN 6243); *A. rugosa* ALEF. (B.G. MB 74/665). - Bei einer Art glatte,

ungerichtete Schuppen auf den Blättern, sonst nur auf den Sproßoberflächen gekerbt bis leicht gelappte, ± liegende Schuppen (Abb. 31).

Althaea L. (12) - *A. armeniaca* TEN. (B.G. B); *A. cannabina* L. (B.G. BONN 3754); *A. officinalis* L. (B.G. BONN). - Keine Kristalloide.

Anisodontea C. PRESL (19) - *A. capensis* (L.) D. BATES (B.G. BONN 3760). - Keine Kristalloide.

Anoda CAV. (10) - *A. cristata* (L.) SCHLDL. (B.G. BONN 3042); *A. hastata* CAV. (B.G. MB 64/922); *A. wrightii* A. GRAY (B.G. K 000-69.10890). - Bei einer Art wenig kleine, rosettig angeordnete Schuppen auf dem Blatt, bei einer Art kleine, glatte, quergerichtete Schuppen auf dem Sproß.

Callirhoe NUTT. (8) - *C. involucrata* (TORREY & A. GRAY) A. GRAY (B.G. MB 85/433/5). - Vereinzelt kleine Schuppen.

Cristaria CAV. (75) - *C. spec.* (B.G. K 191-88.08053). - Keine Kristalloide.

Goethea NEES (2) - *G. cauliflora* NEES (B.G. BONN 5048); *G. strictiflora* HOOK. (B.G. B 244.80.84.80). - Leicht gelappte Schuppen.

Gossypium L. (39) - *G. barbadense* L. (B.G. B 051.21.86.10); *G. herbaceum* L. (B.G. B); *G. hirsutum* L. (B.G. B 240.03.85.84); *G. hirsutum* L. var. *punctatum* (SCHUM. & THONN.) J.B. HUTCH., SILOW & STEPHENS (BONN: Mies 188). - Keine Kristalloide.

Hibiscadelphus ROCK (4) - *H. distans* L. BISHOP & HERBST (B.G. K). - Keine Kristalloide.

Hibiscus L. (200) - *H. acetosella* WELW. ex FICALHO (B.G. K 518-70.04725); *H. arnottianus* A. GRAY (B.G. K 003-85.00680); *H. bifurcatus* CAV. (B.G. K 136-75.01520); *H. brackenridgei* A. GRAY var. *mokuleianus* (B.G. K 242-79.02284); *H. californicus* KELLOGG (B.G. K 356-85. 03754); *H. cannabinus* L. (BONN: Lobin 1444); *H. clayii* DEGENER & I. DEGENER (B.G. K 326-61.32602); *H. coccineus* WALTER (B.G. K 494-87.03381); *H. diversifolius* JACQ. (B.G. K 267-82.02725); *H. elatus* SWEET (B.G. ORT); *H. fragilis* DC. (B.G. K 409-83.04900); *H. insularis* ENDL. (B.G. B 040.64.74.70); *H. liliiflorus* CAV. (B.G. K 410-84.04218); *H. lunariifolius* WILLD. (B.G. B); *H. pedunculatus* CAV. (B.G. B); *H. pernambucensis* ARRUDA (B.G. K 186-74.01857); *H. physaloides* GUILLEMIN & PERROTET (BONN: Lobin 1516); *H. platanifolius* SWEET (B.G. B); *H. rockii* DEGENER & I. DEGENER (B.G. B 014.72.87.70); *H. schizopetalus* HOOK. (B.G. B 020.97.74.83); *H. scottii* BALF. f. (B.G. K 456-67.45601); *H. storckii* SEEMANN (B.G. BONN 24.008); *H. syriacus* L. (B.G. BONN 3759); *H. tiliaceus* L. (B.G. B); *H. trionum* L. (B.G. BONN 3753). - Bei fünf Arten gefranste, z.T. bandförmige, gekerbte bis gelappte oder kleine, glatte Schuppen.

Hoheria CUNN. (2-5) - *H. angustifolia* RAOUL (B.G. K 699-69.06657); *H. lyallii* HOOK. f. (B.G. K 000-73.14870); *H. populnea* CUNN. (B.G. BONN 592); *H. sexstylosa* COLENZO (B.G. K 000-69.16539). - Drei Arten mit aufrechten, meist glatten, seltener verdrehten oder parallel gerichteten Schuppen.

Iliamna E. GREENE (7) - *I. rivularis* GREENE (B.G. MB 79/2170-197). - Keine Kristalloide.

Kitaibelia WILLD. (2) - *K. vitifolia* WILLD. (B.G. MJG). - Keine Kristalloide.

Lagunaria (DC.) REICHB. (1) - *L. patersonii* (ANDREWS) G. DON (B.G. B 008.91.74.80). - Keine Kristalloide.

Lavatera L. (25) - *L. acerifolia* CAV. (Material Ditsch); *L. cachemiriana* CAMBESS. (B.G. K 000-69.19737); *L. cretica* L. (B.G. K 000-69.10875); *L. maritima* GOUAN (B.G. K 185-78.01912); *L. phoenicea* VENT. (Material Ditsch); *L. thuringiaca* L. (B.G. B); *L. trimestris* L. (B.G. B). - Zwei Arten mit meist glatten, ungerichteten Schuppen.

Lebronnecia FOSB. (1) - *L. kokioides* FOSB. & SACHET (B.G. K 160-80.01387). - Keine Kristalloide.

Maga URBAN (2) - *M. cubensis* BRITTON & P. WILSON (B.G. K 430-27.43001). - Keine Kristalloide.

Malope L. (3) - *M. trifida* CAV. (B.G. BONN 3749). - Keine Kristalloide.

Malva L. (30) - *M. alcea* L. (B.G. MB 70/301); *M. moschata* L. (B.G. K); *M. neglecta* WALLR. (B.G. B); *M. nicaeensis* ALL. (B.G. B); *M. parviflora* L. (B.G. B); *M. pusilla* SMITH (B.G. B); *M. sylvestris* L. (B.G. BONN 3751); *M. tournefortiana* L. (B.G. K 317-69.02623); *M. verticillata* L. var. *chinensis* (MILLER) DANERT (B.G. B). - Bei vier Arten gekerbte bis leicht gelappte, ± liegende Schuppen auf den Sproßoberflächen.

Malvastrum A. GRAY (14) - *M. americanum* (L.) TORREY (BONN: Lobin 566); *M. coromandelianum* (L.) GARCKE (BONN: Lobin 350). - Keine Kristalloide.

Malvaviscus ADANS. (3) - *M. arboreus* CAV. (B.G. MJG); *M. arboreus* CAV. var. *mexicanus* SCHIDL. (B.G. K 000-69.16109); *M. candidus* MOÇIÑO & SESSE ex DC. (B.G. ORT 0188-70); *M. cuteri* STANDLEY (B.G. K 111-56.11101); *M. mollis* (AITON) DC. (B.G. B 040.96.74.73). - Keine Kristalloide.

Modiola MOENCH (1) - *M. caroliniana* (L.) G. DON (B.G. BONN 3758). - Keine Kristalloide.

Modiolastrum SCHUMANN (7) - *M. lateritium* (HOOK.) KRAPOV. (B.G. K 000-69.19740). - Keine Kristalloide.

Napaea L. (1) - *N. dioica* L. (B.G. BONN 3752). - Kleine, glatte, meist quergerichtete Schuppen auf dem Sproß.

Nototriche TURCZ. (100) - *N. compacta* A.W. HILL (B.G. K 131-88.01246). - Keine Kristalloide.

Pavonia CAV. (150) - *P. hastata* CAV. (B.G. BONN 3746); *P. intermedia* A. ST. HIL. (B.G. B); *P. missionum* EKMAN (B.G. BONN 9599); *P. multiflora* A. ST. HIL. (B.G. BONN 1038); *P. praemorsa* CAV. (B.G. B 026.07.74.80); *P. schimperiana* HOCHST. ex A. Rich. (B.G. MJG); *P. spinifex* CAV. (B.G. K 044-65.04401); *P. urens* CAV. (B.G. K 000-73.12930). - Eine Art mit wenig unregelmäßigen Schuppen.

Plagianthus FORSTER & FORSTER f. (2) - *P. betulinus* CUNN. (B.G. B); *P. divaricatus* FORSTER (B.G. B). - Keine Kristalloide.

Sida L. (150) - *S. acuta* BURMAN f. (BONN: Lobin 1222); *S. alba* L. (BONN: Lobin 408); *S. cordifolia* L. (BONN: Lobin 1926); *S. coutinhoi* PAIVA & NOG. (BONN: Lobin 2218); *S. hermaphrodita* (L.) RUSBY (B.G. BONN 3755); *S. rhombifolia* L. (BONN: TF 77-002); *S. triloba* CAV. (B.G. B); *S. urens* L. (BONN: Lobin 2089). - Bei drei Arten gekerbte bis gelappte, z.T. verdrehte Schuppen, jeweils auf Blatt, Frucht oder Sproß beschränkt; eine Art mit strukturierten Klümpchen auf dem Blatt (Abb. 43).

Sidalcea A. GRAY (20) - *S. malvaeflora* (DC.) A. GRAY ex BENTH. (B.G. K 018-46.01802); *S. neo-mexicana* A. GRAY (B.G. K 139-66). - Eine Art mit ± dicken, z.T. plattenförmigen Schuppen auf Blättern, eine Art mit massiven, quergerieften Stäbchen kombiniert mit plattenförmigen Schuppen auf dem Sproß (Abb. 53).

Sphaeralcea A. ST. HIL. (60) - *S. munroana* SPACH (B.G. K 479-79.05303); *S. rosea* G. DON (B.G. K 000-73.12675); *S. umbellata* G. DON (B.G. MJG). - Keine Kristalloide.

Thespesia SOL. ex CORR. SERR. (17) - *T. garckeana* F. HOFFM. (B.G. K 625-68.00026); *T. lampas* DALZ. ex DALZ. & A. GIBSON (B.G. K 148-65.14801); *T. populnea* (L.) CORR. SERR. (B.G. K 019-70.00214). - Keine Kristalloide.

Urena L. (6) - *U. lobata* L. (B.G. K 444-81.05173). - Keine Kristalloide.

Urocarpidium ULBR. (11) - *U. peruvianum* (L.) KRAPOV. (B.G. B). - Keine Kristalloide.

Wercklea PITTIER & STANDLEY (12) - *W. lutea* ROLFE (B.G. K 260-84.02380). - Keine Kristalloide.

Wissadula MEDIKUS (40) - *W. rostrata* (SCHUM.) PLANCHON in HOOK. (BONN: Lobin 1439). - Kleine, unregelmäßige Schuppen.

PLAGIOPTERACEAE AIRY SHAW (1/2)

Sehr wenig unregelmäßige Schuppen.

Plagiopteron GRIFFITH (2) - *P. fragrans* GRIFFITH (K: Larson et al. 32174).

STERCULIACEAE VENT. (72/1500)

Meist keine Kristalloide. Nur bei einem Drittel der Arten mit kleinen, glatten oder größeren, gekerbten bis gelappten, z.T. plattenförmigen, selten flachen Schuppen; eine Art mit Bändern.

Ambroma L. f. (2) - *A. augusta* (L.) L. f. (B.G. BONN 9600); *A. fastuosa* R. BR. (B.G. BONN). - Keine Kristalloide.

Argyrodendron F. MUELL. (7) - *A. trifolium* F. MUELL. (B.G. K 000-73.12676). - Keine Kristalloide.

Brachychiton SCHOTT & ENDL. (30) - *B. acerifolium* F. MUELL. (B.G. B); *B. discolor* F. MUELL. (B.G. B); *B. populneum* R. BR. (B.G. MB). - Zwei Arten mit meist großen, gelappten bis gekerbten, z.T. plattenförmigen Schuppen.

Byttneria LOEFL. (131) - *B. aculeata* DOMBEY ex LAM. (B.G. K 034-89.00259); *B. filipes* MARTIUS ex SCHUMANN (B.G. K 457-66.45701); *B. urticifolia* SCHUMANN (B.G. MJG). - Eine Art mit sehr kleinen Schuppen.

Chiranthodendron LARREAT (1) - *C. pentadactylon* LARREAT (B.G. K 184-46.18408). - Keine Kristalloide.

Cola SCHOTT & ENDL. (125) - *C. acuminata* SCHOTT & ENDL. (B.G. BONN 1175); *C. caricifolia* SCHUMANN (B.G. BONN 3508); *C. cordifolia* R. BR. (B.G. K 249-88.01656). - Zwei Arten mit kleinen, aufrechten bis ± liegenden, meist glatten Schuppen, eine Art mit Bändern.

Dombeya CAV. (200) - *D. acutangula* CAV. (B.G. K 410-84.04224); *D. burgessiae* GERRARD ex HARVEY & SONDER (B.G. K 045-77.00193); *D. x cayeuxii* ANDRE (B.G. ORT); *D. dregeana* SONDER (B.G. B); *D. mauritiana* F. FRIEDMANN (B.G. K 189-81.02577); *D. rotundifolia* PLANCHON (B.G. K 505-72.05355); *D. tiliacea* (ENDL.) PLANCHON (B.G. MJG). - Eine Art mit kleinen, glatten Schuppen.

Firmiana MARSILI (9) - *F. simplex* (L.) W. WIGHT (B.G. MJG); *F. spec.* (B.G. K 394-85.04481). - Eine Art mit großen, leicht gelappten Schuppen.

Fremontodendron COV. (2-3) - *F. californicum* (TORREY) COV. (B.G. BONN 284); *F. decumbens* R. LLOYD (B.G. K 365-78.03700); *F. mexicanum* (MACBR.) DAVIDSON (B.G. K 365-78.03698). - Zwei Arten mit verstreuten, kleinen Schuppen.

Guazuma MILLER (4) - *G. ulmifolia* LAM. (B.G. MJG). - Keine Kristalloide.

Helicteres L. (40) - *H. baruensis* JACQ. (B.G. B 155.07.79.10); *H. spec.* (cf. *brevispina* A. ST. HIL.) (B.G. BONN 8592). - Keine Kristalloide.

Heritiera DRYANDER (30) - *H. macrophylla* WALLICH ex VOIGT (B.G. K 000-69.51726); *H. sylvatica* S. VIDAL (B.G. B). - Keine Kristalloide.

Hermannia L. (100) - *H. denudata* L. (B.G. B 050.48.74.80); *H. tigreensis* HOCHST. ex A. RICH. (BONN: Lobin 2900). - Eine Art mit ungerichteten, leicht gelappten Schuppen.

Herrania GOUDOT (20) - *H. balaensis* PREUSS (B.G. K 000-73.13605); *H. mariae* GOUDOT (B.G. BONN 5032). - Eine Art mit vereinzelt, flachen Schuppen.

Hildegardia SCHOTT & ENDL. (8) - *H. barteri* (MASTERS) KOSTERM. (B.G. K 675-65.67519). - Verstreut kleine, glatte Schuppen.

Pterospermum SCHREBER (25) - *P. acerifolium* (L.) WILLD. (B.G. K). - Verstreut unregelmäßige Schuppen.

Reevesia LINDLEY (3-4) - *R. thyrsoides* LINDLEY (B.G. K 336-66.33604). - Sehr unregelmäßige, kleine Schuppen auf dem Blatt, größere gekerbte bis leicht gelappte Schuppen auf dem Sproß (Abb. 32).

Sterculia L. (200) - *S. apetala* KARSTEN (B.G. K 370-86.03057); *S. caudata* HEWARD ex BENTH. (B.G. ORT); *S. diversifolia* G. DON (B.G. B); *S. mexicana* R. BR. (B.G. K 174-80.01758); *S. rhynchocarpa* SCHUMANN (B.G. B); *S. setigera* DEL. (B.G. K 260-89.01687); *S. spec.* (B.G. BONN 21.600). - Zwei Arten mit vereinzelt, sehr flachen oder verstreuten, glatten, aufrechten Schuppen.

Theobroma L. (20) - *T. cacao* L. (B.G. BONN 3507); *T. grandiflorum* (DON) SCHUMANN (B.G. BONN 2652). - Keine Kristalloide.

Thomasia GAY (31) - *T. solanacea* GAY (B.G. K 000-69.12421); *T. tenuivestita* F. MUELL. (B.G. K 566-82.05820). - Keine Kristalloide.

Triplochiton SCHUMANN (3) - *T. zambsiacus* MILNE-REDH. (B.G. MB). - Aufrechte, gekerbte Schuppen mit Tendenz zur Rosettenbildung (Abb. 33).

Trochetiopsis MARAIS (2) - *T. erythroxyton* (FORSTER f.) MARAIS (B.G. K 033-84.00148); *T. melanoxylon* (R. BR. ex AITON f.) MARAIS (B.G. K 323-82.03196); *T. melanoxylon* (R. BR. ex AITON f.) MARAIS x *erythroxyton* (FORSTER f.) MARAIS (B.G. K 014-87.00170). - Keine Kristalloide.

TILIACEAE JUSS. (48/725)

Meist keine Kristalloide. Weniger als die Hälfte der Arten mit meist gekerbten bis gelappten, seltener kleinen, glatten oder gefransten bis komplexen Schuppen. Zwei Arten mit massiven, kantigen bis längsgerieften Stäbchen.

Corchorus L. (40) - *C. depressus* (L.) C. CHR. (BONN: Lobin CV-19); *C. olitorius* L. (B.G. K 478-82.05131); *C. tridens* L. (BONN: Lobin 2302); *C. trilocularis* L. (BONN: Lobin 358). - Keine Kristalloide.

Desplatsia BOCQUILLON (7) - *D. dewevrei* (DE WILD. & T. DURAND) BURRET (B.G. B 004.07.84.10). - Keine Kristalloide.

Entelea R. BR. (1) - *E. arborescens* R. BR. (B.G. MJG). - Keine Kristalloide.

Glyphaea HOOK. f. (2) - *G. brevis* (SPRENGEL) MONACH. (B.G. B 003.83.77.10). - Gekerbte bis leicht gelappte Schuppen.

Grewia L. (150) - *G. avellana* HIERN (B.G. K 113-87.00819); *G. bicolor* JUSS. (B.G. K 113-87.00823); *G. biloba* G. DON (B.G. K 179-86.01914); *G. biloba* G. DON var. *pauciflora* D. DON (B.G. B); *G. flavescens* JUSS. (B.G. B 127.51.82.10); *G. occidentalis* L. (B.G. K 237-60.23701); *G. oppositifolia* BUCH.-HAM. ex ROXB. (B.G. K 038-81.00645); *G. optiva* J.R. DRUMM ex BURRET (B.G. K 189-54.18901); *G. pachycalyx* SCHUMANN (B.G. K 113-87.00821); *G. retinervis* BURRET (B.G. K 113-87.00824); *G. villosa* WILLD. (BONN: Lobin 625). - Eine Art mit kleinen, glatten Schuppen auf dem Blatt, größeren, gekerbten, ± liegenden Schuppen auf dem Sproß.

Heliocarpus L. (22) - *H. donnell-smithii* ROSE (B.G. K 175-78.01856). - Verstreut ± liegende, z.T. plättchenförmige Schuppen.

Luehea WILLD. (15) - *L. divaricata* C. MARTIUS (B.G. B 135.07.84.40). - Keine Kristalloide.

Sparmannia L. f. (3) - *S. africana* L. f. (B.G. BONN); *S. ricinicarpa* (ECKLON & ZEYHER) KUNTZE (B.G. BONN 3761). - Keine Kristalloide.

Tilia L. (45) - *T. americana* L. (B.G. B); *T. amurensis* KOMAROV (B.G. MB 67/3951); *T. begoniifolia* STEVEN (B.G. K 456-77.04129); *T. cordata* MILLER (B.G. BONN); *T. cordata* MILLER

(B.G. MB); *T. dasystyla* STEVEN (B.G. B); *T. x euchlora* K. KOCH (B.G. B); *T. henryana* SZYSZYL. 'Subglabra' (B.G. K 462-34.46201); *T. heterophylla* VENT. (B.G. B); *T. insularis* NAKAI (B.G. B); *T. intermedia* DC. (B.G. MB 75/392); *T. japonica* (MIQ.) SIMONKAI (B.G. MB); *T. kiusiana* MAKINO & SHIRAS. (B.G. K 776-59.77603); *T. laetevirens* REHDER & E. WILSON (B.G. K 299-87. 02224); *T. maximowicziana* SHIRAS. (B.G. K 156-10.15602); *T. miqueliana* MAXIM. (B.G. K 468-04.46810); *T. mongolica* MAXIM. (B.G. BONN); *T. neglecta* SPACH (B.G. K 066-66.06607); *T. oliveri* SZYSZYL. (B.G. K 708-09.70806); *T. paucicostata* MAXIM. (B.G. B); *T. petiolaris* DC. (B.G. B); *T. platyphyllos* SCOP. (B.G. BONN); *T. tomentosa* MOENCH (B.G. B 247.13.81.10); *T. tuan* SZYSZYL. (B.G. B). - Bei 14 Arten glatte, aufrechte oder stärker gelappte bis gefranste, z.T. verdrehte oder komplexe Schuppen (Abb. 38; 40). Zwei Arten mit massiven, kantigen bis längsgeriefen Stäbchen (Abb. 44).

Triumfetta L. (100) - *T. rhomboidea* JACQ. (BONN: Lobin 1595). - Verstreut unregelmäßige Schuppen.

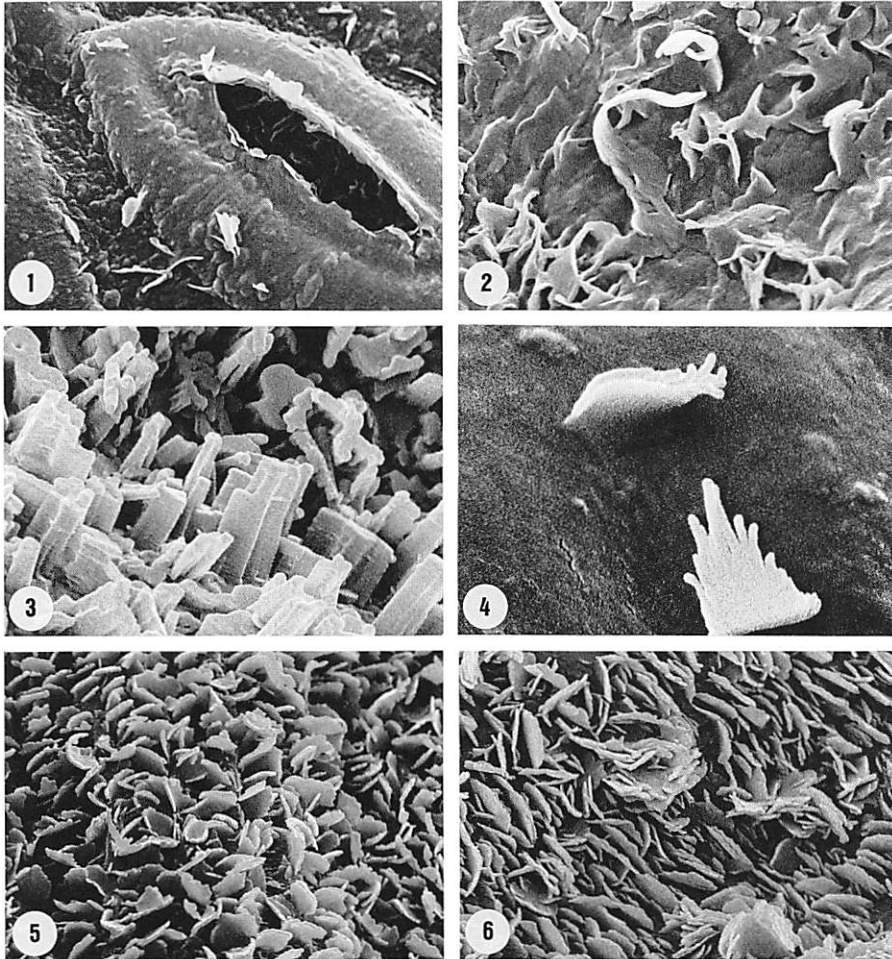


Abb. 1 - 6: Wachformen der *Dilleniales*. - Abb. 1: *Hibbertia obtusifolia* DC. (*Dilleniaceae*), x 4380; Spaltöffnung auf Blattunterseite. - Abb. 2: *Hibbertia tetrandra* Gilg (*Dilleniaceae*) x 4410; Blattoberseite. - Abb. 3: *Paeonia arietina* G. ANDERSON (*Paeoniaceae*) x 7500; Blattoberseite. - Abb. 4: *Glaucidium palmatum* Siebold & Zucc. (*Glaucidiaceae*) x 14750; Blattunterseite. - Abb. 5: *Pachynema dilatatum* Benth. (*Dilleniaceae*) x 4230; Sproßoberfläche. - Abb. 6: *Crossosoma californicum* Nutt. (*Crossosomataceae*) x 4320; Blattunterseite.

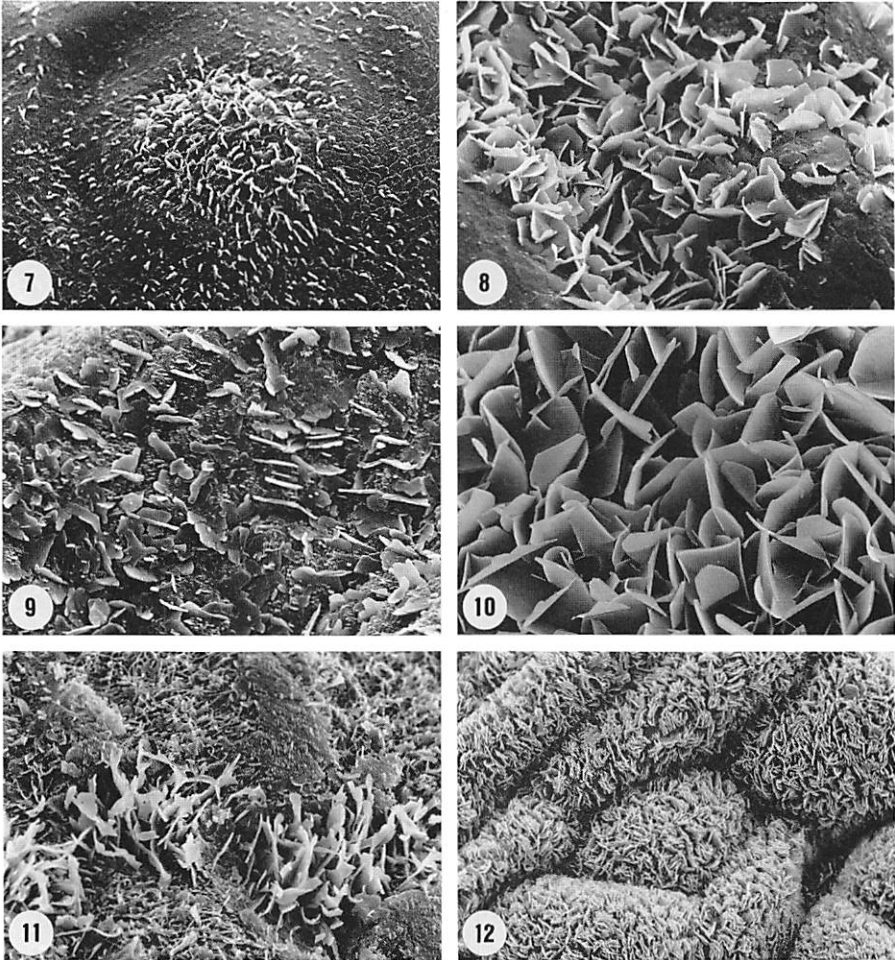


Abb. 7 - 12: Wachformen der Theales I. - Abb. 7: *Camellia reticulata* LINDLEY (Theaceae), x 1655; Blattunterseite. - Abb. 8: *Calophyllum inophyllum* L. (Clusiaceae), x 2160; Blattoberseite. - Abb. 9: *Camellia japonica* L. (Theaceae), x 1000; Blattstieloberfläche. - Abb. 10: *Bonnetia lanceifolia* KOBUSKI (Bonnetiaceae), x 985; Blattoberseite. - Abb. 11: *Ilex platyphylla* WEBB & BERTH. (Aquifoliaceae), x 1040; Sproßoberfläche. - Abb. 12: *Hypericum buckleyi* M. CURTIS (Hypericaceae), x 1175; Blattunterseite.

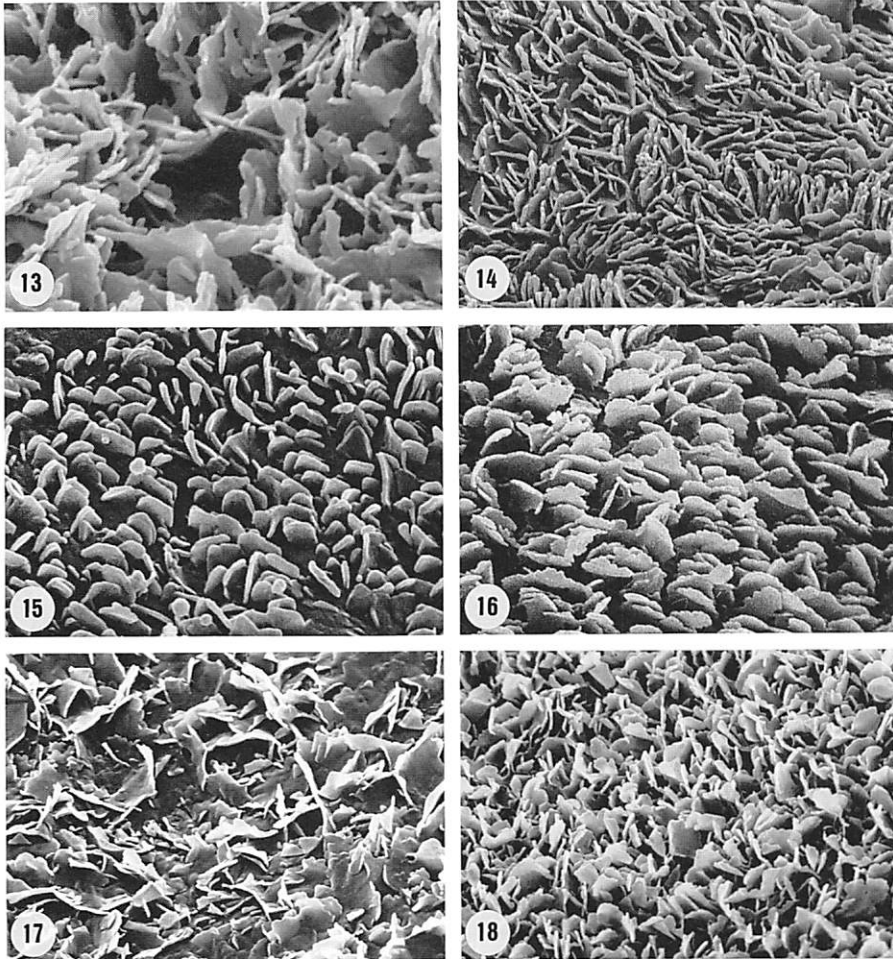


Abb. 13 - 18: Wachsformen der *Theales* II. - Abb. 13: *Ochna glauca* VERD. (*Ochnaceae*), x 5350; Blattoberseite. - Abb. 14: *Hypericum ericoides* L. (*Hypericaceae*), x 5080; Blattunterseite. - Abb. 15: *Habropetalum dawei* (HUTCH. & DALZ.) AIRY SHAW (*Dioncophyllaceae*), x 9625; Blattunterseite. - Abb. 16: *Hypericum polyphyllum* BOISS. & BAL. (*Hypericaceae*), x 4500; Blattunterseite. - Abb. 17: *Sarracenia flava* L. (*Sarraceniaceae*), x 4130; Blütenstandsstiel. - Abb. 18: *Nepenthes alata* BLANCO (*Nepenthaceae*), x 4150; Kanneninnenseite.

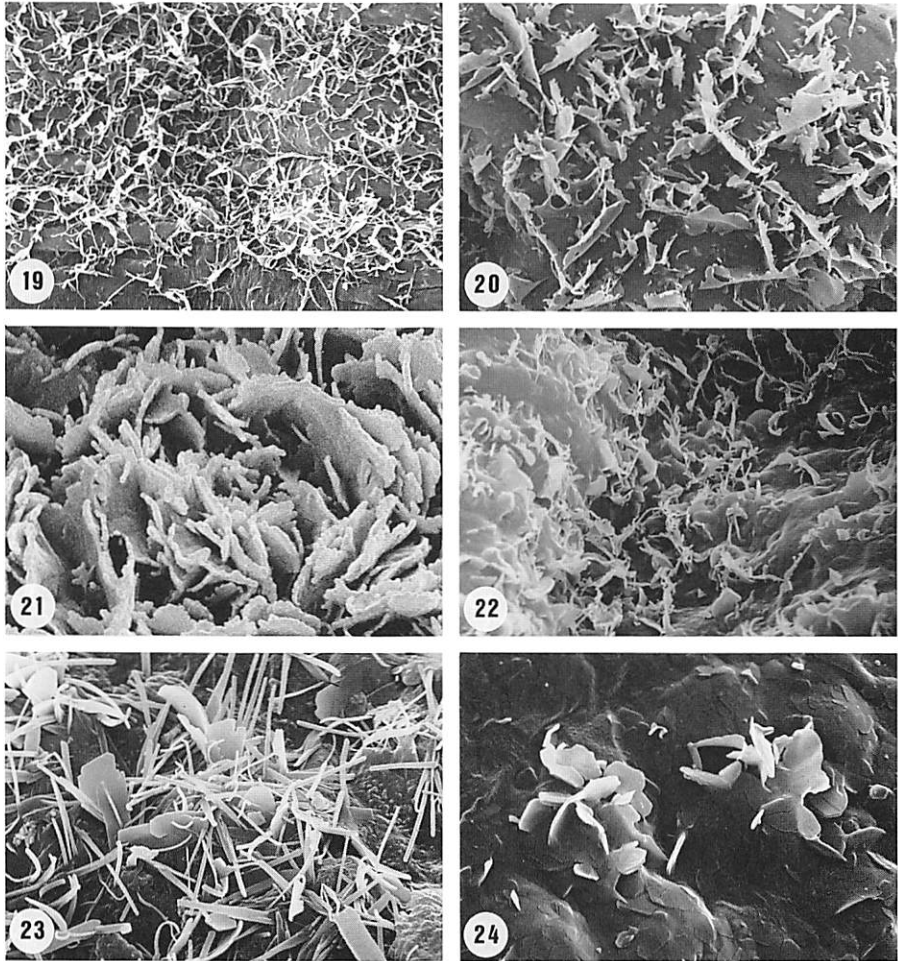


Abb. 19 - 24: Wachformen der Theales III. - Abb. 19: *Strasburgeria robusta* (VIEILL. ex PLANCHON & SEBERT) GUILLAUMIN (*Strasburgeriaceae*), x 1900; Blattunterseite. - Abb. 20: *Bergia ammarnioides* ROXB. (*Elatinaceae*), x 2680; Blattunterseite. - Abb. 21: *Hypericum buckleyi* M. CURTIS (*Hypericaceae*), x 8500; Blattunterseite. - Abb. 22: *Oncotheca balansae* BAILLON (*Oncothecaceae*), x 2075; Blattoberseite. - Abb. 23: *Quina oblanceolata* SANDW. (*Quinaceae*), x 2100; Blattoberseite. - Abb. 24: *Anthodiscus mazarunensis* GILLY (*Caryocaraceae*), x 2375; Blattoberseite.

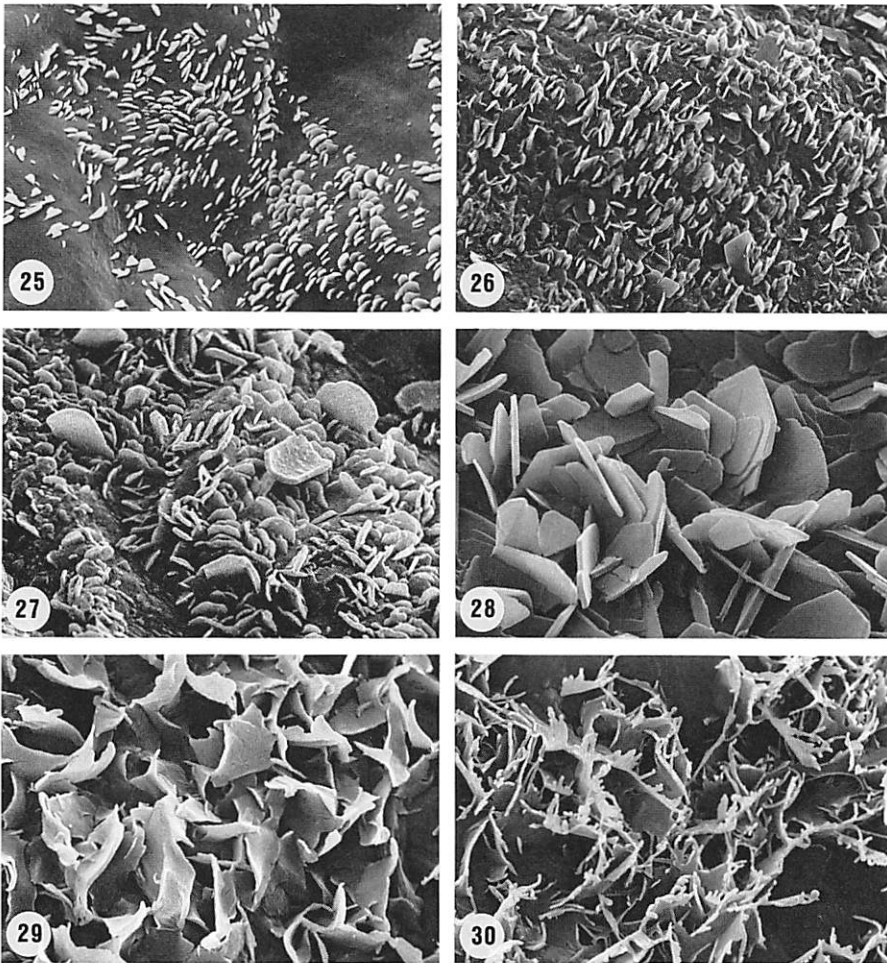


Abb. 25 - 30: Wachstformen der *Lecythidales*. - Abb. 25: *Napoleonaea vogelii* HOOK. & PLANCHON (*Napoleonaceae*), x 4150; Blattunterseite. - Abb. 26: *Asteranthos brasiliensis* DESF. (*Foetidiaceae*), x 1020; Blattoberseite. - Abb. 27: *Barringtonia macrostachya* (JACK) KURZ (*Barringtoniaceae*), x 4100; Blattoberseite. - Abb. 28: *Lecythis chartacea* BERG (*Lecythidaceae*), x 4080; Blattoberseite. - Abb. 29: *Barringtonia filirachis* PAYENS (*Barringtoniaceae*), x 4100; Blattoberseite. - Abb. 30: *Couratari guianensis* AUBLET (*Lecythidaceae*), x 5150; Blattoberseite.

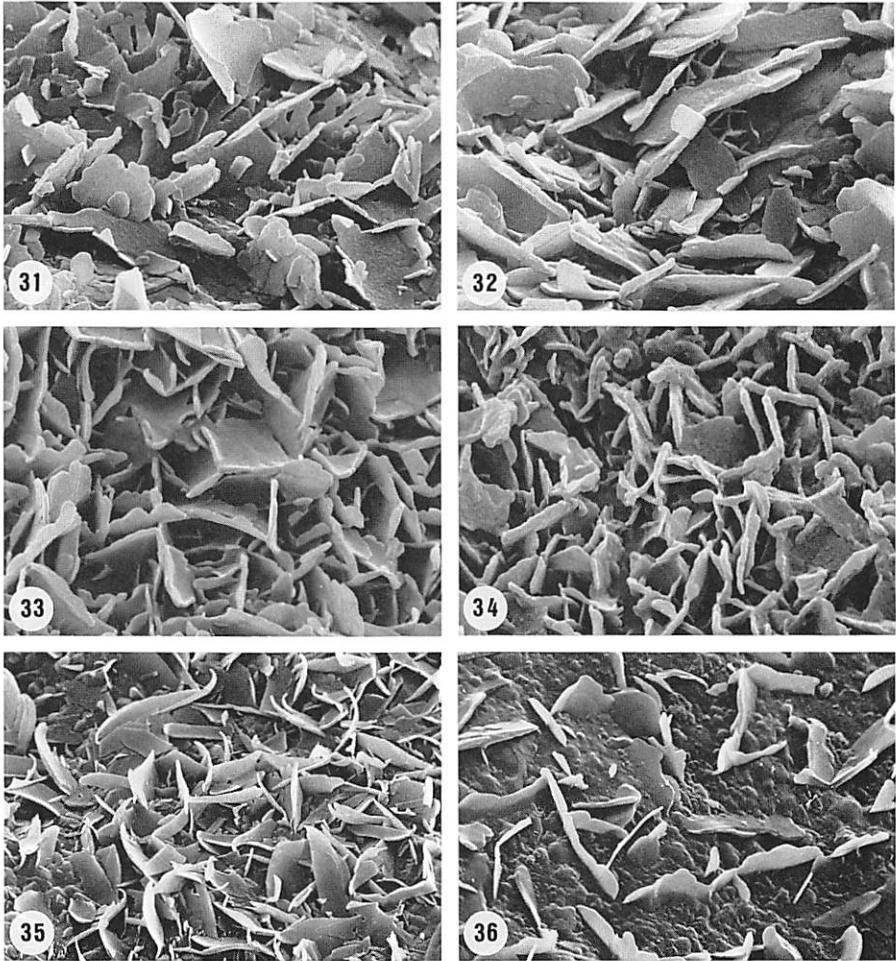


Abb. 31 - 36: Wachsformen der *Malvales* I. - Abb. 31: *Alcea nudiflora* (LINDLEY) BOISS. (*Malvaceae*), x 3150; Sproßoberfläche. - Abb. 32: *Reevesia thyrsoides* LINDLEY (*Sterculiaceae*), x 4130; Sproßoberfläche. - Abb. 33: *Triplochiton zambesiacus* MILNE-REDH. (*Sterculiaceae*), x 8350; Blattunterseite. - Abb. 34: *Aceratium megalospermum* (F. MUELL.) BALG. (*Elaeocarpaceae*), x 7350; Blattunterseite. - Abb. 35: *Huberodendron swietenioides* (GLEASON) DUCKE (*Bombacaceae*), x 2140; Blattoberseite. - Abb. 36: *Peripentadenia mearsii* (C. WHITE) L.S. SMITH (*Elaeocarpaceae*), x 2145; Blattoberseite.

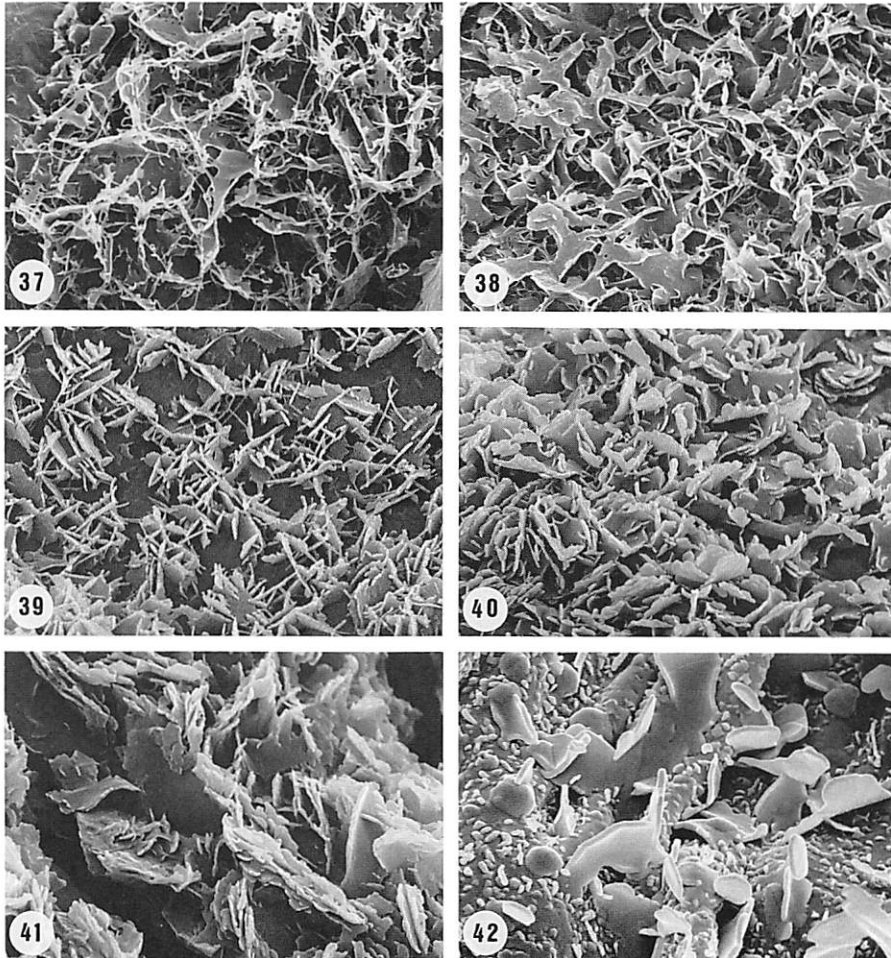


Abb. 37 - 42: Wachsformen der Malvales II. - Abb. 37: *Helianthemum hirtum* MILLER (*Cistaceae*), x 2740; Blattunterseite. - Abb. 38: *Tilia maximowicziana* SHIRAS. (*Tiliaceae*), x 1010; Blattunterseite. - Abb. 39: *Cochlospermum vitifolium* (WILLD.) SPRENGEL (*Cochlospermaceae*), x 4000; Blattunterseite. - Abb. 40: *Tilia laetevirens* REHDER & E. WILSON (*Tiliaceae*), x 3800; Blattunterseite. - Abb. 41: *Aristolelia macqui* L'HER. (*Elaeocarpaceae*), x 4060; Sproßoberfläche. - Abb. 42: *Pachira insignis* (L. f.) SAVIGNY (*Bombacaceae*), x 4200; Blattunterseite.

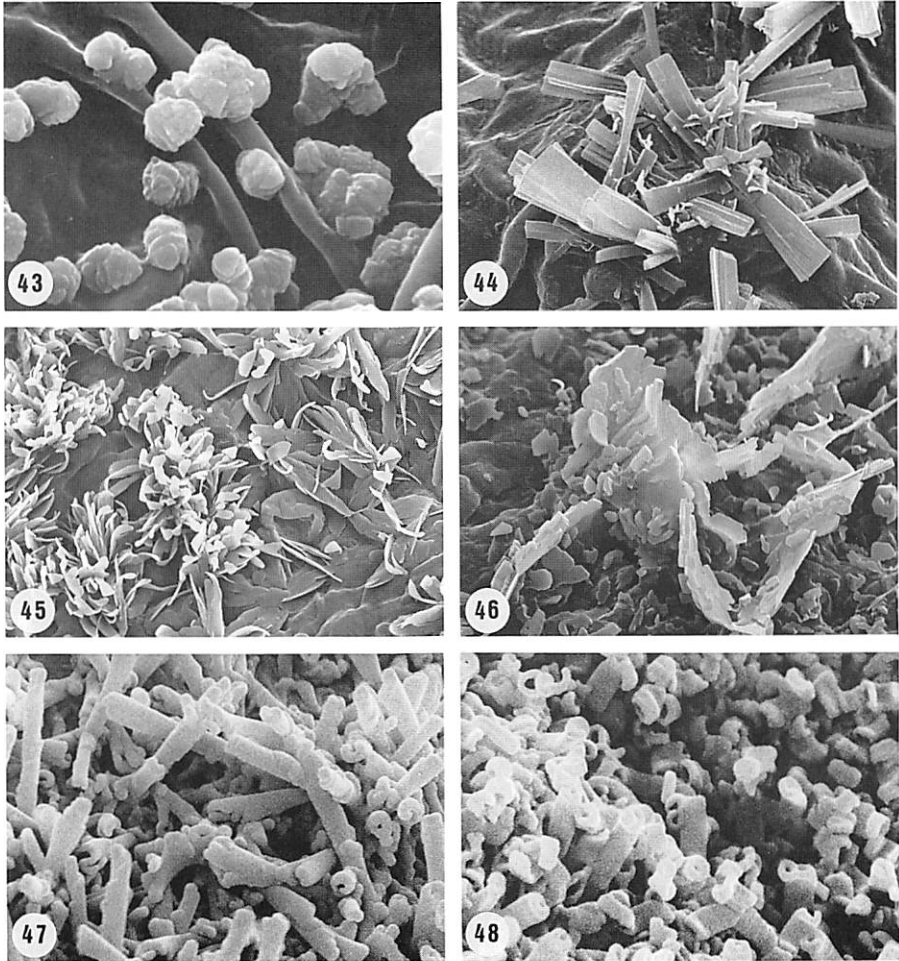


Abb. 43 - 48: Abweichende Wachsformen I. - Abb. 43: *Sida alba* L. (Malvaceae), x 4250; Blattunterseite. - Abb. 44: *Tilia neglecta* SPACH (Tiliaceae), x 2970; Blattoberseite. - Abb. 45: *Anthodiscus amazonicus* GLEASON & A.C. SMITH (Caryocaraceae), x 1925; Blattoberseite. - Abb. 46: *Caryocar amygdaliferum* CAV. (Caryocaraceae), x 2010; Blattoberseite. - Abb. 47: *Stachyurus yunnanensis* FRANCHET (Stachyuraceae), x 8700; Blattstielloberfläche. - Abb. 48: *Nemopanthus mucronatus* (L.) TREL. (Aquifoliaceae), x 16350; Blattunterseite.

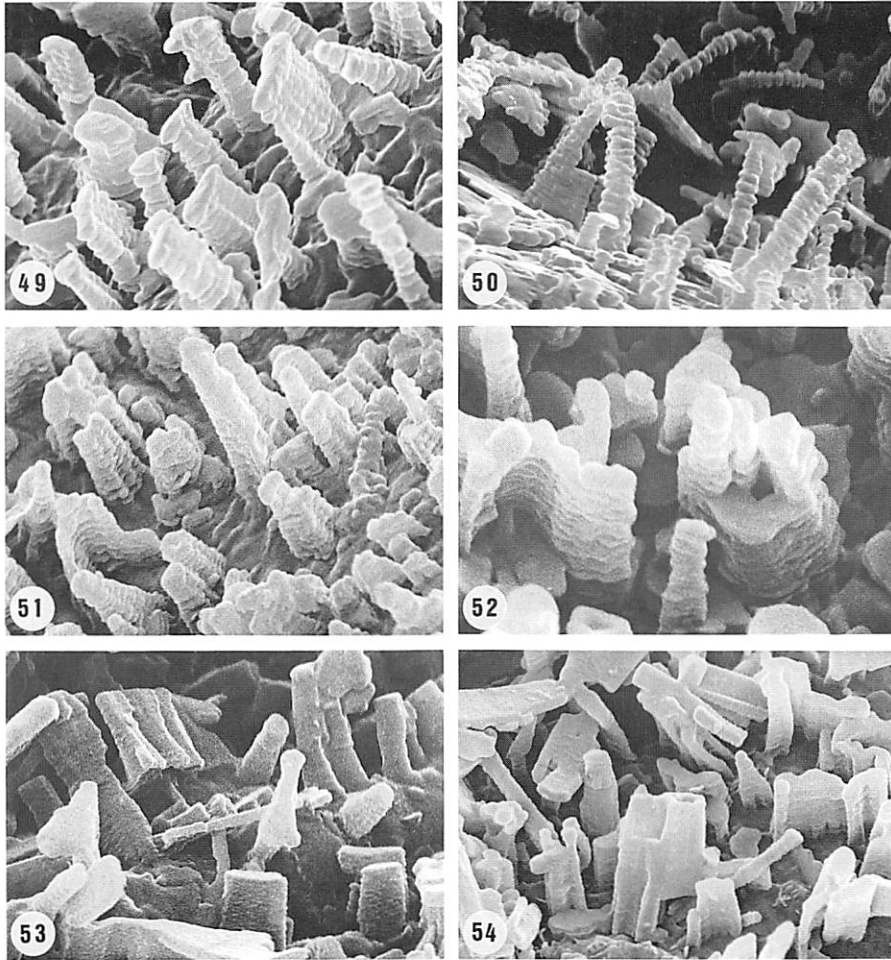


Abb. 49 - 54: Abweichende Wachsformen II: *Aristolochia*-Typ. - Abb. 49: *Actinidia melanandra* FRANCHET (*Actinidiaceae*), x 8475; Blattunterseite. - Abb. 50: *Darlingtonia californica* TORREY (*Sarraceniaceae*), x 8225; Blütenstandsstiel. - Abb. 51: *Paeonia trollioides* STAPF ex F. STERN (*Paeoniaceae*), x 8500; Blattoberseite. - Abb. 52: *Paeonia mascula* (L.) MILLER (*Paeoniaceae*), x 15525; Blattoberseite. - Abb. 53: *Sidalcea malvaeflora* (DC.) A. GRAY ex BENTH. (*Malvaceae*), x 8765; Sproboberfläche. - Abb. 54: *Tuberaria lignosa* (SWEET) SAMP. (*Cistaceae*), x 8515; Blattunterseite.

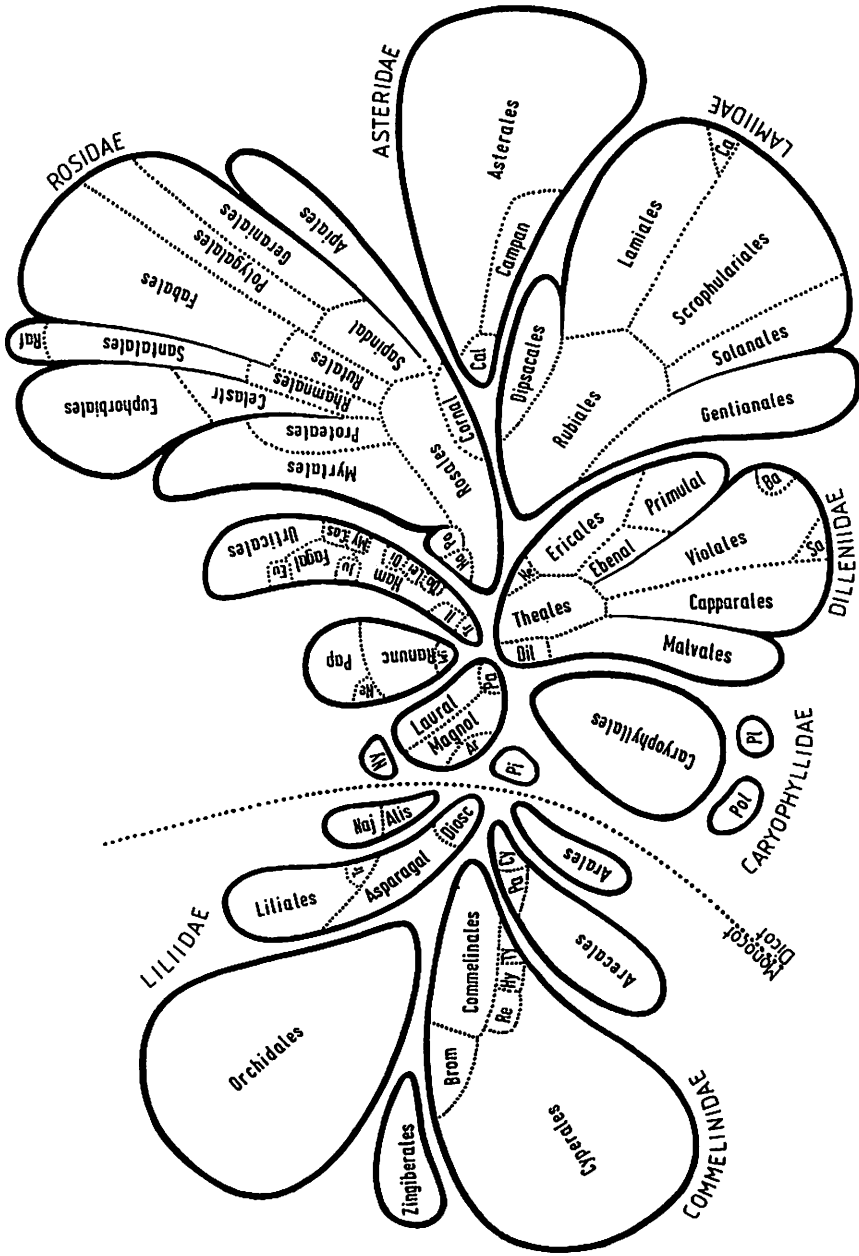


Abb. 55: Grafische Darstellung der Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb der Angiospermen auf Ordnungs- und höherer Ebene (nach BARTHOLOTT 1993).

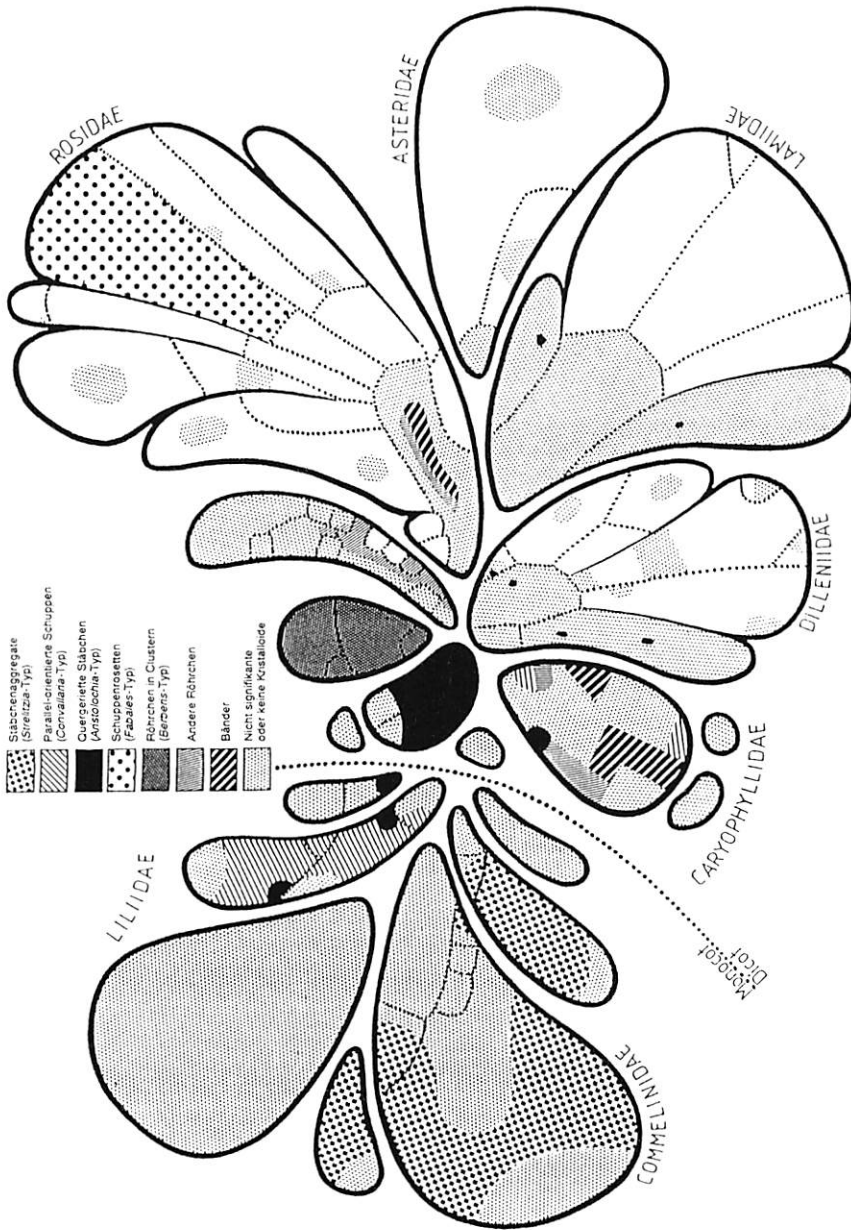


Abb. 56: Die Verteilung der Haupttypen epicuticularer Wachskristalloide basierend auf Abb. 55 (verändert nach BARTHLOTT 1993).

5. Mikromorphologie epicuticularer Wachse und die Stellung der *Dilleniales*, *Theales*, *Lecythidales* und *Malvales*

Bei den hier vorgestellten *Dilleniales*, *Theales*, *Lecythidales* und *Malvales* sind fast ausschließlich schuppenförmige Wachskristalloide unterschiedlichster Ausprägung gefunden worden. Wie schon bei den Ordnungen besprochen, kann die jeweilige Ausprägung und Anordnung als systematisch signifikantes Merkmal auf Art- bis Familienniveau verwendet werden. Für eine Abgrenzung der einzelnen Ordnungen ist sie jedoch nicht geeignet. Bei den meisten größeren Taxa findet sich in der Regel eine sehr große Varianzbreite an Schuppenformen.

Eine nähere Verwandtschaft der Ordnungen zueinander kann ebenfalls nicht ausgeschlossen werden. In diesem Sinne würden die *Lecythidales* keine großen Abweichungen im Wachsschuppen-Repertoire der *Theales* hervorrufen, sollten sie nach allgemeiner Übereinkunft dort eingegliedert werden.

Andererseits lassen sich die behandelten Ordnungen der *Dilleniidae* gut von den Ordnungen der *Magnoliidae* und *Ranunculidae* abgrenzen, die durch abweichende Wachstypen charakterisiert sind (HENNIG 1989).

Einzig die *Paeoniaceae*, deren Wachsstrukturen hier erstmals systematisch untersucht worden sind, zeigen einheitlich quergeriefte Kristalloide des *Aristolochia*-Typs. Diese kommen zwar bei einer Anzahl von Familien als sporadische Einzelfälle vor, finden sich aber als typische Ausprägung sonst bisher nur bei den meisten Familien der holzigen *Magnoliidae* (HENNIG 1989) sowie bei einigen relativ ursprünglichen Familien der *Monocotyledoneae* (FRÖLICH & BARTHLOTT 1988).

Unterschiedliche Merkmale der *Paeoniaceae* sprechen jeweils für eine Einordnung in entweder die *Magnoliidae* oder die *Dilleniidae*. Im Detail ist auf diese Merkmale schon in Kapitel 4.1. eingegangen worden. Eine Übersicht geben auch LEINS & ERBAR (1991). Die Ausprägung des Androeceums ist ein gutes Beispiel für einen derartig zweischneidigen Zustand. Die Anordnung und Erscheinungsfolge der Primordien sprechen für eine Nähe zu den *Magnoliidae*, die zentrifugale Insertion der einzelnen Stamina für eine Zugehörigkeit zu den *Dilleniidae*.

Die Ausprägung der Wachskristalloide ist im Vergleich dazu ein recht eindeutiges Indiz für eine nähere Verwandtschaft zu den holzigen *Polycarpicae*. Insgesamt wird allerdings wieder nur die Vermittlerposition der

Gattung *Paeonia* zwischen den Unterklassen bestätigt. In welcher Richtung eine evolutive Entwicklung stattgefunden hat, und ob die *Paeoniaceae* als Schwestergruppe des einen oder anderen Verwandtschaftskomplexes zu gelten hat, läßt sich zur Zeit nicht sicher bestimmen.

Hier werten die Autoren die Wachsmikromorphologie als Bestätigung der Ergebnisse anderer Disziplinen (KUBITZKI & REZNIK 1966; YOUNG 1981), zumal auch LEINS (1975, 1979) ein zentrifugales gebündelt-polymeres Androecium als ursprüngliche Ausprägung in Erwägung zieht. Demzufolge wird die Familie hier im Rang einer Ordnung in die *Magnoliidae* s.str. eingegliedert (s. Abb. 55; 56).

6. Zusammenfassung

DITSCH, F. & BARTHOLOTT, W.: Mikromorphologie der Epicuticularwachse und die Systematik der *Dilleniales*, *Lecythidales*, *Malvales* und *Theales*. - Trop. u. Subtrop. Pflanzenwelt Bd. 88 (1994) S. 1 - 74. Akad. Wiss. Lit. Mainz, Franz-Steiner-Verlag, Stuttgart.

Keywords: Angiosperms, *Dilleniales*, *Lecythidales*, *Malvales*, *Theales*. Epicuticular wax, cuticle, wax, micromorphology, scanning electron microscopy, systematics, taxonomy.

Mit hochauflösender Raster-Elektronenmikroskopie wurde die Ultrastruktur epicuticularer Wachse von 780 Arten aus 251 Gattungen der 63 Familien aus den *Dilleniales*, *Theales*, *Lecythidales* und *Malvales* untersucht. Ihre systematische Signifikanz wird diskutiert.

Schuppenförmige Wachskristalloide treten mit Abstand am häufigsten auf (bei 56 Familien mit 339 untersuchten Arten nachgewiesen). Nur bei 34 Arten aus elf Familien sind abweichende Wachstypen festgestellt worden; sieben Familien zeigen keine erkennbaren Wachskristalloide.

Bei den *Dilleniales* weichen die *Paeoniaceae* durch das Auftreten eines für die *Magnoliidae* s.str. charakteristischen Wachstyps ab. Ihre Eingliederung in die *Magnoliidae* wird vorgeschlagen. Die *Glaucidiaceae* zeigen keine Übereinstimmung mit den *Paeoniaceae*. Die *Crossosomataceae* bilden eine natürliche Einheit und sind wahrscheinlich nicht näher mit den *Dilleniaceae* verwandt. Die *Dilleniaceae* zeigen Beziehungen zu den *Theales*.

Die *Theales* bleiben in ihrer Umgrenzung problematisch. Eine enge Beziehung zwischen *Clusiaceae*, *Bonnetiaceae* und *Hypericaceae* wird bestätigt. Die *Sauvagesiaceae* gehören sicherlich in die *Ochnaceae* eingegliedert. Die *Strasburgeriaceae* weichen deutlich von den *Ochnaceae* ab. *Ancistrocladaceae* und *Dioncophyllaceae* sind wohl nahe miteinander verwandt. Die Wachsmikromorphologie der *Nepenthaceae* spricht für eine Eingliederung in die *Theales*. Eine enge Beziehung von *Nemopanthus* (*Aquifoliaceae*) zu *Ilex* subgen. *Prinus* wird bestätigt. Die *Sarcolaenaceae* zeigen eine größere Ähnlichkeit mit den *Malvales*. Die *Lecythidales* scheinen eine natürliche Verwandtschaftsgruppe zu sein und könnten in die *Theales* eingegliedert werden.

Die *Malvales* zeigen eine relativ einheitliche Ausprägung der Wachskristalloide. Die *Elaeocarpaceae*, *Cistaceae*, *Cochlospermaceae*, *Bixaceae* und *Huaceae* passen mikromorphologisch zu den *Malvales*. Die *Bixaceae* weichen deutlich von den *Cochlospermaceae* ab.

7. Summary

DITSCH, F. & BARTHOLOTT, W.: Mikromorphologie der Epicuticularwachse und die Systematik der *Dilleniales*, *Lecythidales*, *Malvales* und *Theales*. - Trop. u. Subtrop. Pflanzenwelt Vol. 88 (1994) p. 1 - 74. Akad. Wiss. Lit. Mainz, Franz-Steiner-Verlag, Stuttgart. [Micromorphology of epicuticular waxes and the classification of *Dilleniales*, *Lecythidales*, *Malvales*, and *Theales*.]

Keywords: Angiosperms, *Dilleniales*, *Lecythidales*, *Malvales*, *Theales*. Epicuticular wax, cuticle, wax, micromorphology, scanning electron microscopy, systematics, taxonomy.

The micromorphology of 780 species out of 251 genera of all 63 families considered to belong to the *Dilleniales*, *Theales*, *Lecythidales* or *Malvales* was examined by high resolution scanning electron microscopy. Its taxonomic significance is discussed.

Wax platelets occur in 339 species within 56 families. Different wax types are restricted to only 34 species out of 11 families. The members of seven families show no wax crystalloids.

The *Dilleniales* are characterized by irregular wax platelets. Transversally ridged *Aristolochia*-type crystalloids are typical of *Magnoliidae* s.str. and predominate within the *Paeoniaceae* confirming their close affinity. An incorporation of *Paeoniaceae* into *Magnoliidae* is proposed. The monotypic *Glaucidiaceae* appear to be an independent taxon with doubtful affinities. The *Crossosomataceae* are a natural group and probably not closely related to *Dilleniaceae*. Relationships between *Dilleniaceae* and *Theales* seem possible.

The *Theales* remain a problematic group. *Clusiaceae*, *Hypericaceae* and *Bonnetiaceae* show great resemblances. *Sauvagesiaceae* obviously should be included into *Ochnaceae*. *Strasburgeriaceae* differ from *Ochnaceae*. *Ancistrocladaceae* and *Dioncophyllaceae* are closely related to each other. Wax micromorphology supports the incorporation of *Nepenthaceae* into *Theales*. A close relation between *Nemopanthus* (*Aquifoliaceae*) and *Ilex* subg. *Prinus* is confirmed. *Sarcolaenaceae* show a greater resemblance to *Malvales*. *Lecythidales* could be included into *Theales*.

The *Malvales* seem to be a natural taxon. *Elaeocarpaceae*, *Cistaceae*, *Cochlospermaceae*, *Bixaceae* and *Huaceae* harmonize with the rest of the *Malvales*. *Bixaceae* differ clearly from *Cochlospermaceae*.

8. Literatur

- AIRY SHAW, H.K. (1951): On the *Dioncophyllaceae*, a remarkable new family of flowering plants. - Kew Bulletin 1951, 327-347.
- AMARAL, M. (1991): Phylogenetische Systematik der *Ochnaceae*. - Bot. Jahrb. Syst. 113, 105-196.
- AMELUNXEN, F., MORGENROTH, K. & PICKSAK, T. (1967): Untersuchungen an der Epidermis mit dem Stereoscan-Elektronenmikroskop. - Zeitschr. Pflanzenphysiol. 57, 79-95.
- ASHTON, P.S. (1979): Phylogenetic speculations on *Dipterocarpaceae*. - Mém. Mus. Nat. Hist. Nat., Sér. B, Botanique 26, 145-149.
- BAAS, P. (1972): Anatomical contributions to plant taxonomy. 2. The affinities of *Hua* PIERRE and *Afrostryax* PERKINS & GILG. - Blumea 20, 161-192.
- BAAS, P. (1973): The wood anatomical range in *Ilex* (*Aquifoliaceae*) and its ecological and phylogenetic significance. - Blumea 21, 193-258.
- BAAS, P. (1975): Vegetative anatomy and the affinities of *Aquifoliaceae*, *Sphenostemon*, *Phelline*, and *Oncotheca*. - Blumea 22, 311-407.
- BAAS, P., GEESINK, R., HEEL, W.A. VAN & MULLER, J. (1979): The affinities of *Plagiopteron suaveolens* GRIFF. (*Plagiopteraceae*). - Grana 18, 69-89.
- BAKER, E.A. (1974): The influence of environment on leaf wax development in *Brassica oleracea* var. *gemmifera*. - New Phytol. 73, 955-966.
- BAKER, E.A. (1981): Chemistry and morphology of plant epicuticular waxes. - In: CUTLER, D.F., ALVIN, K.L. & PRICE, C.E. (Eds.): The Plant Cuticle. - Academic Press, London, New York.
- BARETTA-KUIPERS, T. (1976): Comparative wood anatomy of *Bonnetiaceae*, *Theaceae* and *Guttiferaceae*. - Leiden Botanical Series 3, 76-101.
- BARTHOLOTT, W. (1981): Epidermal and seed surface characters of plants: systematic applicability and some evolutionary aspects. - Nord. J. Bot. 1, 345-355.
- BARTHOLOTT, W. (1990): Scanning Electron microscopy of the epidermal surface in plants. - In: CLAUGHER, D. Scanning Electron Microscopy in Taxonomy and Functional Morphology. - Clarendon Press, Oxford.
- BARTHOLOTT, W. (1993): Epicuticular Wax Ultrastructure and Systematics. - In: BEHNKE, H.-D. & MABRY, T.J. (Eds.): Evolution and Systematics of the *Caryophyllales*. - Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- BARTHOLOTT, W. & EHLER, N. (1977): Raster-Elektronenmikroskopie der Epidermis-Oberflächen von Spermatophyten. - Trop. Subtrop. Pflanzenw. 19, 1-101.
- BARTHOLOTT, W. & FRÖLICH, D. (1983): Mikromorphologie und Orientierungsmuster epicuticularer Wachskristalloide: Ein neues systematisches Merkmal bei Monocotylen. - Pl. Syst. Evol. 142, 171-185.
- BARTHOLOTT, W. & WOLLENWEBER, E. (1981): Zur Feinstruktur, Chemie und taxonomischen Signifikanz epicuticularer Wachse und ähnlicher Sekrete. - Trop. Subtrop. Pflanzenw. 32, 1-63.
- BATE-SMITH, E.C., DAVENPORT, S.M. & HARBORNE, J.B. (1967): Comparative Biochemistry of Flavonoids. III. A correlation between chemistry and plant geography in the genus *Eucryphia*. - Phytochem. 6, 1407-1413.
- BAUSCH, J. (1938): A revision of *Eucryphiaceae*. - Bull. Misc. Inf. 8, 317-349.

- BEHNKE, H.-D. (1985): Contributions to the knowledge of p-type sieve-element plastids in Dicotyledons. II. *Eucryphiaceae*. - *Taxon* **34**, 607-610.
- BEHNKE, H.-D. (1988): Sieve-element plastids and Systematic Relationships of *Rhizophoraceae*, *Anisophylleaceae*, and Allied Groups. - *Ann. Missouri Bot. Gard.* **75**, 1387-1409.
- BEHNKE, H.-D. (1991): Distribution and Evolution of Forms and Types of Sieve-Element Plastids in the Dicotyledons. - *Aliso* **13**, 167-182.
- BEHNKE, H.-D. & BARTHLOTT, W. (1983): New evidence from the ultrastructural and micromorphological fields in angiosperm classification. - *Nord. J. Bot.* **3**, 43-66.
- BEHNKE, H.-D. & DAHLGREN, R.M.T. (1976): The Distribution of Characters within an Angiosperm System. 2. Sieve-Element Plastids. - *Bot. Notiser* **129**, 287-295.
- BELJERSBERGEN, A. (1972): Note on the chemotaxonomy of *Huaceae*. - *Blumea* **20**, 160.
- BERNARDI, L. (1964): La position systématique du genre *Sphenostemon* BAILLON sensu VAN STEENIS. - *Candollea* **19**, 199-205.
- BIANCHI, A., LUPOTTO, E., BORGHI, B. & CORBELLINI, M. (1980): Cuticular wax of wheat. The effect of chromosomal deficiencies on biosynthesis of wax components. - *Planta* **148**, 328-331.
- BOESEWINKEL, F.D. (1985): The ovule and seed of *Humiria balsamifera* (AUBLET) A. ST. HIL. - *Acta Bot. Neerl.* **34**, 183-191.
- BRUMMIT, R.K. (1992): Vascular Plant Families and Genera. - Royal Botanic Gardens, Kew.
- CARLQUIST, S. (1984): Wood and Stem Anatomy of *Bergia suffruticosa*: Relationships of *Elatinaceae* and Broader Significance of Vascular Tracheids, Vascentric Tracheids, and Fibriform Vessel Elements. - *Ann. Missouri Bot. Gard.* **71**, 232-242.
- CARPENTER, C.S. & DICKISON, W.C. (1976): The morphology and relationships of *Oncotheca balsanae*. - *Bot. Gaz.* **137**, 141-153.
- COPELAND, H.F. (1953): Observations on the *Cyrillaceae*, particularly on the reproductive structures of the North American species. - *Phytomorph.* **3**, 405-411.
- CRONQUIST, A. (1981): An integrated system of classification of flowering plants. - Columbia University Press, New York.
- CRONQUIST, A. (1988): The Evolution and Classification of Flowering Plants. 2. Auflage. - The New York Botanical Garden, New York.
- CUATRECASAS, J. (1961): A taxonomic revision of the *Humiriaceae*. - *Contr. U.S. Nat. Herb.* **35**, 25-214.
- CUATRECASAS, J. (1970): *Brunelliaceae*. - In: Flora Neotropica. Monographie Nr. 2. - Hafner Publishing Company, Darien, Conn.
- CUATRECASAS, J. (1985): *Brunelliaceae*. Supplement. - In: Flora Neotropica. - New York Botanical Garden, New York.
- CUTLER, D.F., ALVIN, K.L. & PRICE, C.E. (Eds.) (1981): The Plant Cuticle. - Academic Press, London, New York.
- CUTLER, D.F. & BRANDHAM, P.E. (1977): Experimental evidence for genetic control of leaf surface characters in hybrid *Aloineae* (*Liliaceae*). - *Kew Bulletin* **32**, 23-32.
- DAHLGREN, G. (1989): The last Dahlgrenogram. System of Classification of the Dicotyledons. - In: TAN, K., MILL, R.R. & ELIAS, T.S. (Ed.): Plant taxonomy, phytogeography and related subjects. - Edinburgh University Press, Edinburgh.
- DAHLGREN, G. (1989): An updated angiosperm classification. - *Bot. J. Linn. Soc.* **100**, 197-203.
- DAHLGREN, G. (1991): Steps toward a natural system of the Dicotyledons: Embryological characters. - *Aliso* **13**, 107-165.
- DAHLGREN, R.M.T. (1980): A revised classification of the angiosperms with comments on correlation between chemical and other characters. - *Bot. J. Linn. Soc.* **80**, 91-124.

- DAHLGREN, R.M.T. (1983): General aspects of angiosperm evolution and macrosystematics. - Nord. J. Bot. **3**, 119-149.
- DAVIS, D.G. (1971): Scanning electron microscopic studies of wax formation on leaves of higher plants. - Canad. J. Bot. **49**, 543-546.
- DE BARY, A. (1871): Über die Wachsüberzüge der Epidermis. - Bot. Zeit. **29**, 129, 145-154, 161-176, 566-571, 573-585, 589-600, 605-619.
- DE BUHR, L.E. (1975): Phylogenetic relationships of the *Sarraceniaceae*. - Taxon **24**, 297-306.
- DE BUHR, L.E. (1977): Wood anatomy of the *Sarraceniaceae*; ecological and evolutionary implications. - Pl. Syst. Evol. **128**, 159-169.
- DE BUHR, L.E. (1978): Wood anatomy of *Forsellesia* (*Glossopetalon*) and *Crossosoma* (*Crossosomataceae*, *Rosales*). - Aliso **9**, 179-184.
- DE ZEEUW, C. (1977): *Pakaraimaeoideae*, *Dipterocarpaceae* of the western hemisphere. III. Stem anatomy. - Taxon **26**, 368-380.
- DECKER, J.M. (1966): Wood anatomy and phylogeny of *Luxemburgieae* (*Ochnaceae*). - Phytomorph. **16**, 39-55.
- DEN OUTER, R.W. (1977): The secondary phloem of some *Ochnaceae* and the systematic position of *Lophira lanceolata* TIEGHEM ex KEAY. - Blumea **23**, 439-447.
- DICKISON, W.C. (1975): The Bases of Angiosperm Phylogeny: Vegetative Anatomy. - Ann. Missouri Bot. Gard. **62**, 590-620.
- DICKISON, W.C. (1978): Comparative anatomy of *Eucryphiaceae*. - Amer. J. Bot. **65**, 722-735.
- DICKISON, W.C. (1981): Contributions to the morphology and anatomy of *Strasburgeria* and a discussion of the taxonomic position of the *Strasburgeriaceae*. - Brittonia **33**, 564-580.
- DICKISON, W.C. (1986): Further observations on the floral anatomy and pollen morphology of *Oncotheca* (*Oncothecaceae*). - Brittonia **38**, 249-259.
- DICKISON, W.C. & BAAS, P. (1977): The morphology and relationships of *Paracryphia* (*Paracryphiaceae*). - Blumea **23**, 417-438.
- DICKISON, W.C., NOWICKE, J.W. & SKVARLA, J.J. (1982): Pollen morphology of the *Dilleniaceae* and *Actinidiaceae*. - Amer. J. Bot. **69**, 1055-1073.
- EDLIN, H.L. (1935): A critical revision of certain taxonomic groups of the *Malvales*. - New Phytol. **34**, 1-20, 122-143.
- ENGEL, T. & BARTHLOTT, W. (1988): Micromorphology of epicuticular waxes in Centrosperms. - Pl. Syst. Evol. **161**, 71-85.
- EYDE, R.H. (1975): The Bases of Angiosperm Phylogeny: Floral Anatomy. - Ann. Missouri Bot. Gard. **62**, 521-537.
- FEHRENBACH, S. & BARTHLOTT, W. (1988): Mikromorphologie der Epicuticular-Wachse der *Rosales* s.l. und deren systematische Gliederung. - Bot. Jahrb. Syst. **109**, 407-428.
- FRÖLICH, D. & BARTHLOTT, W. (1988): Mikromorphologie der epicuticularen Wachse und das System der Monokotylen. - Trop. Subtrop. Pflanzenw. **63**, 1-135.
- GENDEREN, H.H. VAN, JAARSMA, J. & VERSLUIS, C. (1988): Long chain pentyl- and hexyl-esters and other lipoids in leaf wax of *Ilex aquifolium* L. (*Aquifoliaceae*). - Pl. Sci. **55**, 231-238.
- GIEBEL, K.P. & DICKISON, W.C. (1976): Wood anatomy of *Clethraceae*. - J. Elisha Mitchell Sci. Soc. **92**, 17-26.
- GOLDBERG, A. (1986): Classification, Evolution and Phylogeny of the Families of Dicotyledons. - Smiths. Contr. to Bot. **58**, 1-314.
- GOTTWALD, H. & PARAMESWARAN, N. (1966): Das sekundäre Xylem der Familie *Dipterocarpaceae*, anatomische Untersuchungen zu Taxonomie und Phylogenie. - Bot. Jahrb. Syst. **85**, 410-508.

- GOTTWALD, H. & PARAMESWARAN, N. (1967): Beiträge zur Anatomie und Systematik der *Quiinaceae*. - Bot. Jahrb. Syst. **87**, 361-381.
- GOTTWALD, H. & PARAMESWARAN, N. (1968): Das sekundäre Xylem und die systematische Stellung der *Ancistrocladaceae* und *Dioncophyllaceae*. - Bot. Jahrb. Syst. **88**, 49-69.
- HALLAM, N.D. (1967): An electron microscopy study of the leaf waxes of the genus *Eucalyptus* L'HER. - Ph. D. thesis, University of Melbourne.
- HAMIL, J.L. (1959): Contribution à l'étude caryo-taxonomique des *Eucryphiacées*. - Bull. Mus. Hist. Nat. Paris **31**, 526-535.
- HEEL, W.A. VAN (1988): Androecium development in *Actinidia chinensis* and *A. melanandra* (*Actinidiaceae*). - Bot. Jahrb. Syst. **109**, 17-23.
- HENNIG, S. (1989): Mikromorphologie der epicuticularen Wachse bei den *Magnoliidae*, *Ranunculidae* und *Hamamelididae*. - Dissertation. Mathematisch-naturwissenschaftliche Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn.
- HENNIG, S., BARTHOLOTT, W., MEUSEL, I. & THEISEN, I. (in prep.): Mikromorphologie der Epicuticularwachse und das System der *Magnoliidae*, *Ranunculidae* und *Hamamelididae*.
- HENNIG, S., GÜLZ, P.-G. & HANGST, K. (1988): Organ specific composition of epicuticular waxes of *Cistus albidus* L. (*Cistaceae*). - Z. Naturforsch. **43c**, 806-812.
- HIEPKO, P. (1964): Das zentrifugale Androeceum der *Paeoniaceae*. - Ber. Deutsch. Bot. Ges. **77**, 427-435.
- HUTCHINSON, J. (1973): The families of flowering plants. - 3. Aufl. Clarendon Press. Oxford.
- JEFFREE, C.E., BAKER, E.A. & HOLLOWAY, P.J. (1975): Ultrastructure and recrystallisation of plant epicuticular waxes. - New Phytol. **75**, 539-549.
- KEATING, R.C. (1969): Comparative morphology of *Cochlospermaceae*. I. Synopsis of the family and wood anatomy. - Phytomorph. **18**, 379-392.
- KEATING, R.C. (1970): Comparative morphology of the *Cochlospermaceae*. II. Anatomy of the young vegetative shoot. - Amer. J. Bot. **57**, 889-898.
- KEATING, R.C. (1975): Trends of Specialization in Pollen of *Flacourtiaceae* with Comparative Observations of *Cochlospermaceae* and *Bixaceae*. - Grana **15**, 29-49
- KEEFE, J.M. & MOSELEY, M.F. JR. (1978): Wood anatomy and phylogeny of *Paeonia* section *Moutan*. - J. Arnold Arb. **59**, 274-297.
- KUBITZKI, K. (1968): Flavonoide und Systematik der *Dilleniaceae*. - Ber. Deutsch. Bot. Ges. **81**, 238-251.
- KUBITZKI, K. (1978): *Caraipa* und *Mahurea* (*Bonnetiaceae*). - Mem. New York Bot. Gard. **29**, 81-138.
- KUBITZKI, K. & REZNIK, H. (1966): Flavonoid-Muster der *Polycarpicaceae* als systematisches Merkmal. - Beitr. Biol. Pflanzen **42**, 445-470.
- LEINS, P. (1975): Die Beziehungen zwischen einfachen und multistaminaten Androeceen. - Bot. Jahrb. Syst. **96**, 231-237.
- LEINS, P. (1979): Der Übergang von zentrifugalen Komplexen zum einfachen Androeceum. - Ber. Deutsch. Bot. Ges. **92**, 717-719.
- LEINS, P. & ERBAR, C. (1991): Fascicled Androecia in *Dilleniidae* and some Remarks on the *Garcinia* Androecium. - Bot. Acta **104**, 336-344.
- LINK, D.A. (1991): *Dirachma somalensis* D.A. LINK sp. nov. - A new species of a remarkable and highly endangered monogeneric family. - Bull. Jard. Bot. Nat. Belg. **61**, 3-13.
- LOBREAU-CALLEN, D. (1982): Structures et affinités polliniques des *Cardiopterygaceae*, *Dipentodontaceae*, *Erythropalaceae* et *Octoknemataceae*. - Bot. Jahrb. Syst. **103**, 371-412.
- LOESENER, T. (1942): *Aquifoliaceae*. - In: ENGLER, A. & PRANTL, K. (Eds.). Die natürlichen Pflanzenfamilien. - 2. Aufl. Bd. **20b**, 36-86. Engelmann Verlag, Leipzig.

- MABBERLEY, D.J. (1989): The plant-book. - Reprint with corrections. Cambridge University Press. Cambridge, New York, New Rochelle, Melbourne, Sidney.
- MAGUIRE, B. & ASHTON, P.S. (1977): *Pakaraimaeoideae, Dipterocarpaceae* of the western hemisphere. II. Systematic, geographic and phyletic considerations. - *Taxon* **26**, 343-368.
- METCALFE, C.R. (1952): The anatomical structure of the *Dioncophyllaceae* in relation to the taxonomic affinities of the family. - *Kew Bulletin* **1951**, 351-368.
- MEUSEL, I., BARTHLOTT, W. & LEISTNER, E. (in prep.): Chemistry, micromorphology and systematic significance of *Laurus* and *Paeonia* epicuticular leaf wax.
- MORAWETZ, W. (1986): Remarks on Karyological Differentiation Patterns in Tropical Woody Plants. - *Pl. Syst. Evol.* **152**, 49-100.
- MULLER, J. (1972): Pollen morphological evidence for subdivision and affinities of *Lecythidaceae*. - *Blumea* **20**, 350-355.
- OKADA, H. & TAMURA, M. (1979): Karyomorphology and relationship on the *Ranunculaceae*. - *J. Jap. Bot.* **54**, 65-77.
- PARAMESWARAN, N. (1979): Relationships of the Family *Dipterocarpaceae*. - *Mém. Mus. Nat. Hist. Nat., Sér. B, Botanique* **26**, 155.
- PHILIPSON, W.R. (1974): Ovular morphology and the major classification of the dicotyledons. - *Bot. J. Linn. Soc.* **68**, 89-108.
- POPPEndIECK, H.-H. (1980): A monograph of the *Cochlospermaceae*. - *Bot. Jahrb. Syst.* **101**, 191-265.
- PRANCE, G.T. & DASILVA, M.F. (1973): A monograph of the *Caryocaraceae*. - In: *Flora Neotropica. Monograph Nr. 12*. - Hafner Publishing Company. Darien, Conn.
- REED, D.W. & TUKEY, H.B. (1982): Light intensity and temperature effects on epicuticular wax morphology and internal cuticle ultrastructure of carnation and Brussels sprouts leaf cuticles. - *J. Amer. Soc. hort. Sci.* **107**, 417-420.
- RICHARDSON, P.E. (1970): The morphology of the *Crossosomataceae*. 1. Leaf, stem and node. - *Bull. Torrey Bot. Club* **97**, 34-39.
- ROBSON, N.K.B. (1977): Studies in the genus *Hypericum* L. (*Guttiferae*). 1. Infrageneric classification. - *Bull. Brit. Mus.*, Bot. **5**.
- ROBSON, N.K.B. (1981): Studies in the genus *Hypericum* L. (*Guttiferae*). 2. Characters of the genus. - *Bull. Brit. Mus.*, Bot. **8**.
- RONSE DECAENE, L.P. (1989): Floral development of *Cochlospermum tinctorium* and *Bixa orellana* with special emphasis on the Androecium. - *Amer. J. Bot.* **76**, 1344-1359.
- ROULEAU, E. (1970): Guide to Index Kewensis and its supplements i-xiv. - Montreal.
- SCHMID, R. (1964): Die systematische Stellung der *Dioncophyllaceae*. - *Bot. Jahrb. Syst.* **83**, 1-56.
- SCHMID, R. (1978a): Reproductive anatomy of *Actinidia chinensis* (*Actinidiaceae*). - *Bot. Jahrb. Syst.* **100**, 149-195.
- SCHMID, R. (1978b): *Actinidiaceae, Davidiaceae, and Paracryphiaceae*: Systematic considerations. - *Bot. Jahrb. Syst.* **100**, 196-204.
- SLEUMER, H. (1967): Monographia Clethracearum. - *Bot. Jahrb. Syst.* **87**, 36-175.
- SLEUMER, H. (1972): *Cardiopteridaceae*. - In: *Flora of Thailand. Bd. 2*, 93-94.
- STEINMÜLLER, D. & TEVINI, M. (1985): Action of ultraviolet radiation (UV-B) upon cuticular waxes in some crop plants. - *Planta* **164**, 557-564.
- STRAKA, H. (1971): Über das System der madagassischen *Sarcolaenaceae*. - *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* **84**, 731-735.
- STRAKA, H. & ALBERS, F. (1978): Die Pollenmorphologie von *Diegodendron humbertii* CAPURON (*Diegodendraceae, Ochnales* bzw. *Theales*). - *Bot. Jahrb. Syst.* **99**, 363-369.
- SURYAKANTA (1974): Pollen morphological studies in the *Humiriaceae*. - *J. Jap. Bot.* **49**, 112-122.

- TAKHTAJAN, A.L. (1980): Outline of the Classification of Flowering Plants (*Magnoliophyta*). - Bot. Rev. **46**, 225-359.
- TAKHTAJAN, A.L. (1987): Systema Magnoliophytorum. - Officina Editoria "Nauka". Leningrad.
- TAMURA, M. (1972): Morphology and Phyletic Relationship of the *Glaucidiaceae*. - Bot. Mag. Tokyo **85**, 29-41.
- TATSUNO, A. & SCOGIN, R. (1978): Biochemical profile of *Crossosomataceae*. - Aliso **9**, 185-188.
- THORNE, R.F. (1983): Proposed realignments in the angiosperms. - Nord. J. Bot. **3**, 85-117.
- THORNE, R.F. (1992 a): An updated phylogenetic classification of the flowering plants. - Aliso **13**, 365-389.
- THORNE, R.F. (1992 b): Classification and Geography of the Flowering Plants. - Bot. Rev. **58**, 225-348.
- THORNE, R.F. & SCOGIN, R. (1978): *Forsellesia* GREENE (*Glossopetalon* A. GRAY), a third genus in the *Crossosomataceae*, *Rosineae*, *Rosales*. - Aliso **9**, 171-178.
- TSOU, CH. H. (1989): The floral morphology and embryology of *Asteranthos* and its systematic consideration. - Amer. J. Bot. Suppl. to **76**, 275-276.
- TULLOCH, A.P. (1980): A survey of epicuticular waxes among genera of *Triticeae*. 2. Chemistry. - Can. J. Bot. **58**, 2602-2615.
- TULLOCH, A.P. (1984): Epicuticular waxes of four Eragrostoid grasses. - Phytochem. **23**, 1619-1623.
- VIJAYARAGHAVAN, M.R. (1965): Morphology and embryology of *Actinidia polygama*, and systematic position of the family *Actinidiaceae*. - Phytomorph. **15**, 224-235.
- VIJAYARAGHAVAN, M.R. & DHAR, U. (1976): *Scytopetalum tieghemii* - embryologically unexplored taxon and affinities of the family *Scytopetalaceae*. - Phytomorph. **26**, 16-22.
- WILLIS, J.C. (1988): A Dictionary of the Flowering Plants and Ferns. - Revised by H.K. AIRY SHAW. Reprint der Student edition. - University Press. Cambridge.
- YOUNG, D.A. (1981): The Usefulness of Flavonoids in Angiosperm Phylogeny: Some Selected Examples. - In: YOUNG, D.A. & SEIGLER, D.S. (Eds.). Phytochemistry and Angiosperm Phylogeny. - Praeger Publishers. New York.

9. Index der Familien und Gattungen

- Abdulmajidia 39
 Abelmoschus 46
 Abutilon 46
 Aceratium 45
 Actinidia 26
Actinidiaceae 26
 Adansonia 43
 Adenanthe 34
 Afrostryrax 46
 Alcea 46
 Althaea 46
 Ambroma 48
 Amoreuxia 45
Ancistrocladaceae 26
 Ancistrocladus 26
 Anisodonteia 46
 Anisoptera 28
 Anoda 46
 Anthodiscus 27
Aquifoliaceae 26
 Archytea 27
 Argyrodendron 48
 Aristotelia 45
 Ascyrum 29
Asteranthaceae 39
 Asteranthos 39
 Asteropeia 27
Asteropeiaceae 27

 Balthasaria 36
 Barringtonia 39
Barringtoniaceae 39
 Bergia 29
 Bertholletia 39
 Bixa 43
Bixaceae 43
Bombacaceae 43
 Bombax 43
 Bonnetia 27

Bonnetiaceae 27
 Brachychiton 48
 Brackenridgea 31
 Brazzeia 35
 Brunellia 16
Brunelliaceae 16
 Byttneria 48

 Callirhoe 46
 Calophyllum 28
 Camellia 36
 Campylospermum 31
Cardiopteridaceae 27
 Cardiopteris 27
 Careya 39
 Cariniana 40
 Caryocar 27
Caryocaraceae 27
 Cassinopsis 30
 Catostemma 43
 Ceiba 43
 Cespedesia 34
 Chiranthodendron 49
 Chorsia 43
 Chydenanthus 39
Cistaceae 44
 Cistus 44
 Citronella 30
 Clematoclethra 26
 Clethra 27
Clethraceae 27
 Cleyera 37
 Clusia 28
Clusiaceae 28
Cochlospermaceae 45
 Cochlospermum 45
 Cola 49
 Corchorus 50
 Couratari 40

 Couroupita 40
 Crateranthus 40
 Cratoxylum 30
 Crinodendron 45
 Cristaria 46
 Crossosoma 16
Crossosomataceae 16
 Cyrilla 28
Cyrillaceae 28

 Darlingtonia 33
 Desplatsia 50
Diegodendraceae 28
 Diegodendron 28
 Dillenia 17
Dilleniaceae 17
Dioncophyllaceae 28
Dipterocarpaceae 28
 Dipterocarpus 28
 Dirachma 45
Dirachmaceae 45
 Discophora 30
 Doliocarpus 17
 Dombeya 49
 Dubouzetia 45
 Duckesia 29
 Durio 43

Elaeocarpaceae 45
 Elaeocarpus 45
Elatinaceae 29
 Elatine 29
 Elvasia 32
 Emmotum 30
 Endopleura 29
 Entelea 50
 Eschweilera 40
 Eucryphia 29
Eucryphiaceae 29

- Eurya 37
 Euthemis 34

 Firmiana 49
 Foetidia 39
Foetidiaceae 39
 Forsellesia 16
 Franklinia 37
 Fremontodendron 49
 Fumana 44

 Garcinia 28
Glaucidiaceae 17
 Glaucidium 17
 Glyphaea 50
 Godoya 34
 Goethea 46
 Gomphia 32
 Gordonia 37
 Gossypium 46
 Grewia 50
 Grias 40
 Guazuma 49
 Gustavia 40

 Habropetalum 28
 Halimium 44
 Harungana 30
 Heliampora 33
 Helianthemum 44
 Helicteres 49
 Heliocarpus 50
 Heritiera 49
 Hermannia 49
 Herrania 49
 Hibbertia 17
 Hibiscadelphus 46
 Hibiscus 46
 Hildegardia 49
 Hoheria 47
 Hopea 28
 Hua 46
Huaceae 46
 Huberodendron 43
 Hudsonia 44
 Humiria 29
Humiriaceae 29
 Humiriastrum 29
- Hypericaceae** 29
 Hypericum 30

Icacinaceae 30
 Ilex 26
 Iliamna 47

 Kitaibelia 47

 Lacunaria 33
 Lagunaria 47
 Lavatera 47
 Lavradia 34
 Lebronnecia 47
 Lechea 44
Lecythidaceae 39
 Lecythis 40
 Leptolaena 33
 Lophira 31
Lophiraceae 31
 Luehea 50
 Luxemburgia 34

 Maga 47
 Malope 47
 Maiva 47
Malvaceae 46
 Malvastrum 47
 Malvaviscus 47
 Mammia 28
 Marcgravia 31
Marcgraviaceae 31
 Matisia 44
Medusagynaceae 31
 Medusagyne 31
 Merrilliodendron 30
 Modiola 47
 Modiolastrum 47

 Napaea 47
 Napoleonaea 40
Napoleonaeaceae 40
 Neckia 34
 Nemopanthus 26
Nepenthaceae 31
 Nepenthes 31
 Norantea 31
 Nototriche 47
- Ochna 32
Ochnaceae 31
 Ochroma 44
 Oncotheca 32
Oncothecaceae 32
 Oubanguia 35
 Ouratea 32

 Pachira 44
 Pachynema 17
 Paeonia 17
Paeoniaceae 17
 Paracryphia 32
Paracryphiaceae 32
 Pavonia 47
 Pelliciera 32
Pellicieraceae 32
 Pentamerista 36
Pentaphylacaceae 32
 Pentaphylax 32
 Pentaspatella 34
 Peripentadenia 45
 Perrierodendron 33
 Petersianthus 39
Phellinaceae 33
 Phelline 33
 Philacra 34
 Plagianthus 48
Plagiopteraceae 48
 Plagiopteron 48
 Planchonia 39
 Poecilandra 34
 Polycephalium 30
 Pseudobombax 44
 Pterospermum 49
 Purdiaea 28
 Pyrenacantha 30
 Pyrenaria 37

 Quararibea 44
 Quiina 33
Quiinaceae 33

 Reevesia 49
 Rhabdophyllum 32
 Rhaptopetalum 35
 Rheedea 28
 Rhodognaphalon 44

- Rhodolaena 33
 Rhopalocarpus 35

 Sacoglottis 29
 Sarcolaena 33
Sarcolaenaceae 33
 Sarcostigma 30
 Sarracenia 33
Sarraceniaceae 33
 Saurauia 34
Saurauiaceae 34
 Sauvagesia 34
Sauvagesiaceae 34
 Schima 37
 Schumacheria 17
 Schuurmansia 35
Scytopetalaceae 35
 Scytopetalum 35
 Shorea 29
 Sida 48
 Sidalcea 48
 Sladenia 35
Sladeniaceae 35
 Sloanca 45
 Souroubea 31

 Sparmannia 50
 Sphaeralcea 48
Sphaerosepalaceae 35
 Sphenostemon 36
Sphenostemonaceae 36
Stachyuraceae 36
 Stachyurus 36
 Stemonurus 30
 Sterculia 49
Sterculiaceae 48
 Stewartia 37
 Strasburgeria 36
Strasburgeriaceae 36
Symplocaceae 36
 Symplocos 36

 Ternstroemia 37
 Testulea 35
 Tetracera 17
 Tetramerista 36
Tetrameristaceae 36
Theaceae 36
 Theobroma 49
 Thespesia 48
 Thomasia 49

 Tilia 50
Tiliaceae 50
 Touroulia 33
 Triphyophyllum 28
 Triplochiton 49
 Triumphetta 50
 Trochetiopsis 49
 Tuberaria 44
 Tyleria 35

 Urena 48
 Urocarpidium 48

 Vallea 45
 Vantanea 29
 Vatica 29
 Vausagesia 35
 Visnea 37

 Wallacea 35
 Wercklea 48
 Wissadula 48

 Xyloolaena 33

1986

54. STEFAN VOGEL, Ölblumen und ölsammelnde Bienen – Zweite Folge. *Lysimachia* und *Macropis*. 168 Seiten mit 37 Abb. und 7 Tab., DM 48,—
55. KLAUS LIENAU, HERBERT STRAKA und BRIGITTE FRIEDRICH, *Palynologia Madagassica et Mascarenica*. Familien 167 bis 181. With an appendix: English translation for the numeric pollen formulas. 158 Seiten mit 84 Tafeln u. 13 Textfig., DM 54,—
56. MARTIN WOLTER und RAINER SCHILL, Ontogenie von Pollen, Massulae und Pollinien bei den Orchideen. 93 Seiten mit 111 Abb., DM 34,—
57. CHARLOTTE JAHNKE, Der Infloreszenzbau der Cornaceen sensu lato und seine systematischen Konsequenzen. 146 Seiten mit 79 Abb., 6 schematischen Darst., 3 Tafeln und 6 Tab., DM 49,60
58. WERNER RAUH, Bromelienstudien. I. Neue und wenig bekannte Arten aus Peru und anderen Ländern (18. Mitteilung). 63 S. mit 38 Abb. in 75 Teilbildern, DM 26,80

1987

59. URS EGGLI, A Type Specimen Register of Cactaceae in Swiss Herbaria. Register der Typ-Belege von Cactaceae in Schweizer Herbarien. 124 Seiten mit 5 Abb., DM 44,—
60. WERNER RAUH, Bromelienstudien. I. Neue und wenig bekannte Arten aus Peru und anderen Ländern (19. Mitteilung). 102 S. mit 71 Abb. in 128 Teilbildern. DM 38,—

1988

61. HERBERT STRAKA und BRIGITTE FRIEDRICH, *Palynologia Madagassica et Mascarenica*. Familien 65 bis 97. 117 Seiten mit 59 Tafeln, DM 46,—
62. SYLVIA BÖHME, Bromelienstudien. III. Vergleichende Untersuchungen zu Bau, Lage und systematischer Verwertbarkeit der Septalnektarien von Bromeliaceen. 154 Seiten mit 48 Tafeln und 10 Figuren, DM 54,—
63. DOROTHEA FRÖLICH und WILHELM BARTHLOTT, Mikromorphologie der epicuticularen Wachse und das System der Monokotylen. 135 Seiten mit 85 Abb., DM 49,60
64. ELVIRA GROSS, Bromelienstudien. IV. Zur Morphologie der Bromeliaceen-Samen unter Berücksichtigung systematisch-taxonomischer Aspekte. 215 Seiten mit 30 Tafeln und 7 Tabellen, DM 78,—
65. WERNER RAUH unter Mitarbeit von ELVIRA GROSS, Bromelienstudien. I. Neue und wenig bekannte Arten aus Peru und anderen Ländern (20. Mitteilung). 75 Seiten mit 45 Abb. in 85 Teilbildern, DM 32,—
66. WERNER RAUH unter Mitarbeit von ELVIRA GROSS, Bromelienstudien. I. Neue und wenig bekannte Arten aus Peru und anderen Ländern (Register zu 1. bis 20. Mitteilung). 19 Seiten, DM 10,80.

1989

67. JAN MÜLLER (†), MAJA SCHULLER, HERBERT STRAKA und BRIGITTE FRIEDRICH, *Palynologia Madagassica et Mascarenica*. Familien 60, 98, 98ter, 111, 120, 182, 182 bis, 183, 189, Addenda. 225 Seiten mit 124 Tafeln, DM 84,—
68. FOCKO WEBERLING und UDO HERKOMMER, Untersuchungen zur Infloreszenzmorphologie der Thymelaeaceen. 124 Seiten mit 62 Abb., DM 48,—
69. KLAUS NAPP-ZINN, ZHANG XIN-YING und KURT HANGST, Beiträge zur systematischen Anatomie der Asteraceae-Anthemideae: Anthemideen aus der Volksrepublik China. 48 Seiten mit 8 Abb. und 4 Tab., DM 26,—
70. IRMGARD JÄGER-ZÜRN, Zur Kenntnis von *Crassula Paegae* Tölken (Syn. *Pagella Archeri* Schönl.) 72 Seiten mit 28 Abb. in 176 Teilbildern, DM 30,—
71. HANS-JÜRGEN STECK und FOCKO WEBERLING, Infloreszenzuntersuchungen an Apocynaceae. 62 Seiten mit 19 Abb., DM 28,60
72. HERBERT STRAKA und BRIGITTE FRIEDRICH, *Palynologia Madagassica et Mascarenica*. Familien 1 bis 16, Pteridophyta, Generalindex. 103 Seiten mit 49 Tafeln, DM 46,—

1990

73. STEFAN VOGEL, Ölblumen und ölsammelnde Bienen – Dritte Folge. *Momordica*, *Thladiantha* und die *Ctenoplectridae*. 186 Seiten mit 42 Abb. und 10 Tab., DM 64,—
74. HERMANN LÖRCHER, Achsenverdickung und Sprossanatomie bei *Valerianaceae*. 121 Seiten mit 45 Abb. und 6 Tab., DM 48,—
75. WERNER RAUH und ELVIRA GROSS, Bromelienstudien. I. Neue und wenig bekannte Arten aus Peru und anderen Ländern (21. Mitteilung). 48 Seiten mit 23 Abb. in 45 Teilbildern, DM 26,—
76. HENNING KUNZE, Morphology and Evolution of the Corona in *Asclepiadaceae* and Related Families. 51 Seiten mit 22 Abb. in 165 Teilbildern, DM 30,—

1991

77. ALBRECHT ZIBURSKI, Dissemination, Keimung und Etablierung einiger Baumarten der Überschwemmungswälder Amazoniens. 96 Seiten, DM 44,—
78. HERBERT STRAKA, Palynologia Madagassica et Mascarenica, 2ème partie — Teil 2, Echantillons de surface — Oberflächenproben, 43 Seiten, DM 26,—
79. WERNER RAUH und ELVIRA GROSS, Bromelienstudien. I. Neue und wenig bekannte Arten aus Peru und anderen Ländern (22. Mitteilung). 31 Seiten mit 16 Abb. in 30 Teilbildern, DM 19,80

1992

80. IRMGARD JÄGER-ZÜRN, Morphologie der Podostemaceae II. *Indotristicha Ramosissima* (Wight) Van Royen (*Tristichoidae*). 48 Seiten mit 26 Abb. in 161 Teilbildern, DM 26,—
81. EBERHARD FISCHER, Systematik der afrikanischen *Lindernieae* (*Scrophulariaceae*). 365 Seiten mit 161 Abb., DM 98,—
82. TERESA AMALIA KRAUS, Untersuchungen zur Infloreszenz-Morphologie der *Leguminosae-Mimosoideae*. 64 Seiten mit 22 Abb. in 95 Teilbildern, DM 32,—

1993

83. GÜNTER GERLACH und RAINER SCHILL, Die Gattung *Coryanthes* Hook. (*Orchidaceae*). Eine monographische Bearbeitung unter besonderer Berücksichtigung der Blütenduftstoffe. 205 Seiten mit 120 Abb. in 208 Teilbildern, DM 78,—
84. MARA TISSOT und FOCKO WEBERLING, Infloreszenzuntersuchungen an *Leguminosae-Caesalpinioideae*. 59 Seiten mit 17 Abb. in 58 Teilbildern, DM 29,—
85. WERNER RAUH, Neue *Asclepiadaceae* aus Madagaskar. 41 Seiten mit 26 Abb. in 69 Teilbildern, DM 28,—
86. NADJA BIEDINGER und WILHELM BARTHOLOTT, Untersuchungen zur Ultraviolettreflexion von Angiospermenblüten I. *Monocotyledoneae*. 122 Seiten mit 16 Abb. in 80 Teilbildern, DM 48,—
87. BARBARA BURR und WILHELM BARTHOLOTT, Untersuchungen zur Ultraviolettreflexion von Angiospermenblüten II. *Magnoliidae*, *Ranunculidae*, *Hamamelididae*, *Caryophyllidae*, *Rosidae*. 193 Seiten mit 16 Abb. in 92 Teilbildern. DM 78,—

1994

88. FRIEDRICH DITSCH und WILHELM BARTHOLOTT, Mikromorphologie der Epicuticularwache und die Systematik der *Dilleniales*, *Lecythidales*, *Malvales* und *Theales*. 74 Seiten mit 56 Abb., DM 38,—
89. INGEBORG THEISEN und WILHELM BARTHOLOTT, Mikromorphologie der Epicuticularwache und die Systematik der *Gentianales*, *Rubiales*, *Dipsacales* und *Calyceales*. 62 Seiten mit 42 Abb., DM 34,—