

159

Tropische und subtropische
Pflanzenwelt

97 (1997)

Friedrich Ditsch/
Wilhelm Barthlott

Mikromorphologie
der Epicuticularwachse
und das System der
Dilleniidae und Rosidae



AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN UND DER LITERATUR · MAINZ

FRANZ STEINER VERLAG · STUTTGART

REIHE DER
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN KLASSE

TROPISCHE UND SUBTROPISCHE PFLANZENWELT

1982

37. ZAFERA ANTOINE RABESA, Weitere Untersuchungen an Didiereaceen. 5. Teil: Recherches chimiosystématiques sur les flavonoïdes des Didiéacées. 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 BARTHLOTT, Bromeliestudien. 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, Bromeliestudien. I. Neue und wenig bekannte Arten aus Peru und anderen Ländern (12. Mitteilung), 32 S. mit 12 Abb., DM 12,80
42. WERNER RAUH, Bromeliestudien. I. Neue und wenig bekannte Arten aus Peru und anderen Ländern (13. Mitteilung), 34 S. mit 20 Abb., DM 12,80
43. WERNER RAUH, Bromeliestudien. 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 Valerianaarten (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, Bromeliestudien. 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 LOBREAUCALLEN, 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, Bromeliestudien. 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, Bromeliestudien. 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,-

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, Bromeliestudien. 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 EGGLE, A Type Specimen Register of Cactaceae in Swiss Herbaria. Register der Typ-Belege von Cactaceen in Schweizer Herbarien. 124 Seiten mit 5 Abb., DM 44,-
60. WERNER RAUH, Bromeliestudien. 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. SILVIA BÖHME, Bromeliestudien. III. Vergleichende Untersuchungen zu Bau, Lage und systematischer Verwertbarkeit der Septalnekarien 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

FRIEDRICH DITSCH/WILHELM BARTHLOTT

Mikromorphologie der Epicuticularwachse
und das System der Dilleniidae und Rosidae

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN UND DER LITERATUR

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE

TROPISCHE UND SUBTROPISCHE PFLANZENWELT

97 (1997)

Redaktion: Werner Rauh



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

Mikromorphologie
der Epicuticularwaxse
und das System der
Dilleniidae und Rosidae

von

FRIEDRICH DITSCH

und

WILHELM BARTHLOTT

Mit 54 Abbildungen



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

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

Autoren:

Dr. Friedrich Ditsch, Prof. Dr. Wilhelm Barthlott

Anschrift:

Botanisches Institut der Universität Bonn, Meckenheimer Allee 170, 53115 Bonn

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Ditsch Friedrich:

Mikromorphologie der Epicuticularwachse und das System der
Dilleniidae und Rosidae / von Friedrich Ditsch und Wilhelm

Barthlott. Akademie der Wissenschaften und der Literatur

Mainz. - Stuttgart : Steiner, 1997

(Tropische und subtropische Pflanzenwelt ; 97)

ISBN 3-515-07085-0

NE: Barthlott, Wilhelm;; GT

© 1997 by Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Mainz.

Alle Rechte einschließlich des Rechts zur Vervielfältigung, zur Einspeisung in elektronische Systeme sowie der Übersetzung vorbehalten. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne ausdrückliche Genehmigung der Akademie und des Verlages unzulässig und strafbar.

Druck: Druckhaus Darmstadt GmbH, Darmstadt

Printed in Germany

Gedruckt auf säurefreiem, chlorfrei gebleichtem Papier

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	7
2. Mikromorphologie epicuticularer Wachse	8
3. Zur Umgrenzung und Gliederung der „Dilleniidae“ und „Rosidae“	13
4. Material und Methoden	19
4.1. Material	19
4.2. Methoden	20
5. Systematische Übersicht über die Mikromorphologie der Epicuticularwachse	21
5.1. Dilleniidae	22
Nepenthes 22, Violales 25, Salicales 41, Capparales 43, Ericales 52, Diapensiales 62, Ebenales 63, Primulales 66, Urticales 71	
5.2. Rosidae	73
Rosales 74, Proteales 82, Podostemales 86, Haloragales 87, Myrtales 89, Rhizophorales 103, Cornales 105, Santalales 113, Rafflesiales 122, Celastrales 124, Euphorbiales 132, Rhamnales 142, Linales 146, Polygalales 150, Sapindales 155, Geraniales 175, Apiales 182, Balanopales 191	
Abbildungen	193
6. Verbreitungsmuster der einzelnen Wachstformen	202
7. Wachsmikromorphologie und die konventionellen Systeme	205
8. Wachsmikromorphologie und Molekularsystematik	210
9. Zusammenfassung	212
10. Summary	214
11. Literatur	216
12. Index der Familien und Gattungen	241

1. Einleitung

Im Rahmen einer Reihe von Arbeiten, die sich mit der Mikromorphologie epicuticularer Wachse bei den höheren Pflanzen beschäftigen, soll eine Übersicht über die Formenvielfalt pflanzlicher Oberflächenwachse sowie deren systematische Anwendbarkeit¹ demonstriert werden. Bereits erschienen sind in dieser Reihe neben den Untersuchungsergebnissen bei den Monocotyledoneae (FRÖLICH & BARTHLOTT 1988) diejenigen der Caryophyllidae (ENGEL & BARTHLOTT 1988), der Magnoliidae, Ranunculidae und Hamamelididae (HENNIG & al. 1994) sowie einiger Ordnungen der choripetalen und sympetalen Dicotyledoneae (FEHRENBACH & BARTHLOTT 1988; DITSCH & BARTHLOTT 1994; THEISEN & BARTHLOTT 1994; DITSCH & al. 1995). Mit dem vorliegenden Band liegt erstmals eine umfassende Darstellung der Wachsformen innerhalb der Unterklassen „Dilleniidae“ und „Rosidae“ sensu CRONQUIST (1988) vor, welche in Umfang und Gliederung zu den am stärksten kontrovers diskutierten Großgruppen innerhalb der Dicotyledoneae zählen.

Für die großzügige Genehmigung zur Entnahme von Herbarproben, bzw. von Frischmaterial aus Botanischen Gärten und die freundliche Unterstützung beim Sammeln sei den Herren Prof. Dr. Greuter, Prof. Dr. Hiepko, Prof. Dr. Ern und Dr. Bässler (B), den Herren Prof. Dr. Hamann ? und A. Höggemeier (BOCH), Herrn Dr. Bamps (BR), Frau Dr. Ditsch (DR), den Herren Dr. Weiss und J. Stiglmayr (ERL), den Herren Prof. Dr. Prance und Dr. Lucas (K), den Herren Prof. Dr. Grau und J. Bogner (M), den Herren Prof. Dr. Weber und Prof. Dr. Melzheimer (MB), den Herren Prof. Dr. Vogel und Dr. Hecker (MJG), Herrn Prof. Dr. Morat (P), den Herren Prof. Dr. Bresinski und V. Debus (REG), den Herren Prof. Dr. Rosbach und Dr. Kramer (UBT), Herrn Prof. Dr. Endress (Z) und Herrn Supthut (ZSS) herzlich gedankt.

Für das Zusenden von zahlreichen Proben aus dem Herbarium und Versuchskulturen des Botanischen Gartens der Universität Marburg sowie die zahlreichen Gespräche bedanken wir uns aufrichtig bei Herrn Dr. Forstreuter (Marburg). Herr Priv.-Doz. Dr. Fischer, Frau Dr. Karlowski, Herr Dr. Neinhuis, Frau Dr. Rosen und Frau Dipl.-Biol. Theisen haben zahlreiche Proben aus ihren privaten Aufsammlungen beigesteuert. Herr Dr. Seine war so freundlich, einige Proben aus dem Botanischen Garten Canberra mitzubringen. Für die technische Hilfe im Fotolabor und am Raster-Elektronenmikroskop danken wir herzlich Frau C. Salz und Herrn H.-J. Ensikat.

¹ Untersuchungen zur systematischen Anwendbarkeit wurden bisher vor allem für enger begrenzte Verwandtschaftsgruppen vorgenommen (LEIGH & MATTHEWS 1963: *Eragrostis curvula*; HALLAM & CHAMBERS 1970: *Eucalyptus*; BAUM & al. 1980: Triticeae; DENTON 1994: *Sedum* sect. *Gormanina*; WEILLER & al. 1994: Epacridaceae).

2. Mikromorphologie epicuticularer Wachse

Unter den frühen Untersuchungen pflanzlicher Oberflächenwachse des 19. Jahrhunderts (z.B. GÖPPERT 1844; KARSTEN 1857; ULOTH 1867; WIESNER 1876), welche sich in erster Linie mit den chemischen¹ und physikalischen Eigenschaften der gefundenen Substanzen beschäftigten, waren die von DE BARY (1871) vermutlich die ersten, bei denen die Wachse mit einem Lichtmikroskop auf ihre unterschiedlichen Ausformungen untersucht wurden. Nach ersten Anwendungen von Elektronenmikroskopen (KREGER 1948; MUELLER & al. 1954) zur Untersuchung von Wachsstrukturen führten zunächst die aufwendige Carbon-Replika-Technik (JUNIPER & BRADLEY 1958) im Transmissions-elektronenmikroskop (u.a. JUNIPER 1959; CHAMBERS & POSSINGHAM 1963; LEIGH & MATTHEWS 1963; HALL & al. 1965; HALLAM & CHAMBERS 1970; CHAMBERS & al. 1976), später die direkte Beobachtung der Oberflächen im Raster-Elektronenmikroskop (REM) (wichtigste Übersichten bei AMELUNXEN & al. 1967, JEFFREE & al. 1976, BARTHLOTT & WOLLENWEBER 1981, BAKER 1982, JEFFREE 1986 und BARTHLOTT 1990) zu stetig wachsenden Kenntnissen über die Formenvielfalt epicuticularer Wachse.

¹ Chemiker verstehen unter dem Begriff „Wachse“ die Ester höherer Alkohole mit höheren Carbonsäuren. Im Gegensatz dazu werden in der Biologie und damit in der vorliegenden Arbeit als pflanzliche „Wachse“ alle Sekrete bezeichnet, deren physikalische und chemische Eigenschaften wachsartig sind. Das heißt, daß sie in apolaren, nicht jedoch in stark polaren Lösungsmitteln lösbar sind und in der Regel einen Schmelzpunkt zwischen 40° und 100° Celsius besitzen. Diese Definition geht schon auf sehr frühe Arbeiten zurück (ULOTH 1867; DE BARY 1871; WIESNER 1876). Meistens handelt es sich um sehr heterogene Gemische vorwiegend aliphatischer, gelegentlich auch zyklischer Verbindungen. Dabei können einzelne Komponenten auffallend dominieren. Eine genauere Definition pflanzlicher Wachse auf chemischer wie physikalischer Basis findet sich bei KREGER (1958).

Inzwischen liegen zahlreiche Übersichten über die chemische Zusammensetzung pflanzlicher Wachse vor. Besonders zu erwähnen sind TULLOCH (1976), KOLATTUKUDY (1980), BARTHLOTT & WOLLENWEBER (1981), BAKER (1982), JUNIPER & JEFFREE (1983), JEFFREE (1986) und BIANCHI (1995). Bezüglich detaillierter Angaben zu einzelnen Stoffklassen oder Komponenten sei hier stellvertretend auf HEGNAUER (1962-1990), HOLLOWAY & al. (1976), HUNT & BAKER (1979), FRANICH & al. (1978), TULLOCH (1980, 1984), HENNIG & al. (1988), VAN GENDEREN & al. (1988), MAYEUX & WILKINSON (1990), GÜLZ & al. (1991), MEUSEL & al. (1994) und VIOQUE & al. (1994) verwiesen.

Bereits DE BARY (1871) vermutete eine systematische Anwendbarkeit der Wachstformen und stellte eine erste Klassifikation auf, in der er zwischen Schichten oder Krusten, Stäbchen, Körnchen und gehäuftem Wachüberzügen unterschied. Geringfügig erweitert wurde diese Klassifikation von WIESNER (1876), der den Begriff „Wachüberzüge“ stärker funktionell interpretierte und daher auch die bisher nicht als Wachse bezeichneten mehligem Flavonoidbeläge von Primeln und bestimmten Farnen einbezog.

Nahezu alle folgenden Bearbeiter von Oberflächenwachsen beriefen sich auf DE BARY's Einteilung, bis AMELUNXEN & al. (1967) in einer der ersten REM-Untersuchungen pflanzlicher Oberflächen eine neue, wesentlich erweiterte Klassifikation vorschlugen. Aufgrund der stetig steigenden Zahl untersuchter Arten wuchs die Kenntnis über die Anzahl unterschiedlicher Wachstformen, so daß immer wieder überarbeitete und verbesserte Klassifikationen veröffentlicht wurden (z.B. BARTHLOTT & EHLER 1977; BARTHLOTT & WOLLENWEBER 1981; FRÖLICH & BARTHLOTT 1988; Übersicht bei JEFFREE 1986).

Aufbauend auf umfangreiche Erfahrungen in der Wachsmikromorphologie (über 13.000 untersuchte Arten), an denen die vorliegende Arbeit einen maßgeblichen Anteil hat, wurde von der Arbeitsgruppe W. BARTHLOTT eine neue, detaillierte Klassifikation der epicuticularen Wachstformen erstellt, die an anderer Stelle publiziert wird (BARTHLOTT & al., in prep.). In dieser Klassifikation wird in erster Linie zwischen durchgehenden Filmen, mehr oder weniger strukturierten Schichten und Krusten, elf verschiedenen Kristalloidformen und charakteristischen Anordnungen oder räumlichen Verteilungsmustern von Kristalloiden unterschieden. Die folgende Übersicht über die unterschiedlichen Wachstformen orientiert sich an dieser Einteilung.

- **Filme** (Abb. 1, 2, 53) sind im REM nicht nachweisbare, sehr dünne Wachsschichten, die der Cuticula obligat aufliegen. Sie wurden schon von WIGAND (1850) postuliert. Alle übrigen Wachstformen sind ihnen aufgelagert.
- **Glatte Schichten** (Abb. 3) sind deutlich dicker als Filme und raster-elektronenmikroskopisch mittels ihrer nicht selten auftretenden Risse, welche als Trocknungsartefakte entstehen, häufig nachweisbar.
- **Krusten** (Abb. 4) besitzen in der Regel eine stärkere Mächtigkeit als glatte Schichten und sind auf ihrer Oberfläche mehr oder weniger strukturiert. Sie können als massive Schichten ausgeschieden werden oder sich infolge von Erosion aus dicht stehenden Kristalloiden entwickeln (Abb. 6). Besonders häufig findet man sie bei stark trockenheitsangepaßten Pflanzen (Abb. 5).

- **Borkige Schichten** bilden sich, wenn während des Flächenwachstums der Epidermis fortlaufend Wachsschichten ausgeschieden werden und sich dadurch meist abgestufte Rinnen über die Oberfläche ziehen, die die Schicht in schollenartige Felder unterteilen.
- **Körnchen** (Abb. 7, 8) sind mehr oder weniger isodiametrische Skulpturen, die relativ selten als typische Ausprägung auftreten. Häufig werden erodierete oder nicht ausdifferenzierte Wachsskulpturen ursprünglich anderer Form, manchmal sogar Kontaminationen als Körnchen mißinterpretiert. Ebenso wie bei den vorgenannten Filmen, Schichten und Krusten können sie daher nur eingeschränkt für systematische Bewertungen verwendet werden.
- **Schuppen** oder **Platten** sind flächig ausgebildete Kristalloide, die mit einer Schmalseite der Oberfläche anhaften. Sie stellen die häufigste Kristalloidform dar. **Platten** besitzen im Gegensatz zu Schuppen kantig begrenzte Schmalseiten (Abb. 12). Häufig zeigen sie einen polygonalen Umriß, nie jedoch besondere Orientierungsmuster. **Schuppen** können glattrandig (Abb. 10) oder unregelmäßig gerandet (Abb. 9) sein. Sehr dünnsschichtige Schuppen, die untereinander mit fädigen Auswüchsen vernetzt und mit ihrer Breitseite größtenteils mehr oder weniger parallel zur Oberfläche orientiert sind, werden „**häutige Schuppen**“ genannt (Abb. 11). Bei kompakteren, meist aufrecht stehenden Schuppen sind nicht selten spezifische räumliche Anordnungen zu beobachten, die sich in mehreren Fällen als systematisch äußerst signifikant erwiesen haben. **In parallelen Reihen angeordnete Schuppen** (Abb. 15, 16), die um Spaltöffnungen magnetfeldlinienartige Muster bilden, sind als „*Convallaria*-Typ“ charakteristisch für liliiflore Monocotyledoneen (BARTHLOTT & FRÖLICH 1983). Kleinere Gruppierungen innerhalb der Theales sind durch **parallel in Gruppen angeordnete Schuppen** (Abb. 13, 14) gekennzeichnet („*Hypericum*-Typ“ - DITSCH & BARTHLOTT 1994). Bei den Leguminosen besteht die typische Wachsskulptierung aus **zu Rosetten aggregierten Schuppen** („*Fabales*-Typ“ - DITSCH & al. 1995) (Abb. 19 - 24).
- **Kantige Stäbchen** sind massive Skulpturen mit deutlicher Längsachse und mehr oder weniger unregelmäßig polygonalem Querschnitt. In der Regel sind sie geradkantig und stehen in mehr oder weniger radialstrahligen Gruppen (Abb. 25, 26). Einen Sonderfall bilden **dreikantige Stäbchen** mit ihrem etwa gleichseitigen Querschnitt. Sie sind meistens gleichmäßig über die Oberfläche verteilt, mehr oder weniger stark gebogen bis gewunden und liegen mit ihrem basalen Teil flach auf der Oberfläche auf (Abb. 31 - 36).
- **Runde Stäbchen** besitzen einen mehr oder weniger kreisförmigen Querschnitt und stehen zumindest mit ihrem basalen Teil aufrecht. Als wichtig für die Systematik der Monocotyledoneen hat sich der Sonderfall der **aggregierten Stäbchen** herausgestellt („*Strelitzia*-Typ“ - BARTHLOTT & FRÖLICH

1983; FRÖLICH & BARTHOLOTT 1988). Hier sind die einzelnen Stäbchen longitudinal miteinander verbunden und bilden so häufig gebogene bis leicht gewundene, längsgeriefte Skulpturen (Abb. 29, 30), die zu peristomatären Wachsmanschetten oder Kaminen zusammentreten können.

- **Quergeriefte Stäbchen** sind meist nicht sehr hoch und von recht unregelmäßigem Querschnitt. Charakteristisch sind transversal verlaufende Einschnürungen (Abb. 37 - 42). Die dazwischen liegenden Auswölbungen können in Extremfällen schuppenförmig abgeflacht oder fingerförmig ausgebuchtet sein. Hierbei sind nicht selten Übergänge zu verzweigten Stäbchen und Fäden zu finden (Abb. 50 - 52). Auch hohle oder plattenförmige Strukturen können mit quergeriefen Stäbchen vergesellschaftet sein (Abb. 37). Als systematisch relevant haben sich die quergeriefen Stäbchen bei der Abgrenzung der Magnoliidae s.str. von den Ranunculidae erwiesen (HENNIG & al. 1994). Hierbei ist das Vorkommen von Palmiton im Epicuticularwachs als besonders signifikant zu bewerten, da Palmiton bei Pflanzen bisher auffallend selten nachgewiesen wurde, das erste Mal als natürliche Komponente im Wachs von *Santalum album* (CHIBNALL & al. 1937). Bei den Magnoliidae ist es typischerweise im Oberflächenwachs vorhanden („*Aristolochia*-Typ“: HENNIG & al. 1994).
- **Gewundene Stäbchen** (Abb. 43, 44) unterscheiden sich von den oben aufgeführten stäbchenförmigen Skulpturen durch ihre Dimensionen (Durchmesser unter $0,08 \mu\text{m}$) und die Enge ihrer Windungen (Windungsdurchmesser unter $0,5 \mu\text{m}$). Gelegentlich besitzen sie an ihrer Außenseite eine flache Furche (Abb. 44), so daß ihr Querschnitt leicht U-förmig erscheint. Seltener sind Übergangsformen zu Schuppen oder Röhrrchen zu finden (Abb. 45), mit denen sie auch vergesellschaftet sein können.
- Als **Fäden** werden alle länglichen, massiven Skulpturen mit mehr oder weniger isodiametrischem Querschnitt bezeichnet, deren Länge die Dicke um wesentlich mehr als das 100fache überschreitet. Sie können verzweigt und mehr oder weniger stark gebogen ausgeprägt sein (Abb. 27, 28).
- **Röhrrchen** sind hohlzylindrische Skulpturen (Abb. 46 - 48). Die meisten Röhrrchen haben einen Außendurchmesser von etwa $0,2 \mu\text{m}$ und sind $0,5$ bis $20 \mu\text{m}$ lang¹. Ihr Innendurchmesser entspricht in etwa der Wandstärke. Abweichende **Proportionen** treten nur in Einzelfällen auf (Abb. 47). Für einen Typ dieser Röhrrchen ist nachgewiesen, daß sie als Hauptkomponente

¹ Je nach Auflösungsvermögen des Raster-Elektronenmikroskops oder der Dicke der aufgesputterten Metall- oder Kohlenstoffschicht können besonders dünnere Röhrrchen leicht als Stäbchen mißinterpretiert werden.

Nonacosan-10-ol beinhalten (VON WETTSTEIN-KNOWLES 1974; HOLLOWAY & al. 1976; FRANICH & al. 1978). Dieser sekundäre Alkohol kristallisiert auch *in vitro* als Röhrrchen aus (JETTER & RIEDERER 1994). Dabei scheinen die einzelnen Skulpturen aus helikal gewundenen Stäbchen aufgebaut zu sein, was aber nur selten zu erkennen ist. Gelegentlich kann man auch beobachten, daß das apikale Ende eines Röhrrchens in ein derartiges gewundenes Stäbchen übergeht. Wenn Verzweigungen an den Röhrrchen auftreten, dann sind sie in der Regel nahezu rechtwinklig. Dieser Röhrrchentyp ist charakteristisch für die Ranunculidae und grenzt diese von den Magnoliidae s.str. ab, weshalb er auch als „*Berberis*-Typ“ bezeichnet wird (HENNIG & al. 1994). Sehr ähnliche Röhrrchen können auch von Diolen gebildet werden (JETTER & RIEDERER 1995). Ein anderer häufig zu beobachtender Röhrrchentyp beinhaltet als Hauptkomponente β -Diketone oder Hydroxy- β -Diketone. Er stimmt in den Dimensionen mit den Nonacosanol-Röhrrchen überein, nur ist der Winkel der Verzweigungen wesentlich spitzer. Zuerst beobachtet haben diesen Röhrrchentyp HALLAM & CHAMBERS (1970) bei *Eucalyptus*.

- Als **Syntopismen** werden gemeinsame Vorkommen unterschiedlicher Wachsskulpturen auf der Pflanzenoberfläche bezeichnet. Man findet Syntopismen auf verschiedenen Organen einer Pflanze, verschiedenen Oberflächen eines Organs, verschiedenen Zellen einer Oberfläche oder auf der Oberfläche einer Zelle. Der häufigste Fall ist die Vergesellschaftung von Schuppen oder Platten mit anderen Skulpturen. Das sporadische Auftreten gewundener, oft längsgeriefter Schuppen auf sonst andersartig bewachsenen pflanzlichen Oberflächen ist meistens auf einen Befall mit Mottenschildläusen zurückzuführen (BAKER & JEFFREE 1981). Gelegentlich ist auch ein gemischtes Vorkommen von gewundenen Stäbchen und Röhrrchen zu beobachten. Eine systematische Signifikanz ist für dieses Phänomen noch nicht nachgewiesen. Als „**Polymorphismus**“ wird ein Syntopismus bezeichnet, wenn die unterschiedlichen, miteinander vergesellschafteten Wachformen auf der selben chemischen Zusammensetzung beruhen. In einigen Fällen wurde nachgewiesen, daß unterschiedliche Umweltbedingungen während des Wachstums der Pflanze Einfluß auf die Anteile unterschiedlicher Formen am Gesamtwachs ausüben (WHITECROSS & ARMSTRONG 1972; BAKER 1974; ARMSTRONG & WHITECROSS 1976).

3. Zur Umgrenzung und Gliederung der „Dilleniidae“ und „Rosidae“

Der meisten Familien zweikeimblättriger Pflanzen sind dadurch gekennzeichnet, daß sie in ihrem Entwicklungsniveau stärker als die „altertümlichen Polycarpicae“ und weniger stark als die „Sympetalae Tetracyclicae“ abgeleitet sind. Man kann sie als „Dialypetalae“ und „Sympetalae Pentacyclicae“ zusammenfassen. Bei ihnen haben in den einzelnen Pflanzengruppen verschiedene Merkmale unterschiedliche Entwicklungsgeschwindigkeiten angenommen. In Verbindung mit der hohen Plastizität mancher Merkmale, besonders im Blütenbau, ergeben sich aufgrund der entsprechenden Ähnlichkeiten retikulate Beziehungen, so daß sich meistens keine klaren Abstammungslinien erkennen lassen. In einzelnen Fällen lassen sich Taxa auf Ordnungsebene relativ gut charakterisieren. Dadurch sind die Beziehungen zwischen den Ordnungen zwar noch nicht geklärt, doch werden die zahlreichen Lösungsvorschläge zur Gliederung dieser umfangreichen Pflanzengruppe überschaubarer, da sich die Endpunkte postulierter Abstammungslinien zahlenmäßig reduzieren.

Mit der Entdeckung unterschiedlicher staminaler Insertionsmodi (zentrifugal, zentripetal, spiralig) bei komplexen Androeceen (HIRMER 1918) hoffte man eine klare Richtlinie für die Unterscheidung mindestens zweier getrennter Entwicklungslinien gefunden zu haben. Auf eine mögliche großsystematische Bedeutung dieses Merkmals weist bereits CORNER (1946) hin, der auch eine phylogenetische Einstufung unterschiedlicher Ausprägungen von zentrifugalen Androeceen unternimmt. Ferner betont er die schon von WORSDELL (1908) erkannte Sonderstellung der Gattung *Paeonia* und zitiert in diesem Zusammenhang SCHÖFFEL (1932), der klare Beziehungen zwischen *Paeonia* und den Dilleniaceae zu erkennen glaubte. ERBAR (1986) weist auf die Übereinstimmungen in der Blütenentwicklung von *Paeonia*, *Stewartia* und *Pereskia* hin und bewertet diese als Hinweis auf eine mögliche Ableitung der Caryophyllidae von den Dilleniidae. Auf die möglichen Verwandtschaftsbeziehungen der Paeoniaceae zu den holzigen Magnoliidae wird bei DITSCH & BARTHLOTT (1994) ausführlich eingegangen.

Andererseits zeigen sich innerhalb mehrerer Verwandtschaftskreise unterschiedliche staminale Insertionsmodi nebeneinander. Das auffälligste Beispiel ist die Ordnung der Myrtales. Wenngleich die Ausgliederung der Lecythidaceae mit ihrem zentrifugalen Androeceum (LEINS 1972) durch zahlreiche

andere Merkmale unterstützt wird (CRONQUIST 1981, 1988), so wird die Verwandtschaft der Lythraceae (zentrifugal) zu den Punicaceae und Myrtaceae (zentripetal) (MAYR 1969; LEINS 1988) allgemein genauso wenig angezweifelt wie ihre gemeinsame Zugehörigkeit zu den Myrtales. Innerhalb mancher Familien hat sich die eine Ausprägung von Polyandrie aus der anderen entwickelt und umgekehrt (LEINS 1975).

Die erste Gesamtgliederung der Angiospermen unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Androecealtypen stellte CRONQUIST (1957) auf. Weiter umgesetzt in taxonomische Hierarchien und den damals neuen Nomenklaturregeln entsprechend findet sich dasselbe Prinzip bei TAKHTAJAN (1966, englische Fassung 1968). Hier trifft man erstmals auf die Unterklassen „Dilleniidae“ und „Rosidae“. Die beiden Autoren standen in engem Kontakt miteinander, so daß ihre jeweiligen Systeme auch in ihren neuesten Fassungen Übereinstimmungen aufweisen, zumindest was die Aufrechterhaltung der beiden Unterklassen betrifft (CRONQUIST 1988; TAKHTAJAN 1987). Nur wenige andere Systematiker haben sich konsequent diesem Schema angeschlossen (z.B. EHRENDORFER 1991, FROHNE & JENSEN 1992).

Andere Autoren haben bezüglich mancher taxonomischer Gruppierungen ähnliche Vorstellungen umgesetzt wie CRONQUIST und TAKHTAJAN, sich jedoch grundsätzlich von einer übergreifenden Einteilung distanziert, die zwischen der Kategorie der Dicotyledoneae einerseits und der der Überordnungen andererseits vermittelt (DAHLGREN 1989; THORNE 1992 a,b). Hiermit umgehen sie das Problem der Umgrenzung traditionell begründeter Gruppierungen, wie z.B. der Hamamelididae (\approx „Amentiferae“), indem ein Taxon entsprechender hierarchischer Einstufung gar nicht erst in Erscheinung tritt.

GOLDBERG (1986) und HUBER (1991) vermeiden es gänzlich, systematische Gruppierungen oberhalb von Ordnungen taxonomischen Hierarchien zuzuordnen. HUBER unterteilt die Blütenpflanzen in stetig enger umgrenzte Einheiten, denen er aber keinen taxonomischen Rang einräumt. Bei seiner Analyse konventioneller Merkmale kommt er zu einem Ergebnis, das erstaunliche Parallelen zu neueren molekularsystematischen Untersuchungen aufweist. GOLDBERG hingegen reiht seine Ordnungen in ein mehr oder weniger stark verzweigtes monopodiales Dendrogramm, ohne die Seitenäste gesondert zu klassifizieren.

In den Bemühungen der Systematiker, auch in die konventionellen Klassifikationen die Theorie und Methodologie der phylogenetischen Systematik von HENNIG (1950) zumindest ansatzweise einzuflechten, konkretisierten sich die Vorstellungen von der genaueren Ableitung der am stärksten abgeleiteten Unterklassen Asteridae und Lamiidae aus einzelnen Gruppen der Dilleniidae, bzw. Rosidae. Für die Abgrenzung fanden vor allem chemotaxonomische Merkmale Anwendung. Als Resultat ergaben sich neue Abstammungslinien, z.B. die durch Iridoide charakterisierten „Cornidae“ (FROHNE & JENSEN 1992).

Aber auch hier finden sich Familien und Ordnungen, deren Zuordnung zu der einen oder anderen Unterklasse stark kontrovers diskutiert werden.

Nach den zahlreichen molekularsystematischen Analysen, die in der letzten Zeit publiziert wurden, sind die meisten Unterklassen in ihren bisherigen Umgrenzungen nicht haltbar, da poly- oder zumindest paraphyletisch. Als einzige monophyletische Verwandtschaftsgruppierung entsprechender taxonomischer Hierarchie wäre eine stark erweiterte Unterklasse der Asteridae sensu lato anzuerkennen (CHASE & al. 1993, NICKRENT & SOLTIS 1995).

REVEAL (1994) hat die Ergebnisse molekularsystematischer Auswertungen zum Anlaß genommen, die Blütenpflanzen in fünf Klassen neu zu gliedern, von denen die Rosopsida alle „höheren“ Dicotyledoneen beinhalten und ihrerseits in sieben Unterklassen eingeteilt werden. Hier begegnet man wieder den Bezeichnungen „Dilleniidae“, „Rosidae“ und „Cornidae“. Allerdings unterscheiden sich diese Taxa in ihren Umgrenzungen stark von denen der Konzeption CRONQUIST's (1981, 1988).

Im folgenden werden die unterschiedlichen Gliederungen der Dilleniidae und Rosidae, beziehungsweise die ihrer Umgrenzung entsprechenden Überordnungen bei den vier geläufigsten konventionellen Systemen der letzten zehn Jahre dargestellt. Die Auszüge aus den Systemen von DAHLGREN (1989), TAKHTAJAN (1987) und THORNE (1992-b, ergänzt durch pers. Mittlg.) enthalten auch Ordnungen, die nicht in den Dilleniidae oder Rosidae des zunächst aufgeführten Systems von CRONQUIST (1988) enthalten sind. Diese sind mit „*“ gekennzeichnet. Eine Einteilung in Unterordnungen ist nur bei THORNE aufgeführt, da er seine Ordnungen sehr weit faßt und ihr jeweiliger Umfang aus der Namensgebung allein nicht deutlich wird. Auf die Verteilung der Familien innerhalb der aufgeführten Systeme wird im Kapitel 5 „Systematische Übersicht über die Mikromorphologie der Epicuticularwachse“ bei jeder Ordnung im einzelnen eingegangen.

Tabelle 1: Klassifikation der „Dialypetalae“ und „Sympetalae Pentacycliae“ nach CRONQUIST (1988).

DILLENIIDAE	Ebenales	Santalales
Dilleniales	Primulales	Rafflesiales
Theales		Celastrales
Malvales	ROSIDAE	Euphorbiales
Lecythidales	Rosales	Rhamnales
Nepenthales	Fabales	Linales
Violales	Proteales	Polygalales
Salicales	Podostemales	Sapindales
Capparales	Haloragales	Geraniales
Batales	Myrtales	Apiales
Ericales	Rhizophorales	
Diapensiales	Cornales	

Tabelle 2: Klassifikation der „Dialypetalae“ und „Sympetalae Pentacycliae“ nach DAHLGREN (1989). Taxa, die von CRONQUIST (1988) nicht in die Dilleniidae oder Rosidae gestellt werden, sind mit „*“ gekennzeichnet.

Malvanae

Malvales
 Urticales*
 Euphorbiales
 Thymelaeales
 Rhamnales

Violanae

Violales
 Cucurbitales
 Salicales
 Tamaricales
 Capparales
 Tropaeolales
 Salvadorales

Theanae

Dilleniales
 Paeoniales*
 Theales
 Lecythidales

Primulanae

Primulales
 Ebenales

Rosanae

Trochodendrales*
 Cercidiphyllales*
 Hamamelidales*
 Balanopales*
 Fagales*
 Juglandales*
 Myricales*
 Casuarinales*
 Buxales
 Geissolomatales
 Cunoniales
 Saxifragales
 Droserales
 Rosales
 Gunnerales

Proteanae

Proteales

Myrtanae

Myrtales
 Haloragidales

Rutanae

Sapindales
 Fabales
 Rutales
 Polygalales
 Geraniales
 Linales
 Celastrales
 Rhizophorales
 Balsaminales

Vitanae

Vitales

Santalanae

Santalales

Balanophoranae

Balanophorales

Aralianae

Pittosporales
 Araliales

Ericanae

Bruniales
 Fouquieriales
 Ericales
 Stylidiales*
 Sarraceniales

Cornanae

Cornales
 Eucommiales*
 Dipsacales*

Loasanae

Loasales

Tabelle 3: Klassifikation der „Dialypetales“ und „Sympetales Pentacyclae“ nach TAKHTAJAN (1987). Taxa, die von CRONQUIST (1988) nicht in die Dilleniidae oder Rosidae gestellt werden, sind mit „*“ gekennzeichnet.

DILLENIIDAE	Geissolomatales
Dilleniaceae	Saxifragales
Dilleniales	Droserales
Theaceae	Gunnerales
Actinidiales	Rosales
Paracryphiales	Crossosomatales
Theales	Podostemales
Medusagynales	Myrtaceae
Ochnales	Rhizophorales
Ancistrocladales	Myrtales
Elatiniales	Haloragales
Lecythidaceae	Fabaceae
Lecythidales	Fabales
Sarraceniaceae	Rutaceae
Sarraceniales	Connarales
Ericaceae	Sapindales
Ericales	Rutales
Diapensiales	Leitneriales*
Ebenales	Coriariales*
Sapotales	Linales
Primulales	Geraniales
Violaceae	Balsaminales
Violales	Tropaeolales
Tamaricales	Limnanthales
Fouquieriales	Polygalales
Salicales	Celastraceae
Dioncophyllales	Celastrales
Cucurbitales	Santalales
Begoniales (= Datiscales)	Rhamnaceae
Capparales	Rhamnales
Moringales	Elaeagnales
Batales	Proteaceae
Malvaceae	Proteales
Bixales (=Cistales)	Vitaceae
Malvales	Vitales
Urticaceae*	Cornaceae
Urticales*	Hydrangeales
Barbeyales*	Cornales
Euphorbiaceae	Aralidiales
Euphorbiales	Toricelliales
Thymelaeales	Apiales
ROSIDAE	Pittosporales
Rosaceae	Byblidales
Cunoniales	Dipsacales*
Bruniales	Cynomoriales

Tabelle 4: Klassifikation der „Dialypetales“ und „Sympetales Pentacycliales“ nach THORNE (1992 b; pers. Mittlg.). Taxa, die von CRONQUIST (1988) nicht in die Dilleniidae oder Rosidae gestellt werden, sind mit „*“ gekennzeichnet.

Dilleniaceae (= Theaceae)

Dilleniales (= Theales)

*Dilleniaceae**Theaceae**Sarraceniaceae**Clethraceae**Scytopetalaceae**Nepenthaceae**Hypericaceae**Lecythidaceae*

Ericales

Fouquieriales

Styracales (= Ebenales)

Ebenaceae (= *Sapotaceae*)*Styracaceae*

Primulales

*Primulaceae**Plumbaginaceae**

Polygonales*

Celastrales

Celastrales

Malvales

Malvales

*Sterculiaceae**Malvaceae*

Urticales*

Rhamnales

Euphorbiales

Violales

Violales

*Cistaceae**Violaceae**Tamaricaceae**Begoniaceae* (incl. *Cucurbitaceae*)

Capparales (= Brassicales)

Batales

Santalales

Santalales

Balanophorales

Geraniales

Linales

Rhizophorales

Geraniales

Polygalales (= Malpighiales)

Rutales

Rutales (= Sapindales)

*Rutaceae**Coriariaceae***Sapindaceae**Fabaceae***Proteales**

Proteales

Rosales

Hamamelidales*

*Trochodendraceae***Hamamelidaceae**

Casuarinales*

Balanopales (= Buxales)

*Buxaceae**Balanopaceae* (= *Daphniphyll.*)*

Bruniales

Juglandales*

*Juglandaceae***Myricaceae**

Fagales (= Betulales)*

Rosales

Saxifragales

Podostemales

Cunoniales

Araliales (= Cornales)

Brexiales (= Hydrangeales)

Cornales

*Vitaceae**Gunneraceae**Haloragaceae**Cornaceae*

Pittosporales

Araliales

Dipsacales*

Loasales

Loasales

Myrtales

Myrtales

*Lythraceae**Onagraceae**Myrtaceae*

4. Material und Methoden

4.1. Material

Es wurden 2524 Arten aus 866 Gattungen und 163 Familien untersucht. Nähere Angaben zu den einzelnen Proben, wie Herkunft und untersuchte Organe, sind zusammen mit den Untersuchungsergebnissen im Kapitel 5 „Systematische Übersicht über die Mikromorphologie der Epicuticularwachse“ bei den jeweiligen Arten, hier jedoch aus Platzgründen nicht gesondert aufgelistet.

Das frisch gesammelte Material stammt aus folgenden Botanischen Gärten: Botanischer Garten, Universität Bayreuth (BG UBT); Botanisches Museum und Botanischer Garten Berlin-Dahlem (BG B); Botanischer Garten der Ruhr-Universität, Bochum (BG BOCH); Botanischer Garten der Universität Bonn (BG BONN); Australian National Botanic Gardens, Canberra (BG CBG); Botanischer Garten der Technischen Universität Dresden (BG DR); Botanischer Garten der Universität Erlangen-Nürnberg (BG ER); Royal Botanic Gardens, Kew (BG K); Botanischer Garten der Johannes-Gutenberg-Universität, Mainz (BG MJG); Botanischer Garten der Philipps-Universität, Marburg (BG MB); Botanischer Garten München (BG M); Botanischer Versuchs- und Lehrgarten, Universität Regensburg (BG REG); Botanischer Garten, Universität Zürich (BG Z); Städtische Sukkulentsammlung Zürich (ZSS). Wo vorhanden, sind die entsprechenden Akzessionsnummern angegeben.

Aus folgenden Institutionen stammen die Herbarproben: Botanisches Museum und Botanischer Garten Berlin-Dahlem (B); Botanisches Institut und Botanischer Garten der Universität Bonn (BONN); Nationale Plantentuin van België, Meise (BR); Royal Botanic Gardens Kew (K); Botanik, Fachbereich Biologie, Philipps-Universität, Marburg (MB); Herbar, Laboratoire de Phanérogamie, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris (P). Sammler und Sammelnummer sind soweit möglich mitaufgeführt.

Von zahlreichen Arten stand Material aus persönlichen Aufsammlungen zur Verfügung: F. DITSCH aus Chile (RCH), Deutschland (D), Ecuador (EC), Madagaskar (RM), den Niederlanden (NL), Teneriffa (E) und der Türkei (TR) (Material DITSCH), Dr. E. FISCHER aus Ruanda (Material FISCHER), Dr. U. KARLOWSKI aus Uganda (Material KARLOWSKI), Dr. C. NEINHUIS aus Namibia (Material NEINHUIS), Dr. D. ROSEN aus Israel (Material ROSEN), Dipl.-Biol. I. THEISEN aus Ecuador (Material THEISEN).

4.2. Methoden

Untersucht wurden möglichst intakte Oberflächen vergleichbarer Organe, in der Regel Blätter. Diese eignen sich am besten frisch gesammelt in ausgewachsenem, jedoch nicht zu altem Zustand. Die meisten Proben stammen daher aus botanischen Gärten. In einigen Familien, in denen kein frisches Material zu erhalten war, mußte auf Herbarproben ausgewichen werden. Nicht selten finden sich auf herbarisierten Pflanzen noch gut erkennbar die ursprünglichen Wachsskulpturen, da gleichmäßiges Pressen die Oberflächenstrukturen nicht vollständig zu zerstören vermag. Als schädlich für die Wachsskulpturen hat sich jedoch das Trocknen des Herbarmaterials in Heißluftöfen, die Kontamination mit Pestiziden sowie das Aufleimen der Pflanzen auf die Herbarbögen erwiesen. In Fällen, wo keine eindeutigen Wachsskulpturen identifiziert werden können, dürfen die Daten nur mit entsprechender Einschränkung in die Auswertung einbezogen werden.

Blattunter- und Blattoberseiten wurden, wenn möglich, immer im Vergleich betrachtet. Bei Pflanzenarten mit reduzierten Blättern (z.B. sukkulente *Euphorbia*-Arten) wurden Sproßoberflächen und eventuell Blütenorgane oder Früchte untersucht. In zahlreichen anderen Fällen, besonders wenn ein skulptierter Wachselag schon makroskopisch sichtbar war, wurden Sproßoberflächen und eventuell verschiedene Blütenorgane oder Früchte ergänzend zu den Blattflächen bearbeitet.

Das Pflanzenmaterial wurde frisch oder luftgetrocknet, respektive als Herbarprobe lufttrocken, ohne chemische Fixierung oder ähnliche Vorbehandlung mit Leitsilber auf Standard-Aluminiumtellerchen aufgebracht. Mit einem Sputter-Gerät „BALZERS SCD 040“ wurde es mit einer ca. 25 nm dicken Goldschicht versehen. Die Untersuchungen wurden mit einem hochauflösenden Raster-Elektronenmikroskop des Modells „Cambridge Stereoscan 200“ durchgeführt, das mit einer Lanthan-Hexaborid-Kathode ausgerüstet ist. Bei einer Beschleunigungsspannung von 15 bis 25 kV wurde mit Vergrößerungen von 2.000 bis 60.000 fach gearbeitet.

Bei einzelnen Arten bestand Unsicherheit, ob die beobachteten Skulpturen epicuticularen, cuticularen oder epidermalen Ursprungs seien. Der Nachweis epicuticularer Wachse wurde durch 24-stündiges Einlegen in Xylol und anschließenden direkten Vergleich mit unbehandeltem Material im REM erbracht: In allen Fällen hatten sich die Skulpturen nahezu quantitativ im Xylol gelöst.

5. Systematische Übersicht über die Mikromorphologie der Epicuticularwaxse

Die Ergebnisse der raster-elektronenmikroskopischen Untersuchungen werden im folgenden taxonomisch geordnet aufgeführt und bis zur Ordnungsebene zusammengefaßt und diskutiert.

Die Reihenfolge der Ordnungen in den beiden Unterklassen entsprechen der Klassifikation von CRONQUIST (1988). Innerhalb der Ordnungen sind die Familien alphabetisch aufgelistet, ebenso Gattungen und Arten in den Familien. Die in Klammern den jeweiligen Gattungs-, Familien- und Ordnungsnamen angefügten Gattungs- und Artenzahlen stammen überwiegend aus BRUMMIT (1992), MABBERLEY (1989) und AIRY SHAW (1988). Der Umfang der einzelnen Familien richtet sich ebenfalls nach diesen Referenzwerken.

Die Nomenklatur richtet sich in der Regel nach dem „New Royal Horticultural Society Dictionary of Gardening“ (HUXLEY & al. 1992) und REVEAL (1993), lokalen Floren und monographischen Bearbeitungen, in Einzelfällen ergänzt durch den „Index Kewensis auf CD-ROM“ (Royal Botanic Gardens Kew 1993).

Zu jeder Ordnung wird eine tabellarische Übersicht über die Einordnungen der einzelnen Familien in den verschiedenen Systemen gegeben. Dabei sind folgende Klassifikationen berücksichtigt: CRONQUIST (1988), DAHLGREN (1989), TAKHTAJAN (1987), THORNE (1992 b, pers. Mittlg.). Eine Übersicht über weitere Systeme geben GOLDBERG (1986) und BRUMMIT (1992).

Die Abkürzungen für die Materialherkünfte bei den einzelnen Arten (in runde Klammern gesetzt) sind im Kapitel 4.1. „Material“ erläutert. Für die untersuchten Pflanzenorgane und die beobachteten Wachsformen (in eckige Klammern gesetzt) werden folgende Abkürzungen verwendet:

Blst: Blütenstiel-Oberfläche	3-k.: dreikantige	kant.: kantige
Bst: Blattstiel-Oberfläche	aggr.: aggregierte	kl.: kleine
Fr: Fruchtoberfläche	bandf.: bandförmige	längl.: längliche
OS: Blattoberseite	F.: Fäden	plattenf.: plattenförmige
Pet: Petalenoberfläche	gew.: gewundene	quger.: quergeriefte
Sep: Sepalenoberfläche	gl.: glatte / glattrandige	R.: Röhrchen
Spr: Sproßoberfläche	gr.: große	Ros.: Rosetten
US: Blattunterseite	häut.: häutige	Sch.: Schuppen
	irr.: unregelmäßig gerandete	St.: Stäbchen
Ø: keine Kristalloide	K.: Körnchen	verzw.: verzweigte

5.1. DILLENIIDAE TAKHTAJAN ex REVEAL & TAKHTAJAN

Die Unterklasse umfaßt nach CRONQUIST (1988) 13 Ordnungen (siehe Tabelle 1). Davon wurden die Batales bereits von ENGEL & BARTHLOTT (1988), die Dilleniales, Theales, Malvales und Lecythidales von DITSCH & BARTHLOTT (1994) wachsmikromorphologisch bearbeitet und unter systematischen Gesichtspunkten diskutiert.

Die Urticales und die Euphorbiales werden von den meisten Systematikern zusätzlich in diesen Verwandtschaftskreis einbezogen. Von den Urticales, welche schon von HENNIG & al. (1994) bearbeitet wurden, werden im Anschluß an die acht folgenden Ordnungen die Untersuchungsergebnisse einiger Vertreter angefügt, die in der genannten Bearbeitung keine Berücksichtigung fanden. Die Euphorbiales werden entsprechend CRONQUIST (1988) als Rosidae im Kapitel 5.2.11. „Euphorbiales LINDL.“ behandelt.

5.1.1. Nepenthales DUMORT.

Die drei von CRONQUIST (1981, 1988) hier zusammengestellten Familien der Droseraceae, Nepenthaceae und Sarraceniaceae sind in erster Linie dadurch gekennzeichnet, daß sie sich mittels Karnivorie eine besondere Stickstoffquelle erschlossen haben. Der stark abgeleitete Charakter dieses Merkmals spricht für eine nähere Verwandtschaft carnivorier Pflanzen. Karnivorie ist jedoch noch mehrfach unabhängig voneinander bei Blütenpflanzen entstanden, so z.B. bei den Cephalotaceae und Lentibulariaceae. Daß die nächsten Verwandten dieser Familien in gänzlich anderen Gruppierungen zu suchen sind, wird allgemein anerkannt. Es bleibt fraglich, ob die drei hier zu einer Ordnung zusammengefaßten Familien allein aufgrund der Karnivorie als eine natürliche Abstammungsgemeinschaft angesehen werden können, zumal sie sich nur in wenigen morphologischen Merkmalen ähneln.

So finden sich die einzelnen Familien bei DAHLGREN (1989) in unterschiedlichen Überordnungen, bei TAKHTAJAN (1987) sogar in unterschiedlichen Unterklassen wieder. Bei THORNE (1992 b) sind sie zwar innerhalb einer Ordnung, aber in zwei verschiedenen Unterordnungen eingeordnet. Hierbei stehen die Droseraceae und Nepenthaceae einander näher als beide jeweils zu den Sarraceniaceae.

Die engen Beziehungen zwischen Droseraceae und Nepenthaceae werden von HUBER (1991) auf die Ancistrocladaceae und Dioncophyllaceae ausgeweitet. Diese Gruppierung ist innerhalb eines Komplexes zu finden, der mit den Violales anderer Systematiker vergleichbar ist. Die Sarraceniaceae stellt er in direkte Nähe zu den Theales.

Bei GOLDBERG (1986) bekleiden die Nepenthaceae und Sarraceniaceae jeweils als eigene Ordnung gemeinsam eine Abzweigung eines sehr basalen Astes, der neben den Magnoliales, Laurales und Aristolochiales auch die Ranunculales und Haloragales umfaßt. Die Droserales zweigen zusammen mit den Saxifragales von einem „Rosifloren-Ast“ ab und bestehen außer den Droseraceae aus den Dioncophyllaceae, Byblidaceae, Podostemaceae und Hydrostachyaceae.

Auch FROHNE & JENSEN (1992) vermuten eine engere Verbindung zwischen Sarraceniaceae und Nepenthaceae und stellen für sie die Ordnung der Sarraceniales innerhalb der Cornidae auf. Die Droseraceae befinden sich im Anschluß an die Saxifragaceae innerhalb der Saxifragales.

Tabelle 5: Die Familien der Nepenthales in den konventionellen Systemen (Familien, deren Wachsmikromorphologie in diesem Kapitel vorgestellt wird, sind unterstrichen).

Familie	CRONQUIST 1988	DAHLGREN 1989	TAKHTAJAN 1987	THORNE 1992 b, pers. Mittlg.
<u>Droseraceae</u>	Dilleniidae Nepenthales	Rosanae Droserales	Rosidae Rosanae Droserales	Dilleniaceae Dilleniales Nepenthineae
Nepenthaceae ¹	Dilleniidae Nepenthales	Theanae Theales	Magnoliidae Nepenthaceae Nepenthales	Dilleniaceae Dilleniales Nepenthineae
Sarraceniaceae ¹	Dilleniidae Nepenthales	Ericanae Sarraceniales	Dilleniidae Sarraceniaceae Sarraceniales	Dilleniaceae Dilleniales Sarraceniineae

¹ Die Familie wurde von DITSCH & BARTHLOTT (1994) wachsmikromorphologisch untersucht.

Die drei Familien besitzen wachsmikromorphologisch sehr unterschiedliche Merkmalsausprägungen. Sowohl **Nepenthaceae**, als auch **Sarraceniaceae** sind durch Wachsschuppen charakterisiert (DITSCH & BARTHLOTT 1994). Diese kommen bei *Nepenthes* ausschließlich auf der Innenseite der Kannen vor, wo sie eine Tendenz zu rosettiger Anordnung aufweisen. Bei den Sarraceniaceae finden sie sich vornehmlich parallel ausgerichtet auf den Blütenstandsstielen. Allein *Darlingtonia* zeigt querverriefte Stäbchen auf den Blütenstandsstielen.

Die **Droseraceae** zeigen zumeist an ihren Sproßoberflächen Wachsskulpturen verschiedenartiger Formen. Es treten Wachsschuppen unterschiedlicher Anordnung und Randgestaltung, querverriefte Stäbchen, Fäden und Röhrchen auf. Für eine Beurteilung der systematischen Anwendbarkeit dieser Vielgestaltigkeit auf Gattungs- oder Sektionenebene ähnlich den unterschiedlichen

Trichomtypen (SEINE & BARTHLOTT 1993) bedarf es einer gezielten Erweiterung der Datenbasis für diese Familie.

Die Monophylie der Familie wird in neueren phylogenetischen Analysen bestätigt (ALBERT & al. 1992; WILLIAMS & al. 1994). Eine problematische Stellung als basaler Abzweig nimmt *Drosophyllum* ein. Dies beruht auf abweichenden Merkmalen in Anatomie und Morphologie der Samenanlagen (BOESEWINKEL 1989) und des Pollens (TAKAHASHI & SOHMA 1982). Holzana-tomisch ähnelt die Gattung den Dioncophyllaceae und Nepenthaceae (CARL-QUIST & WILSON 1995) und über diese den Ancistrocladaceae (GOTTWALD & PARAMESWARAN 1968). Derartige Beziehungen wurden schon relativ früh belegt (METCALFE 1951; SCHMID 1964). Fraglich bleibt, ob die anatomischen Ähnlichkeiten nur auf ähnlichen Habitus zurückzuführen sind. Phytochemisch wird die Theorie eines gemeinsamen Vorfahren der Droseraceae, Nepenthaceae, Dioncophyllaceae und Ancistrocladaceae unterstützt durch das gemeinsame Vorkommen von Naphthochinonen und Alkaloiden (HEGNAUER 1989).

Eine enge Verwandtschaft zwischen Droseraceae und Nepenthaceae wird durch molekularsystematische Analysen bestätigt (WILLIAMS & al. 1994). Die Sarraceniaceae werden von den meisten Systematikern nicht in die Nähe der beiden Familien gestellt. HEMNATH & al. (1992) weisen einen hohen Anteil gemeinsamer Merkmale bei Nepenthaceae und Sarraceniaceae nach. Die Möglichkeit einer engeren Verwandtschaft wird auch chemotaxonomisch bestätigt (JAY & LEBRETON 1972). DEBUHR (1975, 1977) stellt jedoch aufgrund blüten-morphologischer und embryologischer Untersuchungen engere Beziehungen zwischen Sarraceniaceae einerseits und Droseraceae und Nepenthaceae andererseits in Frage. Phylogenetische Analysen verweisen die Sarraceniaceae in eine entfernte Stellung innerhalb der Ericales (ALBERT & al. 1992).

DROSERACEAE SALISB. (4/85)

Von 14 untersuchten Arten aus zwei Gattungen zeigen sechs Arten aus einer Gattung keine Kristalloide. Die übrigen Arten zeigen meist an ihren Sproß-oberflächen Kristalloide sehr vielfältiger Ausprägung. Bei drei Arten finden sich nur schuppenförmige Kristalloide unterschiedlicher Anordnung und Randgestaltung, bei zwei Arten quergeriefte Stäbchen und Wachsschuppen und bei je einer Art fadenförmige oder röhrenförmige Kristalloide.

Dionaea ELLIS (1) - *D. muscipula* ELLIS (BG BONN 9014) [US/OS: Ø; Spr: R. + irr. Sch.]. - Keine Kristalloide auf den Blattflächen, sehr unregelmäßig geformte Wachsschuppen und röhrenförmige Kristalloide auf der Sproßoberfläche.

Drosera L. (80) - *D. adelae* F. MUELL. (BG BONN 1830) [US/OS/Spr: Ø]; *D. auriculata* BACKH. ex PLANCHON (BG BONN 480) [US/OS/Bst/Spr: Ø]; *D. binata* LABILL. 'Multifida' (BG BONN 10167) [US/OS: Ø; Spr: gek. - gef. Sch.]; *D. bulbosa* HOOK. (BG BONN 461) [US/OS: Ø; Spr: gl. - plattenf. Sch.]; *D. burmanii* VAHL (BG BONN 1835) [US/OS: Ø; Spr: F.]; *D. capensis* L.

(BG BONN 15117) [US/OS: gl. Sch.]; *D. capillaris* POIR. (BG BONN 1838) [US/OS/Spr: Ø]; *D. collinsiae* N.E. BR. (BG BONN 1840) [US/OS/Bst: Ø]; *D. erythrorrhiza* LINDL. (BG BONN 458) [US/OS/Spr: Ø]; *D. filiformis* RAF. var. *filiformis* (BG BONN 1842) [US/OS: Ø; Spr: irr. Sch.]; *D. graniticola* N.G. MARCHANT (BG BONN 6909) [US/OS: Ø; Spr: quger. St. + gl. Sch.]; *D. regia* STEPHENS (BG BONN 1851) [US/OS: Ø; Spr: quger. St. + gl. Sch.]; *D. spathulata* LABILL. (BG BONN 9022) [US/OS/Spr: Ø]. - Bei sechs Arten keine Kristalloide an allen untersuchten Oberflächen; nur eine Art mit glattrandigen Wachsschuppen auf den Blattflächen; bei sechs Arten Kristalloide auf den Sproßoberflächen, davon drei Arten mit glatten, mehr oder weniger plattenförmigen bis dicht quergestellten, gekerbten Wachsschuppen, zwei Arten mit quergelieferten Stäbchen, vergesellschaftet mit dicken, glattrandigen Schuppen, und eine Art mit fadenförmigen Wachsskulpturen (Abb. 27).

5.1.2. Violales PERLEB.

Die Ordnung umfaßt nach CRONQUIST (1988) 24 Familien, von denen in den meisten Systemen zusätzlich vier Familien abgespalten werden, so daß sich eine Gesamtzahl von 28 ergibt. Diese Familien lassen sich in erster Linie über ihr parietal plazentiertes Gynoeceum miteinander in Beziehung setzen. Der basale Teil der Ordnung weist ansonsten eher ursprüngliche Merkmale in Blütenbau und Holzanatomie auf. Darauf beruht seine häufig postulierte Zentralstellung innerhalb der Dilleniidae, von der mehrere Entwicklungslinien zu stärker abgeleiteten Ordnungen, wie den Capparales, Malvales, Primulales und Salicales führen. Dabei finden sich in allen Fällen Taxa auf Gattungs- oder Familienebene, die durch ihre Merkmalsausstattung eine vermittelnde Position einnehmen können. Beispiele sind die Flacourtiaceen-Gattung *Idesia* (Beziehungen zu den Salicales) und die Bixaceae/Cochlospermaceae (Beziehungen zu den Malvales).

Bei der großen Zahl der Familien in dieser Ordnung verwundert es nicht, daß sich einzelne Gruppen durch vermehrte Gemeinsamkeiten von den übrigen Familien abgrenzen lassen. So werden z.B. die Cucurbitaceae, Achariaceae, Begoniaceae und Daticaceae gelegentlich zur Ordnung der Cucurbitales, die Tamaricaceae und Frankeniaceae als Tamaricales zusammengefaßt. Auch die Cistaceae, Bixaceae und Cochlospermaceae weisen enge Beziehungen zueinander auf.

Die nahe Verwandtschaft einer zentralen Gruppe von Familien, an deren Basis die Flacourtiaceae stehen, wird von den meisten Systematikern nicht angezweifelt. Hierzu werden außerdem die Lacistemataceae, Berberidopsidaceae, Peridiscaceae, Passifloraceae, Malesherbiaceae, Turneraceae, Scyphostegiaceae und Violaceae gezählt.

Besonders kontrovers wird die Stellung der Hoplestigmataceae, Fouquieriaceae und Loasaceae diskutiert. Jede dieser Familien zeigt unterschiedliche Beziehungen zu den Asteridae sensu lato. Die Hoplestigmataceae werden

häufig in direkte Nähe zu den Boraginaceae gestellt, die beiden anderen Familien meistens in etwas isolierter Position in der Nähe Iridoid-haltiger Ordnungen, wie den Cornales und Ericales.

HUBER (1991) faßt die Ordnung sehr eng mit Flacoutiaceae, Violaceae und Elaeocarpaceae. Als Satellitenfamilien siedelt er die Sauvagesiaceae und Ochnaceae in die direkte Nähe der Ordnung. Für die Elaeocarpaceae wird bei den meisten Systematikern eine engere Verwandtschaft entweder zu den Tiliaceae (Malvales) oder zu den Rhizophoraceae (Rhizophorales) postuliert. Die Ochnaceae, in die die Sauvagesiaceae in der Regel einbezogen sind (AMARAL 1991), werden zumeist in die Theales eingeordnet. Die übrigen Familien, die üblicherweise zu den Violales gezählt werden, finden sich bei HUBER (1991) aber ebenfalls innerhalb des Verwandtschaftskomplexes, der neben den Violales auch die Malvales, Urticales und Santalales umfaßt.

Bei GOLDBERG (1986) sind von den Violales die Cistaceae, Bixaceae und Cochlospermaceae als Cistales abgetrennt. Beide bilden eine Abzweigung eines „Theifloren-Astes“, als dessen basisnächste Gruppe die Dilleniales, als abgeleitete Gruppen die Rhamnales einerseits und die Balanophorales andererseits angesiedelt sind. Die Begoniaceae und Datisceae finden sich als Begoniales als Abzweig eines „Rosifloren-Astes“, der an seiner Basis die Rosales, am distalen Ende die Dipsacaceae aufweist.

In molekularsystematischen Analysen (CHASE & al. 1993; HEMPEL & al. 1995) tritt keine Gruppierung auf, die in ihrer Zusammensetzung den Violales entspräche. Die meisten Familien sind verstreut in verschiedenen Rosiden-Ästen zu finden. Einzig die Datisceae, Begoniaceae und Cucurbitaceae stehen in direkter Beziehung zueinander, jedoch zusammen mit den Coriariaceae als Schwestergruppe der „höheren Hamamelididae“, d.h. der Fagales. Sowohl die Fouquieriaceae als auch die Loasaceae sind innerhalb von Verwandtschaftskomplexen angesiedelt, die innerhalb der Asteridae sensu lato eine basale Abzweigung bilden.

Von den 28 nach CRONQUIST (1988) hier einzuordnenden Familien liegen für die folgenden zehn bereits Daten vor: Ancistrocladaceae, Bixaceae, Cistaceae, Dioncophyllaceae, Cochlospermaceae, Huaceae, Plagiopteraceae und Stachyuraceae (DITSCH & BARTHLOTT 1994), Frankeniaceae und Fouquieriaceae (ENGEL & BARTHLOTT 1988). Die meisten weisen keine oder schuppenförmige Kristalloide auf. Bemerkenswert sind die Ancistrocladaceae und Dioncophyllaceae mit zum Teil parallel gerichteten Wachsschuppen, die Cochlospermaceae mit rosettenförmig aggregierten Schuppen und die Stachyuraceae mit röhrenförmigen Wachsskulpturen.

Tabelle 6: Die Familien der Violales in den konventionellen Systemen (Familien, deren Wachsmikromorphologie in diesem Kapitel vorgestellt wird, sind unterstrichen).

Familie	CRONQUIST 1988	DAHLGREN 1989	TAKHTAJAN 1987	THORNE 1992 b, pers. Mittlg.
<u>Achariaceae</u>	Dilleniidae Violales	Violanae Cucurbitales	Dilleniidae Violanae Violales	Violanae Violales Violineae
Ancistrocladac. ¹	Dilleniidae Violales	Theanae Theales	Dilleniidae Theanae Ancistrocladal.	Dilleniaceae Dilleniales Nepenthineae
<u>Begoniaceae</u>	Dilleniidae Violales	Violanae Cucurbitales	Dilleniidae Violanae Begoniales	Violanae Violales Begoniineae
<u>Berberidopsidac.</u>	(in Flacourtiac.)	Violanae Violales	Dilleniidae Violanae Violales	(in Flacourtiac.)
Bixaceae ¹	Dilleniidae Violales	Malvanae Malvales	Dilleniidae Malvanae Bixales	Violanae Violales Cistineae
<u>Caricaceae</u>	Dilleniidae Violales	Violanae Violales	Dilleniidae Violanae Violales	Violanae Violales Violineae
Cistaceae ¹	Dilleniidae Violales	Malvanae Malvales	Dilleniidae Malvanae Bixales	Violanae Violales Cistineae
Cochlospermac. ¹	(in Bixaceae)	Malvanae Malvales	Dilleniidae Malvanae Bixales	Violanae Violales Cistineae
<u>Cucurbitaceae</u>	Dilleniidae Violales	Violanae Cucurbitales	Dilleniidae Violanae Cucurbitales	Violanae Violales Begoniineae
<u>Datisceae</u>	Dilleniidae Violales	Violanae Cucurbitales	Dilleniidae Violanae Begoniales	Violanae Violales Begoniineae
Dioncophyllac. ¹	Dilleniidae Violales	Theanae Theales	Dilleniidae Violanae Dioncophyllales	Dilleniaceae Dilleniales Nepenthineae
Dipentodontaceae	Rosidae Santalales	Violanae Violales	Dilleniidae Violanae Violales	Violanae Violales Violineae

<u>Flacourtiaceae</u>	Dilleniidae Violales	Violanae Violales	Dilleniidae Violanae Violales	Violanae Violales Violineae
<u>Fouquieriaceae</u> ²	Dilleniidae Violales	Ericanae Fouquieriales	Dilleniidae Violanae Fouquieriales	Dilleniaceae Fouquieriales
<u>Frankeniaceae</u> ²	Dilleniidae Violales	Violanae Tamaricales	Dilleniidae Violanae Tamaricales	Violanae Violales Tamaricineae
<u>Hoplostigmataceae</u>	Dilleniidae Violales	Solananae Boraginales	Lamiidae Solanae Boraginales	Solananae Solanales Boraginiaceae
<u>Huaceae</u> ¹	Dilleniidae Violales	Malvanae Malvales	Dilleniidae Malvanae Malvales	Malvanae Malvales Sterculiineae
<u>Lacistemataceae</u>	Dilleniidae Violales	(in Flacourtiac.)	Dilleniidae Violanae Violales	Violanae Violales Violineae
<u>Loasaceae</u>	Dilleniidae Violales	Loasanae Loasales	Lamiidae Loasanae Loasales	Loasanae Loasales
<u>Malesherbiaceae</u>	Dilleniidae Violales	Violanae Violales	Dilleniidae Violanae Violales	Violanae Violales Violineae
<u>Neumanniaceae</u> (= Aphloiaceae)	(in Flacourtiac.)	Violanae Violales	Dilleniidae Violanae Violales	(in Flacourtiac.)
<u>Passifloraceae</u>	Dilleniidae Violales	Violanae Violales	Dilleniidae Violanae Violales	Violanae Violales Violineae
<u>Peridiscaceae</u>	Dilleniidae Violales	Violanae Violales	Dilleniidae Violanae Violales	Violanae Violales Violineae
<u>Physenaceae</u>	Hamamelidae Urticales (app. pro temp.)	Violanae Violales	Rosidae Rutanae Sapindales	(incertae sedis)
<u>Plagiopteraceae</u> ¹	(in Flacourtiac.)	Malvanae Malvales	Dilleniidae Malvanae Malvales	Malvanae Malvales Sterculiineae
<u>Salicaceae</u>	Dilleniidae Salicales	Violanae Salicales	Dilleniidae Violanae Salicales	Violanae Violales Violineae

<u>Scyphostegiaceae</u>	Dilleniidae Violales	Violanae Violales	Dilleniidae Violanae Violales	Violanae Violales Violineae
Stachyuraceae ¹	Dilleniidae Violales	Theanae Theales	Dilleniidae Theanae Theales	Dilleniaceae Dilleniales Theineae
<u>Tamaricaceae</u>	Dilleniidae Violales	Violanae Tamaricales	Dilleniidae Violanae Tamaricales	Violanae Violales Tamaricineae
<u>Turneraceae</u>	Dilleniidae Violales	Violanae Violales	Dilleniidae Violanae Violales	Violanae Violales Violineae
<u>Violaceae</u>	Dilleniidae Violales	Violanae Violales	Dilleniidae Violanae Violales	Violanae Violales Violineae

¹ Die Familie wurde von DITSCH & BARTHLOTT (1994) wachsmikromorphologisch untersucht.

² Die Familie wurde von ENGEL & BARTHLOTT (1988) wachsmikromorphologisch untersucht.

Die **Ancistrocladaceae** und **Dioncophyllaceae** weisen enge Beziehungen in anatomischen (GOTTWALD & PARAMESWARAN 1968) und phytochemischen Merkmalen (HEGNAUER 1989) zueinander und zu Nepenthaceae und Droseraceae auf. Nach phylogenetischen Analysen sind sie mit den Centrospermen näher verwandt (WILLIAMS & al. 1994), bei denen ebenfalls gerichtete Wachsschuppen beobachtet wurden (ENGEL & BARTHLOTT 1988).

Nach den Ergebnissen serologischer Untersuchungen sind die **Stachyuraceae** nicht näher mit den Violales verwandt (KOLBE & JOHN 1979). Röhrenförmige Wachsskulpturen bei *Stachyurus* bestätigen dies (DITSCH & BARTHLOTT 1994).

Sowohl pollenmorphologisch (KEATING 1975), als auch serologisch (KOLBE & JOHN 1979) zeigen die **Bixaceae** und **Cistaceae** deutliche Unterschiede zu den Violales und speziell zu den Flacourtiaceae. Wachsmikromorphologisch passen die Cistaceae besser in die Malvales (DITSCH & BARTHLOTT 1994). Das Fehlen von Kristalloiden bei den Bixaceae läßt keine Aussage über mögliche Beziehungen zu. Wachsmikromorphologisch unterscheiden sich die Cochlospermaceae von den Bixaceae und den meisten Malvales (DITSCH & BARTHLOTT 1994). Mit ihren rosettenförmig aggregierten Schuppen zeigen sie deutliche Ähnlichkeiten mit mehreren Familien der Violales.

Die **Plagiopteraceae** zeigen pollenmorphologisch mehr oder weniger enge Beziehungen zu den Flacourtiaceae und Elaeocarpaceae (BAAS & al. 1979). Letztere werden in die Malvales, Violales oder Rhizophorales gestellt. Mögliche Beziehungen über die Elaeocarpaceae und Rhizophoraceae zu den Celastrales werden durch embryologische Merkmale unterstützt (TANG 1994).

Die Epicuticularwachse vermögen keine Klärung der Verwandtschaftsverhältnisse herbeizuführen (DITSCH & BARTHLOTT 1994).

Die im folgenden aufgeführten 20 Familien wurden anhand von 216 Arten aus 73 Gattungen untersucht. Bei acht Familien finden sich keine skulptierten Wachse: **Achariaceae**, **Daticaceae**, **Hoplostigmataceae**, **Loasaceae**, **Malesherbiaceae**, **Neumanniaceae**, **Scyphostegiaceae** und **Turneraceae**. Ebenso wie ihre 31 Arten aus 18 Gattungen verhalten sich auch 101 Arten aus 36 Gattungen von sieben weiteren Familien.

Die von den meisten Systematikern angenommene nahe Verwandtschaft zwischen **Begoniaceae** und **Daticaceae** wird durch embryologische (BOESE-WINKEL 1984 b), anatomische und morphologische (DAVIDSON 1973) sowie blütenontogenetische Daten unterstützt (LEINS & BONNERY-BRACHTENDORF 1977). Auch neuere holzanatomische Untersuchungen (CARLQUIST 1985 b) und molekularsystematische Analysen (SWENSEN & al. 1994) bestätigen dies. Unterschiede im Flavonoidgehalt sprechen jedoch gegen enge Beziehungen zwischen **Begoniaceae** und **Daticaceae** (BOHM 1988). Die florale Blütenentwicklungsgeschichte gibt Hinweise, daß die beiden Familien nicht mit den **Violales** verwandt seien (MERXMÜLLER & LEINS 1971; RONSE-DECRAENE & SMETS 1987). Beide Familien weisen meist keine Wachsskulpturen auf. Nur in Einzelfällen finden sich bei den **Begoniaceae** Wachsschuppen.

Morphologische und embryologische Merkmale, die für eine nahe Verwandtschaft der **Hoplostigmataceae** zu den **Boraginaceae** sprechen, werden durch palynologische Befunde gestützt (NOWICKE & MILLER 1989). Ihr parietales Gynoeceum spricht für engere Beziehungen zu den **Violales**. Das Fehlen von skulptierten Wachsen stützt keine der beiden Möglichkeiten.

Das zentrifugale Androeceum von *Loasa* und die parietale Plazentation sind die Hauptgründe für die Einordnung der **Loasaceae** in die **Violales**. Der Nachweis von zentripetaler Staminaleinsertion bei *Mentzelia* hat zunächst zu Spekulationen über einen polyphyletischen Ursprung der Familie geführt (LEINS & WINHARD 1973; RONSE-DECRAENE & SMETS 1987). HUFFORD (1990) beschreibt Zwischenformen und führt die unterschiedlichen Ausprägungen auf ein gemeinsames genetisches Grundmuster zurück. Die Natürlichkeit der Familienumgrenzung wird durch pollenmorphologische und blattanatomische Daten bestätigt (POSTON & NOWICKE 1990, 1993). BROWN & KAUL (1981) schließen aus der Blütenstruktur auf Beziehungen zu den **Aizoaceae sensu lato**. Molekularsystematische Analysen (DOWNIE & PALMER 1992; HEMPEL & al. 1995) bestätigen eine systematische Nähe der **Loasaceae** zu den **Asteridae sensu lato**, wie sie aufgrund ihrer Holzanatomie (CARLQUIST 1984 b) und ihres Gehalts an Flavonoiden (GORNALL & al. 1979) und Iridoiden (KOOIMAN 1974) postuliert werden. Dies läßt sich nach HUFFORD (1990) auch mit der Vielfalt unterschiedlicher Androecealtypen in der Familie vereinbaren. Aufgrund der

Wachsmikromorphologie können die unterschiedlichen Verwandtschaftsverhältnisse nicht unterstützt oder widerlegt werden.

Die blütenmorphologische Ähnlichkeit der **Malesherbiaceae** und **Turneraceae** zu den **Passifloraceae** findet Bestätigung in holzanatomischen (CARLQUIST 1984 a) und phytochemischen Untersuchungsergebnissen (SPENCER & SEIGLER 1985 a; SPENCER & al. 1985). Weder bei den **Malesherbiaceae** noch bei den **Turneraceae** wurden Wachsskulpturen gefunden, was sie von den **Passifloraceae** unterscheidet.

Weder anatomische, noch morphologische oder blütenontogenetische Untersuchungen können eine Stellung der **Scyphostegiaceae** in der Nähe der **Flacourtiaceae** mit Sicherheit bestätigen (METCALFE 1956; DING 1972; VAN HEEL 1967, 1977). Auch die Wachsmikromorphologie vermag nicht, die Verwandtschaftsverhältnisse dieser monotypischen Familie zu klären.

Die vier hier untersuchten Arten der **Frankeniaceae** und **Fouquieriaceae** weisen keine Kristalloide auf. Dies bestätigt die Ergebnisse von ENGEL & BARTHLOTT (1988). Die **Fouquieriaceae** zeigen phytochemische (DAHLGREN & al. 1976) und holzanatomische Beziehungen (CARLQUIST 1992 a) zu den **Ericales** und **Cornales**. BEHNKE (1975, 1976) schlägt vor, *Fouquieria* und *Frankenia* wegen ihrer Siebröhren-Plastiden zu den **Tamaricales** zu stellen. Aufgrund ihres Flavonoidgehalts sehen GORNALL & al. (1979) enge Beziehungen zwischen **Tamaricaceae** und **Frankeniaceae**. Die holzanatomischen Ähnlichkeiten zwischen den beiden Familien sind eventuell ökologisch bedingt (WHALEN 1987). Die **Tamaricaceae** weisen als einzige Familie dieser Ordnung durchgehend Röhrrchen und gewundene Stäbchen auf, was eine Ausgliederung aus den **Violales** und mögliche Beziehungen zu den **Ericales** unterstützt.

Die **Flacourtiaceae**, **Lacistemataceae** und **Violaceae** zeigen selten Wachsskulpturen auf ihren Oberflächen. Die in diesen Familien auftretenden ungerichteten Wachsschuppen eignen sich nicht zur Evaluierung von Verwandtschaftsverhältnissen in dieser Ordnung. Das gleiche gilt für die in Einzelfällen bei den **Cucurbitaceae** und **Violaceae** vorkommenden quergerieften Stäbchen, dreikantigen Stäbchen und Fäden.

Nach MILLER (1975) sind die **Flacourtiaceae** holzanatomisch nicht durch apomorphe Merkmale zu charakterisieren. Eine Ausgliederung von *Aphloia*, *Lacistema*, *Peridiscus*, *Plagiopteron* und den **Berberidopsidaeae** führt zu einer einheitlicheren Umschreibung der Familie. Dies wird durch karyologische (MORAWETZ 1981) und anatomische (LEMKE & ANGERSTEIN 1992) Untersuchungen gestützt. In seiner Synopsis der **Flacourtiaceae** faßt LEMKE (1988) die Familie ebenfalls in engere Grenzen.

Die **Berberidopsidaeae** weichen von den untersuchten **Flacourtiaceae** durch ihre dicht stehenden, gruppenweise parallel angeordneten Wachsschuppen ab, was für die Eigenständigkeit der Gattung als eigene Familie oder

Unterfamilie spricht. Dies bestätigen anatomische (BAAS 1984 a) und palynologische Untersuchungsergebnisse (KEATING 1975; GAVRILOVA 1993). Blüten- und Fruchtmerkmale (VAN HEEL 1984) sowie phytochemische Daten (JAROSZEWSKI & al. 1988) sprechen für eine basale Stellung der Berberidopsideae innerhalb der Flacourtiaceae. Der Nachweis von cyanogenen Glykosiden (SPENCER & SEIGLER 1985 b) deutet auf eine Vermittlerrolle der Tribus zwischen Flacourtiaceae und Passifloraceae. Dies findet Unterstützung in der Wachsmikromorphologie.

Für die **Caricaceae**, **Passifloraceae** und **Peridiscaceae** sind rosettig aggregierte Wachsschuppen charakteristisch. Sie treten auch bei einigen **Cucurbitaceae** auf.

Der Gehalt bestimmter cyanogener Glycoside spricht für eine enge Verwandtschaft von **Passifloraceae**, **Malesherbiaceae**, **Turneraceae**, **Caricaceae** und **Flacourtiaceae** (HEGNAUER 1977; SPENCER 1987). Der ursprünglichste Pollen innerhalb der Passifloraceae findet sich bei der Gattung *Adenia* (PRESTING 1965), welche ebenfalls durch Wachstrosetten gekennzeichnet ist. Dies läßt sich als Hinweis auf einen gemeinsamen Ursprung mehrerer Entwicklungslinien an der Basis der Violales deuten, die unter anderem zu Caricaceae und Cucurbitaceae führen.

Die **Cucurbitaceae** passen zwar holzanatomisch (CARLQUIST 1992 b), nicht jedoch samenanatomisch (SINGH & DATHAN 1990) in die Violales. Eine isolierte Stellung als eigene Ordnung wird auch von JEFFREY (1990 a) befürwortet. Nach der neuesten Klassifikation der Familie (JEFFREY 1990 b) finden sich rosettig aggregierte Wachsschuppen in mehreren Triben der Cucurbitoideae, was dafür spricht, daß es sich um ein ursprüngliches Merkmal der Familie handelt. Auch die massiven, längsgerieften Skulpturen von *Benincasa hispida* sind vermutlich von Wachstrosetten abzuleiten. Dreikantige Stäbchen und querverriefte Stäbchen finden sich nur in Einzelfällen.

SPENCER & SEIGLER (1984) nehmen für die **Caricaceae** eine zwischen den Violales und Capparales vermittelnde Position an wegen des Vorkommens sowohl von cyanogenen Glykosiden, als auch von Glucosinolaten. Nach den serologischen Untersuchungen von KOLBE & JOHN (1979) weisen die Caricaceae keine Beziehungen zu den Violales auf. Die Wachstrosetten auf den Blattoberflächen sprechen für eine nähere Verwandtschaft insbesondere zu den Passifloraceae und Cucurbitaceae.

ACHARIACEAE HARMS (3/4)

Auf den untersuchten Arten wurden keine Kristalloide nachgewiesen.

Acharia THUNB. (1) - *A. tragodes* THUNB. (B: ECKLON & ZEYHER XXI.3/105.2) [US/OS: Ø].
Ceratiocycos NEES (1) - *C. ecklonii* NEES (B: ECKLON 1797) [US/OS: Ø].

BEGONIACEAE C. AGARDH (3/900)

Von den 35 untersuchten Arten aus drei Gattungen zeigen nur drei Arten aus einer Gattung schuppenförmige Kristalloide. Diese sind in einem Fall mehr oder weniger glattrandig und plattenförmig, in zwei Fällen mehr oder weniger unregelmäßig gerandet.

Begonia L. (900) - *B. bogneri* ZIESENHENNE (BG M) [US/OS: Ø]; *B. bowerae* ZIESENHENNE (BG M) [US/OS: Ø]; *B. caroliniaefolia* REGEL (BG MB) [US/OS: Ø]; *B. castaneaefolia* OTTO & DIETR. (BG M) [US/OS: Ø]; *B. crispula* BRADE (BG MB) [US/OS: Ø]; *B. diadema* LINDEN (BG MB) [US/OS: Ø]; *B. dichroa* SPRAGUE (BG MB) [US/OS: Ø]; *B. dietrichiana* IRMSCH. (BG M) [US/OS: Ø]; *B. dregei* OTTO & DIETR. (BG MB) [US/OS: Ø]; *B. egregia* N.E. BR. (BG ER) [US/OS: Ø]; *B. ficicola* IRMSCH. (BG MB) [US/OS: Ø]; *B. foliosa* KUNTH (BG MB; Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]; *B. fuchsoides* HOOK. (BG MB) [US/OS: Ø]; *B. glabra* AUBLET (BG BONN 24774) [US/OS: Ø]; *B. goeensis* N.E. BR. (BG MB) [US/OS: Ø]; *B. kalbreyeri* (OLIVER) L.B. SMITH & SCHUBERT (B: W. KALBREYER 1789) [US/OS: Ø]; *B. listada* L.B. SMITH & D.C. WASSHAUSEN (BG MB) [US/OS: Ø]; *B. luxurians* SCHEIDW. (BG MB) [US/OS: Ø]; *B. manicata* BRONGN. ex CELS. (BG BONN) [US/OS/Spr: gl. + irr. - bandf. Sch.]; *B. metallica* W.G. SMITH (BG MB) [US/OS: Ø]; *B. natalensis* HOOK. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *B. organensis* BRADE (BG MB) [US/OS: Ø]; *B. oxyphylla* A. DC. (BG MB) [US/OS: Ø]; *B. petasitifolia* BRADE (BG BONN 2234) [US/OS: Ø; Spr: irr. Sch.]; *B. polygonoides* HOOK. f. (BG M) [US: gl. - plattenf. Sch.; OS: Ø]; *B. prismatocarpa* HOOK. (BG M) [US/OS: Ø]; *B. pulchella* RADDI (BG M) [US/OS: Ø]; *B. rhopalocarpa* WARB. (BG M) [US/OS: Ø]; *B. rufosericea* TOLEDO (BG MB) [US/OS: Ø]; *B. sanguinea* RADDI (BG M) [US/OS: Ø]; *B. socotrana* HOOK. f. (BG MB) [US/OS: Ø]; *B. subacida* IRMSCH. (BG MB) [US/OS: Ø]; *B. sutherlandii* HOOK. f. (BG MB) [US/OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide, bei zwei Arten mehr oder weniger unregelmäßige, bei einer Art glatte bis plattenförmige Wachsschuppen.

Hillebrandia OLIVER (1) - *H. sandwicensis* OLIVER (B: C.N. FORBES 1838) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Symbegonia WARB. (12) - *S. beccarii* IRMSCH. (B: BECCARI 4504) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

BERBERIDOPSISACEAE TAKHTAJAN (2/3)

Die untersuchte Art weist auf beiden Blattflächen unregelmäßig gezähnte Wachsschuppen auf, meist in gruppenweise paralleler Anordnung entsprechend dem *Hypericum*-Typ angeordnet, stellenweise mit Tendenz zu rosettigen Clustern.

Berberidopsis HOOK. f. (2) - *B. corallina* HOOK. f. (BG MB) [US/OS: irr. Sch.].

CARICACEAE DUMORT. (4/31)

Alle vier Gattungen zeigen meist unregelmäßig gerandete Wachsschuppen in deutlich rosettiger Anordnung. Nur bei vier von zwölf untersuchten Arten finden sich keine Kristalloide.

Carica L. (22) - *C. jamaicensis* URBAN (BG ER) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *C. monoica* DESF. (BG BONN) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *C. papaya* L. 'Solo' (BG BONN 899-20; BG ER) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *C. parviflora* (A. DC.) SOLMS (BG BONN 7662) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *C. pubescens* LENNÉ & C. KOCH (BG BONN) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]. - Meist gezähnte bis unregelmäßig gerandete, seltener glattrandige Wachsschuppen, jeweils in Rosetten angeordnet.

Cylicomorpha URB. (2) - *C. parviflora* URBAN var. *brachyloba* URBAN (B: A. STOLZ 1867) [US/OS: Ø]; *C. solmsii* URBAN (B: BÜSGEN 220) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]. - Bei einer Art keine Kristalloide, bei der anderen Art auf der Blattunterseite unregelmäßig gerandete Wachsschuppen, deutlich in Rosetten angeordnet.

Jacaratia A. DC. (6) - *J. corumbensis* KUNTZE (B: HOROVITZ 1115) [US/OS: Ø]; *J. digitata* (POEPP. & ENDL.) SOLMS (B: BADILLO, HOROVITZ & JIMENEY 4233) [US/OS: Ø]; *J. hassleriana* CHODAT (ZSS 912969/a) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *J. spinosa* (AUBLET) A. DC. (B: CAZALET & PENNINGTON 5204) [US/OS: Ø]. - Bei allen Herbarherkünften keine Kristalloide, bei einer Art aus Kultur unregelmäßig gerandete Wachsschuppen, in Rosetten angeordnet.

Jarilla RUSBY (1) - *J. heterophylla* (CERV. ex LA LLAVE) RUSBY ssp. *heterophylla* RUSBY (B: H.S. GENTRY & C.L. GILLY 10753) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]. - Auf beiden Blattflächen dicht stehende Rosetten aus glattrandigen bis unregelmäßigen Wachsschuppen.

CUCURBITACEAE JUSS. (121/760)

Von den 32 untersuchten Arten aus 21 Gattungen weisen 20 Arten aus 15 Gattungen keine Kristalloide auf. Bei einer Art finden sich quergeriefte, bei einer anderen Art dreikantige Stäbchen. Neun Arten aus acht Gattungen weisen schuppenförmige Kristalloide auf, bei drei Arten aus drei Gattungen sind diese rosettig angeordnet. Die massiven längsgerieften Kristalloide auf der Fruchtoberfläche von *Benincasa*, die formal an die längsaggregierten Stäbchen des *Strelitzia*-Typs erinnern, lassen sich aus rosettig angeordneten Wachsschuppen ableiten, die infolge übermäßiger Wachsausscheidung eine stark elongierte Form annehmen (siehe Kapitel 5.1.3 „Salicales LINDL.“). Chemisch unterscheiden sie sich deutlich von den Wachsskulpturen des *Strelitzia*-Typs, die bei den Monocotyledoneen zu finden sind (MEUSEL & al. 1994).

Apodanthera ARN. (15) - *A. spec.* (BG BONN 2432) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Benincasa SAVI (1) - *B. hispida* (THUNB.) COGN. (BG BONN 1057) [US/OS/Ranke: Ø; Fr: längsger. St. + Sch.]. - Auf den Blattflächen keine Kristalloide, auf der Fruchtoberfläche sehr große, kompakte Skulpturen mit deutlicher Längsriefung und oft apikal aufgesetzten Wachsschuppen.

Bryonia L. (12) - *B. cretica* L. (BG BONN 4864-40) [US/OS: Ø]; *B. dioica* JACQ. (BG BONN 3369-90) [US/Ranke: Ø; OS/Fr: gl. - gek. Sch.]. - Nur auf der Blattoberseite und Fruchtoberfläche einer Art kleine, glattrandige bis gekerbte Wachsschuppen.

Citrullus SCHRADER (3) - *C. colocynthis* (L.) SCHRADER (BG BONN 3385) [US/Ranke: Ø; OS: irr. Sch.]; *C. lanatus* (THUNB.) MATSUM. & NAKAI (BG BONN 6970) [US/OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide, nur auf der Blattoberseite einer Art verstreut kleine, unregelmäßig gerandete Wachsschuppen.

Cucumis L. (30) - *C. metulifera* E. MEY. ex SCHRADER (BG BONN 3373) [US/OS/Ranke: Ø]; *C. sativus* L. (BG BONN 3374-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Cucurbita L. (27) - *C. ficifolia* BOUCHÉ (BG BONN 3371) [US/OS/Ranke: Ø]; *C. moschata* (DUCHESNE ex LAM.) DUCHESNE ex POIRET (BG BONN 3372) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Cyclanthera SCHRADER (15) - *C. brachystachya* (SER.) COGN. (BG BONN 6969) [US/OS/Ranke: Ø]; *C. pedata* (L.) SCHRADER (BG BONN 3368) [US/OS/Ranke: Ø; Fr: quger. St. + irr. Sch.]. - Meist keine Kristalloide, nur auf der Fruchtoberfläche einer Art quergeriefte Stäbchen in Kombination mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen.

Ecballium A. RICH. (1) - *E. elaterium* (L.) A. RICH. (BG BONN 6285) [US: Ø; OS: gl. Sch.]. - Auf der Blattoberseite kleine, glattrandige bis plattenförmige Wachsschuppen.

Echinocystis TORREY & A. GRAY (1) - *E. lobata* (MICHX.) TORR. & A. GRAY (BG REG) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Echinopepon NAUDIN (12) - *E. wrightii* (A. GRAY) S. WATS. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Gurania (SCHLDL.) COGN. (75) - *G. makoyana* (LEM.) COGN. (BG MB) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Ibervillea E. GREENE (3) - *I. sonora* (S. WATS.) GREENE (BG BONN 2276) [US/OS: 3-k. St.]. - Auf beiden Blattflächen dreikantige Stäbchen.

Kedrostis MEDIK. (23) - *K. africana* (L.) COGN. (BG BONN 15681) [US/OS: Ø]; *K. elongata* KERAUDREN (BG BONN 15521) [US/OS: irr. Sch.]. - Eine Art ohne Kristalloide, eine Art mit sehr unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen.

Momordica L. (45) - *M. rostrata* ZIMM. (BG BONN 15453) [US: Ø; OS: gl. Sch.]; *M. stefaninii* (CHIOV.) CUFOD. (BG BONN 2027) [US/OS: gl. - irr. Sch.]. - Bei einer Art auf der Blattoberseite kleine, glattrandige Wachsschuppen, bei der anderen Art auf beiden Blattflächen dicht stehende, glattrandige bis gekerbte Wachsschuppen mit Tendenz zu rosettiger Anordnung.

Nealsomitra HUTCH. (12) - *N. podagrica* v. STEENIS (BG M) [US/OS: Ø]; *N. sarcophylla* (WALLICH) HUTCH. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Odosicyos KERAUDREN (1) - *O. spec.* (BG BONN 8684) [US/OS: gl. Sch.; Bst: irr. Sch.]. - Auf allen untersuchten Oberflächen dichte Bestände schuppenförmiger Kristalloide, auf den Blättern glattrandig, auf dem Blattstiel gekerbt bis gefranst (Abb. 9).

Sicyos L. (25) - *S. angulatus* L. (BG BONN 3370) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Thladiantha BUNGE (23) - *T. dubia* BUNGE (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Trichosanthes L. (15) - *T. cucumerina* L. var. *anguina* (L.) HAINES (BG DR) [Fr: gl. - gek. Sch. in Ros.]; *T. kirilowii* MAXIM. var. *japonica* (MIQ.) KITAM. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide auf den Blattoberflächen, glattrandige bis gekerbte Wachsschuppen in dichten Rosetten auf der Fruchtoberfläche.

Trochomeriopsis COGN. (1) - *T. diversifolia* COGN. (ZSS 911034/0) [US/OS: gl. - gek. Sch. in Ros.]. - Auf beiden Blattseiten glattrandige bis gekerbte Wachsschuppen in dichten Rosetten.

Xerosicyos HUMBERT (4) - *X. danguyi* HUMBERT (BG BONN) [US/OS: Ø]; *X. decaryi* GUILL. & KERAUDREN (BG BONN) [US/OS: Ø]; *X. perrieri* HUMBERT (BG BONN) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

DATISACEAE R. BR. (3/4)

Keine der drei untersuchten Arten zeigt Kristalloide.

Datisca L. (2) - *D. cannabina* L. (BG BONN 630-90) [US/OS: Ø]; *D. glomerata* (PRESL) BAILL. (B: V. DURAN 3494) [US/OS: Ø].

Octomeles MIQ. (1) - *O. moluccana* TEYSM. & BINN. ex HASSK. (B: M.S. CLEMENS 8506 C; W. SCHIEFENHÖVEL 10) [US/OS: Ø].

FLACOURTIACEAE RICH. ex DC. (87/875)

Von 14 untersuchten Arten aus neun Gattungen zeigen zehn Arten aus sieben Gattungen keine Kristalloide, alle übrigen glattrandige bis gekerbte oder gezähnte Wachsschuppen. Bei zwei Arten aus zwei Gattungen sind sie auf die Blattoberseite beschränkt, bei einer Art auf die Blattunterseite. Bei einer Art finden sich relativ dichte Bestände auf beiden Blattseiten.

Azara RUÍZ & PAVÓN (10) - *A. microphylla* HOOK. f. (BG BONN 549) [US: gl. - gek. Sch.; OS: Ø]; *A. petiolaris* (D. DON) I.M. JOHNST. (BG BOCH) [US/OS: Ø]; *A. serrata* RUÍZ & PAVÓN (BG BONN 550) [US/OS: Ø]. - Zwei Arten ohne Kristalloide, eine Art mit glattrandigen bis gekerbten Wachsschuppen auf der Blattunterseite.

Flacourtia COMM. ex L'HÉRIT. (15) - *F. indica* (BURM. f.) MERR. (BG M) [US/OS: Ø]; *F. inermis* ROXB. (BG M) [US/OS: Ø]; *F. jangomas* (LOUR.) RÄUSCHEL (BG B) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Grandidiera JAUB. (1) - *G. boivinii* JAUB. (K: FRIIS, VOLLEMSSEN, HASSEM) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Idesia MAXIM. (1) - *I. polycarpa* MAXIM. (BG BONN 3364) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Kiggelaria L. (1) - *K. africana* L. (BG B 019-79-74-80) [US: Ø; OS: gl. - irr. Sch.]. - Keine Kristalloide auf der Blattunterseite, kleine, glattrandige bis unregelmäßige Wachsschuppen auf der Blattoberseite.

Olmediella BAILLON (1) - *O. betschleriana* (GOEPPERT) LOES. (BG UBT) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Poggea GUERKE (4) - *P. longepedunculata* BAMPs (K: LIBEN) [US/OS: gl. Sch.]; *P. stenura* GILG (K: det SLEUMER) [US/OS: Ø]. - Eine Art ohne Kristalloide, eine Art mit kleinen, glattrandigen Wachsschuppen.

Poliothyrsis OLIVER (1) - *P. sinensis* HOOK. f. (BG B) [US: Ø; OS: gl. Sch.]. - Auf der Blattunterseite keine Kristalloide, glattrandige Wachsschuppen auf der Blattoberseite.

Xylosma FORSTER f. (85) - *X. japonicum* A. GRAY (BG Z 91163) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

FOUQUIERIACEAE DC. (1/11)

Die drei zusätzlich zu den von ENGEL & BARTHLOTT (1988) bearbeiteten Arten untersuchten Taxa zeigen ebenfalls keine Kristalloide.

Fouquieria KUNTH (11) - *F. diguettii* (TIEGHEM) I.M. JOHNST. (BG BONN) [US/OS: Ø]; *F. macdougallii* NASH (BG BONN) [US/OS: Ø]; *F. purpusii* T.S. BRANDG. (BG BONN 15341) [US/OS: Ø].

FRANKENIACEAE ST.-HIL. ex GRAY (3/30)

Auch die zusätzlich zu den zwei von ENGEL & BARTHLOTT (1988) bearbeiteten *Frankenia*-Arten untersuchte Gattung *Anthobryum* zeigt keine Kristalloide.

Anthobryum PHIL. (4) - *A. triandrum* (REMY) SURGIS (B: VILLAVICIENCIO L. 352) [US/OS: Ø].

HOPLESTIGMATACEAE GILG (1/2)

Auf dem stark kontaminierten Herbarmaterial wurden keine Kristalloide nachgewiesen.

Hoplestigma PIERRE (2) - *H. pierreanum* GILG (B: G. ZENKER 3148) [US/OS: Ø].

LACISTEMATACEAE MART. (2/14)

Auf dem relativ stark kontaminierten Herbarmaterial konnten körnchenförmige Kristalloide und Wachsschuppen nachgewiesen werden. Durch die vorliegende Verpilzung der Blattproben und das erodierte Erscheinungsbild der Kristalloide kann nicht auf die ursprüngliche Bewachsung rückgeschlossen werden.

Lacistema SW. (11) - *L. polystachyum* SCHNIZLEIN (BR: BILLIET & JODIN 1465) [US/OS: K. + irr. Sch.].

LOASACEAE DUMORT. (15/260)

Keine der zwölf untersuchten Arten aus fünf Gattungen zeigt Kristalloide auf ihren Blattflächen.

Blumenbachia SCHRADER (6) - *B. hieronymi* URBAN (BG M) [US/OS: Ø]; *B. insignis* SCHRADER (BG BONN) [US/OS: Ø]; *B. urens* URBAN (BG BONN 122) [US/OS: Ø].

Caiophora C. PRESL (65) - *C. hibiscifolia* URBAN & GILG (BG BONN 1828) [US/OS: Ø]; *C. lateritia* BENTH. (BG M) [US/OS: Ø].

Eucnide ZUCC. (8) - *E. grandiflora* (GROENL.) ROSE (BG BONN) [US/OS: Ø].

Loasa ADANS. (105) - *L. tricolor* KER-GAWLER (BG BONN) [US/OS: Ø]; *L. volcanica* ANDRÉ (BG M) [US/OS: Ø].

Mentzelia L. (60) - *M. fendleriana* URBAN & GILG ex RUSBY (BG BONN 8330) [US/OS: Ø]; *M. lindleyi* TORR. & A. GRAY (BG M) [US/OS: Ø]; *M. scabra* KUNTH (BG M) [US/OS: Ø]; *M. spec.* (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø].

MALESHERBIACEAE D. DON (1/27)

Keine der vier untersuchten Arten zeigt Kristalloide auf ihren Blattoberflächen.

Malesherbia RUÍZ & PAVÓN (27) - *M. mendocina* SLEUMER (B: H. & E. WALTER 579) [US/OS: Ø]; *M. paniculata* D. DON (B: J.F. SIMON 106) [US/OS: Ø]; *M. pulchra* PHIL. (B: E. WERDERMANN 1057) [US/OS: Ø]; *M. spec.* (Material DITSCH: RCH) [US/OS: Ø].

NEUMANNIACEAE TIEGHEM (1/1)

Auf dem Herbarmaterial wurden keine Kristalloide nachgewiesen.

Aphloia BENNETT (1) - *A. mauritiana* BAKER (P: MENDONÇA F.A. 2156) [US/OS: Ø].

PASSIFLORACEAE JUSS. ex KUNTH (18/530)

Von den 39 untersuchten Arten aus 4 Gattungen zeigen fünf Arten aus vier Gattungen keine Kristalloide. Bei 28 Arten aus zwei Gattungen kommen rosettige Aggregationen schuppenförmiger Kristalloide vor. Bei den übrigen sechs Arten aus zwei Gattungen herrschen Wachsschuppen ohne besondere Anordnung vor. Innerhalb der Gattung *Passiflora* weisen die 22 Arten mit Wachrosetten auf den Blattoberseiten auf ihren Blattunterseiten eine meist gruppenweise Parallelanordnung ihrer Wachsschuppen auf. Dabei finden sich nicht selten Übergangsformen zu rosettigen Aggregationen.

Adenia FORSSK. (93) - *A. firingalavensis* (DRAKE ex JUMELLE) HARMS (BG BONN 10297) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: gl. - irr. Sch.]; *A. fruticosa* DAVY (BG M) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *A. glauca* SCHINZ (BG MB) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *A. keramanthus* (HOOK. f.) HARMS ex ENGL. (BG BONN 15458) [US/OS: Ø]; *A. letouzeyi* DE WILDE (BG MB) [US: Ø; OS: gl. - irr. Sch.]; *A. spec.* (BG BONN 10273) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *A. spinosa* DAVY (BG BONN 10762-50) [US/OS: irr. Sch. in Ros.; Spr: irr. Sch.]. - Eine Art ohne Kristalloide, sechs Arten mit meist unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen, die bei fünf Arten in zum Teil sehr dicht stehenden Rosetten aggregiert sind (Abb. 19).

Crossostemma PLANCHON ex HOOK. (1) - *C. laurifolium* PLANCHON (B: DINKLAGE 2875) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Deidamia NORONHA ex THOUARS (5) - *D. clematoides* (C.H. WRIGHT) HARMS (B: A.J.M. LEEUWENBERG 6300) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Passiflora L. (350) - *P. actinia* HOOK. (BG BONN 10170) [US: irr. Sch.; OS: irr. Sch. in Ros.]; *P. adenopoda* DC. (BG ER) [US: irr. Sch.; OS: irr. Sch. in Ros.]; *P. alata* C. CURTIS (BG BONN 24358) [US: irr. Sch.; OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *P. ambigua* HEMSL. ex HOOK. f. (BG BONN 9749) [US: gl. - irr. Sch.; OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *P. antioquiensis* KARST. (BG ER) [US: gl. - irr. Sch.; OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *P. x atropurpurea* NICHOLS (BG REG) [US: gl. - irr. Sch.; OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *P. caerulea* L. (BG BONN 3366) [US: irr. Sch.; OS: gl. Sch. in Ros.]; *P. cincinnata* MAST. (BG BONN 24093) [US: gl. - irr. Sch.; OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *P. coccinea* AUBLET (BG BONN 24173) [US: gl. - irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *P. edulis* SIMS (BG M) [US/OS: Ø]; *P. eichleriana* MAST. (BG ER) [US: irr. Sch.; OS: irr. Sch. in Ros.]; *P. gracilis* JACQ. ex LINK (BG BONN 22217) [US: irr. Sch.; OS: irr. Sch. in Ros.]; *P. helleri* PEYR. (BG BONN 1019) [US: gl. Sch.; OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *P. holosericea* L. (BG BONN 8748) [US: irr. Sch.; OS: gl. Sch. in Ros.]; *P. macrocarpa* MAST. (BG BONN 9623) [US: irr. Sch.; OS: irr. Sch. in Ros.]; *P. maliformis* L. (BG M) [US: gl. - irr. Sch.; OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *P. manicata* (JUSS.) PERS. (Material DITSCH: EC) [US/OS: irr. Sch.]; *P. mixta* L. f. (BG UBT) [US: irr. Sch.; OS: irr. Sch. in Ros.]; *P. planifolia* J. MACDOUGAL (BG BONN 9777) [US: gl. Sch.; OS: Ø]; *P. punctata* L. (BG BONN 10172) [US: gl. Sch.; OS: gl. Sch. in Ros.]; *P. quadrangularis* L. (BG BONN 21938) [US: gl. - irr. Sch.; OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *P. racemosa* BROT. (BG BONN 15337) [US: gl. Sch.; OS: irr. Sch. in Ros.]; *P. rovirosae* KILLIP (BG BONN 10618-40) [US: irr. Sch.; OS: Ø]; *P. rubra* L. (BG BONN 24476) [US: irr. Sch.; OS: Ø]; *P. sanctae-barbarae* L.B. HOLM-NIELSEN & P.M. JORGENSEN (Material DITSCH: EC) [US: gl. Sch.; OS: Ø]; *P. seemanii* GRISEB. (BG BONN 10622-90) [US: irr. Sch.; OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *P. serratifolia* L. (BG BONN 9748) [US: kl. irr. + gr. plattenf. Sch.; OS: kl. gl. - irr. Sch. in Ros. + gr. plattenf. Sch.]; *P. spec.* (BG BONN 1054) [US: gl. - irr. Sch.; OS: gl. Sch. in Ros.]; *P. suberosa* L. (BG ER) [US/OS: Ø]; *P. violacea* VELL. (BG ER) [US: gl. - irr. Sch.; OS: gl. Sch. in Ros.]. - Zwei Arten ohne Kristalloide, eine Art mit Wachsschuppen in Rosetten auf der Blattunterseite und ohne Kristalloide auf der Blattoberseite. Von den 27 Arten mit

glattrandigen bis meist gezähnten bis gefransten Wachsschuppen auf der Blattunterseite besitzen 22 Arten rosettige Aggregationen (Abb. 20), eine Art Wachsschuppen ohne besondere Anordnung und eine Art keine Kristalloide auf der Blattoberseite. Die Wachsschuppen auf den Blattunterseiten sind meist gruppenweise parallel angeordnet, wobei Übergangsformen zu rosettigen Aggregationen vorkommen.

PERIDISCACEAE KUHLM. (2/2)

Die untersuchte Art weist unregelmäßig gerandete Wachsschuppen auf ihrer Blattunterseite auf, die in dichter rosettiger Anordnung stehen.

Peridiscus BENTH. (1) - *P. lucidus* BENTH. (B: DUCKE 23929) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø].

SCYPHOSTEGIACEAE HUTCH. (1/1)

Auf dem kontaminierten Herbarmaterial wurden keine Kristalloide nachgewiesen.

Scyphostegia STAPP (1) - *S. borneensis* STAPP (B: H.P. NOTEBOOM & ABAN 160; J. & M.S. CLEMENS 26361) [US/OS: Ø].

TAMARICACEAE LINK (5/78)

Von zehn untersuchten Arten aus drei Gattungen weist nur eine Art keine Kristalloide auf. Alle übrigen Arten zeigen auf beiden Blattseiten gewundene Stäbchen und röhrenförmige Kristalloide.

Myricaria DESV. (10) - *M. alopecuroides* SCHRENK (B: V. VAŠÁK s.n.) [US/OS: gew. St. + R.]; *M. germanica* (L.) DESV. (BG BONN 3379) [US/OS: gew. St. + R.]. - Beide Arten mit gewundenen Stäbchen und röhrenförmige Kristalloide auf beiden Blattflächen.

Reaumuria L. (11) - *R. alternifolia* (LABILL.) BRITTEN (B: A. SCHELKOWINKOW 135) [US/OS: Ø]; *R. persica* BOISS. (B: K.H. RECHINGER 43852) [US/OS: gew. St. + R.]. - Eine Art ohne Kristalloide, eine Art mit gewundenen Stäbchen und röhrenförmigen Kristalloide auf beiden Blattflächen.

Tamarix L. (54) - *T. chinensis* LOUR. (BG BONN 3360) [US/OS: gew. St. + R.]; *T. odessana* STEVEN ex BUNGE (BG REG) [US/OS: gew. St. + R.]; *T. parviflora* DC. (BG BONN 9340) [US/OS: R. + gew. St.]; *T. pentandra* PALL. (BG REG) [US/OS: R. + gew. St.]; *T. ramosissima* LEDEB. (BG REG) [US/OS: gew. St. + R.]; *T. tetrandra* PALL. (BG BONN 9337) [US/OS: gew. St. + R.]. - Alle Arten mit gewundenen Stäbchen und röhrenförmigen Kristalloiden auf allen untersuchten Oberflächen.

TURNERACEAE KUNTH ex DC. (10/110)

Die sieben untersuchten Arten aus fünf Gattungen zeigen keine Kristalloide.

Erblichia SEEM. (5) - *E. odorata* SEEM. (B: B. ORTIZ & MARTINIANO 148) [US/OS: Ø].

Hyalocalyx ROLFE (1) - *H. setiferus* ROLFE (Material DITSCH: RM) [US/OS: Ø].

Loewia URB. (3) - *L. tanaensis* URB. (B: J.B. NEWBOULD 19170) [US/OS: Ø].

Piriqueta AUBLET (19) - *P. bernieriana* (TUL.) URB. (B: H. HUMBERT 18934) [US/OS: Ø]; *P. cistoides* (L.) GRISEB. (B: M. HOFF & J.J. DE GRANVILLE 5505) [US/OS: Ø].

Turnera L. (60) - *T. subulata* SM. (BG BONN 24038) [US/OS: Ø]; *T. ulmifolia* L. (BG BONN 24037) [US/OS: Ø].

VIOLACEAE BATSCH (23/830)

Von 36 untersuchten Arten aus sechs Gattungen weisen 29 Arten aus vier Gattungen auf ihren Blattflächen keine Kristalloide, davon zwei Arten der Gattung *Hymenanchera* unregelmäßig gerandete Wachsschuppen und/oder fadenförmige Kristalloide (Abb. 26, 28) auf ihren Sepalenaußenseiten auf. Sieben Arten aus vier Gattungen zeigen schuppenförmige Kristalloide mit meist unregelmäßigen Rändern auf ihren Blattflächen.

Hybanthus JACQ. (150) - *H. communis* (A. ST.-HIL.) TAUB. (BG MB) [US/OS: Ø]; *H. spec.* (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Hymenanchera R. BR. (4-5) - *H. angustifolia* R. BR. ex DC. (BG MB) [US/OS: Ø; Sep: irr. Sch. + F.]; *H. chatamica* (F. MUELL.) T. KIRK (BG M) [US/OS: Ø]; *H. crassifolia* HOOK. f. (BG BONN 766-90) [US: irr. Sch.; OS: gl. Sch.; Sep/Fr: F.]; *H. dentata* R. BR. (BG BONN 767-90) [US/OS: Ø; Sep: irr. Sch.]. - Bei drei Arten keine Kristalloide, bei einer Art unregelmäßige oder glattrandige Wachsschuppen auf den Blattflächen; drei Arten mit unregelmäßig gerandeten, schuppenförmigen und/oder fadenförmigen Wachsskulpturen auf den Sepalenaußenseiten; eine Art mit fadenförmigen Kristalloiden auf der Fruchtoberfläche (Abb. 26, 28).

Melicytus FORSTER & FORSTER f. (4) - *M. ramiflorus* FORSTER & FORSTER f. (BG BONN 589) [US/OS: irr. Sch.]. - Auf beiden Blattflächen verstreut angeordnete Wachsschuppen mit unregelmäßigen Rändern.

Noisettia KUNTH (1) - *N. longifolia* KUNTH (B: J.J. DE GRANVILLE & al. 7715) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Paypayrola AUBLET (7) - *P. guianensis* AUBLET (B: H. TER STEEGE & P. DE JAGER 331) [US: Ø; OS: irr. - häut. Sch.]. - Keine Kristalloide auf der Blattunterseite, unregelmäßig gerandete bis häutige Wachsschuppen auf der Blattoberseite.

Viola L. (400) - *V. alba* BESSER (BG REG) [US/OS: Ø]; *V. altaica* KER-GAWLER (BG UBT) [US: irr. Sch.; OS: Ø]; *V. anagae* A. GILLI (BG BONN 1117) [US/OS: Ø]; *V. arborescens* L. (BG M) [US/OS: Ø]; *V. arvensis* MURRAY (BG REG) [US/OS: Ø]; *V. calaminaria* LEJ. (BG BONN 3354) [US/OS: Ø]; *V. canadensis* L. var. *rugulosa* (GREENE) C. HITCHC. (BG ER) [US/OS: Ø]; *V. canina* L. (BG BONN 7157) [US/OS: Ø]; *V. cornuta* L. (BG BONN 3356) [US/OS: Ø]; *V. delphinifolia* NUTT. (BG MB 87/860) [US/OS: Ø]; *V. dissecta* LEDEB. var. *eizanensis* MAK. (BG M) [US/OS: Ø]; *V. elatior* FRIES (BG M) [US/OS: irr. Sch.]; *V. eminii* (ENGL.) FRIES (BG BONN 4297) [US/OS: Ø]; *V. hispida* LAM. (BG BOCH) [US/OS: Ø]; *V. labradorica* SCHRANK (BG BONN 9473) [US/OS: Ø]; *V. macroceras* BUNGE (BG UBT) [US/OS: Ø]; *V. mirabilis* L. (BG BONN 7158) [US/OS: Ø]; *V. obliqua* HILL. (BG BONN 9442) [US/OS: Ø]; *V. palustris* L. (Material DITSCH: D) [US/OS: Ø]; *V. prionantha* BUNGE (BG BONN 8920-90) [US/OS: Ø]; *V. reichenbachiana* JORDAN ex BOREAU (BG BONN 3357-90) [US/OS: Ø]; *V. spec.* (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]; *V. spec.* (Material DITSCH: EC) [US/OS: irr. Sch.]; *V. stipularis* SW. (BG BONN 5674) [US/OS: Ø]; *V. striata* AITON (BG B) [US/OS: Ø]; *V. tricolor* L. (BG BONN 7161) [US/OS: irr. Sch.]. - 23 Arten ohne Kristalloide, vier Arten mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen.

5.1.3. Salicales LINDL.

Die Ordnung umfaßt in allen Systemen nur die Salicaceae. Dies ist vermutlich als Reminiszenz an ihre ehemalige Einordnung in die früher als besonders ursprünglich angesehenen „Amentiferae“ zu werten. Dabei wird von allen Systematikern ihre besondere Nähe zu den Flacourtiaceae, insbesondere der Gattung *Idesia* betont. Für andere windblütige Gattungen, wie z.B. *Lacistema*, wird ein Ausschluß aus den Flacourtiaceae allgemein diskutiert. Nur bei THORNE (1992 a,b) sind die Salicaceae innerhalb der Unterordnung Violinae angesiedelt. GOLDBERG (1986) stellt sie vorläufig noch in einen gemeinsamen Ast mit Fagales und Balanopales. Als Abkömmlinge der Flacourtiaceae werden sie auch von HUBER (1991) bezeichnet. Allerdings führt er neben den gemeinsamen Inhaltsstoffen und Rostpilzen auch embryologische Unterschiede auf. MORAWETZ (1981) diskutiert Gemeinsamkeiten in der Epidermalstruktur der Blätter bei *Idesia* und Salicaceae.

MEEUSE (1975) leitet die Flacourtiaceae im Rahmen seiner Anthocorm-Theorie von den Salicaceae ab.

Tabelle 7: Die Stellung der Salicaceae in den konventionellen Systemen.

Familie	CRONQUIST 1988	DAHLGREN 1989	TAKHTAJAN 1987	THORNE 1992 b, pers. Mittlg.
Salicaceae	Dilleniidae Salicales	Violanae Salicales	Dilleniidae Violanae Salicales	Violanae Violales Violinae

Von den zwei Gattungen der Familie ist die größere, d.h. *Salix*, fast vollständig durch zu oftmals komplexen Rosetten aggregierte Wachsschuppen charakterisiert, die bei einigen Arten infolge massiver Wachs Ausscheidung so sehr in die Höhe gestreckt sind, daß sie formal den aggregierten Stäbchen des *Strelitzia*-Typs der Monokotyledoneen ähneln. Anhand vieler Zwischenstufen läßt sich aber die Ableitung von schuppenförmigen Kristalloiden belegen. Chemisch sehr ähnlich sind die massiven längsgerieften Skulpturen der Cucurbitacee *Benincasa hispida* (MEUSEL, pers. Mittlg.). Diese unterscheiden sich in ihrer chemischen Zusammensetzung grundlegend von den aggregierten Stäbchen der Monokotyledoneen (MEUSEL & al. 1994). Die ehemals von *Salix* abgetrennte Gattung *Chosenia* (\Rightarrow *Salix arbutifolia*) unterscheidet sich weder pollenmorphologisch (SOHMA 1993) noch in ihrer Wachsmikromorphologie von anderen *Salix*-Arten.

Das Fehlen von Wachrosetten bei der Flacourtiacee *Idesia polycarpa* wie bei der Gattung *Populus* spricht gegen eine Deutung der Wachrosetten als ursprüngliches Merkmal der Salicaceae. Andererseits kann die Tendenz zu

dieser Wachsform bei verschiedenen Familien der Violales als Hinweis auf eine gemeinsame Abstammung der Salicaceae und einer Entwicklungslinie, die in Familien wie Passifloraceae, Caricaceae und Cucurbitaceae resultiert, bewertet werden.

SALICACEAE MIRB. (2/435)

Von den 69 untersuchten Arten und 10 Hybriden aus zwei Gattungen weisen 13 Arten aus zwei Gattungen keine Kristalloide auf. Zwölf Arten und fünf Hybriden aus zwei Gattungen zeigen ausschließlich schuppenförmige Kristalloide ohne besondere Anordnung. Diese sind bei einer Art der Gattung *Populus* mit dreikantigen Stäbchen vergesellschaftet. Auf die Gattung *Salix* beschränken sich die 44 Arten und fünf Hybriden, bei denen die meistens gezähnten Wachsschuppen zu oft komplexen Rosetten aggregiert sind (Abb. 23, 24). Diese sind in vielen Fällen vermutlich durch lokal massive Wachsauscheidung derart in die Höhe gestreckt, daß Ähnlichkeiten mit längsgeriefen, mehr oder weniger stäbchenförmigen Skulpturen auftreten (Abb. 54).

Populus L. (35) - *P. alba* L. (BG MB 69/887) [US: Ø; OS: irr. Sch.]; *P. balsamifera* L. (BG MB 70/1100) [US/OS: Ø]; *P. x berolinensis* K. KOCH (BG M) [US: Ø; OS: irr. Sch.]; *P. x canadensis* MOENCH 'Robusta' (BG MB 76/1213) [US: Ø; OS: irr. Sch.]; *P. x canescens* (AITON) SM. (BG MB 76/1214) [US/OS: irr. Sch.]; *P. ciliata* WALLICH (BG B 261-59-83-20) [US/OS: irr. Sch.]; *P. kanjiliana* DODE (BG B) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *P. koreana* REHDER (BG B; BG MB 70/1101) [US: Ø; OS: gl. Sch.]; *P. nigra* L. (BG MB 69/888) [US: Ø; OS: gl. Sch.]; *P. simonii* CARR. (BG MB 76/767) [US/OS: Ø]; *P. tremula* L. (BG B) [US/OS: irr. Sch. + 3-k. St.]; *P. tremuloides* MICHAUX (BG M) [US/OS: irr. Sch.]; *P. trichocarpa* TORR. & A. GRAY (BG MB 70/1102) [US/OS: Ø]; *P. tristis* FISCHER (BG B) [US/OS: Ø]; *P. wilsonii* C. SCHNEIDER (BG BONN 4945) [US/OS: gl. - irr. Sch.]. - Vier Arten ohne Kristalloide, drei Arten und zwei Hybriden mit Wachsschuppen nur auf den Blattoberseiten, sechs Arten und eine Hybride mit Wachsschuppen auf beiden Blattflächen, davon bei einer Art mit dreikantigen-Stäbchen kombiniert.

Salix L. (400) - *S. acutifolia* WILLD. (BG REG) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: irr. - plattenf. Sch.]; *S. aegyptiaca* L. (BG BONN) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: irr. Sch.]; *S. alba* L. (BG MB 75/745) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *S. alba* L. 'Tristis' (BG MB 74/901) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *S. apoda* TRAUTV. (BG MB 75/891/316) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *S. appendiculata* VILL. (BG B) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: irr. Sch.]; *S. arbuscula* L. (BG M) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: irr. Sch.]; *S. arbutifolia* PALLAS (B: K. OTOMA & H. MORI 711) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *S. arenaria* L. (BG MB 75/838) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: irr. Sch.]; *S. aurita* L. (BG REG) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *S. bicolor* WILLD. (BG M) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: irr. Sch.]; *S. x boydii* LINTON (BG ER) [US: Ø; OS: irr. Sch.]; *S. breviserrata* FLOD. (BG ER) [US/OS: Ø]; *S. caesia* VILL. (BG MB 76/1) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *S. canariensis* C. SM. ex LINK (Material DITSCH: E) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *S. caprea* L. (BG MB 75/318) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: irr. Sch.]; *S. cascadenis* COCKERELL (BG MB 76/1272/316) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *S. cinerea* L. (BG MB 75/391) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: irr. Sch.]; *S. daphnoides* VILL. (BG MB 70/1118) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *S. elaeagnos* SCOP. (BG MB 76/6) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *S. x finnmarkica* WILLD. (BG MB 85/923) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *S. foetida* SCHLEICH. (BG MB) [US: irr. Sch. in

Ros.; OS: Ø]; *S. fragilis* L. (BG MB 75/744) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *S. x fruticosa* DÖLL (BG M) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: irr. Sch.]; *S. glabra* SCOP. (BG MB 71/1825) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: irr. Sch.]; *S. glauca* L. (BG M) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: irr. Sch.]; *S. hastata* L. 'Wehrhahnii' (BG BONN 10475-90; BG MB 74/928) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *S. helvetica* VILL. (BG BONN 3363) [US/OS: Ø]; *S. herbacea* L. (BG MB) [US/OS: Ø]; *S. hookeriana* BARRATT (BG MB 85/927) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: irr. Sch.]; *S. humboldtiana* WILLD. (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]; *S. hylematica* C.K. SCHNEIDER (BG MB 87/919/316) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *S. integra* THUNB. (BG M) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: irr. Sch.]; *S. koreensis* ANDERSS. (BG M) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: irr. Sch.]; *S. lanata* L. (BG MB 80/1290) [US/OS: Ø]; *S. lapponum* L. (BG BONN 3361) [US: irr. Sch.; OS: Ø]; *S. x laurina* SM. (BG M) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: irr. Sch.]; *S. lucida* MUHLENB. (BG M) [US/OS: Ø]; *S. lutea* NUTT. (BG B) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *S. magnifica* HEMS. (BG B; BG BONN 12253) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *S. matsudana* KOIDZ. (BG REG) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *S. matsudana* KOIDZ. 'Tortuosa' (BG BONN 12254; BG MB 70/1227) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *S. melanostachya* (MAKINO) MAKINO 'Kurome' (BG MB 76/1173) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: irr. Sch.]; *S. x mollissima* HOFFM. & ELWERT (BG M) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *S. moupinensis* FRANCHET (BG BONN 3362) [US: gl. - irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *S. myrsinifolia* SALISB. (BG MB 76/5a) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *S. myrsinites* L. (BG MB 77/1735/208) [US/OS: Ø]; *S. nigra* MARSH. (BG M) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *S. x pendulina* WENDER var. *elegantissima* (KOCH) MEIKLE (BG M) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: irr. Sch.]; *S. petrophila* RYDB. (BG MB 77/2507) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *S. phylifolia* L. (BG REG) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *S. purpurea* L. (BG BONN 13350) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: irr. Sch.]; *S. purpurea* L. ssp. *lambertiana* (SM.) A. NEUMANN ex RECH. f. (BG M) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: irr. Sch.]; *S. pyrenaica* GOUAN (BG M) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: irr. Sch.]; *S. pyrolifolia* LEDEB. var. *alnoides* ANDERSS. (BG M) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: irr. Sch.]; *S. repens* L. (BG REG) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *S. repens* L. ssp. *repens* var. *argentea* (SM.) SERINGE (Material DITSCH: NL) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *S. reticulata* L. (BG MB 64/1434) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *S. retusa* L. (BG M) [US/OS: Ø]; *S. sachalinensis* F. SCHMIDT (BG BONN) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *S. sachalinensis* F. SCHMIDT 'Sekka' (BG MB) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *S. serpyllifolia* SCOP. (BG M) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *S. sitchensis* SANSON ex BONG. (BG M) [US: Ø; OS: irr. Sch.]; *S. x smithiana* WILLD. (BG MB 76/1224) [US: Ø; OS: irr. Sch.]; *S. starkeana* WILLD. (BG ER) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *S. subopposita* MIQ. (BG MB 85/929) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: irr. Sch.]; *S. viminalis* L. (BG MB 75/742) [US/OS: Ø]; *S. wallichiana* ANDERSS. (BG B 116-12-83-13) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]. - Neun Arten ohne Kristalloide; drei Arten und zwei Hybriden nur mit Wachsschuppen ohne besondere Anordnung; 44 Arten und fünf Hybriden mit meist gezähnten Wachsschuppen in häufig komplexen Rosetten (Abb. 23, 24, 54), diese nur bei zwei Arten auch auf den Blattoberseiten, ansonsten auf den Blattoberseiten bei 23 Arten und drei Hybriden meist unregelmäßig gerandete Wachsschuppen ohne Anordnung sowie bei 26 Arten und zwei Hybriden keine Kristalloide.

5.1.4. Capparales HUTCH.

Seit der Aufteilung der Rhoedales in die nicht näher miteinander verwandten Ordnungen Papaverales und Capparales aufgrund von blütenmorphologischen (MERXMÜLLER & LEINS 1967), embryologischen, palynologischen (ERDTMAN 1952) und serologischen (FROHNE 1962, KOLBE 1978), vor allem aber biochemischen Untersuchungsergebnissen (BLAGOWESTSCHENSKI

1955; HEGNAUER 1964) besteht eine allgemeine Einigkeit über die Zugehörigkeit einer Reihe von Familien zur Kerngruppe der Capparales. Die Familien der Brassicaceae, Capparaceae, Resedaceae und Tovariaceae werden von fast allen Systematikern als mehr oder weniger geschlossener Verwandtschaftskreis angesehen, die sich von den Violales ableiten lassen. Nur GOLDBERG (1986) ordnet sie noch in seine Papaverales, die er zwischen die Fabales und Batales stellt.

Tabelle 8: Die Familien der Capparales in den konventionellen Systemen (Familien, deren Wachsmikromorphologie in diesem Kapitel vorgestellt wird, sind unterstrichen).

Familie	CRONQUIST 1988	DAHLGREN 1989	TAKHTAJAN 1987	THORNE 1992 b, pers. Mittlg.
Bataceae ¹	Dilleniidae Batales	Violanae Capparales	Dilleniidae Violanae Batales	Violanae Batales
<u>Brassicaceae</u>	Dilleniidae Capparales	Violanae Capparales	Dilleniidae Violanae Capparales Capparineae	Violanae Capparales
<u>Capparaceae</u>	Dilleniidae Capparales	Violanae Capparales	Dilleniidae Violanae Capparales Capparineae	Violanae Capparales
Gyrostemonac. ¹	Dilleniidae Batales	Violanae Capparales	Dilleniidae Violanae Batales	Violanae Capparales
<u>Moringaceae</u>	Dilleniidae Capparales	Violanae Capparales	Dilleniidae Violanae Moringales	Rutanae Rutales Sapindineae
<u>Resedaceae</u>	Dilleniidae Capparales	Violanae Capparales	Dilleniidae Violanae Capparales Resedineae	Violanae Capparales
Salvadoraceae ²	Rosidae Celastrales	Violanae Salvadorales	Rosidae Celastranae Celastrales	Violanae Capparales
<u>Tovariaceae</u>	Dilleniidae Capparales	Violanae Capparales	Dilleniidae Violanae Capparales Capparineae	(in Capparaceae)

¹ Die Batales wurden von ENGEL & BARTHLOTT (1988) wachsmikromorphologisch untersucht.

² Die Familie wurde von THEISEN & BARTHLOTT (1994) wachsmikromorphologisch untersucht.

Der Umfang der allgemein anerkannten Kerngruppe wird durch phylogenetische Analysen konventioneller (RODMAN 1987, 1988, 1991 a,b) wie molekularsystematischer Daten (RODMAN & al. 1993) insgesamt bestätigt. Glucosinolat-haltige Familien, die wie die Limnanthaceae, Tropaeolaceae und Bretschneideraceae in ihrer systematischen Stellung aufgrund konventioneller Merkmale unsicher sind, sind nach molekularsystematischen Analysen mit in die Ordnung einzubeziehen.

Über die systematische Stellung der beiden Familien Bataceae und Gyrostemonaceae bestehen unterschiedliche Vorstellungen. Sie werden entweder in die Capparales eingegliedert (DAHLGREN 1989), als eigene Ordnung Batales neben die Capparales gestellt (CRONQUIST 1988; TAKHTAJAN 1987; THORNE 1992 b) oder in direkte Beziehung zu den Sapindales sensu stricto gebracht (THORNE 1992 a). GOLDBERG (1986) stellt die Bataceae zwar als eigene Ordnung neben die Papaveraceae und damit in die Nähe der übrigen Capparales-Familien. Die Gyrostemonaceae befinden sich in seinem System jedoch innerhalb der Caryophyllales.

Die Salvadoraceae werden von CRONQUIST (1988) und TAKHTAJAN (1987) in die Celastrales eingegliedert. Bei DAHLGREN (1989) bilden sie eine eigene Ordnung in direkter Nähe zu den Capparales. THORNE ordnet sie aus den „taxa incertae sedis“ (1992 a) in die Capparales (1992 b).

Von 212 untersuchten Arten aus 77 Gattungen zeigen 155 Arten aus 62 Gattungen keine Kristalloide. Dies entspricht dem Anteil „unbewachster“ Arten bei den Violales. Abgesehen von der Tendenz, keine skulptierten Wachse auszubilden, weisen die verschiedenen Familien sehr unterschiedliche Wachsformen auf.

Für die **Brassicaceae** sind quergeriefte Stäbchen charakteristisch. Sie können von relativ flach bis sehr hoch und schlank ausgeprägt und nicht selten mit apikalen Verdickungen versehen sein. Dieselben Strukturen sind auch bei BEEBE & EVERT (1990) abgebildet. Gelegentlich sind sie mit schuppenförmigen Kristalloiden vergesellschaftet. Diese sind bei den meisten Arten relativ klein und meist glattrandig bis unregelmäßig, seltener plattenförmig oder stark unregelmäßig gerandet und dicht stehend. Die röhrenförmigen Kristalloide und gewundenen Stäbchen der Gattung *Aethionema* bestehen aus Nonacosan-10-ol (MEUSEL pers. Mittlg.) und gleichen somit dem *Berberis*-Typ (HENNIG & al. 1994).

Die Ergebnisse phytochemischer (KNIGHTS & BERRIE 1971) und molekularsystematischer Untersuchungen (WARWICK & BLACK 1994) zur Gliederung der Brassicaceae auf Tribus- oder Subtribus-Ebene können durch die Wachsmikromorphologie nicht bestätigt werden, da die typische Ausprägung auf die gesamte Familie verteilt vorkommt. Auch in ihrer Samenanatomie ist die Familie relativ einheitlich (VAUGHAN & WHITEHOUSE 1971).

Die untersuchten Arten der **Capparaceae** weisen keine skulptierten Wachse auf. Dies spricht dafür, daß die quergerieften Stäbchen der Brassicaceae eine Eigenbildung der Familie darstellen, zumal sie in keiner der als näher verwandt diskutierten Familien auftreten. Engere Beziehungen zwischen den beiden Familien, wie sie blütenontogenetisch (LEINS & METZNAUER 1979), serologisch (GERSTBERGER 1987) und phytochemisch (ETTLINGER 1987) bestätigt werden, sind dadurch nicht in Frage gestellt. Das Fehlen von Kristalloiden bei den Capparaceae kann nicht als Argument gegen eine Abtrennung der Cleomoideae als eigene Familie herangezogen werden, da es sich vermutlich um ein plesiomorphes Merkmal handelt und eine Paraphylie der Capparaceae sensu lato nicht ausgeschlossen werden kann. Ergebnisse aus anderen Disziplinen sprechen gegen eine solche Abtrennung (ANURADHA & al. 1988).

In erster Linie wegen ihres Gehaltes an Glucosinolaten (GMELIN & KJÆR 1970) werden die **Moringaceae** in die Capparales eingeordnet. Blütenanatomische (DUTT & al. 1978) und blütenontogenetische Untersuchungen (RONSE-DECREAENE & SMETS 1987) stellen dies in Frage. Auch serologisch weist die Familie keine starken Beziehungen zu den Brassicaceae auf (GERSTBERGER 1987). Den von ERDTMAN (1952) beobachteten palynologischen Ähnlichkeiten zwischen Moringaceae einerseits und Capparaceae und Resedaceae andererseits widerspricht FERGUSON (1985). Mit ihren zu Rosetten aggregierten Wachsschuppen unterscheiden sie sich von jeder anderen Familie, deren Zugehörigkeit zu den Capparales diskutiert wird. Beziehungen zu den Violales, begrenzt auch zu den Malvales, werden dadurch eher unterstützt.

Die **Resedaceae** zeichnen sich durch das Vorkommen von Wachsröhrchen und gewundenen Stäbchen aus, was innerhalb der Capparales ansonsten nur in der Gattung *Aethionema* zu beobachten ist. Aufgrund der weiter oben zitierten serologischen und phytochemischen Untersuchungen werden sie allgemein zu den Kernfamilien der Capparales gerechnet.

Eine enge Verwandtschaft zu den Capparales weisen die **Tovariaceae** aufgrund ihrer embryologischen, samen- und holzanatomischen und blütenontogenetischen Merkmale auf (BOESEWINKEL 1990; CARLQUIST 1985 c; FISEL & WEBERLING 1990). Das Fehlen skulptierter Wachse bei beiden Familien spricht nicht dagegen.

Von den **Batidaceae** liegen keine Wachsdaten vor. Die **Gyrostemonaceae** weisen unregelmäßig gerandete Schuppen auf (ENGEL & BARTHLOTT 1988). Diese sind nicht zur Klärung der systematischen Stellung geeignet. Das Vorkommen von Glucosinolaten bei beiden Familien (GMELIN & KJÆR 1970; SCHRAUDOLF & al. 1971) spricht für verwandtschaftliche Nähe zu den Capparales. Holzanatomisch (CARLQUIST 1978) und karyologisch (GOLDBLATT 1976) unterscheiden sich die beiden Familien. Ähnlichkeiten in der Pollenmorphologie (GOLDBLATT & al. 1976) werden von TOBE & TAKAHASHI (1995)

angezweifelt. Anatomisch weisen beide Familien ähnliche Beziehungen zu den Capparales auf (JØRGENSEN 1981).

BRASSICACEAE BURNETT (388/3000)

Von 170 untersuchten Arten aus 61 Gattungen weisen 122 Arten aus 46 Gattungen keine Kristalloide auf. 30 Arten aus 20 Gattungen zeigen quergeriefte Stäbchen, davon 11 Arten aus 10 Gattungen nur auf den Sproßoberflächen. 14 Arten aus 10 Gattungen besitzen nur schuppenförmige Kristalloide. Nur vier Arten der Gattung *Aethionema* weisen gewundene Stäbchen und kurze röhrenförmige Kristalloide auf.

Aethionema R. Br. (30-40) - *A. armenum* BOISS. (BG M) [US/OS: gew. St. + R.]; *A. eunomioides* (BOISS.) BORNM. (BG BOCH) [US/OS: gew. St. + R.]; *A. grandiflorum* BOISS. & HOHEN. (BG BONN 2018) [US/OS: gew. St. + R.]; *A. saxatile* (L.) R. BR. ex AITON (BG BONN) [US/OS/Spr: gew. St. + R.]; *A. schistosum* BOISS. & KOTSCHY (BG BOCH) [US/OS: quger. St.]. - Vier Arten mit gewundenen Stäbchen und kurzen Röhren (Abb. 46), nicht selten in Clustern angeordnet, bei einer Art quergeriefte Stäbchen.

Alliaria HEISTER ex FABR. (5) - *A. petiolata* (M. BIEB.) CAVARA & GRANDE (Material DITSCH: D) [US/OS: Ø; Spr: quger. St. + irr. Sch.]. - Auf den Blattflächen keine Kristalloide, auf der Sproßoberfläche quergeriefte Stäbchen und unregelmäßig gerandete Schuppen.

Alyssoides MILLER (3) - *A. utriculata* (L.) MEDICUS (BG M) [US/OS/Fr: quger. St.]. - Auf beiden Blattflächen und der Fruchtoberfläche quergeriefte Stäbchen.

Alyssum L. (183) - *A. armenum* BOISS. (BG MB 85/690/10) [US/OS: Ø]; *A. cuneifolium* TENORE var. *pirinicum* STOJ. & ACHT. (BG M) [US/OS: Ø]; *A. montanum* L. (BG BONN 8282) [US/OS: Ø]; *A. murale* WALDST. & KIT. (BG BONN 3336-90) [US/OS: Ø]; *A. pyrenaicum* LAPEYR. (BG BOCH) [US/OS: Ø]; *A. repens* BAUMG. (BG MB 89/526/29) [US/OS: Ø]; *A. smolikanum* E.I. NYÁRÁDY (BG MB 83/265) [US/OS: Ø]; *A. spinosum* L. (BG BONN 8287-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Anastatica L. (1) - *A. hierochuntica* L. (BG BONN 6924) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Arabidopsis HEYNH. (13) - *A. thaliana* (L.) HEYNH. (Material DITSCH: D) [US/OS: Ø; Spr: quger. St.]. - Auf beiden Blattflächen keine Kristalloide, auf der Sproßoberfläche quergeriefte Stäbchen.

Arabis L. (120) - *A. alpina* L. (BG BONN 3344-90) [US/OS: Ø]; *A. alpina* L. ssp. *caucasica* (WILLD.) BRIQ. (BG BONN 12638) [US/OS: Ø]; *A. aubrietoides* BOISS. (BG BONN 9220) [US/OS: Ø]; *A. carduchorum* BOISS. (BG MB 75/27) [US/OS: Ø]; *A. corymbiflora* VEST. (BG REG) [US/OS: Ø]; *A. glabra* (L.) BERNH. (BG M) [US/OS: quger. St.]; *A. procurrens* WALDST. & KIT. (BG BONN 9273) [US/OS: Ø]; *A. pumila* JACQ. (BG REG) [US/OS: Ø]; *A. soyeri* REUT. & HUET. ssp. *jacquinii* (G. BECK) B.M.G. JONES (BG REG) [US/OS: Ø]; *A. turrita* L. (BG M) [US/OS: Ø]; *A. vochinensis* SPRENG. (BG BONN 10509-90) [US/OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide, bei einer Art quergeriefte Stäbchen auf allen untersuchten Oberflächen.

Armoracia P. GAERTNER, MEYER & SCHERB. (3) - *A. rusticana* P. GAERTNER, MEYER & SCHERB. (BG BONN 7847-90) [US/OS/Spr: gl. Sch.]. - Auf den Blattflächen und der Sproßoberfläche mehr oder weniger glattrandige Schuppen in unterschiedlichen Größen.

Aubrieta ADANS. (12) - *A. canescens* (BOISS.) BORNM. (BG MB 75/72) [US/OS: Ø]; *A. columnae* GUSS. ssp. *italica* (BOISS.) MATTF. (BG BOCH) [US/OS: Ø]; *A. deltoidea* (L.) DC. (BG BONN 3334-90) [US/OS: Ø]; *A. erubescens* GRISEB. (BG BONN 8371) [US/OS: Ø]; *A. gracilis*

SPRUN. ex BOISS. (BG ER) [US/OS: kl. gl. - irr. Sch.]; *A. scyria* HALÁCSY (BG M) [US/OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide, bei einer Art kleine, glattrandige bis unregelmäßige Wachsschuppen.

Aurinia DESV. (7) - *A. saxatilis* (L.) DESV. (BG BONN 9261) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Barbarea R. Br. (12) - *B. verna* (MILLER) ASCHERS. (BG REG) [US/OS: Ø]; *B. vulgaris* R. Br. (BG REG) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Berteroa DC. (8) - *B. incana* (L.) DC. (BG BONN 3332-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Biscutella L. (40) - *B. laevigata* L. (BG REG) [US/OS: Ø]; *B. spec.* (Material DITSCH: D) [US/OS/Fr: US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Brassica L. (30) - *B. balearica* PERS. (BG BOCH) [US/OS: quger. St.]; *B. napus* L. ssp. *napus* (BG BONN 7856-90) [US/OS: quger. St.]; *B. nigra* (L.) KOCH (BG BONN 7848) [US: gl. plattenf. Sch.; OS: Ø]; *B. oleracea* L. (BG M) [US/OS: quger. St.]; *B. rapa* L. ssp. *sylvestris* (L.) JANCHEN (BG BONN 10077) [US/OS: Ø]. - Drei Arten mit quergerieften Stäbchen, eine Art mit mehr oder weniger glattrandigen, plattenförmigen Wachsschuppen, eine Art ohne Kristalloide.

Braya STERNB. & HOPPE (20) - *B. alpina* STERNB. & HOPPE (BG REG) [US/OS: gl. + irr. Sch.]. - Beide Blattflächen mehr oder weniger verstreut mit glattrandigen bis unregelmäßigen Wachsschuppen.

Bunias L. (6) - *B. orientalis* L. (BG BONN 3323-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Camelina CRANTZ (10) - *C. sativa* (L.) CRANTZ (BG REG) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

CapSELLA MEDICUS (5) - *C. bursa-pastoris* MEDICUS (Material DITSCH: D) [US/OS: Ø; Spr: quger. St.]. - Auf den Blattflächen keine Kristalloide, auf der Sproboberfläche quergeriefte Stäbchen, gelegentlich mit apikaler Verdickung.

Cardamine L. (150) - *C. amara* L. (Material DITSCH: D) [US/OS: Ø]; *C. bulbifera* (L.) CRANTZ (BG BONN 9860) [US/OS: Ø]; *C. enneaphyllos* (L.) CRANTZ (BG BONN 8238) [US/OS: Ø]; *C. flexuosa* WITH. (Material DITSCH: D) [US/OS: Ø]; *C. heptaphylla* (VILL.) O.E. SCHULZ (BG M) [US: quger. St.; OS: Ø; Spr: quger. St.]; *C. hirsuta* L. (Material DITSCH: D) [US/OS: Ø]; *C. pentaphyllos* (L.) CRANTZ (BG M) [US/OS: Ø]; *C. pratensis* L. ssp. *pratensis* (Material DITSCH: D) [US/OS: Ø]; *C. raphanifolia* POURR. ssp. *raphanifolia* (BG MB 85/533/110) [US/OS: Ø]; *C. trifolia* L. (BG M) [US/OS: gl. Sch. - K.]; *C. waldsteinii* DYER (BG M) [US: kl. gl. - irr. Sch.; OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide, bei einer Art kleine, glattrandige bis unregelmäßige Schuppen auf der Blattunterseite, bei einer Art auf beiden Blattflächen kleine, glatte Kristalloide, die zu länglich für Körnchen, zu flach für Schuppen sind und eine leichte Tendenz zu rosettiger Anordnung zeigen. Eine Art mit quergerieften Stäbchen mit Übergängen zu verzweigten Fäden auf der Blattunterseite und der Sproboberfläche (Abb. 52).

Cardaminopsis (C. MEYER) HAYEK (13) - *C. arenosa* (L.) HAYEK (BG BONN 27200) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Cardaria DESV. (1) - *C. draba* (L.) DESV. (Material DITSCH: D) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Carrichtera DC. (1) - *C. annua* (L.) DC. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Cochlearia L. (25) - *C. officinalis* L. (BG REG) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Coinzya ROUY (2) - *C. monensis* (L.) GREUTER & BURDET ssp. *recurvata* (ALL.) LEADLAY (BG M) [US/OS: quger. St.]. - Auf beiden Blattflächen quergeriefte Stäbchen, auf der Blattoberseite relativ stark erodiert.

Coronopus ZINN (10) - *C. squamatus* (FORSSK.) ASCHERS. (BG BONN 3339-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Crambe L. (20) - *C. cordifolia* STEVEN (BG BONN 3338-90) [US/OS: Ø; Spr: quger. St.]; *C. koktebelica* (JUNGE) N. BUSCH (BG UBT) [US/OS: irr. Sch. + verzw. F.]; *C. maritima* L. (BG BONN 27203) [US/OS: quger. + verzw. St. + verzw. F. + irr. Sch.]; *C. sventenii* PETERSON ex

BRAMWELL & SUNDING (BG MB) [US/OS: quger. + verz. St. + irr. Sch.]. - Quergeriefte, zum Teil dendritisch verzweigte Stäbchen, meist vergesellschaftet mit mehr oder weniger verzweigten Fäden und Übergängen zu gefransten Wachsschuppen.

Degenia HAYEK (1) - *D. velebitica* (DEGEN) HAYEK (BG BOCH) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Descurainia WEBB & BERTH. (55) - *D. millefolia* WEBB & BERTH. (BG MB) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Diplotaxis DC. (27) - *D. acris* (FORSSK.) BOISS. (Material ROSEN) [US/OS: Ø; Spr: quger. St. + gl. Sch.]; *D. gracilis* O.E. SCHULZ (BG BONN 848-20) [US/OS: Ø]; *D. harra* (FORSSK.) BOISS. var. *harra* (Material ROSEN) [US/OS/Spr: quger. St. + irr. Sch.]; *D. spec.* (BG BONN 852-20) [US/OS: quger. St.]; *D. tenuifolia* (L.) DC. (BG BONN 8018-90) [US/OS: Ø]. - Bei drei Arten quergeriefte Stäbchen, meist vergesellschaftet mit glatten, kantigen bis unregelmäßig gebuchteten Wachsschuppen, zwei Arten ohne Kristalloide.

Draba L. (300) - *D. aizoides* L. (BG BONN 3325-90) [US/OS: kl. gl. - irr. Sch.]; *D. arabisans* MICHX. (BG REG) [US/OS: Ø]; *D. aurea* VAHL (BG BONN 8231) [US/OS: Ø]; *D. daurica* DC. (BG REG) [US/OS: Ø]; *D. dovrensis* FRIES (BG REG) [US/OS: Ø]; *D. heterocoma* FENZL ssp. *heterocoma* (BG MB) [US/OS: Ø]; *D. hispanica* BOISS. (BG BONN 8292) [US/OS: Ø]; *D. imbricata* C.A. MEY. (BG BOCH) [US/OS: Ø]; *D. incana* L. (BG REG) [US/OS: Ø]; *D. lanceolata* ROYLE (BG BONN 8857) [US/OS: Ø]; *D. laxa* LINDBLÖM (BG REG) [US/OS: Ø]; *D. longisiliqua* SCHMALH. ex AKINFIEW (BG M) [US/OS: Ø]; *D. magellanica* LAM. (BG REG) [US/OS: Ø]; *D. mollissima* STEV. (BG BOCH) [US/OS: Ø]; *D. norvegica* GUNN. (BG REG) [US/OS: Ø]; *D. oxycarpa* BOISS. & HELDR. (BG REG) [US/OS: Ø]; *D. paysonii* MACBRIDE var. *treleasei* (BG MB 86/147) [US: gl. - plattenf. Sch.; OS: Ø]; *D. polytricha* LEDEB. (BG BOCH) [US/OS: Ø]; *D. rigida* WILLD. (BG REG) [US/OS: Ø]; *D. scandinaviaca* LINDBLÖM (BG BOCH) [US/OS: Ø]; *D. sibirica* (PALL.) THELL. (BG BONN 8873) [US/OS: gl. - irr. Sch.]. - Meist keine Kristalloide, bei drei Arten kleine, glatte, mehr oder weniger plattenförmige bis unregelmäßig gerandete Wachsschuppen.

Erophila DC. (10) - *E. verna* (L.) CHEVALL. (Material DITSCH: D) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Eruca MILLER (5) - *E. vesicaria* (L.) CAV. ssp. *sativa* (MILLER) THELL. (BG BONN 3337-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Erysimum L. (90) - *E. arbuscula* (LOWE) SNOGERUP (BG M) [US/OS: Ø]; *E. arenicola* S. WATS. var. *torulosum* HUB.-MOR. (BG MB 88/592) [US/OS: Ø]; *E. bicolor* DC. (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. caboverdeanum* (CHEV.) SUNDING (BG BONN 860-90) [US/OS: Ø]; *E. cheiranthoides* L. (BG REG) [US/OS: Ø]; *E. cheiri* (L.) CRANTZ (BG BONN 8017-90) [US: kl. gl. Sch.; OS: Ø]; *E. crepidifolium* REICHENB. (BG BONN 6372-90) [US/OS: Ø]; *E. hieraciifolium* L. (BG BONN 3343-90) [US/OS: Ø]; *E. kotschyianum* J. GAY (BG BOCH) [US: kl. irr. + gr. gl. - plattenf. Sch.; OS: Ø]; *E. nevadense* A.A. HELLER (BG M) [US/OS: Ø]; *E. odoratum* EHRH. (BG REG) [US/OS: Ø]; *E. pulchellum* (WILLD.) J. GAY (BG BONN 9229) [US/OS: Ø]; *E. pusillum* BORY & CHAUB. (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. scoparium* (BROUSS. ex WILLD.) SNOGERUP (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. wahlenbergii* (ASCHERS. & ENGL.) BORLÁS (BG M) [US/OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide, bei zwei Arten kleine, glattrandige bis unregelmäßige Wachsschuppen, in einem Fall mit großen, plattenförmigen Schuppen vergesellschaftet.

Fibigia MEDICUS (14) - *F. clypeata* (L.) MEDICUS (BG BONN 3331-90) [US/OS: Ø]; *F. triquetra* (DC.) BOISS. ex PRANTL (BG BOCH) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Heliophila L. (71) - *H. longifolia* DC. (BG BONN 3324; BG M) [US/OS: quger. St.]. - Beide Blattflächen mit quergeriefen Stäbchen.

Hesperis L. (30) - *H. matronalis* L. (BG BONN 3340-90) [US/OS: Ø]; *H. tristis* L. (BG REG) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Iberis L. (30) - *I. gibraltaria* L. (BG BONN 8288) [US/OS: Ø]; *I. pruitii* TINEO (BG BOCH) [US/OS: Ø]; *I. saxatilis* L. (BG M) [US/OS: kl. gl. - irr. Sch.]; *I. sempervirens* L. (BG BONN 3320-90) [US/OS: Ø]; *I. umbellata* L. (BG BONN) [US/OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide, bei einer Art kleine, glattrandige bis unregelmäßige Wachsschuppen.

Isatis L. (30) - *I. kotschyana* BOISS. & HOHEN. (BG REG) [US/OS: quger. St.]; *I. microcarpa* J.GAY ex BOISS. var. *blepharocarpa* ASCHERS. (Material ROSEN) [US/OS: quger. St.]; *I. tinctoria* L. (Material DITSCH: D) [US/OS/Spr: quger. St. + irr. Sch.]. - Auf allen untersuchten Organen quergeriefte Stäbchen, oft mit apikalen Verdickungen, gelegentlich mit mehr oder weniger stark gebuchteten, relativ dicken Wachsschuppen vergesellschaftet (Abb. 39).

Lepidium L. (150) - *L. graminifolium* L. (Material DITSCH: D) [US/OS: Ø]; *L. ruderale* L. (BG BONN 8021-90) [US/OS: Ø]; *L. sativum* L. (BG BONN 7849-90) [US/OS: Ø]; *L. virginicum* L. (BG BONN 8022-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Lobularia DESV. (5) - *L. canariensis* (DC.) L. BORGES ssp. *fruticosa* (WEBB) L. BORGES (BG BONN 884) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Lunaria L. (3) - *L. annua* L. (BG BONN 8023) [US/OS: Ø; Spr: quger. St.]; *L. rediviva* L. (BG BONN 3346-90) [US/OS: Ø; Spr: gl. - plattenf. Sch.]. - Auf den Blattflächen keine Kristalloide, auf den Sproboberflächen entweder quergeriefte Stäbchen oder glattrandige, mehr oder weniger plattenförmige Wachsschuppen mit Ausrichtung quer zur Sproblängsachse.

Malcolmia R. Br. (35) - *M. africana* (L.) R. BR. (BG M) [US/OS: Ø]; *M. maritima* (L.) R. BR. (BG BONN 3335-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Matthiola R. Br. (55) - *M. aspera* BOISS. var. *aspera* (Material ROSEN) [US/OS: Ø]; *M. fruticulosa* (L.) MAIRE ssp. *fruticulosa* (BG MB 83/283) [US/OS: Ø]; *M. incana* (L.) R. BR. (BG BONN 8024-90) [US/OS: Ø]; *M. longipetala* (VENT.) DC. ssp. *bicornis* (SM.) P.W. BALL (BG BONN 3327-90) [US/OS: Ø]; *M. tricuspidata* (L.) R. BR. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Moricandia DC. (8) - *M. arvensis* (L.) DC. (BG M) [US/OS: quger. St.]. - Auf beiden Blattflächen quergeriefte Stäbchen.

Morisia GAY (1) - *M. monanthos* (VIV.) ASCH. (BG BOCH) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Myagrimum L. (1) - *M. perfoliatum* L. (BG M) [US/OS: quger. St.]. - Auf beiden Blattflächen quergeriefte Stäbchen.

Nasturtium R. Br. (6) - *N. officinale* R. BR. (BG ER) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Neslia DESV. (2) - *N. paniculata* (L.) DESV. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Peltaria JACQ. (7) - *P. alliacea* JACQ. (BG BONN 3341-90) [US/OS: Ø; Spr: quger. St. + irr. Sch.]; *P. turkmene* LIPSKY (BG M) [US/OS: Ø]. - Auf den Blattflächen keine Kristalloide, bei einer Art auf der Sproboberfläche quergeriefte Stäbchen mit mehr oder weniger unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen vergesellschaftet.

Pritzelago O. KUNTZE (1) - *P. alpina* (L.) O. KUNTZE (BG BONN 10420-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Psychine DESF. (1) - *P. stylosa* DESF. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Raphanus L. (8) - *R. raphanistrum* L. (Material ROSEN; Material DITSCH: D) [US/OS: Ø; Spr: quger. St.]; *R. sativus* L. (BG ER) [US/OS: Ø]. - Auf den Blattflächen keine Kristalloide, bei einer Art quergeriefte Stäbchen auf der Sproboberfläche.

Rapistrum CRANTZ (3) - *R. pereme* (L.) ALL. (BG REG) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Rorippa SCOP. (70) - *R. aquatica* (EATON) E.J. PALMER & STEYERM. (BG M) [US/OS: Ø]; *R. austriaca* (CRANTZ) BESSER (BG M) [US/OS: Ø]; *R. sylvestris* (L.) BESSER (Material DITSCH: D) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Schivereckia ANDRZ. ex DC. (5) - *S. doerfleri* (WETTST.) BORNH. (BG MB 78/919) [US/OS: Ø]; *S. podolica* (BESSER) ANDRZ. (BG BONN 9312) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Sinapis L. (10) - *S. alba* L. (BG BONN 6140) [US/OS: Ø]; *S. arvensis* L. (BG REG) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Sisymbrium L. (80) - *S. austriacum* JACQ. (BG BONN 6373-20) [US/OS: Ø]; *S. luteum* (MAXIM.) SCHULTZ (BG REG) [US/OS: Ø]; *S. officinale* (L.) SCOP. (Material DITSCH: D) [US/OS: Ø; Spr: quger. St.]; *S. strictissimum* L. (BG BONN 6374-90) [US/OS: Ø; Spr: quger. St.]. - Auf den Blattoberflächen keine Kristalloide, bei zwei Arten querveriefte Stäbchen auf den Sproßoberflächen.

Smelowskia C. MEYER (6) - *S. calycina* (STEPHAN) C.A. MEY. var. *americana* (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Teesdalia R. BR. (2) - *T. nudicaulis* (L.) R. BR. (Material DITSCH: D) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Thlaspi L. (60) - *T. arvense* L. (Material DITSCH: D) [US/OS: Ø; Spr: quger. St. + irr. Sch.]; *T. montanum* L. (BG REG) [US/OS: irr. Sch.]. - Bei einer Art keine Kristalloide auf den Blattflächen, aber querveriefte Stäbchen und mehr oder weniger plattenförmige, unregelmäßig gerandete Schuppen auf der Sproßoberfläche, bei der anderen Art auf beiden Blattflächen unregelmäßig gerandete Wachsschuppen.

Vella L. (5) - *V. pseudocytisus* L. (BG BONN 129) [US/OS: Ø]; *V. spinosa* BOISS. (BG BONN 131) [US/OS: irr. K.]. - Eine Art ohne Kristalloide, eine Art mit unregelmäßigen körnchenförmigen Kristalloiden, welche eventuell Erosionsprodukte anderer Kristalloidformen darstellen.

CAPPARACEAE JUSS. (45/675)

Bei keiner der 18 untersuchten Arten aus acht Gattungen konnten Kristalloide nachgewiesen werden.

Capparis L. (250) - *C. avicenniaefolia* KUNTH (BG BONN 9544-50) [US/OS: Ø]; *C. cyanastrum* var. *angustifolia* (BG M) [US/OS: Ø]; *C. micracantha* DC. (BG M) [US/OS: Ø]; *C. spec.* (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]; *C. spinosa* L. (BG BONN 22502) [US/OS: Ø].

Cleome L. (150) - *C. hassleriana* CHODAT (BG BONN 3308-90) [US/OS: Ø]; *C. hirsuticaulis* MACBRIDE (BG MB) [US/OS: Ø].

Morisonia L. (4) - *M. americana* L. (BG M) [US/OS: Ø].

Oxystylis TORR. & FRÉMONT (1) - *O. lutea* TORR. & FRÉMONT (B: J.T. HOWELL & G.H. TRUE 45381) [US/OS: Ø].

Pentadiplandra BAILLON (1) - *P. brazzeana* BAILLON (B: A.J.M. LEEUWENBERG 7377) [US/OS: Ø]; *P. dasyantha* (GILG) EXELL (B: CORBISIER 1463) [US/OS: Ø].

Polanisia RAF. (7) - *P. trachysperma* TORR. & GRAY (BG BONN 3307-90) [US/OS: Ø].

Steriphoma SPRENGEL (8) - *S. aurantiaca* (BG M) [US/OS: Ø]; *S. cleomoides* SPRENG. (BG ER) [US/OS: Ø]; *S. paradoxum* ENDL. (BG MB) [US/OS: Ø]; *S. peruviana* SPRUCE ex EICHL. (BG BONN) [US/OS: Ø]; *S. spec.* (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø].

Thilachium LOUR. (10) - *T. spec.* (BG M) [US/OS: Ø].

MORINGACEAE R. BR. ex DUMORT. (1/14)

Von den sieben untersuchten Arten zeigen sechs auf beiden Blattseiten zu Rosetten aggregierte Wachsschuppen mit meist unregelmäßigen Rändern. Auf dem kontaminierten und verpilzten Herbarmaterial von *M. pterygosperma* konnten keine Kristalloide nachgewiesen werden.

Moringa ADANS. (14) - *M. hildebrandtii* ENGL. (ZSS: GEROLD s.n.) [US/OS: gl. Sch. in Ros.]; *M. oleifera* LAM. (BG UBT) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *M. ovalifolia* DINTER & A. BERGER (ZSS 931033/0) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *M. peregrina* (FORSSK.) FIORI (B: DE WILDE & DE WILDE-DUYFJES 9739) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *M. pterygosperma* GAERTN. (B: R. ZIMMERMANN 37) [US/OS: Ø]; *M. stenopetala* (BAK. f.) CUFOD. (B: F.N. GACHATHI 421) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *M. drouhardii* JUMELLE (ZSS 911037/a) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]. - Eine Art ohne Kristalloide, sechs Arten mit meist unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen in häufig unterschiedlich großen Rosetten.

RESEDACEAE DC. ex GRAY (6/75)

Von 13 untersuchten Arten aus fünf Gattungen weisen nur drei Arten der Gattung *Reseda* Kristalloide in Form von gewundenen Stäbchen auf. Bei zwei dieser Arten finden sich außerdem röhrenförmige Kristalloide sowie Zwischenformen.

Caylusea A. ST.-HIL. (3) - *C. abyssinica* (FRESEN.) FISCH. & MEY. (B: W. DE WILDE 7226) [US/OS: Ø]; *C. hexagyna* (FORSSK.) M.L. GREEN (B: H. & E. WALTER 195) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Ochradenus DEL. (6) - *O. baccatus* DELILE (Material ROSEN) [US/OS/Spr: Ø]. - Keine Kristalloide

Oligomeris CAMBESS. (9) - *O. linifolia* (VAHL) MACBR. (B: SULTAN AL ABEDINA & ABRAR HUSAIN) [US/OS: Ø]; *O. spathulata* E.MEY. ex HARV. & SOND. (B: DINTER 6686) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Randonia COSSON (3) - *R. africana* COSSON (B: L. CHEVALLIER 158) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Reseda L. (55) - *R. alba* L. (BG BONN 3348-90) [US/OS: Ø]; *R. complicata* BORY (BG M) [US/OS/Spr: R. + gew. St.]; *R. cf. decursiva* FORSSK. (Material ROSEN) [US/OS: Ø]; *R. glauca* L. (BG BONN 3347-90; BG REG) [US/OS/Spr: gew. St. + R.]; *R. lutea* L. (BG BONN 3349-90) [US/OS: Ø]; *R. luteola* L. (BG BONN 3350-40) [US: gew. St.; OS: Ø]; *R. odorata* L. (BG BONN 8173) [US/OS: Ø]. - Vier Arten ohne Kristalloide; drei Arten mit gewundenen Stäbchen, davon in zwei Fällen mit röhrenförmigen Kristalloiden sowie Zwischenformen kombiniert.

TOVARIACEAE PAX (1/2)

Die beiden Arten weisen keine Kristalloide auf, wohl aber ausgeprägte Cuticularfaltungsmuster.

Tovaria RUÍZ & PAVÓN (2) - *T. diffusa* (MACFAD.) FAWCETT & RENDLE (B: P. HIEPKO 2949) [US/OS: Ø]; *T. pendula* RUÍZ & PAVÓN (BG BONN 6049) [US/OS: Ø].

5.1.5. Ericales DUMORT.

Ähnlich den Capparales bestehen auch die Ericales aus einer festen Kerngruppe von Familien, über deren Zugehörigkeit allgemein kein Zweifel besteht. Dies sind die Empetraceae, Epacridaceae, Ericaceae, Monotropaceae

und Pyrolaceae. Nach neueren cladistischen Analysen konventioneller (ANDERBERG 1993; JUDD & KRON 1993) und molekularsystematischer Daten (KRON & al. 1991; KRON & CHASE 1993; KRON 1996) sollten sie zu einer Familie Ericaceae zusammengefaßt werden, um para- und polyphyletische Gruppierungen zu vermeiden.

Tabelle 9: Die Familien der Ericales in den konventionellen Systemen (Familien, deren Wachsmikromorphologie in diesem Kapitel vorgestellt wird, sind unterstrichen).

Familie	CRONQUIST 1988	DAHLGREN 1989	TAKHTAJAN 1987	THORNE 1992 b, pers. Mittlg.
Actinidiaceae ¹	Dilleniidae Theales	Ericanae Ericales	Dilleniidae Theanae Actinidiales	Dilleniaceae Dilleniales Theineae
Clethraceae ¹	Dilleniidae Ericales	Ericanae Ericales	Dilleniidae Ericanae Ericales	Dilleniaceae Dilleniales Clethreaceae
Cyrtaceae ¹	Dilleniidae Ericales	Ericanae Ericales	Dilleniidae Ericanae Ericales	Dilleniaceae Dilleniales Clethreaceae
<u>Empetraceae</u>	Dilleniidae Ericales	Ericanae Ericales	Dilleniidae Ericanae Ericales	Dilleniaceae Ericales
<u>Epacridaceae</u> ²	Dilleniidae Ericales	Ericanae Ericales	Dilleniidae Ericanae Ericales	Dilleniaceae Ericales
<u>Ericaceae</u>	Dilleniidae Ericales	Ericanae Ericales	Dilleniidae Ericanae Ericales	Dilleniaceae Ericales
Grubbiaceae ³	Dilleniidae Ericales	Ericanae Bruniales	Dilleniidae Ericanae Ericales	Rosaceae Bruniales
<u>Monotropaceae</u>	Dilleniidae Ericales	Ericanae Ericales	(in Ericaceae)	(in Ericaceae)
<u>Pyrolaceae</u>	Dilleniidae Ericales	Ericanae Ericales	(in Ericaceae)	(in Ericaceae)

¹ Die Familie wurde von DITSCH & BARTHLOTT (1994) wachsmikromorphologisch untersucht.

² Die Familie wurde von WEILLER & al. (1994) wachsmikromorphologisch untersucht.

³ Die Familie wurde von FEHRENBACH & BARTHLOTT (1988) wachsmikromorphologisch untersucht.

Von den Familien, deren Zugehörigkeit zu den Ericales kontrovers diskutiert wird, vermitteln die Actinidiaceae, Clethraceae und Cyrillaceae zwischen den Ericales und den Dilleniales bzw. Theales, von denen die übrigen Familien der Ordnung in der Regel abgeleitet werden. In den molekularsystematischen Analysen (KRON & CHASE 1993; KRON 1996) sind sie als basaler Ast den Ericales angegliedert.

Die Grubbiaceae werden alternativ zu den Bruniaceae gestellt und weisen somit Beziehungen zu den Rosales auf.

GOLDBERG (1986) zählt auch die Diapensiaceae zu den Ericales. Da diese bei CRONQUIST (1988) eine eigene Ordnung bekleiden, werden sie an dieser Stelle nicht weiter behandelt.

FROHNE & JENSEN (1992) und HUBER (1991) fassen die Ordnung zwar unterschiedlich weit, stellen sie jedoch ähnlich DAHLGREN (1989) vorwiegend wegen ihres Iridoidgehalts und embryologischer Merkmale in die direkte Nähe der Cornales und damit an die Basis der zumindest teilweise den Asteridae entsprechenden Verwandtschaftsgruppierungen.

Von den 234 hier untersuchten Arten aus 55 Gattungen weisen 143 Arten aus 43 Gattungen keine Kristalloide auf. 54 Arten aus acht Gattungen sind durch Röhren und/oder gewundene Stäbchen gekennzeichnet, die als Hauptkomponenten β -Diketone aufweisen (EVANS & al. 1975). Da sie innerhalb der Ordnung die häufigste Ausprägung von Kristalloiden darstellen und in mehreren Unterfamilien der **Ericaceae** vorkommen, auch in der Gattung *Erkianthus*, die der Basis der Ordnung am nächsten steht (ANDERBERG 1993, KRON & CHASE 1993), liegt es nahe, sie als ursprüngliches Merkmal anzusehen. Das Fehlen dieser Wachstform bei den Empetraceae, Monotropaceae und Pyrolaceae, kann als abgeleitet gelten. Dreikantige Stäbchen sind für vier Gattungen mehrerer Unterfamilien nachgewiesen. Entsprechend der Klassifikation von STEVENS (1971) sind sie demnach mehrfach unabhängig voneinander entstanden. Einer Einbeziehung der Gattung *Ledum* in *Rhododendron* (KRON & JUDD 1990) wirken sie nicht entgegen, da dreikantige Stäbchen nach der Klassifikation von DAVIDIAN (1982, 1989) innerhalb von *Rhododendron* auf unterschiedliche Sektionen und Untersektionen verteilt sind.

Die **Actinidiaceae** zeigen vorwiegend Wachsschuppen, nur im Einzelfall quergeriefte Stäbchen (DITSCH & BARTHLOTT 1994). Blütenmorphologisch (SCHMID 1978 a; RONSE-DECREAENE & SMETS 1987) und serologisch (JOHN & KOLBE 1980) weist die Familie deutlichere Beziehungen zu den Theales als zu den Ericales auf. Pollenmorphologisch steht sie den Clethraceae näher als den Dilleniaceae oder Theaceae (DICKISON & al. 1982; ZHANG 1987).

Die **Clethraceae** und **Cyrillaceae** weisen entweder keine oder schuppenförmige Kristalloide auf. Embryologisch zeigen die beiden Familien Beziehungen zu den Ericales (PALSER 1975; VIJAYARAGHAVAN & DHAR 1978). Aufgrund

blütenmorphologischer Merkmale befürwortet KAVALJIAN (1952) eine isolierte Stellung der Clethraceae innerhalb der Ericales.

Palynologische (KIM & al. 1989) und holzanatomische Untersuchungen (CARLQUIST 1989) sprechen für eine enge Verwandtschaft der **Empetraceae** zu den Ericaceae. Auf ihren Oberflächen finden sich Wachsschuppen oder keine Wachsskulpturen.

Innerhalb der **Epacridaceae** entspricht die Verteilung unterschiedlicher Wachsformen (vorliegende Ergebnisse; WEILLER & al. 1994) im großen und ganzen den Gruppierungen nach POWELL & al. (1987). So sprechen die Wachsdaten dafür, daß die Richeoideae mit ihren röhrenförmigen Skulpturen ursprünglicher sind, als die Epacridoideae, bei denen sich in verschiedenen Gruppierungen aggregierte Stäbchen finden. Die Röhren sind als Synapomorphie mit den Ericaceae anzusehen, während die aggregierten Stäbchen eine Eigenentwicklung innerhalb der Epacridaceae darstellen.

Unterschiedlichen Analysen zufolge (STEVENS 1971; WALLACE 1976; TAKAHASHI 1987, 1988) lassen sich die **Monotropaceae** und **Pyrolaceae** parallel von Vorläufern der Vaccinioideae ableiten und sind somit in die Ericaceae einzugliedern. In ihrer Flavonoid-Chemie ähneln sie einander mehr als den übrigen Ericales (BOHM & AVERETT 1989). Auf ihren Oberflächen weisen sie entweder keine oder schuppenförmige Wachsskulpturen auf.

WARNER & CHINNAPPA (1986) befürworten anhand pollenmorphologischer Daten nicht nur die Eigenständigkeit der Monotropaceae und Pyrolaceae, sondern auch die Aufstellung einer eigenen Familie für *Orthilia secunda*. Diese sollte zusammen mit Clethraceae und Cyrillaceae außerhalb der Ericales angesiedelt sein, um dort eine progressive Reihe zu bilden, die zu den Ericales führt. Wachsmikromorphologisch läßt sich dies nicht unterstützen.

CYRILLACEAE ENDL. (3/14)

Bisher wurden bei einer von zwei untersuchten Arten schuppenförmige Kristalloide mit unregelmäßigen Rändern nachgewiesen (DITSCH & BARTHOLOTT 1988). Die neu untersuchte Art zeigt keine Kristalloide.

Cliftonia BANKS ex GAERTNER f. (1) - *C. monophylla* (LAM.) BRITTON sec. SARG. (B: W.O. HARVARD 29) [US/OS: Ø].

EMPETRACEAE GRAY (3/5)

Die meisten untersuchten Oberflächen zeigen keine Kristalloide. Nur auf der Blattoberseite von *Empetrum nigrum* und der Fruchtoberfläche von *Corema album* sind meist unregelmäßig gerandete Wachsschuppen gefunden worden.

Ceratiola MICHX. (1) - *C. ericoides* MICHX. (B: R. MCVAUGH & F.J. HERMANN 13.3.39) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Corema D. DON (2) - *C. album* D. DON (BG MB) [US/OS: Ø; Fr: gl. - irr. Sch.]; *C. conradi* (TORR.) TORR. ex LOUD. (B: RÜGEL s.n.) [US/OS: Ø]. - Auf den Blattoberflächen keine Kristalloide, bei einer Art glattrandige bis unregelmäßig gekerbte Wachsschuppen auf der Fruchtoberfläche.

Empetrum L. (2) - *E. nigrum* L. (BG BONN 3278) [US: Ø; OS: irr. Sch.]; *E. nigrum* L. ssp. *hermaphroditum* (HAGERUP) BÖCHER (BG MB 69/172/139) [US: Ø; OS: irr. Sch.]; *E. rubrum* L. (BG BOCH) [US/OS: Ø]. - Bei einer Art keine Kristalloide, bei einer Art unregelmäßig gerandete Wachsschuppen auf der Blattoberseite.

EPACRIDACEAE R. BR. (31/400)

Von 16 untersuchten Arten aus zehn Gattungen zeigen neun Arten aus sieben Gattungen keine Kristalloide. Drei Arten aus drei Gattungen weisen Wachsschuppen in unterschiedlichen Anordnungen auf, die bei einer Art tendenziell rosettig ist. Bei drei Arten aus zwei Gattungen wurden längsaggregierte Stäbchen auf den Blattflächen gefunden, die stark an die Kristalloide des *Strelitzia*-Typs erinnern. Eine Art ist durch dicht, aber einzeln stehende, massive rundliche, nicht selten verzweigte Röhrrchen charakterisiert.

Coleanthera STSCHEGL. (3) - *C. myrtoides* STSCHEGL. (B: A.S. GEORGE 6904) [US: irr. Sch.; OS: Ø]. - Dicht stehende, unregelmäßig gerandete Wachsschuppen mit Tendenz zu rosettiger Anordnung auf der Blattunterseite.

Conostephium BENTH. (5) - *C. drummondii* (STSCHEGL.) C.A. GARDNER (B: A.S. GEORGE 7320) [US/OS: Ø]; *C. pendulum* BENTH. (B: H. & E. WALTER 31.7.58) [US: Ø; OS: aggr. St.]. - Bei einer Art dichte Bestände längsaggregierter Stäbchen, die an Kristalloide des *Strelitzia*-Typs erinnern, keine Kristalloide bei der anderen Art.

Cosmelia R. BR. (1) - *C. rubra* R. BR. (B: A. STRID 20473) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Cyathodes LABILL. (15) - *C. colensoi* (HOOK. f.) HOOK. f. (BG BONN 517) [US/OS: aggr. St.]; *C. juniperina* (FORSTER & FORSTER f.) DRUCE (BG BONN 12) [US/OS: aggr. St.; Fr: irr. Sch. + F.]; *C. robusta* HOOK. f. (BG BOCH) [US: R.; OS: Ø]. - Zwei Arten mit längsaggregierten Stäbchen, die an die Kristalloide des *Strelitzia*-Typs erinnern (Abb. 30), auf beiden Blattflächen, eine davon mit unregelmäßigen, in verzweigte Fäden auslaufenden Wachsschuppen auf der Fruchtoberfläche; eine Art mit kleinen, nicht selten verzweigten Röhrrchen auf der Blattunterseite.

Dracophyllum LABILL. (48) - *D. secundum* (POIR.) R. BR. (BG BONN 519) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Epacris CAV. (35) - *E. impressa* LABILL. 'Rubella' (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. lanuginosa* LABILL. (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. paludosa* R. BR. (BG BONN 520) [US/OS: irr. Sch.]. - Zwei Arten ohne Kristalloide, eine Art mit dichten Beständen gekerbter bis gefranster Wachsschuppen.

Leucopogon R. BR. (150) - *L. parviflorus* ANDREWS (BG K 237-53-23703) [US: irr. Sch.; OS: Ø]. - Dicht stehende Wachsschuppen mit gekerbten bis gefransten Rändern auf der Blattunterseite.

Nedhamiella L. WATSON (1) - *N. pumilio* (R. BR.) L. WATSON (B: E. PRITZEL 463) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Oligarrhena R. BR. (1) - *O. micrantha* R. BR. (B: HJ. EICHLER 21036) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Pentachondra R. BR. (3) - *P. involocrata* R. BR. (B: W. CURTIS & D. MARTIN 2209) [US/OS: Ø]; *P. pumila* (FORSTER & FORSTER f.) R. BR. (B: H. & E. WALTER 1.3.59) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

ERICACEAE JUSS. (103/3450)

Von den 201 untersuchten Arten aus 35 Gattungen zeigen 124 Arten aus 27 Gattungen keine Kristalloide. Bei 52 Arten aus acht Gattungen finden sich gewundene Stäbchen oder Röhrchen, häufig beide Formen miteinander, gelegentlich auch mit mehr oder weniger unregelmäßig gestalteten Wachsschuppen kombiniert. 13 Arten aus zehn Gattungen weisen ausschließlich schuppenförmige Wachse auf. Elf Arten aus vier Gattungen haben dreikantige Stäbchen auf ihren Oberflächen, davon eine Art eine Kombination von dreikantigen Stäbchen und Röhrchen sowie gewundenen Stäbchen. Nur bei einer Art finden sich quergeriefte Stäbchen, kombiniert mit relativ dicken, unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen.

Agapetes D. DON ex G. DON f. (95) - *A. hosseana* DIELS (BG BONN 527) [US/OS: gew. St. + R. + irr. Sch.]; *A. incurvata* (GRIFFITH) SLEUMER (BG BONN 528) [US/OS: Ø]; *A. serpens* (WIGHT) SLEUMER (BG BONN 175) [US/OS: gl. + irr. Sch.]; *A. smithiana* SLEUMER var. *major* (BG BONN 526) [US/OS: gew. St. + R.]; *A. spec.* (BG BONN 21114) [US/OS: Ø]. - Zwei Arten mit gewundenen Stäbchen und röhrchenförmigen Kristalloiden, nicht selten mit unregelmäßigen Wachsschuppen vergesellschaftet, eine Art mit glattrandigen, mehr oder weniger plattenförmigen bis unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen, zwei Arten ohne Kristalloide.

Agauria (DC.) HOOK. f. (1) - *A. salicifolia* HOOK. f. ex OLIVER (Material FISCHER) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Andromeda L. (2) - *A. glaucophylla* LINK (BG BONN 3282) [US/OS: verzw. R.]; *A. polifolia* L. (BG BONN 3291; BG K 021-64-02104) [US/OS: verzw. R.]. - Auf allen untersuchten Flächen relativ lange, meist verzweigte Röhrchen, die zum Teil vermutlich durch Erosion tangential verschmolzene Aggregate bilden.

Arbutus L. (14) - *A. andrachne* L. (BG BONN 530) [US: 3-k. St.+ Sch.; OS: Ø]; *A. canariensis* DUHAM. (BG BONN 535) [US/OS: Ø]; *A. unedo* L. (BG BONN 499-90) [US/OS: Ø]. - Bei zwei Arten keine Kristalloide, bei einer Art dreikantige Stäbchen, die meist einseitig der Cuticula aufliegen, mit eingestreuten unregelmäßigen Wachsschuppen.

Arctostaphylos ADANS. (50) - *A. myrtifolia* PARRY (BG BOCH) [US/OS: Ø]; *A. nevadensis* A. GRAY (BG BONN 3126) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Bruckenthalia REICHB. (1) - *B. spiculifolia* (SALISB.) REICHB. (BG BONN 3129) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Calluna SALISB. (1) - *C. vulgaris* (L.) HULL (BG BONN 3127) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Cassiope D. DON (12) - *C. selaginoides* HOOK. f. & THOMS. (BG BONN 522) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Cavendishia LINDLEY (100) - *C. bracteata* RUÍZ & PAVÓN ex J. ST.-HIL.) HOEROLD (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Chamaedaphne MOENCH (1) - *C. calyculata* (L.) MOENCH (BG BONN 3293) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Daboecia D. DON (2) - *D. cantabrica* (HUDS.) C. KOCH (BG BONN 3122) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Disterigma (KLOTZSCH) NIEDENZU (25) - *D. spec.* (BG BONN; Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Elliottia MÜHLENB. ex ELLIOTT (4) - *E. pyrolifolia* (BONGARD) S.W. BRIM & P.F. STEVENS (BG MB 82/1400/197) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Enkianthus LOUR. (10) - *E. campanulatus* (MIQ.) NICHOLS (BG BONN 3125-90) [US/OS: Ø]; *E. deflexus* (GRIFFITH) SCHNEIDER (BG M) [US: lg. R.; OS: Ø]. - Bei einer Art relativ lange, aufrecht stehende Wachsröhren auf der Blattunterseite.

Erica L. (665) - *E. anderalensis* B. CABEZUDO & J. RIVERA (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. arborea* L. 'Alpina' (BG BONN 8213) [US/OS: Ø]; *E. australis* L. (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. baccans* L. (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. breviflora* DULFER (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. buccinaeformis* SALISB. (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. caffra* L. (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. canaliculata* ANDREWS (BG BONN 105) [US/OS: Ø]; *E. cerinthoides* L. (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. chamissonis* KLOTZSCH ex BENTH. (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. coccinea* L. (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. curviflora* L. (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. curvirostris* SALISB. (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. cyathiformis* SALISB. (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. daphniflora* SALISB. (BG BONN 784) [US/OS: Ø]; *E. discolor* ANDREWS (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. doliiformis* SALISB. (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. elegans* ANDREWS (BG UBT) [US/OS: Ø]; *E. erigena* R. ROSS (BG BONN 977) [US/OS: Ø]; *E. gilva* WENDLAND (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. glauca* ANDREWS var. *elegans* (ANDREWS) BOL. (BG MB) [US/OS: quger. St. + irr. Sch.]; *E. gracilis* WENDLAND (BG BONN 1650) [US/OS: Ø]; *E. grandiflora* L. f. (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. hirtiflora* CURTIS (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. longifolia* AITON (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. lusitanica* RUDOLPHI (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. manipuliflora* SALISB. (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. multiflora* L. (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. patersonia* ANDREWS (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. pelviformis* SALISB. (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. peziza* LODDIGES (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. pillansii* H. BOL. (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. plukenetii* L. (BG BONN 534) [US/OS: Ø]; *E. quadrangularis* SALISB. (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. regia* BARTLING (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. sessiliflora* L. f. (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. speciosa* ANDREWS (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. tetralix* L. (BG BONN 3295-90) [US/OS: Ø]; *E. tubiflora* WILLD. (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. ventricosa* THUNB. (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. versicolor* ANDREWS var. *versicolor* (BG BONN 170) [US/OS: Ø]. - Vierzig Arten ohne Kristalloide, wengleich vereinzelt mehr oder weniger plattenförmige Wachsschuppen auf den Blattoberseiten als Trocknungsartefakte auftreten können; eine Art mit quergerieften Stäbchen und eingestreuten unregelmäßig gerandeten, meist relativ dicken Wachsschuppen und skulptierten Körnchen (Abb. 49) auf allen untersuchten Flächen.

Gaultheria L. (170) - *G. cuneata* (REHDER & WILSON) BEAN (BG M) [US/OS: Ø]; *G. hispida* R. BR. (BG MB 82/1077/132) [US: irr. Sch. + K.; OS: Ø]; *G. itoana* HAYATA (BG M) [US/OS: Ø]; *G. mucronata* (L. f.) HOOK. & ARN. (BG BOCH) [US: irr. Sch.; OS: Ø]; *G. myrsinoides* KUNTH (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]; *G. pyrolifolia* HOOK. f. ex C.B. CLARKE (BG REG) [US/OS: Ø]; *G. rubra* (BG BONN 533) [US/OS: Ø]; *G. shallon* PURSH (BG BONN 3294-90) [US/OS: Ø]; *G. veitchiana* CRAIB (BG MB 82/1078/132) [US/OS: Ø]. - Sieben Arten ohne Kristalloide, zwei Arten mit sehr unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen und in einem Fall glatten körnchenförmigen Kristalloiden auf der Blattunterseite.

Gaylussacia KUNTH (48) - *G. baccata* (WANGENH.) C. KOCH (BG MB 60/822) [US/OS: gew. St. + R.]. - Auf beiden Blattflächen gewundene Stäbchen und spitzwinklig verzweigte Röhren.

Kalmia L. (7) - *K. angustifolia* L. (BG BONN 3288) [US/OS: gl. + irr. Sch.]; *K. latifolia* L. (BG BONN 6154-90) [US/OS: Ø]. - Eine Art ohne Kristalloide, eine Art mit glattrandigen bis unregelmäßig gezähnten Wachsschuppen, die auf der Blattunterseite eine Tendenz zu rosettiger, auf der Blattoberseite zu paralleler Anordnung besitzen.

Ledum L. (4) - *L. glandulosum* NUTT. (BG M) [US: 3-k. St.; OS: Ø]; *L. groenlandicum* OEDER (BG ER) [US: Ø; OS: irr. Sch.]; *L. macrophyllum* TOLMACH. (BG MB 82/1108/191) [US: 3-k. St.; OS: Ø]; *L. palustre* L. (BG BONN 4788) [US: 3-k. St.; OS: Ø]. - Drei Arten mit dreikantigen Stäbchen unterschiedlicher Dicke und Länge auf den Blattunterseiten (Abb. 31, 32) und meist erodierten Blattoberseiten, eine Art ohne Kristalloide auf der Blattunterseite und unregelmäßig gekerbten Wachsschuppen auf der Blattoberseite.

Leiophyllum HEDWIG f. (1) - *L. buxifolium* (BERGIUS) ELLIOTT (BG MB 81/2500) [US: gl. - irr. Sch.; OS: Ø]. - Auf der Blattunterseite glattrandige bis unregelmäßig gerandete Wachsschuppen mit paralleler Anordnung.

Leucothoe D. DON (44) - *L. axillaris* (LAM.) D. DON (BG MB 77/2967) [US/OS: Ø]; *L. editorum* FERNALD & SCHUBERT (BG M) [US: gl. - irr. Sch.; OS: Ø]; *L. fontanesiana* (STEUD.) SLEUMER (BG BONN) [US/OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide, bei einer Art glattrandige bis unregelmäßig gerandete Wachsschuppen auf der erodierten Blattunterseite.

Loiseleuria DESV. (1) - *L. procumbens* (L.) DESV. (BG BOCH) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Lyonia NUTT. (35) - *L. ligustrina* (L.) DC. (BG MB 673662) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Macleania HOOK. (40) - *M. punctata* HOOK. (BG BONN 4312) [US/OS: Ø]; *M. spec.* (BG BONN 4311) [US/OS: irr. Sch.]. - Bei einer Art keine Kristalloide, bei einer Art verstreut sehr unregelmäßig gerandete Wachsschuppen.

Menziesia SM. (7) - *M. ciliicalyx* (MIQ.) MAXIM. (BG BONN 3286) [US: gew. St. + R.; OS: Ø]; *M. ferruginea* SM. (BG MB 82/958/18) [US: R.; OS: Ø]; *M. pilosa* (MICHX.) JUSS. (BG M) [US: R.; OS: Ø]; *M. purpurea* MAXIM. (BG M) [US: R.; OS: Ø]. - Bei allen Arten auf den Blattunterseiten röhrenförmige Kristalloide, in einem Fall vergesellschaftet mit gewundenen Stäbchen (Abb. 43), auf den Blattoberseiten keine Kristalloide.

Oxydendrum DC. (1) - *O. arboreum* (L.) DC. (BG MB 75/480/50) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Phyllodoce SALISB. (6-7) - *P. caerulea* (L.) BAB. (BG ER) [US: 3-k. St.; OS: Ø]; *P. empetriformis* (SM.) D. DON (BG BOCH) [US: 3-k. St.; OS: Ø]; *P. nipponica* MAKINO (BG MB 80/2063/316) [US: 3-k. St.; OS: Ø]; *P. tsugifolia* NAKAI (BG ER) [US: 3-k. St.; OS: Ø]. - Bei allen vier Arten dreikantige Stäbchen ausschließlich auf den Trichomen der unterseitigen Mittelrippe, sonst keine Kristalloide.

Pieris D. DON (7) - *P. floribunda* (PURSH ex SIMS) BENTH. & HOOK. (BG BONN 3290) [US/OS: Ø]; *P. japonica* (THUNB.) D. DON ex G. DON (BG BONN 3285) [US: irr. Sch.; OS: Ø]; *P. nana* (MAXIM.) MAKINO (BG REG) [US/OS: Ø]; *P. taiwanensis* HAYATA (BG BONN 531-90) [US: gl. - irr. Sch.; OS: Ø]. - Bei zwei Arten keine Kristalloide, bei zwei Arten mehr oder weniger unregelmäßig gerandete Wachsschuppen auf der Blattunterseite.

Rhododendron L. (850) - *R. adenogynum* DIELS (BG MB 73/1804) [US/OS: Ø]; *R. aeruginosum* HOOK. f. (BG MB 73/1856) [US: Ø; OS: gew. St. + gl. Sch.]; *R. albiflorum* HOOK. (BG MB 62/441) [US/OS: Ø]; *R. albrechtii* MAXIM. (BG MB 71/1492) [US: 3-k. St. + irr. Sch.; OS: Ø]; *R. ambiguum* HEMSL. (BG MB 71/1493) [US: R.; OS: Ø]; *R. arborescens* TORR. (BG MB 73/1596) [US/OS: Ø]; *R. arboreum* SM. (BG BONN 529) [US/OS: Ø]; *R. atlanticum* REHD. (BG MB 73/1807) [US: R. + gew. St.; OS: Ø]; *R. aureum* GEORGI (BG M) [US/OS: Ø]; *R. auriculatum* HEMSL. (BG M) [US: R. + gew. St.; OS: gew. St.]; *R. austrinum* REHD. (BG MB 73/1827) [US: R.; OS: Ø]; *R. calendulaceum* (MICHX.) TORR. (BG MB 70/2226) [US/OS: Ø]; *R. calostrotum* BALF. & KINGDON-WARD ssp. *keleticum* (BALF. f. & FORREST) CULLEN (BG MB 70/2146, 71/1512) [US: gew. St.; OS: irr. Sch.]; *R. campanulatum* D. DON (BG MB 85/692/10) [US: Ø; OS: gew. St.]; *R. campylogynum* FRANCHET ssp. *myrtilloides* (BALF. f. & WARD) DAVIDIAN (BG ER) [US: R.; OS: Ø]; *R. canadense* (L.) TORR. (BG BONN 3281) [US/OS: gew. St. + R.]; *R. carolinianum* REHDER

(BG MB 73/1812) [US: Ø; OS: irr. Sch.]; *R. caucasicum* PALLAS (BG MB 73/1602) [US/OS: Ø]; *R. chapmanii* A. GRAY (BG UBT) [US/OS: Ø]; *R. clementinae* FORREST (BG MB 71/1499) [US/OS: Ø]; *R. concinnum* HEMSL. var. *pseudoyanthinum* (BALF. f. ex HUTCH.) DAVIDIAN (BG MB 81/2283) [US: R.; OS: Ø]; *R. cumberlandense* E. BRAUN (BG MB 73/1814) [US/OS: Ø]; *R. cuneatum* W.W. SM. (BG MB 83/849/18) [US/OS: Ø]; *R. dauricum* L. var. *album* DC. (BG MB 81/2274) [US/OS: Ø]; *R. dauricum* L. var. *sempervirens* SIMS (BG BONN 3287) [US/OS: Ø]; *R. decorum* FRANCHET (BG MB 81/2275) [US: gew. St.; OS: Ø]; *R. degronianum* CARRIÈRE (BG MB 71/1500) [US/OS: Ø]; *R. degronianum* CARRIÈRE ssp. *yakushmanum* (NAKAI) HARA (BG MB 73/1840) [US/OS: Ø]; *R. fastigiatum* FRANCHET (BG MB) [US/OS: gew. St. + R. + irr. Sch.]; *R. ferrugineum* L. (BG BONN 10485-90) [US/OS: Ø]; *R. fortunei* LINDLEY (BG MB 73/1606) [US: gew. St.; OS: Ø]; *R. hanceanum* HEMSL. (BG M) [US/OS: Ø]; *R. hippophaeoides* BALF. f. & W.W. SM. (BG MB 73/1816) [US: gew. St.; OS: Ø]; *R. hirsutum* L. (BG BONN 3123) [US/OS: Ø]; *R. impeditum* BALF. f. & W.W. SM. (BG MB 71/1502) [US/OS: gew. St. + irr. Sch.]; *R. intricatum* FRANCHET (BG MB 71/1504) [US/OS: Ø]; *R. japonicum* (A. GRAY) SUR. (BG MB 73/734) [US: R.; OS: Ø]; *R. kaempferi* PLANCHON (BG MB 73/1610) [US/OS: Ø]; *R. kiyosumense* (MAKINO) MAKINO (BG M) [US/OS: Ø]; *R. kotschyi* SIMONKAI (BG MB 70/1314) [US/OS: Ø]; *R. lepidostylum* BALF. f. & FORREST (BG M) [US/OS: R.]; *R. litiense* BALF. f. & FORREST (BG MB 77/2302) [US/OS: gew. St.]; *R. luteum* (L.) SWEET (BG BONN 8365) [US/OS: Ø]; *R. makinoi* TAGG (BG MB 70/969) [US/OS: Ø]; *R. maximum* L. (BG M) [US/OS: Ø]; *R. micranthum* TURCZ. (BG MB 73/1621) [US/OS: Ø]; *R. monosematum* HUTCH. (BG M) [US: 3-k. St.; OS: Ø]; *R. nanum* LÉVL. (BG MB) [US/OS: Ø]; *R. oblongifolium* (SMALL) MILLAIS (BG MB 81/2282) [US: R.; OS: irr. Sch.]; *R. x obtusum* PLANCHON 'Amoenum' (BG MB 71/1508) [US/OS: Ø]; *R. occidentale* A. GRAY (BG MB 73/1842) [US/OS: Ø]; *R. orbiculare* DECAISNE (BG BONN; BG UBT) [US/OS: gew. St. + Sch.]; *R. oreodoxa* FRANCHET (BG BONN) [US/OS: Ø]; *R. periclymenoides* (MICHX.) SHINN. (BG MB 77/2304, 65/1973/251) [US/OS: Ø]; *R. prunifolium* (SMALL) MILLAIS (BG MB 70/1204/251) [US/OS: Ø]; *R. przewalskii* MAXIM. (BG MB 73/1616) [US: Ø; OS: gew. St. + Sch.]; *R. x pulchrum* SWEET (BG MB) [US/OS: Ø]; *R. puralbum* BALF. & W.W. SM. (BG MB 81/2284) [US/OS: gew. St.]; *R. purpurellum* (BG MB 81/2285) [US/OS: gew. St.]; *R. racemosum* FRANCHET (BG UBT) [US: R.; OS: Ø]; *R. rex* LÉVL. (BG MB 81/2286) [US/OS: Ø]; *R. roxieanum* FORREST (BG MB 73/1843) [US/OS: Ø]; *R. rufum* BATALIN (BG MB 81/2287) [US/OS: Ø]; *R. russatum* BALF. f. & FORREST (BG MB 73/1829) [US: gew. St. + R. + irr. Sch.; OS: Ø]; *R. saluenense* FRANCHET (BG MB 73/1830) [US/OS: gew. St. + irr. Sch.]; *R. schlippenbachii* MAXIM. (BG BONN 11815-70) [US/OS: Ø]; *R. scintillans* BALF. f. & W.W. SM. (BG MB 76/127/316) [US/OS: Ø]; *R. searsiae* REHD. & WILS. (BG MB 83/846/18) [US: R.; OS: Ø]; *R. smirnowii* TRAUTVETTER (BG MB 71/1513) [US/OS: Ø]; *R. spiciferum* FRANCHET (BG UBT) [US: R.; OS: Ø]; *R. stenophyllum* HOOK. f. ex STAPF (BG BONN 4831-30) [US/OS: Ø]; *R. taliense* FRANCHET (BG MB 70/971) [US/OS: Ø]; *R. thomsonii* HOOK. f. (BG M 82/138w) [US/OS: gew. St.]; *R. triflorum* HOOK. f. (BG BOCH) [US/OS: gew. St.]; *R. ungerii* TRAUTVETTER (BG M) [US/OS: Ø]; *R. vernicosum* FRANCHET (BG MB 71/1514) [US: gew. St.; OS: Ø]; *R. viscosum* (L.) TORR. (BG MB 70/2229) [US/OS: Ø]; *R. williamsianum* REHD. & WILS. (BG MB 73/1839) [US: gew. St. + R. + 3-k. St.; OS: Ø]; *R. yunnanense* FRANCHET (BG MB 77/2234) [US: R.; OS: Ø]. - 42 Arten ohne Kristalloide, 17 Arten mit gewundenen Stäbchen oder/und Röhrrchen nur auf der Blattunterseite, 12 Arten mit gewundenen Stäbchen oder/und Röhrrchen auf beiden Blattflächen (Abb. 44, 48), drei Arten mit gewundenen Stäbchen nur auf der Blattoberseite und drei Arten mit dreikantigen Stäbchen auf der Blattunterseite, in einem Fall mit gewundenen Stäbchen und Röhrrchen kombiniert.

Rhodothamnus REICHB. (2) - *R. chamaecistus* (L.) REICHB. (BG ER) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Sphrospermum POEPPIG & ENDL. (18) - *S. buxifolium* POEPPIG & ENDL. (BG MB) [US/OS: Ø]; *S. roraimae* KLOTZSCH (BG BONN 3263-40) [US/OS: Ø]; *S. spec.* (BG BONN 6992-60) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Themistoclesia KLOTZSCH (25) - *T. spec.* (Material DITSCH: EC) [US: Ø; OS: irr. Sch.]. - Auf der kontaminierten Blattoberseite unregelmäßige, zum Teil plattenförmige Wachsschuppen.

Tripetaleia SIEBOLD & ZUCC. (2) - *T. bracteata* MAXIM. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Vaccinium L. (450) - *V. angustifolium* AITON var. *hypolasium* (BG MB 78/555/125) [US/OS: irr. Sch.]; *V. arctostaphylos* L. (BG MB 72/1513) [US/OS: Ø]; *V. atrococcum* (GRAY) HELLER (BG MB 79/769/251) [US: gew. St.; OS: irr. Sch.]; *V. corymbosum* L. (BG BONN) [US: gew. St.; OS: Ø]; *V. floribundum* KUNTH (Material DITSCH: EC) [US/OS/Fr: gew. St. + R.]; *V. gaultheriifolium* HOOK. f. (BG MB 76/402/15) [US: gew. St.; OS: Ø]; *V. macrocarpon* AITON (BG BONN 3283-90) [US: R. + gew. St.; OS: Ø]; *V. moupinense* FRANCHET (BG BONN 525) [US/OS: Ø]; *V. myrtilus* L. (BG BONN 3292-90) [US/OS: Ø; Fr: gew. St.]; *V. myrtoides* MIQ. (BG M) [US: irr. - plattenf. Sch.; OS: R. + gew. St.; Fr: irr. - plattenf. Sch. + R.]; *V. oldhamii* MIQ. (BG MB 79/1644/301) [US/OS: Ø]; *V. ovalifolium* SM. (BG MB 68/777/126) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *V. pallidum* AITON (BG MB 70/2278) [US: gew. St.; OS: irr. Sch. + gew. St.]; *V. stanleyi* SCHWEINF. f. (BG BONN 11531-10) [US/OS: Ø]; *V. uliginosum* L. (BG B; BG MB) [US: gew. St.; OS: irr. Sch. + gew. St.]; *V. vitis-idaea* L. (BG BONN 6157-10) [US/OS: Ø]. - Sechs Arten ohne Kristalloide auf den Blattflächen, davon eine mit gewundenen, meist gerinnten Stäbchen auf der Fruchtoberfläche; sieben Arten mit gewundenen Stäbchen, zum Teil mit Röhren kombiniert, auf der Blattunterseite, davon drei Arten mit gleichem Befund auf der Blattoberseite; eine Art mit unregelmäßigen Wachsschuppen auf der Blattunterseite sowie Röhren und gewundenen Stäbchen auf der Blattoberseite; zwei Arten nur mit mehr oder weniger unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen auf beiden Blattflächen, die bei einer Art deutlich rosettig angeordnet sind.

Zenobia D. DON (1) - *Z. pulverulenta* (BARTR. ex WILLD.) POLLARD (BG BONN 3121) [US/OS: R.]. - Auf beiden Blattflächen lange Röhren.

MONOTROPACEAE NUTT. (10/15)

Bei keiner der drei untersuchten Arten zeigen sich Kristalloide auf den Blattoberflächen.

Monotropa L. (2) - *M. uniflora* L. (B: NAITO 5.10.72) [US/OS: Ø].

Monotropsis SCHWEINF. ex ELLIOTT (1) - *M. odorata* (ELLIOTT) SCHWEINITZ ex ELLIOTT (B: T. DAGGY & W. MOYE 5257) [US/OS: Ø].

Pleuricospora A. GRAY (2) - *P. fimbriolata* A. GRAY (B: E.B. COPELAND 13.7.1929) [US/OS: Ø].

PYROLACEAE DUMORT. (4/42)

Von sieben untersuchten Arten aus drei Gattungen weisen drei Arten aus zwei Gattungen keine Kristalloide auf. Die übrigen vier Arten aus drei Gattungen zeigen ausschließlich unregelmäßig gerandete Wachsschuppen.

Chimaphila PURSH (4-5) - *C. maculata* (L.) PURSH (B: RUGEL s.n.) [US: Ø; OS: irr. Sch.]; *C. umbellata* (L.) BARTON (B: A.J. SNELL 6/31) [US/OS: irr. Sch.]. - Beide Arten mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen.

Orthilia RAF. (1) - *O. obtusata* (TURCZ.) HARA (B: F. KEIN 447) [US/OS: Ø]; *O. secunda* (L.) HOUSE (BG REG) [US/OS: irr. Sch.]. - Eine Art mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen.

Pyrola L. (35) - *P. alpina* H. ANDRES (B: M. TOGASI 1551) [US/OS: Ø]; *P. chlorantha* SW. (B: R. SCHULZ 6/1912) [US/OS: Ø]; *P. minor* L. (BG REG) [US/OS: irr. Sch.]. - Zwei Arten ohne Kristalloide, eine Art mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen auf beiden Blattflächen.

5.1.6. Diapensiales ENGL. & GILG

Die systematische Stellung der Diapensiaceae wird sehr kontrovers diskutiert. CRONQUIST (1988) und TAKHTAJAN (1987) stellen sie als eigene Ordnung in direkte Nähe zu den Ericales. DAHLGREN (1989) gliedert sie in ihre erweiterte Ordnung der Cornales ein. THORNE (1992 b) ordnet sie zu den Saxifragales.

HUBER (1991) sieht in ihnen eine Nebenlinie der Theales. Bei GOLDBERG (1986) sind sie innerhalb der Ericales zu finden.

Molekularsystematisch zeigen die Diapensiaceae deutliche Beziehungen zu den Polemoniaceae (CHASE & al. 1993).

Tabelle 10: Die Stellung der Diapensiaceae in den konventionellen Systemen.

Familie	CRONQUIST 1988	DAHLGREN 1989	TAKHTAJAN 1987	THORNE 1992 b, pers. Mittlg.
<u>Diapensiaceae</u>	Dilleniidae Diapensiales	Cornanae Cornales	Dilleniidae Ericanae Diapensiales	Rosanae Saxifragales

Auf den Oberflächen der untersuchten Arten finden sich schuppenförmige oder körnchenförmige Wachsskulpturen oder keine skulptierten Wachse. Dies trägt nicht zur Klärung der Verwandtschaftsverhältnisse bei. Blütenmorphologische und embryologische Daten sprechen gegen eine nahe Verwandtschaft zu den Ericales (PALSER 1963, 1975). Auch palynologisch unterscheiden sie sich signifikant (XI & TANG 1990).

DIAPENSIACEAE (LINK) LINDL. (6/14)

Von sieben untersuchten Arten aus vier Gattungen zeigen drei Arten aus drei Gattungen keine Kristalloide und vier Arten aus drei Gattungen Wachsschuppen mit glatten bis sehr unregelmäßigen Rändern, in einem Fall mit körnchenförmigen Kristalloiden vergesellschaftet.

Diapensia L. (4) - *D. himalaica* HOOK. f. & THOMS. (B: SMITH & CAVE 1361) [US/OS: Ø]; *D. lapponica* L. (B: J. BORNMÜLLER 24.7.1904) [US: irr. Sch.; OS: Ø]. - Bei einer Art keine Kristalloide, bei einer Art auf der Blattunterseite unregelmäßig gerandete Wachsschuppen.

Galax SIMS. (1) - *G. urceolata* (POIRET) BRUMMITT (B: J.T. BALDWIN Jr. 760) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Pyxidantha MICHX. (1) - *P. barbulata* MICHX. (B: H. KOSTER 22.4.35) [US: gl. Sch.; OS: Ø]. - Auf der Blattunterseite flache glattrandige Wachsschuppen.

Shortia TORREY & A. GRAY (6) - *S. galacifolia* TORREY & A. GRAY (B: R.W. POWELL Jr. 23.3.67) [US/OS: Ø]; *S. soldanelloides* (SIEBOLD & ZUCC.) MAKINO (B: M. TOGASI NSM 431; B: G. MURATA & T. SHIMIZU 997) [US: Ø; OS: irr. Sch.]; *S. uniflora* MAXIM. (B: T. MATSUOKA TSM 1336) [US/OS: K. + irr. Sch.]. - Eine Art ohne Kristalloide, zwei Arten mit gekerbten bis sehr unregelmäßigen Schuppen, in einem Fall vergesellschaftet mit körnchenförmigen Kristalloiden.

5.1.7. Ebenales ENGL.

Die Ordnung wird in den meisten Systemen als basaler Ast der von den Theales zu den Primulales führenden Entwicklungslinie interpretiert. Über die enge Verwandtschaft von fünf ihrer Familien besteht keine Unstimmigkeit. Nur die Symplocaceae werden alternativ in die Cornales (DAHLGREN 1989) oder in die Nähe der Theaceae gestellt (TAKHTAJAN 1987; THORNE 1992 b).

Tabelle 11: Die Familien der Ebenales in den konventionellen Systemen (Familien, deren Wachsmikromorphologie in diesem Kapitel vorgestellt wird, sind unterstrichen).

Familie	CRONQUIST 1988	DAHLGREN 1989	TAKHTAJAN 1987	THORNE 1992 b, pers. Mittlg.
<u>Ebenaceae</u>	Dilleniidae Ebenales	Primulanae Ebenales	Dilleniidae Ericanae Ebenales	Dilleniaceae Styracales Ebenineae
<u>Lissocarpaceae</u>	Dilleniidae Ebenales	Primulanae Ebenales	Dilleniidae Ericanae Ebenales	Dilleniaceae Styracales Ebenineae
<u>Sapotaceae</u>	Dilleniidae Ebenales	Primulanae Ebenales	Dilleniidae Ericanae Sapotales	Dilleniaceae Styracales Ebenineae
<u>Sarcospermatac.</u>	(in Sapotaceae)	(in Sapotaceae)	(in Sapotaceae)	(in Sapotaceae)
<u>Styracaceae</u>	Dilleniidae Ebenales	Primulanae Ebenales	Dilleniidae Ericanae Ebenales	Dilleniaceae Styracales Styracineae
<u>Symplocaceae</u> ¹	Dilleniidae Ebenales	Cornanae Cornales	Dilleniidae Theanae Theales	Dilleniaceae Dilleniales Theineae

¹ Die Familie wurde von DITSCH & BARTHLOTT (1994) wachsmikromorphologisch untersucht.

FROHNE & JENSEN (1992) stellen die Ordnung zwischen Theales und Primulales, erwähnt jedoch als zu ihr gehörig nur die Ebenaceae, Sapotaceae und Styracaceae.

Bei GOLDBERG (1986) beinhalten die Ebenales nur die Ebenaceae und Sapotaceae. Davon leitet er die Styracales ab, gebildet von Styracaceae, Lissocarpaceae und Alangiaceae (hier unter Cornales).

HUBER (1991) gliedert die Ebenaceae in die Theales ein und stellt in deren Nähe auch die Sapotaceae und Styracaceae.

In den molekularsystematischen Analysen von CHASE & al. (1993) finden sich die einzelnen Familien dieser Ordnung in unterschiedlicher Nähe zu den Primulales und Ericales.

Die meisten der 35 untersuchten Arten zeigen keine Kristalloide auf ihren Oberflächen. Ansonsten können Wachsschuppen und Körnchen auftreten. Dieses Merkmal läßt sich nicht zur Charakterisierung der Ordnung oder Familien heranziehen.

Zwischen den Ebenaceae und Styracaceae einerseits und den Sapotaceae andererseits finden sich palynologisch sowohl Gemeinsamkeiten (ERDTMAN 1952) als auch Unterschiede (HARLEY 1991). Stärker abweichend zeigen sich die Symplocaceae (LIANG & YU 1985). Die Lissocarpaceae unterscheiden sich sowohl holzanatomisch (DICKISON & PHEND 1985), als auch blattanatomisch und blütenmorphologisch (SCHADEL & DICKISON 1979). Nach DICKISON (1993) vermittelt die Blütenanatomie der Styracaceae zwischen den Theales und den Ericales.

EBENACEAE GÜRKE (2/487)

Keine der 14 untersuchten Arten aus zwei Gattungen zeigt Kristalloide auf den Blattoberflächen. Eine Art (*Diospyros kaki*) weist dichte Bestände gekerbter Wachsschuppen auf ihrer Fruchtoberfläche auf.

Diospyros L. (475) - *D. abyssinica* (HIERN) F. WHITE (B: C. TROLL 4483) [US/OS: Ø]; *D. austro-africana* DE WINTER (BG UBT) [US/OS: Ø]; *D. dichrophylla* (GANDOGGER) DE WINTER (BG M) [US/OS: Ø]; *D. ebenaster* RETZ (BG M) [US/OS: Ø]; *D. ebenum* KOENIG ex RETZ (BG BONN 2565-80) [US/OS: Ø]; *D. ferrea* (WILLD.) BAKHUIZEN (B: A.J. KOSTERMANS 24811) [US/OS: Ø]; *D. fischeri* GURKE (BG BOCH) [US/OS: Ø]; *D. glaucifolia* METC. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *D. inconstans* JACQ. (B: B. RAMBO 44330) [US/OS: Ø]; *D. japonica* SIEBOLD & ZUCC. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *D. kaki* L. f. (BG BONN 308; Material DITSCH: RM) [US/OS: Ø; Fr: irr. Sch.]; *D. rhombifolia* HEMSL. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *D. simulans* F. WHITE (BG BONN 10593-90) [US/OS: Ø].

Euclea L. (12) - *E. undulata* THUNB. var. *undulata* (BG BONN 116) [US/OS: Ø].

LISSOCARPACEAE GILG (1/2-3)

Auf der Blattoberseite des stark kontaminierten Herbarmaterials konnten keine Kristalloide nachgewiesen werden. Das Vorkommen von glattrandigen bis unregelmäßigen Wachsschuppen und Körnchen auf der Blattunterseite kann aufgrund des erodierten Erscheinungsbildes der Kristalloide und der Verpilzung der Blattoberfläche nicht als ursprüngliche Ausprägung gewertet werden.

Lissocarpa BENTH. (2-3) *L. guianensis* GLEASON (B: HAHN 5832) [US: K. + gl. - irr. Sch.; OS: Ø].

SAPOTACEAE JUSS. (107/1045)

Von zehn untersuchten Arten aus neun Gattungen weisen fünf Arten aus fünf Gattungen keine Kristalloide auf. Die übrigen fünf Arten aus vier Gattungen zeigen schuppenförmige Kristalloide, die meist glattrandig bis plattenförmig gestaltet sind. Nur bei einer Art bilden meist unregelmäßig gerandete Wachsschuppen dichte Bestände.

Argania ROEMER & SCHULTES (1) - *A. spinosa* (L.) SKEELS (BG BONN 721) [US: irr. Sch.; OS: Ø]. - Dicht stehende, unregelmäßig gerandete Wachsschuppen auf der Blattunterseite.

Chrysophyllum L. (80) - *C. cainito* L. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Labourdonnaisia BOJER (4) - *L. calophylloides* BOJER (B: BOSSER U 435) [US/OS: irr. - plattenf. Sch.]. - Unregelmäßig gerandete bis plattenförmige Wachsschuppen.

Manilkara ADANS. (70) - *M. zapota* (L.) P. ROYEN (BG BOCH) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Mimusops L. (58) - *M. caffra* E. MEY. ex A. DC. (BG ER; BG MB) [US/OS: gl. - irr. Sch.]. - Auf beiden Blattseiten glattrandige bis unregelmäßige Wachsschuppen.

Pouteria AUBLET (50) - *P. campechiana* (KUNTH) BAEHNI (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Sideroxylon L. (100) - *S. argenteum* THUNB. (BG ER) [US/OS: gl. - plattenf. Sch.]; *S. inerme* L. (BG BOCH) [US/OS: gl. - plattenf. Sch.]. - Beide Arten mit glattrandigen bis plattenförmigen Wachsschuppen.

Synsepalum (A. DC.) BAILLON (8) - *S. dulcificum* (SCHUM. & THONN.) DANIELL (BG BONN 5044-20) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Vitellaria GAERTNER f. (1) - *V. paradoxa* GAERTNER f. (BG BONN 8654) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

SARCOSPERMATACEAE H.J. LAM (1/6)

Von den zwei untersuchten Arten weist nur eine unregelmäßig gerandete Wachsschuppen auf, bei denen aber ein Einfluß der Verpilzung des Herbarmaterials nicht ausgeschlossen werden kann.

Sarcosperma HOOK. f. (6) - *S. laurinum* (BENTH.) HOOK. f. (B: F.C. HOW 70332) [US: irr. Sch.; OS: Ø]; *S. paniculatum* (KING) STAPP & KING (B: R. SCHLECHTER 17245) [US/OS: Ø].

STYRACACEAE DUMORT. (12/165)

Von acht untersuchten Arten aus vier Gattungen weisen sechs Arten aus vier Gattungen keine Kristalloide auf. Zwei Arten aus zwei Gattungen zeigen vereinzelte bis verstreute Wachsschuppen mit glatten bis unregelmäßigen Rändern auf ihren Blattoberseiten.

Halesia ELLIS ex L. (5) - *H. carolina* L. (BG BONN 3817-90) [US/OS: Ø]; *H. monticola* (REHDER) SARG. (BG BONN 3818-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Pterostyrax SIEBOLD & ZUCC. (4) - *P. corymbosa* SIEBOLD & ZUCC. (BG BONN 3816) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Sinojackia HU (2) - *S. rehderiana* HU (BG UBT) [US: Ø; OS: gl. - irr. Sch.]; *S. xylocarpa* HU (BG B) [US/OS: Ø]. - Eine Art ohne Kristalloide, eine Art mit vereinzelten Wachsschuppen.

Styrax L. (120) - *S. japonicum* SIEBOLD & ZUCC. (BG BONN 3819-90) [US: Ø; OS: gl. - irr. Sch.]; *S. obassia* SIEBOLD & ZUCC. (BG ER) [US/OS: Ø]; *S. officinale* L. (BG UBT) [US/OS: Ø]. - Zwei Arten ohne Kristalloide, eine Art mit glattrandigen bis unregelmäßigen Wachsschuppen.

5.1.8. Primulales DUMORT.

Aufgrund von blütenmorphologischen Ähnlichkeiten wurden die Primulales häufig mit den Plumbaginales in Verbindung gebracht. Diese Beziehung findet sich nur in den Systemen von GOLDBERG (1986) und THORNE (1992 b) wieder.

Bei allen anderen Systematikern wird die Ordnung einerseits als stärker abgeleitete Verwandte der Ebenales - so auch bei HUBER (1991) und FROHNE & JENSEN (1992) -, andererseits als eine den Ericales benachbarte Gruppe behandelt (TAKHTAJAN 1987).

Von den drei anerkanntermaßen in diesen Verwandtschaftskomplex gestellten Familien der Myrsinaceae, Primulaceae und Theophrastaceae werden gelegentlich die monogenerischen Aegicerataceae und Coridaceae abgetrennt.

Die cladistische Analyse der Ordnung durch ANDERBERG & STAHL (1995) bestätigt die Monophylie der Theophrastaceae und Primulaceae (inkl. Coridaceae) und deren Verwandtschaft mit den Myrsinaceae (inkl. Aegicerataceae). Allerdings erscheint letztere Familie paraphyletisch, falls sie die Gattung *Maesa* einschließt. Für sie wird vorgeschlagen, eine eigene Familie zu beanspruchen. Wachsmikromorphologisch läßt sich dies nicht unterstützen.

Nur 28 der 119 untersuchten Arten weisen skulptierte Wachse auf. Die Mehrzahl von ihnen gehört zu den **Primulaceae** und besitzt fadenförmige Skulpturen, die aus Flavonoiden bestehen (WOLLENWEBER 1974). Bei den übrigen Arten kommen schuppen- oder körnchenförmige Kristalloide vor.

Das gemeinsame Vorkommen fadenförmiger Skulpturen bei Arten der Gattungen *Primula* und *Dionysia* spricht für eine enge Verwandtschaft miteinander. Die Verteilung innerhalb der Gattung *Primula* entspricht insgesamt nicht der Einteilung in Sektionen nach FENDERSON (1986). Nur für die

Sektion *Crystallophloemis* kann die Tendenz zu Wachsschuppen auf der Blattoberseite bei gleichzeitigem Vorkommen fadenförmiger Kristalloide auf der Blattunterseite als charakteristisch angenommen werden. Außerdem ist zu verzeichnen, daß innerhalb der Sektion *Auricula* vermehrt Wachsschuppen auf der Blattunterseite gebildet werden.

Tabelle 12: Die Familien der Primulales in den konventionellen Systemen (Familien, deren Wachsmikromorphologie in diesem Kapitel vorgestellt wird, sind unterstrichen).

Familie	CRONQUIST 1988	DAHLGREN 1989	TAKHTAJAN 1987	THORNE 1992 b, pers. Mittlg.
<u>Aegicerataceae</u>	(in Myrsinaceae)	Primulanae Primulales	Dilleniidae Ericanae Primulales	(in Myrsinaceae)
<u>Coridaceae</u>	(in Primulaceae)	Primulanae Primulales	(in Primulaceae)	(in Primulaceae)
Limoniaceae ¹	(in Plumbaginac.)	Plumbaginanae Plumbaginales	(in Plumbagina.)	(in Plumbaginac.)
<u>Myrsinaceae</u>	Dilleniidae Primulales	Primulanae Primulales	Dilleniidae Ericanae Primulales	Theanae Primulales Primulineae
Plumbaginaceae ¹	Caryophyllidae Plumbaginales	Plumbaginanae Plumbaginales	Caryophyllidae Plumbaginanae Plumbaginales	Theanae Primulales Plumbaginin.
<u>Primulaceae</u>	Dilleniidae Primulales	Primulanae Primulales	Dilleniidae Ericanae Primulales	Theanae Primulales Primulineae
<u>Theophrastaceae</u>	Dilleniidae Primulales	Primulanae Primulales	Dilleniidae Ericanae Primulales	Theanae Primulales Primulineae

¹ Die Familie wurde von ENGEL & BARTHLOTT (1988) wachsmikromorphologisch untersucht.

Fadenförmige Skulpturen kommen bei den Centrospermae nicht vor (ENGEL & BARTHLOTT 1988). Dies unterstützt die auf embryologischen, phytochemischen und serologischen Untersuchungen basierende Annahme, daß die beiden Gruppen nicht näher miteinander verwandt sind (CARRION & al. 1993).

Bei den *Coridaceae* finden sich keine Wachsskulpturen. Die pollenmorphologischen Unterschiede reichen nach CARRION & al. (1993) nicht für eine Abtrennung von den *Primulaceae* aus.

Aufgrund phytochemischer Untersuchungsergebnisse leiten GEETHA & al. (1993) die *Primulaceae* über die *Violales* von den *Theales* ab, während sie für

die **Myrsinaceae** und **Theophrastaceae** eine direkte Abstammung aus den Theales postulieren und deswegen für diese Familien die Ordnung der Myrsinales aufstellen. Diese Theorie kann durch die Wachsmikromorphologie nicht unterstützt werden. Nur zwei der 27 untersuchten Arten aus den Myrsinaceae und Theophrastaceae weisen skulptierte Wachse in Form von Schuppen auf. Bei STAHL (1987) findet sich eine Abbildung kleiner, nadelförmiger Schuppen auf der Blattfläche von *Theophrasta americana*.

AEGICERATACEAE BLUME (1/2)

Die untersuchte Art zeigt granulöse Strukturen (Abb. 7). Obwohl nicht ausgeschlossen werden kann, daß es sich um erodierte Wachsschuppen mit Tendenz zu rosettiger Anordnung handelt, besteht die Möglichkeit, daß in diesem Falle der vorhandene Wachsfilm durch mehr oder weniger regelmäßige Kontaminationen überlagert ist.

Aegiceras GAERTNER (2) - *A. corniculatum* (L.) BLANCO (BG MB) [US/OS: kl. längl. K.].

CORIDACEAE (REICHB.) J. AGARDH (1/1)

Das untersuchte Material weist keine Kristalloide auf.

Coris L. (1) - *C. monspeliensis* L. (B: SCHOLZ & HIEPKO 327) [US/OS: Ø].

MYRSINACEAE R. BR. (38/1275)

Von 15 untersuchten Arten aus sieben Gattungen zeigen nur zwei Arten aus zwei Gattungen kleine, glattrandige oder unregelmäßig gerandete, z.T. parallel angeordnete Wachsschuppen. Die übrigen Arten weisen keine Kristalloide auf.

Ardisia Sw. (250) - *A. crenata* SIMS (BG BONN) [US/OS: Ø]; *A. crispa* (THUNB.) DC. (BG ER) [US/OS: Ø]; *A. escallonioides* CHAM. & SCHLDL. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *A. guianensis* (AUBLET) MEZ. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *A. humilis* VAHL (BG MB) [US/OS: Ø]; *A. mamillata* HANCE (BG BONN 9967-40) [US/OS: Ø]; *A. polycephala* WALLICH (BG BONN 24319) [US/OS: Ø]; *A. quinqueгона* BLUME (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide (Abb. 4).

Emblemantha B.C. STONE (1) - *E. urnulata* B.C. STONE (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Heberdenia BANKS ex A. DC. (2) - *H. excelsa* (AITON) BANKS ex DC. (BG MB) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Hymenandra (A. DC.) SPACH (3) - *H. wallichii* A. DC. (BG BONN 5050) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Labisia LINDLEY (9) - *L. pumila* (BLUME) F.-VILL. var. *alata* SCHEFF. (BG BONN 10019) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Maesa FORSSK. (100) - *M. hupehensis* REHDER (BG UBT) [US/OS: Ø]; *M. lanceolata* FORSSK. (Material DITSCH: RM) [US: Ø; OS: irr. Sch.]. - Meist keine Kristalloide, eine Art mit kleinen unregelmäßigen Schuppen auf der Blattoberseite.

Myrsine L. (5) - *M. africana* L. (BG BONN 198) [US/Spr: kl. gl. Sch.; OS: Ø]. - Auf der Blattunterseite und der Fruchtoberfläche meist sehr kleine, glattrandige Wachsschuppen mit zum Teil paralleler Ausrichtung.

PRIMULACEAE VENT. (22/800)

Von 90 untersuchten Arten aus 14 Gattungen weisen 64 Arten aus 13 Gattungen keine Kristalloide auf. Bei 16 Arten aus zwei Gattungen finden sich fadenförmige Kristalloide, die häufig Übergänge zu verzweigten oder kantigen Stäbchen zeigen. Neun Arten aus zwei Gattungen sind nur mit schuppenförmigen Kristalloiden bewachst. Eine Art zeigt querverriefte Stäbchen.

Anagallis L. (20) - *A. arvensis* L. (BG BONN 7936) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Androsace L. (100) - *A. albana* STEVEN. (BG M) [US/OS: Ø]; *A. carnea* L. ssp. *carnea* (BG MB 70/249/58) [US/OS: Ø]; *A. foliosa* DUBY (BG M) [US/OS: Ø]; *A. maxima* L. (BG MB 77/532/128) [US/OS: Ø]; *A. primuloides* DUBY (BG BONN 3701) [US/OS: Ø]; *A. studiosorum* A. KRESS (BG M) [US/OS: Ø]; *A. villosa* L. var. *taurica* (ORCZ.) R. KNUTH (BG MB 75/103) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Ardisiandra HOOK. f. (3) - *A. wetsteinii* J. WAGNER (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Cortusa L. (8) - *C. matthioli* L. (BG BONN) [US/OS: Ø]; *C. pekinensis* (A. RICHT.) LOS.-LOSINSK. (BG BONN 10655-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Cyclamen L. (17) - *C. abchasicum* (MEDW.) KOLAK. ex POBEDIM. (BG BONN 22107) [US/OS: Ø]; *C. africanum* BOISS. & REUT. (BG BONN 22408) [US/OS: Ø]; *C. cilicium* BOISS. & HELDR. var. *cilicium* (BG BONN 22433) [US/OS: Ø]; *C. cilicium* BOISS. & HELDR. var. *interminatum* R.D. MEIKLE (BG BONN 21423) [US/OS: Ø]; *C. coum* MILL. (BG BONN 22137) [US/OS: Ø]; *C. graecum* LINK (BG BONN 22183) [US/OS: Ø]; *C. hederifolium* AITON (BG BONN 10527-90) [US/OS: Ø]; *C. libanoticum* HILDEBR. (BG BONN 22200) [US/OS: Ø]; *C. mirabile* HILDEBR. (BG BONN 22171) [US/OS: Ø]; *C. persicum* MILL. var. *album* (BG BONN 22167) [US/OS: Ø]; *C. pseudibericum* HILDEBR. (BG BONN 22207) [US/OS: Ø]; *C. repandum* SIBTH. & SM. (BG BONN 21927) [US/OS: Ø]; *C. rohlfianum* ASCH. (BG BONN 22209) [US/OS: Ø]; *C. trochopteranthum* SCHWARZ (BG BONN 22197) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Dionysia FENZL (42) - *D. aretioides* (LEHM.) BOISS. (BG BOCH) [US: F; OS: Ø]; *D. involuocrata* ZAPR. (BG BOCH) [US/OS: Ø; Pet: F.]; *D. tapetodes* BUNGE (BG BOCH) [US/OS: Ø]. - Eine Art ohne Kristalloide, eine Art mit fadenförmigen Kristalloiden auf der Blattunterseite, eine Art mit fadenförmigen Kristalloiden auf der Petalenaußenseite.

Dodecatheon L. (14) - *D. alpinum* (A. GRAY) E. GREENE (BG MB 85/168) [US/OS: Ø]; *D. clevelandii* E. GREENE (BG REG) [US/OS: Ø]; *D. hendersonii* A. GRAY (BG MB 77/1628) [US/OS: Ø]; *D. meadia* L. (BG BONN 3684-90) [US/OS: Ø]; *D. redolens* (H.M. HALL) H.J. THOMPS. (BG REG) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Glaux L. (1) - *G. maritima* L. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Lysimachia L. (150) - *L. barystachys* BUNGE (BG BONN 3688) [US/OS: Ø]; *L. ciliata* L. (BG BONN 3685) [US/OS: Ø]; *L. clethroides* DUBY (BG BONN 8158) [US/OS: Ø]; *L. congestiflora* HEMSL. (BG M) [US/OS: Ø]; *L. davurica* LEDEB. (BG BONN) [US/OS: Ø]; *L. ephemerum* L. (BG BONN 3690-90) [US/OS: quger. St.]; *L. lichiangensis* FORR. (BG BONN 3050-90) [US/OS: Ø]; *L. lobelioides* WALLICH (BG BONN 3687) [US/OS: Ø]; *L. nemorum* L. (BG BONN 7113-90) [US/OS: Ø]; *L. nummularia* L. (BG BONN 3689) [US/OS: Ø]; *L. pentapetala*

(DUBY) BUNGE (BG M) [US/OS: Ø]; *L. punctata* L. (BG BONN 3686-90) [US/OS: Ø]; *L. thyrsiflora* L. (BG BONN 636) [US/OS: Ø]; *L. vulgaris* L. (BG BONN 3693) [US/OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide, eine Art mit quergerieften Stäbchen auf beiden Blattflächen.

Primula L. (400) - *P. alpicola* STAFF var. *alba* STAFF (BG REG) [US/OS: Ø]; *P. auricula* L. (BG BONN 3699-90) [US: F.; OS: Ø]; *P. beesiana* FORR. (BG BONN 10550-90) [US: Ø; OS: gl. Sch.]; *P. burmanica* BALF. f. & KINGDON-WARD (BG REG) [US/OS: Ø]; *P. capitata* HOOK. (BG REG) [US: F. - kant. St.; OS: Ø]; *P. chionantha* BALF. f. & FORR. (BG REG) [US: F. - kant. St.; OS: Ø]; *P. chungensis* BALF. f. & KINGDON-WARD (BG MB 79/1315/88) [US/OS: Ø]; *P. clusiana* TAUSCH (BG BOCH) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *P. cockburniana* HEMSL. (BG REG) [US/OS: Ø]; *P. daonensis* LEYB. (BG MB 82/932/275) [US: irr. - bandf. Sch.; OS: Ø]; *P. dariatica* RUPR. (BG BOCH) [US: F. - kant. St.; OS: Ø]; *P. elatior* (L.) HILL (BG ER) [US: Ø; OS: irr. Sch.]; *P. farinosa* L. (BG BOCH) [US: F. - kant. St.; OS: Ø]; *P. florindae* KINGDON-WARD (BG M) [US: Ø; OS: irr. Sch.]; *P. forrestii* BALF. f. (BG M) [US: F. - kant. St.; OS: Ø]; *P. frondosa* JANKA (BG REG) [US: F. - kant. St.; OS: Ø]; *P. halleri* J.F. GMELIN (BG BOCH) [US: F.; OS: Ø]; *P. hirsuta* ALL. (BG BONN 4249; BG BOCH) [US: F. - kant. St.; OS: Ø]; *P. involucrata* WALLICH (BG MB 82/260/128) [US/OS: Ø]; *P. japonica* A. GRAY (BG ER) [US/OS: Ø]; *P. jesoana* MIQ. var. *jesoana* (BG M) [US: Ø; OS: irr. Sch.]; *P. juliae* KUSNEZ. (BG MB 81/335/50) [US/OS: Ø]; *P. macrophylla* D. DON (BG REG) [US: F. - kant. St.; OS: irr. Sch. - F.]; *P. melanops* W.W. SM. & KINGDON-WARD (BG REG) [US: F. - kant. St.; OS: irr. Sch.]; *P. minima* L. (BG BOCH) [US: irr. Sch.; OS: Ø]; *P. poissonii* FRANCHET (BG REG) [US: F. - kant. St.; OS: Ø]; *P. polyneura* FRANCHET (BG M) [US/OS: Ø]; *P. saxatilis* ROYLE (BG MB 82/213/192) [US/OS: Ø]; *P. scandinavica* BRUUN (BG REG) [US: F. - kant. St.; OS: Ø]; *P. secundiflora* FRANCHET (BG REG) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *P. sikkimensis* HOOK. f. (BG MB 67/3892/88) [US/OS: Ø]; *P. spectabilis* TRATT. (BG REG) [US/OS: Ø]; *P. veris* L. (BG BONN 4892-10) [US/OS: Ø]; *P. verticillata* FORSSK. ssp. *boveana* (DECNE.) W.W. SM. & FORR. (BG M) [US: F. - kant. St.]; *P. vialii* DELAV. ex FRANCHET (BG BONN 3691) [US/OS: Ø]; *P. vulgaris* HUDS. (BG REG) [US/OS: Ø]; *P. waltonii* G. WATT ex BALF. f. (BG REG) [US/OS: Ø]. - 15 Arten ohne Kristalloide; acht Arten nur mit Schuppen, davon vier Arten aus vier Sektionen nur auf der Blattoberseite, drei Arten aus verschiedenen Subsektionen der Sektion *Auricula* PAX nur auf der Blattunterseite; 14 Arten mit fadenförmigen bis kantig-stäbchenförmigen Kristalloiden auf der Blattunterseite, davon zwei Arten der Sektion *Crystallophomis* RUPR. mit Wachsschuppen auf der Blattoberseite.

Samolus L. (15) - *S. valerandi* L. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Soldanella L. (10) - *S. hungarica* SIMONKAI (BG REG) [US/OS: Ø]; *S. pindicola* HAUSSKN. (BG REG) [US/OS: Ø]; *S. villosa* DARRACQ (BG REG) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Trientalis L. (2) - *T. europaea* L. (Material DITSCH: D) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Vitaliana SESLER (1) - *V. primuliflora* (L.) BERTOL. ssp. *canescens* SCHWARZ (BG BONN 3703) [US: Ø; OS: irr. Sch.]. - Verstreut kleine, unregelmäßig gerandete Wachsschuppen auf der Blattoberseite.

THEOPHRASTACEAE LINK (5/90)

Keine der zwölf untersuchten Arten aus fünf Gattungen weist auf ihren Blattflächen Kristalloide auf.

Clavija RUIZ & PAVÓN (55) - *C. cf. hookeri* DC. (BG BONN 5010) [US/OS: Ø]; *C. grandis* DECNE. (BG M) [US/OS: Ø]; *C. minor* B. STAHL (BG M) [US/OS: Ø].

Deherainia DECNE. (2) - *D. smaragdina* DECNE. (BG BONN 3511) [US/OS: Ø].

Jacquinia L. (30) - *J. aculeata* (L.) MEZ (BG M) [US/OS: Ø]; *J. aurantiaca* AITON (BG MB) [US/OS: Ø]; *J. brunescens* URB. (BG BONN) [US/OS: Ø]; *J. pungens* A. GRAY (BG B) [US/OS: Ø]; *J. sprucei* MEZ (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]; *J. stenophylla* URB. (BG BONN 7653) [US/OS: Ø].

Neomezia VOTSCH (1) - *N. cubensis* VOTSCH (BG BONN 7646) [US/OS: Ø].

Theophrasta L. (2) - *T. angustifolia* LINDEN (BG BONN 5011) [US/OS: Ø].

5.1.9. Urticales DUMORT.

Die Ordnung wurde bereits von HENNIG & al. (1994) wachsmikromorphologisch untersucht und systematisch diskutiert. An dieser Stelle sollen zusätzlich gewonnene Daten vorgestellt werden, die zur Vollständigkeit der Kenntnisse über die Mikromorphologie der Urticales beitragen.

Tabelle 13: Die Familien der Urticales in den konventionellen Systemen (Familien, deren Wachsmikromorphologie in diesem Kapitel vorgestellt wird, sind unterstrichen).

Familie	CRONQUIST 1988	DAHLGREN 1989	TAKHTAJAN 1987	THORNE 1992 b, pers. Mittlg.
<u>Barbeyaceae</u>	Hamamelidae Urticales	Malvaneae Urticales	Dilleniidae Urticanae Barbeyales	(incertae sedis)
<u>Cannabidaceae</u> ¹	Hamamelidae Urticales	Malvaneae Urticales	Dilleniidae Urticanae Urticales	Malvaneae Urticales
<u>Cecropiaceae</u> ¹	Hamamelidae Urticales	Malvaneae Urticales	Dilleniidae Urticanae Urticales	Malvaneae Urticales
Moraceae ¹	Hamamelidae Urticales	Malvaneae Urticales	Dilleniidae Urticanae Urticales	Malvaneae Urticales
<u>Phytenaceae</u>	Hamamelidae Urticales	Violanae Violales	Rosidae Rutanae Sapindales	(incertae sedis)
Ulmaceae ¹	Hamamelidae Urticales	Malvaneae Urticales	Dilleniidae Urticanae Urticales	Malvaneae Urticales
Urticaceae ¹	Hamamelidae Urticales	Malvaneae Urticales	Dilleniidae Urticanae Urticales	Malvaneae Urticales

¹ Die Familie wurde von HENNIG & al. (1994) wachsmikromorphologisch untersucht.

Von CRONQUIST (1988) wird die Ordnung in die Hamamelidae gestellt. In den meisten anderen Systemen wird eine verwandtschaftliche Nähe zu den Malvales angenommen, so auch bei HUBER (1991) und FROHNE & JENSEN (1992). Bei GOLDBERG (1986) nehmen die Urticales eine eher isolierte Stellung in der Nähe anderer Ordnungen mit hauptsächlich windblütigen Vertretern ein. Phytochemisch bilden die Urticales einen einheitlichen Verwandtschaftskomplex (MEARS 1973).

Als einzige der hier aufgeführten Familien zeigen die **Cecropiaceae** fadenförmige Wachsskulpturen. Aufgrund des Baus ihrer Samenschale weist die Familie Beziehungen zu den Moraceae auf (KRAVTSOVA 1995), bei denen aber bisher nur schuppenförmige Kristalloide gefunden wurden.

Die bei den **Physenaceae** nachgewiesenen Schuppen sind möglicherweise auf die Verpilzung des Herbarmaterials zurückzuführen und damit nicht zur Klärung von Verwandtschaftsverhältnissen geeignet. Auch anhand morphologischer und anatomischer Untersuchungen bleibt die Stellung der Familie ungewiß (DICKISON & MILLER 1993).

Die **Barbeyaceae** können aufgrund morphologischer Merkmale (DICKISON & SWEITZER 1970) in die Urticales eingegliedert oder aufgrund palynologischer Daten (TOBE & TAKAHASHI 1990) in den Rang einer eigenen Ordnung mit Beziehungen zu anderen „Amentiferen-Ordnungen“ erhoben werden.

Die **Cannabidaceae** nehmen morphologisch, anatomisch und cytologisch eine isolierte Position innerhalb der Urticales ein (BERG 1977). Blütenontogenetisch weisen die beiden Gattungen Beziehungen zu den Urticaceae auf (LEINS & ORTH 1979).

BARBEYACEAE RENDLE (1/1)

Auf den erodierten Blattoberflächen des Herbarmaterials waren keine Kristalloide zu erkennen.

Barbeya SCHWEINF. (1) - *B. oleoides* SCHWEINF. (B: C.L. COLLENETTE 394) [US/OS: Ø].

CANNABIDACEAE ENDL. (2/3)

Bei beiden Arten der Gattung *Humulus* wurden keine Kristalloide nachgewiesen (HENNIG & al. 1994). Das gleiche Ergebnis liegt nun für die zweite Gattung der Familie vor.

Cannabis L. (1) - *C. sativa* L. (B: R.E.S. TANNER 1639) [US/OS: Ø].

CECROPIACEAE C.C. BERG (6/184)

Auf der Sproßoberfläche der untersuchten Art wurde ein dichter Belag aus fädigen Wachsskulpturen gefunden. HENNIG & al. (1994) fanden ausschließlich skulpturlose Oberflächen.

Cecropia LOEFL. (75) - *C. spec.* (Material DITSCH: EC) [Spr: F.].

PHYSENACEAE TAKHT. (1/2)

Das stark kontaminierte Herbarmaterial weist meist keine Kristalloide auf. Durch die Verpilzung kann bei den verstreut vorkommenden glattrandigen bis plattenförmigen Wachsschuppen der einen Art kein Rückschluß auf die ursprüngliche Bewachsung gezogen werden.

Phyena NORONHA ex THOUARS (2) - *P. madagascariensis* STEUD. (B: CAPURON 7975) [US: gl. - plattenf. Sch.; OS: Ø]; *P. sessiliflora* TUL. (B: H. HUMBERT 2690) [US/OS: Ø]. - Bei einer Art keine Kristalloide, bei der anderen Art verstreute glattrandige bis plattenförmige Wachsschuppen auf der Blattunterseite.

5.2. ROSIDAE TAKHTAJAN

Von den 18 Ordnungen, die hier nach CRONQUIST (1988) einzuordnen sind (s. Tabelle 1), wurden bereits zwei umfassend wachsmikromorphologisch bearbeitet und unter systematischen Gesichtspunkten diskutiert (Rosales: FEHRENBACH & BARTHOLOTT 1988; Fabales¹: DITSCH & al. 1995).

Aus den Rosales werden einige noch nicht bearbeitete Taxa nachgetragen, ebenso die Ordnung der Balanopales, die zwar bei CRONQUIST (1988) in die Hamamelidae eingeordnet, von DAHLGREN (1989) aber in die Rosanae eingegliedert wird und von HENNIG & al. (1994) nicht bearbeitet wurde.

Die Cornales werden von FROHNE & JENSEN (1992) zusammen mit den Ericales (bei CRONQUIST (1988) in den Dilleniidae eingeordnet) und den Asteriden-Ordnungen Dipsacales, Gentianales und Oleales vor allem wegen ihres Iridoid-Gehaltes in eine eigene Unterklasse Cornidae gestellt. Die Rafflesiales werden von CRONQUIST (1988) mit den zum großen Teil ebenfalls

¹ Die Fabales sind gekennzeichnet durch rosettenförmig aggregierte Wachsschuppen. Nur in wenigen Einzelfällen sind andere Kristalloide vertreten. Eine detaillierte Darstellung der systematischen Implikationen findet sich bei DITSCH & al. (1995). Auf eine infraordinale Diskussion wird daher an dieser Stelle verzichtet.

parasitischen Santalales in Verbindung gebracht. Alternativ werden von den meisten Systematikern Beziehungen zur Unterklasse der Magnoliidae diskutiert. Die Euphorbiales werden von fast allen Systematikern in die Nähe der Malvales gestellt. Nur CRONQUIST (1988) bewertet die Ähnlichkeiten mit den Celastrales stärker und ordnet sie in ihre Nähe ein.

5.2.1. Rosales PERLEB.

Die Rosales werden allgemein nahe der Basis der „Dialypetalae“ in das System der Dicotyledoneae eingeordnet. Ihre Familien sind in erster Linie durch eine Ansammlung relativ ursprünglicher Merkmale gekennzeichnet. Engere Beziehungen zu den „niedereren Hamamelididae“ werden von den meisten Systematikern anerkannt.

Auf der anderen Seite werden einzelne Gruppierungen innerhalb der Ordnung als Ausgangspunkt für verschiedene Entwicklungslinien diskutiert. Dies erklärt die Heterogenität in der Merkmalszusammensetzung, wenn die Ordnung im weiteren Sinne gefaßt wird. Unter phylogenetischen Gesichtspunkten sind die Ausgangsgruppen für die verschiedenen Entwicklungslinien systematisch voneinander zu trennen und als ursprünglich gebliebene Taxa innerhalb der jeweiligen Verwandtschaftskomplexe anzusprechen. Am deutlichsten zeigt sich dieses Verfahren in der Aufspaltung der Saxifragaceae sensu lato, die in erster Linie durch einen einheitlich einfachen Blütenbau charakterisiert sind. Die meisten der holzigen Vertreter, wie z.B. Hydrangeaceae und Escalloniaceae, werden als Vermittler zu den Cornales und weiter zu verschiedenen Gruppen der Asteridae diskutiert und entsprechend umgeordnet.

Zusammen mit den 42 hier nachgetragenen Arten liegen Wachsdaten für 501 Arten aus 198 Gattungen vor. 207 Arten zeigen keine skulptierten Wachse, 187 Arten schuppenförmige Kristalloide meistens von geringer systematischer Relevanz. Von den zahlreichen übrigen Wachsformen, die meistens als Einzelfälle auftreten, sind die dreikantigen Stäbchen bei 36 Arten und die Röhren bei 28 Arten bemerkenswert, da erstere für die Rosoideae, die anderen für die übrigen Unterfamilien der Rosaceae charakteristisch sind (FEHRENBACH & BARTHLOTT 1988). Karyologische und molekularsystematische Befunde bestätigen diese Zweiteilung (MORGAN & al. 1994). Bezüglich einer detaillierten infraordinalen Diskussion sei auf diejenige von FEHRENBACH & BARTHLOTT (1988) verwiesen.

Die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Arten zeigen fast ausnahmslos entweder keine Kristalloide oder Wachsschuppen. Dies läßt keine neuen Rückschlüsse auf systematische Zusammenhänge zu. Einzig die monotypischen **Tribelaceae** weichen mit ihren röhrenförmigen Wachsskulpturen von den als ihre nächsten Verwandten diskutierten Familien ab. Weder in den **Brexia-ceae**, **Escalloniaceae** und **Hydrangeaceae**, noch in den **Grossulariaceae** ist

diese Wachsform bisher nachgewiesen worden. Einen ähnlichen Schluß folgen AL-SHAMMARY & GORNALL (1994) aufgrund trichom-anatomischer Untersuchungen. Insgesamt ist die Beibehaltung der eigenständigen Familie zu befürworten.

Tabelle 14: Die Familien der Rosales in den konventionellen Systemen (Familien, deren Wachsmikromorphologie in diesem Kapitel vorgestellt wird, sind unterstrichen).

Familie	CRONQUIST 1988	DAHLGREN 1989	TAKHTAJAN 1987	THORNE 1992 b, pers. Mittlg.
Alseuosmiaceae ¹	Rosidae Rosales	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Hydrangeales	Aralianae Brexiales
Amygdalaceae ¹	(in Rosaceae)	Rosanae Rosales	(in Rosaceae)	(in Rosaceae)
Anisophylleaceae ¹	Rosidae Rosales	Rosanae Rosales	Rosidae Myrtanae Rhizophorales	Rosanae Rosales
Argophyllaceae ¹	(in Grossulariac.)	(in Escalloniac.)	Rosidae Cornanae Hydrangeales	(in Escalloniac.)
Baueraceae ¹	(in Cunoniaceae)	Rosanae Cunoniales	Rosidae Rosanae Cunoniales	(in Cunoniaceae)
Brexiaceae ¹	(in Grossulariac.)	Rosanae Saxifragales	Rosidae Celastranae Celastrales	Aralianae Brexiales
Brunelliaceae ^{1,2,3}	Rosidae Rosales	Rosanae Cunoniales	Rosidae Rosanae Cunoniales	(in Cunoniaceae)
Bruniaceae ¹	Rosidae Rosales	Ericanae Bruniales	Rosidae Rosanae Bruniales	Rosanae Bruniales
Byblidaceae ¹	Rosidae Rosales	Aralianae Pittosporales	Rosidae Cornanae Byblidales	Aralianae Pittosporales
Carpodetaceae ⁵	(in Grossulariac.)	(in Escalloniac.)	Rosidae Cornanae Hydrangeales	(incertae sedis)
Cephalotaceae ¹	Rosidae Rosales	Rosanae Saxifragales	Rosidae Rosanae Saxifragales	Rosanae Saxifragales

Chrysobalanac. ¹	Rosidae Rosales	Theanae Theales	Rosidae Rosanae Rosales	Dilleniaceae Dilleniales Theineae
Columelliaceae ^{1,4}	Rosidae Rosales	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Hydrangeales	Araliaceae Brexiales
Connaraceae ^{1,3}	Rosidae Rosales	Rutanae Sapindales	Rosidae Rutanae Connarales	Rutanae Rutales Fabineae
Crassulaceae ¹	Rosidae Rosales	Rosanae Saxifragales	Rosidae Rosanae Saxifragales	Rosanae Saxifragales
Crossosomatac. ^{1,2}	Rosidae Rosales	Rosanae Rosales	Rosidae Rosanae Crossosomatal.	Rosanae Rosales
Cunoniaceae ¹	Rosidae Rosales	Rosanae Cunoniales	Rosidae Rosanae Cunoniales	Rosanae Cunoniales
Davidsoniaceae ¹	Rosidae Rosales	Rosanae Cunoniales	Rosidae Rosanae Cunoniales	Rosanae Cunoniales
Dialypetalanthac. ⁴	Rosidae Rosales	Gentianaceae Gentianales	Lamiaceae Gentianaceae Gentianales	Lamiaceae Rubiales
<u>Dulongiaceae</u> (= Phyllonomac.)	(in Grossulariac.)	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Hydrangeales	(in Escalloniaceae)
Eremosynaceae ⁵	(in Saxifragaceae)	Cornanae Cornales	Rosidae Rosanae Saxifragales	Rosanae Saxifragales
<u>Escalloniaceae</u> ¹	(in Grossulariac.)	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Hydrangeales	Araliaceae Brexiales
Eucryphiaceae ^{1,2}	Rosidae Rosales	Rosanae Cunoniales	Rosidae Rosanae Cunoniales	(in Cunoniaceae)
Francoaceae ¹	(in Saxifragaceae)	Rosanae Saxifragales	Rosidae Rosanae Saxifragales	Rosanae Saxifragales
Greyiaceae ¹	Rosidae Rosales	Rosanae Saxifragales	Rosidae Rosanae Saxifragales	Rosanae Saxifragales

Grossulariaceae ¹	Rosidae Rosales	Rosanae Saxifragales	Rosidae Rosanae Saxifragales	Rosanae Saxifragales
<u>Hydrangeaceae</u> ¹	Rosidae Rosales	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Hydrangeales	Aralianae Brexiales
Iteaceae ¹	(in Grossulariac.)	Rosanae Saxifragales	Rosidae Rosanae Saxifragales	(in Escalloniac.)
Kirengeshomac. ¹	(in Hydrangeac.)	(in Hydrangeac.)	(in Hydrangeac.)	(in Hydrangeac.)
<u>Lepuropetalaceae</u>	(in Saxifragaceae)	Rosanae Droserales	Rosidae Rosanae Saxifragales	Rosanae Saxifragales
Malaceae ¹	(in Rosaceae)	Rosanae Rosales	(in Hydrangeac.)	(in Rosaceae)
<u>Montiniaceae</u> ¹	(in Grossulariac.)	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Hydrangeales	Aralianae Brexiales
Neuradaceae ¹	Rosidae Rosales	Rosanae Rosales	Rosidae Rosanae Rosales	Rosanae Rosales
Parnassiaceae ¹	(in Saxifragaceae)	Rosanae Droserales	Rosidae Rosanae Saxifragales	Rosanae Saxifragales
Penthoraceae ¹	(in Saxifragaceae)	(in Saxifragaceae)	Rosidae Rosanae Saxifragales	Rosanae Saxifragales
<u>Philadelphaceae</u> ¹	(in Hydrangeac.)	(in Hydrangeac.)	(in Hydrangeac.)	(in Hydrangeac.)
<u>Pittosporaceae</u> ¹	Rosidae Rosales	Aralianae Pittosporales	Rosidae Cornanae Pittosporales	Aralianae Pittosporales
Polyosmataceae ¹	(in Grossulariac.)	(in Escalloniac.)	Rosidae Cornanae Hydrangeales	(in Escalloniac.)
Pottingeriaceae ⁵	(in Hydrangeac.)	(nicht erwähnt)	Rosidae Cornanae Hydrangeales	(nicht erwähnt)
<u>Pterostemonaceae</u>	(in Grossulariac.)	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Hydrangeales	(in Escalloniac.)

<u>Rhabdodendrac.</u>	Rosidae Rosales	Rosanae Rosales	Rosidae Rutanae Rutales	Rutanae Rutales Rutinae
Roridulaceae ¹	(in Byblidaceae)	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Hydrangeales	Rosanae Bruniales
Rosaceae ¹	Rosidae Rosales	Rosanae Rosales	Rosidae Rosanae Rosales	Rosanae Rosales
Rousseaceae ¹	(in Grossulariac.)	(in Brexiaceae)	Rosidae Rosanae Saxifragales	(in Brexiaceae)
Saxifragaceae ¹	Rosidae Rosales	Rosanae Saxifragales	Rosidae Rosanae Saxifragales	Rosanae Saxifragales
Stylobasiaceae ¹	(in Surianaceae)	(in Surianaceae)	Rosidae Rutanae Sapindales	Rutanae Rutales (in Sapindaceae)
Surianaceae ¹	Rosidae Rosales	Rosanae Rosales	Rosidae Rutanae Rutales	Rutanae Rutales Fabineae
Tetracarpaeaceae ¹	(in Grossulariac.)	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Hydrangeales	Rosanae Saxifragales
<u>Tribelaceae</u>	(in Grossulariac.)	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Hydrangeales	(in Escalloniaceae)
Vahliaceae ¹	(in Saxifragaceae)	(in Saxifragaceae)	Rosidae Rosanae Saxifragales	Rosanae Saxifragales

¹ Die Familie wurde von FEHRENBACH & BARTHLOTT (1988) wachsmikromorphologisch untersucht.

² Die Familie wurde von DITSCH & BARTHLOTT (1994) wachsmikromorphologisch untersucht.

³ Die Familie wurde von DITSCH & al. (1995) wachsmikromorphologisch untersucht.

⁴ Die Familie wurde von THEISEN & BARTHLOTT (1994) wachsmikromorphologisch untersucht.

⁵ Von der Familie stand kein Material zur Verfügung.

Während PRANCE (1968, 1972 b) die **Rhabdodendraceae** aus vielerlei Gründen zu den Caryophyllales stellt, befürworten WOLTER-FILHO & al. (1985) engere Beziehungen zu den Rosifloren oder Myrtifloren aus phytochemischer Sicht. Sowohl BEHNKE (1975, 1977 a) als auch PUFF & WEBER (1976) sprechen sich für eine nähere Verwandtschaft zu den Rutaceae aus und

belegen diese mit morphologischen, anatomischen, karyologischen und palynologischen Daten.

Chromosomale Studien an **Lepuropetalaceae** (GASTONY & SOLTIS 1977) stützen eine Eingliederung der monotypischen Familie in die Saxifragaceae nicht. Phytochemisch (BOHM & al. 1986), samenanatomisch (KRACH 1976) und molekularsystematisch (MORGAN & SOLTIS 1993) zeigt sie Beziehungen zu den Parnassiaceae.

Die Ergebnisse aus blatt- und sproßanatomische Untersuchungen an **Pterostemonaceae** (WILKINSON 1994) widersprechen nicht der molekularsystematisch bestätigten nahen Verwandtschaft zu den Grossulariaceae und Saxifragaceae sensu stricto (MORGAN & SOLTIS 1993). Bei den letztgenannten Autoren sind die **Dulongiaceae** in den Asteridae sensu lato eingeordnet. Unter samenanatomischen Gesichtspunkten weisen sie Beziehungen mit den Grossulariaceae auf (KRACH 1977).

Bei den blattanatomischen Untersuchungen an **Pittosporaceae** von WILKINSON (1992) zeigen sich sehr ähnliche Oberflächenwachse, wie bei FEHRENBACH & BARTHLOTT (1988) und der vorliegenden Arbeit. Anatomische und embryologische (CARLQUIST 1981), serologische (GRUND & JENSEN 1981) und phytochemische (JAY 1969; STUHLFAUTH & al. 1985) Beziehungen zu den Apiales werden durch molekularsystematische Analysen bestätigt (PLUNKETT & al. 1992).

DULONGIACEAE WILLD. ex SCHULTES (1/4)

Beide Arten zeigen schuppenförmige Kristalloide auf jeweils einer Blattoberfläche. Die büschelartige Verteilung bei *P. laticarpii* deutet jedoch darauf hin, daß ihr Vorkommen mit einer Verpilzung der Oberfläche zusammenhängen könnte.

Phyllonoma WILLD. ex SCHULTES (4) - *P. laticarpii* ENGL. (B: W. SCHWABE 18.8.1961) [US: irr. Sch.; OS: Ø]; *P. laticuspis* (TURCZ.) ENGL. (B: Y. MEXIA 9040) [US: Ø; OS: irr. Sch.]. - Bei einer Art stark gefranste Schuppen in büschelartigen Anhäufungen auf der Blattunterseite, bei der anderen Art unregelmäßig geformte Wachsschuppen auf der Blattoberseite.

ESCALLONIACEAE R. BR. ex DUMORT. (11/143)

Nur bei einer der drei zusätzlich untersuchten Arten wurden Kristalloide in Form glattrandiger Wachsschuppen gefunden.

Anopterus LAB. (2) - *A. glandulosus* LABILL. (BG CBG) [US: gl. Sch.; OS: Ø]. - Auf der Blattunterseite glattrandige Schuppen, die eine Tendenz zu paralleler Anordnung zeigen.

Cuttsia F. MUELL. (1) - *C. viburnea* F. MUELL. (BG CBG) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Quintinia A. DC. (15) - *Q. verdonii* F. MUELL. (BG CBG) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

HYDRANGEACEAE DUMORT. (9/56)

Die nicht in den Untersuchungen von FEHRENBACH & BARTHLOTT (1988) erfaßten sieben Arten aus drei Gattungen zeigen keine Kristalloide auf ihren Blattflächen. In der erwähnten Arbeit wurden bei *Broussaisia arguta*, *Cardiandra alternifolia* und *Platycrater arguta* vereinzelt bis locker verteilte Wachsschuppen auf Blattflächen, bei *Dichroa febrifuga*, *Hydrangea arborescens* und *Hydrangea quercifolia* vereinzelt bis dicht stehende Wachsschuppen auf Blattstielen gefunden.

Decumaria L. (2-3) - *D. barbara* L. (BG BONN 3105-90) [US/OS: Ø].

Hydrangea L. (23) - *H. acuminata* SIEBOLD & ZUCC. (BG M) [US/OS: Ø]; *H. heteromalla* D. DON (BG MB 77/1832/270) [US/OS: Ø]; *H. involucrata* SIEBOLD (BG M) [US/OS: Ø]; *H. opuloides* (LAM.) C. KOCH (BG M) [US/OS: Ø]; *H. serrata* (THUNB. ex MURRAY) SER. var. *stellata* WILS. (BG M) [US/OS: Ø].

Schizophragma SIEBOLD & ZUCC. (4) - *S. hydrangeoides* SIEBOLD & ZUCC. (BG M) [US/OS: Ø].

LEPUROPETALACEAE (ENGL.) NAKAI (1/1)

Die Art weist keine Kristalloide auf.

Lepuropetalon ELLIOTT (1) - *L. spathulatum* (MÜHLENB.) ELLIOTT (P: ROGERS MCVAUGH 7625) [US/OS: Ø].

MONTINIACEAE NAKAI (2/3)

Auf dem stark kontaminierten Herbarmaterial wurden keine Kristalloide nachgewiesen. FEHRENBACH & BARTHLOTT (1988) beschreiben für *Montinia caryophyllacea* THUNB. einen dichten Belag aus Wachsschuppen.

Grevea BAILLON (2) - *G. eggelingii* MILNE-REDH. (B: G. NORTON & CHARNLEY 3173) [US/OS: Ø].

PHILADELPHACEAE D. DON (7/114)

Von den 17 untersuchten Arten aus zwei Gattungen weisen 13 Arten aus zwei Gattungen keine Kristalloide auf. Nur vier Arten aus der Gattung *Deutzia* zeigen glattrandige Wachsschuppen auf ihren Blattoberseiten. Dieses Ergebnis bestätigt die Untersuchungen von FEHRENBACH & BARTHLOTT (1988), bei denen von den vorliegenden Arten kein Material zu Verfügung stand. Für die vier Gattungen der Familie sind bei ihnen schuppenförmige oder keine Kristalloide nachgewiesen worden.

Deutzia THUNB. (40) - *D. corymbosa* R. BR. (BG M) [US/OS: Ø]; *D. discolor* HEMSL. var. *major* VEITCH (BG M) [US: Ø; OS: gl. Sch.]; *D. glomeruliflora* FRANCHET (BG M) [US/OS: Ø]; *D. x maliflora* REHDER (BG M) [US/OS: Ø]; *D. scabra* THUNB. (BG BONN 3131-90) [US/OS: Ø]; *D.*

schneideriana REHDER var. *laxiflora* REHDER (BG M) [US: Ø; OS: gl. Sch.]; *D. taiwanensis* (MAXIM.) SCHNEIDER (BG UBT) [US: Ø; OS: gl. Sch.]; *D. veitchii* Hort. (BG M) [US: Ø; OS: gl. Sch.]. - Vier Arten ohne Kristalloide, vier Arten mit glattrandigen Wachsschuppen auf den Blattoberseiten.

Philadelphus L. (65) - *P. californicus* BENTH. (BG M) [US/OS: Ø]; *P. incanus* KOEHNKE (BG M) [US/OS: Ø]; *P. insignis* CARR. (BG M) [US/OS: Ø]; *P. lewisii* PURSH (BG MB 70/1399/185) [US/OS: Ø]; *P. x nivalis* JACQUES (BG UBT) [US/OS: Ø]; *P. satsumi* (SIEBOLD) S.Y. HU (BG MB 70/1399/185) [US/OS: Ø]; *P. schrenkii* RUPR. var. *jackii* KOEHNKE (BG M) [US/OS: Ø]; *P. sericanthus* KOEHNKE (BG UBT) [US/OS: Ø]; *P. tenuifolius* RUPR. ex MAXIM. (BG UBT) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

PITTOSPORACEAE R. BR. (9/240)

Von den sieben untersuchten Arten aus zwei Gattungen zeigen nur die beiden Arten der Gattung *Billardiera* schuppenförmige Kristalloide, die in einem Fall glattrandig, im anderen Fall unregelmäßig gerandet bis bandförmig sind. Bei anderen Arten derselben Gattung haben FEHRENBACH & BARTHLOTT (1988) ebenfalls unterschiedlich dichte Bestände von Wachsschuppen nachgewiesen. Innerhalb der Gattung *Pittosporum* wurden bei zwei Arten keine Kristalloide, bei sechs Arten Wachsschuppen nachgewiesen. Darüberhinaus wurden bei fünf Gattungen ebenfalls schuppenförmige Kristalloide, bei zwei weiteren Gattungen stäbchenförmige in Kombination mit schuppenförmigen Kristalloiden gefunden. In einigen Fällen sind die Wachsschuppen um die Spaltöffnungen orientiert.

Billardiera SM. (8) - *B. longiflora* LABILL. (BG MB) [US/OS: gl. Sch.]; *B. ringens* (DRUMM. ex HARV.) E.M. BENNETT (BG CBG) [US/OS: irr. - bandf. Sch.]. - Beide Arten mit Schuppen, bei einer glattrandige und meist erodierte, bei der anderen unregelmäßig gerandete bis bandförmige.

Pittosporum BANKS ex GAERTNER (200) - *P. buchananii* HOOK. f. (BG M) [US/OS: Ø]; *P. colensoi* HOOK. f. (BG M) [US/OS: Ø]; *P. ralphii* T. KIRK (BG M) [US/OS: Ø]; *P. rigidum* HOOK. f. (BG M) [US/OS: Ø]; *P. viridiflorum* SIMS ssp. *quartianum* (BG UBT) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

PTEROSTEMONACEAE SMALL (1/2)

Das stark kontaminierte Herbarmaterial weist keine Kristalloide auf.

Pterostemon SCHAUER (2) - *P. mexicanus* SCHAUER (P: C.G. PRINGLE 6027) [US/OS: Ø]; *P. spec.* (P: PAVÓN 1868, Nr. 36) [US/OS: Ø].

RHABDODENDRACEAE (HUBER) PRANCE (1/3)

Das stark kontaminierte Herbarmaterial weist keine Kristalloide auf.

Rhabdodendron GILG & PILGER (3) - *R. amazonicum* (SPRUCE ex BENTH.) HUBER (B: J.J. PIPOLY 8963; A.L. STOFFERS & al. 60) [US/OS: Ø].

TRIBELACEAE (ENGL.) AIRY SHAW (1/1)

Beide Blattflächen sind mit röhrenförmigen Kristalloiden bedeckt.

Tribeles PHILIPPI (1) - *T. australis* PHILIPPI (P: T.R. DUDLEY, R.N. GOODALL & G. CROW 481) [US/OS: R.].

5.2.2. Proteales DUMORT.

CRONQUIST (1988) vereinigt in dieser Ordnung zwei Familien, die zwar in ihren Merkmalen jeweils sehr gut zu charakterisieren sind, deren großsystematische Stellung jedoch sehr unsicher ist. Mit ihrem einheitlichen relativ einfachen Blütenbau werden die Proteaceae von den meisten Systematikern als sehr früh eigenständig gewordener Seitenast der Rosifloren oder Myrtifloren betrachtet. Das einfache Perianth der Elaeagnaceae ist aufgrund unterschiedlicher Homologieinterpretationen als Hinweis für Beziehungen zu den Thymelaeaceae, Rhamnaceae und Proteaceae gewertet worden.

HUBER (1991) sieht in den Elaeagnaceae und Proteaceae Abkömmlinge seiner „tropischen Fiederblattbäume“, wobei er die Elaeagnaceae in direkte Nähe zu den Ampelidales (= Rhamnales), die Proteaceae hinter die Polygalales ans Ende des Verwandtschaftskomplexes stellt.

Bei GOLDBERG (1986) bilden die Proteaceae den ersten Abzweig seines monophyletischen Dicotyledoneen-Stammbaumes oberhalb der Ordnungen, die traditionell als „Polycarpicae“ zusammengefaßt werden. Die Elaeagnaceae wertet er als „taxon incertae sedis“.

Tabelle 15: Die Familien der Proteales in den konventionellen Systemen (Familien, deren Wachsmikromorphologie in diesem Kapitel vorgestellt wird, sind unterstrichen).

Familie	CRONQUIST 1988	DAHLGREN 1989	TAKHTAJAN 1987	THORNE 1992 b, pers. Mittlg.
<u>Elaeagnaceae</u>	Rosidae Proteales	Proteanae Elaeagnales	Rosidae Rhamnanae Elaeagnales	Malvanae Rhamnales
<u>Proteaceae</u>	Rosidae Proteales	Proteanae Proteales	Rosidae Proteanae Proteales	Proteanae Proteales

Die **Elaeagnaceae** zeigen meistens keine, sonst schuppenförmige Wachsskulpturen. Dies vermag die Verwandtschaftsverhältnisse der Familie nicht zu klären. Beziehungen zu den Proteaceae können weder RAO (1974) mit blütenanatomischen Untersuchungen, noch BEHNKE (1995) anhand der Siebröhren-Plastiden bestätigen. Der erstgenannte Autor befürwortet eine Stellung

der Elaeagnaceae nahe den Penaeaceae. BEHNKE (1995) schlägt anlässlich gemeinsamer Merkmale mit den Cucurbitaceae eine Einordnung in die Violales vor. Aufgrund blütenontogenetischer Daten sehen RONSE-DECREAENE & SMETS (1987) Beziehungen zu den Rhamnales.

Im Gegensatz zur Einförmigkeit im Blütenbau zeigen die Proteaceae eine sehr vielgestaltige Wachsmikromorphologie. Sogar auf fossilen Blattflächen aus unterschiedlichen Epochen des Tertiärs sind noch verwertbare Wachsdaten zu finden (CARPENTER 1994, JORDAN 1995). Am häufigsten kommen in der Familie schuppenförmige Kristalloide vor, die gruppenweise parallel angeordnet sind. Nach der Klassifikation von JOHNSON & BRIGGS (1975) sind sie in allen größeren infrafamiliären Gruppierungen vertreten. Dies kann als Hinweis auf eine nähere Verwandtschaft mit den Myrtaceae und Thymelaeaceae gewertet werden. Allerdings kommen ähnliche Wachsformen auch in Vertretern der Theales, Violales und Linales vor. Weniger häufig finden sich in den Proteaceae ungerichtete Wachsschuppen und Röhrrchen, letztere besonders häufig in den Grevilleoideae. Die beiden Einzelvorkommen quergeriefter Stäbchen innerhalb der Proteaceae sprechen für eine nähere Verwandtschaft der Gattungen *Leucadendron* und *Serruria*. Eine klare Trennung der Grevilleoideae und Proteoideae, wie sie VICKEY (1971) aufgrund der Verteilungsmuster von Fettsäuren in Samen bestätigt findet, kann wachsmikromorphologisch nicht nachvollzogen werden. Die isolierte Position an der Basis der „Eudicots“ nach CHASE & al. (1993) läßt sich ebensowenig bestätigen.

ELAEAGNACEAE JUSS. (3/46)

Von zehn untersuchten Arten aus drei Gattungen zeigen sechs Arten aus drei Gattungen keine Kristalloide und vier Arten aus zwei Gattungen glattrandige bis unregelmäßige Wachsschuppen auf den Blattoberseiten.

Elaeagnus L. (40) - *E. angustifolia* L. (BG ER) [US/OS: Ø]; *E. cf. caspica* (SOSN.) GROSSHEIM (BG UBT) [US/OS: Ø]; *E. commutata* BERNH. (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. x ebbingei* BOOM (BG MB) [US: Ø; OS: gl. - irr. Sch.]; *E. multiflora* THUNB. (BG MB) [US: Ø; OS: irr. Sch.]; *E. pungens* THUNB. (BG BONN 3275) [US/OS: Ø]; *E. umbellata* THUNB. (BG BONN 6232) [US: Ø; OS: gl. - irr. Sch.]. - Vier Arten ohne Kristalloide, drei Arten mit glattrandigen bis unregelmäßigen Wachsschuppen auf den Blattoberseiten.

Hippophaë L. (3) - *H. rhamnoides* L. (BG BONN 3280-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Shepherdia NUTT. (3) - *S. argentea* (PURSH) NUTT. (BG BONN 9355) [US/OS: Ø]; *S. canadensis* (L.) NUTT. (BG UBT) [US: Ø; OS: gl. Sch.]. - Eine Art ohne Kristalloide, eine Art mit glattrandigen Wachsschuppen auf der Blattoberseite.

PROTEACEAE JUSS. (74/1475)

Von 75 untersuchten Arten aus 19 Gattungen weisen 22 Arten aus 13 Gattungen keine Kristalloide auf. 42 Arten aus 11 Gattungen zeigen auf ihren

Blattflächen ausschließlich schuppenförmige Kristalloide mit meistens unregelmäßigen Rändern, die bei 28 Arten aus fünf Gattungen zumeist gruppenweise parallel angeordnet sind. Bei zehn Arten aus sechs Gattungen finden sich röhrenförmige Kristalloide, bei einer davon allerdings nur auf den Petalenaußenseiten und der Blütenstandsachse. Zwei Arten aus zwei Gattungen weisen quergeriefte Stäbchen auf. Bei vier Gattungen finden sich unterschiedliche Wachsschuppen auf verschiedenen Arten.

Banksia L. f. (71) - *B. baxteri* R. BR. (BG BONN 2568) [US/OS: irr. Sch.]; *B. ericifolia* L. f. (BG BONN 662) [US: Ø; OS: irr. Sch.]; *B. integrifolia* L. f. (BG ER) [US/OS: Ø]; *B. marginata* CAV. (BG M) [US/OS: Ø]; *B. nutans* R. BR. var. *cernuella* A.S. GEORGE (BG BONN 663) [US/OS: irr. Sch.]; *B. serrata* L. (BG BONN 18097) [US/OS: Ø]; *B. speciosa* R. BR. (BG BONN 666) [US: Ø; OS: gl. - irr. Sch.]; *B. spinulosa* SM. (BG MB) [US/OS: Ø]; *B. victoriae* MEISSN. (BG BONN 2567) [US/OS: Ø]. - Fünf Arten ohne Kristalloide, vier Arten mit meist unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen.

Conospermum SM. (38) - *C. taxifolium* SM. (BG BONN 820) [US: Ø; OS: irr. Sch.]. - Unregelmäßige Wachsschuppen auf der Blattoberseite.

Dryandra R. BR. (55) - *D. formosa* R. BR. (BG BONN 2571) [US/OS: Ø]; *D. praemorsa* MEISSN. (BG MB) [US: Ø; OS: irr. Sch.]. - Eine Art ohne Kristalloide, eine Art mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen auf der Blattoberseite.

Embothrium FORSTER & FORSTER f. (8) - *E. coccineum* FORSTER & FORSTER f. (BG BONN 259) [US/OS: R. + gew. St.]. - Röhrenförmige Kristalloide und gewundene Stäbchen auf beiden Blattflächen.

Gevuina MOLINA (1) - *G. avellana* MOLINA (BG BONN 203) [US/OS: irr. Sch.]. - Verstreut unregelmäßig gerandete Wachsschuppen auf beiden Blattflächen.

Grevillea R. BR. ex J. KNIGHT (250) - *G. banksii* R. BR. (BG BONN 667) [US/OS: Ø]; *G. bipinnatifida* R. BR. (BG UBT) [US/OS: irr. Sch.]; *G. crithmifolia* R. BR. (BG BONN 2572) [US/OS: irr. Sch.]; *G. eriostachya* LINDL. (BG BONN 669) [US/OS: Ø]; *G. hilliana* F. MUELL. (BG BOCH) [US/OS: Ø]; *G. robusta* A.M. CUNN. ex R. BR. (BG MB) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *G. thelemanniana* ENDL. (BG BONN 670) [US/OS: irr. Sch.; Pet/Blst: R. + bandf. Sch.]. - Drei Arten ohne Kristalloide; vier Arten mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen meistens in paralleler Anordnung (Abb. 16), davon eine Art mit röhrenförmigen Kristalloiden auf der Petalenaußenseite und der Blütenstandsachse.

Hakea SCHRADER (125) - *H. bucculenta* C. GARDN. (BG BONN 679) [US/OS: Ø]; *H. cristata* R. BR. (BG M) [US/OS: R.]; *H. cucullata* R. BR. (BG BONN 241) [US/OS: irr. Sch.]; *H. cycloptera* R. BR. (BG M) [US/OS: R. + irr. Sch.]; *H. gibbosa* (SM.) CAV. (BG BONN 672) [US/OS: Ø]; *H. laurina* R. BR. (BG BONN 673) [US/OS: irr. Sch.]; *H. leucoptera* R. BR. (BG M) [US/OS: irr. Sch.]; *H. lissocarpha* R. BR. (BG M) [US/OS: irr. Sch.]; *H. oleifolia* (SM.) R. BR. (BG BONN 118) [US/OS: irr. Sch.]; *H. orthorhyncha* F. MUELL. (BG BONN 2574) [US/OS: irr. Sch.]; *H. petiolaris* MEISSN. (BG MB) [US/OS: R.]; *H. platysperma* HOOK. (BG BONN 2566) [US/OS: irr. Sch.]; *H. sericea* SCHRAD. (BG BONN 240) [US/OS: irr. Sch.]; *H. suaveolens* R. BR. (BG BONN 2573) [US/OS: R. + irr. Sch.]; *H. varia* R. BR. (BG M) [US/OS: R. + irr. Sch.]; *H. verrucosa* F. MUELL. (BG MB) [US/OS: Ø]; *H. victoriae* J. DRUMM. (BG BONN 657) [US/OS: irr. Sch.]. - Drei Arten ohne Kristalloide, fünf Arten mit röhrenförmigen Kristalloiden, nicht selten mit Wachsschuppen kombiniert, neun Arten mit meistens gruppenweise parallel angeordneten, gezähnten bis gefransten Wachsschuppen.

Isopogon R. BR. ex J. KNIGHT (35) - *I. anethifolius* (SALISB.) KNIGHT (BG BONN 237) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *I. ceratophyllus* R. BR. (BG BONN 8491) [US/OS: R.]; *I. formosus* R. BR. (BG M) [US/OS: Ø]. - Eine Art ohne Kristalloide, eine Art mit röhrenförmigen Kristallen (Abb. 47) unterschiedlichen Durchmessers (200 - 500 nm), eine Art mit glattrandigen bis unregelmäßigen Wachsschuppen.

Lambertia SM. (9) - *L. comosa* SM. (BG BONN 2578) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Leucadendron R. BR. (81) - *L. album* (THUNB.) FOURC. (BG BONN 3207) [US/OS: Ø]; *L. argenteum* MEISSN. (BG BONN 678) [US/OS: irr. Sch.]; *L. comosum* (THUNB.) R. BR. (BG BONN 679) [US/OS: quger. St.]; *L. dregei* E. MEY. ex MEISSN. (BG BONN 3206) [US/OS: Ø]; *L. levisanus* (L.) BERG. (BG BONN 681) [US/OS: irr. Sch.]; *L. linifolium* R. BR. (BG M) [US/OS: irr. - bandf. Sch.]; *L. strobilinum* (L.) DRUCE (BG M) [US/OS: irr. Sch.]; *L. tortum* R. BR. (BG BOCH) [US/OS: irr. Sch.]. - Zwei Arten ohne Kristalloide, eine Art mit quergeliefen Stäbchen, fünf Arten mit unregelmäßig gerandeten, häufig parallel angeordneten Wachsschuppen.

Leucospermum R. BR. (46) - *L. tottum* (L.) R. BR. (BG BONN 2569) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Lomatia R. BR. (12) - *L. arborescens* L. FRASER & VICKERY (BG UBT) [US/OS: irr. Sch.]; *L. myricoides* (GAERTN. f.) DOMIN. (BG BOCH) [US/OS: Ø]; *L. tinctoria* (LABILL.) R. BR. (BG BONN 3208) [US/OS: irr. Sch.]. - Eine Art ohne Kristalloide, zwei Arten mit unregelmäßig gerandeten, parallel angeordneten Wachsschuppen.

Mimetes SALISB. (12) - *M. cucullata* R. BR. (BG BONN 683) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Petrophila R. BR. (42) - *P. pedunculata* R. BR. (BG BONN 2583) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Protea L. (115) - *P. acaulis* THUNB. (BG BONN 684) [US/OS: irr. Sch.]; *P. acuminata* SIMS (BG BONN 783) [US/OS: irr. Sch.]; *P. aristata* PHILLIPS (BG BONN 685) [US/OS: irr. Sch.]; *P. compacta* R. BR. (BG BONN 2374) [US/OS: irr. Sch.]; *P. cordata* THUNB. (BG BONN 686) [US/OS: irr. Sch.]; *P. cynaroides* (L.) L. (BG BONN 687) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *P. grandiceps* TRATT. (BG BONN 689) [US/OS: irr. Sch.]; *P. lanceolata* E. MEY. ex MEISSN. (BG M) [US/OS: irr. - bandf. Sch.]; *P. longiflora* LAM. (BG BONN 689) [US/OS: irr. Sch.]; *P. mundi* KLOTZSCH (BG BONN 2570) [US/OS: irr. Sch.]; *P. repens* (L.) L. (BG BONN 692) [US/OS: irr. Sch.]; *P. roupelliae* MEISSN. (BG BONN 2584) [US/OS: irr. Sch.]; *P. scolymocephala* (L.) REICHARD (BG BONN 10735-90) [US/OS: irr. Sch.]; *P. subulifolia* (SALISB. ex KNIGHT) ROURKE (BG BONN 693) [US/OS: Ø]. - Eine Art ohne Kristalloide; 13 Arten mit meist unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen, die in zehn Fällen z.T. gruppenweise parallel angeordnet sind (Abb. 15).

Serruria BURM. ex SALISB. (55) - *S. florida* KNIGHT (BG BONN 694) [US/OS: quger. St.]. - Auf beiden Blattflächen quergeliefte Stäbchen.

Stenocarpus R. BR. (22) - *S. salignus* R. BR. (BG BONN 490-90) [US/OS: Ø]; *S. sinuatus* ENDL. (BG BONN 695) [US/OS: irr. Sch.]. - Eine Art mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen, eine Art ohne Kristalloide.

Telopea R. BR. (3-4) - *T. speciosissima* (SM.) R. BR. (BG BONN 782) [US/OS: R. + irr. Sch.]. - Besonders dicht auf der Blattunterseite röhrenförmige Kristalloide und unregelmäßig gerandete Wachsschuppen.

Xylomelum SM. (5) - *X. occidentale* R. BR. (BG BONN 11883) [US/OS: R.]. - Auf beiden Blattflächen röhrenförmige Kristalloide.

5.2.3. Podostemales LINDL.

Als einzige Familie der Ordnung nehmen die Podostemaceae in den meisten Systemen eine isolierte Position ein. Durch Anpassungen an Extremstandorte wie Stromschnellen und Wasserfälle sind ihre Morphologie und Anatomie im vegetativen wie im generativen Bereich stark verändert. Dies ist die Ursache für die Unsicherheit bezüglich ihrer Verwandtschaftsbeziehungen. Allgemein wird die Familie, bzw. Ordnung mit den Saxifragales, resp. den entsprechenden Familien der Rosales in Verbindung gebracht, insbesondere mit den Crassulaceae. Begründet wird dies mit der Tendenz zu aquatischer Lebensweise bei der Sektion *Tillaea* der Gattung *Crassula*.

HUBER (1991) wertet die Podostemaceae als „Familie ohne sicheren Anschluß“. Bei GOLDBERG (1986) sind sie zusammen mit Dioncophyllaceae, Droseraceae, Byblidaceae und Hydrostachyaceae in der Ordnung Droserales zusammengefaßt.

Tabelle 16: Die Stellung der Podostemaceae in den konventionellen Systemen.

Familie	CRONQUIST 1988	DAHLGREN 1989	TAKHTAJAN 1987	THORNE 1992 b, pers. Mittlg.
<u>Podostemaceae</u>	Rosidae Podostemales	Rosanae Saxifragales	Rosidae Rosanae Podostemales	Rosanae Podostemales

Das unter den sechs untersuchten Arten einmalige Vorkommen plattenförmiger Wachsschuppen leistet keinen Beitrag zur Klärung der systematischen Stellung. Ebenso wenig Information gewinnen CONTRERAS & al. (1993) aus phytochemischen Untersuchungen. Embryologische Daten (JÄGER-ZÜRN 1967) bestätigen zumindest die Einheitlichkeit der Familie.

PODOSTEMACEAE RICH. ex C. AGARDH (50/267)

Meistens keine Kristalloide, bei einer Art plattenförmige Schuppen verstreut auf der Fruchtoberfläche.

Apinagia TUL. (50) - *A. spec.* (BONN: GRÖGER 13.5.92) [Blst/Fr: Ø]. - Keine Kristalloide.

Jenmaniella ENGL. (7) - *J. spec.* (B: GOEBEL 1890) [Spr: Ø]. - Keine Kristalloide.

Leiothylax WARM. (3) - *L. quangensis* (ENGL.) WARM. (B: BÜSGEN s.n.) [Spr/Spatha: Ø]. - Keine Kristalloide.

Marathrum BONPL. (25) - *M. spec.* (BONN: GRÖGER s.n.) [Spr/Blst: Ø; Fr: plattenf. Sch.]. - Auf der Fruchtoberfläche verstreut plattenförmige Wachsschuppen.

Podostemum MICHX. (18) - *P. spec.* (BONN: POREMBSKI 23.12.90) [US/OS/Blst/Fr: Ø]. - Keine Kristalloide.

Weddellina TUL. (1) - *W. squamulosa* TUL. (BONN: GRÖGER s.n.) [US/Spr/Fr: Ø]. - Keine Kristalloide.

5.2.4. Haloragales BROMHEAD

Die Haloragales werden in Umfang und systematischer Stellung kontrovers diskutiert. Die Ausgliederung der Gattung *Gunnera* aus den Haloragaceae wird von den meisten Systematikern bestätigt, nicht jedoch von FROHNE & JENSEN (1992). Sie kann als eigene Familie in direkter Nachbarschaft zu den Haloragaceae (CRONQUIST 1988) oder als eigene Ordnung in weiterer Entfernung zu den Haloragales (DAHLGREN 1989, TAKHTAJAN 1987) stehen. Bei THORNE (1992 b) sind die beiden Familien in getrennte Unterordnungen seiner weitgefaßten Cornales zu finden.

Bei GOLDBERG (1986) werden die von den meisten Systematikern zu den Asteridae/Lamiidae gestellten Callitrichaceae und Hippuridaceae in die Haloragales eingeordnet. Die Ordnung leitet er von Ranunculales-Vorläufern ab.

Tabelle 17: Die Familien der Haloragales in den konventionellen Systemen (Familien, deren Wachsmikromorphologie in diesem Kapitel vorgestellt wird, sind unterstrichen).

Familie	CRONQUIST 1988	DAHLGREN 1989	TAKHTAJAN 1987	THORNE 1992 b, pers. Mittlg.
Callitrichaceae	Asteridae Callitrichales	Lamianae Lamiales	Lamiidae Lamianae Lamiales	Scrophulariales Scrophulariineae
<u>Gunneraceae</u>	Rosidae Haloragales	Rosanae Gunnerales	Rosidae Rosanae Gunnerales	Aralianae Cornales Gunnerineae
<u>Haloragaceae</u>	Rosidae Haloragales	Myrtanae Haloragidales	Rosidae Myrtanae Haloragales	Aralianae Cornales Haloragineae
Hippuridaceae	Asteridae Callitrichales	Lamianae Hippuridales	Lamiidae Lamianae Hippuridales	Scrophulariales Scrophulariineae

In beiden Familien kommen schuppenförmige Wachsskulpturen vor. Bei den **Haloragaceae** sind sie meistens gruppenweise parallel ausgerichtet. Dies kann als Hinweis für eine nähere Verwandtschaft mit den Myrtales gewertet werden, wie sie z.B. bei DAHLGREN (1989) und TAKHTAJAN (1987) postuliert wird. Diese Beziehung wird gestützt durch die Ausprägung ihrer Siebröhren-Plastiden und Pollen (BEHNKE 1986).

Die **Gunneraceae** unterscheiden sich sowohl in ihren Siebröhren-Plastiden (BEHNKE 1986), als auch in ihrer Pollenmorphologie (PRAGLOWSKI 1970) von den Haloragaceae. Eine nähere Verwandtschaft mit den Saxifragaceae wird durch phytochemische Daten bestätigt (DOYLE & SCOGIN 1988). Blütenontogenetische Untersuchungsergebnisse veranlassen RONSE-DECRAENE & SMETS

(1987), die Gunneraceae innerhalb eines zweigeteilten Myrtales-Komplexes in die Nähe der Myrtaceae, die Haloragaceae hingegen in die Nähe der Lythraceae einzuordnen. Der Wachsmikromorphologie zufolge sind die Beziehungen eher exakt vice versa zu interpretieren.

Bei molekularsystematischen Analysen (CHASE & al. 1993) deuten sich eine isolierte Stellung der Gunneraceae und engere Beziehungen der Haloragaceae zu den Saxifragales an.

Nach molekularsystematischen Analysen sind die beiden hier untersuchten Familien nicht näher mit den Myrtales verwandt (CONTI & al. 1996).

GUNNERACEAE MEISN. (1/40)

Meist finden sich keine Kristalloide, nur bei zwei der untersuchten Arten kommen verstreut unregelmäßig gerandete Wachsschuppen vor.

Gunnera L. (40) - *G. hamiltonii* T. KIRK ex HAMILT. (BG M) [US: irr. Sch.; OS: Ø]; *G. lobata* HOOK. f. (BG M) [US/OS: Ø]; *G. manicata* LINDEN ex ANDRÉ (BG BONN 4859) [US/OS: irr. Sch.]; *G. perpensa* L. (BG MB 81/1823) [US/OS: Ø]; *G. spec.* (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]; *G. tinctoria* (MOLINA) MIRB. (BG REG) [US/OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide, bei zwei Arten verstreut unregelmäßig gerandete Wachsschuppen.

HALORAGACEAE R. BR. (9/120)

Von 15 untersuchten Arten aus sechs Gattungen zeigen elf Arten aus fünf Gattungen keine Kristalloide und vier Arten aus zwei Gattungen meist parallel ausgerichtete Wachsschuppen mit glatten oder gezähnten bis gefransten Rändern.

Glischrocaryon ENDL. (4) - *G. aureum* (LINDL.) ORCHARD (B: A. STRID 20630) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *G. behrii* (SCHLDL.) ORCHARD (B: D.E. SYMON 13300) [US/OS: irr. Sch.]; *G. roei* ENDL. (B: A. STRID 20915) [US/OS: irr. Sch.]. - Auf allen untersuchten Flächen glattrandige bis häufig gezähnte bis gefranste Wachsschuppen in meist gruppenweise paralleler Ausrichtung.

Haloragis FORSTER & FORSTER f. (26) *H. erecta* (BANKS ex MURR.) OKEN (BG ER) [US/OS: Ø]; *H. glauca* LINDL. (B: J.L. BOORMAN 9.1912) [US/OS: Ø]; *H. heterophylla* BRONGN. (B: D.E. SYMON 7436) [US/OS: Ø]; *H. laevis* SCHINDLER (B: J.L. BOORMAN 1.1907) [US/OS: Ø]; *H. montana* HOOK. f. (B: A. STRID 22051) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Haloragodendron ORCHARD (5) - *H. lucasii* (MAIDEN & BETCHE) ORCHARD (B: R. COVENY 12368) [US/OS: Ø]; *H. racemosum* (LABILL.) ORCHARD (B: A. STRID 21446) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Laurembergia P. BERGIUS (4) - *L. coccinea* (BLUME) KANITZ (B: V. STEENIS 4245) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Myriophyllum L. (40) - *M. propinquum* A. CUNN. (BG M) [US/OS: Ø]; *M. spec.* (Material DITSCH: EC) [US/OS: gl. + irr. Sch.]. - Auf emersen Blättern glattrandige und unregelmäßig geformte Wachsschuppen, nicht selten in gruppenweise paralleler Ausrichtung.

Proserpinaca L. (2-3) - *P. palustris* L. (B: F.F. FORBES 28.8.1910) [US/OS: Ø]; *P. pectinata* LAM. (B: J. KOHLMAYER 2043) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

5.2.5. Myrtales RCHB.

Über die Umgrenzung der Myrtales sind sich die meisten Systematiker im großen und ganzen einig. Sie werden durch die Tendenz zu perigynen bis stark epigynen Blüten und einigen holzanatomischen Besonderheiten gut charakterisiert. Ihre Abstammung als früh selbständig gewordener Seitenast aus der Nähe der Rosales wird von den meisten Systematikern anerkannt.

Die einzigen Familien, deren Zuordnung nicht sicher ist, sind die Thymelaeaceae und Gonystylaceae (CRONQUIST 1984; DAHLGREN & THORNE 1984). Sie werden alternativ in die Nähe der Malvales oder Euphorbiales gestellt, häufig beides zugleich (DAHLGREN 1989; HUBER 1991; TAKHTAJAN 1987; THORNE 1992 b).

Bei GOLDBERG (1986) bilden die Thymelaeaceae zusammen mit Gonystylaceae und Geissolomataceae die Ordnung der Thymelaeales. Diese befindet sich in seinem System in unsicherer Stellung zwischen den Santalales und Polemoniales.

Tabelle 18: Die Familien der Myrtales in den konventionellen Systemen (Familien, deren Wachsmikromorphologie in diesem Kapitel vorgestellt wird, sind unterstrichen).

Familie	CRONQUIST 1988	DAHLGREN 1989	TAKHTAJAN 1987	THORNE 1992 b, pers. Mittlg.
<u>Alzateaceae</u>	Rosidae Myrtales	Myrtanae Myrtales	Rosidae Myrtanae Myrtales	Myrtanae Myrtales Lythrineae
<u>Combretaceae</u>	Rosidae Myrtales	Myrtanae Myrtales	Rosidae Myrtanae Myrtales	Myrtanae Myrtales Lythrineae
<u>Crypteroniaceae</u>	Rosidae Myrtales	Myrtanae Myrtales	Rosidae Myrtanae Myrtales	Myrtanae Myrtales Lythrineae
<u>Duabangaceae</u>	(in Sonneratiac.)	(in Lythraceae)	Rosidae Myrtanae Myrtales	(in Lythraceae)
<u>Gonystylaceae</u>	(in Thymelaeac.)	Malvanae Thymelaeales	(in Thymelaeac.)	Malvanae Euphorbiales
<u>Heteropyxidaceae</u>	(in Myrtaceae)	Myrtanae Myrtales	Rosidae Myrtanae Myrtales	(in Myrtaceae)
<u>Lythraceae</u>	Rosidae Myrtales	Myrtanae Myrtales	Rosidae Myrtanae Myrtales	Myrtanae Myrtales Lythrineae

<u>Melastomataceae</u>	Rosidae Myrtales	Myrtanae Myrtales	Rosidae Myrtanae Myrtales	Myrtanae Myrtales Lythrineae
<u>Memecylaceae</u>	(in Melastomat.)	Myrtanae Myrtales	(in Melastomat.)	(in Melastomat.)
<u>Myrtaceae</u>	Rosidae Myrtales	Myrtanae Myrtales	Rosidae Myrtanae Myrtales	Myrtanae Myrtales Myrtineae
<u>Oliniaceae</u>	Rosidae Myrtales	Myrtanae Myrtales	Rosidae Myrtanae Myrtales	Myrtanae Myrtales Lythrineae
<u>Onagraceae</u>	Rosidae Myrtales	Myrtanae Myrtales	Rosidae Myrtanae Myrtales	Myrtanae Myrtales Onagrineae
<u>Penaeaceae</u>	Rosidae Myrtales	Myrtanae Myrtales	Rosidae Myrtanae Myrtales	Myrtanae Myrtales Lythrineae
<u>Psiloxylaceae</u>	(in Myrtaceae)	Myrtanae Myrtales	Rosidae Myrtanae Myrtales	(in Myrtaceae)
<u>Punicaceae</u>	Rosidae Myrtales	(in Lythraceae)	Rosidae Myrtanae Myrtales	(in Lythraceae)
Rhynchocalycac. ¹	Rosidae Myrtales	Myrtanae Myrtales	Rosidae Myrtanae Myrtales	Myrtanae Myrtales Lythrineae
<u>Sonneratiaceae</u>	Rosidae Myrtales	(in Lythraceae)	Rosidae Myrtanae Myrtales	(in Lythraceae)
<u>Thymelaeaceae</u>	Rosidae Myrtales	Malvanae Thymelaeales	Dilleniidae Euphorbianae Thymelaeales	Malvanae Euphorbiales
<u>Trapaceae</u>	Rosidae Myrtales	Myrtanae Myrtales	Rosidae Myrtanae Myrtales	Myrtanae Myrtales Lythrineae

¹ Von der Familie stand kein Material zur Verfügung.

Molekularsystematischen Analysen zufolge bestätigt sich die übliche Umgrenzung der Ordnung (CONTI & al. 1996). Allerdings zeigen sich hier die Thymelaeaceae, wie auch die Lecythidaceae, Haloragaceae und Gunneraceae, nicht näher mit den Myrtales verwandt. Außerdem befinden sich die demnach

die Vochysiaceae als Nächstverwandte der Myrtaceae inmitten der Ordnung, was wachsmikromorphologisch Bestätigung findet.

Von den 257 untersuchten Arten aus 95 Gattungen zeigen 179 Arten aus 72 Gattungen keine skulptierten Wachse. Die häufigste Wachstform bei den übrigen Arten sind Wachsschuppen, die typischerweise in Gruppen parallel ausgerichtet sind. Sie sind charakteristisch für die **Myrtaceae** und **Thymelaeaceae**, kommen aber auch bei den **Combretaceae** vor. Querverriefte Stäbchen und rosettig aggregierte Schuppen treten nur bei drei bzw. zwei Arten auf. Für die Familien, bei denen ausschließlich ungerichtete Wachsschuppen oder keine skulptierten Wachse gefunden wurden, leistet dieses Merkmal in der Regel keinen Beitrag zur Klärung systematischer Fragestellungen.

Bei einer Art der **Onagraceae**, *Clarkia unguiculata*, wurden querverriefte Stäbchen nachgewiesen. Für *Clarkia elegans* weisen HUNT & al. (1976) bei gleicher Wachstform eine ähnliche chemische Zusammensetzung wie bei *Brassica* nach. Ansonsten zeigen die Onagraceae zum größten Teil keine skulptierten Wachse. Die durch molekularsystematische Analysen (CRISCI & al. 1990; CONTI & al. 1993) gestützte Unterteilung der Familie wird anhand der Wachstdaten nicht bestätigt. Die Onagraceae weisen holzanatomisch nähere Beziehungen zu den Lythraceae sensu lato, Crypteroniaceae und Combretaceae auf, darüber hinaus aber auch zu den meisten anderen Familien der Myrtales (CARLQUIST 1975). In ihrer phylogenetischen Analyse der Myrtales ordnen JOHNSON & BRIGGS (1984) die Onagraceae in eine eher isolierte Position ein. Einen vermutlich frühen Abzweig der Entwicklungslinie, die zu den Onagraceae führt, stellen die **Trapaceae** dar. Nach TOBE & RAVEN (1986) besitzen die Onagraceae und Lythraceae embryologische Autapomorphien.

Pollenmorphologisch zeigen die **Lythraceae** die größte Diversität innerhalb der Myrtales (GRAHAM & al. 1990). Bis auf zwei Ausnahmen mit Wachsschuppen weist die Familie einheitlich keine skulptierten Wachse auf. Dies kann als Hinweis auf eine mögliche Zweiteilung der Ordnung gewertet werden. Davon weist eine Gruppe größtenteils keine Kristalloide auf. Die andere Gruppe ist durch ein deutlich häufigeres Vorkommen von Kristalloiden gekennzeichnet, insbesondere von gruppenweise parallel angeordneten Wachsschuppen. Ähnliche Zweiteilungen werden von BRIGGS & JOHNSON (1979) und RONSE-DECRAENE & SMETS (1987) vorgeschlagen. Die Umgrenzungen der einzelnen Teilgruppen unterscheiden sich jedoch zum Teil wesentlich.

Die nach DAHLGREN & THORNE (1984) zu den Lythraceae zu stellenden **Punicaceae** weichen durch ihr zentripetal angelegtes Androeceum ab und zeigen damit engere Beziehungen zu den Myrtaceae (LEINS 1988). Pollenmorphologische Untersuchungen (GRAHAM & al. 1990) und die phylogenetische Analyse von JOHNSON & BRIGGS (1984) sprechen allerdings für eine nahe Verwandtschaft mit den Lythraceae und eine mögliche Eingliederung in dieselben.

In der cladistischen Analyse von GRAHAM & al. (1993 a) bilden die **Sonneratiaceae**, **Duabangaceae** und **Punicaceae** zusammen mit den Lythraceengattungen *Lagerstroemia* und *Lawsonia* einen basalen Abzweig der Lythraceae sensu lato. Unterstützt wird dies durch die als ursprünglich angesehenen Chromosomengrundzahl von $x = 12$ bei *Sonneratia* und *Duabanga* (GRAHAM & al. 1993 b). *Punica* weicht mit $x = 8$ hiervon ab, ließe sich aber dadurch den weiter abgeleiteten Lythraceae angliedern (TOBE & al. 1986). Unter holzanatomischen Gesichtspunkten wird eine Einordnung der Gattungen *Duabanga* und *Sonneratia* in zwei getrennte Unterfamilien der Lythraceae befürwortet (VIJENDRA RAO & al. 1987). Palynologische Daten sprechen gegen eine Zugehörigkeit der Sonneratiaceae zu den Lythraceae (GRAHAM & al. 1990).

Die von GRAHAM (1984) neu aufgestellte Familie der **Alzateaceae** stimmt in vielen ihrer Merkmale, z.B. holzanatomisch, mit den übrigen Myrtalesfamilien überein. Embryologisch (TOBE & RAVEN 1984 d), phytochemisch (GRAHAM & AVERETT 1984) und pollenmorphologisch (GRAHAM & al. 1985) weichen sie jedoch stärker ab. Die meisten Ähnlichkeiten, auch in ihrer Blüten- und Samenanatomie, weisen sie mit den Rhynchocalycaceae und Crypteroniaceae auf (GRAHAM 1984).

Die aufgrund ihrer phylogenetischen Analyse der Myrtales von JOHNSON & BRIGGS (1984) neubeschriebene Familie **Rhynchocalycaceae** unterscheidet sich von den übrigen Familien sowohl phytochemisch (AVERETT & GRAHAM 1984), als auch embryologisch (TOBE & RAVEN 1984 c). Für eine wachsmikromorphologische Untersuchung stand kein Material zur Verfügung.

In den meisten Merkmalen passen die **Crypteroniaceae** in die Myrtales (DICKISON 1978). Anatomische (VAN VLIET & BAAS 1975) und embryologische Untersuchungen (TOBE & RAVEN 1987 a) befürworten eine engere Umgrenzung der Familie und eine Ausgliederung der Gattungen *Alzatea* und *Rhynchocalyx*. Sowohl MULLER (1975), als auch van BEUSEKOM-OSINGA & VAN BEUSEKOM (1975) nehmen die vorgefundene Heterogenität der Crypteroniaceae sensu lato als Anlaß für eine klare Untergliederung in mindestens zwei Unterfamilien.

Die **Oliniaceae** passen aufgrund embryologischer Untersuchungsergebnisse problemlos in die Myrtales, besonders in die Nähe der Crypteroniaceae, Rhynchocalycaceae, Alzateaceae und Penaeaceae (TOBE & RAVEN 1984 a). In anderen Merkmalen, wie Pollenmorphologie (PATEL & al. 1983) und Blütenanatomie (RAO & DAHLGREN 1969), unterscheiden sie sich deutlich von den meisten anderen Familien der Ordnung. ERDTMAN (1952) sieht jedoch Ähnlichkeiten in den Pollen der Oliniaceae, Melastomataceae und Penaeaceae. Holzanatomisch kommen die Oliniaceae den Melastomataceae, Memecylaceae und Thymelaeaceae am nächsten (MÚJICA & CUTLER 1974). Bei ihren blatt-

anatomischen Untersuchungen weisen die letztgenannten Autoren keine Kristalloide auf den Blattflächen nach.

Embryologisch zeigen die **Penaeaceae** Beziehungen zu den **Oliniaceae** und **Rhynchocalycaceae** sowie den **Alzateaceae** und **Crypteroniaceae** (TOBE & RAVEN 1984 b). Das Vorkommen rudimentärer Stipeln bei **Heteropyxidaceae**, **Penaeaceae** und **Oliniaceae** spricht laut WEBERLING (1963) für eine Zugehörigkeit der Familien zu den **Myrtales**. Pollenmorphologische Daten unterstützen dies (ERDTMAN 1952). STERN & BRIZICKY (1958) erkennen bei der Gattung *Heteropyxis* deutliche anatomische Ähnlichkeiten mit den **Leptospermeae** der **Myrtaceae** und schlagen eine Eingliederung als Subtribus **Heteropyxidineae** vor. Embryologische Daten sprechen eher für eine Eigenständigkeit der **Heteropyxidaceae** (TOBE & RAVEN 1987 b). Holzanatomisch passen die **Psiloxylaceae** zu den **Lythraceae** (BAAS & ZWEYPFENNING 1979). Für eine sehr nahe Verwandtschaft der **Psiloxylaceae** und **Heteropyxidaceae** mit den **Myrtaceae** und eine mögliche Einordnung in dieselben sprechen pollenmorphologische Untersuchungsergebnisse (PATEL & al. 1984) und die phylogenetische Analyse von JOHNSON & BRIGGS (1984). Die Wachsmikromorphologie vermag nicht, diese Beziehungen zu unterstützen.

In ihrer phylogenetischen Analyse der **Melastomataceae** und **Memecylaceae** erkennt RENNER (1993) eine nähere Verwandtschaft der **Melastomataceae** zu den **Crypteroniaceae** und **Lythraceae**. Letztere stehen den **Melastomataceae** auch holzanatomisch relativ nahe (BAAS & ZWEYPFENNING 1979). Die **Memecylaceae** zeigen nach RENNER (1993) mehr oder weniger deutliche Beziehungen zu den **Myrtaceae**. Darüber hinaus besitzen die **Memecylaceae** und **Crypteroniaceae** keine abgeleiteten Merkmale, die die **Melastomataceae** nach einer Ausgliederung der beiden Familien paraphyletisch sein ließen. LOWRY (1976) weist phytochemische Apomorphien für die **Melastomataceae** nach und bestätigt die **Memecylaceae** als eigene Familie.

MAYR's (1969) blütenontogenetische Untersuchungen weisen auf eine leicht isolierte Stellung der **Myrtaceae** innerhalb der **Myrtales** hin. Blattanatomischen und -histologischen Daten zufolge weichen die **Myrtaceae** zusammen mit den **Heteropyxidaceae** und **Psiloxylaceae** durch das Vorhandensein von Sekretbehältern und meist paracytischen Stomata von den übrigen Familien der Ordnung ab (KEATING 1984; ESSER 1987). Wachsmikromorphologisch zeigen die **Myrtaceae** Beziehungen zu den **Thymelaeaceae** und **Combretaceae**. HALLAM & CHAMBERS (1970) beschreiben für die Gattung *Eucalyptus* ebenfalls ein Vorherrschen schuppenförmiger Kristalloide in zumeist gruppenweise paralleler Anordnung. Außerdem zeigt ein Teil der Arten dieser Gattung röhrenförmige Kristalloide, deren Hauptbestandteile β -Diketone sind (HALLAM & CHAMBERS 1970). Dieser Wachstyp wurde innerhalb der Familie sonst nicht gefunden. Er stellt offensichtlich eine eigene Ausprägung der Gattung

Eucalyptus dar. Auch in den mikromorphologischen Untersuchungen bei der Gattung *Eugenia* (FONTENELLE & al. 1994) zeigen sich, wenn überhaupt, schuppenförmige Kristalloide.

Die Morphologie des Hypanthiums der **Thymelaeaceae** spricht gleich ihrer Embryologie laut BUNNIGER (1972) nicht für eine Ausgliederung der Familie aus den Myrtales, wie sie von DAHLGREN & THORNE (1984) gefordert wird. Auf einen möglichen Anschluß der Thymelaeaceae an die Euphorbiaceae deuten sowohl phytochemische Untersuchungsergebnisse als auch pollenmorphologischen Daten (EVANS & TAYLOR 1983). Aufgrund ihres Fruchtknotenbaus besitzt die Familie Beziehungen zu den Flacourtiaceae und Tiliaceae (HEINIG 1951). Wachsmikromorphologisch weisen die Thymelaeaceae deutliche Ähnlichkeiten mit den Myrtaceae auf. Diese werden durch holzanatomische Vergleiche unterstützt (VAN VLIET & BAAS 1984).

Die Abtrennung der **Gonystylaceae** von den Thymelaeaceae wird durch palynologische Daten befürwortet (NOWICKE & al. 1985). Wachsmikromorphologisch läßt sich dies nicht bestätigen.

ALZATEACEAE S. GRAHAM (1/1)

Das stark kontaminierte Herbarmaterial weist keine Kristalloide auf.

Alzatea RUÍZ & PAVÓN (1) - *A. verticillata* RUÍZ & PAVÓN (P: GÓMEZ 18725) [US/OS: Ø].

COMBRETACEAE R. BR. (20/210)

Von 16 untersuchten Arten aus sieben Gattungen zeigen elf Arten aus sechs Gattungen keine Kristalloide und fünf Arten aus drei Gattungen glattrandige bis gefranste oder bandförmig ausgezogene Wachsschuppen, die in einem Fall (*Terminalia pauciflora*) entsprechend dem *Hypericum*-Typ gruppenweise parallel angeordnet sind mit eingestreuten rosettigen Clustern. Auch die granulären Erhebungen auf der Wachsschicht von *Bucida buceras* erinnern an erodierte Wachsschuppen in rosettiger Anordnung.

Bucida L. (4) - *B. buceras* L. (B: G.R. PROCTOR & W.T. GILLIS 33377) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide; die Struktur des granulösen Wachsfilms, der auf beiden Blattflächen gefunden wurde, läßt die Vermutung zu, daß es sich um ein Erosionsprodukt von Wachsschuppen in rosettiger Anordnung handelt.

Combretum LOEFL. (250) - *C. grandidieri* BAILLON (B: H.J. SCHLIEBEN 8258) [US/OS: Ø]; *C. microphyllum* KLOTZSCH (BG UBT) [US/OS: Ø]; *C. molle* R. BR. ex G. DON (BG MB) [US/OS: Ø]; *C. purpureum* VAHL (B: BIRNBAUM 14.6.59) [US/OS: Ø]; *C. racemosum* BEAUV. (BG UBT) [US: Ø; OS: gl. - irr. plattenf. Sch.]. - Meist keine Kristalloide, bei einer Art glattrandige bis unregelmäßig gerandete, mehr oder weniger plattenförmige Wachsschuppen.

Getonia ROXB. (1) - *G. floribunda* ROXB. (B: WEERACHAI NANAKORN 252) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Laguncularia GAERTNER f. (2) - *L. racemosa* (L.) GAERTNER f. (BG BOCH; Material DITSCH: EC) [US/OS: gl. - geb. Sch.]; *L. spec.* (BG MB) [US: irr. - bandf. Sch.; OS: gl. Sch.]. - Auf allen untersuchten Oberflächen glattrandige bis unregelmäßige, zum Teil bandförmig ausgezogene Wachsschuppen.

Macropteranthes F. MUELL. (3) - *M. keckwickii* F. MUELL. ex BENTH. (B: H. & E. WALTER 3454) [US/OS: Ø]; *M. leichhardtii* F. MUELL. ex BENTH. (B: ADAMS 1012) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Quisqualis L. (16) - *Q. indica* L. (BG M) [US/OS: Ø]; *Q. mussaendifolia* (ENGL. & DIELS) EXELL (BG BONN 5692) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Terminalia L. (150) - *T. catappa* L. (BG MB; Material DITSCH: RM) [US/OS: gl. Sch.]; *T. pauciflora* TUL. (Material DITSCH: RM) [US: irr. Sch.; OS: Ø]; *T. cf. seyrigii* (H.PERR.) CAPURON (Material DITSCH: RM) [US/OS: Ø]. - Eine Art ohne Kristalloide (Abb. 3), eine Art mit glatten Wachsschuppen, eine Art mit dicht stehenden, meist gefransten Wachsschuppen, die oft parallel zu einander und in Gruppen, seltener rosettig angeordnet sind.

CRYPTERONIACEAE A. DC. (3/10)

Von vier untersuchten Arten aus drei Gattungen zeigt nur eine Art schuppenförmige Kristalloide, die nicht auf eine Verpilzung des Herbarmaterials zurückzuführen ist.

Axinandra THWAITES (4) - *A. zeylanica* THWAITES (BR: A. ROBYNS 7265) [US/OS: gl. Sch.]. - Auf beiden Blattflächen glattrandige Wachsschuppen.

Crypteronia BLUME (4) - *C. paniculata* BLUME (BR: SULIT PNH 6990) [US/OS: Ø]; *C. spec.* (B: M. JACOBS 5126) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Dactylocladus OLIVER (1) - *D. stenostachys* OLIVER (B: Boschproefstation BB 9673) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

GONYSTYLACEAE GILG (3/22)

Eine Art zeigt unregelmäßig gerandete Wachsschuppen. Das stark kontaminierte Herbarmaterial der beiden *Gonystylus*-Arten weist keine Kristalloide auf.

Aëtoxylon (AIRY SHAW) AIRY SHAW (1) - *A. sympetalum* (V. STEENIS & DOMKE) AIRY SHAW (BG CBG) [US: irr. Sch.; OS: Ø]. - Kleine, unregelmäßig gerandete Wachsschuppen auf der Blattunterseite.

Gonystylus TEIJSM. & BINNEND. (20) - *G. borneensis* (TIEGHEM) GILG (B: J. SINCLAIR & KADIM 10236) [US/OS: Ø]; *G. philippinensis* ELMER (B: F. CANICOSA 30310) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

HETEROPYXIDACEAE ENGL. & GILG (1/3)

Beide untersuchten Arten zeigen auf den Blattoberseiten, eine Art zusätzlich auf ihrer Blattunterseite, kleine, unregelmäßig gerandete Wachsschuppen.

Heteropyxis HARVEY (3) - *H. canescens* OLIVER (B: K. & M.J. BALKWILL 4006) [US/OS: irr. Sch.]; *H. natalensis* HARVEY (B: K. & M.J. BALKWILL 5816) [US: Ø; OS: irr. Sch.]. - Auf den meisten untersuchten Flächen nur verstreut unregelmäßig gerandete Wachsschuppen.

LYTHRACEAE J. ST.-HIL. (26/580)

Von 22 untersuchten Arten aus zehn Gattungen zeigen nur zwei Arten aus zwei Gattungen Kristalloide in Form unregelmäßig gerandeter Wachsschuppen. Alle übrigen Arten weisen keine Kristalloide auf.

Adenaria KUNTH (1) - *A. floribunda* KUNTH (B: W. SCHWABE II/III 1977) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Ammannia L. (30) - *A. coccinea* ROTTB. (BG M) [US/OS: Ø]; *A. senegalensis* LAM. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Cuphea P. BROWNE (250) - *C. cyanea* MOÇ. & SESSÉ ex DC. (BG M) [US/OS: Ø]; *C. ignea* A. DC. (BG BONN 6630) [US/OS: Ø]; *C. lanceolata* AITON f. (BG MB 64/920) [US/OS: Ø]; *C. micropetala* KUNTH (BG M) [US/OS: Ø]; *C. procumbens* ORTEGA (BG MB 64/921) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Decodon GMELIN (1) - *D. verticillatum* (KUNTH) ELLIOTT (BG M) [US: Ø; OS: irr. Sch.]. - Nur auf der Blattoberseite sehr unregelmäßig gerandete Wachsschuppen.

Heimia LINK (3) - *H. myrtifolia* (DESF. ex A. ST.) Hort. Berol. ex CHAM. & SCHLECHT. (BG BONN 614-90) [US/OS: Ø]; *H. salicifolia* (KUNTH) LINK (BG BONN 293-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Lagerstroemia L. (53) - *L. indica* L. (BG ER) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Lythrum L. (38) - *L. hyssopifolia* L. (BG M) [US/OS: Ø]; *L. junceum* SOLANDER (BG M) [US/OS: Ø]; *L. portula* (L.) D. WEBB (Material DITSCH: D) [US/OS: Ø]; *L. salicaria* L. (BG BONN 3276) [US/OS: Ø]; *L. virgatum* L. (BG BONN 7077; BG MB 76/314) [US: irr. Sch.; OS: Ø]. - Vier Arten ohne Kristalloide, eine Art mit unregelmäßig gefransten Wachsschuppen auf der Blattunterseite.

Nesaea COMM. ex KUNTH (56) - *N. crassicaulis* KOEHNE (BG M) [US/OS: Ø]; *N. pedicellata* HIERN (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Pemphis FORSTER & FORSTER f. (2) - *P. acidula* FORSTER & FORSTER f. (B: A. PETER 39624) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Rotala L. (44) - *R. rotundifolia* (BUCH.-HAM.) KOEHNE (BG M) [US/OS: Ø]; *R. wallichii* (HOOK. f.) KOEHNE (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

MELASTOMATACEAE JUSS. (212/4475)

Von 40 untersuchten Arten aus 19 Gattungen zeigt nur eine Art (*Miconia salicifolia*) Kristalloide in Form von glattrandigen bis gekerbten Wachsschuppen auf der Blattoberseite.

Antherotoma (NAUDIN) HOOK. f. (2) - *A. naudini* HOOK. f. (Material DITSCH: RM) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Bellucia NECKER ex RAF. (12) - *B. weberbaueri* COGN. (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Brachyotum (DC.) TRIANA (50) - *B. ledifolium* (DESR.) TRIANA (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]; *B. lindenii* COGN. (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Centradenia G. DON f. (4) - *C. floribunda* PLANCHON (BG MB) [US/OS: Ø]; *C. grandifolia* (SCHLDL.) ENDL. (BG M) [US/OS: Ø]; *C. inaequilateralis* G. DON (BG MB) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Clidemia D. DON (165) - *C. hirta* D. DON (BG BONN 9631; Material DITSCH: RM) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Dionycha NAUDIN (2) - *D. bojerii* NAUDIN (Material DITSCH: RM) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Dissotis BENTH. (100) - *D. plumosa* HOOK. f. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *D. rotundifolia* (SMITH) TRIANA (BG BOCH) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Ernestia DC. (10) - *E. cataractae* TUTIN (BG BONN) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Heterocentron HOOK. & ARN. (27) - *H. elegans* (SCHLDL.) O. KUNTZE (BG BONN 222) [US/OS: Ø]; *H. macrostachyum* NAUDIN (BG BONN 833) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Maieta AUBLET (3) - *M. guianensis* AUBLET (BG BONN 8551) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Medinilla GAUDICH. (150) - *M. astronioides* TRIANA (BG BONN) [US/OS: Ø]; *M. gratioiosa* STAPF (BG BONN) [US/OS: Ø]; *M. magnifica* LINDL. (BG BONN 24075) [US/OS: Ø]; *M. mannii* HOOK. f. (BG MB) [US/OS: Ø]; *M. scortechinii* KING (BG MB) [US/OS: Ø]; *M. sedifolia* JUELLE & PERR. (BG BONN 24632) [US/OS: Ø]; *M. spec.* (BG BONN 1628-40) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Melastoma L. (70) - *M. candidum* D. DON (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Miconia RUÍZ & PAVÓN (1000) - *M. ceramicarpa* (DC.) COGN. var. *violacea* (DC.) COGN. (BG BONN 24200) [US/OS: Ø]; *M. ciliata* DC. (BG BONN 22352) [US/OS: Ø]; *M. crocea* NAUDIN var. *crocea* (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]; *M. salicifolia* NAUDIN (Material DITSCH: EC) [US: Ø; OS: gl. - gek. Sch.]; *M. spec.* (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide, eine Art mit glattrandigen bis gekerbten Wachsschuppen auf der Blattoberseite.

Monochaetum (DC.) NAUDIN (40) - *M. alpestre* NAUDIN (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Sonerila ROXB. (100) - *S. margaritacea* LINDL. (BG MB) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Tibouchina AUBLET (350) - *T. chamaecisus* (TRIANA) COGN. (BG BONN 5673) [US/OS: Ø]; *T. grandifolia* COGN. (BG ER; BG M) [US/OS: Ø]; *T. lepidota* BAILLON (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]; *T. longifolia* BAILLON (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]; *T. mollis* COGN. var. *mollis* (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]; *T. paratropica* (GRISEB.) COGN. (BG ER) [US/OS: Ø]; *T. urvilleana* COGN. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Tococa AUBLET (50) - *T. guianense* AUBLET (BG BONN 1152) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Triolena NAUDIN (25) - *T. pustulata* TRIANA (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Tristemma JUSS. (14) - *T. virusanum* JUSS. (Material DITSCH: RM) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

MEMECYLACEAE DC. (4/260)

Die drei untersuchten Arten zeigen auf ihren Blattunterseiten meist glattrandige Wachsschuppen und keine Kristalloide auf ihren Blattoberseiten.

Memecylon L. (150) - *M. edule* ROXB. (BG M) [US: gl. - gek. Sch.; OS: Ø]; *M. floribundum* BLUME (BG BONN 5051) [US: gl. - irr. Sch.; OS: Ø]; *M. umbellulatum* BURM. f. (BG UBT; BG M) [US: gl. Sch.; OS: Ø]. - Auf den Blattunterseiten meist glattrandige Wachsschuppen.

MYRTACEAE JUSS. (128/3870)

Von 52 untersuchten Arten aus 22 Gattungen zeigen 30 Arten aus 16 Gattungen keine Kristalloide. 18 Arten aus 9 Gattungen weisen schuppenförmige, meist unregelmäßig gezähnte Kristalloide auf, die bei neun Arten aus drei Gattungen gruppenweise parallel angeordnet sind. Außerdem finden sich bei je zwei Arten aus zwei Gattungen querverriefte oder dreikantige Stäbchen, die jeweils mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen kombiniert sein können.

Agonis (DC.) SWEET (12) - *A. flexuosa* (WILLD.) SWEET (BG BONN 615) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Angophora CAV. (8) - *A. melanoxylon* R.T. BAKER (BG UBT) [US/OS: irr. Sch.]. - Auf beiden Blattseiten meist gezähnte Wachsschuppen in gruppenweise paralleler Anordnung.

Baeckea L. (90) - *B. virgata* (FORSTER & FORSTER f.) ANDREWS (BG MB) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Beaufortia R. BR. (16) - *B. orbifolia* F. MUELL. (BG BONN 8477) [US/OS: quger. St.]. - Auf beiden Blattflächen querverriefte Stäbchen.

Callistemon R. BR. (20) - *C. citrinus* (CURTIS) SKEELS (BG BONN 622-90) [US/OS: Ø]; *C. phoeniceus* LINDL. (BG BONN 621) [US/OS: Ø]; *C. pinifolius* DC. (BG BOCH) [US/OS: Ø]; *C. rigidus* R. BR. (BG BOCH) [US/OS: Ø]; *C. sieberi* DC. (BG BONN 620) [US/OS: Ø]; *C. speciosus* (SIMS) DC. (BG BOCH) [US/OS: irr. Sch.]. - Fünf Arten ohne Kristalloide, eine Art mit unregelmäßig gezähnten Wachsschuppen mit gruppenweise paralleler Anordnung.

Calytrix LABILL. (40) - *C. glutinosa* LINDL. (BG BONN 8469) [US/OS: Ø]; *C. tetragona* LABILL. (BG MB) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Chamelaucium DESF. (12) - *C. uncinatum* SCHAUER (BG MB) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Cupheanthus SEEMANN (5) - *C. spec.* (K: H.S. MCVEE) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Eugenia L. (1000) - *E. uniflora* L. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Feijoa O. BERG (2) - *F. sellowiana* BERG (BG BONN 294) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Kunzea REICHB. (25) - *K. ambigua* (SM.) DRUCE (BG BONN 607) [US/OS: irr. Sch.]; *K. baxteri* (KLOTZ) SCHAUER (BG BONN) [US/OS: irr. - plattenf. Sch.]. - Auf allen untersuchten Oberflächen verstreut unregelmäßig gerandete Wachsschuppen.

Leptospermum FORSTER & FORSTER f. (30) - *L. laevigatum* (GAERTN.) F. MUELL. (BG BONN 611) [US/OS: irr. Sch. + 3-k. St.]; *L. myrsinoides* SCHLECHT. (BG BOCH) [US/OS: Ø]; *L. scoparium* FORSTER & FORSTER f. (BG BONN 260) [US/OS: Ø]. - Zwei Arten ohne Kristalloide, eine Art mit sehr unregelmäßig gestalteten Wachsschuppen mit dreikantigen Stäbchen kombiniert.

Lophomyrtus BURRET (2) - *L. obcordata* (RAOUL) BURRET (BG BONN 318-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Melaleuca L. (150) - *M. capitata* CHEEL (BG BOCH) [US/OS: Ø]; *M. decussata* R. BR. ex AITON f. (BG BOCH) [US/OS: irr. Sch.]; *M. elliptica* LABILL. (BG BOCH) [US/OS: irr. Sch.]; *M. fulgens* R. BR. (BG BONN 247) [US/OS: irr. Sch.]; *M. genistifolia* SM. (BG BOCH) [US/OS: Ø]; *M. hypericifolia* SM. (BG BONN 623) [US/OS: irr. Sch.]; *M. pauperiflora* F. MUELL. (BG BOCH) [US/OS: Ø]; *M. radula* LINDL. (BG BOCH) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *M. squamea* LABILL. (BG MB) [US/OS: Ø]; *M. teretifolia* ENDL. (BG BOCH) [US/OS: irr. Sch.]; *M. thymifolia* SM. (BG BONN 626) [US/OS: irr. Sch.]; *M. wilsonii* F. MUELL. (BG MB) [US/OS: Ø]. - Fünf Arten ohne Kristalloide, sieben Arten mit meist unregelmäßig gezähnten Wachsschuppen in gruppenweise paralleler Anordnung auf beiden Blattseiten.

Metrosideros BANKS ex GAERTNER (50) - *M. angustifolius* SM. (BG BOCH) [US/OS: gl. Sch.]; *M. carmineus* OLIVER (BG BONN 608) [US: irr. Sch.; OS: Ø]; *M. robustus* A. CUNN. (BG BONN 624) [US: Ø; OS: gl. - irr. Sch.]. - Glattrandige bis unregelmäßige Wachsschuppen.

Myrciaria O. BERG (40) - *M. cauliflora* (DC.) O. BERG (BG BONN 9774) [US/OS: Ø]; *M. dubia* (KUNTH) MCVAUGH (BG BONN 2366) [US/OS: irr. Sch.]. - Eine Art ohne Kristalloide, eine Art mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen auf beiden Blattflächen.

Myrtus L. (100) - *M. nivea* O. BERG (BG ER) [US/OS: Ø]; *M. pubescens* O. BERG (BG BONN 149) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Pimenta LINDLEY (2-5) - *P. dioica* (L.) MERRILL (BG MB) [US: irr. Sch.; OS: Ø]; *P. racemosa* (P. MILLER) J.W. MOORE (BG ER) [US/OS: Ø]. - Eine Art ohne Kristalloide, eine Art mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen auf der Blattunterseite.

Psidium L. (100) - *P. guajava* L. (BG MB) [US: Ø; OS: irr. Sch.]; *P. littorale* RADDI var. *longipes* (O. BERG) MCVAUGH (BG MB) [US/OS: Ø]. - Eine Art ohne Kristalloide, eine Art mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen auf der Blattoberseite.

Regelia SCHAUER (4) - *R. inops* (SCHAUER) SCHAUER (BG MB) [US/OS: quger. St. + irr. Sch.]; *R. velutina* (TURCZ.) C. GARDN. (BG MB) [US/OS: irr. Sch. + 3-k. St.]. - Eine Art mit quergerieften Stäbchen, eine Art mit dreikantigen Stäbchen, jeweils kombiniert mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen.

Syzygium GAERTNER (500) - *S. cuminii* (L.) SKEELS (BG M) [US/OS: Ø]; *S. malaccense* (L.) MERRILL & PERRY (BG M) [US/OS: Ø]; *S. paniculatum* GAERTN. (BG BONN 319) [US/OS: Ø]; *S. zeylanicum* (L.) DC. (BG REG) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Tristania R. BR. (1) - *T. conferta* R. BR. (BG BONN 618) [US/OS: irr. - plattenf. Sch.]. - Auf beiden Blattflächen unregelmäßig gerandete bis plattenförmige Wachsschuppen.

OLINIACEAE HARV. & SOND. (1/8)

Zwei von vier untersuchten Arten zeigen schuppenförmige Kristalloide mit sehr unregelmäßigen Rändern. Bei zwei Arten konnten keine Kristalloide nachgewiesen werden.

Olinia THUNB. (8) - *O. acuminata* KLOTZSCH (B: ECKLON) [US/OS: Ø]; *O. emarginata* BURTT DAVY (B: L.E. DAVIDSON s.n.) [US: irr. Sch.; OS: Ø]; *O. macrophylla* GILG (B: H. HUMBERT 8866) [US/OS: Ø]; *O. rochetiana* A. JUSS. (BR: BRIDSON 178) [US: Ø; OS: irr. Sch.]. - Zwei Arten ohne Kristalloide, zwei Arten mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen.

ONAGRACEAE JUSS. (24/650)

Von 65 untersuchten Arten aus neun Gattungen zeigen nur sechs Arten aus zwei Gattungen schuppenförmige Kristalloide, die in einem Fall auf der Blattoberfläche rosettig angeordnet sind. Eine Art weist quergeriefte Stäbchen auf beiden Blattflächen auf. Bei den übrigen 58 Arten aus neun Gattungen finden sich keine Kristalloide auf den Blattflächen.

Boisduvalia SPACH (6) - *B. densiflora* (LINDL.) S. WATS. (BG BONN 3186; BG MB 65/1982) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Circaea L. (7) - *C. alpina* L. (BG M) [US/OS: Ø]; *C. lutetiana* L. (BG ER) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Clarkia PURSH (33) - *C. amoena* (LEHM.) NELS. & MACBR. (BG BONN 3271) [US/OS: Ø]; *C. amoena* (LEHM.) NELS. & MACBR. ssp. *whitneyi* (A. GRAY) F. & M. LEWIS (BG M) [US/OS: Ø]; *C. bottae* (SPACH) H. & M. LEWIS (BG MB 89/515/172) [US/OS: Ø]; *C. davyi* (JEPSON) H. & M. LEWIS (BG M) [US/OS: Ø]; *C. lewisii* RAVEN & D.R. PARNELL (BG M) [US/OS: Ø]; *C. pulchella* PURSH (BG M) [US/OS: Ø]; *C. rubicunda* (LINDL.) F. & M. LEWIS (BG MB 78/675/96) [US/OS: Ø]; *C. unguiculata* LINDL. (BG MB 64/1142) [US/OS: quger. St.]. - Sechs Arten ohne Kristalloide, eine Art mit quergeriefteten Stäbchen auf beiden Blattflächen.

Epilobium L. (200) - *E. adenocaulon* HAUSSK. (BG REG) [US: Ø; OS: gl. - irr. Sch.]; *E. angustifolium* L. (BG MB 76/297) [US: gl. Sch.; OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *E. canum* (GREENE) RAVEN ssp. *latifolium* (HOOK.) RAVEN (BG BONN 9365) [US/OS: Ø]; *E. collinum* C.C. GMELIN (BG REG) [US/OS: Ø]; *E. crassum* HOOK. f. (BG MB 88/472) [US/OS: Ø]; *E. dodonaei* VILL. (BG BONN 10479-90) [US/OS: Ø]; *E. fleischeri* HOCHST. (BG BONN 3272) [US/OS: Ø]; *E. hirsutum* L. (BG BONN 3188; BG REG) [US/OS: Ø]; *E. meridense* HAUSSK. var. *helodes* (LÉVL.) SAM. (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]; *E. nerteroides* A. CUNN. (BG MB) [US/OS: Ø]; *E. obcordatum* A. GRAY (BG M) [US/OS: irr. Sch.]; *E. palustre* L. (BG REG) [US/OS: irr. Sch.]; *E. parviflorum* (SCREB.) SCHREB. (BG REG) [US/OS: Ø]; *E. perrieri* LÉVEILLÉ (Material DITSCH: RM) [US/OS: Ø]; *E. roseum* (SCHREB.) SCHREB. (BG MB 64/649) [US/OS: Ø]. - Elf Arten ohne Kristalloide, vier Arten mit meist unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen, die in einem Fall auf der Blattoberseite in Rosetten angeordnet sind.

Fuchsia L. (100) - *F. arborescens* SIMS (BG UBT) [US/OS: irr. - plattenf. Sch.]; *F. ayavacensis* KUNTH (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]; *F. boliviana* CARR. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *F. coccinea* DRYAND. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *F. corymbiflora* RUIZ & PAVÓN (BG UBT) [US/OS: Ø]; *F. fulgens* DC. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *F. lycioides* ANDREWS (BG UBT) [US/OS: Ø]; *F. michoacanensis* SESSÉ & MOÇ. (BG UBT) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *F. magellanica* LAM. (BG BONN 3270) [US/OS: Ø]; *F. microphylla* KUNTH (BG M) [US/OS: Ø]; *F. minutiflora* HEMSL. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *F. procumbens* A. CUNN. (BG REG) [US/OS: Ø]; *F. regia* (VELL.) MUNZ (BG BONN 355) [US/OS: Ø]; *F. thymifolia* KUNTH (BG ER) [US/OS: Ø]. - Zwölf Arten ohne Kristalloide, zwei Arten mit zum Teil plattenförmigen, glattrandigen oder unregelmäßigen Wachsschuppen.

Gaura L. (21) - *G. biennis* L. (BG M) [US/OS: Ø]; *G. lindheimeri* ENGELM. & GRAY (BG BONN 3273-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Lopezia CAV. (21) - *L. coronata* ANDREWS (BG M) [US/OS: Ø]; *L. racemosa* CAV. (BG BONN 3274-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Ludwigia L. (75) - *L. ascendens* (L.) HARA (BG M) [US/OS: Ø]; *L. arcuata* WALT. (BG M) [US/OS: Ø]; *L. brevipes* (LONG) E.H. EAMES (BG M) [US/OS: Ø]; *L. erecta* (L.) HARA (Material DITSCH: RM) [US/OS: Ø]; *L. inclinata* (L. f.) RAVEN (BG M) [US/OS: Ø]; *L. jussiaeoides* DESR. (Material DITSCH: RM) [US/OS: Ø]; *L. octovalvis* (JACQ.) RAVEN ssp. *sessiflora* (MICH.) RAVEN (Material DITSCH: RM) [US/OS: Ø]; *L. peruviana* (L.) HARA (BG M) [US/OS: Ø]; *L. uruguayensis* (CAMB.) HARA (BG BONN 4887) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Oenothera L. (80) - *O. acaulis* CAV. (BG MB 89/932/89) [US/OS: Ø]; *O. biennis* L. (BG BONN 7082) [US/OS: Ø]; *O. caespitosa* NUTT. var. *marginata* (NUTT. ex HOOK. & ARN.) MUNZ (BG BONN 9369-90) [US/OS: Ø]; *O. flava* (A. NELS.) GARRETT (BG MB 86/675) [US/OS: Ø]; *O. fruticosa* L. (BG REG) [US/OS: Ø]; *O. mollissima* L. (BG MB 64/481) [US/OS: Ø]; *O. odorata* JACQ. (BG BONN 9502) [US/OS: Ø]; *O. parviflora* L. (BG M) [US/OS: Ø]; *O. perennis* L. (BG MB 80/1105/111) [US/OS: Ø]; *O. purpurea* CURT. (BG MB 64/547) [US/OS: Ø]; *O. rosea* L'HÉRIT. ex AITON (BG BONN 9413) [US/OS: Ø]; *O. speciosa* NUTT. (BG BONN 9356) [US/OS: Ø]; *O. tarquensis* KUNTH (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

PENAEACEAE SWEET ex GUILL. (7/21)

Von den fünf untersuchten Arten aus zwei Gattungen weisen drei Arten aus einer Gattung keine Kristalloide auf. Eine Art zeigt glattrandige bis bandförmige, eine weitere Art glattrandige bis plattenförmige Wachsschuppen, letztere häufig mit paralleler Ausrichtung.

Brachysiphon A. JUSS. (4) - *B. acutus* (KUNTH) A. JUSS. (B: S. CARLQUIST 4959) [US: Ø; OS: gl. - bandf. Sch.]. - Glattrandige bis bandförmige Wachsschuppen auf der Blattoberseite.

Penaea L. (3) - *P. acutifolia* A. JUSS. (B: J.P.H. ACOCKI 21740) [US/OS: gl. - plattenf. Sch.]; *P. cneorum* MEERB. ssp. *gigantea* R. DAHLGREN (B: R. DAHLGREN & A. STRID 2922) [US/OS: Ø]; *P. fruticulosa* L. f. (B: ECKLON s.n.) [US/OS: Ø]; *P. myrtoides* L. f. (B: KILLICK 3483) [US/OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide, eine Art mit glattrandigen bis plattenförmigen Wachsschuppen auf beiden Blattseiten, die häufig eine parallele Ausrichtung zeigen.

PSILOXYLACEAE CROIZAT (1/1)

Das stark kontaminierte Herbarmaterial weist keine Kristalloide auf.

Psiloxylon THOUARS ex TUL. (1) - *P. mauritianum* (BOUTON ex HOOK. f.) BAILL. (B: D. LORENCE 1985) [US/OS: Ø].

PUNICACEAE HORAN. (1/2)

Beide Arten weisen verstreut glattrandige bis unregelmäßige Wachsschuppen auf.

Punica L. (2) - *P. granatum* L. 'Nanum' (BG BONN 173-90) [US: Ø; OS: gl. - irr. Sch.]; *P. protopunica* BALF. f. (B: G. SCHWEINFURTH 506) [US/OS: gl. - irr. Sch.].

SONNERATIACEAE ENGL. & GILG (2/7)

Von vier untersuchten Arten aus zwei Gattungen zeigen nur die beiden Arten der Gattung *Sonneratia* meist unregelmäßig gerandete Wachsschuppen. Diese finden sich sowohl auf beiden Blattseiten, als auch auf der Sproßoberfläche.

Duabanga BUCH.-HAM. (2) - *D. grandiflora* (ROXB.) WALPERS (B: R.G. TROTH 692) [US/OS: Ø]; *D. moluccana* BLUME (B: A.D.E. ELMER 20262) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Sonneratia L. f. (5) - *S. alba* SM. (Material Ditsch: RM) [US/OS/Spr: gl. - irr. Sch.]; *S. caseolaris* (L.) ENGL. (BG M) [US/OS/Spr: irr. Sch.]. - Auf allen untersuchten Oberflächen verstreut meist unregelmäßig gerandete Wachsschuppen.

THYMELAEACEAE JUSS. (47/700)

Von 31 untersuchten Arten und zwei Hybriden aus 12 Gattungen zeigen 26 Arten aus neun Gattungen Wachsschuppen, die bei 20 Arten aus sieben

Gattungen gruppenweise parallel, bei zwei Arten aus zwei Gattungen rosettig angeordnet sind. Eine Art mit kantigen Stäbchen. Fünf Arten aus vier Gattungen weisen keine Kristalloide auf.

Craterosiphon ENGL. & GILG (9) - *C. scandens* ENGL. & GILG (B: A.J.M. LEEUWENBERG 3990) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Dais L. (2) - *D. cotinifolia* L. (BG UBT) [US/OS: irr. Sch.]. - Auf beiden Blattseiten dicht stehende, gezähnte bis gefranste Wachsschuppen mit gruppenweise paralleler Anordnung; stellenweise läßt sich eine Tendenz zu Rosettenbildung erkennen.

Daphne L. (50) - *D. acutiloba* REHDER (BG BONN 144) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *D. alpina* L. (BG REG) [US/OS: irr. Sch.]; *D. arbuscula* CELAK. (BG REG) [US: irr. Sch.; OS: irr. - plattenf. Sch.]; *D. bholua* BUCH.-HAM. ex D. DON (BG M) [US: plattenf. Sch.; OS: Ø]; *D. blagayana* FREYER (BG MB) [US: irr. Sch.; OS: Ø]; *D. x burkwoodii* TURRILL (= *caucasica* PALL. x *cneorum* L.) (BG MB 76/808) [US/OS: irr. Sch.]; *D. cneorum* L. (BG REG) [US: irr. Sch.; OS: Ø]; *D. genkwa* SIEBOLD & ZUCC. (BG M) [US/OS: irr. Sch.]; *D. giraldii* NITSCHKE (BG M) [US/OS: irr. Sch.]; *D. gnidium* L. (BG BONN 8332) [US/OS: irr. Sch.]; *D. jasminea* SIBTH. & SM. (BG BONN 21470) [US/OS: irr. Sch.]; *D. mezereum* L. (BG BONN 6692) [US/OS: irr. Sch.]; *D. petraea* LEYB. (BG BOCH) [US: irr. Sch.; OS: Ø]; *D. pontica* L. (BG BONN 8958) [US: gl. + irr. Sch.; OS: Ø]; *D. retusa* HEMSL. (BG ER) [US/OS: Ø]; *D. 'Rossetii'* (= *cneorum* L. x *laureola* L. spp. *philippii* (GREN. & GODRON) ROUY) (BG ER) [US: irr. Sch.; OS: plattenf. Sch.]; *D. sericea* VAHL (BG BONN 11492-10) [US: irr. Sch.; OS: plattenf. Sch.]; *D. tangutica* MAXIM. (BG REG) [US: Ø; OS: kant. St.]. - Zwei Arten ohne Kristalloide; 14 Arten und zwei Hybriden mit meist unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen, bei elf Arten und zwei Hybriden mindestens auf einer Blattseite gruppenweise parallel angeordnet sind (Abb. 13), eine Art mit kantigen Stäbchen (Abb. 25).

Dicranolepis PLANCHON (15) - *D. persei* CUMMINS (BG BONN 6928) [US: irr. Sch.; OS: plattenf. Sch.]. - Blattunterseite mit meist gezähnten Wachsschuppen in gruppenweise paralleler Anordnung, Blattoberseite mit plattenförmigen Wachsschuppen ohne besondere Ausrichtung.

Edgeworthia MEISSNER (3) - *E. gardneri* (WALLICH) MEISSNER (B: UDAI C. PRADHAN & B.M. RAI 268) [US/OS: gl. - irr. Sch.]. - Glattrandige bis unregelmäßige Wachsschuppen, die auf der Blattunterseite gruppenweise parallel ausgerichtet sind.

Funifera LEANDRO ex C. MEYER (2-3) - *F. utilis* LEANDRI ex C.A. MEY. (B: DRAKE s.n.) [US: gl. - irr. Sch.; OS: Ø]. - Glattrandige bis unregelmäßige Wachsschuppen mit Tendenz zu paralleler Anordnung auf der Blattunterseite.

Gnidia L. (140) - *G. latifolia* (OLIVER) GILG (B: R. POLHILL & S. PAULO 841) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *G. spec.* (= *Lasiosiphon decaryi* LEANDRI var. *linearis* LEANDRI) (Material DITSCH: RM) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *G. spec.* (= *Lasiosiphon erectus* LEANDRI) (Material DITSCH: RM) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *G. spec.* (= *Lasiosiphon madagascariensis* (LAMK.) DECNE. ex CAMBESS.) (Material DITSCH: RM) [US/OS: gl. - irr. Sch.]. - Auf allen untersuchten Oberflächen glattrandige bis gezähnte Wachsschuppen mit meist gruppenweise paralleler Anordnung, bei einer Art auch Tendenz zu Rosettenbildung.

Goodallia BENTH. (1) - *G. guianensis* BENTH. (B: E. ULE 7868) [US/OS: gl. Sch.]. - Auf beiden Blattflächen glattrandige, vermutlich erodierte Wachsschuppen.

Passerina L. (18) - *P. filiformis* L. (BG BONN 211) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Phaleria JACK (20) - *P. octandra* BAILLON (BG BONN 2369) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Pimelea BANKS & SOL. ex GAERTNER (80) - *P. coarctata* (BG BONN 763) [US/OS: irr. Sch.]; *P. ferruginea* LABILL. (BG BONN 125) [US: irr. Sch.; OS: Ø]. - Beide Arten mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen, die gruppenweise parallel angeordnet sind.

Wikstroemia ENDL. (70) - *W. lucida* (BG BONN) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]. - Auf beiden Blattseiten unregelmäßig gerandete Wachsschuppen in deutlichen Rosetten.

TRAPACEAE DUMORT. (1/15)

Die beiden untersuchten Arten weisen keine Kristalloide auf.

Trapa L. (15) - *T. bicornis* OSBECK (BG BONN 1015) [US/OS: Ø]; *T. natans* L. (BG BONN 6339) [US/OS: Ø].

5.2.6. Rhizophorales TIEGHEM ex REVEAL

Die Rhizophoraceae wurden aufgrund blütenmorphologischer Merkmale traditionell in die Myrtales eingliedert. Dort findet man sie noch bei GOLDBERG (1986). Auch HUBER (1991) zählt die Rhizophoraceae zu den nächsten Verwandten der Myrtales. TAKHTAJAN (1987) stellt die Familie zusammen mit den Anisophylleaceae in eine eigene Ordnung und diese in die Nähe der Myrtales. Bei CRONQUIST (1988) enthält die Ordnung nur die Typusfamilie. Ihre Position ist zwar noch in der Nähe der Myrtales, doch macht CRONQUIST auf die Möglichkeit einer Verwandtschaft zu den Cornales oder Rosales aufmerksam.

Bei DAHLGREN (1989) und THORNE (1992 b) sind die Rhizophorales in direkte Nähe zu den Linales und Geraniales eingeordnet. Im Gegensatz zu THORNE erweitert DAHLGREN die Ordnung um die sonst meist in die Malvales gestellten Elaeocarpaceae.

Tabelle 19: Die Familien der Rhizophorales in den konventionellen Systemen (Taxa, deren Wachsmikromorphologie in diesem Kapitel vorgestellt wird, sind unterstrichen).

Familie	CRONQUIST 1988	DAHLGREN 1989	TAKHTAJAN 1987	THORNE 1992 b, pers. Mittlg.
Anisophylleaceae ¹	Rosidae Rosales	Rosanae Rosales	Rosidae Myrtanae Rhizophorales	Rosanae Rosales
Elaeocarpaceae ²	Dilleniidae Malvales	Rutanae Rhizophorales	Dilleniidae Malvanae Malvales	Malvanae Malvales Sterculiineae
<u>Rhizophoraceae</u>	Rosidae Rhizophorales	Rutanae Rhizophorales	Rosidae Myrtanae Rhizophorales	Geranianae Rhizophorales

¹ Die Familie wurde von FEHRENBACH & BARTHLOTT (1988) wachsmikromorphologisch untersucht.

² Die Familie wurde von DITSCH & BARTHLOTT (1994) wachsmikromorphologisch untersucht.

Die Rhizophoraceae zeigen, wenn überhaupt, unregelmäßig gerandete Wachsschuppen von geringerer systematischer Relevanz. Bei den Anisophylleaceae wurden z.T. undeutlich orientierte, glattflächige Wachsschuppen (FEHRENBACH & BARTHLOTT 1988). Die Elaeocarpaceae sind gekennzeichnet durch meistens aufrechte, unregelmäßig gerandete Wachsschuppen, die z.T. eine Tendenz zu rosettiger Anordnung aufweisen (DITSCH & BARTHLOTT 1994). Damit unterscheiden sich die eventuell zu den Rhizophorales gezählten Familien mikromorphologisch, jedoch nicht so stark, daß eine nähere Verwandtschaft sehr unwahrscheinlich erscheint.

Nach DAHLGREN (1988) stimmen die Rhizophoraceae in vielen Merkmalen mit den Elaeocarpaceae und, darüber hinaus, mit den Celastraceae und diversen Familien der Geraniales und Linales überein. Diese Beziehungen werden auch anhand der Blattarchitektur und Holzanatomie unterstützt (KEATING & RANDRIANASOLO 1988; VAN VLIET & BAAS 1984). Nach TOBE & RAVEN (1988) deuten auch die Samenanatomie und -morphologie auf eine Nähe zu den Elaeocarpaceae und Celastraceae sowie eine Ausgliederung der Elaeocarpaceae aus den Malvales. Aufgrund früherer holzanatomischer Untersuchungen wird auch eine nähere Beziehung zu den Cornales für möglich gehalten (VAN VLIET 1976).

Dahingegen passen die Anisophylleaceae eher zu den Rosales sensu lato. Die Anisophylleaceae unterscheiden sich von den Rhizophoraceae sowohl in ihrer epidermalen Morphologie (OLWOKUDEJO & OBI-OSANG 1993), als auch durch ihre Siebröhren-Plastiden, die dem S-Typ zuzuordnen sind (BEHNKE 1984). Im Gegensatz dazu sprechen die Siebröhren-Plastiden des P-Typs bei den Rhizophoraceae für eine Ausgliederung aus den Myrtales und eine Nähe zu den Geraniales sensu lato (BEHNKE 1988). In Bezug auf Blattarchitektur und Holzanatomie finden sich wenige Unterschiede zwischen den beiden Familien (KEATING & RANDRIANASOLO 1988).

RHIZOPHORACEAE R. BR. (15/130)

Von elf untersuchten Arten aus neun Gattungen weisen sechs Arten aus sechs Gattungen keine Kristalloide auf. Die übrigen fünf Arten aus vier Gattungen zeigen meist unregelmäßig gerandete Wachsschuppen.

Anopyxis PIERRE ex ENGL. (3) - *A. ealaensis* (DE WILD.) SPRAGUE (B: LEBRUN 1294) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Bruguiera LAM. (6) - *B. gymnorhiza* (L.) SAVIGNY (BG ER) [US/OS: Ø]; *B. sexangula* (LOUR.) POIRET (BG BONN 24433; BG MB) [US: Ø; OS: irr. Sch.]. - Eine Art mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen auf der Blattoberseite.

Cassipourea AUBLET (62) - *C. zenkeri* (ENGL.) ALSTON (B: G. ZENKER 4701) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Ceriops ARN. (2) - *C. roxburghiana* ARN. (B: W. SCHWABE XI 1966) [US/OS: irr. Sch.]; *C. tagal* (PERR.) C. ROBINSON (B: H.G. FAULKNER 1281) [US: irr. Sch.; OS: Ø]. - Beide Arten mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen.

Gynotroches BLUME (1) - *G. axillaris* BLUME (B: C. LEDERMANN 13300) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Kandelia (DC.) WIGHT & ARN. (1) - *K. candel* (L.) DRUCE (B: TOGASI 1454) [US/OS: irr. plattenf. Sch.]. - Unregelmäßig gerandete bis plattenförmige Wachsschuppen.

Macarisia THOUARS (7) - *M. lanceolata* BAILL. (B: R. CAPURON 23513-SF) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Pellacalyx KORTH. (7-8) - *P. cristatus* HEMSL. (B: M. JACOBS 5297) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Rhizophora L. (6-9) - *R. racemosa* G. MEY. (BG BONN 1147) [US/OS: irr. Sch.]. - Auf beiden Blattflächen kleine, unregelmäßig gerandete Wachsschuppen.

5.2.7. Cornales DUMORT.

Der Umfang der Cornales wird in den verschiedenen Systemen sehr unterschiedlich gehandhabt. Das begründet sich einmal in abweichendem Verständnis des Familienbegriffs. So wurden für fast jede der 16 Gattung, die zu den Cornaceae sensu lato gestellt werden können, bereits eine monotypische Familie beschrieben. Ein Verfechter dieses „Splittings“ ist TAKHTAJAN (1987, 1994). Auf der anderen Seite werden eine größere Anzahl zumeist kleinerer Familien angegliedert, die durch die Bereinigung unterschiedlicher Ordnungen, wie der Saxifragales, resp. Rosales, primär anschlusslos geworden sind und in das Konzept der Cornales als Vermittlergruppe zwischen basalen Gruppen, wie den Rosales und Theales, und abgeleiteten Gruppen, z.B. den Dipsacales und weiteren Asteridae sensu lato, passen (DAHLGREN 1989). An eine vergleichbare Stelle in direkte Nähe zu den Ericales und relativ basal innerhalb einer eigenen Entwicklungslinie werden die Cornales von HUBER (1991) und FROHNE & JENSEN (1992) eingeordnet. Bei HUBER wird die Großgruppe, die diese Entwicklungslinie umgrenzt, „die Pseudoinkane führenden Ordnungen“ genannt, bei FROHNE & JENSEN bildet sie die Unterklasse der Cornidae. GOLDBERG (1986) siedelt seine relativ eng gefaßten Cornales am Ende eines Rosifloren-Astes zwischen die Dipsacales und Apiales.

CRONQUIST (1988) zählt in diese Ordnung nur drei Familien: Alangiaceae, Cornaceae und Garryaceae. Im folgenden werden die häufig von den Cornaceae abgetrennten Aralidiaceae, Aucubaceae, Davidiaceae, Helwingiaceae, Melanophyllaceae, Nyssaceae und Toricelliaceae getrennt aufgeführt.

Tabelle 20: Die Familien der Cornales in den konventionellen Systemen (Familien, deren Wachsmikromorphologie in diesem Kapitel vorgestellt wird, sind unterstrichen).

Familie	CRONQUIST 1988	DAHLGREN 1989	TAKHTAJAN 1987	THORNE 1992 b, pers. Mittlg.
<u>Adoxaceae</u> ¹	Asteridae Dipsacales	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Dipsacales	Aralianae Dipsacales
<u>Alangiaceae</u>	Rosidae Cornales	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Cornales	Aralianae Cornales Cornineae
<u>Alseuosmiaceae</u> ²	Rosidae Rosales	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Hydrangeales	Aralianae Brexiales
<u>Aquifoliaceae</u> ³	Rosidae Celastrales	Cornanae Cornales	Rosidae Celastranae Celastrales	Dilleniaceae Dilleniales Theineae
<u>Araliaceae</u>	(in Cornaceae)	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Aralidiales	Aralianae Cornales Cornineae
<u>Aucubaceae</u>	(in Cornaceae)	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Cornales	Aralianae Cornales Cornineae
<u>Cardiopteridac.</u> ³	Rosidae Celastrales	Rutanae Celastrales	Rosidae Celastranae Celastrales	Aralianae Cornales Cornineae
<u>Columelliaceae</u> ¹	Rosidae Rosales	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Hydrangeales	Aralianae Brexiales
<u>Cornaceae</u>	Rosidae Cornales	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Cornales	Aralianae Cornales Cornineae
<u>Curtisiaceae</u> (in Cornaceae)	(in Cornaceae)	(in Cornaceae)	Rosidae Cornanae Cornales	Aralianae Cornales Cornineae
<u>Davidiaceae</u>	(in Cornaceae)	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Cornales	(in Cornaceae)
<u>Diapensiaceae</u>	Dilleniidae Diapensiales	Cornanae Cornales	Dilleniidae Ericanae Diapensiales	Rosanae Saxifragales

Dulongiaceae	Rosidae Rosales (in Grossulariac.)	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Hydrangeales	(in Escalloniac.)
Eremosynaceae	Rosidae Rosales (in Saxifragaceae)	Cornanae Cornales	Rosidae Rosanae Saxifragales	Rosanae Saxifragales
Escalloniaceae ²	Rosidae Rosales (in Grossulariac.)	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Hydrangeales	Aralianae Brexiales
Eucommiaceae ⁴	Hamamelidaceae Eucommiales	Cornanae Eucommiales	Hamamelidaceae Eucommiales Eucommiales	Aralianae Cornales Cornineae
<u>Garryaceae</u>	Rosidae Cornales	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Cornales	Aralianae Cornales Cornineae
<u>Griselinaceae</u> (in Cornaceae)	(in Cornaceae)	(in Cornaceae)	Rosidae Cornanae Hydrangeales	Aralianae Brexiales
Gunneraceae	Rosidae Haloragales	Rosanae Gunnerales	Rosidae Rosanae Gunnerales	Aralianae Cornales Gunnerineae
Haloragaceae	Rosidae Haloragales	Myrtanae Haloragidales	Rosidae Myrtanae Haloragales	Aralianae Cornales Haloragineae
<u>Helwingiaceae</u>	(in Cornaceae)	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Apiales	Aralianae Araliales
Hydrangeaceae ²	Rosidae Rosales	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Hydrangeales	Aralianae Brexiales
Icacinaceae ³	Rosidae Celastrales	Cornanae Cornales	Rosidae Celastranae Celastrales	Aralianae Cornales Cornineae
Leeaceae	Rosidae Rhamnales	(in Vitaceae)	Rosidae Vitanae Vitales	(in Vitaceae)
<u>Mastixiaceae</u> (in Cornaceae)	(in Cornaceae)	(in Cornaceae)	Rosidae Cornanae Cornales	(in Cornaceae)
<u>Melanophyllaceae</u>	(in Cornaceae)	(in Cornaceae)	Rosidae Cornanae Hydrangeales	(in Montiniaceae)

Menyanthaceae ¹	Asteridae Solanales	Cornanae Cornales	Lamiidae Gentiananae Gentianales	Asteranae Campanulales
Montiniaceae ²	Rosidae Rosales (in Grossulariac.)	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Hydrangeales	Aralianae Brexiales
<u>Nyssaceae</u>	(in Cornaceae)	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Cornales	(in Cornaceae)
Paracryphiaceae ³	Dilleniidae Theales	Cornanae Cornales	Dilleniidae Theanae Paracryphiales	Dilleniae Dilleniales Theineae
Phellinaceae ³	Rosidae Celastrales (in Aquifoliaceae)	Cornanae Cornales	Rosidae Celastranae Celastrales	Dilleniae Dilleniales Theineae
Pterostemonac. ²	Rosidae Rosales (in Grossulariac.)	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Hydrangeales	(in Escalloniac.)
Roridulaceae ²	Rosidae Rosales (in Byblidaceae)	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Hydrangeales	Rosanae Bruniales
Sambucaceae ¹	Asteridae Dipsacales (in Caprifoliaceae)	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Dipsacales	(in Adoxaceae)
Sphenostemonac. ³	Rosidae Celastrales (in Aquifoliaceae)	Cornanae Cornales	Rosidae Celastranae Celastrales	Dilleniae Dilleniales Theineae
Symplocaceae ³	Dilleniidae Ebenales	Cornanae Cornales	Dilleniidae Theanae Theales	Dilleniae Dilleniales Theineae
Tetracarpaeaceae ²	Rosidae Rosales (in Grossulariac.)	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Hydrangeales	Rosanae Saxifragales
<u>Toricelliaceae</u>	(in Cornaceae)	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Toricelliales	Aralianae Araliales
Tribelaceae	Rosidae Rosales (in Grossulariac.)	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Hydrangeales	(in Escalloniac.)
Viburnaceae ¹	Asteridae Dipsacales (in Caprifoliaceae)	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Dipsacales	(in Adoxaceae)

Vitaceae	Rosidae	Vitanae	Rosidae	Aralianae
	Rhamnales	Vitales	Vitanae	Cornales
			Vitales	Vitineae

¹ Die Familie wurde von THEISEN & BARTHLOTT (1994) wachsmikromorphologisch untersucht.

² Die Familie wurde von FEHRENBACH & BARTHLOTT (1988) wachsmikromorphologisch untersucht.

³ Die Familie wurde von DITSCH & BARTHLOTT (1994) wachsmikromorphologisch untersucht.

⁴ Die Familie wurde von HENNIG & al. (1994) wachsmikromorphologisch untersucht.

Die meisten der 34 untersuchten Arten zeigen keine skulptierten Wachse. Ansonsten finden sich meistens schuppenförmige Kristalloide von relativ geringer systematischer Relevanz. Abweichend von den übrigen Gattungen, resp. Familien, sind die **Garryaceae** durch röhrenchenförmige, die monotypischen **Davidiaceae** durch dreikantige Stäbchen charakterisiert. Dreikantige Stäbchen sind besonders häufig in verschiedenen Familien der Sapindales und innerhalb der Rosaceae (FEHRENBACH & BARTHLOTT 1988). Auch in den Ericaceae kommen sie vereinzelt vor. Röhrenchenförmige Kristalloide sind weiter verbreitet bei den Rosidae und Dilleniidae, aber auch bei den Caryophyllidae (ENGEL & BARTHLOTT 1988). Als charakteristisches Merkmal treten sie bei den Ranunculidae (HENNIG & al. 1994), den Rosaceae (FEHRENBACH & BARTHLOTT 1988) und den Ericales auf.

Neuere molekularsystematische Untersuchungen (DOWNIE & PALMER 1992; CHASE & al. 1993; XIANG & al. 1993) bestätigen eine nahe Verwandtschaft zwischen einem Cornaceae-Zweig, der neben *Cornus* auch *Alangium* und *Curtisia* umfaßt, einem Hydrangeaceae-Zweig, einschließlich Philadelphaceae, und einem Nyssaceae-Zweig, der neben den eigentlichen Nyssaceae auch *Davidia* und *Mastixia* enthält. *Helwingia* bildet zusammen mit Vertretern der Aquifoliaceae und Dulongiaceae eine eigene Gruppierung. Die beiden Verwandtschaftskomplexe sind basal zu den Asteridae sensu lato angesiedelt. Innerhalb der Asteridae befinden sich *Griselinia* basal zu den Apiales, *Corokia* zwischen den Asterales und Campanulales, *Aucuba* zusammen mit *Garrya* und *Eucommia* basal zu einer Gruppe, die den Lamiidae entspricht. Die beschriebene Verteilung der einzelnen Cornales-Gattungen spricht dafür, daß die Vorläufer dieser Gruppe Ausgangspunkt für die unterschiedlichen Äste der Asteridae darstellen und einzelne Vertreter die ursprünglicheren morphologischen Merkmale aus der Zeit kurz vor der breiten Radiation beibehalten haben.

Pollenmorphologisch und holzanatomisch ähneln die **Cornaceae** den Sambucaceae und Viburnaceae (CHAO 1954). *Garrya* weicht pollenmorphologisch von den Cornaceae ab, ebenso die Nyssaceae. Nyssaceae und Davidiaceae unterscheiden sich holzanatomisch, nicht jedoch pollenmorphologisch. Die Holzanatomie von *Helwingia* bestätigt ihre vermittelnde Rolle zwischen Araliaceae und Cornaceae, ihr Pollen gleicht eher dem der Cornaceae. *Mastixia* steht den

Nyssaceae sowohl pollenmorphologisch, als auch holzanatomisch nahe. *Aucuba* unterscheidet sich in den beiden Merkmalen von den übrigen Cornaceae.

Die Verteilungsmuster von Fettsäuren sprechen für eine jeweils engere Verwandtschaft der Gattungen *Cornus*, *Curtisia*, *Mastixia* und *Corokia*, der Gattungen *Davidia* und *Nyssa* sowie der Gattungen *Aucuba* und *Griselinia* (BREUER & al. 1987).

Aufgrund zahlreicher Merkmale sehen MOSELY & BEEKS (1955), EYDE (1964) und DAHLING (1978) eine engere Beziehung der Garryaceae zu den Cornaceae, insbesondere zu *Aucuba* und *Griselinia* bestätigt. Später bezeichnet EYDE (1988) die Stellung von *Aucuba* und *Griselinia* als problematisch und führt *Garrya* nicht mehr in der Nähe der Cornaceae auf. Phytochemisch sind die Garryaceae am stärksten von den übrigen Cornales isoliert (FAIRBROTHERS & al. 1975). Die Eigenständigkeit der Familie wird von KAPIL & MOHANA RAO (1966) aufgrund embryologischer und morphologischer Merkmale unterstützt.

Die Möglichkeit von Beziehungen zwischen *Davidia* und *Actinidia*, die MARKGRAF (1963) mit Ähnlichkeiten der Blütenstände begründet, wird nur selten aufgegriffen (AIRY SHAW 1965). SCHMID (1978 b) listet Gemeinsamkeiten und Unterschiede der beiden Gattungen und einiger mutmaßlich verwandter Familien auf und befürwortet die traditionelle Einordnung in die Nähe der Nyssaceae innerhalb der Cornales. Embryologische Daten sprechen ebenfalls gegen eine nähere Verwandtschaft zwischen *Davidia* und *Actinidia*, verdeutlichen aber auch Unterschiede zu den Nyssaceae (MOHANA RAO 1972). HOHN & MEINSCHEN (1976) unterstützen diese Stellung mit den Ergebnissen aus ihren Untersuchungen an Samenöl-Fettsäuren.

Die Ausgliederung der Nyssaceae aus den Cornaceae wird nicht nur durch embryologische Untersuchungen befürwortet (MOHANA RAO 1972), auch wird eine nahe Verwandtschaft aufgrund phylogenetischer Analysen unterschiedlicher konventioneller Merkmale bezweifelt (MURRELL 1993).

Phytochemisch paßt *Corokia* in die Cornaceae (BATE-SMITH & al. 1975). Auch blüten- und fruchtanatomisch ist die Gattung klar von den Cornaceae unterschieden (EYDE 1966, 1988). KAPIL & BHATNAGAR (1991) stellen die Gattung als eigene Familie zu den Stylidiales (Ericanae). FAIRBROTHERS & al. (1975) sehen in *Corokia* ein „non-missing link“ zwischen Cornaceae und Escalloniaceae.

Für die Gattung *Helwingia* sollte aufgrund ihrer Phytochemie eine eigene monotypische Familie beibehalten werden (BATE-SMITH & al. 1975).

EYDE (1988) befürwortet die Ausgliederung der Gattung *Kaliphora* aus den Cornaceae. RAMAMONJIARISOA (1989) beschreibt holzanatomische Übereinstimmungen bei *Kaliphora* und den Montiniaceae. Diese Beziehungen finden

Bestätigung in der Pollenmorphologie (HIDEUX 1972). TAKHTAJAN (1994) stellt daraufhin die Familie der Kaliphoraceae auf.

Für die Gattung *Mastixia* wird aufgrund einiger ursprünglicher Merkmale vielfach eine basale Stellung innerhalb der Cornaceae, resp. Cornales angenommen (MAEKAWA 1965; MATTHEW 1976; EYDE 1988; EYDE & XIANG 1990)

In einer multidisziplinären Studie über die *Aralidiaceae* (PHILIPSON & al. (1980) werden Unterschiede zu den Cornaceae aufgeführt. Daneben wird eine eher lose Verwandtschaft zu *Griselinia* für möglich befunden, die weitere Beibehaltung des Familienstatus empfohlen.

Die Gattung *Toricellia* wurde relativ selten in Untersuchungen miteinbezogen. CHAO (1954) befürwortet aufgrund palynologischer und holzanatomischer Daten die Eigenständigkeit einer Familie der Toricelliaceae. In seiner Gliederung der Cornaceae ordnet MAEKAWA (1965) die Gattung in die Tribus Helwingieae innerhalb der Cornoideae.

ALANGIACEAE DC. (1/17)

Die beiden untersuchten Arten zeigen keine Kristalloide, jedoch ausgeprägte Cuticularfaltung, besonders auf den Blattoberseiten.

Alangium LAM. (17) - *A. chinense* (LOUR.) REHDER (BG UBT) [US/OS: Ø]; *A. platanifolium* (SIEBOLD & ZUCC.) HARMS (BG BONN 3929) [US/OS: Ø].

ARALIDIACEAE PHILIPSON & B.C. STONE (1/1)

Das stark kontaminierte Herbarmaterial weist keine Kristalloide auf.

Aralidium MIQ. (1) - *A. pinnatifidum* MIQ. (BR: F. HALLÉ) [US/OS: Ø].

AUCUBACEAE J. AGARDH (1/3-4)

Die Blattunterseite ist mehr oder weniger dicht mit oft parallel zueinander stehenden Wachsschuppen besetzt, deren Ränder meist gebuchtet, teilweise sehr unregelmäßig sind. Auf dem Blattstiel wurden dichte Beläge aus verzweigten Fäden nachgewiesen.

Aucuba THUNB. (3-4) - *A. japonica* THUNB. (BG BONN) [US: irr. Sch.; OS: Ø; Bst: F.].

CORNACEAE (DUMORT.) DUMORT. (5/69)

Von 18 untersuchten Arten aus fünf Gattungen zeigen 14 Arten aus 4 Gattungen keine Kristalloide und vier Arten aus drei Gattungen glattrandige oder stark unregelmäßig geformte Wachsschuppen. Besonders stark gefranst sind die Schuppen innerhalb der Gattung *Griselinia*.

Cornus L. (45) - *C. canadensis* L. (BG BONN 6966) [US/OS: Ø]; *C. capitata* WALLICH (BG M) [US/OS: Ø]; *C. florida* L. fa. *rubra* (WESTON) SCHELLE (BG BONN 12449) [US/OS: Ø]; *C. hessei* KOEHNE (BG ER) [US/OS: Ø]; *C. nuttallii* AUD. (BG BONN 1874) [US/OS: Ø]; *C. racemosa* LAM. (BG M) [US: Ø; OS: gl. Sch.]; *C. suecica* L. (BG MB) [US/OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide, bei einer Art besonders auf den Trichomen der Blattoberseite glattrandige Wachsschuppen.

Corokia CUNN. (4) - *C. cotoneaster* RAOUL (BG BONN 100-90) [US/OS: Ø]; *C. macrocarpa* T. KIRK (BG ER) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Curtisia AITON (1) - *C. dentata* (BURM. f.) C.A. SM. (B: O. WEST 6256; BG M) [US: Ø; OS: gl. - irr. Sch.]. - Auf der Blattoberseite verstreut kleine, meist glattrandige Wachsschuppen.

Griselinia FORSTER f. (6) - *G. jodinifolia* (GRISEB.) TAUB. (B: C. JUNGE 484) [US/OS: Ø]; *G. littoralis* RAOUL (BG BONN 498) [US: gl. + irr. Sch.; OS: irr. Sch.]; *G. lucida* FORSTER f. (B: H. & E. WALTER 21.3.59) [US: irr. Sch.; OS: Ø]; *G. scandens* (RUIZ & PAVÓN) TAUB. (BG M) [US/OS: Ø]. - Zwei Arten ohne Kristalloide, zwei Arten mit meist sehr unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen.

Mastixia BLUME (13) - *M. caudatifolia* MERR. (B: A.D.E. ELMER 21870) [US/OS: Ø]; *M. kaniensis* MELCH. (B: CLEMENS 1820) [US/OS: Ø]; *M. rostrata* BLUME (B: W.M. SAN 19340) [US/OS: Ø]; *M. trichotoma* BLUME (B: RSNB 4302) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

DAVIDIACEAE TAKHT. (1/1)

Bis auf die Blattoberseite zeigen alle Oberflächen dreikantige Stäbchen in Vergesellschaftung mit sehr unregelmäßig geformten Wachsschuppen.

Davidia BAILLON (1) - *D. involucrata* BAILLON var. *vilmoriana* (DODE) WANGERIN (BG BONN 7595) [US: 3-k. St. + irr. Sch.; OS: Ø; Spr: irr. Sch. + 3-k. St.]. - Auf der Blattoberseite keine Kristalloide, auf der Blattunterseite und der Sproßoberfläche dreikantige Stäbchen und sehr unregelmäßig geformte Wachsschuppen in unterschiedlichen Anteilen.

GARRYACEAE LINDLEY (1/13)

Bei zwei von drei untersuchten Arten finden sich röhrenförmige Kristalloide auf den Blattunterseiten. Eine dieser Arten zeigt außerdem glattrandige Wachsschuppen auf der Blattoberseite.

Garrya DOUGLAS ex LINDLEY (13) - *G. elliptica* DOUGLAS ex LINDLEY (BG M) [US: R.; OS: Ø]; *G. jadyenii* HOOK. (BG BONN 551) [US/OS: Ø]; *G. fremontii* TORR. (BG M) [US: R.; OS: gl. Sch.]. - Bei einer Art keine Kristalloide, bei zwei Arten röhrenförmige Kristalloide auf den Blattunterseiten, eine davon mit mehr oder weniger glattrandigen Wachsschuppen auf der Blattoberseite.

HELWINGIACEAE DECNE. (1/3)

Die Art weist keine Kristalloide auf.

Helwingia WILLD. (3) - *H. japonica* (THUNB.) DIETR. (BG BONN 497) [US/OS/Bst/Spr: Ø].

MELANOPHYLLACEAE TAKHT. ex AIRY SHAW (2/9)

Das untersuchte Herbarmaterial weist keine Kristalloide auf. Nur in direkter Verbindung zu Pilzhyphen wurden schuppenförmige Kristalloide gefunden, die folglich nicht für systematische Auswertungen verwendet werden können.

Kaliphora HOOK. f. (1) - *K. madagascariensis* HOOK. f. (B: H. HUMBERT & H. PIERRE DE LA BÂTHIE 2321) [US/OS: Ø].

Melanophylla BAKER (8) - *M. alnifolia* BAKER (B: G. COURTS 2819) [US/OS: Ø]; *M. humbertiana* KERAUDREN (B: R. CAPURON 24029 SF) [US/OS: Ø].

NYSSACEAE DUMORT. (2/6)

Von den drei untersuchten Arten zeigt *Camptotheca acuminata* keine Kristalloide, die beiden *Nyssa*-Arten unregelmäßige bis bandförmige, resp. kleine, glattrandige Wachsschuppen.

Camptotheca DECNE. (1) - *C. acuminata* DECNE. (BG UBT) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Nyssa L. (5) - *N. sinensis* OLIVER (BG BONN 3930) [US: irr. - bandf. Sch.; OS: Ø]; *N. sylvatica* MARSHALL (BG BONN 9846) [US: gl. Sch.; OS: Ø]. - Bei beiden Arten Wachsschuppen auf den Blattunterseiten, bei der einen sehr unregelmäßige bis bandförmige, bei der anderen kleine, glattrandige.

TORICELLIACEAE (WANGER.) H.H. HU (1/3)

Das kontaminierte Herbarmaterial weist keine Kristalloide auf.

Toricellia DC. (3) - *T. intermedia* HARMS ex DIEHLS (P: R.P. FARGES s.n.) [US/OS: Ø].

5.2.8. Santalales DUMORT.

Die meisten Familien dieser Ordnung lassen sich über ähnliche Anpassungen im Rahmen einer hemi- bis holoparasitischen Lebensweise miteinander in Beziehung setzen. Einzig die Stellung der holoparasitischen Balanophoraceae wird kontrovers diskutiert. TAKHTAJAN (1987) sieht in ihnen Verwandte der bei ihm zu den Magnoliidae gestellten Rafflesiales. GOLDBERG (1986) stellt die Balanophorales ebenfalls neben die Rafflesiales, beide zusammen jedoch an das Ende einer Abzweigung, die auch zu den Ericales führt. Engere Beziehungen der Balanophoraceae zu den Santalales werden auf unterschiedlichen taxonomischen Ebenen in den Systemen von CRONQUIST (1988), DAHLGREN (1989) und THORNE (1992 b) umgesetzt. Dabei nimmt der gesamte Verwandtschaftskomplex eine relativ isolierte Stellung innerhalb der Dicotyledoneae ein.

Tabelle 21: Die Familien der Santalales in den konventionellen Systemen (Familien, deren Wachsmikromorphologie in diesem Kapitel vorgestellt wird, sind unterstrichen).

Familie	CRONQUIST 1988	DAHLGREN 1989	TAKHTAJAN 1987	THORNE 1992 b, pers. Mittlg.
<u>Balanophoraceae</u>	Rosidae Santalales	Balanophoranae Balanophorales	Magnoliidae Rafflesianae Balanophorales	Santalanae Balanophorales
<u>Dipentodontaceae</u>	Rosidae Santalales	Violanae Violales	Dilleniidae Violanae Violales	Violanae Violales Violineae
<u>Eremolepidaceae</u>	Rosidae Santalales	Santalanae Santalales	Rosidae Celastranae Santalales	Santalanae Santalales
<u>Loranthaceae</u>	Rosidae Santalales	Santalanae Santalales	Rosidae Celastranae Santalales	Santalanae Santalales
<u>Medusandraceae</u>	Rosidae Santalales	Santalanae Santalales	Rosidae Celastranae Santalales	Santalanae Santalales
<u>Misodendraceae</u>	Rosidae Santalales	Santalanae Santalales	Rosidae Celastranae Santalales	Santalanae Santalales
<u>Octoknemataceae</u> (in Olacaceae)	(in Olacaceae)	(in Olacaceae)	Rosidae Celastranae Santalales	(in Olacaceae)
<u>Olacaceae</u>	Rosidae Santalales	Santalanae Santalales	Rosidae Celastranae Santalales	Santalanae Santalales
<u>Opiliaceae</u>	Rosidae Santalales	Santalanae Santalales	Rosidae Celastranae Santalales	Santalanae Santalales
<u>Santalaceae</u>	Rosidae Santalales	Santalanae Santalales	Rosidae Celastranae Santalales	Santalanae Santalales
<u>Viscaceae</u>	Rosidae Santalales	Santalanae Santalales	Rosidae Celastranae Santalales	Santalanae Santalales

Von GOLDBERG (1986) werden die Santalales mit unsicherem Status in den Sympetalen-Ast gestellt, der die Spitze seines Dicotyledoneen-Stammbaums darstellt. HUBER (1991) siedelt die Santalales ähnlich THORNE (1992 b) in der

weiteren Verwandtschaft der Violales an. Die Balanophoraceae bezeichnet er als „Familie ohne sicheren Anschluß“. Bei FROHNE & JENSEN (1992) befindet sich die Ordnung der Santalales ähnlich wie bei DAHLGREN (1989) in der Nähe der Celastrales und Apiales. Die Balanophoraceae werden nicht erwähnt.

Die Dipentodontaceae werden von GOLDBERG (1986), HUBER (1991) und FROHNE & JENSEN (1992) nicht erwähnt. Von TAKHTAJAN (1987), DAHLGREN (1989) und THORNE (1992 b) wird die Familie in die Violales eingeordnet. Nur CRONQUIST (1988) führt sie in den Santalales.

Von den 97 untersuchten Arten weisen 18 Arten aus den Olacaceae, Santalaceae, Loranthaceae und Viscaceae querverriefte Stäbchen auf. Dies kann als Bestätigung einer nahen Verwandtschaft gewertet werden. Für die querverrieften Stäbchen bei *Santalum album* wurde Palmiton als eine Hauptkomponente nachgewiesen (CHIBNALL & al. 1937). Diesen seltenen Naturstoff haben sie mit den morphologisch ähnlichen Oberflächenwachsen der Magnoliidae gemein (HENNIG & al. 1994). Eine direkte Ableitung der Santalales von den Magnoliidae aufgrund dieses einen Merkmals ist nicht gerechtfertigt. Wahrscheinlicher erscheint eine konvergente Entstehung dieses Wachstyps.

Die häufigste Wachsform innerhalb der Santalales stellen jedoch schuppenförmige Kristalloide dar. Bei sechs der 50 betroffenen Arten, verteilt auf Opiliaceae, Santalaceae und Loranthaceae, sind die Wachsschuppen in Einzelfällen parallel zueinander angeordnet.

Im Rahmen raster-elektronenmikroskopischer Untersuchungen an australischen Viscaceae und Loranthaceae bildet WEBER (1981) sehr unterschiedliche Wachsformen ab. Es finden sich die gleichen Kristalloide wie in der vorliegenden Arbeit. Auch hier stellen schuppenförmige Wachse die häufigste Ausprägung dar.

Molekularsystematische Analysen (NICKRENT & FRANCHINA 1990; NICKRENT & SOLTIS 1995) zeigen sehr unterschiedliche Lösungen für die großsystematische Einordnung der Santalales. Ihre Stellung ist entweder in Nachbarschaft zu den Celastraceae, gemeinsam mit den Caryophyllidae an der Basis der Rosidae und Asteridae, jeweils sensu lato, oder als basaler Abzweig der Asteridae sensu lato. In allen Analysen erscheinen die Santalales jedoch als holophyletische Abstammungsgemeinschaft. Hierbei sind die Eremolepidaceae besonders nahe bei den Santalaceae anzutreffen.

Aufgrund pollenmorphologischer Daten befürwortet LOBREAU-CALLEN (1982) im Gegensatz zu KUIJT (1968) eine Abspaltung der **Oktoknemataceae** von den **Olacaceae** sowie eine Eingliederung der **Erythropolaceae** in die **Santalaceae**. Holzanatomisch läßt sich die Möglichkeit eines gemeinsamen Vorfahren der Opiliaceae und Olacaceae nicht bestätigen (KOEK-NOORMAN & RIJCKEVORSEL 1983). Die Wachsmikromorphologie vermag keinen Beitrag zur Klärung der genannten Fragestellungen zu leisten. Jedoch spricht das

gemeinsame Vorkommen quergeriefter Stäbchen bei Olacaceae und Santalaceae für eine nähere Verwandtschaft, wie sie auch durch holzanatomische Daten gestützt wird (NOVERTO 1993).

Während die Trennung der beiden Mistelfamilien **Loranthaceae** und **Viscaceae** allgemein anerkannt wird (BARLOW 1963, 1964, 1983; KUIJT 1968), besteht über die Eigenständigkeit der **Eremolepidaceae** weniger Einigkeit. BARLOW (1963, 1964) und BHANDARI & VOHRA (1983) gliedern sie als eigene Tribus in die Viscaceae. Letztere Autoren befürworten eine Ableitung der Viscaceae über die Eremolepideae aus den Loranthaceae. KUIJT (1968) hingegen sieht in den Eremolepidaceae eine unabhängig von einem Olacaceae-nahen Komplex ausgehende Entwicklungslinie, während er die Viscaceae für mehr oder weniger direkte Abkömmlinge der Santalaceae hält. Aufgrund karyologischer Daten scheinen die Eremolepidaceae mit keiner der anderen Mistelfamilien näher verwandt zu sein (WIENS & BARLOW 1971). Demzufolge könnten sie eine Gruppe astparasitisch gewordener Santalaceae darstellen. Bei ihnen sind jedoch nicht wie bei den Santalaceae, Loranthaceae und Viscaceae Wachsskulpturen in Form quergeriefter Stäbchen nachgewiesen worden.

Die **Misodendraceae** weisen unter pollenmorphologischen Aspekten Beziehungen zu den Eremolepidaceae auf (FEUER 1981). Holzanatomisch ähneln sie den Loranthaceae (CARLQUIST 1985 a). Nach KUIJT (1968) stellen auch sie das Ergebnis einer unabhängigen Entwicklungsreihe Olacaceae-ähnlicher Vorfahren dar.

Die Zuordnung der kleinen Familien **Dipentodontaceae** und **Medusandraceae** zu den Santalales erfolgt nur unter Vorbehalt (CRONQUIST 1988). Die bei beiden diskutierte Möglichkeit einer Verwandtschaft zu den Violales wird für die Dipentodontaceae pollenmorphologisch unterstützt (LOBREAU-CALLEN 1982). METCALFE (1952) zieht mehr oder weniger enge Beziehungen der Medusandraceae zu den Icacinaceae aufgrund anatomischer Untersuchungsergebnisse in Erwägung.

Während KUIJT (1968) die Ähnlichkeiten von **Balanophoraceae** und Santalales als Konvergenzen wertet, betont WEBER (1986) die auffallenden Entsprechungen in den Haustorien und anderen anatomischen Details bei den beiden Gruppen. ERDTMAN (1952) führt pollenmorphologische Argumente für eine mögliche Nähe zwischen Mystropetalon und Santalaceae auf. HANSEN (1986) verweist auf die von mehreren Autoren diskutierte nähere Verbindung zwischen Balanophoraceae und Loranthaceae. Die Stellung von *Cynomorium* bleibt jedoch auch weiterhin unsicher.

BALANOPHORACEAE RICH. (17/44)

Bei beiden Arten wurden die Oberflächen aller oberirdischen Organe untersucht. Sie weisen keine Kristalloide auf.

Corynaea HOOK. f. (1) - *C. crassa* HOOK. f. (Material THEISEN) [Ø].

Helosis RICH. (1) - *H. cayennensis* SPRENG. (Material DITSCH: EC) [Ø].

DIPENTODONTACEAE MERR. (1/1)

Das stark kontaminierte Herbarmaterial weist keine Kristalloide auf.

Dipentodon DUNN (1) - *D. sinicus* DUNN (B: J. CAVALERIE 2991) [US/OS: Ø].

EREMOLEPIDACEAE TIEGHEM ex NAKAI (3/7)

Alle drei untersuchten Arten aus drei Gattungen zeigen schuppenförmige Kristalloide. Bei einer Art sind sie meist plattenförmig, bei der zweiten mehr oder weniger bandförmig und bei der dritten zum Teil stark gefranst.

Antidaphne POEPPIG & ENDL. (2) - *A. viscoidea* POEPPIG & ENDL. (MB: FW 9211) [US/OS: gl. - plattenf. Sch.]. - Auf beiden Blattflächen meist plattenförmige, glattrandige Wachsschuppen.

Eubrachion HOOK. f. (4) - *E. ambiguum* (HOOK. & ARN.) ENGL. (MB: FW 9309) [Spr: gl. - bandf. Sch.]. - Glattrandige bis bandförmige Wachsschuppen auf der Sproboberfläche.

Lepidoceras HOOK. f. (1) - *L. chilense* (MOLINA) J. KUIJT (Material DITSCH: RCH) [US: Ø; OS: gl. - irr. Sch.]. - Auf der Blattoberseite glattrandige bis unregelmäßig geformte Wachsschuppen.

LORANTHACEAE JUSS. (77/960)

Von 30 untersuchten Arten aus 19 Gattungen zeigen 19 Arten aus 13 Gattungen schuppenförmige Kristalloide, die bei sieben Arten aus sechs Gattungen auch plattenförmig ausfallen können und bei drei Arten aus zwei Gattungen eine parallele Anordnung aufweisen. Zwei Gattungen mit je einer Art besitzen quergeriefte Stäbchen, die im Einzelfall auch mit unregelmäßigen Wachsschuppen kombiniert sein können. Neun Arten aus acht Gattungen weisen keine Kristalloide auf.

Aetanthus (EICHLER) ENGL. (10) - *A. dichotomus* (RUÍZ & PAVÓN) J. KUIJT (Material DITSCH: EC) [US/OS/Spr: irr. Sch.]. - Auf allen untersuchten Oberflächen unregelmäßig gebuchtete bis gefranste Wachsschuppen, am dichtesten auf der Sproboberfläche.

Agelanthus TIEGHEM (6) - *A. pennatulus* (SPRAGUE) POLH. & WIENS (MB: FW 9118) [US/OS: gl. - irr. Sch.]. - Glattrandige bis unregelmäßige Wachsschuppen.

Bakerella TIEGHEM (16) - *B. clavata* (DESROUSS.) BALLE var. *peralata* (H. LEC.) BALLE (Material DITSCH: RM) [US/OS: gl. - plattenf. Sch.]. - Auf beiden Blattflächen glattrandige bis plattenförmige Wachsschuppen.

Benthamina TIEGHEM (1) - *B. alyxifolia* (F. MUELL. ex BENTH.) TIEGHEM (BG MB Be.ax.01) [US/OS: kl. gl. - irr. + gr. gl. - plattenf. Sch.]. - Auf beiden Blattflächen gemischtes

Vorkommen kleiner, glattrandiger bis gezählter und großer, glattrandiger, plattenförmiger Wachsschuppen (Abb. 12).

Dendrophthoë C. MARTIUS (30) - *D. cf. falcata* (L. f.) ETTING. (BG MB De.fa.01) [US/OS: Ø]; *D. cf. glabrescens* (BLAKELY) BARLOW (BG MB) [US/OS: irr. Sch.]. - Eine Art ohne Kristalloide, eine Art mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen auf beiden Blattflächen.

Englerina TIEGHEM (8) - *E. woodfordioides* (SCHWEINF.) BALLE ex M. GILBERT (MB: FW 9119) [US/OS: quger. St.]. - Auf beiden Blattflächen quergeriefte Stäbchen.

Gaiadendron G. DON f. (1) - *G. punctatum* (RUÍZ & PAVÓN) G. DON (BG MB) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Ligaria TIEGHEM (1) - *L. cuneifolia* (RUÍZ & PAVÓN) TIEGHEM (MB: FW 9305; Material DITSCH: RCH) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Loranthus JACQ. (1) - *L. europaeus* JACQ. (MB: KUHLMANN) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Nuytsia R. BR. ex G. DON f. (1) - *N. floribunda* (LABILL.) R. BR. ex G. DON f. (BG BONN 780; BG MB) [US/OS: gl. - irr. Sch.]. - Auf beiden Blattflächen glattrandige bis unregelmäßige Wachsschuppen.

Oncocalyx TIEGHEM (9) *O. sulfurens* (ENGL.) WIENS & POLH. (MB: FW 9117) [US/OS: gl. - gek. Sch.]. - Glattrandige bis gekerbte Wachsschuppen auf beiden Blattflächen.

Oryctanthus (GRISEB.) EICHLER (10) - *O. alveolatus* (KUNTH) J. KUIJT (Material DITSCH: EC) [US/OS: gl. - plattenf. Sch.]; *O. cordifolius* (PRESL) URBAN (MB: FW 9150) [US/OS: gl. - irr. Sch.]. - Beide Arten mit meist glattrandigen Wachsschuppen auf beiden Blattflächen, bei einer Art zum Teil unregelmäßig gerandet, bei der anderen oft plattenförmig.

Phragmanthera TIEGHEM (28) - *P. dschallensis* (ENGL.) M. GILBERT (MB: FW 9124) [US/OS: Ø]; *P. usuiensis* (OLIVER) M. GILBERT (BG MB Ph.us.05) [US/OS: gl. - plattenf. + irr. Sch.]. - Eine Art ohne Kristalloide, eine Art mit meist glattrandigen Wachsschuppen..

Phthirusa C. MARTIUS (60) - *P. pyrifolia* (KUNTH) EICHLER (Material DITSCH: EC; MB: FW 9151, 9313) [US/OS: gl. - irr. Sch.; Fr: gl. - irr. + plattenf. Sch.]. - Auf beiden Blattflächen verstreut glattrandige bis unregelmäßige Wachsschuppen, auf der Fruchtoberfläche dichtstehende glattrandige bis gezähnte Schuppen, häufig mit paralleler Ausrichtung, und eingestreut plattenförmige Schuppen.

Plicosepalus TIEGHEM (1) - *P. sagittiflorus* (ENGL.) DANSER (MB: FW 91) [US/OS: quger. St. + irr. Sch.]. - Auf beiden Blattflächen quergeriefte Stäbchen und unregelmäßige Schuppen.

Psittacanthus C. MARTIUS (50) - *P. calyculatus* (DC.) G. DON (MB: FW 9131, 9159) [US/OS: Ø]; *P. ramiflorus* (DC.) G. DON (MB: FW 9201) [US: Ø; OS: gl. Sch.]; *P. schiedeanus* (SCHLECHT. & CHAM.) BLUME (MB: FW 9133) [US/OS: gl. Sch.]; *P. spec.* (MB: FW 9301) [US/OS: Ø]. - Zwei Arten ohne Kristalloide, zwei Arten mit glattrandigen Wachsschuppen in meist paralleler Anordnung.

Struthanthus C. MARTIUS (50) - *S. leptostachyus* (KUNTH) G. DON (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]; *S. oerstedii* (OLIVER) STANDLEY & CALDERON (MB: FW 9137) [US/OS: kl. gl. + gr. plattenf. Sch.]; *S. orbicularis* (KUNTH) BLUME (Material DITSCH: EC; MB: FW 9144, 9152) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *S. spec.* (MB: FW 9148) [US/OS: gl. - plattenf. Sch.]. - Eine Art ohne Kristalloide, drei Arten mit meist glattrandigen, zum Teil plattenförmigen Wachsschuppen.

Tripodanthus (EICHLER) TIEGHEM (2) - *T. acutifolius* (RUÍZ & PAVÓN) TIEGHEM (MB: FW 1984, 9106, 9311) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Tristerix C. MARTIUS (5) - *T. corymbosus* (L.) J. KUIJT (MB: G. VOGIS) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *T. longibracteatus* (DESR.) BARLOW & WIENS (Material DITSCH: EC) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *T. tetrandrus* (RUÍZ & PAVÓN) MART. (Material DITSCH: RCH) [US/OS: gl. - irr. Sch.]. - Alle untersuchten Arten mit glattrandigen bis unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen.

MEDUSANDRACEAE BRENAN (1/2)

Auf dem kontanimierten Herbarmaterial konnten keine Kristalloide nachgewiesen werden, die nicht in direktem Zusammenhang mit der vorliegenden Verpilzung stehen.

Medusandra BRENAN (2) - *M. richardsiana* BRENAN (B: KEAY & RUSSELL 28682) [US/OS: Ø].

MISODENDRACEAE J. AGARDH (1/8)

Beide untersuchten Arten weisen schuppenförmige Kristalloide auf, die bei einer Art mit körnchenförmigen Kristalloiden kombiniert sind.

Misodendrum BANKS ex DC. (8) - *M. linearifolium* DC. var. *contractum* SKOTTSB. (MB: GO 555) [US/OS/Spr/Fr: K. + gl. Sch.]; *M. punctulatum* (Material DITSCH: RCH) [US/Spr: gl. - irr. Sch.]. - Eine Art mit körnchenförmigen sowie eingestreuten glattrandigen, schuppenförmigen Kristalloiden auf allen untersuchten Oberflächen, eine Art mit verstreuten glattrandigen bis unregelmäßigen Wachsschuppen.

OLACACEAE MIRB. ex DC. (28/205)

Von den sieben untersuchten Arten aus sechs Gattungen zeigen vier Arten aus drei Gattungen keine Kristalloide. Bei zwei Arten aus zwei Gattungen finden sich glattrandige bis unregelmäßige Wachsschuppen. Eine Art weist querveriefte Stäbchen in Kombination mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen auf.

Erythralum BLUME (1) - *E. scandens* BLUME (B: H. FUNG 20427) [US: quger. St. + irr. Sch.; OS: Ø]. - Querveriefte Stäbchen und unregelmäßige Wachsschuppen auf der Blattunterseite.

Ochanostachys MASTERS (1) - *O. amentacea* MASTERS (BG MB Oc.am.06) [US/OS: gl. Sch.]. - Auf beiden Blattflächen glattrandige, wahrscheinlich erodierte Wachsschuppen.

Octoknema PIERRE (5) - *O. borealis* HUTCH. & DALZ. (B: A.J.M. LEEUWENBERG & A.G. VOORHOEVE 4778) [US/OS: Ø]; *O. dinklagei* ENGL. (B: J.J. BOS 5743) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Olax L. (40) - *O. scandens* ROXB. (BG MB Ol.sc.10) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Schoepfia SCHREBER (23) - *S. schreberi* J.F. GMELIN (MB: FW 9132) [US/OS/Spr: Ø]. - Keine Kristalloide.

Strombosia BLUME (12) - *S. spec.* (BG MB Str.02/3) [US/OS: gl. - irr. Sch.]. - Auf beiden Blattflächen glattrandige bis unregelmäßige Wachsschuppen in zum Teil paralleler Anordnung.

OPILIACEAE (BENTH.) VALETON (9/28)

Von den fünf untersuchten Arten aus fünf Gattungen zeigen zwei Arten keine Kristalloide. Die übrigen drei Arten weisen Wachsschuppen unterschiedlicher Ausprägung auf, die in einem Fall gruppenweise parallel angeordnet sind.

Agonandra MIERS ex BENTH. (10) - *A. silvatica* DUCKE (BG B 206-01-88-20) [US/OS: kl. gl. - gek. Sch.]. - Auf beiden Blattflächen sehr kleine - meist etwa 300 nm breite - glattrandige bis gekerbte Wachsschuppen.

Champereia GRIFFITH (1) - *C. manillana* (BLUME) MERR. (BG MB Ch.ma.01) [US: Ø; OS: gl. - gez. Sch.]. - Glattrandige bis gezähnte Wachsschuppen häufig mit gruppenweise paralleler Anordnung auf der Blattoberseite.

Lepionurus BLUME (1) - *L. sylvestris* BLUME (BG MB Le.sy.04) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Melientha PIERRE (1) - *M. suavis* PIERRE (B. J.F. MAXWELL 75-452) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Rhopalopilina PIERRE (4) - *R. pallens* PIERRE var. *pallens* (B: WAGEMANS 1444) [US: gl. Sch.; OS: Ø]. - Glattrandige Wachsschuppen auf der Blattunterseite.

SANTALACEAE R. BR. (37/540)

Von 27 untersuchten Arten aus 14 Gattungen weisen nur vier Arten aus vier Gattungen keine Kristalloide auf, davon lag von einer Art schlecht konserviertes Herbarmaterial, von einer anderen Art eine Keimlingspflanze vor. 14 Arten aus sechs Gattungen zeigen meistens auf allen untersuchten Oberflächen quergeriefte Stäbchen. Bei acht Arten aus sechs Gattungen finden sich ausschließlich schuppenförmige Kristalloide, die bei zwei Arten aus zwei Gattungen mehr oder weniger deutlich gruppenweise parallel angeordnet sind. Eine Art weicht mit röhrenförmigen Kristalloiden auf allen Oberflächen von dem Rest der Familie ab.

Acanthosyris (EICHLER) GRISEB. (3) - *A. spinescens* (MART. & EICHLER) GRISEB. (MB: C. SCHLINDWEIN) [US/OS: quger. St.]. - Auf beiden Blattseiten quergeriefte Stäbchen.

Buckleya TORREY (4) - *B. distichophylla* TORREY (MB: Arnold Arboretum) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Choretrum R. BR. (6) - *C. glomeratum* R. BR. (MB: B. OVERTON 25.7.91) [US/Spr: irr. Sch.]; *C. spicatum* F. MUELL. (MB: B. OVERTON 15.7.91) [US/Spr: irr. Sch.]. - Auf allen untersuchten Flächen unregelmäßig gerandete Wachsschuppen.

Comandra NUTT. (1) - *C. umbellata* (L.) NUTT. var. *pallida* (A. DC.) PIEHL (MB: GEILS 29.8.93) [US/OS/Spr: R.]. - Auf allen untersuchten Oberflächen röhrenförmige Kristalloide.

Dendromyza DANSER (7) - *D. ledermannii* (PILGER) STAUFFER (MB: P. HIEPKO & W. SCHULTZE-MOTEL 1115) [US: irr. Sch.; OS: Ø]. - Unregelmäßig gerandete Wachsschuppen auf der Blattunterseite.

Dendrotrophe MIQ. (4) - *D. umbellata* (BLUME) MIQ. (MB: FW 8917) [US/OS: irr. Sch.]; *D. varians* (BLUME) MIQ. (MB: FW 8944; BG MB De.va.01) [US/OS: gl. - irr. Sch.]. - Beide Arten mit glattrandigen bis unregelmäßigen Wachsschuppen.

Exocarpos LABILL. (26) - *E. aphyllus* R. BR. (BG MB Ex.ap.02) [US/OS: Ø]; *E. sparteus* R. BR. (MB: J.H. BROWN 685; HCW & al. 85237) [US/OS/Spr: gl. - irr. Sch.]. - Eine Art ohne Kristalloide, eine Art mit glattrandigen bis gefransten Wachsschuppen in gruppenweise paralleler Anordnung auf allen untersuchten Oberflächen (Abb. 17).

Jodina HOOK. & ARN. ex MEISSNER (1) - *J. rhombifolia* (HOOK. & ARN.) REISSECK (MB: C. SCHLINDWEIN) [US: quger. St. + irr. Sch.; OS: gl. - irr. Sch.]. - Meist unregelmäßig gerandete Wachsschuppen auf beiden Blattseiten, auf der Blattunterseite zusätzlich quergeriefte Stäbchen.

Leptomeria R. BR. (17) - *L. cf. squarrolosa* R. BR. (MB: HCW & al. 85236) [US/OS: irr. Sch.; Spr: gl. - irr. Sch.]. - Auf allen untersuchten Oberflächen meist unregelmäßig gerandete Wachsschuppen, auf der Sproßoberfläche mit Tendenz zu gruppenweise paralleler Anordnung.

Mida CUNN. ex ENDL. (2) - *M. salicifolia* A. CUNN. (MB: S. HEYMONS) [US: irr. Sch.; OS: Ø]. - Unregelmäßig gerandete Wachsschuppen auf der Blattunterseite.

Myoschilos RUIZ & PAVÓN (1) - *M. oblongum* RUIZ & PAVÓN (BG MB) [US/OS/Spr: quger. St.]. - Quergeriefte Stäbchen auf allen untersuchten Oberflächen (Abb. 41).

Osyris L. (7) - *O. alba* L. (BG BONN 209; BG MB Os.alb.07) [US/OS/Spr: quger. St.]; *O. lanceolata* HOCHST. & STEUD. ex A. DC. (BG BONN 720; BG MB Os.la.02; MB: FW 9109, 9116) [US/OS: quger. St.; Spr/Fr: quger. St. + verz. St. + F.]; *O. quadripartiita* SALZM. ex DECNE. (BG MB Os.qu.01) [US/OS: quger. St. + irr. Sch.]. - Alle drei Arten mit quergeriefen Stäbchen auf allen untersuchten Oberflächen, bei einer Art mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen vergesellschaftet, bei einer Art mit verzweigten Stäbchen und Fäden kombiniert (Abb. 50).

Santalum L. (8) - *S. acuminatum* (R. BR.) A. DC. (BG MB Sa.ac.01, 04, 08) [US/OS: quger. St.]; *S. album* L. (BG MB Sa.al.06; MB: FW 8953) [US/OS: quger. St.]; *S. lanceolatum* R. BR. (BG MB Sa.la.02; MB: J.H. BROWN 653) [US/OS: quger. St.]; *S. murrayanum* (MITCHELL) C. GARDNER (BG MB Sa.mu.03; MB: J.H. BROWN 656) [US/OS: quger. St. + irr. Sch.]; *S. cf. spicatum* (R. BR.) A. DC. (MB: HCW & al. 85233) [US/OS: Ø]. - Eine Art ohne Kristalloide, vier Arten mit quergeriefen Stäbchen auf allen untersuchten Oberflächen.

Thesium L. (325) - *T. alpinum* L. (Material DITSCH: D) [US/OS: quger. St.]; *T. australe* R. BR. (BG MB) [US/OS: Ø]; *T. pseudocystoseiroides* CAVACO & KERAUDREN (Material DITSCH: RM) [US/Spr: quger. St.]; *T. pyrenaicum* POURR. (MB: W. KLEIN 15.8.91) [US/OS/Spr: quger. St.]. - Eine Art ohne Kristalloide (Keimlingspflanze), drei Arten mit quergeriefen Stäbchen auf allen untersuchten Oberflächen (Abb. 37).

VISCACEAE BATSCH (9/450)

Von 19 untersuchten Arten aus fünf Gattungen weisen vier Arten aus zwei Gattungen keine Kristalloide auf. Eine Art (*Arceuthobium oxycedri*) zeigt röhrenförmige Kristalloide. Eine andere Art (*Phoradendron vernicosum*) ist auf ihren Sprossen mit quergeriefen Stäbchen und eingestreuten, unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen bedeckt. Bei den übrigen 13 Arten aus drei Gattungen finden sich ausschließlich meist unregelmäßig gerandete, in zwei Fällen auch plattenförmige Wachsschuppen.

Arceuthobium M. BIEB. (31) - *A. oxycedri* BIEB. (BG MB Ar.ox.01, 02) [US/OS: R.]. - Auf allen untersuchten Oberflächen röhrenförmige Kristalloide, die denen des Wirts *Juniperus oxycedri* morphologisch gleichen.

Dendrophthora EICHLER (53) - *D. clavata* (BENTH.) URBAN (Material DITSCH: EC) [US/OS: irr. Sch.]; *D. costaricensis* URBAN (MB: FW 9204, 9208) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *D. squamigera* (BENTH.) KUNTZE (MB: FW 9203) [Spr: irr. Sch.]. - Alle untersuchten Blatt- und Sproßoberflächen mit meist unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen.

Korthalsella TIEGHEM (45) - *K. japonica* (THUNB.) ENGL. (MB: G. HAMBALI 1989) [Spr: Ø]. - Keine Kristalloide.

Phoradendron NUTT. (190) - *P. cheirocarpum* TRELEASE (MB: FW 9143) [US/OS: Ø]; *P. piperoides* (KUNTH) TRELEASE (MB: FW 9145) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *P. quadrangulare* (KUNTH) KRUG & URBAN (MB: FW 9134, 9142, 9153) [US/OS: irr. Sch.]; *P. robustissimum* EICHLER (MB:

FW 9135) [US/OS: Ø]; *P. rondeletiae* TRELEASE (MB: FW 9156) [US/OS: irr. Sch.]; *P. spec.* (MB: FW 9302) [US/OS: irr. - plattenf. Sch.]; *P. tetrapterum* (KRUG & URBAN) TRELEASE (MB: FW 9146) [US/OS: Ø]; *P. cf. tonduzii* TRELEASE (MB: FW 9154) [US/OS: irr. Sch.]; *P. trianae* (Material DITSCH: EC) [US/OS/Spr/Fr: gl. - plattenf. Sch.]; *P. vernicosum* (MB: FW 9140, 9141) [US/OS: Ø; Spr: quger. St. + irr. Sch.]. - Drei Arten ohne Kristalloide, sechs Arten mit meist unregelmäßig gerandeten, in zwei Fällen auch plattenförmigen Wachsschuppen, eine Art mit quergeriefteten Stäbchen und eingestreuten Wachsschuppen auf der Sproßoberfläche.

Viscum L. (100) - *V. articulatum* BURM. f. (BG MB Vi.ar.01) [US/OS/Spr: gl. - plattenf. Sch.]; *V. cruciatum* SIEBER ex SPRENG. (BG BONN 4309) [US/OS: irr. Sch.]; *V. minimum* HARV. (BG BONN 2356; BG MB) [US/OS/Spr/Fr: irr. Sch.]; *V. triflorum* DC. (MB: FW 9105) [US/OS: gl. - irr. Sch.]. - Auf allen untersuchten Oberflächen meist unregelmäßig gerandete Wachsschuppen.

5.2.9. Rafflesiales OLIVER

Im Gegensatz zu den Santalales beinhalten die Rafflesiales ausschließlich Holoparasiten. Die damit verbundene Reduktion des häufig endophytisch lebenden Vegetationskörpers erschwert die systematische Zuordnung, da die meisten vegetativen Merkmale, die für gewöhnlich ausgewertet werden, gar nicht vorhanden sind. Dazu kommen besondere Spezialisierungen im generativen Bereich. Sollte es nicht gelingen, die Rafflesiales von einer Ordnung, wie den Santalales, mit deutlicher Tendenz zu parasitischer Lebensweise abzuleiten, bleibt die großsystematische Zuordnung wegen des Fehlens von „missing links“ auf Dauer problematisch. Auch molekularsystematisch sind die Rafflesiales nicht leicht zu analysieren, da sie auf molekularer Ebene abweichende Geschwindigkeiten für evolutive Veränderungen aufweisen (NICKRENT & STARR 1994).

Über die Verwandtschaft der zwei bis vier Familien der Rafflesiales besteht allgemein kein Zweifel. Die verschiedenen Systematiker korrelieren die verschiedenen Verwandtschaftsgrade mit unterschiedlichen taxonomischen Hierarchien. Während TAKHTAJAN (1987) die Rafflesiaceae in vier kleine Familien aufteilt und die Hydnoraceae in eine eigene Ordnung innerhalb der Rafflesianae stellt, werden bei DAHLGREN (1989) und THORNE (1992 b) erstere zusammengefaßt und zusammen mit den Hydnoraceae in dieselbe Ordnung einordnet. CRONQUIST (1988) erkennt als dritte Familie die Mitrastemmataceae an. Er setzt die Rafflesiales als einziger mit den Santalales in Beziehung. Ähnlich wie DAHLGREN (1989), TAKHTAJAN (1987) und THORNE (1992 b) wertet auch HUBER (1991) blütenmorphologische Ähnlichkeiten mit den Aristolochiaceae und eventuell den Annonales als besonders signifikant und stellt die Rafflesiaceae und Hydnoraceae in die Aristolochiales. Die übrigen drei Autoren betonen die isolierte Stellung der beiden Verwandtschaftsgruppen, indem sie ihnen eine eigene Ordnung oder gar Überordnung zubilligen.

Tabelle 22: Die Familien der Rafflesiales in den konventionellen Systemen (Familien, deren Wachsmikromorphologie in diesem Kapitel vorgestellt wird, sind unterstrichen).

Familie	CRONQUIST 1988	DAHLGREN 1989	TAKHTAJAN 1987	THORNE 1992 b, pers. Mittlg.
<u>Apodanthaceae</u> (in Rafflesiaceae)	(in Rafflesiaceae)	(in Rafflesiaceae)	Magnoliidae Rafflesianae Rafflesiales	(in Rafflesiaceae)
Cytinaceae ¹	(in Rafflesiaceae)	(in Rafflesiaceae)	Magnoliidae Rafflesianae Rafflesiales	(in Rafflesiaceae)
<u>Hydnoraceae</u>	Rosidae Rafflesiales	Magnolianae Rafflesiales	Magnoliidae Rafflesianae Hydnorales	Rafflesianae Rafflesiales
<u>Mitrastemmataceae</u>	Rosidae Rafflesiales	(in Rafflesiaceae)	Magnoliidae Rafflesianae Rafflesiales	(in Rafflesiaceae)
<u>Rafflesiaceae</u>	Rosidae Rafflesiales	Magnolianae Rafflesiales	Magnoliidae Rafflesianae Rafflesiales	Rafflesianae Rafflesiales

¹ Die Familie wurde von HENNIG & al. (1994) wachsmikromorphologisch untersucht.

Bis auf die Mitrastemmataceae weisen die untersuchten Arten keine skulptierten Wachse auf. Dies unterstützt die Abtrennung der Gattung *Mitrastemma* von den Rafflesiaceae sensu lato. Eine leicht isolierte Stellung, jedoch nur auf Unterfamilienebene, wird ihnen von MEIJER (1993) zugestanden. BOUMAN & MEIJER (1994) bestätigen diese Einteilung aufgrund ihrer Untersuchungen an den Samen der Familie Rafflesiaceae.

HYDNORACEAE C. AGARDH (2/17)

Auf allen oberirdischen Blütenorgane sind keine Kristalloide nachweisbar.

Hydnora THUNB. (15) - *H. spec.* (BONN: KILIAN 2124 & LOBIN 6876) [PAS/PIS/BIAS: Ø].

MITRASTEMMATACEAE MAKINO (1/2)

Auf den Unterseiten der brakteenartigen Blattorgane findet sich ein dichter Belag aus körnchenförmigen Kristalloiden mit glatten Oberflächen (Abb. 8).

Mitrastemma MAKINO (2) - *M. yamamotoi* MAKINO (P: J. OHWI & K. OKAMOTO TNS, Nr. 1482) [US: K.; OS: Ø].

RAFFLESACEAE DUMORT. (8/50)

Die drei untersuchten Arten weisen keine Kristalloide auf. HENNIG & al. (1995) geben für *Cytinus ruber* das gleiche Ergebnis an.

Apodanthes POIT. (7) - *A. berterii* GARDN. (B: H. & E. WALTER 698) [US/OS: Ø].

Pilostyles GUILLEMIN (12) - *P. thurberi* A. GRAY (B: HENRICKSON & HOOD 2767) [US/OS: Ø].

Sapria GRIFFITH (2) - *S. poilanei* GAGNEP. (B: E. POILANE 28719) [US/OS: Ø].

5.2.10. Celastrales BASKERVILLE

Traditionell werden die Celastrales als eine Gruppe von Familien mit Beziehungen zu Rhamnales und Santalales angesehen. Jedoch wird immer wieder auf mögliche Verwandtschaft zu Theales und Ericales hingewiesen. Dies spiegelt sich vor allem in den wechselnden Zuordnungen einiger Familien wider, wie den Aquifoliaceae, Phellinaceae und Sphenostemonaceae. Diese findet man bei THORNE (1992 b) innerhalb der allerdings sehr weit gefaßten Ordnung Theales. Auch SCHMID (1978 b) sieht in den vielen Gemeinsamkeiten von *Actinidia* und *Paracryphia* einerseits und *Paracryphia*, Aquifoliaceae und Sphenostemonaceae andererseits einen Hinweis auf reticulate Beziehungen zwischen den Ordnungen Dilleniales, Theales, Ericales und Celastrales. Als geeignete Vermittlergruppe werden die Oncothecaceae angesehen (DICKISON 1986 a).

Darüberhinaus stehen Beziehungen zu verschiedenen Taxa zur Diskussion: Über die Brexiaceae zu den Saxifragales/Rosales oder Celastrales, über die Aextoxicaceae und Dichapetalaceae zu den Euphorbiales, über die Geissolomataceae zu den Bruniales/ Rosales, über die Cardiopteridaceae und Icacinaceae zu den Cornales und über die Salvadoraceae zu den Capparales.

GOLDBERG (1986) fügt einige Familien der Linales in die Celastrales ein und stellt die Ordnung in die Nachbarschaft der Rhamnales an das Ende eines Violifloren-Astes. HUBER (1991) geht ebenfalls von engeren Beziehungen zu den Linales aus und gliedert die beiden Ordnungen in eine gemeinsame Großgruppe. Bei FROHNE & JENSEN (1992) befinden sich die Celastrales zwischen Geraniales und Rhamnales eingeordnet.

Pollenmorphologisch lassen sich die Celastrales in zwei Gruppen teilen (LOBREAU 1969). Die erste Gruppe umfaßt die Celastraceae, Hippocrateaceae, Staphyleaceae und Stackhousiaceae, die zweite die Icacinaceae, Siphonodonta-ceae, Cardiopteridaceae, Salvadoraceae und Aquifoliaceae.

Durch Kombination der Untersuchungen von DITSCH & BARTHLOTT (1994) und THEISEN & BARTHLOTT (1994) mit den 73 hier untersuchten Arten aus 30 Gattungen liegen nunmehr Wachsdaten von 131 Arten aus 47 Gattungen vor.

Davon zeigen über die Hälfte keine skulptierten Wachse. Ansonsten finden sich am häufigsten schuppenförmige Kristalloide von eingeschränkter systematischer Relevanz. Drei Arten aus den Celastraceae und Dichapetalaceae weisen rosettenförmig aggregierte Wachsschuppen auf. In Einzelfällen treten auch quergeriefte Stäbchen und Röhrchen auf.

Im Rahmen ihrer blattanatomischen Untersuchungen an Celastraceae bilden JANSEN & BAAS (1973) epicuticulare Wachsskulpturen zweier *Lophopetalum*-Arten ab. Zu sehen sind Schuppen mit gruppenweise paralleler Anordnung und Tendenz zur Bildung rosettenförmiger Aggregate.

Tabelle 23: Die Familien der Celastrales in den konventionellen Systemen (Familien, deren Wachsmikromorphologie in diesem Kapitel vorgestellt wird, sind unterstrichen).

Familie	CRONQUIST 1988	DAHLGREN 1989	TAKHTAJAN 1987	THORNE 1992 b, pers. Mittlg.
<u>Aextoxicaceae</u>	Rosidae Celastrales	Malvaneae Euphorbiales	Dilleniidae Euphorbianae Euphorbiales	(incertae sedis)
Aquifoliaceae ¹	Rosidae Celastrales	Cornaneae Cornales	Rosidae Celastraneae Celastrales Icacineae	Dilleniaceae Dilleniales Theineae
Brexiaceae ²	Rosidae Rosales (in Grossulariac.)	Rosaneae Saxifragales	Rosidae Celastraneae Celastrales	Aralianeae Brexiales
Cardiopteridac. ¹	Rosidae Celastrales	Rutaneae Celastrales	Rosidae Celastraneae Celastrales	Aralianeae Cornales Cornineae
<u>Celastraceae</u>	Rosidae Celastrales	Rutaneae Celastrales	Rosidae Celastraneae Celastrales	Celastraneae Celastrales
<u>Corynocarpaceae</u>	Rosidae Celastrales	Rutaneae Celastrales	Rosidae Celastraneae Celastrales	(incertae sedis)
<u>Dichapetalaceae</u>	Rosidae Celastrales	Malvaneae Euphorbiales	Dilleniidae Euphorbianae Euphorbiales	Malvaneae Euphorbiales
<u>Geissolomataceae</u>	Rosidae Celastrales	Rosaneae Geissolomatales	Rosidae Rosaneae Geissolomatales	Rosaneae Bruniales

<u>Goupiaceae</u>	(in Celastraceae)	(in Celastraceae)	Rosidae Celastranae Celastrales	Celastranae Celastrales
<u>Hippocrateaceae</u>	Rosidae Celastrales	(in Celastraceae)	(in Celastraceae)	(in Celastraceae)
<u>Icacinaceae</u> ¹	Rosidae Celastrales	Cornanae Cornales	Rosidae Celastranae Celastrales	Aralianae Cornales Cornineae
<u>Lophopyxidaceae</u>	(in Celastraceae)	Rutanae Celastrales	Rosidae Celastranae Celastrales	Celastranae Celastrales
<u>Phellinaceae</u> ¹	(in Aquifoliaceae)	Cornanae Cornales	Rosidae Celastranae Celastrales	Dilleniae Dilleniales Theineae
<u>Salvadoraceae</u> ³	Rosidae Celastrales	Violanae Salvadorales	Rosidae Celastranae Celastrales	Violanae Capparales
<u>Siphonodontaceae</u>	(in Celastraceae)	(in Celastraceae)	(in Celastraceae)	(in Celastraceae)
<u>Sphenostemonac.</u> ¹	(in Aquifoliaceae)	Cornanae Cornales	Rosidae Celastranae Celastrales	Dilleniae Dilleniales Theineae
<u>Stackhousiaceae</u>	Rosidae Celastrales	Rutanae Celastrales	Rosidae Celastranae Celastrales	Celastranae Celastrales
<u>Tepuianthaceae</u>	Rosidae Celastrales	Rutanae Rutales	Rosidae Rutanae Rutales	Rutanae Rutales Rutineae

¹ Die Familie wurde von DITSCH & BARTHLOTT (1994) wachsmikromorphologisch untersucht.

² Die Familie wurde von FEHRENBACH & BARTHLOTT (1988) wachsmikromorphologisch untersucht.

³ Die Familie wurde von THEISEN & BARTHLOTT (1994) wachsmikromorphologisch untersucht.

Aufgrund blütenontogenetischer Untersuchungsergebnisse erkennen RONSE-DECREAENE & SMETS (1987) engere Beziehungen der Celastrales zu den Euphorbiales als zu den Santalales. Insgesamt steht die Ordnung wohl den Rosales besonders nahe. Molekularsystematische Analysen (SPICHTER & al. 1993) bestätigen die Beziehungen zwischen Celastraceae und Euphorbiaceae, allerdings anhand einer stark eingeschränkten Datenbasis. In der umfangreicheren Analyse von CHASE & al. (1993) bilden die Celastraceae die Schwestergruppe zu den Brexiaceae und beide diejenige zu Parnassiaceae und Lepuropetalaceae. Dieser Komplex steht an der Basis einer Gruppierung, die

neben zahlreichen Linales-Vertretern auch solche der Rosales, Violales und Euphorbiales beinhaltet.

In ihren Untersuchungen an den Epidermen der **Celastraceae** sensu lato kommen DEN HARTOG-VAN DER THOLEN & BAAS (1978) zu dem Schluß, daß die **Goupiaceae** auch aufgrund pollenmorphologischer und holzanatomischer Daten nicht in die Celastraceae passen. Mit den **Hippocrateaceae** verbindet die Celastraceae eine Reihe epidermaler Merkmale. Gegen eine Eingliederung der **Siphonodontaceae** in die Celastraceae sprechen weder pollenmorphologische und holzanatomische noch epidermale Untersuchungsergebnisse.

CARLQUIST (1987) beschreibt, daß holzanatomische Merkmale vereinbar sind mit dem gängigen Konzept, daß die Familie der **Stackhousiaceae** zur Ordnung der Celastrales gehört. Trotz blütenmorphologischer Ähnlichkeiten mit den Goodeniaceae zählt HUBER (1991) sie weiterhin zu den Celastrales. STANT (1951) hält Beziehungen der Stackhousiaceae zu Vertretern der Selaginaceae und Scrophulariaceae für wahrscheinlich.

Molekularsystematische Untersuchungen (SPICHIGER & al. 1993) bestätigen die Vermittlerrolle der **Aquifoliaceae** zwischen Theales und Celastrales. Das Vorkommen gleicher Wachstformen bei *Nemopanthus* und einigen *Ilex*-Arten spricht für eine Eingliederung von *Nemopanthus* in die größere Gattung *Ilex* (DITSCH & BARTHOLOTT 1994). Dies wird durch die vegetative Anatomie der Gattungen befürwortet (BAAS 1973; 1984 b). Entgegen der Fürsprache von BERNARDI (1964), die Sphenostemonaceae in die Aquifoliaceae einzugliedern, bevorzugt BAAS (1974) aufgrund seiner holzanatomischen Untersuchungen die Eigenständigkeit der **Phellinaceae** und **Sphenostemonaceae**. Beziehungen weisen beide Familien zu Aquifoliaceae und Icacinaceae auf.

Die **Salvadoraceae** zeigen in ihrer anatomischen Ultrastruktur deutliche Ähnlichkeiten mit Bataceae, Brassicaceae und Capparaceae (BEHNKE 1977 b). Auch das Vorkommen von Glucosinolaten spricht für eine Verwandtschaft mit den Capparales (GMELIN & KJÆR 1970). Serologische Untersuchungen können diese Beziehungen nur bedingt bestätigen (GERSTBERGER 1987).

Die **Dichapetalaceae** unterscheiden sich embryologisch und samenanatomisch sowohl von den Celastraceae, als auch von den Euphorbiaceae (BOESEWINKEL & BOUMAN 1980). Beziehungen zu den Polygalales und Celastrales werden von PRANCE (1972 a) angenommen, obwohl sie pollenmorphologisch den Icacinaceae näher stehen.

In seinen blattanatomischen Untersuchungen bei **Geissolomataceae** bildet CARLQUIST (1990) unregelmäßig gerandete, zum Teil häutige oder bandförmige Wachsschuppen ab. Diese ähneln den Wachsskulpturen der Bruniaceae (FEHRENBACH & BARTHOLOTT 1988). Holzanatomisch werden die Beziehungen der Familie zu den Bruniaceae und den Grubbiaceae bestätigt (CARLQUIST 1975). ERDTMAN (1952) befürwortet aufgrund der Pollenmorphologie eine

nähere Verwandtschaft zu den Celastraceae. Aufgrund zahlreicher Merkmale erkennen DAHLGREN & RAO (1969) in den Geissolomataceae eine zu den Oleales vermittelnde Gruppe.

Die Pollenmorphologie der **Cardiopteridaceae** spricht für eine nähere Verwandtschaft zu den Polemoniales (LOBREAU-CALLEN 1982).

Nach NOWICKE & SKVARLA (1983) ähneln die **Corynocarpaceae** pollenmorphologisch weder den Celastrales noch den Ranunculales, sondern am ehesten den Itaceae. Blütenontogenetische Daten unterstützen hingegen eine Stellung der Familie in der Nähe der Myrtales oder Theales (RONSE-DECRAENE & SMETS 1987).

ROTH & LINDORF (1990) beschreiben die Blatt- und Rindenanatomie der erst vor wenigen Jahren entdeckten Familie **Tepuianthaceae**. Ähnlichkeiten mit *Rhizophora* führen sie auf ökologische Umstände zurück. Alternativ zu den Celastrales wird die Familie in die Nähe der Rutaceae eingeordnet (TAKHTAJAN 1987; DAHLGREN 1989; THORNE 1992 b).

Die Familie der **Brexiaceae** wird traditionell in die holzigen Saxifragaceae sensu lato gestellt. Embryologische, blütenanatomische und phytochemische Daten befürworten die Aufrechthaltung einer eigenständigen Familie in der Nähe der Celastrales (TOBE & RAVEN 1993).

AEXTOXICACEAE ENGL. & GILG (1/1)

Das untersuchte Material weist auf der Blattunterseite dichte Bestände unregelmäßig gerandeter Wachsschuppen auf.

Aextoxicon RUIZ & PAVÓN (1) - *A. punctatum* RUIZ & PAVÓN (Material DITSCH: RCH) [US: irr. Sch.; OS: Ø].

CELASTRACEAE R. BR. (73/880)

Von den 38 untersuchten Arten aus 11 Gattungen zeigen 28 Arten aus 10 Gattungen keine Kristalloide, neun Arten aus fünf Gattungen meist unregelmäßige Wachsschuppen, die in einem Fall eine Tendenz zu rosettiger Anordnung aufweisen, und eine Art querverriefte Stäbchen.

Cassine L. (60) - *C. capensis* L. (BG BONN 492) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Catha SCOP. (1) - *C. edulis* (VAHL) FORSSK. ex ENDL. (BG BONN 625) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Celastrus L. (31) - *C. angulatus* MAXIM. (BG M) [US/OS: Ø]; *C. flagellaris* RUPR. (BG MB 69/328/143) [US/OS: Ø]; *C. loeseneri* REHD. & WILS. (BG MB 69/73/10) [US/OS: Ø]; *C. orbiculatus* THUNB. (BG REG) [US/OS: Ø]; *C. scandens* L. (BG BONN 3811) [US/OS: irr. Sch.]. - Meist keine Kristalloide, bei einer Art unregelmäßige Wachsschuppen mit Tendenz zu rosettiger Anordnung.

Elaeodendron JACQ. f. (17) - *E. capense* (L.) ECKLON & ZEYH. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *E. orientale* JACQ. (BG Z) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Euonymus L. (177) - *E. alatus* (THUNB.) SIEBOLD (BG BONN 3808) [US/OS: Ø]; *E. americanus* L. var. *angustifolius* (PURSH) WOOD (BG MB 78/1307) [US/OS: Ø]; *E. cornutus* HEMSL. var. *quinquecornutus* (BG M) [US/OS: gl. Sch.]; *E. europaeus* L. (BG MB) [US: irr. + gl. Sch.; OS: Ø]; *E. hamiltonianus* WALLICH (BG UBT) [US/OS: Ø]; *E. japonicus* THUNB. 'Aureovariegatus' (BG BONN 610-90) [US/OS: Ø]; *E. kiautschovicus* LOES. (BG MB 75/642) [US/OS: Ø]; *E. lanceifolius* LOES. (BG MB 84/810/157) [US/OS: Ø]; *E. latifolius* (L.) MILL. (BG BONN 3809) [US/OS: Ø]; *E. macropterus* RUPR. (BG MB 78/1238/156) [US/OS: irr. Sch.]; *E. obovatus* NUTT. (BG ER) [US/OS: Ø]; *E. oxyphyllus* MIQ. (BG MB 76/1152) [US: quger. St. + gl. Sch.; OS: irr. Sch.]; *E. phellomanus* LOES. (BG BONN 7587) [US: irr. Sch.; OS: Ø]; *E. planipes* (KOEHNE) KOEHNE (BG MB 71/1444) [US/OS: irr. - gl. Sch.]; *E. sachalinensis* (F. SCHMIDT) MAXIM. (BG BONN 10560) [US/OS: Ø]; *E. sanguineus* LOES. ex DIELS (BG MB 76/1153) [US/OS: Ø]; *E. sieboldianus* BLUME (BG M) [US/OS: Ø]; *E. wilsonii* SPRAGUE (BG M) [US/OS: Ø]. - Elf Arten ohne Kristalloide, fünf Arten mit glattrandigen bis unregelmäßigen Wachsschuppen, eine Art mit querverrieften Stäbchen auf der Blattunterseite und unregelmäßigen Wachsschuppen auf der Blattoberseite.

Glyptopetalum THWAITES (20) - *G. loheri* MERR. (B: RAMOS & EDANO 48554) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Maytenus MOLINA (225) - *M. boaria* MOLINA (BG BONN 174; Material DITSCH: RCH) [US: gl. Sch.; OS: Ø]; *M. canariensis* (LOES.) KUNKEL & SUNDING (BG MB) [US/OS: Ø]; *M. cymosa* (SOLAND.) EXELL (BG UBT) [US/OS: Ø]; *M. ilicifolia* C. MARTIUS ex REISS. (BG BONN 24052) [US/OS: Ø]; *M. magellanica* (LAM.) HOOK. f. (Material DITSCH: RCH) [US/OS: Ø]; *M. spec.* (Material DITSCH: RM) [US/OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide, bei einer Art glatte bis plattenförmige Wachsschuppen auf der Blattunterseite.

Myginda JACQ. (15) - *M. latifolia* SWEET (B: GILLIS 13116) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Mystroxydon ECKLON & ZEYHER (8) - *M. pubescens* ECKLON & ZEYH. (BG BONN 491) [US: Ø; OS: irr. Sch.]. - Auf der Blattoberseite unregelmäßige bis glattrandige Wachsschuppen.

Paxistima RAF. (2) - *P. canbyi* A. GRAY (BG MB 77/2482) [US/OS: Ø]; *P. myrsinites* (PURSH) RAF. (BG MB 69/671) [US: irr. Sch.; OS: Ø]. - Eine Art ohne Kristalloide, die andere Art mit verstreuten unregelmäßigen Wachsschuppen auf der Blattunterseite.

Tripterygium HOOK. f. (2) - *T. regelii* SPRAGUE & TAKEDA (BG MB 70/940/93) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

CORYNOCARPACEAE ENGL. (1/4)

Zwei der drei untersuchten Arten zeigen schuppenförmige Kristalloide mit glatten bis sehr unregelmäßigen Rändern, die in einem Fall zusammen mit glatten Körnchen auftreten. Eine Art weist keine Kristalloide auf.

Corynocarpus FORSTER & FORSTER f. (4) - *C. australasica* C.T. WHITE (B: S.F. KAJEWSKI 1010) [US/OS: Ø]; *C. cribbeana* (F.M. BAILEY) L.S. SMITH (B: CLEMENS 7901 A) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *C. laevigata* FORSTER & FORSTER f. (BG BONN 500-90) [US: Ø; OS: K. + irr. Sch.]. - Eine Art ohne Kristalloide, zwei mit glattrandigen bis sehr unregelmäßigen Wachsschuppen, in einem Fall vergesellschaftet mit glatten Körnchen.

DICHAPETALACEAE BAILL. (3/165)

Von neun untersuchten Arten aus zwei Gattungen zeigen sechs Arten aus zwei Gattungen keine Kristalloide. Die übrigen drei Arten zeigen glattrandige schuppenförmige Kristalloide, die in zwei Fällen eine mehr oder weniger deutliche Tendenz zu rosettiger Anordnung aufweisen.

Dichapetalum THOUARS (124) - *D. bangii* (F. DIDR.) ENGL. (B: GOSSWEILER 8794) [US/OS: gl. Sch.]; *D. beniense* ENGL. (B: PH. GÉRARD 5644) [US/OS: Ø]; *D. bojeri* (TUL.) ENGL. (B: H. HUMBERT & H. PIERRE DE LA BÂTHIE 2358) [US/OS: Ø]; *D. ndongense* ENGL. (B: A.J.M. LEEUWENBERG 5556) [US/OS: Ø]; *D. oblongum* (HOOK. f. ex BENTH.) ENGL. (B: CARVALHO 3847) [US: gl. Sch.; OS: Ø]. - Drei Arten ohne Kristalloide, eine Art mit glattrandigen Wachsschuppen tendenziell in rosettiger Anordnung auf beiden Blattflächen, eine Art mit glattrandige Wachsschuppen nur auf der Blattunterseite.

Tapura AUBLET (21) - *T. antillana* GLEASON (B: D.C. WASSHAUSEN & E.S. AYENSU 365) [US/OS: Ø]; *T. bouquetiana* N. HALLÉ & HEINE (B: M.G. LE TESTU 8459) [US/OS: Ø]; *T. fischeri* ENGL. (B: S.R. SEMSEI 1016) [US/OS: gl. Sch.]; *T. juruana* (ULE) RIZZINI (B: B.A. KRUKOFF 6214) [US/OS: Ø]. - Bei drei Arten keine Kristalloide, bei einer Art glattrandige Wachsschuppen mit deutlicher Tendenz zu rosettiger Anordnung.

GEISSOLOMATACEAE ENDL. (1/1)

Auf dem kontaminierten Herbarmaterial wurden unregelmäßige Wachsschuppen nachgewiesen, bei denen jedoch ein Einfluß durch die Verpilzung nicht ausgeschlossen werden kann.

Geissoloma LINDLEY ex KUNTH (1) - *G. marginatum* (L.) A. JUSS. (B: ECKLON) [US/OS: irr. Sch.].

GOUPIACEAE MIERS (1/3)

Die Art weist keine Kristalloide auf.

Goupia AUBLET (3) - *G. glabra* AUBLET (B: P.J.M. MAAS & al. 7642) [US/OS: Ø].

HIPPOCRATEACEAE JUSS. (19/430)

Von zehn untersuchten Arten aus sieben Gattungen zeigen nur zwei Arten aus zwei Gattungen schuppenförmige Kristalloide mit glatten bis unregelmäßigen Rändern.

Apodostigma R. WILCZEK (1) - *A. pallens* (PLANCHON ex OLIVER) R. WILCZEK (B: M. DINKLAGE 2728) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Elachyptera A.C. SMITH (3) - *E. bipindensis* (LOES.) R. WILCZEK (B: G. ZENKER 2442) [US/OS: Ø]; *E. holtzii* (LOES. ex HARMS) R. WILCZEK (B: J. LOVIS 14528) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Hippocratea L. (100) - *H. paniculata* (HASSLER) VAHL (BG MB) [US: irr. Sch.; OS: Ø]; *H. velutina* AFZEL. ex SPRENG. (BG M) [US/OS: Ø]. - Bei einer Art verstreut unregelmäßige Wachsschuppen auf der Blattunterseite.

Salacia L. (150) - *S. lehmbackii* LOES. var. *aurantiaca* (HALLÉ) HALLÉ (BG BONN 5039) [US/OS: Ø]; *S. togoica* LOES. (BG BONN 1876-10) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Thyrsosalacia LOES. (2) - *T. nematobranchion* LOES. (B: N. HALLÉ 1294) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Tontelea AUBLET (30) - *T. nectandrifolia* (A.C. SMITH) A.C. SMITH (B: J.J. PIPOLY 8927) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Tristemonanthus LOES. (2) - *T. nigrisilvae* (HALLÉ) HALLÉ (B: A.J.M. LEEUWENBERG 3758) [US/OS: gl. - irr. Sch.]. - Auf beiden Blattflächen glattrandige bis unregelmäßige Wachsschuppen.

LOPHOPYXIDACEAE (ENGL.) H. PFEIFF. (1/2)

Das stark kontaminierte Herbarmaterial weist keine Kristalloide auf.

Lophopyxis HOOK. f. (2) - *L. maingayi* HOOK. f. (B: C. LEDERMANN 14299) [US/OS: Ø]; *L. pentaptera* (K. SCHUM.) ENGL. (B: D.H. NICHOLSON 1554) [US/OS: Ø].

SIPHONODONTACEAE GAGNEPAIN & TARD. (1/7)

Das stark kontaminierte Herbarmaterial weist keine Kristalloide auf.

Siphonodon GRIFFITH (7) - *S. australis* BENTH. (B: H. & E. WALTER 2340) [US/OS: Ø]; *S. celastrinus* GRIFFITH (B: M. ENG. POILANE 23232; BR: SULIT PNH 6314) [US/OS: Ø].

STACKHOUSIACEAE R. BR. (3/29)

Von den drei untersuchten Arten weisen zwei schuppenförmige Kristalloide auf. Diese kommen nur verstreut vor und sind meist glattrandig.

Macgregoria F. MUELL. (1) - *M. racemigera* F. MUELL. (B: H. & E. WALTER 370) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Stackhousia SM. (26) - *S. monogyna* LABILL. (BG CBG) [US: gl. - irr. Sch.; OS: Ø]. - Verstreut glattrandige bis unregelmäßige Wachsschuppen auf der Blattunterseite.

Tripterococcus ENDL. (2) - *T. brunonis* ENDL. (BG CBG) [US/OS: gl. Sch.]. - Auf beiden Blattseiten verstreut kleine, glattrandige Wachsschuppen.

TEPUIANTHACEAE MAGUIRE & STEYERM. (1/5)

Die drei untersuchten Arten zeigen weder auf ihren glatten Blattoberseiten noch auf ihren extrem dicht behaarten Blattunterseiten Kristalloide.

Tepuianthus MAGUIRE & STEYERM. (5) - *T. ayantepuiensis* MAGUIRE & STEYERM. (B: O. HUBER & al. 8093) [US/OS: Ø]; *T. sarisariñamensis* MAGUIRE & STEYERM. ssp. *duidensis* MAGUIRE & STEYERM. (B: O. HUBER & al. 4306) [US/OS: Ø]; *T. savannensis* MAGUIRE & STEYERM. (B: O. HUBER & al. 3908) [US/OS: Ø].

5.2.11. Euphorbiales LINDL.

Diese in Umfang und systematischer Stellung kontrovers diskutierte Ordnung zeigt in den meisten Merkmalen eine auffallend große Variabilität. Daher verwundert es nicht, daß es für jeden der stark voneinander abweichenden Vorschläge ausreichend Argumente gibt.

CRONQUIST (1987) betont z.T. nur tendenzielle blütenmorphologische Merkmale und benutzt diese, um eine Eingliederung in der Nähe der Celastrales innerhalb der Rosidae zu begründen. Als unterstützend bewertet er die häufig diskutierte Nähe zu einigen von ihm zu den Celastrales gestellten Familien, wie den Aextoxicaceae und Dichapetalaceae. Auf die Möglichkeit, die Buxaceae und eventuell auch die Simmondsiaceae zu den Hamamelididae zu stellen, macht er ebenfalls aufmerksam. Ähnliche Argumentationen finden sich bei EHRENDORFER (1991).

Phytochemische, serologische und embryologische Merkmale werden von DAHLGREN (1989) stärker bewertet. In ihrer Klassifikation befinden sich die Euphorbiales deswegen in direkter Nähe zu den Malvales und Thymelaeales. Außerdem bezieht sie in die Ordnung zusätzlich die Aextoxicaceae und Dichapetalaceae ein, die hier im Kapitel 5.2.10. „Celastrales“ aufgeführt werden. Die Buxaceae und Didymelaceae stellt sie in die Nähe der Hamamelidales.

Eine sehr ähnliche Eingliederung der verschiedenen Familien findet man bei THORNE (1992 b). Die Aextoxicaceae stellt er in die Ansammlung der „taxa incertae sedis“ ans Ende seiner Klassifikation.

Auch TAKHTAJAN (1987) ordnet die in Tabelle 24 aufgelisteten Familien ähnlich wie DAHLGREN. Die Simmondsiaceae stellt er aber als eigene Ordnung in die Nähe der Hamamelidales.

HUBER (1991) ordnet die Euphorbiaceae innerhalb seiner „zweiten Hauptgruppe“ direkt neben die Malvales mit mehr oder weniger direkten Beziehungen zu den Passifloraceae und Thymelaeaceae. Die Buxaceae und Didymelaceae stellt er in den gleichen großen Verwandtschaftskreis, jedoch in die Nähe der Icacinaceae und Santalales. Die Dichapetalaceae befinden sich innerhalb der Linales. Die Aextoxicaceae und Pandaceae erwähnt er nicht.

Bei FROHNE & JENSEN (1992) findet man die Euphorbiales ebenfalls in direkter Nähe zu den Malvales und Urticales. Die Ordnung beinhaltet hier außer den Euphorbiaceae nur noch die Buxaceae, aber einschließlich *Simmondsia*. Die Autoren erwähnen das Vorkommen homologer Lektine bei den Euphorbiaceae und Fabaceae und das gemeinsame Vorkommen bestimmter Blattlausarten einzig auf Vertretern dieser beiden Familien, womit sie die zweifelhafte Stellung der Ordnung innerhalb der Dilleniidae betonen.

Die Klassifikation bei YOUNG (1981) entspricht größtenteils der von DAHLGREN. Nur sind bei ihm die Didymelaceae ebenfalls in die Euphorbiales

eingegliedert. Aus diesem Grunde wird die Familie ebenfalls im Rahmen dieser Ordnung aufgeführt.

GOLDBERG (1986) stellt in die Euphorbiales nur die Euphorbiaceae, Aextoxicaceae und Pandaceae. Die Buxaceae und Didymelaceae finden sich bei ihm in den Hamamelidales die Simmondsiaceae in den Fagales und die Dichapetalaceae in den Celastrales.

Von den fünf Familien (40 gen./ 185 spp. untersucht) weisen die Pandaceae und die Didymelaceae keine Wachsskulpturen auf. Die übrigen Familien (Buxaceae, Euphorbiaceae, Simmondsiaceae) sind uneinheitlich bewachst, was der heterogenen Natur der Ordnung auch in anderen Merkmalen entspricht.

Tabelle 24: Die Familien der Euphorbiales in den konventionellen Systemen (Familien, deren Wachsmikromorphologie in diesem Kapitel vorgestellt wird, sind unterstrichen).

Familie	CRONQUIST 1988	DAHLGREN 1989	TAKHTAJAN 1987	THORNE 1992 b, pers. Mittlg.
Aextoxicaceae	Rosidae Celastrales	Malvanae Euphorbiales	Dilleniidae Euphorbianae Euphorbiales	(incertae sedis)
<u>Buxaceae</u>	Rosidae Euphorbiales	Rosanae Buxales	Hamamelididae Hamamelidanae Buxales	Rosanae Balanopales Buxineae
Dichapetalaceae	Rosidae Celastrales	Malvanae Euphorbiales	Dilleniidae Euphorbianae Euphorbiales	Malvanae Euphorbiales
<u>Didymelaceae</u>	Hamamelididae Didymelales	Rosanae Buxales	Hamamelididae Hamamelidanae Didymelales	Rosanae Balanopales Buxineae
<u>Euphorbiaceae</u>	Rosidae Euphorbiales	Malvanae Euphorbiales	Dilleniidae Euphorbianae Euphorbiales	Malvanae Euphorbiales
Gonystylaceae	(in Thymelaeac.)	Malvanae Thymelaeales	(in Thymelaeac.)	Malvanae Euphorbiales
<u>Pandaceae</u>	Rosidae Euphorbiales	Malvanae Euphorbiales	Dilleniidae Euphorbianae Euphorbiales	(in Euphorbiac.)
<u>Simmondsiaceae</u>	Rosidae Euphorbiales	Malvanae Euphorbiales	Hamamelididae Hamamelidanae Simmondsiales	Malvanae Euphorbiales
Thymelaeaceae	Rosidae Myrtales	Malvanae Thymelaeales	Dilleniidae Euphorbianae Thymelaeales	Malvanae Euphorbiales

Typisch für die **Buxaceae** sind locker verteilte, unregelmäßig gerandete Schuppen oder gewundene Stäbchen mit eingestreuten Röhrchen, für die als Hauptkomponenten β -Diketone nachgewiesen wurden (DIERICKX 1973). Sie finden keine Entsprechung in den anderen Familien der Euphorbiales. Die schuppenförmigen Wachse der übrigen untersuchten Gattungen tragen nicht zur Klärung der Verwandtschaftsverhältnisse bei.

Röhrchenförmige Wachse sind auch für einige Familien der „ursprünglicheren Hamamelididae“ nachgewiesen (HENNIG & al. 1994), in deren Nähe die Buxaceae in den meisten neueren Systemen eingeordnet werden (s.o.). Dies wird durch molekularsystematische Untersuchungen unterstützt (CHASE & al. 1993). Auch die Samenanatomie spricht für eine nähere Verwandtschaft zu den ebenfalls wachsröhrchentragenden Daphniphyllaceae (CORNER 1976; BARABÉ & al. 1982; HENNIG & al. 1994).

Weder phytochemisch (SEIGLER 1994), noch holzanatomisch (CARLQUIST 1982) oder ultrastrukturell (Siebröhren-Plastiden des Pcs- und Pc-Typs gegenüber solchen des Ss-Typs bei Simmondsiaceae, Euphorbiaceae und Pandaceae - BEHNKE 1982 b, 1991) finden sich Anhaltspunkte für eine nähere Verwandtschaft mit den Euphorbiaceae.

Die monotypische Familie der **Simmondsiaceae** zeigt mit ihren dicht stehenden unregelmäßig gerandeten Schuppen eine Wachsmikromorphologie, wie sie sonst nicht in den Euphorbiales gefunden wurde. Auch pollenmorphologische Daten schließen nähere Beziehungen zu den Euphorbiaceae (PUNT 1962) sowie den Buxaceae und Pandaceae (NOWICKE & SKVARLA 1984) aus. Ebenso wenig finden sich auf phytochemischer Grundlage Ähnlichkeiten (SEIGLER 1994). Bei serologischen Untersuchungen zeigte *Simmondsia* nur mit Vertretern der Euphorbiaceae engere Beziehungen (SCOGIN 1980).

Die diskutierte Eingliederung der Gattung *Centroplacus* oder der ganzen Familie der **Pandaceae** in die Euphorbiaceae (THORNE 1992 a,b; WEBSTER 1994 b) kann aufgrund der Wachsdaten weder unterstützt, noch widerlegt werden. Pollenmorphologische Untersuchungen (NOWICKE 1984) deuten zwar auf Beziehungen zu einigen Phyllanthoideae hin, embryologische (KAPIL & BHATNAGAR 1994) und samenanatomische Merkmale (STUPPY 1995) sprechen jedoch für eine Eigenständigkeit der Familie.

Die Familie der **Euphorbiaceae** wird von WEBSTER (1994 b) in fünf Unterfamilien gegliedert. Von diesen zählen die Phyllanthoideae und die Oldfieldioideae zu den schon früh als signifikant abweichend erkannten (DE JUSSIEU 1824) biovulaten Euphorbiaceae. Die übrigen drei - Acalyphoideae, Crotonoideae und Euphorbioideae - bilden die uniovulaten „eigentlichen“ Euphorbiaceae. Insgesamt sieht WEBSTER (1987, 1994 a,b) in der Pflanzen- gruppe aber eine mehr oder weniger geschlossene Einheit. Aufgrund der Ergebnisse seiner phyto-serologischen Untersuchungen lehnt auch VOGEL

(1986) eine Aufteilung der Familie ab, da dadurch die Gemeinsamkeiten unterbewertet würden.

Sowohl HUBER (1991), als auch JENSEN & al. (1994) befürworten das Aufteilen in mindestens zwei Verwandtschaftskomplexe, was durch molekular-systematische Analysen bestätigt wird (CHASE & al. 1993). Aufgrund embryologischer Daten können TOKUOKA & TOBE (1995) eine Monophylie der Euphorbiaceae nicht unterstützen. Auch der für die gesamte Familie als signifikant beschriebene Nucellusschnabel (SUTTER & ENDRESS 1995) kann nicht als Hinweis auf eine mögliche Homogenität des Taxons herangezogen werden, da er weder bei allen Gattungen vorkommt, noch auf die Familie beschränkt ist (KAPIL & BHATNAGAR 1994).

Die charakteristischen Wachsskulpturen der Euphorbiaceae sind Rosetten aus glattrandigen bis unregelmäßig gerandeten Schuppen. In Einzelfällen treten an ihrer Stelle dreikantige, längsgeriefte oder quersgeriefte Stäbchen oder fadenförmige Skulpturen auf. Die Abtrennung einer größeren Familie „biovulater Euphorbiaceae“ läßt sich wachsmikromorphologisch nicht unterstützen, da die typischen Wachсроsetten sowohl bei uniovulaten, als auch bei biovulaten Unterfamilien vorkommen. Dies zeigt sich auch in den Abbildungen cuticularer Oberflächen bei anderen Untersuchungen (KULSHRESHTHA & AHMAD 1992).

Bei den Phyllanthoideae (10 gen./ 25 spp. untersucht) sind rosettenförmige Skulpturen die häufigste Wachсform. Die samenanatomisch (STUPPY 1995) und palynologisch (PUNT 1987) stark heterogene Gattung *Phyllanthus* zeigt sich wachsmikromorphologisch auffallend einförmig. Die Gattung *Bischofia* weicht mit z.T. längsgeriefen Stäbchen stärker ab. Ihre Abtrennung als Bischofiaceae (AIRY SHAW 1965; MEEUSE 1990) wird diskutiert, da sie auch in anderen Merkmalen aus den Phyllanthoideae heraussticht (STUPPY 1995). BHATNAGAR & KAPIL (1973) zählen eine Reihe von embryologischen Argumenten für die Eingliederung in die Euphorbiaceae auf.

Innerhalb der Oldfieldioideae (2 gen./ 3 spp. untersucht) sind Rosetten nur von *Androstachys* bekannt. Die Gattung wird, ähnlich wie *Picrodendron*, von dem keine Wachsskulpturen bekannt sind, gelegentlich als eigene Familie abgetrennt (AIRY SHAW 1965; MEEUSE 1990). *Picrodendron* weicht in seiner Samenstruktur sehr stark von den übrigen biovulaten Euphorbiaceae ab (STUPPY 1995). In zahlreichen anderen Merkmalen zeigt die Gattung deutliche Ähnlichkeiten mit den Oldfieldioideae (HAYDEN & al. 1984; HAKKI 1985; HAYDEN 1994).

Die Acalyphoideae (6 gen./ 17 spp. untersucht) sind die einzige Unterfamilie, für die keine Wachсроsetten nachgewiesen sind. Skulptierte Wachse sind nur bei *Ricinus* nachgewiesen (Schuppen und Fäden).

Unter den Crotonoideae (7 gen./ 25 spp. untersucht) findet sich nur eine *Jatropha*-Art mit rosettenförmigen Skulpturen. Ansonsten ist die Gattung sehr vielgestaltig, was in den Untersuchungen von DEHGAN (1980) und OLOWO-KUDEJO (1993) Bestätigung findet. Die übrigen Gattungen der Unterfamilie sind meist unbewachst.

Innerhalb der Euphorbioideae sind Rosetten die typische Wachsausprägung bei mehreren Gattungen. Die Ableitung der Euphorbieae (GILBERT 1994) läßt sich aufgrund der Wachsmikromorphologie nicht klären. Die sowohl durch holz- (MENNEGA 1987) als auch durch samenanatomische (STUPPY 1995) Daten gestützte stärkere Uniformität der uniovulaten Euphorbiaceae wird wachsmikromorphologisch nicht bestätigt.

Die Abspaltung einiger Splitterfamilien¹ (AIRY SHAW 1965; MEEUSE 1990) wird durch die vorliegenden Wachsdaten zum Teil unterstützt. Immerhin weichen *Bischofia*, *Hymenocardia* und *Uapaca* durch ungerichtete Wachschuppen und *Bischofia* zusätzlich durch längsgeriefte Stäbchen von den anderen Gattungen ab. Neben Gemeinsamkeiten der letztgenannten Gattung mit den Euphorbiaceae in embryologischen (KAPIL & BHATNAGAR 1994) und anatomischen Merkmalen (LEVIN 1986 a,b,c) finden sich auffällige Abweichungen, wie bei den Siebröhren-Plastiden (Pcs-Typ gegenüber Ss-Typ bei den Euphorbiaceae) (BEHNKE 1991) und der Holzanatomie (MENNEGA 1987). Über die Familienzugehörigkeit von *Picrodendron* kann aufgrund der fehlenden Skulptierung keine Aussage getroffen werden. Seine stark ruminieren Samen verdeutlichen die Eigenständigkeit der Gattung (STUPPY 1995). Die blattmorphologischen Untersuchungen der Phyllanthoideae von LEVIN (1986 a,b) mit ihrer cladistischen Analyse (LEVIN 1986 c) und die palynologischen Untersuchungen von LEVIN & SIMPSON (1994 a,b) unterstützen eine Eingliederung der meisten aberranten Gattungen.

Ähnlich den Buxaceae wechseln die **Didymelaceae** ihre systematische Stellung je nach Autor zwischen den Euphorbiales (FROHNE & JENSEN 1992; YOUNG 1981) und den Hamamelididae (CRONQUIST 1988; DAHLGREN 1989; TAKHTAJAN 1987; THORNE 1992 a,b). Die Wachsmikromorphologie vermag hier nicht klärend beizutragen. Pollenmorphologisch und blattanatomisch sieht KÖHLER (1980) klare Ähnlichkeiten mit dem Verwandtschaftskomplex der Euphorbiaceae, Buxaceae und Thymelaeaceae. JARVIS (1989) betont die phytochemischen Beziehungen zwischen *Buxus* und *Didymeles*, SUTTON (1989) listet ihre Bestätigung aufgrund pollenmorphologischer sowie holz- und

¹ Eine Übersicht über die verschiedenen zur Diskussion stehenden Satellitenfamilien der Euphorbiaceae sowie die jeweiligen Argumente für und gegen eine Abtrennung der jeweiligen Gattungen findet sich bei RADCLIFFE-SMITH (1987).

blattanatomischer Daten auf. Eine enge Verknüpfung mit den Buxaceae sieht auch HUBER (1991). Er weist aber auf Gemeinsamkeiten mit *Daphniphyllum* und *Eucommia* hin.

BUXACEAE DUMORT. (5/60)

Von zehn untersuchten Arten zeigen die vier Arten der Gattung *Buxus* gewundene Stäbchen, die meist mit Röhrcchen vergesellschaftet sind. Alle übrigen Arten weisen ausschließlich schuppenförmige Wachsskulpturen mit glatten, gebuchteten oder stark unregelmäßigen Rändern auf.

Buxus L. (30) - *B. balearica* LAM. (BG BONN 454) [US/OS: gew. St. - R.]; *B. microphylla* SIEBOLD & ZUCC. var. *koreana* NAKAI (BG BONN 3744) [US/OS: gew. St. + R.]; *B. microphylla* SIEBOLD & ZUCC. var. *sinica* REHDER & WILS. (BG BONN 269) [US/OS: gew. St. + irr. Sch.]; *B. sempervirens* L. (BG BONN 7929) [US: Ø; OS: gew. St. + R.]; *B. wallichiana* BAILL. (BG REG) [US: gew. St. + R. + irr. Sch.; OS: Ø]. - Bei allen Arten gewundene Stäbchen, zum Teil mit röhrcchenförmigen und/oder unregelmäßigen Schuppen vergesellschaftet, bei einer Art stark erodiert.

Pachysandra MICHX. (5) - *P. axillaris* FRANCHET (BG REG) [US/OS: gl. - geb. Sch.]; *P. procumbens* MICHX. (BG REG) [US: Ø; OS: irr. Sch.]; *P. terminalis* SIEBOLD & ZUCC. (BG BONN 3745) [US: gl. Sch.; OS: Ø]. - Alle Arten mit glattrandigen, gebuchteten oder sehr unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen.

Sarcococca LINDLEY (14) - *S. hookeriana* BAILL. (BG BONN 4315) [US: irr. Sch.; OS: Ø]; *S. humilis* STAPF (BG BONN 3742) [US: gl. Sch.; OS: Ø]; *S. saligna* (D. DON) MUELL. (BG BONN 11) [US: irr. Sch.; OS: Ø]. - Auf den Blattunterseiten glattrandige bis stark unregelmäßige Wachsschuppen.

DIDYMELACEAE LÉANDRI (1/2)

Das untersuchte Herbarmaterial weist keine Wachsskulpturen auf.

Didymeles THOUARS (2) - *D. madagascariensis* WILLD. (P: G.E. SCHATZ 2778) [US/OS: Ø].

EUPHORBIACEAE¹ JUSS. (318/7950)

Von 171 untersuchten Arten weisen 84 Arten oft dicht stehende Rosetten aus meist unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen auf, 14 Arten ungerichtete Wachsschuppen und drei Arten fadenförmige Wachsskulpturen. Je zwei Arten zeigen querveriefte Stäbchen, dreikantige, oft gewundene Stäbchen oder kleine, glatte Stäbchen. Bei einer Art finden sich leicht gewundene, längsgeriefte Stäbchen in Kombination mit Wachsschuppen. 63 Arten weisen keine Wachsskulpturen auf. Bei vier Gattungen wurden jeweils unterschiedliche Skulpturformen nachgewiesen.

¹ Die Nomenklatur der Euphorbieae entspricht der von OUDEJANS (1990).

Acalypha L. (430) - *A. hispaniolae* URB. (BG BONN 24564) [US/OS: Ø]; *A. hispida* BURM. f. (BG BONN 1050) [US/OS: Ø]; *A. obovata* BENTH. (BG M) [US/OS: Ø]; *A. godseffiana* MAST. (BG MB) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Andrachne L. (25) - *A. colchica* FISCH. & C.A. MEY. (BG BONN 3738) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]. - Auf beiden Blattflächen Rosetten aus glattrandigen bis gezähnten Wachsschuppen.

Androstachys PRAIN (5) - *A. johnsonii* PRAIN (B: K. & M.-J. BALKWILL 4059) [US: Ø; OS: gl. Sch. in Ros.]; *A. merana* AIRY SHAW (B: R. CAPURON 23.336-SF) [US: Ø; OS: gl. Sch. in Ros.]. - Beide Arten mit wahrscheinlich erodierten Rosetten aus glattrandigen Wachsschuppen.

Antidesma L. (170) - *A. bunias* (L.) SPRENGEL (BG M) [US/OS: Ø]; *A. diandrum* (ROXB.) HEYNE ex ROTH (B: R.G. TROTH 875) [US/OS: Ø]; *A. ghesaembilla* GAERTN. (B: J.J. PIPOLY 8661) [US/OS: Ø]; *A. insulare* GILLESPIE (B: J.W. GILLESPIE 3316) [US/OS: Ø]; *A. petiolaris* TUL. (B: H. HUMBERT 2926) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Bischofia BLUME (2) - *B. javanica* BLUME (B: K. SOHMA & al. 715306) [US: Ø; OS: gl. plattenf. Sch.]; *B. polycarpa* (LEVEILLE) AIRY SHAW (BG UBT) [US: irr. Sch.; OS: gl. plattenf. Sch. + lgsg. gew. St.]. - Auf den Blattunterseiten keine oder unregelmäßige Wachsschuppen, auf den Blattoberseiten größere, glattrandige bis plattenförmige Wachsschuppen, in einem Fall mit längsgeriefen, oft gewundenen Stäbchen kombiniert.

Breynia FORSTER & FORSTER f. (25) - *B. disticha* FORSTER & FORSTER f. (BG MB) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]. - Beide Blattflächen dicht besetzt mit unterschiedlich großen Rosetten aus glattrandigen bis gezähnten Wachsschuppen.

Bridelia WILLD. (60) - *B. monoica* MERRILL (BG MB) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]. - Auf beiden Blattflächen relativ kleine Rosetten aus glattrandigen bis gezähnten Wachsschuppen.

Cnidocolus POHL (75) - *C. angustidens* TORR. (BG BONN) [US/OS: Ø]; *C. cf. urens* (L.) ARTHUR (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Codiaeum A. JUSS. (15) - *C. variegatum* (L.) BLUME (BG REG) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Croton L. (800) - *C. ciliato-glanduliferus* ORTEGA (BG MB) [US/OS: Ø]; *C. eluteria* (L.) Sw. (BG M) [US/OS: Ø]; *C. megalocarpus* HUTCH. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *C. tiglium* L. (BG MB) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Dalechampia L. (110) - *D. roezliana* MUELL. ARG. (BG M) [US/OS: Ø]; *D. spathulata* BAILL. ssp. *spathulata* (BG BONN 11099-90) [US/OS: Ø]; *D. sylvestris* S. MOORE (BG BONN 2101) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Elaeophorbium STAPF (4) - *E. grandifolia* (HAW.) CROIZAT (BG MB) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Euphorbia L. (1600) - *E. abyssinica* J.F. GMELIN (BG BONN 2508) [US: gl. - irr. Sch. in Ros. + Kreisen; OS/Spr: irr. Sch.]; *E. acanthothamnus* HELDR. & SART. ex BOISS. (BG BONN 15692) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. ambovombensis* W. RAUH & A. RAZAFINDRATSIRA ex W. RAUH (BG BONN 5345) [US/OS: Ø]; *E. amygdaloides* L. (BG BONN 3733) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. ankarensis* P. BOITEAU (BG BONN 15448) [US/OS: gl. + irr. Sch. in Ros.]; *E. aphylla* BROUSS. ex WILLD. (BG BONN) [Spr: irr. Sch. in Ros.]; *E. appariciana* RIZZINI (ZSS 891679/0) [US/OS: Ø]; *E. aspericaulis* F. PAX (ZSS 911503/a) [Spr: quger. St. + irr. Sch.]; *E. atropurpurea* BROUSS. (Material DITSCH: E) [US/OS: irr. Sch.]; *E. balsamifera* AITON (BG BONN; Material DITSCH: E) [US/OS: kl. irr. Sch. in Ros. + gr. gl. Sch.]; *E. brittingeri* OPIZ & SAMP. (BG MB 82/2430) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. bupleurifolia* JACQ. (BG BONN 1520) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. buruana* PAX (ZSS 791209/0) [Spr: irr. Sch.]; *E. capitulata* RCHB. (BG BONN 3740) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. cap-saintemariensis* W. RAUH (BG BONN 5359) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *E. caracasana* (KLOTZSCH & GARCKE ex KLOTZSCH) BOISS. (BG MB) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. cardiophylla* BOISS. & HELDR. ex BOISS. (Material DITSCH: TR) [US/OS: irr. Sch.

in Ros.]; *E. cereiformis* L. (BG MB) [Spr: irr. Sch.]; *E. characias* L. (BG UBT) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. clavarioides* BOISS. (ZSS 913798/0) [US: irr. Sch. in Ros.; OS/Spr: Ø]; *E. corollata* L. (BG M) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. cotinifolia* L. (BG ER; Material DITSCH: RM) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. croizatii* J. LEANDRI (BG BONN 15585) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. cylindrifolia* MARN.-LAP. & W. RAUH ssp. *cylindrifolia* (BG BONN 5363) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. cylindrifolia* MARN.-LAP. & W. RAUH ssp. *tuberifera* W. RAUH (BG BONN 5162) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. cyparissias* L. (Material DITSCH: D) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. dendroides* L. (BG UBT) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. didiereoides* M DENIS ex J. LEANDRI (BG BONN 5263; Material DITSCH: RM) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. dulcis* L. (BG BONN 6385) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. epithymoides* L. (BG BONN 3736) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. esula* L. (Material DITSCH: D; BG REG) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. exigua* L. (BG BONN 7907) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. fianarantsoae* E. URSCH & J. LEANDRI (BG BONN 5358) [US/OS: kl. irr. Sch. in Ros. + gr. irr. Sch.]; *E. flavicoma* DC. (BG M) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. fragifera* JAN. (BG MB 84/470) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. francoisii* LEANDRI (BG BONN 10282) [US/OS: Ø]; *E. gariiepina* E. BOISS. (ZSS 913458/0) [US/OS: Ø]; *E. globosa* (HAW.) SIMS (BG BONN 5375) [Spr: Ø; Blst: irr. Sch.]; *E. graciliramea* PAX (ZSS 921012/a) [Spr: irr. Sch. in Ros.]; *E. gregaria* R. MARLOTH (Material NEINHUIS) [Spr: Ø]; *E. gregersenii* K. MALY ex G. BECK (BG MB) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. griffithii* HOOK. f. (BG M) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. hadramautica* BAK. (BG BONN 5992) [US/OS: kl. gl. - irr. Sch. in Ros. + gr. gl. - irr. Sch.]; *E. hedyotoides* N.E. BR. (BG BONN 5264) [US/OS: Ø]; *E. helioscopia* L. (Material DITSCH: EC) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. juttae* K. DINTER (ZSS 913315/c) [US/OS: irr. Sch. in Ros.; Spr: Ø]; *E. lambii* SVENT. (Material DITSCH: E) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. lathyris* L. (BG MB 65/2097) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. cf. laurifolia* JUSS. ex LAM. (Material DITSCH: EC) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *E. leucocephala* LOTSY (BG MB) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *E. lignosa* MARLOTH (ZSS 752792/0) [Spr: Ø]; *E. longituberculosa* BOISS. (BG BONN 2035) [US/OS: irr. Sch.]; *E. lophogona* LAM. (BG BONN 15578) [US/OS: Ø]; *E. lucida* WALDST. & KIT. (BG REG) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. margalidiana* KUHBIER & LEWEJOHANN ex KUHBIER (BG BONN 5928-90) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *E. marginata* PURSH (BG M) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. cf. milii* DESMOUL. (Material DITSCH: RM) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *E. milii* DESMOUL. var. *tananarivae* JANSE (BG BONN 1780) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *E. monteiroi* HOOK. f. (BG M) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. moratii* W. RAUH var. *multiflora* W. RAUH (Material DITSCH) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. myrsinites* L. (BG BONN 3154) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *E. nicaeensis* ALLIONI (BG UBT) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *E. obtusifolia* POIRET (Material DITSCH: E) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. palustris* L. (BG BONN 3741) [US/OS: irr. Sch.]; *E. pannonica* HOST. (BG BONN) [US/OS: irr. Sch.]; *E. pedilanthoides* M. DENIS (BG BONN 5373) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *E. peplus* L. (BG BONN 7906) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. perrieri* E. DRAKE DEL CASTILLO (BG BONN 5265) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. pilosa* L. (BG MB 78/2386) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. platyphyllos* L. (BG REG) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. poissonii* PAX (BG BONN 5377) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. polychroma* KERNER (BG MB 84/735/69) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. primulifolia* BAKER (BG BONN 11415-10, Material DITSCH: RM) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. pseudoburuana* P.R.O. BALLY & S. CARTER ex S. CARTER (ZSS 782981/0) [Spr: irr. Sch. in Ros.]; *E. pteroneura* A. BERGER (BG BONN) [Spr: Ø]; *E. pubescens* VAHL (BG M) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. pulvinata* MARLOTH (BG BONN 5391) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. salicifolia* N.C. HOST (BG REG) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. seguieriana* NECKER (BG BONN 6387) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. serrulata* THUILL. (BG REG) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. spinosa* L. (BG UBT) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. stapelioides* BOISS. emend. A.C. WHITE, R.A. DYER & B.L. SLOANE (ZSS 771152/0) [Spr: quger. St.]; *E. stenoclada* BAILLON (Material DITSCH: RM) [Spr: Ø, um

Stomata Kaminbildungen]; *E. triflora* SCHOTT, NYMAN & KOTSCHY ssp. *kernerii* (HUTER) POLDINI ex PIGNATI (BG M) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. trigona* MILLER (BG BONN 1776) [Spr: Ø]; *E. tuckeyana* STEUDER ex WEBB (BG BONN 871-90) [US: irr. Sch. in Ros. + gr. irr. Sch.]; OS: irr. Sch.]; *E. verrucosa* L. (BG BONN 3735) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. virosa* WILLD. (BG BONN 1521) [Spr: irr. Sch.]; *E. waldsteinii* (SOJÁK) RADC.-SM. (BG BONN 3734) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]. - 60 Arten auf beiden Blattflächen mit meist sehr dicht stehenden, dann manchmal schwer erkennbaren Rosetten aus mehr oder weniger unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen (Abb. 21); zwei Arten mit Schuppenrosetten nur auf der Blattunterseite; vier Arten mit rosettig aggregierten kleinen Wachsschuppen, vergesellschaftet mit größeren, glattrandigen bis unregelmäßigen Schuppen ohne Ausrichtung; eine Art mit meist kreisförmig auseinandergezogenen Wachsrosetten auf der Blattunterseite und unregelmäßigen Wachsschuppen auf der Blattoberseite; acht Arten ausschließlich mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen ohne Ausrichtung; elf Arten ohne Kristalloide, davon eine mit kaminartigen Ringwülsten um die Spaltöffnungen (Abb. 5); zwei Arten mit querverlängerten Stäbchen. Die Verteilung deckt sich nicht mit der Klassifikation nach CARTER (1994).

Excoecaria L. (40) - *E. bicolor* HASSK. (BG MB) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Hevea AUBLET (12) - *H. brasiliensis* (A. JUSS.) MUELL. ARG. (BG MB) [US/OS: Ø]; *H. spruceana* MUELL. ARG. (BG BONN 2364) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Hura L. (2) - *H. crepitans* L. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Hymenocardia WALLICH ex LINDLEY (6-7) - *H. acida* TUL. (B: W. SCHWABE 20.4.63) [US/OS: gl. - plattenf. Sch.]; *H. heudelotii* MUELL. ARG. (B: COUTEAUSE 40) [US/OS: Ø]; *H. ulmoides* OLIVER (B: F.J. BRETELER 1870) [US/OS: Ø]. - Zwei Arten ohne Kristalloide, eine Art mit glattrandigen bis plattenförmigen Wachsschuppen.

Jatropha L. (170) - *J. acuminata* DESR. (BG MB) [US/OS: Ø]; *J. berlandieri* TORR. (Material DITSCH) [US/OS: 3-k. St.]; *J. capensis* SOND. (BG BOCH) [US/OS: Ø]; *J. cercidiphylla* STANDLEY (BG M) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *J. curcas* L. (BG M) [US/OS: Ø]; *J. gossypifolia* L. (BG REG) [US/OS: Ø]; *J. hastata* JACQ. (BG BONN 22562) [US/OS: Ø]; *J. integerrima* JACQ. (BG M) [US/OS: Ø]; *J. mahafalensis* JUMELLE & H. PERR. (BG BONN 8686) [US/OS: Ø]; *J. multifida* L. (BG BONN) [US: 3-k. St.; OS: Ø]; *J. multiflora* PAX & K. HOFFM. (ZSS 834069/0) [US/OS: F.]; *J. tupifolia* GRISEB. (BG REG) [US/OS: Ø]. - Acht Arten ohne Kristalloide, zwei Arten mit dreikantigen, meist stark gewundenen Stäbchen, eine Art mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen in zum Teil stark erhöhten Rosetten, eine Art mit fadenförmigen Wachsskulpturen.

Mallotus LOUR. (140) - *M. apeltus* MUELL. ARG. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *M. japonicus* (THUNB.) MUELL. ARG. (BG BONN 339) [US/OS: Ø]; *M. philippinensis* (LAM.) MUELL. ARG. (BG MB) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Manihot MILLER (98) - *M. esculenta* CRANTZ (BG MB) [US: verz. St. + F.; OS: gew. St. + irr. - plattenf. Sch.]; *M. glaziovii* MUELL. ARG. (BG BOCH) [US/OS: kl. St.]; *M. palmata* MUELL. ARG. (BG UBT) [US/OS: kl. St. - gl. Sch.]. - Meist stäbchenförmige Kristalloide, bei einer Art oft verzweigt und fadenförmig ausgezogen, bei einer Art klein, glatt und mehr oder weniger aufrecht, bei einer Art oft abgeflacht mit Übergängen zu kleinen, glattrandigen Wachsschuppen.

Mercurialis L. (8) - *M. annua* L. (BG BONN 7905) [US/OS: Ø]; *M. ovata* SLERNB. & HOPPE (BG BONN 3737) [US/OS: Ø]; *M. perennis* L. (BG BONN 6585) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Monadenium PAX (48) - *M. guentheri* PAX var. *mammillare* BALLY (BG BONN 5387) [US/OS: Ø]; *M. lugardae* N.E. BR. (BG BONN 5388) [US/OS: Ø]; *M. magnificum* E.A. BRUCE (ZSS 921531/0) [US/OS/Spr: irr. Sch. in Ros.]; *M. stapelioides* PAX (BG BONN) [US/OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide, bei einer Art unregelmäßig gerandete Wachsschuppen in mehr oder weniger deutlichen Rosetten.

Pedilanthus NECKER ex POIT. (14) - *P. aphyllus* BOISS. ex KLOTZSCH & GARCKE (BG BONN 1784) [US/OS/Blst: irr. Sch.]; *P. cymbiferus* SCHLDL. (BG MB) [Spr: irr. Sch. + Kamine]; *P.*

latifolius MILLSP. & BRITTON (BG MB) [US/OS: Ø]; *P. tithymaloides* (L.) POIT. var. *tithymaloides* (BG BONN 24017) [US/OS: irr. Sch.]. - Meist verstreut unregelmäßig gerandete Wachsschuppen, eine Art zusätzlich mit kaminartigen Ringwulsten, eine Art ohne Kristalloide.

Pera MUTIS (40) - *P. bicolor* (KL.) MUELL. ARG. (B: G. STAHEL 82) [US/OS: Ø]; *P. glabrata* (SCHOTT) POEPP. ex BAILL. (B: B.M. BOOM 22.3.87) [US/OS: Ø]; *P. obovata* BAILL. (B: REITZ & KLEIN 6819) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Phyllanthus L. (700) - *P. angustifolius* (SW.) SW. 'Elongatus' (BG MB) [Spr: Ø]; *P. arbusculus* (SW.) J.F. GMELIN (BG BONN 2511) [US/OS: irr. Sch. in Ros. Spr: Ø]; *P. emblica* L. (BG BONN 24142) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *P. fluitans* BENTH. ex MUELL. ARG. (BG BONN 1066) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *P. maderaspalensis* L. (Material DITSCH: RM) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *P. mirabilis* MUELL. ARG. (Material DITSCH) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *P. niruri* L. ssp. *lathyroides* (KUNTH) WEBSTER (BG BONN 5572) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *P. speciosus* JACQ. (BG MB) [Spr: Ø]; *P. vakinankaratrae* J. LEANDRI (Material DITSCH: RM) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]. - Auf allen Blattflächen mehr oder weniger unregelmäßig gerandete Wachsschuppen in zum Teil großen Rosetten, auf den Phyllocladien keine Kristalloide.

Picrodendron PLANCHON (3) - *P. baccatum* (L.) KRUG & URB. ex URB. (B: R.W. READ 1818) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Ricinocarpos DESF. (16) - *R. bowmannii* F. MUELL. (BG CBG) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Ricinus L. (1) - *R. communis* L. (BG BONN 6586) [US/OS: gl. - irr. Sch.; Bst/Spr: F.]. - Auf den Blattflächen nur verstreut glattrandige bis unregelmäßige Wachsschuppen, auf dem Blattstiel und der Sproboberfläche fadenförmige Kristalloide.

Sapium P. BROWNE (125) - *S. sebiferum* (L.) ROXB. (BG ER) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Sauropus BLUME (40) - *S. androgynus* (L.) MERR. (BG BONN 24144) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]. - Auf beiden Blattflächen unregelmäßig gerandete Wachsschuppen in Rosetten.

Securinea COMM. ex JUSS. (20) - *S. suffruticosa* (PALLAS) REHDER (BG BONN 3739) [US/OS: kl. gl. Sch. in Ros.]. - Auf beiden Blattflächen Rosetten aus meist glattrandigen Schuppen.

Synadenium BOISS. (13) - *S. grantii* HOOK. f. (BG MB) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]. - Auf beiden Blattflächen dicht stehende Rosetten aus meist unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen.

Upaca BAILLON (61) - *U. bojeri* BAILL. (Material DITSCH: RM) [US: Ø; OS: irr. Sch.]. - Nur auf der Blattoberseite verstreut unregelmäßig gerandete Wachsschuppen.

PANDACEAE ENGL. & GILG (4/18)

Das stark kontaminierte Herbarmaterial weist keine Kristalloide auf.

Centroplacus PIERRE (1) - *C. glaucinus* PIERRE (B: LE TESTU; ZENKER 3374 II) [US/OS: Ø].

Panda PIERRE (1) - *P. oleosa* PIERRE (BR: J. LOUIS 842) [US/OS: Ø].

SIMMONDSIACEAE (MUELL.ARG.) TIEGHEM ex REVEAL & HOOGLAND (1/1)

Die Art weist auf beiden Blattflächen dicht stehende Wachsschuppen auf, deren Ränder sehr unregelmäßig gestaltet sind.

Simmondsia NUTT. (1) - *S. chinensis* (LINK) C. SCHNEIDER (BG BONN 2404) [US/OS: irr. Sch.].

5.2.12. Rhamnales DUMORT.

Die drei Familien, die traditionell und von CRONQUIST (1988) in die Rhamnales gestellt werden - Leeaceae, Rhamnaceae und Vitaceae - verbinden in erster Linie blütenmorphologische Merkmale, vor allem die epipetalen Stamina. Die Leeaceae werden vielfach als Unterfamilie in die Vitaceae eingegliedert (DAHLGREN 1989; THORNE 1992 b). Die beiden letztgenannten Autoren rücken die Rhamnales von der früher akzeptierten Nähe zu den Celastrales in die Nähe der Malvales. In den meisten neueren Systemen werden die Vitaceae und Leeaceae in größere Entfernung zu den Rhamnales gestellt, entweder als eigene Überordnung in die Nähe der Celastrales (DAHLGREN 1989; TAKHTAJAN 1987) oder in die weitere Verwandtschaft der Cornales (THORNE 1992 b).

Bei GOLDBERG (1986) umfassen die Rhamnales neben den Rhamnaceae, Vitaceae und Leeaceae zusätzlich die Erythralaceae (sonst meist in den Octoknemataceae, bzw. in den Olacaceae - Santalales), Aquifoliaceae und Icacaceae (sonst Celastrales, Theales oder Cornales). Die Ordnung ist neben die Celastrales am Ende eines Violifloren-Astes seines Dicotyledoneen-Stammbaumes angesiedelt.

Tabelle 25: Die Familien der Rhamnales in den konventionellen Systemen (Familien, deren Wachsmikromorphologie in diesem Kapitel vorgestellt wird, sind unterstrichen).

Familie	CRONQUIST 1988	DAHLGREN 1989	TAKHTAJAN 1987	THORNE 1992 b, pers. Mittlg.
<u>Elaeagnaceae</u>	Rosidae Proteales	Proteanae Elaeagnales	Rosidae Rhamnanae Elaeagnales	Malvanae Rhamnales
<u>Leeaceae</u>	Rosidae Rhamnales	(in Vitaceae)	Rosidae Vitanae Vitales	(in Vitaceae)
<u>Rhamnaceae</u>	Rosidae Rhamnales	Malvanae Rhamnales	Rosidae Rhamnanae Rhamnales	Malvanae Rhamnales
<u>Vitaceae</u>	Rosidae Rhamnales	Vitanae Vitales	Rosidae Vitanae Vitales	Aralianae Cornales Vitineae

Die Elaeagnaceae werden nur von THORNE (1992 b) zu den Rhamnales gestellt. HUBER (1991) nennt sowohl die Elaeagnaceae, als auch die Rhamnaceae in direktem Anschluß an die Ampelidales mit Vitaceae und Leeaceae.

Die drei Familien sind durch schuppenförmige Wachsskulpturen gekennzeichnet. Bei den Leeaceae sind sie von wenig relevanter Ausprägung. Die

Vitaceae weisen zusätzlich eine Reihe in Einzelfällen vorkommender Skulpturen auf, wie Röhrrchen, längsaggregierte Stäbchen und wenigkantige Stäbchen. Für die **Rhamnaceae** ist eine deutliche Tendenz zu rosettenförmiger Aggregation der Wachsschuppen nachgewiesen. Diese kann als Hinweis auf mögliche Beziehungen zu den Euphorbiales und Malvales, wie sie bei DAHLGREN (1989) dargestellt sind, gewertet werden.

Sowohl mit ihren Siebröhren-Plastiden vom P-Typ (BEHNKE 1974), als auch in ihrer Flavonoidausstattung (GORNALL & al. 1979) unterscheiden sich die Vitaceae und Leeaceae deutlich von den Rhamnaceae. In ihrer Blütenentwicklungsgeschichte zeigen die drei Familien jedoch auffällige Gemeinsamkeiten (BENNEK 1958; RONSE-DECRAENE & SMETS 1987; GERRATH & POSLUSZNY 1988, 1989 a,b; GERRATH & al. 1990).

Als eine eigenständige Familie mit engen Beziehungen zu den Vitaceae sollten die Leeaceae aufgrund ihrer Blütenmorphologie, Embryologie und Samenanatomie verstanden werden (NAIR 1968; RIDSDALE 1974). Der letztgenannte Autor erwähnt daneben die holzanatomischen Ähnlichkeiten zu den Dilleniaceae. In einer der beiden molekularsystematischen Phylogramme von CHASE & al. (1993) befinden sich die Vitaceae und Dilleniaceae als Schwestergruppen in einem der basalen Äste der Asteridae sensu lato.

LEEACEAE (DC.) DUMORT. (1/34)

Zwei von vier untersuchten Arten zeigen gezähnte bis gefranste Wachsschuppen auf ihren Blattoberseiten. Alle übrigen Oberflächen wiesen keine Kristalloide auf.

Leea ROYEN ex L. (34) - *L. coccinea* PLANCHON (BG BONN 1041-90) [US: Ø; OS: irr. Sch.]; *L. guineensis* G. DON (BG MB) [US/OS: Ø]; *L. rubra* BLUME (BG M) [US/OS: Ø]; *L. sambucina* (L.) WILLD. (BG M) [US: Ø; OS: irr. Sch.]. - Zwei Arten ohne Kristalloide, zwei Arten mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen auf den Blattoberseiten.

RHAMNACEAE JUSS. (53/880)

Von 39 untersuchten Arten aus elf Gattungen weisen 23 Arten aus vier Gattungen keine Kristalloide auf. Die übrigen 16 Arten aus zehn Gattungen zeigen schuppenförmige Kristalloide, die bei zwei Arten aus zwei Gattungen tendenziell und bei sechs Arten aus vier Gattungen deutlich rosettig angeordnet sind. Bei einer der acht Arten aus vier Gattungen mit Wachsschuppen ohne besondere Anordnung auf den Blattflächen finden sich quergeriefte Stäbchen auf der Sproßoberfläche.

Berchemia NECKER ex DC. (12) - *B. kulingensis* C.K. SCHNEIDER (BG M) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *B. racemosa* SIEBOLD & ZUCC. (BG BONN 3812) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]. - Alle untersuchten Oberflächen mit glattrandigen bis gezähnten Wachsschuppen in Rosetten.

Ceanothus L. (55) - *C. americanus* L. (BG BONN 3813) [US/OS: Ø]; *C. gloriosus* J.T. HOWELL (BG UBT) [US/OS: Ø]; *C. spec.* (BG BONN 702) [US/OS: Ø]; *C. spinosus* NUTT. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *C. x veitchianus* HOOK. (BG M) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide, eine Art mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen in dichten Rosetten auf der Blattunterseite.

Colletia COMM. ex JUSS. (17) - *C. atrox* MIERS (BG BONN 97) [US/OS: gl. - irr. Sch.; Spr: Kamine]; *C. spinosa* LAM. (BG BONN 668-90) [US: gl. - bandf. Sch.; OS: Ø; Spr: quger. St.]. - Beide Arten mit meist glattrandigen Wachsschuppen auf den Blattunterseiten, eine Art auch auf der Blattoberseite; die Sproboberflächen bei einer Art mit dicker Wachskruste und Kaminen um die Spaltöffnungen, bei der anderen Art mit querverieften Stäbchen.

Discaria HOOK. (15) - *D. serratifolia* (VENT.) BENTH. & HOOK. (BG BONN 703) [US/OS: irr. - bandf. Sch.]. - Unregelmäßig gerandete bis bandförmige Wachsschuppen auf beiden Blattseiten.

Helinus E. MEYER ex ENDL. (5) - *H. ovatus* E. MEY. ex HARV. & SOND. (Material DITSCH: RM) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]. - Beide Blattflächen mit unregelmäßigen Schuppen in Rosetten.

Hovenia THUNB. (2) - *H. dulcis* THUNB. (BG UBT) [US: Ø; OS: gl. - bandf. Sch.]. - Auf der Blattoberseite glattrandige bis bandförmige Wachsschuppen mit Tendenz zu rosettiger Anordnung.

Paliurus MILLER (8) - *P. spina-christi* MILLER (BG BONN 11989) [US/OS: irr. Sch.]. - Auf beiden Blattflächen unregelmäßig gerandete Wachsschuppen mit Tendenz zu rosettiger Anordnung.

Phylca L. (150) - *P. ericoides* L. (BG BONN 704) [US/OS: Ø]; *P. paniculata* WILLD. (BG M) [US: Ø; OS: irr. Sch.]; *P. plumosa* L. (BG BONN 227) [US/OS: Ø]; *P. polyfolia* (VAHL) PILLANS (BG BONN 177) [US/OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide, eine Art mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen verstreut auf der Blattoberseite.

Pomaderris LABILL. (40) - *P. aspera* SIEBER ex DC. (BG CBG) [US/OS: Ø]; *P. rugosa* CHEESEM. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *P. subrepanda* F. MUELL. ex REISS. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Rhamnus L. (125) - *R. alaternus* L. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *R. camshaticus* (BG MB 82/636/194) [US: Ø; OS: irr. Sch.]; *R. crenatus* SIEBOLD & ZUCC. (BG MB 79/1273/308) [US/OS: Ø]; *R. dahuricus* PALL. (BG MB 76/842/183) [US/OS: Ø]; *R. fallax* BOISS. (BG M) [US/OS: Ø]; *R. glandulosus* AITON (BG ER) [US/OS: Ø]; *R. globosus* BUNGE (BG MB 82/1104/191) [US/OS: Ø]; *R. hemsleyanus* SCHNEIDER (BG MB 77/1159/230) [US/OS: Ø]; *R. infectorius* L. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *R. integrifolius* DC. (BG ER) [US/OS: Ø]; *R. oleoides* L. (BG BONN) [US/OS: Ø]; *R. pallasii* FISCH. & C.A. MEY. (BG MB 81/1547/133) [US/OS: Ø]; *R. pumilus* TURRA (BG ER) [US/OS: Ø]; *R. purshianus* DC. (BG MB 76/454/197) [US: Ø; OS: gl. Sch.]; *R. saxatilis* JACQ. (BG REG) [US/OS: Ø]; *R. saxatilis* JACQ. ssp. *tinctorius* (WALDST. & KIT.) NYMAN (BG MB 72/1067/127) [US/OS: Ø]; *R. ussuriensis* J. VASS. (BG MB 72/1068/127) [US: Ø; OS: irr. Sch.]; *R. utilis* DECNE. (BG BONN 3814-90) [US: gl. - irr. Sch.; OS: Ø]. - 13 Arten ohne Kristalloide; vier Arten mit verstreuten, meist glattrandigen Wachsschuppen, davon in drei Fällen auf der Blattoberseite, in einem Fall auf der Blattunterseite.

Ziziphus MILLER (86) - *Z. mauritanica* LAM. (Material DITSCH: RM) [US: Ø; OS: gl. Sch. in Ros.]; *Z. spina-christi* WILLD. (Material DITSCH: RM) [US: Ø; OS: gl. Sch. in Ros.]. - Beide Arten mit glattrandigen, wohl erodierten Wachsschuppen in Rosetten auf den Blattoberseiten.

VITACEAE JUSS. (14/840)

Von 38 untersuchten Arten aus acht Gattungen weisen 25 Arten aus sieben Gattungen keine Kristalloide auf. Zehn Arten aus sechs Gattungen zeigen schuppenförmige Kristalloide unterschiedlicher Randausprägung, davon eine

zusätzlich wenigkantige Stäbchen an den Spaltöffnungen. Bei zwei Arten aus zwei Gattungen finden sich gebogene, zu längsgerieften Gruppen aggregierte Stäbchen. Eine Art besitzt röhrenförmige Kristalloide.

Ampelopsis MICHX. (2) - *A. aconitifolia* BUNGE (BG BONN 3802) [US/OS: Ø]; *A. bodinieri* (LÉV. & VANIOT) REHDER (BG REG) [US/OS: irr. Sch.]; *A. brevipedunculata* (MAXIM.) TRAUTV. (BG REG) [US/OS: Ø]; *A. heterophylla* (THUNB. ex A. MURRAY) SIEBOLD & ZUCC. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *A. megalophylla* (VEITCH) DIELS & GILG (BG M) [US: gl. - irr. Sch.; OS: Ø]. - Drei Arten ohne Kristalloide, zwei Arten mit meist unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen, in einem Fall mit Tendenz zu rosettiger Anordnung.

Cayratia JUSS. (45) - *C. japonica* (THUNB.) GAGNEP. (BG MB 78/2456) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Cissus L. (350) - *C. aethiopica* (BG BONN 5433) [US/OS: Ø]; *C. amazonica* LINDEN (BG UBT) [US: aggr. St.; OS: Ø]; *C. discolor* BLUME (BG MB) [US/OS: Ø]; *C. hamaderohensis* RADCLIFFE-SMITH (BG BONN 5428) [US/OS: Ø]; *C. njejerre* GILG (BG BONN 13040) [US/OS: Ø]; *C. oleracea* BOLUS (BG BONN 15662) [US/OS: gl. - plattenf. Sch.]; *C. quinata* (AITON) PLANCHON (BG BONN 15663) [US/OS: Ø]; *C. striata* RUÍZ & PAVÓN (Material DITSCH: RCH) [US/OS: irr. Sch.]; *C. tuberculata* JACQ. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *C. tuberosa* MOÇ. & SÉSSÉ ex DC. (BG BONN 5432; BG MB) [US/OS: Ø]. - Sieben Arten ohne Kristalloide; je eine Art mit glattrandigen bis plattenförmigen Wachsschuppen oder unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen auf beiden Blattflächen; eine Art mit runderlichen, meist zu kleinen längsgerieften Gruppen aggregierten Wachsstäbchen auf der Blattunterseite.

Cyphostemma (PLANCHON) ALSTON (150) - *C. bambuseti* (GILG & BRANDT) DESCOINGS ex WILLD. & R.B. DRUMM. (Material KARLOWSKI) [US/OS: Ø]; *C. camerounense* DESCOINGS (BG UBT) [US/OS: Ø]; *C. humilis* (N.E. BROTON) DESCOINGS (Material DITSCH) [US/OS: Ø]; *C. juttiae* (DINTER & GILG) DESCOINGS (BG BONN 2528-90) [US/OS: irr. Sch.]; *C. laza* DESCOINGS (BG BONN 2529) [US/OS: Ø]; *C. uter* (EXELL & MEND.) DESCOINGS (BG BONN 2353) [US/OS: gl. Sch.]. - Vier Arten ohne Kristalloide, eine Art mit dicht stehenden unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen, eine Art mit verstreuten, glattrandigen Wachsschuppen.

Parthenocissus PLANCHON (10) - *P. henryana* (HEMSL.) DIELS & GILG (BG UBT) [US/OS: aggr. St.]; *P. himalayana* (ROYLE) PLANCHON (BG UBT) [US: R.; OS: Ø]; *P. inserta* (A. KERNER) FRITSCH (BG M) [US/OS: Ø]; *P. quinquefolia* (L.) PLANCHON (BG BONN 3801) [US/OS: Ø]. - Zwei Arten ohne Kristalloide, eine Art mit zu kleinen, längsgerieften Gruppen aggregierten, gebogenen Stäbchen auf beiden Blattseiten (Abb. 29), eine Art mit röhrenförmigen Kristalloiden auf der Blattunterseite.

Rhoicissus PLANCHON (10) - *R. digitata* (L. f.) GILG & BRANDT (BG UBT) [US: irr. Sch.; OS: Ø]; *R. rhomboidea* (E. MEY.) PLANCHON (BG REG) [US/OS/Fr: irr. Sch.]. - Beide Arten mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen.

Tetrastigma (MIQ.) PLANCHON (90) - *T. lanceolarium* (WALLICH) PLANCHON (BG BONN 24557) [US/OS: Ø]; *T. rumicispermum* (LAWS.) PLANCHON (BG M) [US: gl. - plattenf. Sch.; OS: Ø]; *T. voinierianum* (PIERRE ex NICHOLS & MOTTET) GAGNEP. (BG M) [US/OS: Ø]. - Zwei Arten ohne Kristalloide, eine Art mit glattrandigen bis plattenförmigen Schuppen auf der Blattunterseite.

Vitis L. (65) - *V. amurensis* RUPR. (BG MB 68/576/127) [US/OS: Ø]; *V. coignetiae* PULL. ex PLANCHON (BG M) [US/OS: Ø]; *V. davidii* (CARR.) FOEX. (BG M) [US: irr. Sch. + kant. St.; OS: Ø]; *V. labrusca* L. (BG REG) [US/OS: Ø]; *V. riparia* MICHX. (BG MB 68/596/187) [US/OS: Ø]; *V. rupestris* SCHÉELE (BG ER) [US/OS: Ø]; *V. thunbergii* SIEBOLD & ZUCC. (BG M) [US/OS: Ø]. - Sechs Arten ohne Kristalloide, eine Art mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen auf der Blattunterseite und wenigkantigen, geraden Stäbchen an den Spaltöffnungen.

5.2.13. Linales BASKERVILLE

Die Linales sind die erste von vier Ordnungen, die anerkanntermaßen nahe miteinander verwandt sind. Dazu gehören ferner die Polygalales, Geraniales und Sapindales, von denen viele Systematiker eine zusätzliche Ordnung Rutales abspalten. Dieser Verwandtschaftskomplex nimmt innerhalb der Rosidae eine zentrale Rolle ein, da von ihnen mehr oder weniger direkt die Fabales und über die Apiales eventuell auch die Asterales abgeleitet werden können. Außerdem zeigen sie Beziehungen zu den Magnoliidae und Rosales. DAHLGREN (1989) fügt ihnen die Fabales, Celastrales und Rhizophorales an und faßt alle als Rutanae zum artenreichsten Komplex innerhalb der Dilleniidae und Rosidae zusammen.

Eine ähnlich zentrale Rolle gesteht HALLIER (1923) den Linaceae zu, die bei ihm nicht nur einen später nie wieder gekannten Umfang annehmen, sondern auch Ausgangspunkt für eine große Zahl von Entwicklungslinien darstellen.

TAKHTAJAN (1987) verfährt ähnlich wie DAHLGREN (1989). THORNE (1992 b) faßt hingegen nur die Linales, Geraniales, Rhizophorales und Polygalales zusammen zu der Überordnung Geranianae, welche er in die Nachbarschaft der Rutanae stellt. Bei FROHNE & JENSEN (1992) sind die Linales in die Geraniales eingeschlossen.

HUBER (1991) zählt auch die Dichapetalaceae zu den Linales. Ferner erwähnt er, daß zumindest ein Teil der biovulaten Euphorbiaceae in die Ordnung gehört. In einer Position zwischen den Linales und den Celastrales führt er die Malpighiaceae auf.

Bei GOLDBERG (1986) werden die Ctenolophonaceae, Ixonanthaceae und Dichapetalaceae in die Celastraceae gestellt. Die übrigen Familien der Linales ordnet er in die Geraniales, welche direkt neben den Polygalales und in der weiteren Nachbarschaft der Sapindales und Rutales angesiedelt sind.

Mit den 32 hier untersuchten Arten aus 12 Gattungen stehen nunmehr Daten von 41 Arten aus 18 Gattungen zur Auswertung bereit. Die häufigste Wachstumsform sind gruppenweise parallel angeordnete Schuppen. Diese sind jedoch bis auf eine Art bei den Ixonanthaceae auf die Linaceae beschränkt. Die Erythroxylaceae weisen überwiegend rosettenförmig aggregierte Wachsschuppen auf. Diese sind auch für die Oxalidaceae charakteristisch.

Nach pollenmorphologischen Befunden sind die Hugoniaceae, Linaceae, Ixonanthaceae, Erythroxylaceae und Zygophyllaceae nahe miteinander verwandt (OLTMANN 1971). Wachsmikromorphologisch läßt sich dies nicht bestätigen.

Tabelle 26: Die Familien der Linales in den konventionellen Systemen (Familien, deren Wachsmikromorphologie in diesem Kapitel vorgestellt wird, sind unterstrichen).

Familie	CRONQUIST 1988	DAHLGREN 1989	TAKHTAJAN 1987	THORNE 1992 b, pers. Mittlg.
<u>Balanitaceae</u>	(in Zygophyllac.)	Rutanae Geraniales	Rosidae Rutanae Rutales	Geraniae Linales
<u>Ctenolophonaceae</u>	(in Hugoniaceae)	Rutanae Linales	Rosidae Rutanae Linales	Geraniae Linales
<u>Erythroxyloaceae</u>	Rosidae Linales	Rutanae Linales	Rosidae Rutanae Linales	Geraniae Linales
Hugoniaceae	Rosidae Linales	(in Linaceae)	Rosidae Rutanae Linales	Geraniae Linales
Humiriaceae ¹	Rosidae Linales	Rutanae Linales	Rosidae Rutanae Linales	Geraniae Linales
<u>Ixonanthaceae</u>	Rosidae Linales	Rutanae Linales	Rosidae Rutanae Linales	Geraniae Linales
Lepidobotryaceae	(in Oxalidaceae)	Rutanae Linales	Rosidae Rutanae Geraniales	(in Oxalidaceae)
<u>Linaceae</u>	Rosidae Linales	Rutanae Linales	Rosidae Rutanae Linales	Geraniae Linales
Oxalidaceae	Rosidae Geraniales	Rutanae Linales	Rosidae Rutanae Geraniales	Geraniae Geraniales
Zygophyllaceae	Rosidae Sapindales	Rutanae Geraniales	Rosidae Rutanae Rutales	Geraniae Linales

¹ Die Familie wurde von DITSCH & BARTHOLOTT (1994) wachsmikromorphologisch untersucht.

Aufgrund embryologischer Daten zeigen die **Linaceae** Beziehungen zu Geraniaceae, Oxalidaceae und Malpighiaceae (BOESEWINKEL 1980). Von diesen zeigt jedoch keine die typischen Wachsskulpturen der Linaceae. Oxalidaceae und Malpighiaceae weisen gemeinschaftlich rosettenförmig aggregierte Wachsschuppen auf.

Die **Erythroxylaceae** weisen embryologische und samenanatomische Gemeinsamkeiten mit, aber auch Unterschiede zu den Linaceae auf (BOESEWINKEL & GEENEN 1980). D'ARCY & SCHANEN (1975) erwähnen die nahe Verwandtschaft der Erythroxylaceae mit Linaceae, Humiriaceae und Malpighiaceae. Einige Gattungen (*Roucheria*, *Hebepetalum*, *Lepidobothrys*) vermitteln ihnen zufolge zwischen Erythroxylaceae und Linaceae.

VAN HOOREN & NOOTEBOOM (1984) befürworten die Eigenständigkeit von **Ctenolophonaceae** und **Ixonanthaceae**, getrennt von den Linaceae. METCALFE & al. (1968) postulieren aufgrund palynologischer Daten eine nähere Verwandtschaft der Ixonanthaceae und Irvingiaceae zu den Simaroubaceae, als zu den Linaceae. Dem widerspricht OLTMANN (1971). Palynologische Daten befürworten einen Anschluß der Ctenolophonaceae an die Malpighiaceae (SAAD 1962). Blütenmorphologische Merkmale deuten auf engere Beziehungen der Ctenolophonaceae und Ixonanthaceae zu den Humiriaceae (LINK 1992 a,b). Ebenfalls auf die Blütenmorphologie berufen sich NARAYANA & RAO (1978) in ihrer Empfehlung, die Ctenolophonaceae, Ixonanthaceae und Lepidobotryaceae in die Linaceae einzugliedern. Ferner schließen sie aus ihren Beobachtungen, daß die Humiriaceae weniger stark abgeleitet als die Linaceae und Erythroxylaceae, nichtsdestotrotz mit ihnen nahe verwandt sind.

Auch holzanatomisch stehen die **Humiriaceae** den Linaceae, Erythroxylaceae und Malpighiaceae nahe (CUATRECASAS 1961). Die Humiriaceae ähneln embryologisch und samenanatomisch den übrigen Familien des Linales-Malpighiales-Komplexes (BOESEWINKEL 1985 a). Ihre Pollenmorphologie unterstützt eher eine Nähe nur zu den Malpighiales, insbesondere zu den Malpighiaceae und Erythroxylaceae (SURYAKANTA 1974). Anhand der unterschiedlichen Siebröhren-Plastiden-Typen erläutert BEHNKE (1988) eine Entwicklungslinie von Humiriaceae über Erythroxylaceae zu Rhizophoraceae, welche basal an die Linaceae anschließt und parallel zu einer entsprechenden Geraniales-Linie verläuft.

CTENOLOPHONACEAE (H. WINKL.) EXELL & MENDONÇA (1/3)

Auf dem Herbarmaterial wurden keine Kristalloide nachgewiesen, die nicht auf die vorliegende Verpilzung der Oberfläche zurückzuführen sind.

Ctenolophon OLIVER (3) - *C. philippinensis* HALL. f. (BR: SULIT PNH 6146) [US/OS: Ø].

ERYTHROXYLACEAE KUNTH (4/260)

Von acht untersuchten Arten aus drei Gattungen zeigen sechs Arten aus zwei Gattungen glattrandige bis unregelmäßig gerandete Wachsschuppen mit

meist deutlich rosettiger Anordnung. Bei zwei Arten aus zwei Gattungen finden sich auf dem erodierten Herbarmaterial keine Kristalloide.

Erythroxylon P. BROWNE (250) - *E. brevipes* DC. (B: P. SINTENIS 6751) [US: gl. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *E. catharinense* A. AMARAL (B: REITZ & KLEIN 3894) [US: gl. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *E. coca* LAM. (BG BONN 1169-50) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *E. emarginatum* THONN. (B: A. BALSINHAS 665) [US/OS: Ø]; *E. foetidum* T. PLOWMAN (B: T. PLOWMAN 13750) [US: gl. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *E. novogranatense* (MORRIS) HIERON. (BG MB) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]. - Eine Art ohne Kristalloide, sonst alle Arten zumindest auf den Blattunterseiten mit glattrandigen bis gezähnten Wachsschuppen, die meist deutlich in Rosetten angeordnet sind (Abb. 22).

Nectaropetalum ENGL. (6) - *N. kaessneri* ENGL. (B: J.B. GILLET & S.P. KIBUWA 19851) [US: gl. plattenf. + irr. Sch.; OS: Ø]. - Auf der Blattunterseite große, glattrandige, mehr oder weniger plattenförmige sowie kleinere, unregelmäßig gerandete Wachsschuppen mit Tendenz zu rosettiger Anordnung.

Pinacopodium EXELL & MENDONÇA (2) - *P. congolense* (S. MOORE) EXELL & MENDONÇA (B: LE TESTU 5857) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

IXONANTHACEAE (BENTH.) EXELL & MENDONÇA (4/20)

Von den fünf untersuchten Arten aus drei Gattungen zeigen nur zwei Arten der Gattung *Ochthocosmus* schuppenförmige Kristalloide, die meistens erodiert, glattrandig bis unregelmäßig geformt sind und bei einer Art eine parallele Ausrichtung an den Spaltöffnungen der Blattunterseite, rosettige Anordnung auf der Blattoberseite aufweisen

Allantosperrum FORMAN (2) - *A. borneense* FORMAN (B: J.A.R. ANDERSON 15818) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Ixonanthes JACK (3) - *I. chinensis* CHAMP. (B: N.K. CHUN & C.L. TSO 44135) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Ochthocosmus BENTH. (14) - *O. dewevrei* (ENGL.) HALLIER (B: STAHEL 1603) [US: irr. Sch.; OS: Ø]; *O. lemaireanus* DE WILD. & TH. DUR. var. *candidus* (ENGL. & GILG) WILCZECK (B: A.A. BULLOCK 1121) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *O. senensis* (ENGL.) HALLIER (B: H.J. SCHLIEBEN 5345) [US/OS: Ø]. - Eine Art ohne Kristalloide, eine Art mit unregelmäßigen, meist erodierten Wachsschuppen auf der Blattunterseite, eine Art mit glattrandigen bis unregelmäßigen, häufig erodierten Wachsschuppen auf der Blattunterseite um die Spaltöffnungen meist parallel angeordnet, auf der Blattoberseite meist in rosettiger Anordnung.

LINACEAE DC. ex GRAY (14/290)

Von den 18 untersuchten Arten aus fünf Gattungen zeigen nur zwei Arten aus zwei Gattungen keine Kristalloide. Alle übrigen weisen glattrandige bis meist gezähnte Wachsschuppen auf, die nur bei zwei Arten aus zwei Gattungen nicht in dichten Gruppen parallel angeordnet sind, sondern in parallelen Reihen. Bei einer Art sind nur die Wachsschuppen der Blattoberseite abweichend nicht parallel angeordnet.

Anisadenia WALLICH ex MEISSNER (2) - *A. saxatilis* WALLICH ex MEISSNER (B: PUT 3379) [US/OS: gl. - irr. Sch.]. - Auf beiden Blattflächen glattrandige bis gezähnte Wachsschuppen mit Tendenz zur gruppenweise parallelen Anordnung einerseits, zur stellenweise rosettigen Aggregation andererseits.

Cliococca BAB. (1) - *C. selaginoides* (LAM.) C.M. ROGERS & MILDNER (BG BONN 8514) [US/OS: gl. - irr. Sch.]. - Glattrandige bis unregelmäßige Wachsschuppen mit häufig paralleler Ausrichtung auf beiden Blattflächen.

Linum L. (200) - *L. amurense* ALEF. (BG BONN 9545-90) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *L. austriacum* L. (BG BONN 7074-90) [US/OS: irr. Sch.]; *L. flavum* L. (BG BONN 3779-90) [US/OS: irr. Sch.]; *L. grandiflorum* DESF. (BG M) [US/OS: irr. Sch.]; *L. maritimum* L. (BG BONN 7075) [US/OS: irr. Sch.]; *L. monogynum* FORST. f. (BG BOCH) [US/OS: irr. Sch.]; *L. narbonense* L. (BG BONN 8344) [US/OS: irr. Sch.]; *L. perenne* L. ssp. *alpinum* (JACQ.) OCKEND. (BG BOCH; BG MB 83/886/66; BG REG) [US/OS: irr. Sch.]; *L. perenne* L. ssp. *lewisii* (PURSH) HULT. (BG BONN 9406-90) [US/OS: irr. Sch.]; *L. suffruticosum* L. ssp. *salsoloides* ROUY (BG BOCH) [US/OS: irr. Sch.]; *L. tenuifolium* L. (BG M) [US/OS: irr. Sch.]; *L. thracicum* (GRISEB.) DEGEN (BG MB 81/439/322) [US/OS: irr. Sch.]; *L. usitatissimum* L. (BG REG) [US/OS: irr. Sch.]; *L. viscosum* L. (BG M 163/73 w) [US/OS: Ø]. - Eine Art ohne Kristalloide, alle übrigen mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen, die nur bei *L. narbonense* und auf der Blattoberseite von *L. monogynum* nicht in dichten Gruppen parallel ausgerichtet sind (Abb. 14).

Reinwardtia DUMORT. (2) - *R. indica* DUMORT. (BG BONN 9618) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *R. trigyna* (ROXB.) PLANCHON (BG M) [US/OS: gl. - irr. Sch.]. - Beide Arten mit glattrandigen bis gezähnten Wachsschuppen meist in gruppenweise paralleler Anordnung.

Tirpitzia HALLIER f. (2) - *T. sinensis* (HEMSL.) H. HALLIER (B: J. CAVALERIE & E. BODINIER 2462) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

5.2.14. Polygalales DUMORT.

Die Polygalales ähneln in vielen Merkmalen den Sapindales. Sie werden daher in den meisten Systemen in deren Nachbarschaft angesiedelt. Nur GOLDBERG (1986) und THORNE (1992 b) stellen sie neben die Geraniales. Über die Zugehörigkeit der Polygalaceae, Malpighiaceae, Krameriaceae, Trigoniaceae, Vochysiaceae und Xanthophyllaceae zu den Polygalales besteht allgemein keine Unstimmigkeit. Für die Emblingiaceae wird alternativ eine Stellung in den Sapindales diskutiert (TAKHTAJAN 1987; DAHLGREN 1989; THORNE 1992 b). Die Tremandraceae sind bei DAHLGREN (1989) und THORNE (1992 b) in die Pittosporales eingegliedert und vermitteln somit zu den Apiales/Araliales.

Bei den molekularsystematischen Analysen von CHASE & al. (1993) finden sich die einzelnen Familien der Polygalales verstreut in einem als „Rosid I“ bezeichneten Ast wieder. Dabei stehen die Krameriaceae benachbart zu den Zygophyllaceae, die Polygalaceae zu den Fabales, die Malpighiaceae zu den Euphorbiaceae und Passifloraceae, die Trigoniaceae zu den Chrysobalanaceae, die Tremandraceae zu den Cunoniaceae und die Vochysiaceae zu den Melastomataceae. Dabei fällt auf, daß in den meisten Fällen Familien mit Wachrosetten jeweils zusammengestellt werden. Die molekularsystematische Analyse

der Myrtales von CONTI & al. (1996) deutet ebenfalls auf eine mögliche Einordnung der Vochysiaceae in die Myrtales, was durch wachsmikromorphologische Daten unterstützt werden könnte.

Tabelle 27: Die Familien der Polygalales in den konventionellen Systemen (Familien, deren Wachsmikromorphologie in diesem Kapitel vorgestellt wird, sind unterstrichen).

Familie	CRONQUIST 1988	DAHLGREN 1989	TAKHTAJAN 1987	THORNE 1992 b, pers. Mittlg.
<u>Emblingiaceae</u>	(in Polygalaceae)	Rutanae Sapindales	Rosidae Rutanae Sapindales	(in Sapindaceae)
<u>Krameriaceae</u> ¹	Rosidae Polygalales	Rutanae Polygalales	Rosidae Rutanae Polygalales	Geranianae Polygalales
<u>Malpighiaceae</u>	Rosidae Polygalales	Rutanae Polygalales	Rosidae Rutanae Polygalales	Geranianae Polygalales
<u>Polygalaceae</u>	Rosidae Polygalales	Rutanae Polygalales	Rosidae Rutanae Polygalales	Geranianae Polygalales
<u>Tremandraceae</u>	Rosidae Polygalales	Aralianae Pittosporales	Rosidae Rutanae Polygalales	Aralianae Pittosporales
<u>Trigoniaceae</u>	Rosidae Polygalales	Rutanae Polygalales	Rosidae Rutanae Polygalales	Geranianae Polygalales
<u>Vochysiaceae</u>	Rosidae Polygalales	Rutanae Polygalales	Rosidae Rutanae Polygalales	Geranianae Polygalales
<u>Xanthophyllaceae</u>	Rosidae Polygalales	(in Polygalaceae)	(in Polygalaceae)	(in Polygalaceae)

¹ Die Familie wurde von DITSCH & al. (1995) wachsmikromorphologisch untersucht.

Mit den 45 hier untersuchten Arten aus 23 Gattungen liegen nunmehr Wachsdaten von 52 Arten aus 24 Gattungen vor. Bei 20 Arten wurden keine Kristalloide nachgewiesen. Weitere 18 Arten zeigen Wachsschuppen ohne besondere Anordnung. Charakteristisch für die Familien der Malpighiaceae und Tremandraceae scheinen rosettenförmig aggregierte Schuppen zu sein. Je eine Art der Polygalaceae weist parallel angeordnete Schuppen oder quergeriefte Stäbchen auf.

Die **Malpighiaceae** zeigen samenanatomische Beziehungen zu den Linales (BOESEWINKEL 1994). Ihre Pollenmorphologie ähnelt jedoch eher der der Hypericaceae und Caryocaraceae, beides Vertreter der Theales (LOBREAU 1967; OLTMANN 1971). Die Pollen der Malpighiaceae bieten jedoch nach YUNUS (1990) zur Klärung der Verwandtschaftsverhältnisse keine wertvollen Informationen. SHANMUKHA RAO & SARMA (1992) befürworten aufgrund trichommorphologischer Daten eine nahe Verwandtschaft zu den Vochysiaceae und Trigoniaceae und die Aufstellung einer eigenen Ordnung Malpighiales, getrennt von den Polygalales.

In ihrer multidisziplinären Analyse der **Emblingiaceae** stellen ERDTMAN & al. (1969) pollenmorphologische Beziehungen zu den Polygalaceae fest. Ihre Blütenmorphologie befürwortet jedoch eine Stellung in der Nähe der Sapindaceae. In weiteren Merkmalen bestehen auffallende Übereinstimmungen mit den Goodeniaceae. Über holzanatomische Beziehungen besteht für die Emblingiaceae weiterhin keine Gewißheit (CARLQUIST 1978).

ERIKSEN (1993) gliedert die **Xanthophyllaceae** aufgrund cladistischer Analysen in die Polygalaceae. Embryologisch sind sie ursprünglicher ausgestattet als die Polygalaceae (VERKERKE 1984). Dennoch wird von VAN DER MEIJDEN (1982) für die Gattung eine Stellung als abgeleitete Tribus innerhalb der Polygalaceae vorgeschlagen.

Die Holzanatomie der **Tremandraceae** ähnelt der der Pittosporaceae (CARLQUIST 1977). Dadurch wird eine nähere Verwandtschaft zu den Sapindales, Rutales oder Polygalales unwahrscheinlich.

Morphologischen Studien zufolge (ANDERSON 1990) teilen die **Trigoniaceae** die meisten Ähnlichkeiten mit den Vochysiaceae und Malpighiaceae. Die Embryologie und Samen-anatomie der Trigoniaceae befürworten eine Einordnung der Familie in die Linales (BOESEWINKEL 1987 a). SHANMUKHA RAO & SARMA (1992) sprechen sich für eine Eingliederung der Trigoniaceae in eine abgetrennte Ordnung Malpighiales aus. Dorthinein gehören ihrer Meinung nach auch die **Vochysiaceae**, für die enge Beziehungen zu einem erweiterten Linales-Komplex aufgrund embryologischer und samenanatomischer Daten erwiesen sind (BOESEWINKEL 1987 b; BOESEWINKEL & VENTURELLI 1987).

Die **Krameriaceae** weisen in ihrer Wachsmikromorphologie keine Übereinstimmung mit den Fabales auf (DITSCH & al. 1995). Dies wird durch serologische (BUSSE-JUNG 1979), blütenmorphologische und holzanatomische Daten (DICKISON 1981) unterstützt. Palynologische Untersuchungen (SIMPSON & SKVARLA 1981) vermögen nicht klärend zur systematischen Stellung der Krameriaceae beizutragen

EMBLINGIACEAE (PAX) AIRY SHAW (1/1)

Das stark kontaminierten Herbarmaterial weist keine Kristalloide auf.

Emblingia F. MUELL. (1) - *E. calceoliflora* F. MUELL. (B: C.A. GARDNER 9388) [US/OS: Ø].

MALPIGHIACEAE JUSS. (69/1120)

Von 13 untersuchten Arten aus acht Gattungen weisen nur die drei Arten der Gattung *Malpighia* keine Kristalloide auf. Ansonsten findet man bevorzugt auf den Blattoberseiten glattrandige bis unregelmäßige Wachsschuppen in rosettiger Anordnung. Die Rosetten sind oft von sehr unterschiedlicher Größe. Bei den zwei Arten der Gattung *Dinemandra* stehen die Schuppen so dicht, daß man die rosettige Anordnung nur stellenweise erkennen kann.

Banisteriopsis C. ROBINSON & SMALL (92) - *B. muricata* (CAV.) CUATREC. (BG M) [US: Ø; OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]. - Rosettenförmig aggregierte Wachsschuppen auf der Blattoberseite.

Bunchosia RICH. ex KUNTH (55) - *B. spec.* (BG BOCH) [US: Ø; OS: gl. Sch. in Ros.]. - Glattrandige Wachsschuppen in rosettiger Anordnung auf der Blattoberseite.

Dinemandra A. JUSS. (6) - *D. cf. ericoides* A. JUSS. (Material DITSCH: RCH) [US/OS: irr. Sch.]; *D. cf. glaberrima* A. JUSS. (Material DITSCH: RCH) [US/OS: irr. Sch.]. - Auf allen untersuchten Oberflächen dicht stehende unregelmäßig gerandete Wachsschuppen mit Tendenz zu rosettiger Anordnung.

Galphimia CAV. (10) - *G. gracilis* BARTL. (BG M) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]. - Glattrandige bis unregelmäßig gezähnte Wachsschuppen in unterschiedlich großen Rosetten.

Heteropteris KUNTH (120) - *H. angustifolia* GRISEB. (BG DR) [US: gek. - gez. Sch. in Ros.; OS: gl. Sch. in Ros.]; *H. chrysophylla* KUNTH (BG BONN 5035) [US: Ø; OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]. - Beide Arten mit glattrandigen bis unregelmäßig gezähnten Wachsschuppen in Rosetten angeordnet.

Hiptage GAERTNER (30) - *H. benghalensis* (L.) KURZ (BG MB) [US/OS: gl. - irr. Sch.]. - Auf beiden Blattflächen meist glattrandige Wachsschuppen.

Malpighia L. (40) - *M. coccigera* L. (BG MB) [US/OS: Ø]; *M. glabra* L. (BG MB) [US/OS: Ø]; *M. urens* L. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Tristellateia THOUARS (20) - *T. spec.* (Material DITSCH: RM) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *T. spec.* (Material DITSCH: RM) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]. - Beide Arten mit unterschiedlich großen, gelegentlich sehr komplexen Rosetten aus glattrandigen bis unregelmäßig gezähnten Wachsschuppen auf beiden Blattflächen.

POLYGALACEAE R. BR. (18/950)

Von 15 untersuchten Arten aus fünf Gattungen zeigen neun Arten aus vier Gattungen keine Kristalloide. Eine Art der Gattung *Polygala* zeigt ebenso wie ihre Unterart und eine Hybride, bei der sie einen Elternteil stellt, auf beiden Blattseiten quergeriefte Stäbchen. Die übrigen fünf Arten aus zwei Gattungen weisen schuppenförmige Kristalloide auf, die bei *Diclidanthera laurifolia* in parallelen Linien angeordnet sind (Abb. 18). Solche parallelen Linien können sich gruppenweise in unterschiedlichen Richtungen verlaufend überlagern.

Carpolobia G. DON f. (4) - *C. alba* G. DON (B: J. LOUIS 6535) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Diclidanthera C. MARTIUS (8) - *D. laurifolia* C. MARTIUS (B: E. PEREIRA 7659) [US/OS: gl. Sch.]. - Auf beiden Blattflächen glattrandige Schuppen, angeordnet in parallelen Reihen, wobei z.T. Überlagerungen von Feldern paralleler Linien unterschiedlicher Richtung vorkommen (Abb. 18).

Monnina RUIZ & PAVÓN (150) - *M. spec.* (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Nylandtia DUMORT. (1) - *N. spinosa* (L.) DUMORT. (B: A. PETER 50796) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Polygala L. (500) - *P. chamaebuxus* L. (BG BONN 22533) [US: Ø; OS: irr. Sch.]; *P. comosa* SCHKUHR (BG ER) [US/OS: irr. Sch.]; *P. x dalmasiana* Hort. (BG BONN 11635-70) [US/OS: quger. St.]; *P. filicaulis* BAILLON (Material DITSCH: RM) [US/OS: Ø]; *P. heterantha* H. PERR. (Material DITSCH: RM) [US: gl. - irr. Sch.; OS: Ø]; *P. isaloensis* H. PERR. (Material DITSCH: RM) [US/OS: Ø]; *P. myrtifolia* L. (BG M) [US/OS: quger. St.]; *P. myrtifolia* L. var. *grandiflora* HOOK. (BG BOCH) [US/OS: quger. St.]; *P. pilosa* BAKER (Material DITSCH: RM) [US/OS: Ø]; *P. schoenlankii* O. HOFFM. & HILDEBR. ex O. HOFFM. (Material DITSCH: RM) [US/OS: Ø]; *P. pilosa* BAKER (Material DITSCH: RM) [US/OS: Ø]; *P. spec.* (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]; *P. vayredae* COSTA (BG M) [US/OS: gl. - irr. Sch.]. - Sechs Arten ohne Kristalloide; vier Arten mit glattrandigen bis unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen; eine Art, ihre Unterart und eine Hybride mit quergerieften Stäbchen (Abb. 38).

TREMANDRACEAE R. BR. ex DC. (3/43)

Von den sechs untersuchten Arten aus drei Gattungen weist nur eine Art keine Kristalloide auf. Die übrigen Arten zeigen unregelmäßig gerandete Wachsschuppen auf, die bei den zwei *Tremandra*-Arten tendenziell rosettig angeordnet sind.

Platytheca STEETZ (2) - *P. juniperina* DOMIN (B: W. GREUTER 18166) [US: irr. Sch.; OS: plattenf. Sch.]; *P. verticillata* (HUEG.) BAILL. (B: A.S. GEORGE 6956) [US/OS: Ø]. - Eine Art ohne Kristalloide, eine Art mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen auf der Blattunterseite und plattenförmigen Wachsschuppen auf der Blattoberseite.

Tetratheca SM. (39) - *T. bauerifolia* F.MUELL. (B: W. GREUTER 21280) [US/OS: irr. Sch.]; *T. spec.* (BG CBG) [US/OS: irr. Sch.]. - Auf allen untersuchten Oberflächen unregelmäßig gerandete Wachsschuppen, die auf den Blattunterseiten besonders dichte Bestände bilden.

Tremandra R. BR. ex DC. (2) - *T. diffusa* R. BR. ex DC. (B: P.G. WILSON 6290) [US: irr. Sch.; OS: Ø]; *T. stelligera* R. BR. ex DC. (B: H. & E. WALTER 331) [US: irr. Sch.; OS: Ø]. - Bei beiden Arten unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen mit deutlicher Tendenz zu rosettiger Anordnung auf den Blattunterseiten.

TRIGONIACEAE ENDL. (4/27)

Von vier untersuchten Arten aus drei Gattungen weisen zwei Arten aus zwei Gattungen keine Kristalloide auf. Die übrigen zwei Arten aus zwei Gattungen zeigen meist glattrandige Wachsschuppen.

Humbertiodendron LEANDRI (1) - *H. saboureaui* LEANDRI (B: ex P) [US/OS: gl. - plattenf. Sch.]. - Glattrandige bis plattenförmige Wachsschuppen auf beiden Blattflächen.

Trigonia AUBLET (24) - *T. boliviana* WARMING (B: C. TROLL 522) [US/OS: Ø]; *T. laevis* AUBLET var. *laevis* (B: A.L. STOFFERS & al. 112) [US: gl. Sch.; OS: Ø]. - Eine Art mit glattrandigen Wachsschuppen auf der Blattunterseite.

Trigoniastrum MIQ. (1) - *T. hypoleucum* MIQ. (B: J. SINGH SAN 21020) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

VOCHYSIACEAE ST.-HIL. (8/210)

Zwei der drei untersuchten Arten zeigen unregelmäßig gerandete Wachsschuppen mit Tendenz zu gruppenweise paralleler Anordnung.

Qualea AUBLET (59) - *Q. cf. cordata* SPRENG. (BONN: SPLETT 1037) [US/OS: Ø]; *Q. parviflora* MARTIUS (BONN: SPLETT 103) [US: Ø; OS: irr. Sch.]. - Eine Art ohne Kristalloide, eine Art mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen auf der Blattoberseite, z.T. in parallelen Gruppen.

Vochysia AUBLET (100) - *V. cf. discolor* WARM. (BONN: SPLETT 1036) [US: irr. Sch.; OS: Ø]. - Unregelmäßig gerandete Wachsschuppen auf der Blattunterseite, z.T. in parallelen Gruppen.

XANTHOPHYLLACEAE GAGNEPAIN (1/93)

Alle drei untersuchten Arten mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen.

Xanthophyllum ROXB. (93) - *X. bibracteatum* GAGNEP. (B: M. l'abbé BON 2672) [US/OS: irr. Sch.]; *X. discolor* CHOD. ssp. *macranthum* MEIJDEN (B: M. RAMOS & G. EDANO 14034) [US: irr. Sch.; OS: Ø]; *X. lanceatum* (MIQ.) J.J. SMITH (B: M.E. POILANE 19237) [US/OS: irr. Sch.].

5.2.15. Sapindales DUMORT.

Unter den vier Ordnungen Linales, Geraniales, Polygalales und Sapindales nehmen letztere eine zentrale Stellung ein, die mannigfaltige Beziehungen zu außerhalb dieser Gruppe stehenden Ordnungen aufweist. Unterschiedliche Familien der Sapindales vermitteln über die Connaraceae zu den Rosales, über die Rhizophorales zu den Myrtales, über die Bretschneideraceae und Akaniaceae zu den Capparales und über die Rutaceae zu den Apiales und, darüber hinaus, zu den Asteridae.

In den meisten Systemen wird eine Reihe von Familien als eigene Ordnung Rutales von den Sapindales abgetrennt (GOLDBERG 1986; TAKHTAJAN 1987; DAHLGREN 1989; EHRENDORFER 1991; FROHNE & JENSEN 1992). Die Kerngruppe der Sapindales sensu stricto wird gebildet durch die Aceraceae, Akaniaceae, Bretschneideraceae, Hippocastanaceae, Melianthaceae und Sapindaceae. Die Staphyleaceae werden alternativ in die Rosales, die Emblingiaceae in die Polygalales gestellt. Folgende Familien stellen die Kerngruppe der Rutales: Burseraceae, Cneoraceae, Irvingiaceae, Kirkiaceae, Meliaceae, Ptaeroxylaceae,

Rutaceae und Simaroubaceae. Die Rhabdodendraceae werden alternativ in die Rosales, die Tepuianthaceae in die Celastrales eingeordnet.

Tabelle 28: Die Familien der Sapindales und Rutenales in den konventionellen Systemen (Familien, deren Wachsmikromorphologie in diesem Kapitel vorgestellt wird, sind unterstrichen).

Familie	CRONQUIST 1988	DAHLGREN 1989	TAKHTAJAN 1987	THORNE 1992 b, pers. Mittlg.
<u>Aceraceae</u>	Rosidae Sapindales	Rutanae Sapindales	Rosidae Rutanae Sapindales	(in Sapindaceae)
<u>Akaniaceae</u>	Rosidae Sapindales	Rutanae Sapindales	Rosidae Rutanae Sapindales	Rutanae Rutales Sapindineae
<u>Anacardiaceae</u>	Rosidae Sapindales	Rutanae Sapindales	Rosidae Rutanae Rutales	Rutanae Rutales Rutineae
<u>Balanitaceae</u>	(in Zygophyllac.)	Rutanae Geraniales	Rosidae Rutanae Rutales	Geraniales Linales
<u>Bretschneiderac.</u>	Rosidae Sapindales	Rutanae Sapindales	Rosidae Rutanae Sapindales	Rutanae Rutales Sapindineae
<u>Burseraceae</u>	Rosidae Sapindales	Rutanae Rutales	Rosidae Rutanae Rutales	Rutanae Rutales Rutineae
<u>Cneoraceae</u>	Rosidae Sapindales	Rutanae Rutales	Rosidae Rutanae Rutales	Rutanae Rutales Rutineae
Connaraceae ^{1,3}	Rosidae Rosales	Rutanae Sapindales	Rosidae Rutanae Connarales	Rutanae Rutales Fabineae
<u>Coriariaceae</u> ²	Magnoliidae Ranunculales	Rutanae Sapindales	Rosidae Rutanae Coriariales	Rutanae Rutales Coriariineae
Emblingiaceae	Rosidae Polygalales (in Polygalaceae)	Rutanae Sapindales	Rosidae Rutanae Sapindales	(in Sapindaceae)
Fabaceae ³	Rosidae Fabales	Rutanae Fabales	Rosidae Fabanae Fabales	Rutanae Rutales Fabineae

<u>Hippocastanaceae</u>	Rosidae Sapindales	Rutanae Sapindales	Rosidae Rutanae Sapindales	(in Sapindaceae)
<u>Irvingiaceae</u>	(in Simaroubac.)	(in Simaroubac.)	Rosidae Rutanae Rutales	(in Simaroubac.)
<u>Julianiaceae</u>	Rosidae Sapindales	(in Anacardiaceae)	(in Anacardiaceae)	(in Anacardiaceae)
<u>Kirkiaceae</u> (in Simaroubac.)	(in Simaroubac.)	(in Simaroubac.)	Rosidae Rutanae Rutales	(in Simaroubac.)
<u>Leitneriaceae</u>	Hamamelidaceae Leitneriales	Rutanae Sapindales	Rosidae Rutanae Leitneriales	Rutanae Rutales Rutinae
<u>Meliaceae</u>	Rosidae Sapindales	Rutanae Rutales	Rosidae Rutanae Rutales	Rutanae Rutales Rutinae
<u>Melanthaceae</u>	Rosidae Sapindales	Rutanae Sapindales	Rosidae Rutanae Sapindales	Rutanae Rutales Sapindineae
<u>Meliosmaceae</u>	(in Sabiaceae)	Rutanae Sapindales	(in Sabiaceae)	(in Sabiaceae)
Moringaceae	Dilleniaceae Capparales	Violanae Capparales	Dilleniaceae Violanae Moringales	Rutanae Rutales Sapindineae
<u>Nitrariaceae</u> (in Zygophyllac.)	(in Zygophyllac.)	Rutanae Geraniales	Rosidae Rutanae Rutales	(in Zygophyllac.)
<u>Peganaceae</u> (in Zygophyllac.)	(in Zygophyllac.)	Rutanae Geraniales	Rosidae Rutanae Rutales	(in Zygophyllac.)
Physenaceae	Hamamelidaceae Urticales (app. pro tempore)	Violanae Violales	Rosidae Rutanae Sapindales	(incertae sedis)
<u>Podoaceae</u>	(in Anacardiaceae)	Rutanae Sapindales	(in Anacardiaceae)	(in Anacardiaceae)
<u>Ptaeroxylaceae</u>	(in Sapindaceae)	Rutanae Rutales	Rosidae Rutanae Rutales	Rutanae Rutales Rutinae
Rhabdodendrac.	Rosidae Rosales	Rosanae Rosales	Rosidae Rutanae Rutales	Rutanae Rutales Rutinae

<u>Rutaceae</u>	Rosidae Sapindales	Rutanae Rutales	Rosidae Rutanae Rutales	Rutanae Rutales Rutinae
<u>Sabiaceae</u> ²	Magnoliidae Ranunculales	Rutanae Sapindales	Rosidae Rutanae Sapindales	Rutanae Rutales Sapindineae
<u>Sapindaceae</u>	Rosidae Sapindales	Rutanae Sapindales	Rosidae Rutanae Sapindales	Rutanae Rutales Sapindineae
<u>Simaroubaceae</u>	Rosidae Sapindales	Rutanae Rutales	Rosidae Rutanae Rutales	Rutanae Rutales Rutinae
<u>Staphyleaceae</u>	Rosidae Sapindales	Rutanae Sapindales	Rosidae Rutanae Sapindales	Rosanae Cunoniales
<u>Stylobasiaceae</u> ¹	(in Surianaceae)	(in Surianaceae)	Rosidae Rutanae Sapindales	(in Sapindaceae)
<u>Surianaceae</u> ¹	Rosidae Rosales	Rosanae Rosales	Rosidae Rutanae Rutales	Rutanae Rutales Fabinae
<u>Tapisciaceae</u> ⁴	(in Staphyleaceae)	(in Staphyleaceae)	Rosidae Rutanae Sapindales	(in Staphyleaceae)
<u>Tepuianthaceae</u>	Rosidae Celastrales	Rutanae Rutales	Rosidae Rutanae Rutales	Rutanae Rutales Rutinae
<u>Tetradiclidaceae</u> ⁴	(in Zygophyllac.)	(in Zygophyllac.)	Rosidae Rutanae Rutales	(in Zygophyllac.)
<u>Zygophyllaceae</u>	Rosidae Sapindales	Rutanae Geraniales	Rosidae Rutanae Rutales	Geraniae Linales

¹ Die Familie wurde von FEHRENBACH & BARTHLOTT (1988) wachsmikromorphologisch untersucht.

² Die Familie wurde von BARTHLOTT & THEISEN (1995) wachsmikromorphologisch untersucht.

³ Die Familie wurde von DITSCH & al (1995) wachsmikromorphologisch untersucht.

⁴ Von der Familie stand kein Material zur Verfügung.

Die Leitneriaceae werden nur noch selten in Beziehung zu den Hamamelidales gebracht, sondern zumeist in die direkte Nähe der Rutales gestellt. Die Familien, deren Zuordnung zu den Rutales oder Sapindales je nach Autor wechselt, da sie in ihren Merkmalen zwischen den beiden

Ordnungen vermitteln, sind die Anacardiaceae, Julianiaceae und Podoaceae. Die drei Familien werden von einigen Autoren zu einer Familie Anacardiaceae zusammengefaßt. Zu den Familien, die nur gelegentlich in die Sapindales, resp. Rurales eingeordnet werden, zählen die Balanitaceae, Connaraceae, Coriariaceae, Moringaceae, Physenaceae, Stylobasiaceae, Surianaceae und die Zygophyllaceae mit ihren Satellitenfamilien Nitrariaceae, Peganaceae und Tetradiclidaceae.

HUBER (1991) erkennt ebenfalls die beiden Ordnungen Rurales und Sapindales an, umgeht jedoch das Problem ihrer Abgrenzung, indem er die Anacardiaceae, Coriariaceae, Corynocarpaceae und Zygophyllaceae ohne feste Zuordnung um die beiden Kerngruppen herum ansiedelt.

Von den 293 untersuchten Arten aus 120 Gattungen weisen 194 Arten aus 103 Gattungen keine Kristalloide und 46 Arten aus 23 Gattungen Wachsschuppen von geringer systematischer Relevanz auf. Folgende zehn Familien weisen durchgehend keine Kristalloide auf: Akaniaceae, Bretschneideraceae, Podoaceae, Julianiaceae, Simaroubaceae, Cneoraceae, Meliaceae, Coriariaceae, Sabiaceae und Meliosmaceae. Bei den meisten Arten der Staphyleaceae und je einer Art der Irvingiaceae und Balanitaceae sind die Wachsschuppen gruppenweise parallel angeordnet. Dies deutet Beziehungen zu den Linales an. Drei Arten der Zygophyllaceae und eine Art der Melianthaceae weisen quergeriefte Stäbchen auf. Eine Gattung der Anacardiaceae und zwei Gattungen der Rutaceae, für die auch karyologisch enge Beziehungen nachgewiesen sind (STACE & al. 1993), zeigen gewundene Stäbchen, Röhrrchen oder deren jeweilige Übergangsformen. Eventuell können die leicht erodierten runden Stäbchen der Gattung *Ptelea* hierzugerechnet werden. Bei *Cotinus* (Anacardiaceae) kommen einheitlich röhrrchenförmige Kristalloide vor, die morphologisch und chemisch (HOLLOWAY & al. 1976) dem *Berberis*-Typ entsprechen. Dies spricht für die Eigenständigkeit der Gattung gegenüber *Rhus*. Die vereinzelt Vorkommen der genannten Wachsschuppen sind wahrscheinlich nicht relevant für großsystematische Zusammenhänge. Für 31 Arten aus neun Gattungen sind dreikantige Stäbchen nachgewiesen. Diese beschränken sich auf die Aceraceae, Anacardiaceae, Burseraceae, Hippocastanaceae, Ptaeroxylaceae und Rutaceae. Die Wachsmikromorphologie bietet damit ein weiteres Indiz für die nahe Verwandtschaft der Rurales und Sapindales sensu stricto, bzw. ein Argument für die Beibehaltung der Sapindales sensu lato.

In molekularsystematischen Untersuchungsergebnissen (CHASE & al. 1993; FERNANDO & al. 1995) wird eine zweigeteilte Gruppierung bestätigt, die den Sapindales sensu lato entspricht. In ihrem Rutineae-Ast sind die Simaroubaceae (inkl. Leitneriaceae), Cneoraceae, Rutaceae und Meliaceae, in dem entsprechenden Sapindineae-Ast die Burseraceae, Anacardiaceae, Kirkiaceae und Sapindaceae (inkl. Aceraceae und Hippocastanaceae) angesiedelt. Aus dem

Verwandtschaftskreis fallen die Surianiaceae, Irvingiaceae und die daraufhin neu beschriebenen Picramniaceae (FERNANDO & QUINN 1995) heraus. Eine Stellung der Irvingiaceae nahe den Linales/ Malpighiales fände in der Wachsmikromorphologie keinen Widerspruch. In beiden Ordnungen kommen sowohl gruppenweise parallel angeordnete, als auch rosettenförmig aggregierte Wachsschuppen vor.

Die **Sapindaceae** sind unter chemosystematischen Gesichtspunkten als heterogen zu beschreiben (UMADEVI & DANIEL 1991). Die vorgeschlagene Eingliederung der Aceraceae und Hippocastanaceae wird bisher nur von THORNE (1992 b) angewendet.

Weder palynologisch (BIESBOER 1975) noch wachsmikromorphologisch können die Einteilungen der Aceraceae nach PAX (1902) oder HALL (1951) nachvollzogen werden. Palynologische und phytochemische Übereinstimmungen mit den Sapindaceae finden sich nicht nur bei den Aceraceae, sondern auch bei den **Hippocastanaceae** (D'ARCY 1975; BIESBOER 1975; UMADEVI & al. 1986; UMADEVI & DANIEL 1991).

Dagegen sind die **Meliantaceae** und **Staphyleaceae** nach UMADEVI & al. (1986) nur in die Nähe der Sapindaceae einzuordnen. Holzanatomisch ähneln die Staphyleaceae eher den Cunoniaceae und verschiedenen holzigen Saxifragales als den Sapindales (CARLQUIST & HOEKMAN 1985). Die Beziehungen zu den Cunoniaceae werden durch frucht- und samenanatomische (DICKISON 1984), eine mögliche Verwandtschaft zu bestimmten Vertretern der holzigen Saxifragales durch blütenmorphologische und -anatomische (DICKISON 1986 b) sowie blattanatomische Daten unterstützt (DICKISON 1987).

Die **Anacardiaceae** und **Burseraceae** sind holzanatomisch weniger abgeleitet als die Rutaceae, Simaroubaceae und Meliaceae. Die **Julianiaceae** zeigen nicht nur in diesem Merkmalskomplex (STERN 1952), sondern auch serologisch (PETERSEN & FAIRBROTHERS 1983), blütenanatomisch (WANNAN & QUINN 1991) und phytochemisch (WANNAN & QUINN 1985) deutliche Übereinstimmungen mit den Anacardiaceae, insbesondere mit der Tribus Rhoëae. Schon HALLIER (1908) schlägt ihre Eingliederung in die aus Anacardiaceae und Burseraceae gebildeten „Terebinthaceae“ vor. Auch für die **Podoaceae** wird eine Einordnung in die Anacardiaceae als Tribus Dobineae vorgeschlagen (WANNAN & QUINN 1991). Die Burseraceae zeigen phytochemisch keine besonderen Übereinstimmungen mit den Familien der Rutales, wohl aber mit den Sapindales sensu stricto (KHALID 1983).

Die **Simaroubaceae** stellen innerhalb einer Gruppierung mit den Rutaceae, Cneoraceae und Meliaceae, die durch das Vorkommen von Limonoiden vereint sind (DREYER 1983), die phytochemisch am wenigsten abgeleitete Familie (DA SILVA & GOTTLIEB 1987). Molekularsystematische Untersuchungsergebnisse bestätigen diesen Verwandtschaftskomplex (FERNANDO & al. 1993,

1995). In der Untersuchung der Pericarpanatomie (FERNANDO & QUINN 1992) kündigt sich schon die Aufteilung in unterschiedliche Entwicklungslinien an, welche nach den molekularsystematischen Ergebnissen (FERNANDO & al. 1995) nicht näher mit einander verwandt sind. Sie sind als Surianiaceae, Kirkiaceae, Irvingiaceae und Picrasmeaceae abzutrennen. In ihrem Endocarpbau zeigen die Simaroubaceae Übereinstimmungen mit den Rutaceae und, weniger deutlich, mit den Fabaceae (HARTL 1958).

Für die Ausgliederung der **Leitneriaceae** aus den Hamamelididae leisten die Siebröhren-Plastiden (BEHNKE 1973) zwar keinen klärenden Beitrag, doch sprechen serotaxonomische Untersuchungen für eine nahe Verwandtschaft zu den Simaroubaceae (PETERSEN & FAIRBROTHERS 1983). Auf morphologischen Daten basierende cladistische Analysen widersprechen denen molekularsystematischer Ergebnisse (GUNTER & al. 1994). Erstere siedeln die Leitneriaceae in die „höheren Hamamelididae“ ein, letztere befürworten engere Beziehungen zu den Anacardiaceae.

Die **Irvingiaceae** ähneln pollenmorphologisch am meisten den Simaroubaceae (METCALFE & al. 1968). Dies wird von OLTSMANN (1971) jedoch bestritten. Er befürwortet eher eine nähere Verwandtschaft zu den Ixonanthaceae und somit eine Position innerhalb der Linales. Diese wird durch blatt- und samenanatomische Untersuchungen gestützt (VAN WELZEN & BAAS 1984; FERNANDO & QUINN 1992). Die im Rahmen molekularsystematischer Analysen (FERNANDO & al. 1995) vorgeschlagene Position in Nachbarschaft zu Vertretern der Linales, Malpighiales und Celastrales findet Unterstützung in wachsmikromorphologischen Daten. In den erwähnten Ordnungen sind ähnliche Wachsskulpturen nachgewiesen wie bei den Irvingiaceae.

Die **Cneoraceae** ähneln holzanatomisch sowohl den Rurales, als auch den Sapindales sensu stricto (HEIMSCH 1942; CARLQUIST 1988). Samenanatomisch, embryologisch (BOESEWINKEL 1984 a), palynologisch (ERDTMAN 1952; LOBREAU-CALLEN & al. 1978) und phytochemisch (DREYER 1983) zeigen sie besonders nahe Beziehungen zu den Rutaceae. Ihr Gehalt an verschiedenen Limonoiden spricht für eine enge Verwandtschaft zu Rutaceae und Ptaeroxylaceae, aber auch für eine Eigenständigkeit der Familie (TAYLOR 1983). Die Unterteilung der Familie in zwei Gattungen wird pollenmorphologisch (ERDTMAN 1952) und anhand zahlreicher anderer Merkmale gestützt (STRAKA & al. 1976). Dies wird mit Hilfe der Wachsmikromorphologie nicht bestätigt.

In ihrer monographischen Bearbeitung der Meliaceae beschreiben PENNINGTON & STYLES (1975) die holzanatomischen Unterschiede zu den **Ptaeroxylaceae**. Sie befürworten eine mehr oder weniger Nahe Verwandtschaft der Ptaeroxylaceae zu den Rutaceae. Diese wird durch phytochemische Daten bestätigt (WATERMAN 1983), wobei die Ptaeroxylaceae und Cneoraceae zu den

Simaroubaceae vermitteln. Das Fehlen von Limonoiden bei den Ptaeroxylaceae spricht für die Eigenständigkeit der Familie (WHITE 1986).

Unter den Familien mit Limonoidgehalt weichen die **Meliaceae** am stärksten in ihrer Phytochemie ab (DREYER 1983; DA SILVA & GOTTLIEB 1987). Blütenanatomisch stehen sie den Rutaceae nahe, sind aber stärker abgeleitet (TILAK & NENE 1978). DA SILVA & al. (1984) bestätigen eine Zweiteilung der Familie in zwei Unterfamilien mittels phytochemischer Daten. Dies kann wachsmikromorphologisch nicht nachvollzogen werden.

Das Vorkommen von Benzylochinolinalkaloiden bei den **Rutaceae** (WATERMAN & KHALID 1981; NG & al. 1987) läßt direkte Beziehungen zu den Ranunculifloren wahrscheinlich erscheinen. Auch embryologische und samenanatomische Daten sprechen für eine relativ basale Stellung der Familie (BOESEWINKEL 1977). Mit den Cneoraceae, Simaroubaceae und Meliaceae haben sie das Vorkommen von Limonoiden gemein (DREYER 1983). Blütenanatomisch stehen sie den Meliaceae besonders nahe (TILAK & NENE 1978). Als Vermittler zwischen den beiden Familien fungieren die Gattungen *Flindersia* und *Chloroxylon*, die pollenmorphologisch und holzanatomisch (PENNINGTON & STYLES 1975) sowie phytochemisch (PRICE 1963; DA SILVA & al. 1988) den Rutaceae näher stehen, als den Meliaceae. LAL & NARAYANA (1994) schlagen vor, die beiden Gattungen zur Familie Flindersiaceae zu erheben und zwischen die Meliaceae und Rutaceae zu stellen. Die systematischen Änderungen im Gattungskonzept der Rutaceae, die sich anhand der Revision der Gattung *Tetradium* ergeben (HARTLEY 1981), können wachsmikromorphologisch nicht nachvollzogen werden, da die beteiligten Taxa keine Kristalloide aufweisen. Die karyologisch bestätigte nahe Verwandtschaft der Gattungen *Boeninghausenia* und *Ruta* (STACE & al. 1993) wird durch ihre Wachsskulpturen unterstützt.

Die **Zygophyllaceae** werden von den verschiedenen Autoren abwechselnd in die Geraniales, Linales, Sapindales und Rurales gestellt. Dies beruht auf einer relativ großen Variabilität bei einer Reihe von Merkmalen. Eine weitere Folge davon sind die zahlreichen Kleinfamilien, die von den Zygophyllaceae abgespalten werden können. So befürwortet KAMELINA (1994) aufgrund embryologischer Daten die Eigenständigkeit der Tetradiclidaceae. KAPIL & AHLUWALIA (1963) listen die embryologischen Unterschiede zwischen *Peganum* und den anderen Zygophyllaceae auf. PRAGLOWSKI (1987) unterstützt aufgrund pollenmorphologischer Analysen die Abspaltung der Tribulaceae. RONSE-DECRAENE & SMETS (1991) bewerten die blütenontogenetischen und -anatomischen Unterschiede als Hinweis auf die Eigenständigkeit der Nitrariaceae. Nach OLTMANN (1971) weisen die Nitrariaceae palynologische Beziehungen zu den Malpighiaceae, die Tetradiclidaceae zu den Rutaceae und die Zygophyllaceae sensu stricto zu den Linaceae und Oxalidaceae auf.

SHEAHAN & CUTLER (1993) bestätigen SALEH & EL-HADIDI (1977) bezüglich der Ausgliederung der **Balanitaceae** aus den Zygophyllaceae aufgrund ihrer vegetativen Anatomie. Pollenmorphologisch weist die Familie Beziehungen zu den Simaroubaceae auf (OLTMANN 1971). BOESEWINKEL (1994) sieht ihre Zugehörigkeit zu einer erweiterten Ordnung der Linales in ihrer Samenstruktur bestätigt. Phytochemische (MAKSOD & EL HADIDI 1988), holz- und rindenanatomische (PARAMESWARAN & CONRAD 1982) sowie epidermale Merkmale (SARMA & SHANMUKHA RAO 1991) sprechen für eine nahe Verwandtschaft zu den Zygophyllaceae.

Für die **Bretschneideraceae** und **Akaniaceae** sind als Inhaltsstoffe Glucosinolate nachgewiesen (ETTLINGER 1987; BOUFFORD & al. 1989). Dies läßt eine Verwandtschaft mit den Capparales möglich erscheinen. In molekularsystematischen Analysen werden enge Beziehungen zueinander und zu den Capparales s.l. bestätigt (GADEK & al. 1992). Die Frucht- und Samenanatomie beider Familien spricht allerdings nicht für eine Einordnung in die Capparales oder Sapindales (DOWELD 1996). Embryologisch ähneln sowohl die Bretschneideraceae (TOBE & PENG 1990), als auch die Akaniaceae (TOBE & RAVEN 1995) den Sapindaceae und Hippocastanaceae. In seiner phylogenetischen Analyse der glucosinolatführenden Familien befürwortet RODMAN (1988) eine nähere Verwandtschaft der Akaniaceae und Bretschneideraceae zueinander, allerdings in weiterer Entfernung zu den Sapindaceae.

Die von SHARMA (1968) aufgrund zahlreicher Merkmale befürwortete Stellung der **Coriariaceae** innerhalb der Sapindales wird von den meisten Systematikern aufgegriffen. Nur CRONQUIST (1988) stellt die Familie unter Vorbehalt zu den Ranunculales. CARLQUIST (1985 e) listet die Argumente für und gegen eine Einordnung der Coriariaceae jeweils in die Ranunculales oder Rutales auf und kommt zu dem Schluß, daß die großsystematische Einordnung der Familie auch weiterhin im Unklaren bleiben. Molekularsystematische Analysen zufolge stehen die Coriariaceae als basaler Abzweig der Cucurbitales unweit der „höheren Hamamelididae“ (CHASE & al. 1993). Das Fehlen von skulptierten Wachsen trägt nicht zur Klärung des Problems bei. Ähnliches gilt für die **Sabiaceae** und **Meliosmaceae**, deren Holzanatomie nicht gegen eine Einordnung der Familien in die Rutales spricht (CARLQUIST & al. 1993).

Holzanatomisch nehmen die **Stylobasiaceae** und **Emblingiaceae** eine sehr unsichere Stellung ein (CARLQUIST 1978). PRANCE (1965) befürwortet eine Position der Stylobasiaceae als eigenständige Familie in der Nähe der Anacardiaceae und Sapindaceae. Den **Surianaceae** fehlen die für die Simaroubaceae charakteristischen Terpenoidlactone (MITCHELL & GEISSMAN 1971). In molekularsystematischen Analysen (FERNANDO & al. 1993) bilden die Surianaceae eine Schwestergruppe zu den Polygalaceae.

ACERACEAE JUSS. (2/113)

Von den 49 untersuchten Arten aus zwei Gattungen weisen 32 Arten aus zwei Gattungen auf ihren Blattoberflächen keine Kristalloide auf, davon in 15 Fällen aber Wachsschuppen und in fünf Fällen dreikantige Stäbchen auf den Sproß- bzw. Blattstieloberflächen. Diese Wachsschuppen sind bei zwei Arten mit Fäden, bei einer Art mit gewundenen Stäbchen kombiniert. 15 Arten zeigen dreikantige Stäbchen auf ihren Blattunterseiten. Bei zwei Arten finden sich schuppenförmige Kristalloide auf den Blattflächen. Die Cuticula, besonders der Blattoberseite, ist nicht selten stark gefaltet. Die Verteilung der Merkmale deckt sich nicht mit der Einteilung der Familie nach PAX (1902).

Acer L. (111) - *A. amplum* REHDER (BG MB 77/2259) [US/OS: Ø; Bst: irr. Sch. + 3-k. St.]; *A. argutum* MAXIM. ex MIQ. (BG M) [US/OS: Ø]; *A. barbinerve* MAXIM. ex MIQ. (BG M) [US/OS: Ø; Bst/Spr: gl. + irr. Sch.]; *A. buergerianum* MIQ. (BG MB 77/1947/101) [US/OS/Bst: Ø]; *A. campestre* L. (BG BONN 4765) [US/OS/Bst/Spr: Ø]; *A. capillipes* MAXIM. ex MIQ. (BG MB 77/2328) [US/OS: Ø]; *A. cappadocicum* GLED. (BG M) [US/OS: Ø; Spr: irr. Sch.]; *A. carpinifolium* SIEBOLD & ZUCC. (BG BONN 3653) [US/OS: Ø; Spr: irr. Sch. + 3-k. St.]; *A. cinnamomifolium* HAYATA (BG UBT) [US: 3-k. St. + irr. Sch.; OS: Ø]; *A. cissifolium* C. KOCH (BG BN) [US/OS: Ø; Bst: irr. Sch.]; *A. crataegifolium* SIEBOLD & ZUCC. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *A. davidii* FRANCHET (BG MB 77/2262) [US/OS: Ø; Bst: irr. Sch.]; *A. ginnala* MAXIM. (BG MB 68/572/127) [US/OS: Ø; Spr: gr. irr. Sch.]; *A. glabrum* TORREY var. *douglasii* (HOOK.) DIPPPEL (BG M) [US: 3-k. St.; OS: Ø; Bst: irr. + gl. Sch.]; *A. griseum* (FRANCHET) PAX (BG BONN 9658) [US: 3-k. St.; OS: irr. Sch.]; *A. grosseri* PAX (BG MB 71/1190) [US/OS: Ø; Spr: irr. Sch.]; *A. grosseri* PAX var. *hersii* (REHDER) MURRAY (BG BONN 1323) [US/OS: Ø; Spr: irr. Sch.]; *A. hyrcanum* FISCH. & MEY. (BG M) [US: 3-k. St. + irr. Sch.; OS: Ø]; *A. insulare* MAKINO (BG UBT) [US/OS: Ø]; *A. japonicum* THUNB. ex A. MURR. 'Aconitifolium' (BG BONN 3767) [US/OS: Ø; Spr: irr. Sch. + F.]; *A. laxiflorum* PAX (BG M) [US/OS: Ø; Spr: irr. Sch. + F.]; *A. macrophyllum* PURSH (BG MB 72/363/197) [US/OS: Ø; Spr: irr. Sch.]; *A. mandschuricum* MAXIM. (BG BONN 8726) [US: 3-k. St.; OS: Ø; Spr: gl. + irr. Sch.]; *A. maximowiczianum* MIQ. (BG MB 77/2266) [US: 3-k. St.; OS: Ø]; *A. mayrii* SCHWERIN (BG MB 74/398/127) [US/OS: Ø]; *A. micranthum* SIEBOLD & ZUCC. (BG M) [US: Ø; OS: gl. Sch.; Spr: irr. + ht. Sch. + gew. St.]; *A. miyabei* MAXIM. (BG M) [US/OS: Ø]; *A. mono* MAXIM. (BG BONN 1322) [US/OS: Ø; Bst: gl. Sch.]; *A. monspessulanum* L. (BG BONN 1867) [US: 3-k. St.; OS/Bst: Ø]; *A. negundo* L. (Material DITSCH: D) [US/OS: Ø; Spr: irr. Sch. + 3-k. St.]; *A. nikoense* (MAXIM.) MIQ. (BG M) [US: 3-k. St.; OS: Ø]; *A. obtusatum* WALDST. & KIT. ex WILLD. (BG BONN 1902) [US: 3-k. St. + irr. Sch.; OS/Bst: Ø]; *A. opalus* MILL. (BG BONN 1324) [US: 3-k. St.; OS: Ø; Bst: irr. Sch.]; *A. palmatum* THUNB. (BG BONN 1903) [US/OS: Ø; Spr: irr. Sch.]; *A. pennsylvanicum* L. (BG BONN 1869) [US/OS: Ø; Spr: gl. + irr. Sch.]; *A. platanoides* L. (BG BONN 3695) [US/OS: Ø]; *A. pseudosieboldianum* (PAX) KOMAROV (BG MB 79/1407/127) [US/OS: Ø; Bst: irr. Sch.]; *A. pseudoplatanus* L. (BG BONN 1904) [US: 3-k. St. + gl. Sch.; OS: Ø]; *A. rubrum* L. (BG BONN 1287) [US: 3-k. St.; OS: Ø]; *A. rufinerve* SIEBOLD & ZUCC. (BG BONN 5718) [US/OS: Ø; Spr: irr. Sch. + 3-k. St.]; *A. saccharinum* L. (BG BONN 3697) [US: 3-k. St. + irr. Sch.; OS: Ø]; *A. saccharum* MARSH. (BG MB 70/45/140) [US: irr. + gl. Sch. + 3-k. St.; OS: Ø]; *A. sieboldianum* MIQ. (BG M) [US/OS: Ø; Spr: irr. Sch.]; *A. spicatum* LAM. (BG M) [US/OS: Ø]; *A. stachyophyllum* HIERN (BG MB 84/362/198) [US/OS: Ø; Spr: irr. Sch.]; *A. tataricum* L. (BG BONN 8628) [US: kl. gl. Sch.; OS: Ø; Spr: gl. + irr. Sch.]; *A. tegmentosum* MAXIM. (BG MB) [US/OS: Ø; Spr: irr. Sch. + 3-k. St.]; *A. truncatum* BUNGE (BG MB 82/2035/270) [US/OS: Ø]; *A. vanvolxemii*

MAST. (BG M) [US: irr. Sch. + 3-k. St.; OS: Ø]; *A. x rotundilobum* SCHWERIN (BG UBT) [US: 3-k. St.; OS: Ø; Spr: irr. + gl. Sch.]. - Bei 20 Arten dreikantige Stäbchen (Abb. 35), davon bei fünf Arten nur auf Sproß- oder Blattstieloberflächen, bei elf Arten keine Kristalloide, sonst irreguläre Schuppen, davon bei 17 Arten nur auf Sproß- oder Blattstieloberflächen, in einem Fall mit gewundenen Stäbchen, in zwei weiteren mit fadenförmigen Kristalloiden kombiniert.

Dipteronia OLIVER (2) - *D. sinensis* OLIVER (BG BONN 8823) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

AKANIACEAE STAPF (1/1)

Das Material weist keine Kristalloide, aber starke Cuticularfaltung auf.

Akania HOOK. f. (1) - *A. lucens* (F. MUELL.) AIRY SHAW (BG K 1969-15858) [US/OS: Ø].

ANACARDIACEAE LINDLEY (70/865)

Bei den meisten der 30 untersuchten Arten aus 14 Gattungen treten keine Kristalloide auf. Bei zwei Arten wurden bandförmige oder glatte und unregelmäßige Schuppen gefunden. Drei Arten (*Operculicarya monstrosa* (Abb. 34), *Rhus glabra* und *Rhus hirta*) zeigen dreikantige Stäbchen. Beide Arten der Gattung *Cotinus* tragen auf ihren Blattflächen dichte Bestände von Wachsrohrchen.

Anacardium L. (8) - *A. occidentale* L. (BG BONN) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Blepharocarya F. MUELL. (2) - *B. depauperata* SPECHT (B: M. LAZARIDES 7663) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Choerospondias B.L. BURTT & A.W. HILL (1) - *C. axillaris* (ROXB.) B.L. BURTT & A.W. HILL (BG UBT) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Cotinus MILLER (3) - *C. coggygia* SCOP. (BG MB 70/66/204) [US/OS: R.]; *C. coggygia* SCOP. 'Royal Purple' (BG MB 75/789) [US/OS: R.]; *C. obovatus* RAF. (BG MB 82/4/274) [US/OS: R.]. - Röhrenchenförmige Kristalloide.

Cyrtocarpa KUNTH (2) - *C. edulis* (T.S. BRANDEGEE) STANDLEY (ZSS 902651/0) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Haematostaphis HOOK. f. (2) - *H. barteri* HOOK. f. (B: M.C. EJIOR 25.2.50) [US: irr. Sch.; OS: gl. Sch.]. - Schuppenförmige Kristalloide mit glatten oder unregelmäßigen Rändern.

Lithrea MIERS ex HOOK. & ARN. (3) - *L. caustica* (MOLINA) HOOK. & ARN. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Mangifera L. (35) - *M. indica* L. (BG BOCH) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Metopium P. BROWNE (3) - *M. toxiferum* (L.) KRUG & URBAN (BG UBT) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Operculicarya PERRIER (3) - *O. decaryi* H. PERR. (BG BONN 2355) [US/OS: Ø]; *O. monstrosa* H. PERR. (ZSS 823564/a) [US: 3-k. St.; OS: Ø]. - Dreikantige Stäbchen oder keine Kristalloide (Abb. 34).

Pachycormus COV. ex STANDLEY (1) - *P. discolor* (BENTH.) COV. (BG BONN 2391) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Pistacia L. (9) - *P. lentiscus* L. (BG BONN 256-90) [US/OS: irr., bandf. Sch.]; *P. vera* L. (BG ER) [US/OS: Ø]; *P. weinmannifolia* POISS. ex FRANCHET (BG M) [US/OS: Ø]. - Unregelmäßig bandförmige Wachsschuppen bei einer Art, sonst keine Kristalloide.

Rhus L. (200) - *R. aromatica* AITON (BG MB 67/4114) [US/OS: Ø]; *R. chinensis* MILL. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *R. glabra* L. (BG MB 76/1220) [US: 3-k. St.; OS: Ø]; *R. hirta* (L.) SUDWORTH (BG BONN 3765) [US: 3-k. St.; OS: Ø]; *R. integrifolia* (NUTT.) BENTH. & HOOK. f. ex S. WATS. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *R. laevigata* L. var. *trifoliata* (BG ER) [US/OS: Ø]; *R. longipes* ENGL. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *R. potanini* MAXIM. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *R. undulata* JACQ. (BG M) [US/OS: Ø]; *R. verniciflua* STOKES (BG UBT; BG MB 70/319/4) [US/OS: Ø]; *R. vernix* L. (BG M) [US/OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide, bei zwei Arten dreikantige Stäbchen (Abb. 36).

Schinus L. (27) - *S. dependens* ORTEG. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *S. lentiscifolius* MARCHAND (BG BOCH) [US/OS: Ø]; *S. molle* L. (BG BONN 18306; Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

BALANITACEAE ENDL. (1/25)

Auf dem Herbarmaterial wurden meistens keine Kristalloide gefunden. Nur auf beiden Blattflächen von einer der vier untersuchten Arten fanden sich glattrandige bis unregelmäßig gestaltete Wachsschuppen mit deutlicher Tendenz zu paralleler Anordnung.

Balanites DEL. (25) - *B. aegyptiaca* (L.) DEL. (B: W. GILGES 479; BR: REEKMANS 4892) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *B. glabra* MILDBR. & SCHLECHT. (B: J.J.F.E. DE WILDE 4156) [US/OS: Ø]; *B. maughamii* SPRAGUE ssp. *maughamii* (B: H. & E. WALTER 18.10.1963) [US/OS: Ø]; *B. rotundifolia* (TIEGHEM) BLATTER var. *rotundifolia* (B: J.B. GILLET 15069) [US/OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide, auf einer Art mehr oder weniger deutlich parallel gerichtete Wachsschuppen mit glatten bis unregelmäßigen Rändern.

BRETSCHNEIDERACEAE ENGL. & GILG (1/1)

Die Blattoberflächen weisen keine Kristalloide auf. Die Blattunterseite ist mit Cuticularfaltungen stark strukturiert.

Bretschneidera HEMSLEY (1) - *B. sinensis* HEMSLEY (B: A. HENRY 11651) [US/OS: Ø].

BURSERACEAE KUNTH (19/545)

Von den 23 untersuchten Arten aus neun Gattungen weisen nur zwei Arten aus zwei Gattungen Kristalloide auf. Es handelt sich in beiden Fällen um gemischte Vorkommen von dreikantigen Stäbchen und meist sehr unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen.

Aucoumea PIERRE (1) - *A. klaineana* PIERRE (B: Service de forestier de Gabun 16.11.1936) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Beiselia FORMAN (1) - *B. mexicana* L.L. FORMAN (BG BONN 15456) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Boswellia ROXB. ex COLEBR. (24) - *B. bricchettii* (CHIAV.) CHIAV. (B: C.F. HEMMING 1539) [US/OS: 3-k. St. + irr. Sch.]; *B. elegans* ENGL. (B: J.B. GILLET 14172) [US/OS: Ø]; *B. hildebrandtii* ENGL. (B: C.F. HEMMING 1457) [US/OS: Ø]. - Zwei Arten ohne Kristalloide, eine Art mit dreikantigen Stäbchen und unregelmäßigen Wachsschuppen.

Bursera JACQ. ex L. (50) - *B. arida* (ROSE) STANDLEY (ZSS 931961/0) [US/OS: Ø]; *B. cf. microphylla* A. GRAY (BG M) [US/OS: Ø]; *B. fagaroides* ENGL. (ZSS 851218/b) [US/OS: Ø]; *B. filicifolia* T.S. BRANDEGEE (BG BONN) [US/OS: Ø]; *B. hindsiana* ENGL. (ZSS 872462/0) [US/OS: Ø]; *B. laxiflora* S. WATS. (ZSS 872464/0) [US/OS: Ø]; *B. odorata* T.S. BRANDEGEE (BG BONN) [US/OS: Ø]; *B. sessiliflora* ENGL. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Commiphora JACQ. (190) - *C. africana* (A. RICH.) ENGL. (BG BOCH) [US/OS: Ø]; *C. dulcis* ENGL. (BG BONN) [US/OS: Ø]; *C. spec.* (BG REG) [US/OS: Ø; Fr: irr. Sch. + 3-k. St.]; *C. tenuipetiolata* ENGL. (ZSS 811109/a) [US/OS: Ø]. - Auf den Blattflächen keine Kristalloide, bei einer Art auf der Fruchtoberfläche dicht stehend sehr unregelmäßige Wachsschuppen mit eingestreuten dreikantigen Stäbchen.

Dacryodes VAHL (40) - *D. excelsa* VAHL (B: W.R. ERNST 1797) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Tetragastris GAERTNER (8) - *T. hostmannii* (ENGL.) O. KUNTZE (B: STAHEL 12) [US/OS: Ø]; *T. panamensis* (ENGL.) O. KUNTZE (B: STAHEL 11a) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Trattinnickia WILLD. (11) - *T. burserifolia* MART. (B: J.J. PIPSLY 9130) [US/OS: Ø]; *T. rhoifolia* WILLD. (B: G. CREMERS 4604 II) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Triomma HOOK. f. (1) - *T. malaccensis* HOOK. f. (B: M. JACOBS 5357) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

CNEORACEAE LINK (1/3)

Es wurden bei beiden Arten keine Kristalloide nachgewiesen.

Cneorum L. (3) - *C. pulverulentum* VENT. (BG MB) [US/OS: Ø]; *C. tricoccon* L. (BG BONN 148) [US/OS: Ø].

CORIARIACEAE DC. (1/5)

Keine der untersuchten Arten weist Kristalloide auf.

Coriaria L. (5) - *C. japonica* A. GRAY (BG REG) [US/OS: Ø]; *C. myrtifolia* L. (BG BONN 3769) [US/OS: Ø]; *C. nepalensis* WALLICH (BG BONN 3768-90) [US/OS: Ø]; *C. ruscifolia* L. ssp. *microphylla* (POIR.) SKOG (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø].

HIPPOCASTANACEAE DC. (2/15)

Von elf untersuchten Arten aus zwei Gattungen zeigen nur drei Arten der Gattung *Aesculus* Kristalloide, davon zwei Arten dreikantige Stäbchen und eine Art unregelmäßig gerandete Wachsschuppen.

Aesculus L. (13) - *A. californica* (SPACH) NUTT. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *A. glabra* WILLD. (BG MB 77/2365) [US/OS: Ø]; *A. glabra* WILLD. var. *arguta* (BUCKLEY) ROBINSON (BG MB 77/2270) [US/OS: Ø]; *A. hippocastanum* L. (BG BONN 8769) [US/OS: Ø]; *A. x neglecta* LINDLEY 'Erythroblastos' (BG MB 76/1141) [US/OS: Ø]; *A. octandra* MARSHALL (BG MB 70/2224) [US: 3-

k. St.; OS: Ø]; *A. parviflora* WALTER (BG BONN 8772-90) [US: irr. Sch.; OS: Ø]; *A. pavia* L. (BG MB 77/2366) [US/OS: Ø]; *A. splendens* SARG. (BG BONN 8771) [US/OS: Ø]; *A. turbinata* BLUME (BG MB 76/776) [US: 3-k. St.; OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide, zwei Arten mit dreikantigen Stäbchen (Abb. 33), eine Art mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen, jeweils auf den Blattunterseiten.

Billia PEYR. (2) - *B. columbiana* PLANCHON & LINDEN ex TRIANA & PLANCHON (B: E. ASPLUND 16236) [US/OS: Ø]; *B. hippocastanum* PEYR. (B: H. ERN 122/1971) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

IRVINGIACEAE (ENGL.) EXELL & MENDONÇA (3/8)

Von vier untersuchten Arten aus zwei Gattungen weist nur eine Art keine Kristalloide auf. Bei den übrigen drei Arten aus zwei Gattungen finden sich zum Teil dichte Bestände schuppenförmiger Kristalloide, die in einem Fall eine deutliche Tendenz zu rosettiger, zum Teil gruppenweise paralleler Anordnung zeigen. Mit diesem Ergebnis weichen sie deutlich von den *Simaroubaceae* ab, bei denen keine Kristalloide gefunden werden konnten, in die sie aber häufig einbezogen werden.

Desbordesia PIERRE ex TIEGHEM (1) - *D. glaucescens* (ENGL.) PIERRE (B: R.P. KLAINE 3036) [US: irr. Sch.; OS: gl. Sch.]. - Dicht stehende, unregelmäßig gerandete Wachsschuppen auf der Blattunterseite, glattrandige, wohl erodierte Wachsschuppen auf der Blattoberseite.

Irvingia HOOK. f. (4) - *I. barteri* HOOK. f. (B: BÜSGEN 168) [US: gl. Sch.; OS: Ø]; *I. gabonensis* (AUBREY-LECOMTE ex O'RORKE) BAILLON (B: J. LOUIS 6706) [US/OS: Ø]; *I. oliveri* PIERRE (B: M. VINOT 11) [US/OS: gl. - irr. Sch.]. - Eine Art ohne Kristalloide, eine Art mit glattrandigen, wahrscheinlich erodierten Wachsschuppen auf der Blattunterseite, eine Art mit glattrandigen bis unregelmäßigen Wachsschuppen, die auf beiden Blattseiten eine Tendenz zu rosettiger, zum Teil auch gruppenweise paralleler Anordnung aufweisen.

JULIANIACEAE HEMSLEY (2/5)

Das stark kontaminierte Herbarmaterial weist keine Kristalloide auf.

Amphipterygium SCHIEDE ex STANDLEY (4) - *A. adstringens* (SCHLDL.) SCHIEDE ex STANDLEY (B: B. LEUENBERGER & C. SCHIERS 2690) [US/OS: Ø]; *A. aff. glaucum* (HEMSL. & ROSE) HEMSLEY & ROSE ex STANDLEY (B: SCHWABE, KAILING & HALBINGER 22.10.78) [US/OS: Ø].

LEITNERIACEAE BENTH. (1/1)

Sowohl die mit Cuticularfaltungsmustern stark gegliederte Blattunterseite, als auch die Blattoberseite weisen gekerbte bis gezähnte Wachsschuppen auf.

Leitneria CHAPMAN (1) - *L. floridana* CHAPMAN (P: CHAPMAN s.n.) [US/OS: irr. Sch.].

MELIACEAE JUSS. (51/580)

Von den elf untersuchten Arten aus zehn Gattungen unterschiedlicher Unterfamilien und Tribus zeigt keine Kristalloide auf ihren Blattoberflächen.

Aglaia LOUR. (100) - *A. odorata* LOUR. (BG MB) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Azadirachta A. JUSS. (2) - *A. indica* (L.) A. JUSS. (BG BONN) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Cipadessa BLUME (1) - *C. cinerascens* (PELLEGR.) HAND.-MAZZ. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Melia L. (3) - *M. azedarach* L. (BG BONN 313-90; BG UBT) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Nymania LINDB. (1) - *N. capensis* (THUNB.) LINDB. (BG BONN 10734-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Reinwardtiodendron KOORD. (7) - *R. kinabaluense* (KOSTERM.) D.J. MABBERL. (B: CHEW, CORNER, STAINTON RSNB 122) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Sandoricum CAV. (5) - *S. beccarianum* BAILLON (B: NGADIMAN SFN 34668) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Swietenia JACQ. (3) - *S. mahagoni* (L.) JACQ. (BG MB) [US/OS: Ø]; *S. spec.* (BG REG) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Trichilia P. BROWNE (86) - *T. trinitensis* A. JUSS. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Turraea L. (60) - *T. heterophylla* SM. (BG BONN 5656) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

MELIANTHACEAE LINK (2/8)

Von den fünf untersuchten Arten aus zwei Gattungen zeigt eine Art quergeriefte Stäbchen auf beiden Blattseiten. Eine Unterart der anderen Gattung weist glattrandige bis plattenförmige Wachsschuppen auf der Blattoberseite auf.

Bersama FRESEN. (2) - *B. abyssinica* FRESEN. (B: J. LEWALLE 2578; Material KARLOWSKI) [US/OS: Ø]; *B. abyssinica* FRESEN. ssp. *englerana* (GÜRKE) VERDC. (B: C.D. MGAZA 167, H.M. RICHARDS 31449) [US: Ø; OS: gl. - plattenf. Sch.]. - Meist keine Kristalloide, nur bei der Unterart glattrandige bis plattenförmige Wachsschuppen auf der Blattoberseite (Abb. 10).

Melianthus L. (6) - *M. comosus* VAHL (BG BONN 594) [US/OS: Ø]; *M. gariepinus* MERXM. & ROESSLER (BG M) [US/OS: Ø]; *M. major* L. (BG BONN 195) [US/OS: quger. St.]; *M. minor* L. (BG M) [US/OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide, eine Art mit quergeriefen Stäbchen auf beiden Blattflächen.

MELIOSMACEAE ENDL. (2/32)

Bei keiner der fünf untersuchten Arten wurde Kristalloide nachgewiesen.

Meliosma BLUME (25) - *M. cuneifolia* FRANCHET (BG BONN) [US/OS: Ø]; *M. hachijoensis* NAKAI (B: J. YOKOYAMA TSM 1089) [US/OS: Ø]; *M. myriantha* SIEBOLD. & ZUCC. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *M. paupera* HAND.-MAZZ. (B: S.K. LAU 432) [US/OS: Ø].

Ophiocaryon ENDL. (7) - *O. maguirei* BARNEBY (B: T. MCDOWELL 3464) [US/OS: Ø].

PODOACEAE BAILLON ex FRANCHET (2/3)

Das kontaminierte Herbarmaterial weist keine Kristalloide auf.

Dobinea BUCH.-HAM. ex D. DON (2) - *D. delavayi* (BAILLON) BAILLON (B: M. l'abbé DELAVAY 16. Août 1888) [US/OS: Ø].

PTAEROXYLACEAE J.-F. LEROY (2/3)

Beide untersuchten Arten weisen dreikantige Stäbchen auf, die meist mit gewundenem Verlauf der Oberfläche aufliegen. Bei einer Art sind sie mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen kombiniert.

Cedrelopsis BAILLON (2) - *C. grevei* BAILLON (B: H. HUMBERT & H. PIERRE DE LA BÂTHIE 2424) [US/OS: 3-k. St.]. - Auf beiden Blattseiten dreikantige Stäbchen.

Ptaeroxylon ECKLON & ZEYHER (1) - *P. obliquum* (THUNB.) RADLK. (B: E. WERDERMANN & H.-D. OBERDIECK 1053) [US: 3-k. St. + irr. Sch.; OS: Ø]. - Dreikantige Stäbchen und unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen auf der Blattunterseite.

RUTACEAE JUSS. (160/1650)

Von 71 untersuchten Arten aus 32 Gattungen weisen 44 Arten aus 24 Gattungen keine Kristalloide auf. 18 Arten aus 11 Gattungen zeigen schuppenförmige Kristalloide unterschiedlicher Randgestaltung. Röhrenförmige Kristalloide finden sich bei sechs Arten der Gattungen *Ruta* und *Boenninghausenia*, wobei sie bei zwei *Ruta*-Arten mit dreikantigen Stäbchen, bei drei *Ruta*-Arten und einer *Boenninghausenia*-Art mit gewundenen, häufig einseitig rinnigen Stäbchen vergesellschaftet sind. Die stäbchenförmigen Kristalloide bei den drei Arten der Gattung *Ptelea* könnten aufgrund leichter Erosion mißinterpretierte Röhren sein.

Acradenia KIPP. (2) - *A. euodiiformis* (F. MUELL.) T.G. HARTLEY (BG CBG) [US: gl. - plattenf. Sch.; OS: Ø]. - Glattrandige bis plattenförmige Wachsschuppen auf der Blattunterseite.

Agathosma WILLD. (135) - *A. apiculata* G. MEY. (BG BONN 238) [US: Ø; OS: plattenf. Sch.]; *A. foetidissima* Hort. ex STEUD. (BG M) [US: Ø; OS: plattenf. Sch.]; *A. imbricata* (L.) WILLD. (BG UBT) [US: Ø; OS: plattenf. Sch.]; *A. pulchella* (L.) LINK (BG BONN 698) [US/OS: gl. - irr. Sch.]. - Eine Art mit glattrandigen bis unregelmäßigen Wachsschuppen auf beiden Blattflächen, drei Arten mit plattenförmigen Wachsschuppen ausschließlich auf der Blattoberseite.

Angostura ROEMER & SCHULTES (30) - *A. macrophylla* (MIK.) ALBUQUERQUE (B: T.P. HORTA & BRADE 14980) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Boenninghausenia REICHB. ex MEISSNER (1) - *B. albiflora* (HOOK.) REICHB. ex MEISSN. (BG ER) [US/OS: R. + gew. St.]. - Auf beiden Blattflächen röhrenförmige Kristalloide und gewundene Stäbchen.

Boronia SM. (96) - *B. elatior* BARTLING (BG BONN 121) [US/OS: irr. Sch.]; *B. megastigma* NEES ex BARTLING (BG BONN 759) [US/OS: Ø]. - Eine Art ohne Kristalloide, eine Art mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen.

Casimiroa LLAVE & LEX. (5) - *C. edulis* LLAVE & LEX. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Chloroxylon DC. (1) - *C. swietenia* DC. (B: THWAITES 1160) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Choisya KUNTH (1) - *C. ternata* KUNTH (BG BONN 111-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Citrus L. (16) - *C. aurantifolia* (CHRISTM.) SWINGLE (BG M) [US/OS: Ø]; *C. aurantium* L. (BG M) [US/OS: Ø]; *C. bergamia* RISSO & POIT. (BG M) [US/OS: Ø]; *C. hystrix* DC. (BG M) [US/OS: Ø]; *C. junos* SIEBOLD ex TANAKA (BG BONN) [US/OS: Ø]; *C. limon* (L.) BURM. f. (BG BONN 353) [US: Ø; OS: gl. - irr. Sch.]; *C. maxima* (BURM.) MERR. (BG BONN 357) [US/OS: Ø]; *C. medica* L. (BG M) [US/OS: Ø]; *C. myrtifolia* RAF. (BG BONN 178) [US: gl. - plattenf. Sch.; OS: Ø]; *C. natsudaikai* HAYATA (BG UBT) [US/OS: Ø]; *C. x paradisi* MACFAD. (BG M) [US/OS: Ø]; *C. reticulata* BLANCO (BG REG) [US/OS: Ø]; *C. sinensis* (L.) OSBECK (BG REG) [US/OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide, zwei Arten mit glattrandigen bis unregelmäßigen, bzw. glattrandigen bis plattenförmigen Wachsschuppen.

Clausena BURM. f. (23) - *C. excavata* BURM. f. (Material Ditsch: RM) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Coleonema BARTLING & H.L. WENDL. (8) - *C. album* (THUNB.) BARTLING ex H.L. WENDL. (BG BONN 114) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Correa ANDREWS (7) - *C. alba* ANDREWS (BG BONN 99) [US/OS: Ø]; *C. rubra* SM. (BG M) [US: Ø; OS: kl. irr. + gr. plattenf. Sch.]; *C. speciosa* AITON (BG BONN 112) [US/OS: Ø]. - Zwei Arten ohne Kristalloide, eine Art mit kleinen, unregelmäßig gerandeten und großen, plattenförmigen Wachsschuppen auf der Blattoberseite.

Dictamnus L. (1) - *D. albus* L. (BG BONN 3778) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Erythrochiton NEES & C. MARTIUS (5) - *E. brasiliense* NEES & MARTIUS (BG BONN 13099) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Fagaropsis MILDBR. (1) - *F. angolensis* (ENGL.) H.M: GARDNER (B: R.B. DRUMMOND & J.H. HEMSLEY 1282) [US: irr. Sch.; OS: Ø]. - Unregelmäßig gerandete Wachsschuppen auf der Blattunterseite.

Flindersia R. BR. (17) - *F. australis* R. BR. (B: N.H. SPECK 1861) [US: gl. - irr. Sch.; OS: Ø]; *F. bennettiana* F. MUELL. ex BENTH. (B: KASPINA 2890) [US: irr. Sch.; OS: Ø]; *F. maculosa* F. MUELL. (B: H. & E. WALTER 2544) [US/OS: Ø]; *F. oxleyana* F. MUELL. (B: H. & E. WALTER 2421) [US/OS: Ø]. - Zwei Arten ohne Kristalloide, zwei Arten mit meist unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen auf den Blattunterseiten.

Fortunella SWINGLE (4-5) - *F. japonica* (THUNB.) SWINGLE (BG M) [US/OS: Ø]; *F. margarita* (LOUR.) SWINGLE (BG BONN 358) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Haplophyllum A. JUSS. (70) - *H. coronatum* GRISEB. (BG MB 83/128) [US: gl. - irr. Sch.; OS: Ø]; *H. tuberculatum* (Forssk.) A. Juss. (Material ROSEN) [US: gl. - irr. Sch.; OS: Ø]. - Beide Arten mit glattrandigen bis unregelmäßigen Wachsschuppen auf den Blattunterseiten.

Murraya KOENIG ex L. (4) - *M. koenigii* (L.) SPRENGEL (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Orixa THUNB. (1) - *O. japonica* THUNB. (BG UBT) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Phellodendron RUPR. (10) - *P. amurense* RUPR. (BG MB 69/1018/32) [US: Ø; OS: irr. Sch.]; *P. chinense* SCHNEIDER (BG MB 77/1722/217) [US/OS: Ø]; *P. japonicum* MAXIM. (BG BONN 11078-90) [US/OS: Ø]; *P. sachalinense* (F. SCHMIDT) SARG. (BG MB 78/1263/156) [US/OS: Ø]. - Drei Arten ohne Kristalloide, eine Art mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen auf der Blattoberseite.

Pilocarpus VAHL (22) - *P. pinnatifolius* ENGL. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Poncirus RAF. (1) - *P. trifoliata* (L.) RAF. (BG BONN 3777-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Ptelea L. (3) - *P. baldwinii* TORR. & A. GRAY (BG MB 79/128/95) [US: St.; OS: Ø]; *P. serrata* SMALL (BG MB 77/253/52) [US: St.; OS: Ø]; *P. trifoliata* L. (BG MB 78/768/204) [US: St.; OS: Ø]. - Bei allen Arten stäbchenförmige Kristalloide in Kombination mit cuticularen Faltungsmustern auf den Blattunterseiten.

Ravenia VELL. CONC. (18) - *R. spectabilis* ENGL. (BG BONN 4003) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Ruta L. (7) - *R. chalepensis* L. (BG BONN 8230) [US/OS: R. + 3-k. St.]; *R. corsica* DC. (BG UBT) [US/OS: gew. St. + R.]; *R. graveolens* L. (BG BONN 3776-90) [US/OS: 3-k. St. + R.]; *R. macrophylla* SOLAND. (BG UBT) [US/OS: gew. St. + R.]; *R. oreojasme* WEBB & BERTH. (BG MB) [US/OS: gew. St. + R.]; *R. pinnata* L. f. (BG MB) [US: irr. Sch.; OS: Ø]. - Eine Art mit dichtstehenden unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen auf der Blattunterseite, die übrigen fünf Arten mit röhrenförmigen Kristalloiden, in zwei Fällen mit dreikantigen Stäbchen, in drei Fällen mit gewundenen, häufig einseitig gerinnten Stäbchen kombiniert (Abb. 45).

Skimmia THUNB. (5-6) - *S. japonica* THUNB. ssp. *reevesiana* (FORTUNE) N.P. TAYLOR & AIRY SHAW (BG BONN 3775) [US/OS: plattenf. Sch.]; *S. laureola* (DC.) SIEBOLD & ZUCC. (BG BONN 10566-90) [US/OS: plattenf. Sch.]. - Beide Arten mit plattenförmigen Wachsschuppen auf beiden Blattflächen.

Swinglea MERR. (1) - *S. glutinosa* (BLANCO) MERR. (BG UBT) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Tetradium LOUR. (9) - *T. daniellii* (BENNETT) T. HARTLEY (BG BONN 5851 „*Euodia daniellii*“; BG UBT „*Euodia hupehensis*“; BG MB 73/415/88 „*Euodia velutina*“) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Triphasia LOUR. (3) - *T. trifolia* (BURM. f.) P. WILSON (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Vepris COMM. ex A. JUSS. (15) - *V. lanceolata* (LAM.) G. DON (BG BOCH) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Zanthoxylum L. (250) - *Z. americanum* MILLER (BG UBT) [US/OS: Ø]; *Z. bungei* PLANCHON (BG UBT) [US/OS: Ø]; *Z. piperitum* (L.) DC. (BG BONN 10568-90) [US/OS: Ø]; *Z. planispinum* SIEBOLD & ZUCC. (BG MB 76/357/22) [US/OS: Ø]; *Z. simulans* HANCE (BG MB 76/481/19) [US/OS: Ø]; *Z. zanthoxyloides* (LAM.) B. ZEPERNICK & F.K. TIMLER (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

SABIACEAE BLUME (1/19)

Das kontaminierte Herbarmaterial wies keine Kristalloide auf.

Sabia COLEBR. (19) - *S. limoniacea* WALLICH (B: N.K. CHUN & C.L. TSO 44767) [US/OS: Ø]; *S. philippinensis* C.B. ROBINSON (B: RAMOS & EDANO 45052) [US/OS: Ø].

SAPINDACEAE JUSS. (144/1335)

Von den 25 untersuchten Arten aus 16 Gattungen zeigt nur eine Art Kristalloide in Form glattrandiger bis plattenförmiger Wachsschuppen. Darüberhinaus besteht bei der Familie eine starke Tendenz zu auffälligen Cuticularfaltungsmustern.

Cardiospermum L. (14) - *C. grandiflorum* Sw. (BG M) [US/OS: Ø]; *C. halicacabum* L. (BG BONN 3763-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Chytranthus HOOK. f. (30) - *C. carneus* RADLK. (BG BONN 21385) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Dimocarpus LOUR. (6) - *D. longan* LOUR. (B: LAN, S.K.: 218 „*Euphoria longana*“) [US/OS: Ø]; *D. longan* LOUR. var. *malesianus* LEENH. (B: RAMOS & EDANO 44299 „*Euphoria gracilis*“) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Dodonaea MILLER (50) - *D. thumbergiana* ECKLON & ZEYH. (BG M) [US/OS: Ø]; *D. viscosa* (L.) JACQ. (BG BONN 98; Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Erythrophysa E. MEYER ex ARN. (3) - *E. alata* (ECKLON & ZEYH.) HUTCHINSON (ZSS 902356/0) [US/OS: Ø]; *E. „namaquensis*“ (ZSS 941525/b) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Euphorianthus RADLK. (3) - *E. longifolius* (ROXB.) RADLK. (B: PEEKEL 423) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Exothea MACFAD. (3) - *E. paniculata* (JUSS.) RADLK. (B: A. GONZALES 611) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Koelreuteria LAXM. (3) - *K. formosana* HAYATA (BG UBT) [US/OS: Ø]; *K. integrifolia* MERRILL (BG UBT) [US/OS: Ø]; *K. paniculata* LAXM. (BG BONN 7601) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Litchi SONN. (1) - *L. chinensis* SONN. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Melicoccus P. BROWNE (2) - *M. bijugatus* P. BROWNE (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Nephelium L. (35) - *N. connatum* F. MUELL. ex BENTH. (BG UBT) [US: Ø; OS: gl. - plattenf. Sch.]; *N. lappaceum* L. (Material DITSCH: RM) [US/OS: Ø]; *N. leiocarpum* F. MUELL. (BG BOCH) [US/OS: Ø]. - Zwei Arten ohne Kristalloide, eine Art mit glattrandigen bis plattenförmigen Wachsschuppen auf der Blattoberseite.

Pappea ECKLON & ZEYHER (1) - *P. capensis* ECKLON & ZEYH. (BG UBT) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Sapindus L. (13) - *S. mukorassi* GAERTN. (BG REG) [US/OS: Ø]; *S. saponaria* L. (BG ER) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Schleichera WILLD. (1) - *S. oleosa* (LOUR.) OKEN (B: R. ZIMMERMANN 118) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Serjania MILLER (215) - *S. glabrata* KUNTH (BG UBT) [US/OS: Ø]; *S. grammatophora* RADLK. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Xanthoceras BUNGE (1) - *X. sorbifolium* BUNGE (BG BONN 3766) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

SIMAROUBACEAE DC. (20/160)

Die elf untersuchten Arten aus fünf Gattungen weisen keine Kristalloide auf, wohl aber eine Tendenz zu starker Cuticularfaltung, insbesondere auf den Blattunterseiten.

Ailanthus DESF. (5) - *A. altissima* (MILL.) SWINGLE (BG BONN 7636) [US/OS: irr. Sch.]; *A. giraldii* DODE (BG MB 80/1870/220) [US/OS: Ø]; *A. vilmoriniana* DODE (BG MB 71/1865/195) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Castela TURPIN (15) - *C. coccinea* GRISEB. (B: F.E. LUNA 344) [US/OS: Ø]; *C. tweediei* PLANCHON (B: B. RAMBO 53061) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Kirkia OLIVER (5) - *K. acuminata* OLIVER (B: A.R. TORRE 3709) [US/OS: Ø]; *K. tenuifolia* ENGL. (B: J.B. GILLET 19698) [US/OS: Ø]; *K. wilmsii* ENGL. (B: H.J. SCHLIEBEN 7516) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Picrasma BLUME (8) - *P. excelsa* ROXB. (BG ER) [US/OS: Ø]; *P. quassioides* (D. DON) BENN. (BG BONN 3762) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Quassia L. (35) - *Q. amara* L. (BG BONN 24002) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

STAPHYLEACEAE (DC.) LINDL. (5/27)

Von zehn untersuchten Arten aus drei Gattungen weisen nur zwei Arten aus zwei Gattungen keine Kristalloide auf. Alle Arten der Gattung *Staphylea* und eine *Turpinia*-Art zeigen meist unregelmäßig gerandete Wachsschuppen, die bei *Staphylea* nicht selten gruppenweise parallel angeordnet sind.

Euscaphis SIEBOLD & ZUCC. (1) - *E. japonica* (THUNB.) KANITZ (B: C.I. LEI 1030) [UO]. - Keine Kristalloide.

Staphylea L. (11) - *S. bolanderi* A. GRAY (BG BONN 3807) [US/OS: irr. Sch.]; *S. bumalda* DC. (BG BONN 2929) [US: Ø; OS: gl. - irr. Sch.]; *S. colchica* STEVEN (BG BONN 8679) [US: Ø; OS: gl. - irr. Sch.]; *S. x elegans* ZABEL (BG MB 79/966/39) [US/OS: irr. Sch.]; *S. emodi* WALLICH (BG MB 77/1024/204) [US: gl. - irr. Sch.; OS: irr. Sch.]; *S. holocarpa* HEMSL. (BG MB 77/1098/64) [US/OS: irr. Sch.]; *S. pinnata* L. (BG BONN 12525) [US/OS: irr. Sch.]; *S. trifolia* L. (BG MB 69/956, 70/1224/187) [US/OS: irr. Sch.]. - Meist unregelmäßig gerandete Wachsschuppen bei allen Arten, die Blattoberseiten häufig stärker bewachst als die Blattunterseiten; nicht selten mit gruppenweise paralleler Anordnung.

Turpinia VENT. (10) - *T. formosana* NAKAI (B: T. TANAKA & Y. SHIMADA 13554) [US/OS: Ø]; *T. heterophylla* (RUÍZ & PAVÓN) HARMS & LOES. (B: L.J. BORR & al. 7331) [US: irr. Sch.; OS: Ø]. - Eine Art ohne Kristalloide, eine Art verstreut mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen auf der Blattunterseite.

ZYGOPHYLLACEAE R. BR. (26/220)

Von 18 untersuchten Arten aus zehn Gattungen weisen 13 Arten aus neun Gattungen keine Kristalloide auf. Zwei Arten aus zwei Gattungen zeigen nur schuppenförmige Kristalloide. Bei drei Arten aus drei Gattungen finden sich quergeriefte Stäbchen meist mit eingestreuten unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen. Die gelegentlich als eigenständige Familien abgetrennten Gattungen *Nitraria* und *Peganum* weichen nicht vom Bild der übrigen Zygophyllaceae ab.

Bulnesia C. GAY (9) - *B. aphylla* (BG BONN 5626-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Fagonia L. (30) - *F. cretica* L. (BG MB) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Guaiacum L. (6) - *G. officinale* L. (BG MB) [US: gl. - plattenf. Sch.; OS: Ø]; *G. sanctum* L. (BG UBT) [US/OS: Ø]. - Eine Art ohne Kristalloide, eine Art mit glattrandigen bis plattenförmigen Wachsschuppen auf der Blattunterseite.

Larrea CAV. (5) - *L. cuneifolia* CAV. (BG BONN 4328) [US/OS: Ø]; *L. tridentata* (DC.) COV. (BG BONN 10858-80) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Nitraria L. (6) - *N. billardieri* DC. (B: A. STRID 20853) [US/OS: Ø]; *N. retusa* (FORSSK.) ASCHERS. (B: S. RILKE 1375) [US/OS: quger. St. + irr. Sch.]; *N. schoberi* L. (B: FREITAG 14970) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *N. sibirica* PALL. (B: WU YUHU 1891) [US/OS: Ø]. - Zwei Arten ohne Kristalloide, eine Art nur mit glattrandigen bis unregelmäßigen Wachsschuppen, die häufig parallel angeordnet sind, eine Art mit quergerieften Stäbchen, stellenweise mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen kombiniert.

Peganum L. (5) - *P. crithmifolium* RETZ (B: P. SINTENIS 941) [US/OS: Ø]; *P. harmala* L. (BG BONN 3799-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Porlieria RUIZ & PAVÓN (6) - *P. hygrometra* RUIZ & PAVÓN (BG M) [US/OS: Ø]; *P. lorentzii* ENGL. (BG BONN 772) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Sisyndite E. MEYER ex SONDER (1) - *S. sparteae* E. MEY. ex SOND. (BG M) [Spr: quger. St. + irr. Sch.]. - Dichte Bestände quergeriefter Stäbchen und eingestreute Wachsschuppen auf der Sproßoberfläche.

Tribulus L. (25) - *T. terrestris* L. (BG BONN 7162) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Zygophyllum L. (80) - *Z. depauperatum* DRAKE (Material DITSCH: RM) [US/OS: Ø]; *Z. fabago* L. (BG BONN 3798-90) [US/OS: quger. St. + irr. Sch.]. - Eine Art ohne Kristalloide, eine Art mit quergerieften Stäbchen und unregelmäßig gerandeten Schuppen auf beiden Blattflächen.

5.2.16. Geraniales DUMORT.

Die Geraniales unterscheiden sich von den Sapindales und Polygalales in erster Linie durch ihren häufig krautigen Habitus sowie das Fehlen eines Diskus und jeglicher Exkretbehälter. Diese Merkmale teilen sie mit den Linales, weswegen die beiden Ordnungen auch von einigen Autoren zusammengelegt werden (z.B. GOLDBERG 1986; FROHNE & JENSEN 1992). Die engen Beziehungen zwischen Linales und Geraniales werden auch dadurch deutlich, daß die Zuordnung einzelner Familien und Gattungen von Autor zu Autor wechselt. HUBER (1991) nimmt eine nähere Verwandtschaft der Geraniaceae zu den Malvales an. Die meisten der übrigen Familien ordnet er in die „Capparidales und ihre Satelliten“.

Bei molekularsystematischen Analysen wird die Umgrenzung der Geraniaceae sensu stricto, jedoch inklusive der Hypseocharitaceae, bestätigt (PRICE & PALMER 1993). In ihre nähere Verwandtschaft gehören darüberhinaus die Crossosomataceae. Die Oxalidaceae, einschließlich der Gattung *Averrhoa*, stehen in der Nachbarschaft der Cunoniaceae. Die südamerikanischen Satellitenfamilien der Geraniaceae, d.h. die Ledocarpaceae und Vivianiaceae, bilden mit den Greyiaceae und Francoaceae eine eigenständige Gruppe. Die Limnanthaceae und Tropaeolaceae sind bei den übrigen glucosinolathaltigen Familien eingeordnet. Die Balsaminaceae befinden sich innerhalb eines Astes der Asteridae, der von den Ericales dominiert wird.

Tabelle 29: Die Familien der Geraniales in den konventionellen Systemen (Familien, deren Wachsmikromorphologie in diesem Kapitel vorgestellt wird, sind unterstrichen).

Familie	CRONQUIST 1988	DAHLGREN 1989	TAKHTAJAN 1987	THORNE 1992 b, pers. Mittlg.
Balanitaceae	(in Zygophyllac.)	Rutanae Geraniales	Rosidae Rutanae Rutales	Geraniaeae Linales
<u>Balsaminaceae</u>	Rosidae Geraniales	Rutanae Balsaminales	Rosidae Rutanae Balsaminales	Geraniaeae Geraniales
<u>Biebersteiniaceae</u>	(in Geraniaceae)	Rutanae Geraniales	Rosidae Rutanae Geraniales	(in Geraniaceae)
Dirachmaceae ¹	(in Geraniaceae)	Rutanae Geraniales	Rosidae Rutanae Geraniales	(in Geraniaceae)
<u>Geraniaceae</u>	Rosidae Geraniales	Rutanae Geraniales	Rosidae Rutanae Geraniales	Geraniaeae Geraniales
<u>Hypseocharitaceae</u> (in Oxalidaceae)	(in Oxalidaceae)	(in Oxalidaceae)	Rosidae Rutanae Geraniales	(in Geraniaceae)
<u>Ledocarpaceae</u>	(in Geraniaceae)	Rutanae Geraniales	Rosidae Rutanae Geraniales	(in Geraniaceae)
<u>Lepidobotryaceae</u>	(in Oxalidaceae)	Rutanae Linales	Rosidae Rutanae Geraniales	(in Oxalidaceae)
<u>Limnanthaceae</u>	Rosidae Geraniales	Violanae Tropaeolales	Rosidae Rutanae Limnanthales	Geraniaeae Geraniales
Nitrariaceae	(in Zygophyllac.)	Rutanae Geraniales	Rosidae Rutanae Rutales	(in Zygophyllac.)
<u>Oxalidaceae</u>	Rosidae Geraniales	Rutanae Linales	Rosidae Rutanae Geraniales	Geraniaeae Geraniales

Peganaceae	(in Zygophyllac.)	Rutanae Geraniales	Rosidae Rutanae Rutales	(in Zygophyllac.)
Rhynchothecac. ²	(in Geraniaceae)	(in Vivianiaceae)	Rosidae Rutanae Geraniales	(in Geraniaceae)
<u>Tropaeolaceae</u>	Rosidae Geraniales	Violanae Tropaeolales	Rosidae Rutanae Tropaeolales	Geranianae Geraniales
<u>Vivianiaceae</u>	(in Geraniaceae)	Rutanae Geraniales	Rosidae Rutanae Geraniales	(in Geraniaceae)
Zygophyllaceae	Rosidae Sapindales	Rutanae Geraniales	Rosidae Rutanae Rutales	Geranianae Linales

¹ Die Familie wurde von DITSCH & BARTHOLOTT (1994) wachsmikromorphologisch untersucht.

² Von dieser Familie stand leider kein Material zur Verfügung.

Von den 117 untersuchten Arten aus 21 Gattungen zeigen die meisten keine skulptierten Wachse. Bei wenigen Arten sind jeweils Wachsschuppen (Geraniaceae, Ledocarpaceae und Vivianiaceae), dreikantige Stäbchen (Geraniaceae) und quergeriefte Stäbchen (Geraniaceae) vertreten. Charakteristisch für die Oxalidaceae sind rosettenförmig aggregierte Schuppen. Sie entsprechen damit den Erythroxylaceae und Connaraceae. Diese Ähnlichkeit wird unterstützt durch das gemeinsame Vorkommen von Siebröhren-Plastiden des Pc-Typs (BEHNKE 1991). Alle untersuchten Arten der Tropaeolaceae und eine Art der Balsaminaceae weisen röhrenförmige Kristalloide auf. Für *Tropaeolum majus* ist als Hauptkomponente des Epicuticularwachses Nonacosan-10-ol nachgewiesen (Holloway & al. 1976). Sie entsprechen damit in Form und Zusammensetzung den für die Ranunculidae typischen Wachsskulpturen des *Berberis*-Typs (HENNIG & al. 1994). Dies könnte als Hinweis auf eine nähere Verwandtschaft über die Resedaceae zu den Capparales gedeutet werden.

Pollenmorphologisch sind die **Geraniaceae** über die Hypseocharitaceae mit den Oxalidaceae verbunden (OLTMANN 1971). Sowohl die Holzanatomie (CARLQUIST 1985 d), als auch die Blütenanatomie (NARAYANA & RAMA DEVI 1995) befürworten eine nahe Verwandtschaft der **Vivianiaceae** zu den Geraniaceae. Ihre Siebröhren-Plastiden des S-Typs unterstützen diese Beziehungen.

Sowohl blattanatomische Merkmale (YAKOVLEV 1994), als auch ihre Blütenmorphologie (LINK 1991) sprechen für eine Eingliederung der **Dirachmaceae** in die Malvales, insbesondere in die Nähe der Tiliaceae. Ihre Wachsmikromorphologie ist mit dieser Vorstellung kompatibel (DITSCH & BARTHOLOTT 1994).

Die **Hypseocharitaceae** korrespondieren in ihrem Samenbau (BOESEWINKEL 1988) und mit ihren Siebröhren-Plastiden des S-Typs (BEHNKE 1982 a) am ehesten mit den Geraniaceae. Beziehungen zu den Oxalidaceae sind weniger wahrscheinlich. Die Gattungen *Hypseocharis* und *Dapania* sind die einzigen unter den untersuchten Oxalidaceae, die keine rosettenförmig aggregierten Wachsschuppen aufweisen. Auch in diesem Merkmal ähneln sie den Geraniaceae.

Molekularsystematische Daten sprechen für eine Ausgliederung von *Hypseocharis* aus und eine Eingliederung von *Averrhoa* in die **Oxalidaceae** (PRICE & PALMER 1993). BOESEWINKEL (1985 b) gibt für samenanatomische und embryologische Merkmale Übereinstimmungen zwischen *Dapania*, *Averrhoa* und *Sarcotheca* an. Alle drei Gattungen passen jedoch in die Oxalidaceae. Auch phytochemische Untersuchungsergebnisse unterstützten die Eingliederung von *Averrhoa* in die Oxalidaceae (RAMA DEVI & NARAYANA 1990).

VAN WELZEN & BAAS (1984) halten aufgrund blattanatomischer Untersuchungen engere Beziehungen der **Lepidobotryaceae** zu den Oxalidaceae wie zu den Linaceae für möglich. Während HALLIER (1923) *Lepidobothrys* in direkte Beziehungen zu *Sarcotheca* stellt, betont VELDKAMP (1967) die Unterschiede zwischen den Lepidobotryaceae und Oxalidaceae.

Embryologische und samenanatomische Daten (BOESEWINKEL & BOUMAN 1991) befürworten eine Stellung der **Balsaminaceae** innerhalb der Asteridae sensu lato, wie sie durch molekularsystematische Analysen postuliert werden (PRICE & PALMER 1993). Die bei einer Art gefundenen röhrenförmigen Wachsskulpturen können als Indiz für eine weitere Verwandtschaft zu den Ericales gewertet werden.

Serologisch (GERSTBERGER 1987) und aufgrund ihres Glucosinolatgehaltes (ETTLINGER 1987) weisen die **Limnanthaceae** enge Beziehungen zu den Capparales auf. Ihr Flavonoidmuster spricht dagegen (GORNALL & al. 1979). Morphologisch und embryologisch (MAHESHWARI & JOHRI 1956; HOFMANN & LUDEWIG 1985) gelingt es nicht, Beziehungen zu den Geraniales oder Sapindales nachzuweisen.

Die **Tropaeolaceae** weisen blütenanatomische Übereinstimmungen mit den Geraniales auf (RAMA DEVI & NARAYANA 1994). Ihr Gehalt an Glucosinolaten spricht für (ETTLINGER 1987), serologische Untersuchungsergebnisse (GERSTBERGER 1987) gegen eine nahe Verwandtschaft zu den Capparales. Wachsmikromorphologisch sind Beziehungen zu den Capparales möglich. Molekularsystematische Analysen bestätigen eine Eingliederung der Limnanthaceae und Tropaeolaceae in die Gruppe der glucosinolathaltigen Familien (RODMAN & al. 1993; PRICE & PALMER 1993).

BALSAMINACEAE A. RICH. (2/850)

Von 14 untersuchten Arten aus zwei Gattungen weist nur eine Art (*Impatiens noli-tangere*) Kristalloide auf. Es handelt sich um kleine, unregelmäßig gerandete Wachsschuppen, die in rosettenartigen Clustern aggregiert und mit kurzen röhrenförmigen Kristalloiden vergesellschaftet sind, die zum Teil seitlich geöffnet sind, so daß rinnenförmige Strukturen entstehen.

Hydrocera BLUME (1) - *H. triflora* (L.) WIGHT & ARN. (B: S.K. LAU 514) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Impatiens L. (850) - *I. balfourii* HOOK. f. (BG M) [US/OS: Ø]; *I. balsamina* L. (BG BONN 8003) [US/OS: Ø]; *I. claeri* N. HIALLE (BG BONN 3261) [US/OS: Ø]; *I. glandulifera* ROYLE (BG BONN 3774) [US/OS: Ø]; *I. hians* HOOK. f. (BG UBT; BG MB) [US/OS: Ø]; *I. kilimanjari* OLIVER x *pseudoviola* GILG (BG ER) [US/OS: Ø]; *I. nana* ENGL. & WARB. ex ENGL. (BG UBT) [US/OS: Ø]; *I. niarniamensis* GILG (BG BONN 24603) [US/OS: Ø]; *I. noli-tangere* L. (Material DITSCH: D) [US/OS: kl. irr. Sch. + R.]; *I. parviflora* DC. (BG BONN 4400; BG M) [US/OS: Ø]; *I. repens* MOON (BG ER) [US/OS: Ø]; *I. scabrida* DC. (BG BONN 3773-90; BG REG) [US/OS: Ø]; *I. tuberosa* H. PERR. (BG MB) [US/OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide, bei einer Art kleine, unregelmäßige Wachsschuppen in rosettenartigen Clustern, durchsetzt mit kleinen, zum Teil seitlich offenen Röhren.

BIEBERSTEINIACEAE ENDL. (1/5)

Auf dem Herbarmaterial wurden keine Kristalloide nachgewiesen.

Biebersteinia STEPHAN (5) - *B. multifida* DC. (B: K.H. RECHINGER 50855) [US/OS: Ø]; *B. odora* STEPHAN ex FISCH. (B: LEDEBOUR.) [US/OS: Ø].

GERANIACEAE JUSS. (7/680)

Von 57 untersuchten Arten aus sechs Gattungen zeigen 48 Arten aus sechs Gattungen keine Kristalloide. Bei drei Arten der Gattung *Geranium* finden sich querveriefte Stäbchen, bei zwei Arten aus zwei Gattungen dreieckige Stäbchen, jeweils häufig mit Wachsschuppen kombiniert. Vier Arten aus zwei Gattungen weisen ausschließlich schuppenförmige Kristalloide auf.

Erodium L'HÉR. ex AITON (60) - *E. absinthoides* WILLD. (BG M) [US/OS: Ø]; *E. bryoniifolium* BOISS. (Material ROSEN) [US: K. - gl. Sch.; OS: Ø]; *E. carvifolium* BOISS. & REUT. (BG M) [US/OS: Ø]; *E. chrysanthum* L'HÉRIT. (BG M) [US/OS: Ø]; *E. cicutarium* (L.) L'HÉRIT. (BG BONN 3793) [US/OS: Ø]; *E. hymenodes* L'HÉRIT. (BG M) [US/OS: Ø]; *E. laciniatum* (CAV.) WILLD. var. *laciniatum* (Material ROSEN) [US: K. - gl. Sch.; OS: Ø]; *E. manescavii* COSS. (BG BONN 3785) [US/OS: Ø]; *E. reichardii* (MURRAY) DC. (BG BOCH) [US/OS: Ø]; *E. rodiei* (BRAUN-BLANQUET) POIRION (BG M) [US: irr. Sch.; OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide, bei zwei Arten körnchenförmige bis glattrandig-schuppenförmige Kristalloide, bei einer Art glattrandige bis gekerbte Wachsschuppen jeweils auf den Blattunterseiten.

Geranium L. (300) - *G. canariense* REUT. (BG MB) [US/OS: Ø]; *G. cinereum* CAV. (BG ER) [US/OS: Ø]; *G. columbinum* L. (BG MB 84/1380) [US/OS: Ø]; *G. endressii* GAY (BG REG) [US/OS: Ø]; *G. eriostemon* FISCH. ex DC. (BG BONN 3791-90) [US/OS: Ø]; *G. farreri* STAPF (BG

REG) [US/OS: Ø]; *G. macrorrhizum* L. (BG BONN 9316) [US/OS: Ø]; *G. maderense* YEO (BG M) [US/OS: Ø]; *G. nodosum* L. (BG REG) [US/OS: Ø]; *G. platypetalum* FISCH. & MEY. (BG BONN 3786) [US/OS: Ø]; *G. reflexum* L. (BG MB 64/1069) [US/OS: Ø]; *G. renardii* TRAUTV. (BG REG) [US/OS: Ø]; *G. rotundifolium* L. (BG MB 64/967) [US/OS: Ø]; *G. rubescens* YEO (BG MB) [US/OS: Ø]; *G. sanguineum* L. (BG MB 76/487) [US/OS: Ø]; *G. sylvaticum* L. (BG MB 77/1825) [US/OS: Ø]; *G. yesoense* FRANCHET & SAVAT. (BG REG) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Monsonia L. (25) - *M. heliotropoides* (CAV.) BOISS. (B: K.H. RECHINGER 27984) [US/OS: Ø]; *M. longipes* KNUTH (B: LINSSEN & GIESEN 21) [US/OS: Ø]; *M. ovata* CAV. ssp. *glauca* (KNUTH) BOWDEN & T. MÜLLER (B: H. & E. WALTER 1664) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Neurophyllodes (A. GRAY) DEGENER (1-9) - *N. arborea* (A. GRAY) DEGENER (B: O. DEGENER 18007) [US/OS: Ø]; *N. cuneata* (HOOK.) DEGENER (B: O. DEGENER 20379) [US/OS: Ø]; *N. ovatifolia* (A. GRAY) DEGENER & GREENWELL (B: O. DEGENER 25289) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Pelargonium L'HÉR. ex AITON (280) - *P. acetosum* (L.) L'HÉRIT. (ZSS 861148/a) [US/OS: 3-k. St. + Sch.]; *P. barklyi* S. ELLIOTT (BG MB) [US/OS: Ø]; *P. capitatum* (L.) L'HÉRIT. (BG MB) [US/OS: Ø]; *P. cotyledonis* (L.) L'HÉRIT. (BG MB) [US/OS: Ø]; *P. crispum* (BERGIUS) L'HÉRIT. (BG MB) [US/OS: Ø]; *P. cucullatum* (L.) L'HÉRIT. (BG MB) [US/OS: Ø]; *P. echinatum* CURTIS (BG MB) [US/OS: Ø]; *P. gibbosum* (L.) L'HÉRIT. (BG MB; ZSS 873834/0) [US/OS: quger. St.]; *P. lanceolatum* STEUD. (Material DITSCH) [US/OS: quger. St. + irr. Sch.]; *P. laxum* (SWEET) G. DON (ZSS 902180/0) [US/OS: Ø]; *P. ovale* (BURM. f.) L'HÉRIT. (BG MB) [US/OS: Ø]; *P. papilionaceum* (L.) L'HÉRIT. (BG MB) [US/OS: Ø]; *P. pulverulentum* COLV. ex SWEET (ZSS 862991/0) [US/OS: quger. St. + irr. Sch.]; *P. radens* H.E. MOORE (BG MB) [US/OS: Ø]; *P. ramosissimum* WILLD. (BG MB) [US/OS: Ø]; *P. rapaceum* JACQ. (BG MB) [US/OS: Ø]; *P. spinosum* WILLD. (BG MB) [US/OS: Ø]; *P. tetragonum* (L.) L'HÉRIT. (BG MB) [US/Spr: irr. Sch.; OS: Ø]; *P. tongaense* VORSTER (BG BONN 554) [US/OS: Ø]; *P. zonale* (L.) L'HÉRIT. (BG BONN 8068) [US/OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide, drei Arten mit quergeriefteten Stäbchen, nicht selten mit unregelmäßigen Wachsschuppen kombiniert, eine Art mit dreikantigen Stäbchen und Wachsschuppen, eine Art nur mit unregelmäßigen Wachsschuppen.

Sarcocaulon (DC.) SWEET (14) - *S. herrei* L. BOL. (BG BONN 2333) [US/OS: Ø]; *S. multifidum* R. KNUTH (ZSS 913588/b) [US/OS: Ø]; *S. patersonii* (DC.) G. DON (ZSS 913328/a) [US/OS: 3-k. St.]; *S. peniculinum* MOFFETT (Material DITSCH) [US/OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide, bei einer Art dreikantige Stäbchen auf beiden Blattflächen.

LEDOCARPACEAE MEYEN (2/11)

Drei von vier untersuchten Arten aus zwei Gattungen weisen einen oft dichten Belag aus glattrandigen bis gebuchteten oder gekerbten Wachsschuppen auf jeweils beiden Blattflächen auf. Eine Art zeigt keine Kristalloide.

Balbisia CAV. (8) - *B. integrifolia* KNUTH (B: K. FIEBRIG 3035) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *B. meyeriana* KLOTZSCH (B: K. FIEBRIG 3094) [US/OS: Ø]. - Eine Art ohne Kristalloide, eine Art mit dichtem Belag glattrandiger bis unregelmäßiger Wachsschuppen, die deutliche Erosionsspuren aufweisen.

Wendtia MEYEN (3) - *W. gracilis* MEYEN (B: J. HAGER 987) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *W. reynoldsii* ENDL. (B: E. WERDERMANN 575) [US/OS: gl. - irr. Sch.]. - Beide Arten mit glattrandigen bis unregelmäßigen Wachsschuppen (Abb. 6).

LEPIDOBOTRYACEAE J. LÉONARD (1/1)

Das stark verpilzte Herbarmaterial weist keine Kristalloide auf.

Lepidobotrys ENGL. (1) - *L. staudtii* ENGL. (BR: PH. GÉRARD 4820) [US/OS: Ø].

LIMNANTHACEAE R. BR. (2/8)

Keine der vier untersuchten Arten zeigt Kristalloide auf ihren Blattflächen.

Floerkea WILLD. (1) - *F. proserpinacoides* WILLD. (B: W.S. MOFFATT 52) [US/OS: Ø].

Limnanthes R. BR. (7) - *L. alba* HARTW. ex BENTH. (B: H.S. GENTRY 19688) [US/OS: Ø]; *L. douglasii* R. BR. (BG BONN 3714-90) [US/OS: Ø]; *L. striata* JEPSON (B: R. BACIGALUPI & A.D. HAWKES 3276) [US/OS: Ø].

OXALIDACEAE R. BR. (7/575)

Von den 25 untersuchten Arten aus fünf Gattungen zeigen 21 Arten aus drei Gattungen meist unregelmäßig gerandete Wachsschuppen in mehr oder weniger leicht erkennbaren Rosetten. Bei drei Arten aus zwei Gattungen konnten auf dem kontaminierten Herbarmaterial keine Kristalloide nachgewiesen werden. Eine Art der Gattung *Oxalis* wies ebenfalls keine Kristalloide auf.

Averrhoa L. (2) - *A. bilimbi* L. (BG MJG) [US/OS: gez. - gefr. Sch.]; *A. carambola* L. (BG BONN 24119) [US/OS: gl. - gez. Sch. in Ros.]. - Eine Art mit glattrandigen bis gezähnten Wachsschuppen in Rosetten, eine Art mit dicht stehenden gezähnten bis gefransten Wachsschuppen, die eine deutliche Tendenz zu rosettiger Anordnung zeigen.

Biophytum DC. (50) - *B. dendroides* (KUNTH) DC. (BG MB) [US/OS: irr. Sch. in kl. Ros.]; *B. petersianum* KLOTZSCH (BG BONN) [US: gl. - irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]; *B. sensitivum* (L.) DC. (BG BONN 5030) [US: gl. - irr. Sch. in Ros.; OS: Ø]. - Bei allen Arten rosettig angeordnete Wachsschuppen mit meist unregelmäßigen Rändern.

Dapania KORTH. (3) - *D. racemosa* KORTH. (B: SOEPADMO 129) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Hypseocharis REMY (8) - *H. malpasensis* KNUTH (B: C. TROLL 797) [US/OS: Ø]; *H. pimpinellifolia* REMY (B: H. & E. WALTER 622) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Oxalis L. (500) - *O. acetosella* L. var. *purpurascens* MART. (Material DITSCH: D) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *O. articulata* SAVIGNY (BG M) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *O. deppei* LODD. (BG M) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *O. fontana* BUNGE (BG BONN 8133-90) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *O. hedyaroides* KUNTH (BG BONN 24207) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *O. laciniata* CAV. (BG M) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *O. magellanica* FORSTER f. (BG BONN 9484) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *O. megalorrhiza* JACQ. (BG MB) [US/OS: Ø]; *O. reticulata* STEUD. (BG ER) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *O. rhombifolia* JACQ. (BG BONN) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *O. rubra* A. ST.-HIL. (BG BOCH) [US: irr. Sch. in Ros.; OS: kl. irr. Sch. in Ros. + gr. gl. - irr. Sch.]; *O. rusciformis* MIKAN (BG BONN 24208) [US/OS: irr. Sch. in Ros.]; *O. spec.* (BG BONN 2530) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]; *O. spec.* (Material DITSCH: EC) [US/OS: gl. - irr. Sch. in kl. Ros.]; *O. succulenta* BARN. (BG ER) [US/OS: gl. Sch. in Ros.]; *O. triangularis* A. ST.-HIL. (BG BONN 4841) [US/OS: gl. Sch. in Ros.]; *O. valdiviensis* BARN. (BG BONN 7087) [US/OS: gl. - irr. Sch. in Ros.]. - Eine Art

ohne Kristalloide, 16 Arten mit meist unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen in gelegentlich sehr dicht stehenden, daher nicht leicht erkennbaren Rosetten..

TROPAEOLACEAE JUSS. ex DC. (3/88)

Die acht untersuchten *Tropaeolum*-Arten zeigen einheitlich röhrenförmige Kristalloide auf beiden Blattseiten. Der Nachweis von Nonacosan-10-ol bei *Tropaeolum majus* (HOLLOWAY & al. 1976) und die häufig zu beobachtende Aggregation in Cluster entsprechen neben der meist stumpfwinkeligen Verzweigung der Kristalloide den charakteristischen Merkmalen der Wachsröhrchen des *Berberis*-Typs, der bei den Gymnospermen (RIEDERER 1989) und den *Ranunculidae* (HENNIG & al. 1994) weit verbreitet ist.

Tropaeolum L. (86) - *T. azureum* MIERS ex SAVI (Material DITSCH: RCH) [US/OS: R.]; *T. brachyceras* HOOK. & ARN. (Material DITSCH: RCH) [US/OS: R.]; *T. majus* L. (BG BONN 3796) [US/OS: R.]; *T. minus* L. (BG BONN 2095-90) [US/OS: R.]; *T. peregrinum* L. (BG BONN 3795) [US/OS: R.]; *T. speciosum* POEPP. & ENDL. (BG REG) [US/OS: R.]; *T. tricolor* LINDL. (BG BOCH) [US/OS: R.]; *T. tuberosum* RUIZ & PAVÓN (BG BONN; Material DITSCH: EC) [US/OS: R.]. - Alle Arten mit röhrenförmigen Kristalloiden auf beiden Blattseiten, häufig in Clustern aggregiert.

VIVIANIACEAE KLOTZSCH (3/8)

Von den zwei untersuchten Arten zeigt nur eine unregelmäßig gerandete bis bandförmige Wachsschuppen auf der Blattoberseite.

Viviania CAV. (6) - *V. grandifolia* HOOK. (B: M.CH. GAY) [US/OS: Ø]; *V. linostigma* (KLOTZSCH) R. KNUTH (B: PABST 6249 & PEREIRA 6422) [US: Ø; OS: irr. - bandf. Sch.]. - Eine Art ohne Kristalloide, eine Art mit unregelmäßig gerandeten bis bandförmigen Wachsschuppen auf der Blattoberseite.

5.2.17. Apiales NAKAI

Die Apiales bilden eine relativ gut umschriebene Ordnung. Für sie wird ein Anschluß über die Pittosporales an die Rutanae oder über die Cornales an die Saxifragales diskutiert. Außerdem besitzen sie wahrscheinlich gemeinsame Vorfahren mit den Asteridae sensu stricto. Diese Beziehungen basieren in erster Linie auf phytochemischen Daten (HEGNAUER 1971). Daraus resultieren letztendlich auch die unterschiedlichen Umgrenzungen der Ordnung bei den verschiedenen Systematikern. CRONQUIST (1988) und HUBER (1991) leiten die Ordnung direkt von den Sapindales/Rutales ab. Bei DAHLGREN (1989) bilden sie zusammen mit den Pittosporales die Überordnung der Araliales, die zwischen Rutanae und Asteranae angesiedelt ist. Eine vergleichbare Lösung findet sich bei FROHNE & JENSEN (1992). THORNE (1992 b) stellt die Araliales

neben die Pittosporales in seine sehr weit gefaßten Aralianceae, zu denen auch die Cornales zählen. Ähnlich verfährt TAKHTAJAN (1987). Eine besondere Stellung in Bezug auf die Apiales räumt er den Helwingiaceae und Toricelliaceae ein. Bei GOLDBERG (1986) sind die enggefaßten Apiales in direkter Nachbarschaft zu Cornales und Dipsacales ans Ende eines Rosifloren-Astes angesiedelt.

Tabelle 30: Die Familien der Apiales (= Araliales) in den konventionellen Systemen (Familien, deren Wachsmikromorphologie in diesem Kapitel vorgestellt wird, sind unterstrichen).

Familie	CRONQUIST 1988	DAHLGREN 1989	TAKHTAJAN 1987	THORNE 1992 b, pers. Mittlg.
<u>Apiaceae</u>	Rosidae Apiales	Aralianceae Araliales	Rosidae Cornanae Apiales	Aralianceae Araliales
<u>Araliaceae</u>	Rosidae Apiales	Aralianceae Araliales	Rosidae Cornanae Apiales	Aralianceae Araliales
Helwingiaceae	Rosidae Cornales (in Cornaceae)	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Apiales	Aralianceae Araliales
<u>Hydrocotylaceae</u> (in Apiaceae)	(in Apiaceae)	(in Apiaceae)	(in Apiaceae)	Aralianceae Araliales
Toricelliaceae	Rosidae Cornales (in Cornaceae)	Cornanae Cornales	Rosidae Cornanae Toricelliales	Aralianceae Araliales

Über die Hälfte der 228 untersuchten Arten aus 105 Gattungen weisen keine skulptierten Wachse auf. Die Araliaceae zeigen nur in Einzelfällen quergeriefte Stäbchen oder parallel ausgerichtete Wachsschuppen.

Schuppenförmige Kristalloide bilden bei den Apiaceae nicht selten einen dichten Belag, in dem häufig eine parallele Anordnung der Kristalloide zu erkennen ist. Die häufigste Wachstform stellen jedoch quergeriefte Stäbchen dar, die oft sehr schlank und hoch ausgebildet sind und an ihrem apikalen Ende nicht selten faden- oder schuppenförmige Auswüchse aufweisen. Sie sind für alle drei Unterfamilien und die meisten Tribus nachgewiesen. Daher können systematische Gliederungen dieser Familie, wie sie bei MATHIAS & CONSTANCE (1962), HEYWOOD (1971) und MOORE (1971) aufgeführt werden, nicht nachvollzogen werden. In den Fällen, da sie chemisch untersucht sind, entsprechen die Kristalloide nicht dem *Aristolochia*-Typ der Magnoliidae (HENNIG & al. 1994), da sie kein Palmiton aufweisen. Es finden sich auch Übergangsformen dieser quergerieften Stäbchen über dendritische Stäbchen

und fiedrig verzweigte Fäden zu mehr oder weniger rosettig anmutenden Wachsschuppen. Dreikantige Stäbchen sind in Fällen dichter Bestände (*Aciphylla*) mehr oder weniger stark gewunden und stehen deutlich von der Oberfläche ab. Ansonsten (*Aletes*, *Azorella*) sind sie eher kurz und weniger stark gewunden und liegen der Oberfläche auf. Diese Wachsform ist in der Familie mehrfach unabhängig entstanden. Aggregierte Stäbchen, die formal dem *Strelitzia*-Typ bei den Monocotyledoneae (BARTHLOTT & FRÖLICH 1983; FRÖLICH & BARTHLOTT 1988) ähneln, sind bisher nur für wenige südamerikanische Vertreter der Gattung *Eryngium* nachgewiesen.

Die Toricelliaceae und Helwingiaceae weisen keine skulptierten Wachse auf. Bei den Pittosporaceae sind schuppenförmige Wachsskulpturen nachgewiesen, die bei einer Reihe von Arten parallel ausgerichtet sind (FEHRENBACH & BARTHLOTT 1988).

Molekularsystematischen Analysen zufolge sind die Apiales in direkter Nähe zu den Asterales sensu lato angesiedelt (CHASE & al. 1993). Nach PLUNKETT & al. (1992) gehören die Pittosporaceae mit in die Apiales hinein. Außerdem stellen die Araliaceae eine paraphyletische Gruppe dar, aus der die Apiaceae polyphyletisch abgeleitet werden können. Dies kann wachsmikromorphologisch nicht bestätigt werden, da alle Unterfamilien der Apiaceae, jedoch keine größere Gruppe der Araliaceae durch quergeriefte Stäbchen charakterisiert werden können.

Blütenontogenetische Daten (ERBAR & LEINS 1985) sprechen für eine basale Stellung der Gattung *Eryngium* innerhalb der Apiaceae, während *Hydrocotyle* in seiner Blütenentwicklungsgeschichte eher an *Aralia* und *Hedera* erinnert und auffallende Entsprechungen zu den Asterales sensu lato aufweist. Diese Beziehungen werden durch serologische Untersuchungsergebnisse unterstützt (PICKERING & FAIRBROTHERS 1970).

APIACEAE LINDLEY (416/3160)

Von den 197 untersuchten Arten aus 92 Gattungen zeigen 118 Arten aus 67 Gattungen keine Kristalloide (Abb. 1, 2), 43 Arten aus 25 Gattungen nur Schuppen, davon bei 18 Arten aus sieben Gattungen mit paralleler Anordnung, 27 Arten aus 14 Gattungen quergeriefte Stäbchen, sieben Arten aus drei Gattungen dreikantige Stäbchen und zwei Arten aus einer Gattung aggregierte Stäbchen auf. Die letzten drei Wachsformen sind häufig mit Schuppen und/oder fadenförmigen Kristalloiden vergesellschaftet. In fünf Gattungen sind auf unterschiedlichen Arten verschiedene Wachsformen gefunden worden.

Aciphylla FORSTER & FORSTER f. (39) - *A. aurea* W. OLIVER (BG BOCH) [US/OS: 3-k. St.]; *A. glaucescens* W. OLIVER (BG BONN 411) [US: irr. Sch.; OS: 3-k. St. + irr. Sch.]; *A. scott-thomsonii* COCKAYNE & ALLAN (BG BOCH) [US/OS: 3-k. St. + irr. Sch.]; *A. squarrosa* FORSTER &

FORSTER f. (BG M) [US/OS: 3-k. St.]. - Dreikantige Stäbchen, meist vergesellschaftet mit unregelmäßigen gerandeten Wachsschuppen.

Aegopodium L. (5) - *A. podagraria* L. (BG M) [US: irr. Sch.; OS: Ø]. - Cuticularfaltung mit kleinen unregelmäßigen Wachsschuppen auf der Unterseite, ohne Kristalloide auf der Oberseite.

Aethusa L. (1) - *A. cynapium* L. (BG MB 85/607) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Aletes J. COULTER & ROSE (6) - *A. anisatus* (A. GRAY) THEOBALD & TSENG (BG M) [US/OS: 3-k. St.]. - Sehr verstreut dreikantige, meist liegende Stäbchen.

Ammi L. (6) - *A. majus* L. (BG MB 75/305/11) [US/OS: irr. Sch.]; *A. visnaga* (L.) LAM. (BG ER) [US/OS: irr. + gl. Sch.]. - Nur stellenweise unregelmäßige bis glatte Wachsschuppen.

Anethum L. (2) - *A. graveolens* L. (BG ER) [US/OS/Spr: quger. St.]. - Quergeriefte Stäbchen, auf dem Sproß oft sehr lang.

Angelica L. (50) - *A. archangelica* L. (BG BONN 6014) [US: irr. + gl. Sch.; OS: Ø; Spr: irr. + gl. Sch.]; *A. glauca* EDGEW. (BG MB 85/298) [US/OS: kl. gl. + irr. Sch.; Spr: quger. St. + irr. Sch.]; *A. razulii* GOUAN ex LALLEM. (BG M) [US: quger. St. + irr. Sch.; OS: irr. Sch.]; *A. sylvestris* L. (BG REG) [US/OS: Ø]. - Meist mehr oder weniger unregelmäßige Schuppen auf Cuticularfaltungsmustern, bei zwei Arten quergeriefte Stäbchen.

Anisotome HOOK. f. (13) - *A. haastii* (F. MUELL. ex HOOK. f.) COCKAYNE & LAING (BG BOCH) [US/OS: irr. - gl. Sch. + kl. K.]; *A. imbricata* (HOOK. f.) COCKAYNE ex CHEESEMAN (BG BOCH) [US/OS: Ø]. - Bei einer Art relativ große glatte bis unregelmäßige Schuppen über kleinen körnchenförmigen Strukturen, sonst keine Kristalloide.

Anthriscus PERS. (12) - *A. caucalis* BIEB. (BG BONN 3942-90) [US/OS: Ø]; *A. cerefolium* (L.) HOFFM. (BG MB 69/52) [US/OS: Ø]; *A. sylvestris* (L.) HOFFM. (Material DITSCH: D) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Apium L. (20) - *A. nodiflorum* (L.) LAG. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Asteriscium CHAM. & SCHLDL. (8) - *A. chilense* CHAM. & SCHLECHTER (Material DITSCH: RCH) [US/OS: quger. St.]. - Quergeriefte Stäbchen.

Astrantia L. (10) - *A. carniolica* WULF. (BG M) [US/OS: Ø]; *A. major* L. (BG BONN 3938) [US/OS: Ø]; *A. maxima* PALL. (BG MB 70/2110) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Astydamia DC. (1) - *A. latifolia* (L. f.) BAILLON (BG MB) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Athamanta L. (15) - *A. cretensis* L. (BG BONN 3945-90) [US/OS: Ø]; *A. turbith* (L.) BROT. ssp. *haynaldii* (BORBAS & UETR.) TUTIN (BG MB 71/1783) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Azorella LAM. (70) - *A. compacta* PHIL. (BG M) [US/OS: 3-k. St.]; *A. pedunculata* WILLD. ex DC. (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]; *A. trifurcata* PERS. (BG MB) [US/OS: irr. Sch. + 3-k. St.]. - Dreikantige Stäbchen, zum Teil vergesellschaftet mit unregelmäßigen Schuppen.

Berula BESSER ex KOCH (2) - *B. erecta* (HUDS.) COV. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Bifora HOFFM. (3-4) - *B. radians* BIEB. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Bolax COMM. ex JUSS. (3) - *B. glebaria* COMM. ex GAUDICH. (BG MB 85/92/316) [US: irr. + bandf. Sch.; OS: Ø]; *B. gummifera* (LAM.) SPRENG. (BG M) [US/OS: gl. K. + gl. - bandf. Sch.]. - Meist glatte bis unregelmäßige, zum Teil bandförmige Schuppen, bei einer Art glatte körnchenförmige Kristalloide.

Bowlesia RUÍZ & PAVÓN (14) - *B. tenera* SPRENG. (BG MB 64/726) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Bunium L. (30) - *B. bulbocastanum* L. (BG UBT) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Bupleurum L. (70) - *B. falcatum* L. ssp. *falcatum* (BG MB 82/2591) [US/OS: gefr. Sch.]; *B. fruticosum* L. (BG BONN 1977-20) [US/OS: quger. St.]; *B. gibraltarium* LAM. (BG UBT) [US/OS: gl. - irr. + bandf. Sch.]; *B. handiense* (BOLLE) G. KUNKEL (BG UBT) [US/OS: quger. St. + irr. Sch. + F.]; *B. longifolium* L. (BG MB 70/336/81) [US/OS: quger. St. + irr. Sch. + F.]; *B. petraeum* L.

(BG MB) [US/OS: quger. St.]; *B. ranunculoides* L. (BG BONN 10542-90) [US/OS: gefr. - gez. Sch.]; *B. rotundifolium* L. (BG MB 68/118/162) [US/OS: irr. Sch.]; *B. salicifolium* R. BR. (BG MB) [US/OS: quger. St. + gl. - irr. Sch.]; *B. spinosum* GOUAN (BG BONN 8218) [US/OS: irr. Sch.]; *B. stellatum* L. (BG MB 73/668/11) [US/OS: quger. St.]. - Fünf Arten mit Wachsschuppen unterschiedlicher Ausprägung und Tendenz zur parallelen Anordnung, sechs Arten mit quergerieften Stäbchen (Abb. 42), die nicht selten mit schuppen- und fadenförmigen Kristalloiden vergesellschaftet sind.

Cachrys L. (10) - *C. crispum* (KOCH) PERS. (BG MB 80/1146/89) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Capnophyllum GAERTNER (4) - *C. peregrinum* LANGE (BG MB 82/315/36) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Carum L. (30) - *C. carvi* L. (BG BONN 7877) [US/OS: Ø]; *C. segetum* BENTH. & HOOK. f. (BG MB 86/623/141) [US/OS: Ø]; *C. verticillatum* KOCH (BG M) [US/OS: irr. Sch.]. - Meist keine Kristalloide, bei einer Art sehr unregelmäßige Wachsschuppen.

Caucalis L. (4) - *C. lappula* GRANDE (BG BONN) [US/OS: gl. Sch.]. - Glattrandige, meist mehr oder weniger flachliegende Wachsschuppen.

Cenolophium KOCH (1) - *C. denudatum* (HORNEM.) TUTIN (BG MB 64/117) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Centella L. (20) - *C. asiatica* (L.) URBAN (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Chaerophyllum L. (35) - *C. aromaticum* L. (BG MB 76/227/200) [US/OS: Ø]; *C. aureum* L. (BG MB 82/2452) [US/OS: Ø]; *C. bulbosum* L. (BG MB 82/2590) [US/OS: Ø]; *C. coloratum* L. (BG MB 86/823/93) [US/OS: Ø]; *C. temulum* L. (BG MB 87/780) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Cicuta L. (8) - *C. virosa* L. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Cnidium CUSSON ex JUSS. (20) - *Cnidium dubium* (SCHKUHR) THELL. (BG REG) [US/OS: Ø]; *Cnidium silaifolium* (JACQ.) SIMONKAI (BG MB 78/2387) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Conium L. (2-3) - *C. maculatum* L. (BG BONN 23036) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Coriandrum L. (2) - *C. sativum* L. (BG BONN 7878-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Crithmum L. (1) - *C. maritimum* L. (BG BONN 3948) [US/OS: gl. Sch.]. - Dicht stehende, oft parallel ausgerichtete, meist glattrandige Wachsschuppen.

Cryptotaenia DC. (4) - *C. canadensis* (L.) DC. (BG MB 64/180) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Daucus L. (22) - *D. carota* L. (BG BONN 6714) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Dorema D. DON (16) - *D. aucheri* BOISS. (BG MB 82/590/65) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Endressia J. GAY (2) - *E. pyrenaica* J. GAY (BG MB 85/537/110) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Eremocharis PHILIPPI (9) - *E. fruticosa* PHIL. (Material DITSCH: RCH) [US/OS: verzv. St.]. - Dendritisch bis fiedrig verzweigte Stäbchen bis Fäden (Abb. 51).

Eryngium L. (230) - *E. alpinum* L. (BG MB 73/771/103) [US/OS/Bst: Ø]; *E. amethystinum* L. (BG REG) [US/OS: Ø]; *E. bourgattii* GOUAN (BG BONN 3959; BG MB 73/469/110) [US/OS: irr., ± ros. Sch. + verzv. F. + R.]; *E. campestre* L. (BG BONN 6716) [US/OS: irr., ± ros. Sch. + quger. St. + verzv. F.; Spr: quger. St. + kant. Sch.]; *E. caucasicum* FISCH. ex STEUD. (BG REG) [US/OS: Ø]; *E. coeruleum* BIEB. (BG BONN 3958-90) [US/OS: kl., gl. Sch.; Spr: Ø]; *E. ebracteatum* LAM. (BG BONN 413) [US/OS: aggr., gew. St.]; *E. giganteum* BIEB. (BG MB 79/116) [US/OS: Ø]; *E. glaciale* BOISS. (BG MB 82/1777/110) [US/OS: verzv. F. + St. + irr. Sch.]; *E. humile* CAV. (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]; *E. maritimum* L. (BG BONN 4030) [US/OS: quger. St. + F. + irr. Sch. + R.; Spr: quger. St. + irr. Sch.]; *E. pandanifolium* CHAM. & SCHLECHT. (BG M) [US/OS: aggr. St.]; *E. planum* L. (BG BONN 6811-90; MB 72/1206) [US/OS: Ø]; *E. spec.* (BG BONN 6186)

[US/OS: irr. Sch.]; *E. spinalbum* VILL. (BG M) [US: kl., gl. Sch.; OS: Ø]; *E. thoraefolium* BOISS. (BG BONN 22226) [US/OS/Bst: quger. St. + irr. Sch. + verzw. F.]; *E. tricuspidatum* L. (BG M) [US/OS: Ø]; *E. yuccaeifolium* MICHX. (BG BONN 9453-90) [US/OS: Ø; Spr: quger. St.]. - Bei neun Arten finden sich keine Kristalloide oder wenige kleine, glatte Wachsschuppen, bei einer Art größere Schuppen mit unregelmäßigen Rändern Die Blattoberflächen von fünf Arten sind mit einer Kombination von querverieften Stäbchen und verzweigten Fäden bewachst, die Übergänge zu unregelmäßigen, nicht selten rosettigen Schuppen zeigen; bei zwei dieser Arten finden sich zusätzlich kurze Wachsröhrchen. Eine Art zeigt querverieftete Stäbchen nur auf Sproßoberflächen. Zwei Arten weisen aggregierte, meist gewundene Stäbchen auf, welche an den *Streitzia*-Typ bei Monokotylen erinnern.

Falcaria BERNH. (4-5) - *F. vulgaris* BERNH. (BG BONN 3956-40) [US/OS: irr. Sch.]. - Dichter Belag aus Wachsschuppen mit unregelmäßigen Rändern.

Ferula L. (172) - *F. communis* L. (BG BONN 4033) [US: verzw. F.; OS: Ø]; *F. equisetacea* K.-POL. (BG M) [US/OS: Ø]; *F. galbaniflua* BOISS. & BUHSE (BG REG) [US/OS: Ø]; *F. jaeschkeana* VATKE (BG M) [US/OS: kl. irr. - bandf. Sch.]; *F. lancerotensis* PARL. ex HARTUNG (BG MB) [US/OS: Ø]; *F. sulcata* DESF. (BG MB 69/395/110) [US/OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide. Bei einer Art kleine unregelmäßige, zum Teil bandförmige Wachsschuppen, bei einer anderen Art mehr oder weniger fiedrig verzweigte Fäden.

Ferulago KOCH (47) - *F. campestris* (BESSER) GREC. (BG BONN 8229) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Foeniculum MILLER (1) - *F. vulgare* MILLER (BG BONN 7875) [US/OS: irr. Sch.; Bst: quger. St.]. - Auf den Blattflächen unregelmäßige Wachsschuppen, auf dem Blattstiel querverieftete Stäbchen.

Glaucosciadium B.L. BURTT & P. DAVIS (1) - *G. cordifolium* (BOISS.) B.L. BURTT & P. DAVIS (BG K) [US/OS: quger. St.]. - Auf beiden Blattflächen querverieftete Stäbchen.

Grafia REICHB. (1) - *G. golaca* (HACQ.) REICHENB. (BG BONN 3955-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Gymnophyton (HOOK. f.) C. GAY (6) - *G. cf. robustum* CLOS (Material DITSCH: RCH) [US/OS/Spr: Ø]. - Keine Kristalloide.

Hacquetia NECKER ex DC. (1) - *H. epipactis* (SCOP.) DC. (BG BONN 10546-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Heracleum L. (60) - *H. mantegazzianum* SOMMIER & LEVIER (BG REG) [US/OS: Ø]; *H. persicum* DESF. ex FISCH., C.A. MEY. & AVÉ-LALL. (BG REG) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Heteromorpha CHAM. & SCHLDL. (3) - *H. trifoliata* (WENDL.) ECKLON & ZEYHER (BG UBT) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Hydrocotyle L. (75) - *H. bonariensis* LAM. (BG BONN 219) [US/OS: Ø]; *H. dissecta* HOOK. f. (BG M) [US/OS: Ø]; *H. leucocephala* CHAM. & SCHLDL. (Material DITSCH: EC; BG M) [US/OS: Ø]; *H. moschata* FORSTER f. (BG BONN 4234) [US/OS: Ø]; *H. novae-zeelandiae* DC. (BG MB 81/1512/130) [US/OS: Ø]; *H. pusilla* A. RICH. (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]; *H. ranunculoides* L. f. (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]; *H. sibthorpioides* LAM. (BG M) [US/OS: Ø]; *H. tripartita* R. BR. ex A. RICH. (BG MB) [US/OS: Ø]; *H. verticillata* TURCZ. (BG M) [US/OS: Ø]; *H. vulgaris* L. (Material DITSCH: D) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide (Abb. 1).

Lagoecia L. (1) - *L. cuminoides* L. (BG MB 83/229) [US: gl. - irr. Sch.; OS: Ø]. - Kleine, glatte bis unregelmäßig gerandete Wachsschuppen.

Laretia GILLIES & HOOK. (2) - *L. acaulis* GILLIES & HOOK. (BG BOCH) [US/OS: gl. + irr. - bandf. Sch.]. - Kleine, glatte und unregelmäßige bis bandförmige Schuppen.

Laser BORKH. ex P. GAERTNER, MEYER & SCHERB. (3) - *L. trilobum* (L.) BORKH. (BG BONN 3937-90) [US/OS: quger. St.]. - Auf beiden Blattflächen sehr hohe, quergeriefte Stäbchen, zum Teil mit apikalen schuppigen bis fädigen Auswüchsen.

Laserpitium L. (35) - *L. gallicum* L. (BG MB 84/318) [US/OS: quger. St.]; *L. halleri* ALL. (BG ER) [US/OS: Ø]; *L. hispidum* BIEB. (BG MB 64/188) [US/OS: Ø]; *L. latifolium* L. (BG MB 79/220) [US/OS: quger. St. + irr. Sch.]; *L. siler* L. (BG MB 73/224/50) [US/OS: quger. St. + irr. Sch.]. - Drei Arten mit quergerieften Stäbchen, zum Teil mit unregelmäßigen Schuppen vergesellschaftet; zwei Arten ohne Kristalloide.

Levisticum HILL (1) - *L. officinale* KOCH (BG BONN 7874) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Ligusticum L. (25) - *L. lucidum* MILL. (BG BOCH) [US/OS: Ø]; *L. scoticum* L. (BG MB 64/192) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Lilaeopsis E. GREENE (15) - *L. brasiliensis* (GLAZIOU) J.M. AFFOLTER (BG M) [US/OS: Ø]; *L. carolinensis* COULT. & ROSE (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Meum MILLER (1) - *M. athamanticum* JACQ. (BG BONN 3946-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Molopospermum KOCH (1) - *M. peloponnesiacum* KOCH (BG MB 84/216/300) [US/OS: gl. Sch.]. - Beide Blattflächen mit sehr verstreuten glatten bis leicht gebuchteten Wachsschuppen.

Myrrhis MILLER (1) - *M. odorata* (L.) SCOP. (BG ER) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Myrrhoides HEISTER ex FABR. (1) - *M. nodosa* (L.) CANNON (BG MB 83/89) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Naufraga CONSTANCE & CANNON (1) - *N. balearica* CONSTANCE & CANNON (BG BONN 5911-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Niphogeton SCHLDL. (18) - *N. dissectus* MACBR. (Material DITSCH: EC) [US/OS: gl. + irr. Sch.]. - Auf beiden Blattflächen ganzrandige und unregelmäßig gerandete Wachsschuppen.

Oenanthe L. (30) - *O. aquatica* (L.) POIRET (BG M) [US/OS: Ø]; *O. conioides* GARCKE ex JUNGE (BG M) [US/OS: Ø]; *O. fistulosa* L. (BG BONN 1127) [US/OS: Ø]; *O. lachenalii* C.C. GMEL. (BG M) [US/OS: kl. gl. Sch.]. - Meist keine Kristalloide, bei einer Art verstreut kleine glatte Wachsschuppen.

Olymposciadium H. WOLFF (1) - *O. caespitosum* H. WOLFF (BG M) [US/OS: irr. Sch.]. - Beide Blattflächen dicht besetzt mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen.

Opopanax KOCH (3) - *O. chironium* KOCH (BG MB 70/144/10) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Orlaya HOFFM. (3) - *O. grandiflora* HOFFM. (BG MB 85/515/171) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Oxypolis RAF. (7) - *O. filiformis* BRITTON (BG M) [US/OS: Ø; Bst: kl. gl. - irr. + gr. irr. Sch.]. - Blattstiel mit dichtem Besatz aus kleinen, mehr oder weniger glattrandigen Schuppen mit Tendenz zu paralleler Anordnung, überlagert von weniger zahlreichen größeren, unregelmäßigen Schuppen.

Pastinaca L. (14) - *P. sativa* L. (BG ER) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Petagnaena CARUEL (1) - *P. saniculifolia* GUSS. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Peucedanum L. (170) - *P. aegopodioides* SEIDEL (BG M) [US/OS: Ø]; *P. alsaticum* L. (BG BONN 6353-90) [US/OS: Ø]; *P. calcareum* ALBOFF (BG BOCH) [US: irr. Sch.; OS: Ø]; *P. cervaria* CUSSON & LAPEYR. (BG MB 73/150/244) [US/OS: irr. Sch.]; *P. hispanicum* ENDL. ex WALP. (BG MB 75/827) [US/OS: Ø]; *P. officinale* L. (BG MB 80/358/10) [US/OS: Ø]; *P. oreoselinum* MOENCH (BG BONN 6283-40) [US/OS: Ø]; *P. ostruthium* KOCH (BG MB 83/1352) [US/OS: Ø]; *P. palustre* MOENCH (BG M) [US/OS: Ø]; *P. venetum* KOCH (BG M) [US/OS: Ø]; *P. verticillare* SPRENG. (BG M) [US: irr. Sch.; OS: Ø]. - Bei drei Arten dicht stehende Wachsschuppen mit gekerbten bis gefransten Rändern und Tendenz zur parallelen Anordnung, sonst keine Kristalloide (Abb. 2).

Phlojodicarpus TURCZ. ex LEDEB. (3) - *P. sibiricus* (FISCH. ex SPRENG.) KOZO-POLJ. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Pimpinella L. (150) - *P. anagodendron* C. BOLLE (BG UBT) [US/OS: Ø]; *P. anisum* L. (BG ER) [US/OS: Ø]; *P. bicknellii* BRIQ. (BG BONN 3204) [US/OS: Ø]; *P. saxifraga* L. (BG ER) [US/OS: Ø]; *P. siifolia* LERESCHE (BG M) [US: quger. St.; OS: irr. Sch.]. - Meist keine Kristalloide, bei einer Art auf der Blattunterseite querveriefte Stäbchen (Abb. 40), auf der Oberseite locker stehende stark gefranste Wachsschuppen.

Prangos LINDLEY (36) - *P. carinata* GRISEB. ex GRECESCU (BG MB 81/1428/80) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Ptychotis KOCH (1) - *P. saxifraga* (L.) LORET & BARR. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Rhycarpus SONDER (3) - *R. difformis* BENTH. & HOOK. f. (BG BONN 242) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Sanicula L. (37) - *S. marilandica* L. (BG MB 87/965/187) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Scandix L. (20) - *S. balansae* REUT. (BG BONN 3939) [US/OS: Ø]; *S. pecten-veneris* L. (BG BONN 7884-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Selinum L. (6) - *S. carvifolium* L. (BG MB 79/389/29) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Seseli L. (65) - *S. elatum* L. ssp. *osseum* (CRANTZ) REICHB. (BG MB 82/1471/196) [US/OS: irr. Sch.]; *S. granatense* WILK. (BG BOCH) [US/OS: irr. Sch.]; *S. gummiferum* PALL. ex SM. (BG MB 81/2023/203) [US/OS: irr. Sch.]; *S. hippomarathrum* JACQ. (BG BONN 6356) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *S. libanotis* (L.) KOCH (BG BONN 6358; BG REG) [US/OS: irr. Sch.]; *S. montanum* L. (BG BOCH) [US/OS: irr. Sch.]; *S. nanum* DUFOR (BG BONN 10419-90) [US/OS: irr. Sch.]; *S. sibiricum* (L.) GARCKE (BG REG) [US: gefr. Sch.; OS: Ø]. - Fast alle Arten zeigen dichten Besatz aus unregelmäßig gekerbten bis stark gefransten Wachsschuppen zum Teil mit paralleler Anordnung auf beiden Blattflächen. Zwei Arten weichen mit weniger dicht stehenden glattrandigen bis gefransten Wachsschuppen ab, die zum Teil nur auf einer Blattseite zu finden sind. Letztere wurden zeitweise als Gattung „*Libanotis*“ abgegliedert.

Sium L. (10) - *S. sisarum* L. (BG BONN 3951) [US/OS: Ø]; *S. suave* WALT. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Smyrniium L. (7) - *S. olusatrum* L. (BG M) [US/OS: kl. gl. + gr. irr. - bandf. Sch.]; *S. perfoliatum* L. (BG BONN 4877-90) [US/OS: Ø]; *S. rotundifolium* MILL. (BG MB 83/211) [US/OS: quger. St.]. - Je eine Art ohne Kristalloide, mit kleinen, glattrandigen und großen unregelmäßig gerandeten bis bandförmigen Wachsschuppen oder querveriefen Stäbchen.

Spananthe JACQ. (1) - *S. paniculata* JACQ. (Material DITSCH: EC) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Taenidia (TORREY & GRAY) DRUDE (2) - *T. integerrima* (BENTH. & HOOK. f.) DRUDE (BG MB 64/221) [US/OS: irr. Sch.]. - Auf beiden Blattflächen dicht stehende meist gefranste Wachsschuppen mit Tendenz zur parallelen Anordnung.

Tordylium L. (18) - *T. syriacum* L. (BG MB 64/223) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Torilis ADANS. (12) - *T. japonica* (HOUTT.) DC. (BG BONN 6842) [US/OS: Ø]; *T. nodosa* (L.) GAERTNER (BG MB 83/368/50) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Tornabenea PARL. (3) - *T. annua* BEGUINOT ex A. CHEVAL. (BG BONN) [US/OS: Ø]; *T. bischofi* J.A. SCHMIDT (BG BONN) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Trachymene RUDGE (12) - *T. coerulea* GRAHAM (BG BONN 3947) [US/OS: Ø]; *T. pilosa* SM. (BG MB 71/627/65; BG BONN 6715) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Trinia HOFFM. (12) - *T. glauca* (L.) DUMORT. (BG MB 67/3677/36) [US/OS: irr. Sch.]. - Beide Blattflächen mit mehr oder weniger dicht stehenden gekerbten bis gefransten Wachsschuppen zum Teil mit paralleler Anordnung.

Turgenia HOFFM. (1) - *T. latifolia* HOFFM. (BG MB 83/562/9) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Xanthogalum AVÉ-LALL. (3) - *X. purpurascens* AVÉ-LALL. (BG BONN 4036-90) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Zizia KOCH (4) - *Z. aurea* KOCH (BG M) [US/OS: gl. - irr. Sch.]. - Sehr verstreut kleine mehr oder weniger glatte Wachsschuppen.

ARALIACEAE JUSS. (57/835)

Von 31 untersuchten Arten aus 13 Gattungen weisen 24 Arten aus 11 Gattungen keine Kristalloide auf, eine Art querveriefte Stäbchen, die mit Fäden und Wachsschuppen vergesellschaftet sind, und sechs Arten aus fünf Gattungen mehr oder weniger unregelmäßige Wachsschuppen, die in zwei Fällen eine Tendenz zu paralleler Anordnung zeigen und in einem Fall mit verzweigten Stäbchen kombiniert sind.

Aralia L. (36) - *A. californica* S. WATS. (BG MB) [US/OS: Ø]; *A. chinensis* L. (BG BONN 3936-90) [US/OS: Ø]; *A. elata* (MIQ.) SEEM. (BG MB 70/999) [US/OS: Ø]; *A. nudicaulis* L. (BG MB 68/542/271) [US/OS: Ø]; *A. racemosa* L. (BG MB 70/2279) [US/OS: Ø]; *A. schmidtii* POJARK. (BG MB 82/1042/64) [US/OS: Ø]; *A. spinosa* L. (BG UBT) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide (Abb. 53).

Cussonia THUNB. (25) - *C. gamtoosensis* STREY (BG M) [US/OS: quger. St. + F. + irr. Sch.]; *C. paniculata* ECKLON & ZEYH. (BG BOCH) [US/OS: verzw. St. + irr. Sch.]; *C. spec.* (Material DITSCH: RM) [US/OS: irr. Sch.]; *C. spicata* THUNB. (BG BONN 12107) [US/OS: Ø]. - Bei einer Art querveriefte Stäbchen mit mehr oder weniger gewundenen Fäden und unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen vergesellschaftet, eine Art mit zum Teil fiedrig verzweigten Stäbchen mit gefransten Wachsschuppen, eine Art mit unregelmäßig gerandeten Wachsschuppen und eine Art ohne Kristalloide.

Eleutherococcus MAXIM. (30) - *E. henryi* OLIVER (BG MB 71/124/22) [US/OS: Ø]; *E. lasiogyne* (HARMS) S.Y. HU (BG MB 77/1113/205) [US/OS: gl. - geb. Sch.]; *E. pentaphyllus* (SIEBOLD & ZUCC.) NAKAI (BG M) [US/OS: Ø]; *E. sieboldianus* (MAKINO) KOIDZ. (BG BONN 3932; BG MB 71/199/105) [US/OS: Ø]; *E. wardii* (W.W. SM.) S.Y. HU (BG MB 76/337/3) [US/OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide, bei einer Art stellenweise glattrandige bis leicht gebuchtete Wachsschuppen.

Hedera L. (5) - *H. colchica* (C. KOCH) HIBB. 'Arborescens' (BG BONN 1-90) [US/OS: Ø]; *H. helix* L. 'Arborescens' (BG BONN 3025) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Kalopanax MIQ. (1) - *K. septemlobus* (THUNB. ex A. MURRAY) KOIDZ. (BG BONN 8756, BG M) [US: Ø; OS: gefr. Sch.]. - Auf den Blattunterseiten keine Kristalloide, auf den Blattoberseiten gefranste bis häutige Wachsschuppen (Abb. 11).

Oplopanax (TORREY & A. GRAY) MIQ. (3) - *O. horridus* (SM.) MIQ. (BG MB 72/118/271) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Oreopanax DECNE. & PLANCHON (80) - *O. capitatus* (JACQ.) DECNE. & PLANCHON (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Osmoxylon MIQ. (50) - *O. lineare* (MERR.) W.R. PHILIPSON (BG BONN 1726) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Panax L. (6) - *P. ginseng* C.A. MEYER (BG REG) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Polyscias FORSTER & FORSTER f. (100) - *P. filicifolia* (C. MOORE ex FOURN.) L.H. BAILEY (BG MB) [US/OS: Ø]; *P. guilfoylei* (BULL) L.H. BAILEY 'Victoriae' (BG M) [US/OS: Ø]; *P. scutellaria* (BURM. f.) FOSB. 'Balfourii' (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

Pseudopanax K. KOCH (6) - *P. laetevirens* (GAY) HARMS (Material DITSCH: RCH) [US: gek. - geb. Sch.; OS: Ø]. - Auf der Blattunterseite Wachsschuppen mit gekerbten bis gebuchteten Rändern und Tendenz zu paralleler Anordnung.

Schefflera FORSTER & FORSTER f. (200) - *S. actinophylla* (ENDL.) HARMS (BG MB) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *S. venulosa* (WIGHT & ARN.) HARMS (BG M) [US/OS: Ø]. - Bei einer Art kleine, glatt bis unregelmäßig gerandete Wachsschuppen mit Tendenz zu paralleler Anordnung.

Trevesia VIS. (6) - *T. burckii* BOERL. (BG M; BG MB) [US/OS: Ø]; *T. palmata* (ROXB. ex LINDLEY) VIS. (BG M) [US/OS: Ø]. - Keine Kristalloide.

5.2.18. Balanopales ENGL.

Die Balanopaceae stellen eine kleine südwest-pazifische Familie der windblütigen „Amentiferae“ dar, für die in der Regel eine mehr oder weniger nahe Verwandtschaft zu den „höheren Hamamelididae“, insbesondere den Fagales diskutiert wird. Meistens wird ihnen eine eigene Ordnung zugestanden, nur bei CRONQUIST (1988) sind sie in die Fagales eingegliedert. Je nach dem, ob eine Unterklasse Hamamelididae anerkannt wird oder nicht, sind ihre weiteren Beziehungen ebendort (CRONQUIST 1988; TAKHTAJAN 1987) oder innerhalb einer Überordnung Rosanae angesiedelt (DAHLGREN 1989).

Tabelle 31: Die Familien der Balanopales in den konventionellen Systemen (Familien, deren Wachsmikromorphologie in diesem Kapitel vorgestellt wird, sind unterstrichen).

Familie	CRONQUIST 1988	DAHLGREN 1989	TAKHTAJAN 1987	THORNE 1992 b, pers. Mittlg.
<u>Balanopaceae</u>	Hamamelidae Fagales	Rosanae Balanopales	Hamamelididae Hamamelidanae Balanopales	Rosanae Balanopales Balanopineae
Buxaceae	Rosidae Euphorbiales	Rosanae Buxales	Hamamelididae Hamamelidanae Buxales	Rosanae Balanopales Buxineae
Daphniphyllaceae	Hamamelididae Daphniphyllales	Rosanae Buxales	Hamamelididae Hamamelidanae Daphniphyllales	Rosanae Balanopales Balanopineae
Didymelaceae	Hamamelididae Didymelales	Rosanae Buxales	Hamamelididae Hamamelidanae Didymelales	Rosanae Balanopales Buxineae

THORNE (1992 b) faßt sie mit den Daphniphyllaceae, Buxaceae und Didymelaceae zu einer umfangreicheren Ordnung zusammen, die er in eine Reihe mit Hamamelidales, Casuarinales, Bruniales, Juglandales und Fagales stellt.

Weder bei FROHNE & JENSEN (1992) noch bei HUBER (1991) werden die Balanopaceae erwähnt. GOLDBERG (1986) stellt sie als eigene Ordnung in die direkte Nachbarschaft der Fagales und beide in einen basisnahen Abzweig der „höheren“ Dicotyledoneen.

Für die wachsmikromorphologische Bearbeitung der Hamamelididae durch HENNIG & al. (1994) stand kein Material zur Verfügung. Wegen der möglichen verwandtschaftlichen Nähe zu den Rosanae wird ihre Untersuchung hier nachgeholt.

Das Vorkommen schuppenförmiger Kristalloide schließt eine nähere Verwandtschaft zu den meisten Familien der Fagales nicht aus. Enge Beziehungen zu den Daphniphyllaceae, wie sie von THORNE (1992 b) vorgeschlagen werden, werden nicht unterstützt, da jene Familie charakterisiert ist durch röhrenförmige Wachsskulpturen (HENNIG & al. 1994). Im Rahmen seiner anatomischen Untersuchungen findet CARLQUIST (1980) ebenfalls unregelmäßig gerandete, ungerichtete Wachsschuppen auf den Blattflächen. Ferner diskutiert er Ähnlichkeiten mit den Hamamlidaceae, Myrtaceae und Pittosporaceae, besonders den Daphniphyllaceae. Diese Familie zeigt embryologische Beziehungen zu verschiedenen Hamamlidales (KAPIL & BHATNAGAR 1991).

BALANOPACEAE BENTH. (1/9)

Auf dem Herbarmaterial wurden meist keine Kristalloide gefunden. Bei einer Art wiesen beide Blattflächen mehr oder weniger erodierte Wachsschuppen mit glatten bis unregelmäßigen Rändern auf.

Balanops BAILLON (9) - *B. balansae* BAILLON (B: H.S. MACKEE (196) 15401) [US/OS: Ø]; *B. oliviformis* BAILLON (B: M. MACKEE (12.8.1965) 13249) [US/OS: gl. - irr. Sch.]; *B. pachyphylla* BAILLON ex GUILLAUMIN (B: H.S. MACKEE 24888) [US/OS: Ø]. - Meist keine Kristalloide, bei einer Art glattrandige bis unregelmäßige Wachsschuppen.

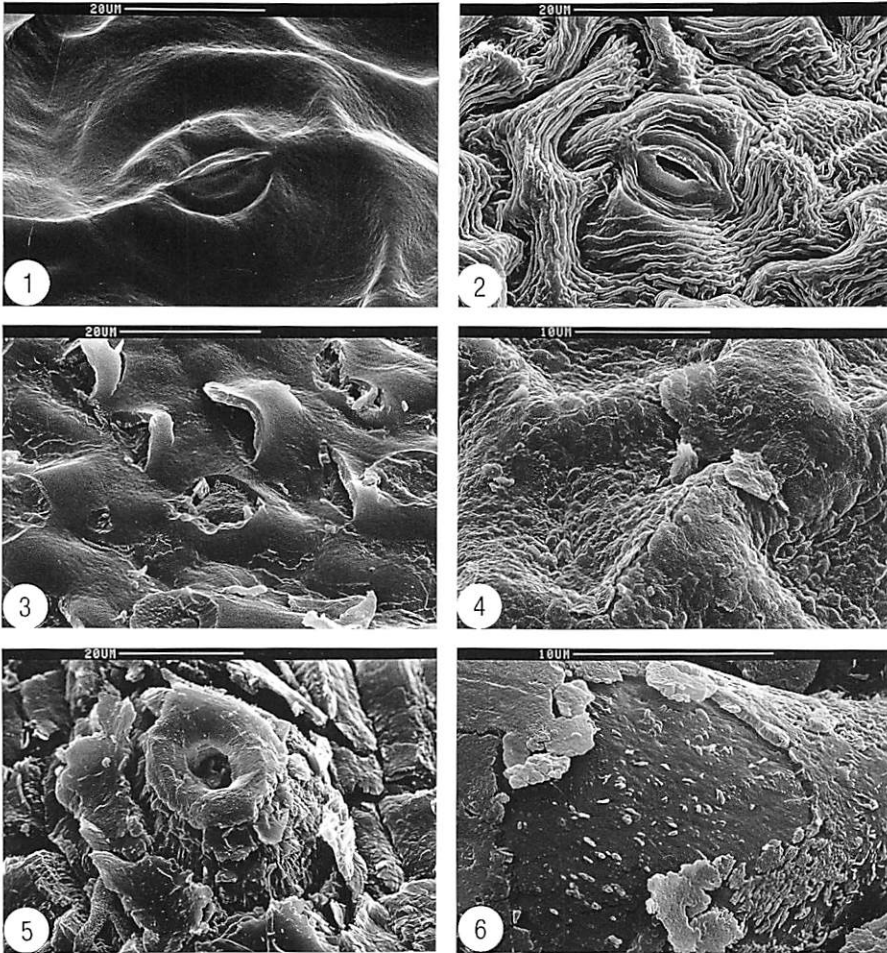


Abb. 1 - 6: Filme, Schichten und Krusten. - 1.) *Hydrocotyle bonariensis* LAM. (Apiaceae), US: Wachsfilm auf glatter Cuticula; 2.) *Peucedanum oreoselinum* MOENCH (Apiaceae), US: Wachsfilm auf Cuticularfaltungen; 3.) *Terminalia* cf. *seyrigii* (H.PERR.) CAPURON (Combretaceae), US: glatte Wachsschicht; 4.) *Ardisia guianensis* (AUBLET) MEZ. (Myrsinaceae), OS: Wachskruste mit Trocknungsartefakten; 5.) *Euphorbia stenoclada* BAILLON (Euphorbiaceae), Spr: Wachskamin durch lokal vermehrte Wachausscheidung; 6.) *Wendtia gracilis* MEYEN (Ledocarpaceae), US: Wachskruste aus erodierten Kristalloiden.

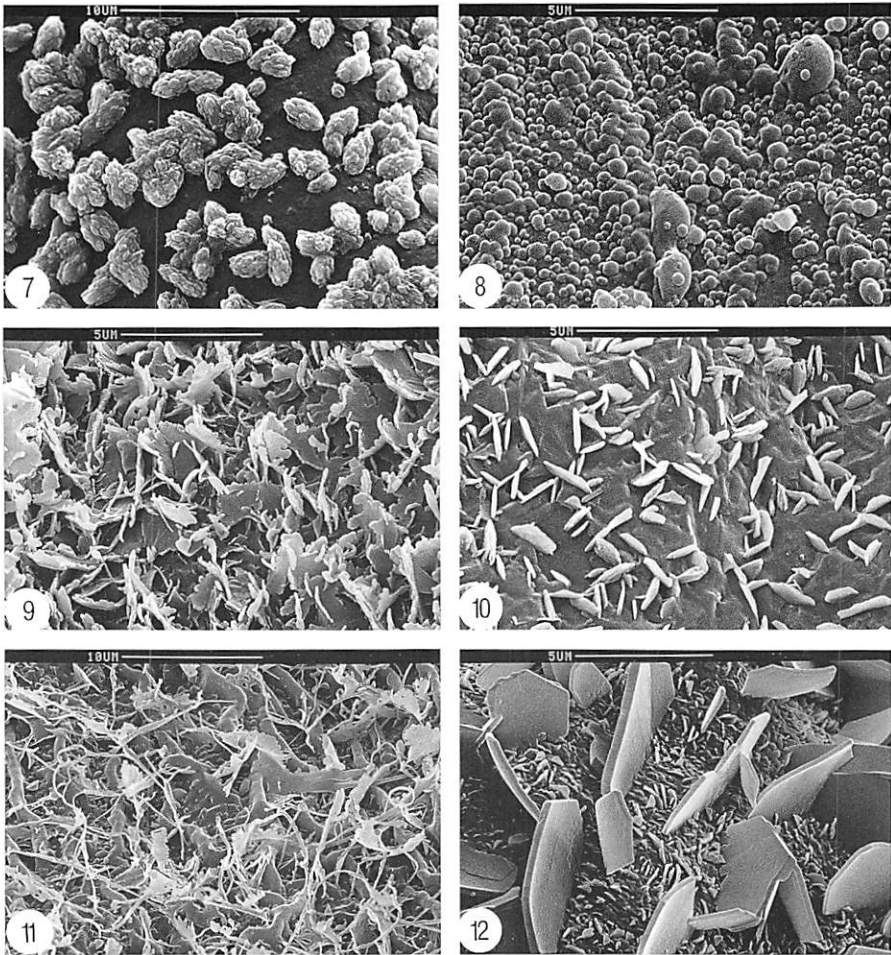


Abb. 7-12: Körnchen, Schuppen und Platten. - 7.) *Aegiceras corniculatum* (L.) BLANCO (Aegicerataceae), US: strukturierte Körnchen; 8.) *Mitrastemma yamamotoi* MAKINO (Mitrastemmataceae), US: glatte Körnchen; 9.) *Odosicyos* spec. (Cucurbitaceae), Bst: unregelmäßig gerandete Schuppen; 10.) *Bersama abyssinica* FRES. ssp. *englerana* (GÜRKE) VERDC. (Melianthaceae), OS: glattrandige Schuppen; 11.) *Kalopanax septemlobus* (THUNB. ex A. MURRAY) KOIDZ. (Araliaceae), OS: häutige Schuppen; 12.) *Benthamina alyxifolia* (F. MUELL. ex BENTH.) TIEGHEM (Loranthaceae), US: Platten.

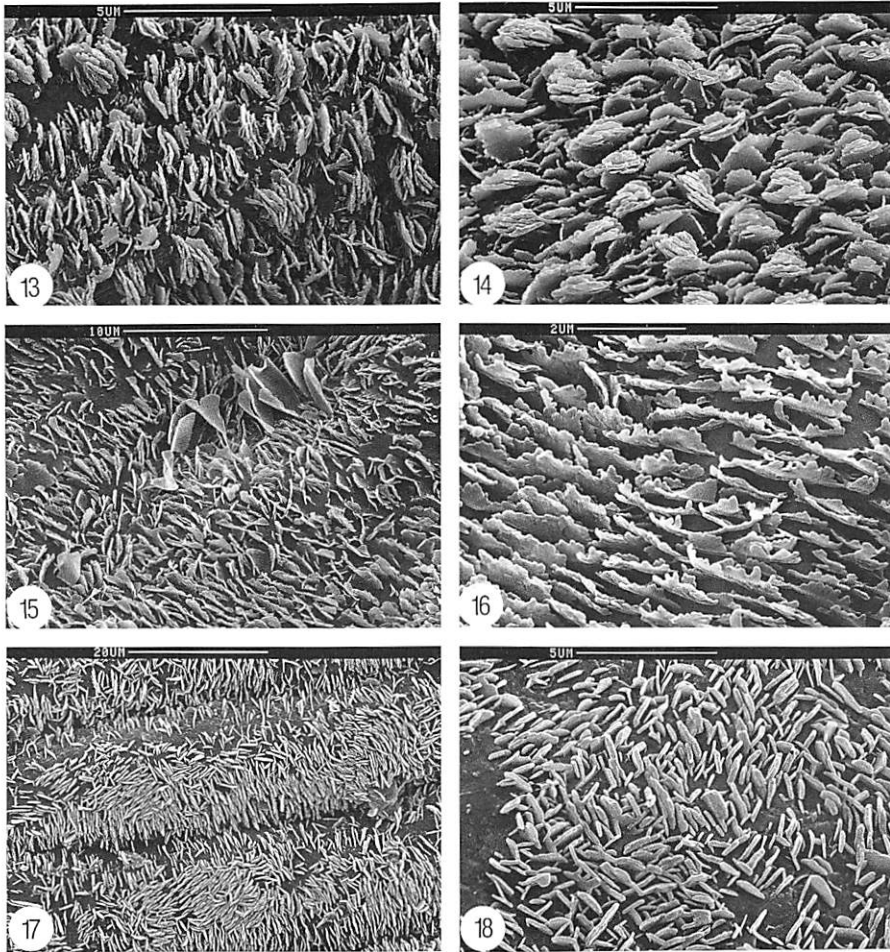


Abb. 13 - 18: Gerichtete Schuppen. I. Parallele Gruppen und parallele Reihen. - 13.) *Daphne giraldii* NITSCHKE (Thymelaeaceae), US: Schuppen in parallelen Gruppen; 14.) *Linum perenne* L. ssp. *alpinum* (JACQ.) OCKEND. (Linaceae), US: Schuppen in parallelen Gruppen; 15.) *Protea longiflora* LAM. (Proteaceae), US: Schuppen in parallelen Reihen; 16.) *Grevillea bipinnatifida* R. BR. (Proteaceae), US: Schuppen in parallelen Reihen; 17.) *Exocarpos sparteus* R. BR. (Santalaceae), Spr: parallele Reihen in unterschiedlichen Richtungen; 18.) *Diclidanthera laurifolia* C. MARTIUS (Polygalaceae), US: kreuzweise überlagerte parallele Reihen.

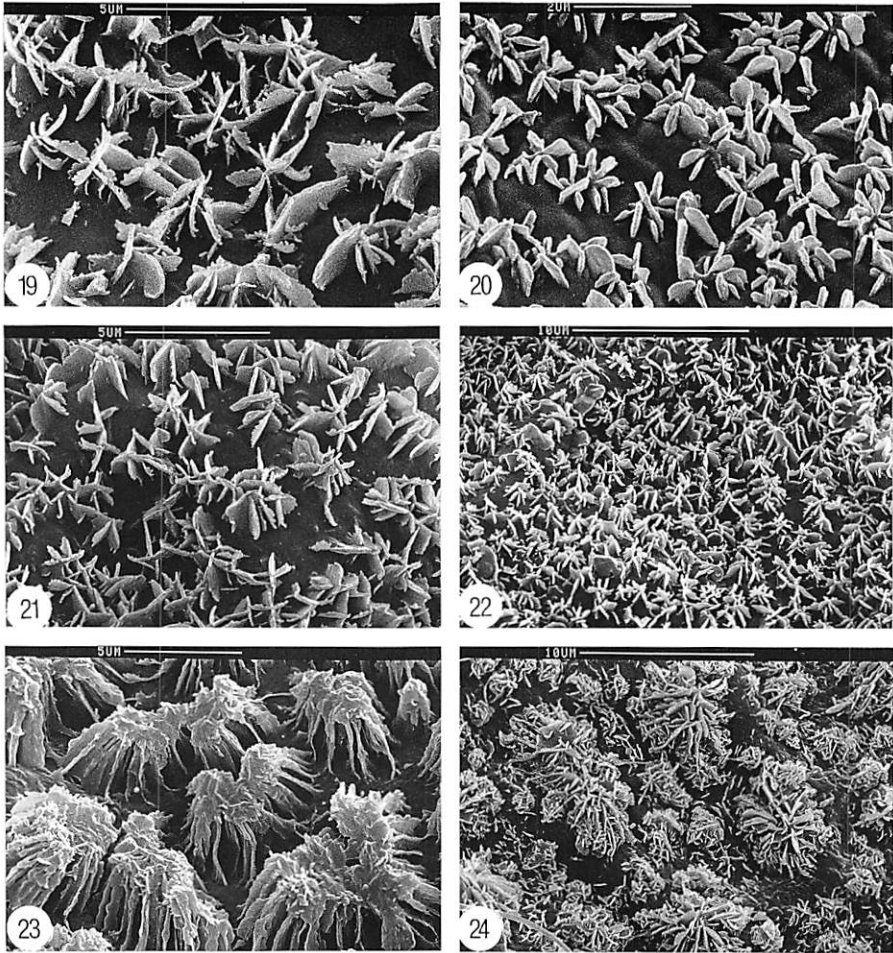


Abb. 19 - 24: Gerichtete Schuppen. II. Rosettenförmige Aggregate. - 19.) *Adenia* spec. (Passifloraceae), US; 20.) *Passiflora* spec. (Passifloraceae), US; 21.) *Euphorbia pedilanthoides* M. DENIS (Euphorbiaceae), US; 22.) *Erythroxylon coca* LAM. (Erythroxylaceae), US; 23.) *Salix foetida* SCHLEICH. (Salicaceae), US; 24.) *Salix magnifica* HEMSL. (Salicaceae), US.

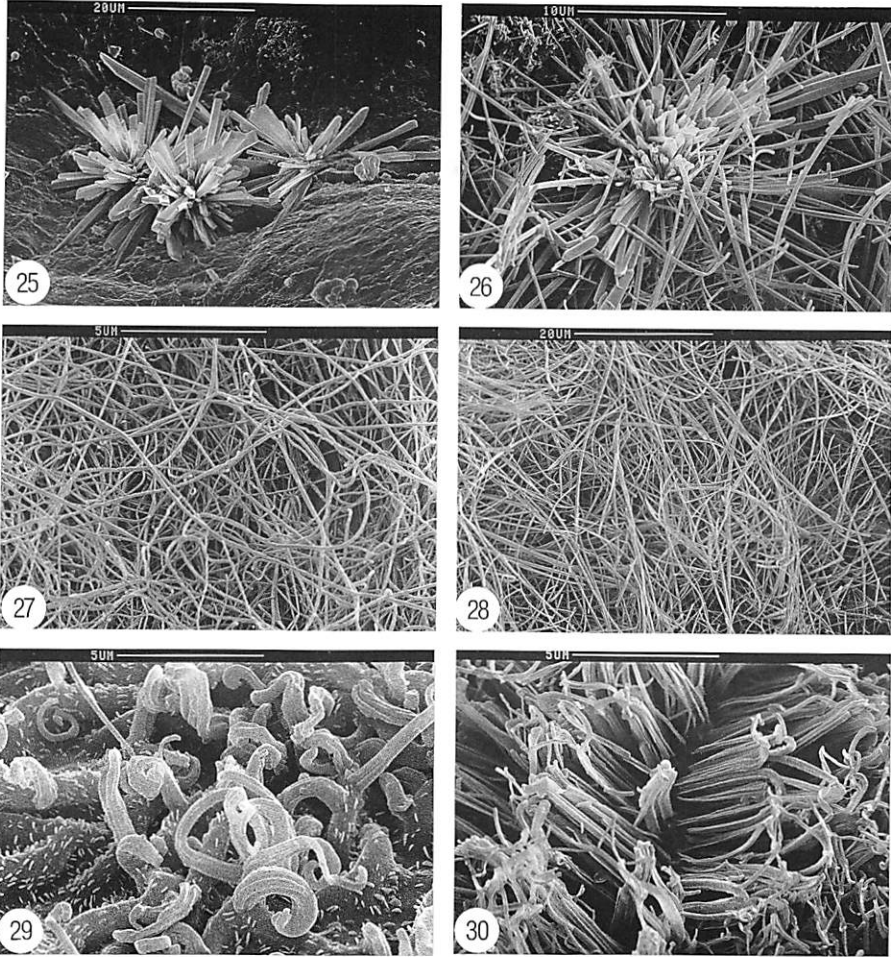


Abb. 25 - 30: Stäbchen und Fäden. - 25.) *Daphne tangutica* MAXIM. (Thymelaeaceae), OS: kantige Stäbchen; 26.) *Hymenanthera crassifolia* HOOK. f. (Violaceae), Fr: kantige Stäbchen mit Übergängen zu Fäden; 27.) *Drosera burmanii* VAHL (Droseraceae), Spr: Fäden; 28.) *Hymenanthera crassifolia* HOOK. f. (Violaceae), Fr: Fäden; 29.) *Parthenocissus henryana* (HEMSL.) DIELS & GILG (Vitaceae), US: aggregierte Stäbchen; 30.) *Cyathodes colensoi* (HOOK. f.) HOOK. f. (Epacridaceae), US: aggregierte Stäbchen.

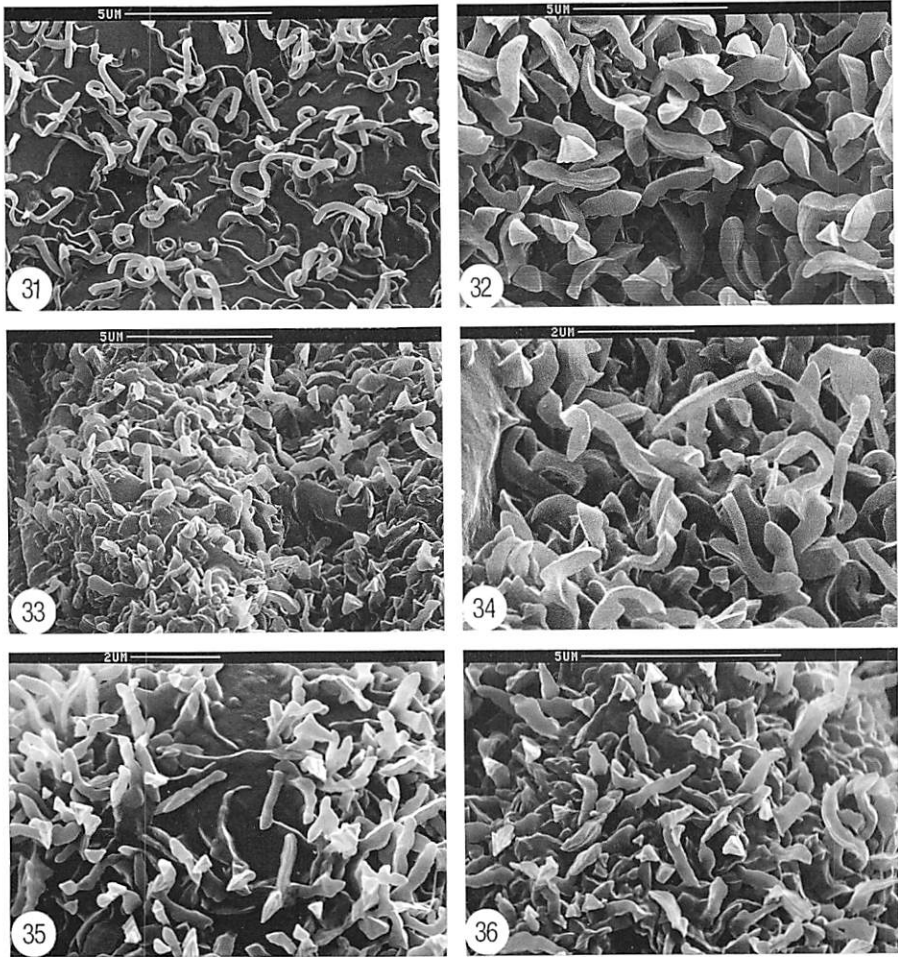


Abb. 31 - 36: Dreikantige Stäbchen. - 31.) *Ledum macrophyllum* TOLMATCH. (Ericaceae), US; 32.) *Ledum glandulosum* NUTT. (Ericaceae), US; 33.) *Aesculus turbinata* BLUME (Hippocastanaceae), US; 34.) *Operculicarya monstruosa* H. PERR. (Anacardiaceae), US; 35.) *Acer rubrum* L. (Aceraceae), US; 36.) *Rhus glabra* L. (Anacardiaceae), US.

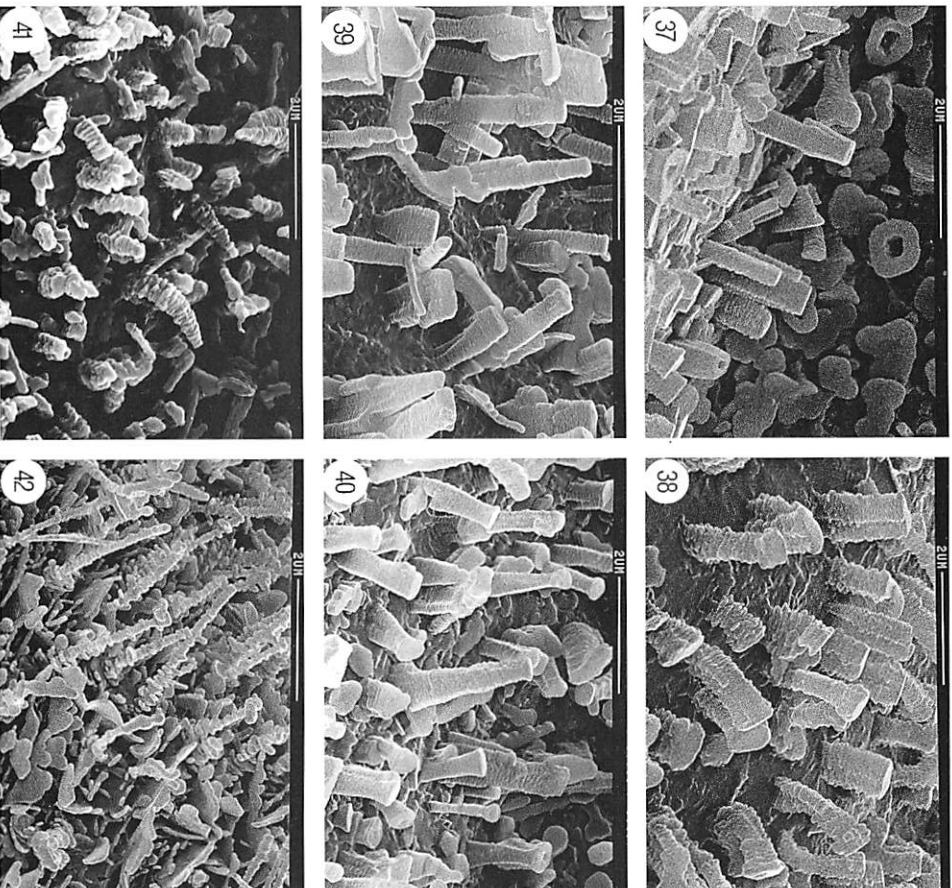


Abb. 37 - 42: Querserielle Stäbchen. - 37.) *Thestium alpinum* L. (Santalaceae), US; 38.) *Polygala myrtilifolia* L. var. *grandiflora* HOOK. (Polygalaceae), US; 39.) *Isatis kotschyana* BOISS. & HOHEN. (Brassicaceae), US; 40.) *Pimpinella sifolia* LERESCHE (Apiaceae), US; 41.) *Myoschilos oblongum* RUIZ & PAVÓN (Santalaceae), US; 42.) *Bioplerum salicifolium* R. BR. (Apiaceae), US.

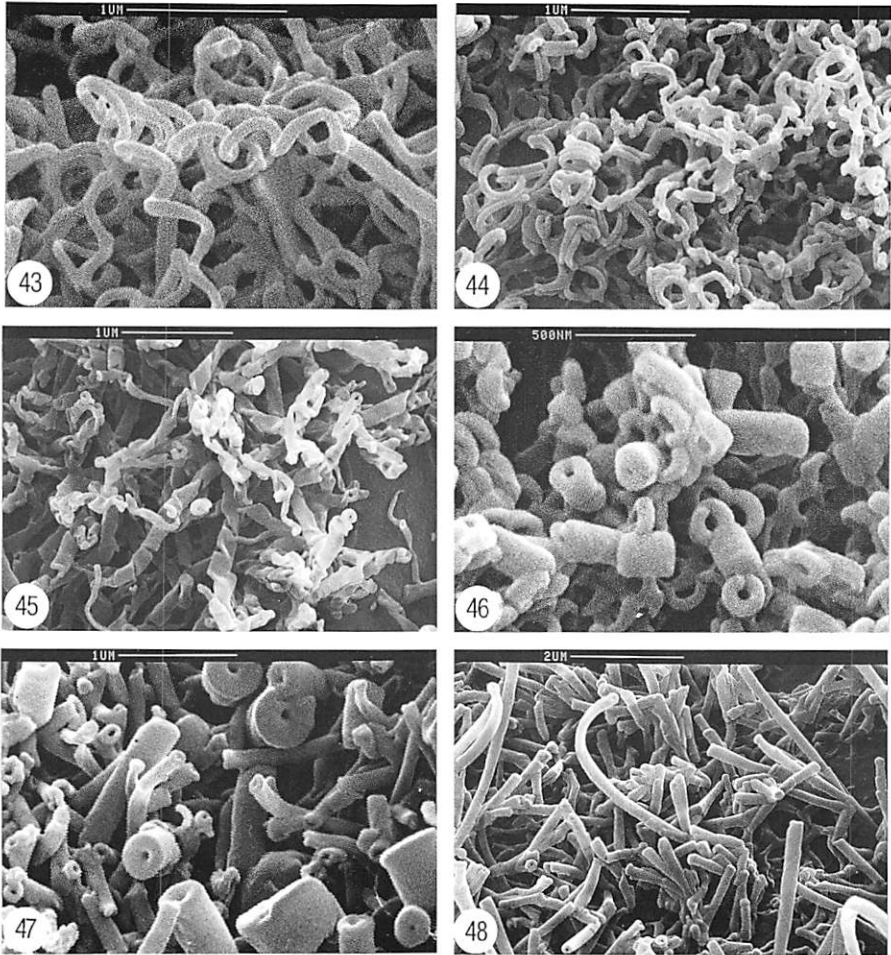


Abb. 43 - 48: Gewundene Stäbchen und Röhrchen. - 43.) *Menziesia ciliicalyx* (MIO.) MAXIM. (Ericaceae), US: gewundene Stäbchen; 44.) *Rhododendron purpurellum* (Ericaceae), US: gewundene Stäbchen mit Längsrinne; 45.) *Ruta oreojasme* WEBB & BERTH. (Rutaceae), US: Übergangsform zwischen gewundenem Stäbchen und Röhrchen; 46.) *Aethionema eunomioides* (BOISS.) BORN. (Brassicaceae), US: kurze Röhrchen; 47.) *Isopogon ceratophyllus* R. BR. (Proteaceae), US: dünn- und dickwandige Röhrchen; 48.) *Rhododendron lepidostylum* BALF. f. & FORREST (Ericaceae), US: länge, dünnwandige Röhrchen.

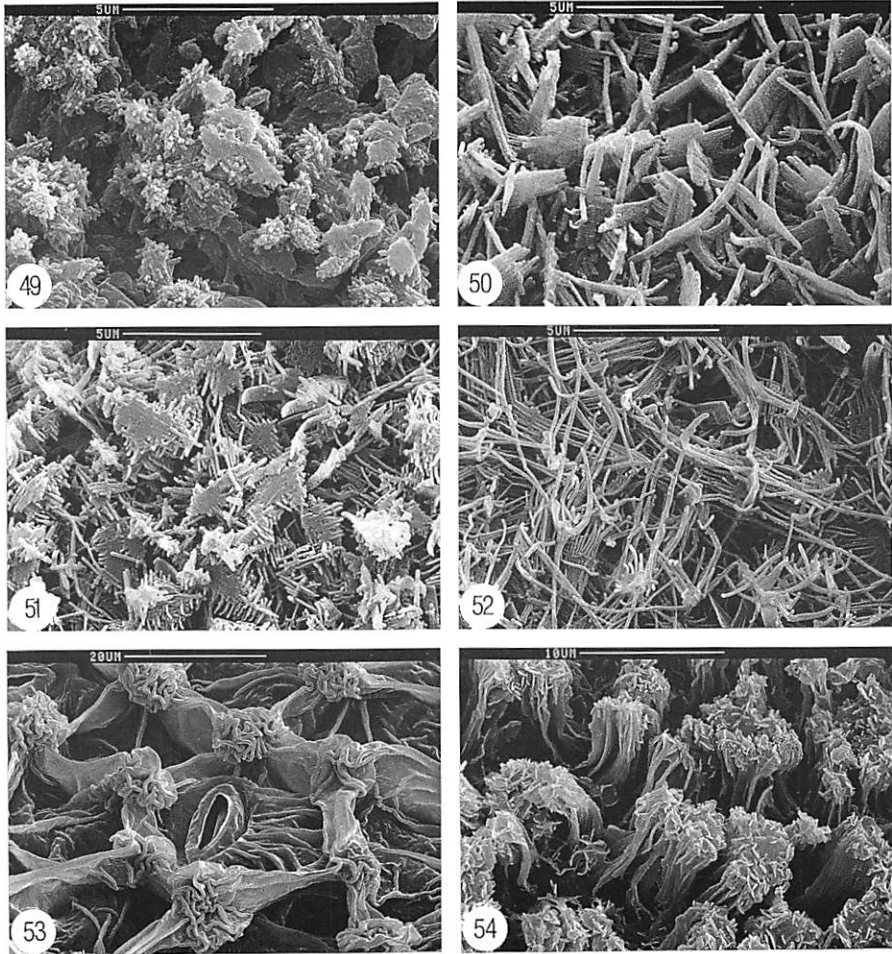


Abb. 49 - 54: Abweichende Formen. - 49.) *Erica glauca* ANDREWS var. *elegans* (ANDREWS) BOL. (Ericaceae), US: skulptierte Körnchen; 50.) *Osyris lanceolata* HOCHST. & STEUD. ex A. DC. (Santalaceae), US: Übergangsform zwischen querverrieften Stäbchen und Schuppen; 51.) *Eremocharis fruticosa* PHIL. (Apiaceae), US: Übergangsform zwischen verzweigten Stäbchen und Schuppen; 52.) *Cardamine heptaphylla* (VILL.) O.E. SCHULZ (Brassicaceae), US: Übergangsform zwischen verzweigten Fäden und Schuppen; 53.) *Aralia elata* (MIQ.) SEEM. (Araliaceae), US: Wachsfilm auf extremer Cuticularfaltung; 54.) *Salix appendiculata* VILL. (Salicaceae), US: ähnliche Form wie Abb. 53 durch elongierte Wachсроsetten.

6. Verbreitungsmuster der einzelnen Wachformen

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden 2524 Arten aus 866 Gattungen, 162 Familien und 27 Ordnungen untersucht. Mit zusätzlicher Berücksichtigung der bereits publizierten Untersuchungen¹ liegen für die Dilleniidae und Rosidae Daten von insgesamt 4810 Arten aus 1499 Gattungen, 270 Familien und 33 Ordnungen vor. In der folgenden Auswertung wird die Gesamtheit der Familien berücksichtigt, die zu den beiden Unterklassen gezählt werden.

Keine Ordnung ist durch vollständiges Fehlen skulptierter Oberflächenwachse charakterisiert. Nur 62, d.h. 23 % aller Familien, zeichnen sich durch vollständiges Fehlen von Wachsskulpturen aus. Diese sind durch 194 Arten aus 114 Gattungen repräsentiert, d.h. 4 % aller Arten. Es wird daraus deutlich, daß es sich hier in erster Linie um kleine Familien handelt. Von diesen steht oftmals nur wenig Herbarmaterial zur Verfügung, welches in der Regel ungeeignet ist, deren häufig umstrittene systematische Stellung zu klären. Ausnahmen bilden die Capparaceae, Theophrastaceae, Loasaceae, Urticaceae, Meliaceae und Simaroubaceae. Sie wurden in erster Linie anhand von Frischmaterial untersucht. Alle übrigen 2201 Arten, d.h. 45,8 % aller Arten, sind auf Familien verteilt, bei denen außerdem skulptierte Wachse vorhanden sind. Die Tendenz, keine Kristalloide hervorzubringen, ist bei den meisten der bearbeiteten Ordnungen sehr ausgeprägt.

Die zweithäufigste Wachform stellen die **schuppenförmigen Kristalloide** dar. Sie kommen bei 1870 Arten aus 720 Gattungen vor, d.h. 38,9 % aller Arten. Nur wenige Familien zeigen ausschließlich andere Wachsskulpturen. Dabei handelt es sich um kleinere Familien zumeist mit Röhrenchen, in zwei Fällen, Aegicerataceae und Mitrastemmataceae, körnchenförmigen Skulpturen.

Die 389 Arten (8 % aller Arten) aus 55 Gattungen, bei denen die Wachsschuppen **parallel angeordnet** sind, rekrutieren sich aus 23 Familien und 13 Ordnungen beider Unterklassen. Etwa die Hälfte dieser Arten stammt aus der Gattung *Eucalyptus* (Myrtaceae). Der hohe Anteil ergibt sich aus der monographischen Bearbeitung durch HALLAM & CHAMBERS (1970). Darüberhinaus

¹ Bezogen wird sich im folgenden auf die Arbeiten von HALLAM & CHAMBERS (1970), ENGEL & BARTHOLOTT (1988), FEHRENBACH & BARTHOLOTT (1988), DITSCH & BARTHOLOTT (1994), WEILLER & al. (1994), THEISEN & BARTHOLOTT (1994), HENNIG & al. (1994) und DITSCH & al. (1995).

sind folgende Familien durch diese Wachsform charakterisierbar: Ancistrocladaceae, Asteranthaceae, Crossosomataceae, Dioncophyllaceae, Haloragaceae, Hypericaceae, Linaceae, Myrtaceae, Pittosporaceae, Proteaceae, Staphyleaceae, Thymelaeaceae. Bei den Dicotyledoneae ist die Anordnung von Wachs-
schuppen in parallelen Reihen meistens nur sporadisch inmitten von Taxa zu finden, bei denen die Kristalloide in der Regel gruppenweise parallel angeordnet sind. Relativ häufig sind dabei Übergänge zwischen den beiden Möglichkeiten zu beobachten. Damit unterscheiden sie sich von den Monocotyledoneae, bei denen sich eine Anordnung von Schuppen in parallelen Reihen in Verbindung mit magnetfeldlinienartigen Mustern um Spaltöffnungen als großsystematisch äußerst relevant herausgestellt hat (BARTHLOTT & FRÖLICH 1983)

Bei 455 Arten (9,5 % aller Arten) aus 171 Gattungen sind die schuppenförmigen Kristalloide zu **rosettenartigen Aggregaten** zusammengefügt. Sie sind auf 24 Familien aus 15 Ordnungen verteilt. Über 200 der Arten stammen aus den drei Familien der Fabales (DITSCH & al. 1995). Desweiteren ist die Wachsform charakteristisch für folgende Familien: Caricaceae, Cochlosperma-
ceae, Connaraceae, Dichapetalaceae, Erythroxylaceae, Euphorbiaceae, Malpighiaceae, Moringaceae, Oxalidaceae, Passifloraceae, Peridiscaceae, Rhamnaceae, Tremandraceae.

Die 16 Arten (unter 1 % aller Arten) aus zehn Gattungen mit **kantigen Stäbchen** sind als Einzelfälle auf neun Familien und fünf Ordnungen verteilt. Dagegen ist der Sonderfall der **dreikantigen Stäbchen** in 93 Arten aus 40 Gattungen, 16 Familien und zehn Ordnungen vertreten. Dabei zeigen sich Schwerpunkte bei den Rosoideae und den Sapindales. Als charakteristisch kann diese Wachsform für folgende Familien bezeichnet werden: Aceraceae, Anacardiaceae p.p., Burseraceae p.p., Davidiaceae, Hippocastanaceae, Ptaer-
oxylaceae, Rosaceae p.p.. Das Vorkommen dreikantiger Stäbchen bei *Ledum* und einigen *Rhododendron*-Arten (Ericaceae) spricht nicht gegen eine Eingliederung von *Ledum* in die größere Gattung.

Runde Stäbchen finden sich als Einzelfälle bei neun Arten aus sechs Gattungen, drei Familien und drei Ordnungen.

Die relativ hohe Zahl von 65 Arten (1,4 % aller Arten) aus 17 Gattungen mit **aggregierten Stäbchen** ergibt sich durch einen größeren Anteil bei den Epa-
cidaceae, bei denen diese Wachsform für 60 Arten aus 10 Gattungen nachgewiesen ist und neben schuppenförmigen Kristalloiden die häufigste Wachsform darstellt (WEILLER & al. 1995). Die übrigen Arten sind auf drei verschiedene Ordnungen verteilt.

Quergeriefte Stäbchen sind die charakteristische Wachsform der Magnoli-
idae (HENNIG & al. 1994). Innerhalb der Rosidae und Dilleniidae sind sie für 125 Arten (2,6 % aller Arten) aus 69 Gattungen, 26 Familien und 18 Ordnungen nachgewiesen. Dabei bilden die Apiaceae, Brassicaceae, Paeoniaceae und

Santalales jeweils Schwerpunkte. Schließt man diese Gruppen aus der Zählung aus, verteilen sich die übrigen 31 Arten mit querverieften Stäbchen auf 24 Gattungen aus 19 Familien und 15 Ordnungen, sind also als relativ häufige und weit verbreitete Einzelfälle zu bewerten.

Fadenförmige Wachsskulpturen treten bei 28 Arten (unter 1 % aller Arten) aus 11 Gattungen, sechs Familien und sechs Ordnungen auf. Mit 15 Arten stellt die Gattung *Primula* den größten Anteil. Als Hauptkomponenten dieser Wachstform sind für die genannte Gattung Flavonoide nachgewiesen (WOLLENWEBER 1974). Die übrigen Arten sind als systematische Einzelfälle anzusehen und in ihrer chemischen Zusammensetzung nicht bearbeitet.

Röhrchenförmige Kristalloide und gewundene Stäbchen sind in ihrer chemischen Zusammensetzung (MEUSEL, pers. Mittlg.) nicht voneinander zu unterscheiden. Nach ihrer Zusammensetzung lassen sich zwei Ausprägungen unterscheiden. Die eine besteht zu einem Hauptteil aus Nonacosan-10-ol und ist in Röhrchenform charakteristisch für die Ranunculidae (HENNIG & al. 1994), überwiegend als gewundene Stäbchen für die Brassicaceengattung *Aethionema* (MEUSEL, pers. Mittlg.). Außerdem ist sie für *Tropaeolum majus* (Tropaeolaceae) und *Cotinus coggygria* (Anacardiaceae) nachgewiesen (HOLLOWAY & al. 1976). Die andere Ausprägung weist β -Diketone als Hauptkomponenten auf. Sie tritt hauptsächlich als gewundene Stäbchen bei den Ericaceae (EVANS & al. 1975) und *Buxus* (Buxaceae - DIERICKX 1973), als Röhrchen bei *Eucalyptus* (Myrtaceae - HALLAM & CHAMBERS 1970) auf. Da für die meisten Taxa mit gewundenen Stäbchen und/oder Röhrchen die chemische Zusammensetzung noch nicht bekannt ist, werden die beiden chemisch unterschiedenen Ausprägungen in der vorliegenden Arbeit nicht getrennt ausgewertet. Wegen der häufigen räumlichen Vergesellschaftung von gewundenen Stäbchen und Röhrchen, die meistens von Übergangsformen begleitet sind, sind die beiden Formen in Bezug auf ihre systematische Aussagekraft eher schlecht zu trennen. Gewundene Stäbchen oder Röhrchen oder beide Formen finden sich bei 269 Arten (5,6 % aller Arten) aus 54 Gattungen, 24 Familien und 16 Ordnungen. Bei folgenden Familien stellen sie die einzige Ausprägung von Kristalloiden dar: Columelliaceae, Resedaceae, Tamaricaceae, Tribelaceae und Tropaeolaceae. Außerdem sind sie charakteristisch für folgende Familien: Ericaceae, Garryaceae, Rosaceae p.p., Rutaceae p.p.. Auf Gattungsebene ergeben sich Korrelationen bei der Abgrenzung von *Cotinus* (Anacardiaceae) gegenüber *Rhus*. Innerhalb der Brassicaceae ist die Gattung *Aethionema* sowie innerhalb der Viscaceae die Gattung *Arceuthobium* jeweils die einzige der Familie mit röhrchenförmigen Kristalloiden.

7. Wachsmikromorphologie und die konventionellen Systeme

Vergleicht man die Verteilung der Wachsdaten auf die Taxa höherer Hierarchieebenen¹ mit den verschiedenen Anordnungen der Taxa in den konventionellen Klassifikationen, so fällt auf, daß bei den meisten Systemen vergleichbare Konstellationen zur Diskussion stehen. Bezüglich der meisten Ordnungen kann aufgrund des häufigen Fehlens von skulptierten Wachsen, resp. des Vorherrschens ungerichteter Wachsschuppen, keine zusätzlichen Aussagen gemacht werden.

Die Klassifikation von CRONQUIST (1988) weist den geringsten Grad an hierarchischer Untergliederungen auf. Umso unabhängiger können die Verwandtschaften der Ordnungen untereinander interpretiert werden.

Auffallende Entsprechungen in Form von Wachsrosetten zeigen sich bei einem Teil der Violales, Salicales und Moringaceae (Capparales). Die Resedaceae und Tamaricaceae fallen mit röhrenförmigen Kristalloiden aus dem Erscheinungsbild der Gruppierung heraus.

Die Ericales umfassen neben den Ericaceae hauptsächlich kleinere Familien. Für die Epacridaceae, Monotropaceae und Pyrolaceae wird anderweitig eine Eingliederung in die Ericaceae diskutiert. Die Wachsmikromorphologie bietet keine Argumente dagegen.

Innerhalb der weitgefaßten Rosales fallen die Columelliaceae und Tribelaceae wegen ihrer röhrenförmigen Skulpturen auf. Eine isolierte Stellung der Rosaceae, insbesondere der Rosoideae mit dreikantigen Stäbchen, korrespondiert nicht mit dem dargestellten Ordnungskonzept. Die Connaraceae zeigen deutliche Übereinstimmungen mit den Fabales und einzelnen Familien der Linales (Erythroxylaceae), Geraniales (Oxalidaceae) und Polygalales (Malpighiaceae). Die genannten Familien passen mit ihren Wachsrosetten nicht zu den übrigen Familien der entsprechenden Ordnungen. Eine Verwandtschaft zumindest eines Teils der Euphorbiaceae zu diesem Komplex wird durch ihre Wachsskulpturen befürwortet. Ihr Zusammenschluß mit den Simmondsiaceae und Buxaceae zu einer Ordnung wird wachsmikromorphologisch nicht unterstützt.

¹ Die systematische Diskussion der Wachsdaten bis auf Ordnungsebene ist bei den jeweiligen Ordnungen im Kapitel 5. „Systematische Übersicht über die Mikromorphologie der Epicuticularwachse“ zu finden.

Das gemeinsame Vorkommen dreikantiger Stäbchen bei den Aceraceae, Anacardiaceae, Burseraceae, Hippocastanaceae und Ptaeroxylaceae spricht für die Existenz einer Kerngruppe innerhalb der Sapindales.

Von den übrigen Geraniales unterscheiden sich die Tropaeolaceae und Balsaminaceae durch das Vorkommen röhrenförmiger Kristalloide. Die Tropaeolaceae zeigen dadurch Beziehungen zu den Resedaceae und darüber zu den Capparales. Die Stellung der Balsaminaceae bleibt weiterhin problematisch.

Nach Ausgliederung der Elaeagnaceae aus den Proteales und der Gunneraceae aus den Haloragales bilden die beiden verbleibenden Familien zusammen mit einer basalen Gruppe der Myrtales inklusive der Thymelaeaceae eine wachsmikromorphologisch gut umgrenzbare Gruppierung. Allen gemein ist das charakteristische Auftreten gruppenweise parallel angeordneter Schuppen.

Die vielgestaltige Ausprägung von Wachsskulpturen bei den Cornales spricht für ihre Rolle als Ausgangspunkt einer breiten Radiation, die zu verschiedenen Gruppen der Asteridae sensu lato geführt hat.

Die Oberflächwachse der Santalales ähneln in Form und Zusammensetzung (CHIBNALL & al. 1937; HENNIG & al. 1994) denen der Magnoliidae. Typisch für beide ist ein signifikanter Anteil des Palmitons. Eine Eingliederung der Ordnung in einer basal abzweigenden Gruppierung des Rosidae-Dilleniidae-Komplexes wird dadurch befürwortet.

Ebenfalls durch querveriefte Stäbchen sind die Brassicaceae und Apiaceae charakterisiert. Bei ihnen wurde jedoch bislang kein Palmiton gefunden (HUNT & al. 1976; VIOQUE & al. 1994). Zu den formal gleichen Kristalloiden bei Vertretern der Zygophyllaceae sensu lato liegen keine Daten über die chemische Zusammensetzung vor. Die Wachstform der querveriefen Stäbchen ist als familien-, resp. ordnungsspezifische Ausprägung mindestens viermal konvergent innerhalb der Dilleniidae und Rosidae entstanden.

Die Klassifikation von THORNE (1992 b, ergänzt durch pers. Mittlg.) unterscheidet sich von der vorgenannten in erster Linie dadurch, daß er die einzelnen Ordnungen sehr weit faßt und sie daher in Unterordnungen aufteilt. Zusammengefaßt werden die Ordnungen in Überordnungen. Abweichend von der Konzeption CRONQUISTS umfassen die Violales zusätzlich die Salicaceae, die gleich einigen weiteren Familien der Violales Wachstrosetten aufweisen. Die Tamaricaceae mit ihren röhrenförmigen Kristalloiden sind von den übrigen Violales als Unterordnung abgetrennt. Die relativ weit gefaßten Ordnungen der Linales, Geraniales und Polygalales weisen wie bei CRONQUIST jeweils einzelne Familien mit durch ihre Wachstrosetten abweichenden Oberflächenwachsen auf. Eine Aufteilung der Sapindales sensu lato in Sapindales s.s. und Rutales, bei der die Grenze zwischen den durch dreikantige Stäbchen gekennzeichneten Familien der Aceraceae, Anacardiaceae, Burseraceae, Hippocastanaceae und Ptaeroxylaceae verläuft, kann nicht unterstützt werden. Die

Stellung der Moringaceae innerhalb der Sapindales wirft Probleme in der systematischen Interpretation einiger ihrer Merkmale auf, auch der rosettenförmig aggregierten Schuppen. Eine enge Nachbarschaft der Connaraceae zu den Fabaceae wird wachsmikromorphologisch befürwortet. Desweiteren sprechen die Wachsdaten gegen eine Einordnung der Haloragaceae in die Cornineae, eine Abspaltung der Hydrocotylaceae von den Apiaceae und eine Stellung der Myrtanae zwischen den Solananae und Gentiananae.

TAKHTAJAN (1987) nutzt zur Gliederung der Dicotyledoneae alle taxonomischen Hierarchien, einschließlich der Überordnungen und Unterklassen. Dadurch ist es ihm möglich, für relativ viele mehr oder weniger isoliert stehende Familien und solche mit unsicherem Anschluß jeweils eigene Ordnungen aufzustellen. Dazu zählen die Crossosomatales, Connarales, Moringales, Tropaeolales und Balsaminales. Die Crossosomataceae stimmen in ihrer Wachsmikromorphologie mit keiner der unterschiedlich postulierten Nächstverwandten überein. Die vorläufige Erhebung auf Ordnungsniveau erscheint daher plausibel. Die Connaraceae und Moringaceae zeigen mit ihren Wachsrosetten deutliche Beziehungen zu einigen Familien der Violales-Capparales, bzw. der Rutanae. Für die Tropaeolaceae wird eine Verwandtschaft entweder zu den Sapindales oder zu den Capparales diskutiert. Das Vorkommen röhrenförmiger Wachsskulpturen spricht für Beziehungen zu den Capparales über die Resedaceae. Weder die getrennte Einordnung der Ancistrocladaceae und Dioncophyllaceae in die Theanae, resp. Violanae, noch die Position der Salicales zwischen den Fouquieriales und Dioncophyllales kann wachsmikromorphologisch unterstützt werden.

Auch bei DAHLGREN (1989) sind die Familien mit rosettenförmig aggregierten Wachsschuppen auf sehr unterschiedliche Ordnungen verteilt. Die Passifloraceae, Peridiscaceae und Caricaceae befinden sich in den Violales, die Cucurbitaceae in den Cucurbitales, die Salicaceae ebenfalls in einer eigenen Ordnung und die Moringaceae in den Capparales. Auch in den Rutanae sind die Familien mit Wachsrosetten auf ähnliche Art wie bei den vorgenannten Klassifikationen auf die unterschiedlichen Ordnungen verteilt. Ebenfalls die gleiche Problematik erscheint bei der Einordnung der Tamaricaceae und Tropaeolaceae. Die Euphorbiales werden von DAHLGREN sehr weit gefaßt. Ähnliche Wachsformen in den entsprechenden Familien unterstützen dies zumindest teilweise. Ähnlich verhält es sich mit der Einordnung der Haloragales in die Myrtanae, der Zusammenfassung von Buxaceae und Daphniphyllaceae in den Buxales und der isolierten Stellung der Santalales. Andererseits werden auch in dieser Klassifikation die Familien mit dreikantigen Stäbchen innerhalb der Rutanae durch Aufteilung in zwei Ordnungen voneinander getrennt. Eine derartig umfangreiche Ansammlung von Kleinfamilien wie die Cornales sensu DAHLGREN kann wachsmikromorphologisch nicht bestätigt werden.

Die Gliederung der Rosidae und Dilleniidae von FROHNE & JENSEN (1992) entspricht in vielen Teilen der der vorgenannten Klassifikationen. Durch die Aufstellung einer zusätzlichen Unterklasse Cornidae wird der Verteilung bestimmter Inhaltsstoffe eine wichtige systematische Rolle zugestanden. Anhand der Wachsmikromorphologie läßt sich aber auch diese Unterklasse nicht charakterisieren. Problematisch erscheint daneben die unsichere Ableitung der Proteales aus der näheren Umgebung der Fabales. Wenig Gemeinsamkeiten weisen auch die abseits der von den Saxifragales ausgehenden Entwicklungslinien gruppierten Celastrales, Santalales und Rhamnales auf.

Die monopodiale Konzeption des Dicotyledoneae-Stammbaums von GOLDBERG (1986) beinhaltet einige verwandtschaftsbezogene Konstellationen, die in den meisten anderen Klassifikationen so nicht angenommen werden. Besonders herausstechend sind die Einordnung der Haloragales, Nepenthales und Sarraceniales in die nähere Verwandtschaft der Ranunculales, die sich auch wachsmikromorphologisch nicht befürworten läßt. Engere Beziehungen der Fabales zu den Papaverales widersprechen ebenfalls nicht nur den Wachsdaten. Über die Ausgliederung der Salicaceae aus den „Amentiferae“ und ihre Einordnung in die Nähe der Violales, die durch die nachgewiesenen Wachsskulpturen bestätigt wird, besteht allgemein wenig Zweifel. Bei GOLDBERG (1986) sind die Salicaceae immerhin mit unsicherem Status dem zu den Fagales führenden Seitenast angegliedert.

HUBER (1991) hat eine von den meisten Systemen stärker abweichende Klassifikation der Blütenpflanzen aufgestellt, indem er auffallend wenig auf traditionelle Gruppierungen zurückgegriffen hat. Das nicht mit taxonomischen Hierarchien korrelierte Einfügen von „non-missing links“ trägt allerdings nicht zur Übersichtlichkeit der großsystematischen Zusammenhänge bei. Besonders hervorzuhebende Übereinstimmungen mit den Vorkommen bestimmter Wachsformen sind die Einordnung der Connaraceae bei den Fabales sowie die Aufstellung einer Verwandtschaftsgruppierung, die einen Teil der Euphorbiaceae, die Dichapetalaceae, Erythroxylaceae und Malpighiaceae innerhalb des Celastrales-Linales-Komplexes umfaßt. Die Oxalidaceae passen mit ihren Wachsrosetten in die Gruppe der Capparales sensu lato, wo neben ihnen die ähnlich bewachsenen Cucurbitaceae, Moringaceae und Caricaceae, jedoch auch die Tropaeolaceae und Resedaceae mit röhrenförmigen Kristalloiden angesiedelt sind. Enge Beziehungen zwischen den Haloragaceae und Saxifragales werden anhand der Wachsdaten nicht befürwortet.

Wie es sich zeigt, vermag die Wachsmikromorphologie in keiner der vorgenannten Klassifikationen die meisten der postulierten großsystematischen Zusammenhänge zu bestätigen. Für einige Wachsformen, wie z.B. die quergerieften Stäbchen, ist nachgewiesen, daß sie mehrfach konvergent entwickelt worden sind. Für andere, wie z.B. die gruppenweise parallel angeordneten

Wachsschuppen, erscheint dies zumindest plausibel. Über eine mögliche Verwandtschaft der Taxa mit rosettenförmig aggregierten Wachsschuppen ist noch nicht endgültig entschieden. Phylogenetische wie molekularsystematische Analysen (HUFFORD 1992; CHASE & al. 1993) weisen gemeinsam mit den diesbezüglichen Wachsdaten auf einen größeren Komplex verwandter Ordnungen hin, die in den konventionellen Systemen entweder auf die beiden Unterklassen der Dilleniidae und Rosidae verteilt oder anderweitig in größerer verwandtschaftlicher Entfernung zueinander angesiedelt sind. Insgesamt erscheint eine Neukonzeption der meisten Gruppierungen innerhalb der Dilleniidae und Rosidae notwendig. Die Umgrenzung dieser Unterklassen basiert auf einem Merkmal, dem, wie den meisten der jeweils neu als systematisch relevant erkannten Merkmalen, zunächst eine leicht überbetonte Rolle zugesprochen wurde. Seit geraumer Zeit (z.B. EYDE 1975) wird die maßgebliche Rolle der Staminalinsertionsmodi für die großsystematischen Zusammenhänge angezweifelt, zumal in mehreren Verwandtschaftsgruppen unterschiedliche Ausprägungen nebeneinander vorkommen.

8. Wachsmikromorphologie und Molekularsystematik

In den letzten Jahren sind eine Reihe phylogenetischer Analysen veröffentlicht worden, die auf molekularsystematischen Daten basieren. Wie bei den meisten neu für die Systematik entdeckten Merkmalen werden mit dieser Methode eine Fülle neuer, zum Teil unerwarteter Verwandtschaftsbeziehungen zur Diskussion gestellt. Zur Zeit stellen diese Untersuchungsergebnisse möglicherweise die wichtigste Quelle für konstruktive Diskussionen über das „phylogenetische System“ dar.

Zahlreiche Analysen basieren zur Zeit noch auf stark begrenzten Datensätzen. Durch die resultierenden Phylogramme können dadurch Verwandtschaftsverhältnisse impliziert werden, die allein in der eingeschränkten Auswahl untersuchter Arten begründet sind und sich bei einer leicht veränderten Auswahl der Arten zum Teil nicht unwesentlich verändern können. Im Kontrast zu diesen Umständen zeigen sich in den meisten Ergebnissen auffallende Übereinstimmungen einerseits der unterschiedlichen Auswertungen untereinander, andererseits mit bestehenden Klassifikationen. Besonders deutlich wird dies im Vergleich mit phylogenetischen Analysen, die auf konventionellen Merkmalen basieren (z.B. HUFFORD 1992) und z.T. ähnliche Resultate liefern.

Für die Ergebnisse der meisten molekularsystematischen Analysen kann die Wachsmikromorphologie keine bewertende Aussage treffen. Das liegt zum Teil daran, daß für die analysierten Gruppen keine systematisch relevanten Kristalloide nachgewiesen sind. Dies trifft auf die Bearbeitungen der Byblidaceae und Roridulaceae (CONRAN & DOWD 1993), der Onagraceae (CRISCI & al. 1990; CONTI & al. 1993), der Saxifragaceae s.l. (MORGAN & SOLTIS 1993), der Loasaceae und Hydrostachyaceae (HEMPEL & al. 1995) sowie der Aquifoliaceae und Icacinaceae (SPICHIGER & al. 1993) zu.

Im Falle der infrafamiliären Gliederung der Brassicaceae (WARWICK & BLACK 1994) sind die vorliegenden Wachsdaten zu einförmig, im Falle der Cornaceae s.l. (XIANG & al. 1993) wie auch der Droseraceae (WILLIAMS & al. 1994) zu sehr durch Einzelfälle geprägt. Für die Analyse der Hydrangeaceae (SOLTIS & al. 1995) gilt für unterschiedliche Partitionen der Verwandtschaftsgruppe einmal Ersteres, ein andermal Letzteres.

PRICE & PALMER (1993) haben die Geraniaceae und ihr systematisches Umfeld analysiert. Einer Eingliederung der Hypseocharitaceae in die Geraniaceae wird auf wachsmikromorphologischer Basis nicht widersprochen. Die

Ausgliederung der Tropaeolaceae aus dem Verwandtschaftskomplex und die Eingliederung derselben in die Gruppe der Senfölglykosid-Familien kann eher befürwortet werden, als eine Stellung innerhalb der Geraniales. Der systematisch weiter von den Geraniaceae entfernte Anschluß der Oxalidaceae, einschließlich der Gattung *Averrhoa*, wird aufgrund der Wachsdaten unterstützt.

Die Integration der Vochysiaceae in die Myrtales nach CONTI & al. (1996) wird mittels der Wachsmikromorphologie befürwortet.

Die Gliederung der als monophyletisch bestätigten Capparales sensu lato (RODMAN & al. 1993) kann aufgrund der sehr unterschiedlichen Wachsformen bei den verschiedenen Familien nicht bestätigt werden. Immerhin wird eine nahe Verwandtschaft zwischen Caricaceae und Moringaceae befürwortet. Die Eingliederung der Bretschneideraceae in diesen Verwandtschaftskomplex kann wachsmikromorphologisch nicht widerlegt werden.

FERNANDO & al. (1995) haben mit ihren molekularsystematischen Analysen die polyphyletische Natur der Simaroubaceae in ihren bisherigen Grenzen nachgewiesen. Die Wachsdaten sprechen weder für, noch gegen eine Aufteilung der Familie. Andererseits wird eine nähere Verwandtschaft der Anacardiaceae, Burseraceae, Aceraceae, Hippocastanaceae und Sapindaceae untereinander angedeutet. Diese Gruppierung abseits der Rutaceae, Simaroubaceae, Meliaceae und Cneoraceae wird in den meisten konventionellen Systemen nicht praktiziert, von den Wachsdaten jedoch befürwortet.

In sämtlichen Analysen, die die Asteridae s.l. betreffen (DOWNIE & PALMER 1992; OLMSTEAD & al. 1992, 1993; GUSTAFSSON & al. 1996), zeigt sich, daß die „Unterklasse“ wesentlich weiter gefaßt werden muß, als bisher angenommen. So gehören sowohl die Araliales als auch die Ericales dort eingegliedert. Beide zeigen wachsmikromorphologisch jedoch in sich mehr oder weniger einheitliche Ausprägungen, die über die weitere Verwandtschaft keine Aussagen zulassen. Immerhin lassen sich sowohl enge Beziehungen zwischen Araliaceae und Apiaceae, als auch zwischen Epacridaceae und Ericaceae bestätigen. Die molekularsystematischen Analysen befürworten gar eine Eingliederung der Epacridaceae in die Ericaceae (KRON & CHASE 1993; KRON 1996).

Sämtliche molekularsystematischen Analysen sprechen dafür, daß die Rosidae und Dilleniidae in ihren konventionellen Umgrenzungen para- bis polyphyletische Gruppierungen darstellen und sprechen sich für eine Neugliederung dieses Verwandtschaftskomplexes aus. Die Untersuchungsergebnisse zeigen, daß die wachsmikromorphologische Merkmalsverteilung denselben Schluß impliziert. Eine neue Klassifikation allein auf der Basis der Wachsdaten aufzustellen, ist selbstverständlich nicht möglich. Vielleicht helfen jedoch die Wachsskulpturen, sich in strittigen Fällen für die eine oder andere Alternative zu entscheiden oder bisher übersehene Verwandtschaftsverhältnisse zur Diskussion zu stellen.

9. Zusammenfassung

DITSCH, F. & BARTHLOTT, W.: Mikromorphologie der Epicuticularwachse und das System der Dilleniidae und Rosidae. - Trop. u. Subtrop. Pflanzenwelt Bd. 97 (1997) S. 1-248. Akad. Wiss. Lit. Mainz, Franz-Steiner-Verlag, Stuttgart.

Keywords: Angiosperms, Dicotyledons, Dilleniidae, Rosidae. Epicuticular wax, cuticle, wax, micromorphology, scanning electron microscopy, systematics, taxonomy.

Die Ultrastruktur epicuticularer Wachse von 2524 spp. aus 866 Gattungen, 163 Familien und 27 Ordnungen der Dilleniidae und Rosidae sensu CRONQUIST (1988) wurde mit hochauflösender Raster-Elektronenmikroskopie untersucht. Ebenso wurden Taxa berücksichtigt, die von anderen Systematikern in die entsprechenden Gruppierungen gezählt werden. Damit liegen einschließlich bereits publizierter Bearbeitungen Daten von 4810 spp. aus 1499 Gatt., 270 Familien und 33 Ordnungen der beiden Unterklassen vor. Die systematische Relevanz der Wachsmikromorphologie wird gegenüber bestehenden konventionellen Systemen und molekularsystematischen Analysen diskutiert.

Mit 2337 spp. (eigene Daten: 1502 spp.) weist die Mehrzahl keine skulptierten Wachse auf. Wachsschuppen sind mit 1870 spp. (726 spp.) die häufigsten Kristalloide. Bei 389 spp. (116 spp.) sind sie parallel angeordnet, bei 455 spp. (229 spp.) rosettenförmig aggregiert. Röhrrchen und gewundene Stäbchen treten meist gemischt und mit Übergangsformen vergesellschaftet auf und sind bei 269 spp. (107 spp.) nachgewiesen. 123 spp. (97 spp.) weisen quergeriefte Stäbchen auf, 93 spp. (55 spp.) dreikantige Stäbchen, 65 spp. (8 spp.) aggregierte Stäbchen, 27 spp. (21 spp.) fadenförmige Kristalloide, 16 spp. (3 spp.) kantige Stäbchen und 9 spp. (5 spp.) runde Stäbchen.

Durch Wachsosetten sind die Fabales (DITSCH & al. 1995), Euphorbiales und Salicales charakterisiert. Weitere gehäufte Vorkommen bei den Caricaceae, Cochlospermaceae, Cucurbitaceae, Moringaceae, Passifloraceae und Peridiscaceae sprechen für eine enge Verwandtschaft dieses Teils der Violaes mit den Salicaceae sowie für eine direkte systematische Nachbarschaft der Caricaceae und Moringaceae. Die gleiche Wachstform ist typisch für die Connaraceae, Dichapetalaceae, Erythroxylaceae, Malpighiaceae, Oxalidaceae, Rhamnaceae und Tremandraceae, die u.a. gemeinsam mit den Fabales und Euphorbiaceae nach molekularsystematischen Analysen (CHASE & al. 1993) einen abgeleiteten Ast der Rosidae sensu lato bilden. Die Fabales, Connaraceae, Erythroxylaceae und Oxalidaceae besitzen darüberhinaus als gemeinsames Merkmal Siebröhren-Plastiden des P-Typs (BEHNKE 1991). Ein

polyphyletischer Ursprung der Euphorbiaceae wird wachsmikromorphologisch nicht bestätigt, jedoch im Rahmen einer Eingliederung beider Teilgruppen innerhalb eines Verwandtschaftskomplexes, der durch Wachsröschen charakterisiert ist, für möglich befunden

Das charakteristische Vorkommen gruppenweise parallel angeordneter Wachsschuppen befürwortet enge Beziehungen der Haloragaceae, Proteaceae und Thymelaeaceae zu den Myrtales. Außerdem ist diese Wachsform kennzeichnend für die Hypericaceae (DITSCH & BARTHOLOTT 1994) und Linaceae.

Für die Aceraceae, Anacardiaceae, Burseraceae, Hippocastanaceae und Ptaerocaryaceae wird aufgrund des gemeinsamen Vorkommens dreikantiger Stäbchen eine nahe Verwandtschaft innerhalb der Sapindales befürwortet. Das Vorkommen der gleichen Wachsform spricht für eine Eigenständigkeit der Davidiaceae gegenüber den übrigen Cornales sowie für eine isolierte Stellung der Rosoideae innerhalb der Rosaceae.

Durch Wachsröhren, häufig vergesellschaftet mit gewundenen Stäbchen, sind die Ericaceae, Garryaceae, Resedaceae, Tamaricaceae und Tropaeolaceae charakterisiert. Dadurch wird eine Ableitung der Tropaeolaceae von den Caprales über die Resedaceae sowie die Eigenständigkeit der Garryaceae gegenüber den übrigen Cornales unterstützt. Das Vorkommen von Röhren bei den Buxaceae spricht gegen eine nahe Verwandtschaft mit den Euphorbiaceae, bei basalen Gruppen der Epacridaceae für enge Beziehungen zu den Ericaceae.

Quergeriefte Wachsstäbchen sind mehrfach konvergent entstanden. Sowohl die Brassicaceae als auch die Apiaceae haben quergeriefte Stäbchen als typisches Merkmal entwickelt, die abweichend von denen der Magnoliidae kein Palmiton aufweisen (HUNT & al. 1976; VIOQUE & al. 1994). Bei den Loranthaceae, Olacaceae, Santalaceae und Viscaceae gehäuft quergeriefte Stäbchen auf, die in ihrer Zusammensetzung denen der Magnoliidae ähneln (CHIBNALL & al. 1937; HENNIG & al. 1994). Dies spricht für eine basisnahe Eingliederung der Santalales innerhalb der „Dialypetalae“. Das gemeinsame Vorkommen quergeriefer Stäbchen bei Vertretern der Zygophyllaceae s.s. und *Nitraria* befürwortet eine nicht zu enge Konzeption der Familie.

Aggregierte Stäbchen sind charakteristisch für stärker abgeleitete Epacridaceae, fadenförmige Skulpturen für die Gattung *Primula* und ihre Nächstverwandten. Ansonsten kommen diese Wachsformen nur vereinzelt vor. Bei den Rafflesiaceae sind nur für eine Art körnchenförmige Skulpturen, ansonsten keine skulptierten Wachse nachgewiesen.

Die Wachsmikromorphologie bestätigt Ergebnisse molekularsystematischer und anderer phylogenetischer Analysen, wonach Dilleniidae und Rosidae in den konventionellen Umgrenzungen para- oder polyphyletisch sind. Die Auflösung dieser Gruppen und die Neukonzeption zahlreicher Ordnungen, besonders aus den Violaceae und Rutaceae sensu DAHLGREN (1989), wird unterstützt.

10. Summary

DITSCH, F. & BARTHOLOTT, W.: Mikromorphologie der Epicuticularwachse und das System der Dilleniidae und Rosidae. - Trop. u. Subtrop. Pflanzenwelt Bd. 97 (1997) S. 1-248. Akad. Wiss. Lit. Mainz, Franz-Steiner-Verlag, Stuttgart. [Micromorphology of epicuticular waxes and the classification of Dilleniidae and Rosidae.]

Keywords: Angiosperms, Dicotyledons, Dilleniidae, Rosidae. Epicuticular wax, cuticle, wax, micromorphology, scanning electron microscopy, systematics, taxonomy.

Epicuticular wax ultrastructure of 2524 spp. out of 866 gen., 163 families and 27 orders representing the Dilleniidae and Rosidae sensu CRONQUIST (1988) was examined using high-resolution SEM. Taxa appointed to the respective groupings by other taxonomists were also included. Considering data of orders and families already published, the resulting data set comprises 4810 spp. out of 1499 gen., 270 families and 33 orders of both subclasses. The systematic significance of wax micromorphology is discussed in relation to existing conventional systems and phylogenetic analyses of macromolecular sequences.

No waxes were found in 2337 spp. (own data: 1502 spp.). Platelets, the most common crystalloid, were found in 1870 spp. (726 spp.). In 389 spp. (116 spp.) they have a parallel orientation, in 455 spp. (229 spp.) they are aggregated to rosette-like clusters. Tubules and coiled rodlets usually appear together and with transitional forms and they were discovered in 269 spp. (107 spp.). 123 spp. (97 spp.) showed transversally ridged rodlets, 93 spp. (55 spp.) triangular rodlets, 65 spp. (8 spp.) longitudinally aggregated rodlets, 27 spp. (21 spp.) threads, 16 spp. (3 spp.) polyangular rodlets and 9 spp. (5 spp.) terete rodlets.

Fabales (DITSCH & al. 1995), Euphorbiales and Salicales are characterized by rosette-like clusters of platelets. Further appearances of this wax form in Caricaceae, Cochlospermaceae, Cucurbitaceae, Moringaceae, Passifloraceae, and Peridiscaceae support a close relationship of these families of Violales with Salicaceae as well as between Caricaceae and Moringaceae. The same wax form is characteristic for Connaraceae, Dichapetalaceae, Erythroxylaceae, Malpighiaceae, Oxalidaceae, Rhamnaceae, and Tremandraceae. All of these, together with Fabales and Euphorbiaceae, comprise a derived clade of Rosidae s.l. in molecular systematic analyses (CHASE & al. 1993). Furthermore, Fabales, Connaraceae, Erythroxylaceae, and Oxalidaceae share P-type sieve element plastids (BEHNKE 1991). Polyphyly of Euphorbiaceae is not directly

supported by wax micromorphology, but still possible if considering an inclusion of both parts of former Euphorbiaceae s.l. in a larger group characterized by wax rosettes.

Wax platelets in parallel stacks are characteristic for Haloragaceae, Proteaceae, and Thymelaeaceae and thus support their close relationship to Myrtales. The same wax form was also found in Hypericaceae (DITSCH & BARTHOLOTT 1994) and Linaceae.

Aceraceae, Anacardiaceae, Burseraceae, Hippocastanaceae, and Pteroxylaceae showed triangular rodlets and thus may represent a closely related alliance within Sapindales. The appearance of the same wax type stresses the distinctness of Davidiaceae from other Cornales as well as the isolated position of Rosoideae within Rosaceae.

Wax tubules, alone or in association with coiled rodlets, characterize Ericaceae, Garryaceae, Resedaceae, Tamaricaceae, and Tropaeolaceae. Thus, the evidence for the deduction of Tropaeolaceae from Capparales via Resedaceae, as well as the distinctness of Garryaceae within Cornales, is supported. The appearances of tubules in Buxaceae contradicts a close relationship with Euphorbiaceae. The same wax form in basic groups of Epacridaceae supports their inclusion in Ericaceae.

Transversally ridged rodlets evolved independently in several unrelated taxa. Brassicaceae and Apiaceae both show transversally ridged rodlets as a characteristic feature, differing from those of Magnoliidae in lacking palm-tone (HUNT & al. 1976; VIOQUE & al. 1994). Within Santalales, transversally ridged rodlets resembling those of Magnoliidae in composition (CHIBNALL & al. 1937; HENNIG & al. 1994) appear in Loranthaceae, Olacaceae, Santalaceae, and Viscaceae, thus supporting a rather basic position of the order within the „Dialypetalae“. A wider concept of Zygophyllaceae is supported by the common appearance of transversally ridged rodlets in members of Zygophyllaceae s.str. and *Nitraria*.

Longitudinally aggregated rodlets are characteristic for a highly derived part of Epacridaceae. Thread-like crystalloids circumscribe the genus *Primula* and its closest relatives. There are only solitary finds of these wax forms in all other orders.

No order lacks wax crystalloids throughout. In Rafflesiales, except for one species displaying smooth granules, no sculptured waxes were found.

Wax micromorphology supports the results of phylogenetic analyses of molecular, morphological and phytochemical data concluding in a para- or even polyphyletic origin of Dilleniidae and Rosidae as conventionally circumscribed. Wax data underline the necessity to dissolve these artificial groupings and to find a new concept for several orders maintained traditionally, especially within Violanae and Rutanae sensu DAHLGREN (1989).

11. Literatur

- AIRY SHAW, H.K. (1965): Diagnoses of new families, new names etc. for the seventh edition of WILLIS' „Dictionary“. - Kew Bull. **18**, 249-273.
- AIRY SHAW, H.K. (1988): J.C. Willis - A dictionary of the flowering plants and ferns. 8th student edition. - Cambridge University Press, Cambridge, New York, New Rochelle, Melbourne, Sydney.
- AL-SHAMMARY, K.I.A. & GORNALL, R.J. (1994): Trichome anatomy of the Saxifragaceae s.l. from the southern hemisphere. - Bot. J. Linn. Soc. **114**, 99-131.
- ALBERT, V.A., WILLIAMS, S.E. & CHASE, M.W. (1992): Carnivorous plants: phylogeny and structural evolution. - Science **257**, 1491-1495.
- AMARAL, M.C.E. (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.
- ANDERBERG, A.A. (1993): Cladistic interrelationships and major clades of the Ericales. - Plant Syst. Evol. **184**, 207-231.
- ANDERBERG, A.A. & STÄHL, B. (1995): Phylogenetic interrelationships in the order Primulales, with special emphasis on the family circumscription. - Can. J. Bot. **73**, 1699-1730.
- ANDERSON, W.R. (1990): The origin of the Malpighiaceae - the evidence from morphology. - Mem. New York Bot. Gard. **64**, 210-224.
- ANURADHA, S.M.J., RADHAKRISHNAIAH, M. & NARAYANA, L.L. (1988): Chemosystematics of Capparaceae. - Feddes Repert. **99**, 391-394.
- ARMSTRONG, D.J. & WHITCROSS, M.I. (1976): Temperature effects on formation and fine structure of *Brassica napus* leaf waxes. - Austr. J. Bot. **24**, 309-318.
- AVERETT, J.E. & GRAHAM, S.A. (1984): Flavonoids of Rhynchoalycaceae (Myrtales). - Ann. Missouri Bot. Gard. **71**, 853-854.
- BAAS, P. (1973): The wood anatomical range in *Ilex* (Aquifoliaceae) and its ecological and phylogenetic significance. - Blumea **21**, 193-258.
- BAAS, P. (1974): Vegetative anatomy and the affinities of Aquifoliaceae, *Sphenostemon*, *Phelline*, and *Oncotheca*. - Blumea **22**, 311-407.
- BAAS, P. (1984 a): Vegetative anatomy and taxonomy of *Berberidopsis* and *Streptothammus* (Flacourtiaceae). - Blumea **30**, 39-44.
- BAAS, P. (1984 b): Vegetative anatomy and the taxonomic status of *Ilex collina* and *Nemopanthus* (Aquifoliaceae). - J. Arnold Arb. **65**, 243-250.
- BAAS, P., GEESINK, R., VAN HEEL, W.A. & MULLER, J. (1979): The affinities of *Plagiopteron suaveolens* GRIFF. (Plagiopteraceae). - Grana **18**, 69-89.
- BAAS, P. & ZWEYPFENNING, R.C.V.J. (1979): Wood anatomy of the Lythraceae. - Acta Bot. Neerl. **28**, 117-155.
- 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. (1982): Chemistry and morphology of plant epicuticular waxes. - In: CUTLER, D., ALVIN, K.L. & PRICE, C.E. (Eds.): *The plant cuticle*, pp. 139-165. - Academic Press, London.
- BAKER, E.A. & JEFFREE, C.E. (1981): Characterization of extraneous particles located on the leaf surface of several plant species. - *New Phytol.* **87**, 115-119.
- BARABÉ, D., BERGERON, Y. & VINCENT, G.A. (1982): La position des Daphniphyllaceae, Buxaceae, Simmondsiaceae et Cecropiaceae dans le sous-classe Hamamelididae. Étude numérique. - *Comp. Rend. Séances Acad. Sci., Sér. III, Sci. Vie*, **294**, 891-896.
- BARLOW, B.A. (1963): Studies in Australian Loranthaceae. IV. Chromosome numbers and their relationships. - *Proc. Linn. Soc. New South Wales* **88**, 151-160.
- BARLOW, B.A. (1964): Classification of the Loranthaceae and Viscaceae. - *Proc. Linn. Soc. New South Wales II* **89**, 268-272.
- BARLOW, B.A. (1983): Biogeography of Loranthaceae and Viscaceae. - In: CALDER, M. & BERNHARDT, P. (Eds.): *The biology of mistletoes*, pp. 19-46. - Academic Press, Sydney, New York, London, Paris, San Diego, San Francisco, São Paulo, Tokyo, Toronto.
- BARTHLOTT, W. (1990): Scanning electron microscopy of the epidermal surface in plants. - In: CLAUGHER, D. (Ed.): *Scanning electron microscopy in taxonomy and functional morphology*, pp. 69-94. - Clarendon Press, Oxford.
- BARTHLOTT, W., CUTLER, D.F., DITSCH, F., MEUSEL, I., NEINHUIS, C., THEISEN, I. & WILHELMI, H. (in prep.): Classification and terminology of plant epicuticular waxes.
- BARTHLOTT, W. & EHLER, N. (1977): Raster-Elektronenmikroskopie der Epidermis-Oberflächen von Spermatophyten. - *Trop. Subtrop. Pflanzenw.* **19**, 367-467.
- BARTHLOTT, W. & FRÖLICH, D. (1983): Mikromorphologie und Orientierungsmuster epicuticularer Wachs-Kristalloide: Ein neues systematisches Merkmal bei Monokotylen. - *Plant Syst. Evol.* **142**, 171-185.
- BARTHLOTT, W. & THEISEN, I. (1995): Epicuticular wax ultrastructure and classification of Ranunculiflorae. - *Plant Syst. Evol., Suppl.* **9**, 39-45.
- BARTHLOTT, W. & WOLLENWEBER, E. (1981): Zur Feinstruktur, Chemie und taxonomischen Signifikanz epicuticularer Wachse und ähnlicher Sekrete. - *Trop. Subtrop. Pflanzenw.* **32**, 35-97.
- BATE-SMITH, E.C., FERGUSON, I.K., HUTSON, K., JENSEN, S.R., NIELSEN, B.J. & SWAIN, T. (1975): Phytochemical interrelationships in the Cornaceae. - *Biochem. Syst. Ecol.* **3**, 79-89.
- BAUM, B.R., TULLOCH, A.P. & BAILEY, L.G. (1980): A survey of epicuticular waxes among genera of Triticeae. I. Ultrastructure of glumes and some leaves as observed with the scanning electron microscope. - *Can. J. Bot.* **58**, 2467-2480.
- BEEBE, D.U. & EVERT, R.F. (1990): The morphology and anatomy of the leaf of *Moricandia arvensis* (L.) DC. (Brassicaceae). - *Bot. Gaz.* **151**, 184-203.
- BEHNKE, H.-D. (1973): Sieve-tube plastids of Hamamelididae - electron microscope investigations with special reference to Urticales. - *Taxon* **22**, 205-210.
- BEHNKE, H.-D. (1974): P- und S-Typ Siebelement-Plastiden bei Rhamnales. - *Beitr. Biol. Pflanzen* **50**, 457-464.
- BEHNKE, H.-D. (1975): The bases of angiosperm phylogeny: ultrastructure. - *Ann. Missouri Bot. Gard.* **62**, 647-663.
- BEHNKE, H.-D. (1976): Sieve-element plastids of *Fouquieria*, *Frankenia* (Tamaricales), and *Rhabdodendron* (Rutaceae), taxa sometimes allied with Centrospermae (Caryophyllales). - *Taxon* **25**, 265-268.
- BEHNKE, H.-D. (1977 a): Zur Skulptur der Pollen-Exine bei drei Centrospermen (*Gisekia*, *Limeum*, *Hectorella*), bei Gyrostemonaceen und Rhabdodendraceen. - *Plant Syst. Evol.* **128**, 227-235.
- BEHNKE, H.-D. (1977 b): Phloem ultrastructure and systematic position of Gyrostemonaceae. - *Bot. Notiser* **130**, 255-260.

- BEHNKE, H.-D. (1982 a): Sieve-element plastids of Connaraceae and Oxalidaceae. A contribution to the knowledge of P-type plastids in dicotyledons and their significance. - Bot. Jahrb. Syst. **103**, 1-8.
- BEHNKE, H.-D. (1982 b): Sieve element plastids, exine sculpturing and the systematic affinities of the Buxaceae. - Plant Syst. Evol. **139**, 257-266.
- BEHNKE, H.-D. (1984): Ultrastructure of sieve-element plastids of Myrtales and allied groups. - Ann. Missouri Bot. Gard. **71**, 824-831.
- BEHNKE, H.-D. (1986): Contributions to the knowledge of sieve-element plastids in Gunneraceae and allied families. - Plant Syst. Evol. **151**, 215-222.
- 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. (1995): Sieve-element characters of the Proteaceae and Elaeagnaceae: nuclear crystals, phloem proteins and sieve-element plastids. - Bot. Acta **108**, 514-524.
- BENNEK, C. (1958): Die morphologische Beurteilung der Staub- und Blumenblätter der Rhamnaceen. - Bot. Jahrb. Syst. **77**, 423-457.
- BERG, C.C. (1977): Urlicales, their differentiation and systematic position. - Plant Syst. Evol., Suppl. **1**, 349-374.
- BERNARDI, L. (1964): La position systématique du genre *Sphenostemon* BAILLON sensu VAN STEENIS. - Candollea **19**, 199-205.
- BHANDARI, N.N. & VOHRA, S.C.A. (1983): Embryology and affinities of Viscaceae. - In: CALDER, M. & BERNHARDT, P. (Eds.): The biology of mistletoes, pp. 69-86. - Academic Press, Sydney, New York, London, Paris, San Diego, San Francisco, São Paulo, Tokyo, Toronto.
- BHATNAGAR, A.K. & KAPIL, R.N. (1973): *Bischofia javanica* - Its relationship with Euphorbiaceae. - Phytomorphology **23**, 264-267.
- BIANCHI, G. (1995): Plant waxes. - In: HAMILTON, R.J. (Ed.): Waxes: chemistry, molecular biology and functions, pp. 177-222. - Oily Press, Dundee (Scotland).
- BIESBOER, D.D. (1975): Pollen morphology of the Aceraceae. - Grana **15**, 19-27.
- BLAGOWESTSCHENSKI, A.W. (1955): Die biochemischen Grundlagen des Evolutionsprozesses der Pflanzen. - Akademie Verlag, Berlin.
- BOESEWINKEL, F.D. (1977): Development of ovule and testa in Rutaceae. I. *Ruta*, *Zanthoxylum*, and *Skimmia*. - Acta Bot. Neerl. **26**, 193-211.
- BOESEWINKEL, F.D. (1980): Development of ovule and testa of *Linum usitatissimum* L. - Acta Bot. Neerl. **29**, 17-32.
- BOESEWINKEL, F.D. (1984 a): Development of ovule and seed coat in *Cneorum tricoccon* L. (Cneoraceae). - Acta Bot. Neerl. **33**, 61-70.
- BOESEWINKEL, F.D. (1984 b): Ovule and seed structure in Datisceae. - Acta Bot. Neerl. **33**, 419-429.
- BOESEWINKEL, F.D. (1985 a): The ovule and seed of *Humiria balsamifera* (AUBL.) ST. HIL. - Acta Bot. Neerl. **34**, 183-191.
- BOESEWINKEL, F.D. (1985 b): Development of ovule and seed-coat in *Averrhoa* (Oxalidaceae) with notes on some related genera. - Acta Bot. Neerl. **34**, 413-424.
- BOESEWINKEL, F.D. (1987 a): Ovules and seeds in Trigonaceae. - Acta Bot. Neerl. **36**, 81-91.
- BOESEWINKEL, F.D. (1987 b): Seed structure in Vochysiaceae and its implications for the relationships of the family. - Acta Bot. Neerl. **36**, 142-143 (Abstr.).
- BOESEWINKEL, F.D. (1988): The seed structure and taxonomic relationships of *Hypseocharis* REMY. - Acta Bot. Neerl. **37**, 111-120.

- BOESEWINKEL, F.D. (1989): Ovule and seed development in Droseraceae. - *Acta Bot. Neerl.* **38**, 295-311.
- BOESEWINKEL, F.D. (1990): Ovule and seed development of *Tovaria pendula* RUIZ et PAVON. - *Bot. Jahrb. Syst.* **111**, 389-401.
- BOESEWINKEL, F.D. (1994): Ovule and seed characters of *Balanites aegyptiaca* and the classification of the Linales-Geraniales-Polygalales assembly. - *Acta Bot. Neerl.* **43**, 15-25.
- BOESEWINKEL, F.D. & BOUMAN, F. (1980): Development of ovule and seed-coat of *Dichapetalum mombuttense* ENGL. with notes on other species. - *Acta Bot. Neerl.* **29**, 103-115.
- BOESEWINKEL, F.D. & BOUMAN, F. (1991): The development of bi- and unitegmic ovules and seeds in *Impatiens* (Balsaminaceae). - *Bot. Jahrb. Syst.* **113**, 87-104.
- BOESEWINKEL, F.D. & GEENEN, J. (1980): Development of ovule and seed-coat of *Erythroxylum coca* LAMK. - *Acta Bot. Neerl.* **29**, 231-241.
- BOESEWINKEL, F.D. & VENTURELLI, M. (1987): Ovule and seed structure in Vochysiaceae. - *Bot. Jahrb.* **108**, 547-566.
- BOHM, B.A. (1988): Flavonoid systematics of the Datisceae. - *Biochem. Syst. Ecol.* **16**, 151-155.
- BOHM, B.A. & AVERETT, J.E. (1989): Flavonoids in some Monotropoideae. - *Biochem. Syst. Ecol.* **17**, 399-401.
- BOHM, B.A., DONEVAN, L.S. & BHAT, U.G. (1986): Flavonoids of some species of *Bergenia*, *Francoa*, *Parnassia* and *Lepuropetalon*. - *Biochem. Syst. Ecol.* **14**, 75-77.
- BOUFFORD, D.E., KJÆR, A., ØGAARD MADSEN, J. & SKRYDSTRUP, T. (1989): Glucosinolates in *Bretschneideraceae*. - *Biochem. Syst. Ecol.* **17**, 375-379.
- BOUMAN, F. & MEIJER, W. (1994): Comparative structure of ovules and seeds in *Rafflesiaceae*. - *Plant Syst. Evol.* **193**, 187-212.
- BREUER, B., STUHLFAUTH, T., FOCK, H. & HUBER, H. (1987): Fatty acids of some *Cornaceae*, *Hydrangeaceae*, *Aquifoliaceae*, *Hamamelidaceae* and *Styracaceae*. - *Phytochemistry* **26**, 1441-1445.
- BRIGGS, B.G. & JOHNSON, L.A.S. (1979): Evolution in the Myrtaceae - evidence from inflorescence structure. - *Proc. Linn. Soc. New South Wales* **102**, 157-256.
- BROWN, D.K. & KAUL, R.B. (1981): Floral structure and mechanism in *Loasaceae*. - *Amer. J. Bot.* **68**, 361-372.
- BRUMMIT, R.K. (1992): *Vascular Plant Families and Genera*. - Royal Botanic Gardens, Kew.
- BUNNIGER, L. (1972): Untersuchungen über die morphologische Natur des Hypanthiums bei Myrtales- und Thymelaeales-Familien. II. Myrtaceae. III. Vergleich mit den Thymelaeaceae. - *Beitr. Biol. Pflanzen* **48**, 79-156.
- BUSSE-JUNG, F. (1979): *Phytoserologische Untersuchungen zur Frage der systematischen Stellung von Krameria triandra* RUIZ et PAV. - Dissertation, Universität Kiel.
- CARLQUIST, S. (1975): Wood anatomy and relationships of *Geissolomataceae*. - *Bull. Torrey Bot. Club* **102**, 128-134.
- CARLQUIST, S. (1977): Wood anatomy of *Tremandraceae*: phylogenetic and ecological implications. - *Amer. J. Bot.* **64**, 704-713.
- CARLQUIST, S. (1978): Wood anatomy and relationships of *Bataceae*, *Gyrostemonaceae*, and *Stylobasiaceae*. - *Allertonia* **1**, 297-330.
- CARLQUIST, S. (1980): Anatomy and systematics of *Balanopaceae*. - *Allertonia* **2**, 191-246.
- CARLQUIST, S. (1981): Wood anatomy of *Pittosporaceae*. - *Allertonia* **2**, 355-392.
- CARLQUIST, S. (1982): Wood anatomy of *Buxaceae*: correlations with ecology and phylogeny. - *Flora* **172**, 463-491.
- CARLQUIST, S. (1984 a): Wood anatomy of *Malesherbiaceae*. - *Phytomorphology* **34**, 180-190.

- CARLQUIST, S. (1984 b): Wood anatomy of Loasaceae with relation to systematics, habit, and ecology. - *Aliso* 10, 583-602.
- CARLQUIST, S. (1985 a): Wood and stem anatomy of Misodendraceae: systematic and ecological conclusions. - *Brittonia* 37, 58-75.
- CARLQUIST, S. (1985 b): Wood anatomy of Begoniaceae, with comments on raylessness, paedomorphosis, relationships, vessel diameter, and ecology. - *Bull. Torrey Bot. Club* 112, 59-69.
- CARLQUIST, S. (1985 c): Vegetative anatomy and familial placement of *Tovaria*. - *Aliso* 11, 69-76.
- CARLQUIST, S. (1985 d): Wood anatomy and familial status of *Viviania*. - *Aliso* 11, 159-165.
- CARLQUIST, S. (1985 e): Wood anatomy of Coriariaceae: phylogenetic and ecological implications. - *Syst. Bot.* 10, 174-183.
- CARLQUIST, S. (1987): Wood anatomy and relationships of Stackhousiaceae. - *Bot. Jahrb. Syst.* 108, 473-480.
- CARLQUIST, S. (1988): Wood anatomy of Cneoraceae: ecology, relationships, and generic definition. - *Aliso* 12, 7-16.
- CARLQUIST, S. (1989): Wood and bark anatomy of Empetraceae; comments on paedomorphosis in woods of certain small shrubs. - *Aliso* 12, 497-515.
- CARLQUIST, S. (1990): Leaf anatomy of Geissolomataceae and Myrothamnaceae as a possible indicator of relationship to the Bruniaceae. - *Bull. Torrey Bot. Club* 117, 420-428.
- CARLQUIST, S. (1992 a): Wood anatomy of sympetalous dicotyledon families: a summary, with comments on systematic relationships and evolution of the woody habit. - *Ann. Missouri Bot. Gard.* 79, 303-332.
- CARLQUIST, S. (1992 b): Wood anatomy of selected Cucurbitaceae and its relationship to habit and systematics. - *Nord. J. Bot.* 12, 347-355.
- CARLQUIST, S. & HOEKMAN, D.A. (1985): Wood anatomy of Staphyleaceae: ecology, statistical correlations, and systematics. - *Flora* 177, 195-216.
- CARLQUIST, S., MORRELL, P.L. & MANCHESTER, S.R. (1993): Wood anatomy of Sabiaceae (s.l.): ecological and systematic implications. - *Aliso* 13, 521-549.
- CARLQUIST, S. & WILSON, E.J. (1995): Wood anatomy of *Drosophyllum* (Droseraceae): ecological and phylogenetic considerations. - *Bull. Torrey Bot. Club* 122, 185-189.
- CARPENTER, R.J. (1994): Cuticular morphology and aspects of the ecology and fossil history of North Queensland rainforest Proteaceae. - *Bot. J. Linn. Soc.* 116, 249-303.
- CARRION, J.S., DELGADO, M.J. & GARCIA, M. (1993): Pollen grain morphology of *Coris* (Primulaceae). - *Plant Syst. Evol.* 184, 89-100.
- CARTER, S. (1994): A preliminary classification of *Euphorbia* subgenus *Euphorbia*. - *Ann. Missouri Bot. Gard.* 81, 368-379.
- CHAMBERS, T.C. & POSSINGHAM, J.V. (1963): Studies in the fine structure of the wax layer of sultana grapes. - *Austr. J. Biol. Sci.* 16, 818-825.
- CHAMBERS, T.C., RITCHIE, I.M. & BOOTH, M.A. (1976): Chemical models for plant wax morphogenesis. - *New Phytol.* 77, 43-49.
- CHAO C.-Y. (1954): Comparative pollen morphology of the Cornaceae and allies. - *Taiwania* 5, 93-106.
- CHASE, M.W., SOLTIS, D.E., OLMSTEAD, R.G., MORGAN, D., LES, D.H., MISHLER, B.D., DUVAL, M.R., PRICE, R.A., HILLS, H.G., QIU Y.-L., KRON, K.A., RETTIG, J.H., CONTI, E., PALMER, J.D., MANHART, J.R., SYTSMAN, K.J., MICHAELS, H.J., KRESS, W.J., KAROL, K.G., CLARK, W.D., HEDRÉN, M., GAUT, B.S., JANSEN, R.K., KIM, K.-J., WIMPEE, C.F., SMITH, J.F., FURNIER, G.R., STRAUSS, S.H., XIANG, Q.-Y., PLUNKETT, G.M., SOLTIS, P.S., SWENSEN, S.M., WILLIAMS, S.E., GADEK, P.A., QUINN, C.J., EGUIARTE, L.E., GOLENBERG, E., LEARN, G.H., Jr., GRAHAM, S.W.,

- BARRETT, S.C.H., DAYANANDAN, S. & ALBERT, V.A. (1993): Phylogenetics of seed plants: an analysis of nucleotide sequences from the plastid gene *rbcL*. - *Ann. Missouri Bot. Gard.* **80**, 528-580.
- CHIBNALL, A.C., PIPER, S.H., EL MANGOURI, H.A., WILLIAMS, E.F. & VARADARAJA IYENGAR, A.V. (1937): The wax from the leaves of Sandal (*Santalum album* LINN.). - *Biochem. J.* **31**, 1981-1986.
- CONRAN, J.G. & DOWD, J.M. (1993): The phylogenetic relationships of *Byblis* and *Roridula* (Byblidaceae-Roridulaceae) inferred from partial 18S ribosomal RNA sequences. - *Plant Syst. Evol.* **188**, 73-86.
- CONTI, E., FISCHBACH, A. & SYTSMA, K.J. (1993): Tribal relationships in Onagraceae: Implications from *rbcL* sequence data. - *Ann. Missouri Bot. Gard.* **80**, 672-685.
- CONTI, E., LITT, A. & SYTSMA, K.J. (1996): Circumscription of Myrtales and their relationships to other rosids: evidence from *rbcL* sequence data. - *Amer. J. Bot.* **83**, 221-233.
- CONTRERAS, V.R., SCOGIN, R. & PHILBRICK, C.T. (1993): A phytochemical study of selected Podostemaceae: systematic implications. - *Aliso* **13**, 513-520.
- CORNER, E.J.H. (1946): Centrifugal stamens. - *J. Arnold Arb.* **27**, 423-437.
- CORNER, E.J.H. (1976): The seeds of the dicotyledons. 2 Vols. - Cambridge University Press, Cambridge.
- CRISCI, J.V., ZIMMER, E.A., HOCH, P.C., JOHNSON, G.B., MUDD, C. & PAN, N.S. (1990): Phylogenetic implications of ribosomal DNA restriction site variation in the plant family Onagraceae. - *Ann. Missouri Bot. Gard.* **77**, 523-538.
- CRONQUIST, A. (1957): Outline of a new system of families and orders of dicotyledons. - *Bull. Jard. Bot. État, Bruxelles* **27**, 13-40.
- CRONQUIST, A. (1981): An integrated system of classification of flowering plants. - Columbia University Press, New York.
- CRONQUIST, A. (1984): A commentary on the definition of the order Myrtales. - *Ann. Missouri Bot. Gard.* **71**, 780-782.
- CRONQUIST, A. (1988): The evolution and classification of flowering plants. 2. ed. - The New York Botanical Garden, Bronx, New York.
- CUATRECASAS, J. (1961): A taxonomic revision of the Humiriaceae. - *Contr. U.S. Nat. Herb.* **35**, 25-214.
- DAHLGREN, G. (1989): The last Dahlgrenogram. System of classification of the dicotyledons. - In: TAN, K., MILL, R.R. & ELIAS, T.S. (Eds.): *Plant taxonomy, phytogeography and related subjects: The Davis and Hedge Festschrift*, pp. 249-260. - Edinburgh University Press, Edinburgh.
- DAHLGREN, R.M.T. (1988): Rhizophoraceae and Anisophylleaceae: summary statement, relationships. - *Ann. Missouri Bot. Gard.* **75**, 1259-1277.
- DAHLGREN, R.M.T., JENSEN, S.R. & NIELSEN, B.J. (1976): Iridoid compounds in Fouquieriaceae and notes on its possible affinities. - *Bot. Notiser* **129**, 207-212.
- DAHLGREN, R.M.T. & RAO, V.S. (1969): A study of the family Geissolomataceae. - *Bot. Notiser* **122**, 207-227.
- DAHLGREN, R.M.T. & THORNE, R.F. (1984): The order Myrtales: circumscription, variation, and relationships. - *Ann. Missouri Bot. Gard.* **71**, 633-699.
- DAHLING, G.V. (1978): Systematics and evolution of *Garrya*. - *Contr. Gray Herb.* **209**, 1-104.
- D'ARCY, W.C. (1975): Family 107. Hippocastanaceae. - In: WOODSON, R.E., Jr., & SCHERY, R.W. (Eds.): *Flora of Panama. Part VI.* - *Ann. Missouri Bot. Gard.* **62**, 57-60.
- D'ARCY, W.C. & SCHANEN, N. (1975): Family 87. Erythroxylaceae. - In: WOODSON, R.E., Jr., & SCHERY, R.W. (Eds.): *Flora of Panama. Part VI.* - *Ann. Missouri Bot. Gard.* **62**, 21-33.

- DA SILVA, M.F. DAS G.F. & GOTTLIEB, O.R. (1987): Evolution of quassinoids and limonoids in the Rutales. - *Biochem. Syst. Ecol.* **15**, 85-103.
- DA SILVA, M.F. DAS G.F., GOTTLIEB, O.R. & DREYER, D.L. (1984): Evolution of limonoids in the Meliaceae. - *Biochem. Syst. Ecol.* **12**, 299-310.
- DA SILVA, M.F. DAS G.F., GOTTLIEB, O.R. & EHRENDORFER, F. (1988): Chemosystematics of the Rutaceae: suggestions for a more natural taxonomy and evolutionary interpretation of the family. - *Plant Syst. Evol.* **161**, 97-134.
- DAVIDIAN, H.H. (1982): The *Rhododendron* species. Vol. I. *Lepidotes*. - Timber Press, Portland (Oregon).
- DAVIDIAN, H.H. (1989): The *Rhododendron* species. Vol. II. *Elepidotes*. Part 1: *Arboreum - Lacteum*. - Timber Press, Portland (Oregon).
- DAVIDSON, C. (1973): An anatomical and morphological study of the Datisceae. - *Aliso* **8**, 49-110.
- DE BARY, A. (1871): Über die Wachstüberzüge der Epidermis. - *Bot. Zeit.* **29**, 129, 145-154, 161-176, 566-571, 573-585, 589-600, 605-619.
- DEBUHR, L.E. (1975): Phylogenetic relationships of the Sarraceniaceae. - *Taxon* **24**, 297-306.
- DEBUHR, L.E. (1977): Wood anatomy of the Sarraceniaceae; ecological and evolutionary implications. - *Plant Syst. Evol.* **128**, 159-169.
- DEHGAN, B. (1980): Application of epidermal morphology to taxonomic delimitations in the genus *Jatropha* L. (Euphorbiaceae). - *Bot. J. Linn. Soc.* **80**, 257-278.
- DE JUSSIEU, A. (1824): De Euphorbiacearum generibus medicisque earumdem viribus tentamen. - Didot, Paris [zitiert in STUPPY 1995].
- DEN HARTOG-VAN DER THOLEN, R.M. & BAAS, P. (1978): Epidermal characters of the Celastraceae sensu lato. - *Acta Bot. Neerl.* **27**, 355-388.
- DENTON, M.F. (1994): SEM analysis of leaf epicuticular waxes of *Sedum* section *Gormanina* (Crassulaceae). - *Brittonia* **46**, 296-308.
- DICKISON, W.C. (1978): Comparative anatomy of Eucryphiaceae. - *Amer. J. Bot.* **65**, 722-735.
- DICKISON, W.C. (1981): The evolutionary relationships of the Leguminosae. - In: POLHILL, R.M. & RAVEN, P.H. (Eds.): *Advances in legume systematics, part 1*, pp. 35-54. - Royal Botanic Gardens, Kew.
- DICKISON, W.C. (1984): Fruits and seeds of the Cunoniaceae. - *J. Arnold Arb.* **65**, 149-190.
- DICKISON, W.C. (1986 a): Further observations on the floral anatomy and pollen morphology of *Oncotheca* (Oncothecaceae). - *Brittonia* **38**, 249-259.
- DICKISON, W.C. (1986 b): Floral morphology and anatomy of Staphyleaceae. - *Bot. Gaz.* **147**, 312-326.
- DICKISON, W.C. (1987): Leaf and nodal anatomy and systematics of Staphyleaceae. - *Bot. Gaz.* **148**, 475-489.
- DICKISON, W.C. (1993): Floral anatomy of the Styracaceae, including observations on intra-ovarian trichomes. - *Bot. J. Linn. Soc.* **112**, 223-255.
- DICKISON, W.C. & MILLER, R.B. (1993): Morphology and anatomy of the Malagasy genus *Physea* (Physenaceae), with a discussion of the relationships of the genus. - *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat.*, 4^e sér., Sect. B, Adansonia, Bot. **15**, 85-106.
- DICKISON, W.C., NOWICKE, J.W. & SKVARLA, J.J. (1982): Pollen morphology of the Dilleniaceae and Actinidiaceae. - *Amer. J. Bot.* **69**, 1055-1073.
- DICKISON, W.C. & PHEND, K.D. (1985): Wood anatomy of the Styracaceae: evolution and ecological considerations. - *IAWA Bull. n.s.* **6**, 3-22.
- DICKISON, W.C. & SWEITZER, E.M. (1970): The morphology and relationships of *Barbeya oleoides*. - *Amer. J. Bot.* **57**, 468-476.

- DIERICKX, P.J. (1973): New β -diketones from *Buxus sempervirens*. - *Phytochemistry* **12**, 1498-1499.
- DING H. (1972): Germination, seedling, and chromosome number of *Scyphostegia borneensis* STAFF (*Scyphostegiaceae*). - *Blumea* **20**, 88-92.
- DITSCH, F. & BARTHLOTT W. (1994): Mikromorphologie der Epicuticularwachse und die Systematik der Dilleniales, Lecythidales, Malvales und Theales. - *Trop. Subtrop. Pflanzen*. **88**, 1-74.
- DITSCH, F., PATHA, H. & BARTHLOTT, W. (1995): Micromorphology of epicuticular waxes in Fabales s.l. and its systematic significance. - *Beitr. Biol. Pflanzen* **68**, 297-310.
- DOWELD, A.B. (1996): The systematic relevance of fruit and seed anatomy and morphology of *Akania* (*Akaniaceae*). - *Bot. J. Linn. Soc.* **120**, 379-389.
- DOWNIE, S.R. & PALMER, J.D. (1992): Restriction site mapping of the chloroplast DNA inverted repeat: a molecular phylogeny of the Asteridae. - *Ann. Missouri Bot. Gard.* **79**, 266-283.
- DOYLE, M.F. & SCOGIN, R. (1988): Leaf phenolics of *Gunnera manicata* (*Gunneraceae*). - *Aliso* **12**, 77-80.
- DREYER, D.L. (1983): Limonoids of the Rutaceae. - In: WATERMAN, P.G. & GRUNDON, M.F. (Eds.): *Chemistry and chemical taxonomy of the Ruteales*, pp. 215-245. - Academic Press, London.
- DUTT, B.S.M., NARAYANA, L.L. & PARVATHI, A. (1978): Floral anatomy of *Moringa concanensis* NIMMO. - *Ind. J. Bot.* **1**, 35-39.
- EHRENDORFER, F. (1991): Dritte Abteilung: Spermatophyta, Samenpflanzen. - In: SITTE, P., ZIEGLER, H., EHRENDORFER, F. & BRESINSKY, A.: *Strasburger - Lehrbuch der Botanik für Hochschulen*. Begr. v. E. STRASBURGER, F. NOLL, H. SCHENCK & A.F.W. SCHIMPER. 33. ed., pp. 699-828. - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York.
- ENGEL, T. & BARTHLOTT, W. (1988): Micromorphology of epicuticular waxes in Centrosperms. - *Plant Syst. Evol.* **161**, 71-85.
- ERBAR, C. (1986): Untersuchungen zur Entwicklung der spiraligen Blüte von *Stewartia pseudocamellia* (*Theaceae*). - *Bot. Jahrb. Syst.* **106**, 391-407.
- ERBAR, C. & LEINS, P. (1985): Studien zur Organsequenz in Apiaceen-Blüten. - *Bot. Jahrb. Syst.* **105**, 379-400.
- ERDTMAN, G. (1952): Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms. - *The Chronica Botanica Co.*, Waltham, Massachusetts.
- ERDTMAN, G., LEINS, P., MELVILLE, R. & METCALFE, C.R. (1969): On the relationships of *Emblingia*. - *Bot. J. Linn. Soc.* **62**, 169-186.
- ERIKSEN, B. (1993): Phylogeny of the Polygalaceae and its taxonomic implications. - *Plant Syst. Evol.* **186**, 33-55.
- BSSER, P.M. (1987): Leaf anatomy of the Myrtales. - *Abstr. XIV. Intern. Bot. Congr. Berlin*, 4-128-3 (Abstr.).
- ETTLINGER, M.G. (1987): Systematic distribution and biochemical properties of glucosinolates (mustard oil glucosides). - *Abstr. XIV. Intern. Bot. Congr. Berlin*, 5-26-1 (Abstr.).
- EVANS, D., KNIGHTS, B.A., MATH, V.B. & RITCHIE, A.L. (1975): β -Diketones in *Rhododendron* waxes. - *Phytochemistry* **14**, 2447-2451.
- EVANS, F.J. & TAYLOR, S.E. (1983): Pro-inflammatory, tumour-promoting and anti-tumour diterpenes of the plant families Euphorbiaceae and Thymelaeaceae. - *Progr. Chem. Org. Nat. Prod.* **44**, 1-90.
- EYDE, R.H. (1964): Inferior ovary and generic affinities of *Garrya*. - *Amer. J. Bot.* **51**, 1083-1092.
- EYDE, R.H. (1966): Systematic anatomy of the flower and fruit of *Corokia*. - *Amer. J. Bot.* **53**, 833-847.

- EYDE, R.H. (1975): The bases of angiosperm phylogeny: floral anatomy. - *Ann. Missouri Bot. Gard.* **62**, 521-557.
- EYDE, R.H. (1988): Comprehending *Cornus*: puzzles and progress in the systematic of the dogwoods. - *Bot. Rev.* **54**, 233-351.
- EYDE, R.H. & XIANG Q.-Y. (1990): Fossil mastixioid (Cornaceae) alive in eastern Asia. - *Amer. J. Bot.* **77**, 689-692.
- FAIRBROTHERS, D.E., MABRY, T.J., SCOGIN, R.L. & TURNER, B.L. (1975): The bases of angiosperm phylogeny: chemotaxonomy. - *Ann. Missouri Bot. Gard.* **62**, 765-800.
- FEHRENBACH, S. & BARTHLOTT, W. (1988): Mikromorphologie der Epicuticular-Wachse der Rosales s.l. und deren systematische Gliederung. - *Bot. Jahrb. Syst.* **109**, 407-428.
- FENDERSON, G.K. (1986): A synoptic guide to the genus *Primula*. - Fenderson, Lawrence, Kansas.
- FERGUSON, I.K. (1985): Pollen morphology of Moringaceae. - *Kew Bull.* **40**, 25-34.
- FERNANDO, E.S., GADEK, P.A. CRAYN, D.M. & QUINN, C.J. (1993): Rosid affinities of Surianaceae: molecular evidence. - *Molec. Phylogen. Evol.* **2**, 344-350.
- FERNANDO, E.S., GADEK, P.A. & QUINN, C.J. (1995): Simaroubaceae, an artificial construct: evidence from *rbcL* sequence variation. - *Amer. J. Bot.* **82**, 92-103.
- FERNANDO, E.S. & QUINN, C.J. (1992): Pericarp anatomy and systematics of the Simaroubaceae s.l. - *Austr. J. Bot.* **40**, 263-289.
- FERNANDO, E.S. & QUINN, C.J. (1995): Picramniaceae, a new family, and a recircumscription of Simaroubaceae. - *Taxon* **44**, 177-181.
- FEUER, S.M. (1981): Pollen morphology and relationships of the Misodendraceae (Santalales). - *Nord. J. Bot.* **1**, 731-734.
- FISEL, K.J. & WEBERLING, F. (1990): Untersuchungen zur Morphologie und Ontogenie der Blüten von *Tovaria pendula* RUIZ & PAVÓN und *Tovaria diffusa* (MACFAD.) FAWCETT & RENDLE (Tovariaceae). - *Bot. Jahrb. Syst.* **111**, 365-387.
- FONTENELLE, G.B., COSTA, C.G. & MACHADO, R.D. (1994): Foliar anatomy and micromorphology of eleven species of *Eugenia* L. (Myrtaceae). - *Bot. J. Linn. Soc.* **115**, 111-133.
- FRANICH, R.A., WELLS, L.G. & HOLLAND, P.T. (1978): Epicuticular wax of *Pinus radiata* needles. - *Phytochemistry* **17**, 1617-1623.
- FRÖLICH, D. & BARTHLOTT, W. (1988): Mikromorphologie der epicuticularen Wachse und das System der Monokotylen. - *Trop. Subtrop. Pflanzenw.* **63**, 1-135.
- FROHNE, D. (1962): Das Verhältnis von vergleichender Serobotanik zu vergleichender Phytochemie, dargestellt an serologischen Untersuchungen im Bereich der „Rhoeadales“. - *Planta med.* **10**, 283-297.
- FROHNE, D. & JENSEN, U. (1992): Systematik des Pflanzenreichs - unter besonderer Berücksichtigung chemischer Merkmale und pflanzlicher Drogen. 4. Aufl.- Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York.
- GADEK, P.A., QUINN, C.J., RODMAN, J.E., KAROL, K.G., CONTI, E., PRICE, R.A. & FERNANDO, E.S. (1992): Affinities of the Australian endemic Akaniaceae: new evidence from *rbcL* sequences. - *Austr. Syst. Bot.* **5**, 717-724.
- GASTONY, G.J. & SOLTIS, D.E. (1977): Chromosome studies of *Parnassia* and *Lepuropetalon* (Saxifragaceae) from eastern United States. A new base number for *Parnassia*. - *Rhodora* **79**, 573-578.
- GAVRILOVA, O.A. (1993): Types of pollen grain sculpture and their significance for systematics of the family Flacourtiaceae. - *Bot. Zhurn.* **78** (12), 45-52.
- GEETHA, K., UMADEVI, I. & DANIEL, M. (1993): Primulales - a reassessment of the taxonomy and phylogeny of a group. - *Feddes Repert.* **104**, 67-71.

- GERRATH, J.M., LACROIX, C.R. & POSLUSZNY, U. (1990): The developmental morphology of *Leea guineensis*. II. Floral development. - Bot. Gaz. **151**, 210-220.
- GERRATH, J.M. & POSLUSZNY, U. (1988): Morphological and anatomical development in the Vitaceae. II. Floral development in *Vitis riparia*. - Can. J. Bot. **66**, 1334-1351.
- GERRATH, J.M. & POSLUSZNY, U. (1989 a): Morphological and anatomical development in the Vitaceae. IV. Floral development in *Parthenocissus inserta*. - Can. J. Bot. **67**, 1356-1365.
- GERRATH, J.M. & POSLUSZNY, U. (1989 b): Morphological and anatomical development in the Vitaceae. V. Vegetative and floral development in *Ampelopsis brevipedunculata*. - Can. J. Bot. **67**, 2371-2386.
- GERSTBERGER, P. (1987): Serological investigations of glucosinolates-producing plant families. - Abstr. XIV. Intern. Bot. Congr. Berlin, 5-26-4 (Abstr.).
- GILBERT, M.G. (1994): The relationships of the Euphorbieae (Euphorbiaceae). - Ann. Missouri Bot. Gard. **81**, 283-288.
- GMELIN, R. & KJÆR, A. (1970): Glucosinolates in the Caricaceae. - Phytochemistry **9**, 591-593.
- GOLDBERG, A. (1986): Classification, evolution, and phylogeny of the families of dicotyledons. - Smiths. Contr. Bot. **58**, 1-314.
- GOLDBLATT, P. (1976): Chromosome number and its significance in *Batis maritima* (Bataceae). - J. Arnold Arb. **57**, 526-530.
- GOLDBLATT, P., NOWICKE, J.W., MABRY, T.J. & BEHNKE, H.-D. (1976): Gyrostemonaceae: status and affinity. - Bot. Notiser **129**, 201-206.
- GÖPPERT (1844): Ueber den Bau der Balanophoren so wie über das Vorkommen von Wachs in ihnen und in anderen Pflanzen. - Nova Acta Acad. Caes. Leop.-Carol. German. Nat. Cur. **18**, Suppl. 1, 229-272.
- GORNALL, R.J., BOHM, B.A. & DAHLGEN, R.M.T. (1979): The distribution of flavonoids in the angiosperms. - Bot. Notiser **132**, 1-30.
- GOTTWALD, H. & PARAMESWARAN, N. (1968): Das sekundäre Xylem und die systematische Stellung der Ancistrocladaceae und Dioncophyllaceae. - Bot. Jahrb. Syst. **88**, 49-69.
- GRAHAM, A., GRAHAM, S.A., NOWICKE, J.W., PATEL, V. & LEE, S. (1990): Palynology and systematics of the Lythraceae. III. Genera *Physocalymma* through *Woodfordia*, addenda, and conclusions. - Amer. J. Bot. **77**, 159-177.
- GRAHAM, A., NOWICKE, J.W., SKVARLA, J.J., GRAHAM, S.A., PATEL, V. & LEE, S. (1985): Palynology and systematics of the Lythraceae. I. Introduction and genera *Adenaria* through *Ginoria*. - Amer. J. Bot. **72**, 1012-1031.
- GRAHAM, S.A. (1984): Alzateaceae, a new family of Myrtales in the American tropics. - Ann. Missouri Bot. Gard. **71**, 757-779.
- GRAHAM, S.A. & AVERETT, J.E. (1984): Flavonoids of Alzateaceae (Myrtales). - Ann. Missouri Bot. Gard. **71**, 855-857.
- GRAHAM, S.A., CRISCI, J.V. & HOCH, P.C. (1993 a): Cladistic analysis of the Lythraceae sensu lato based on morphological characters. - Bot. J. Linn. Soc. **113**, 1-33.
- GRAHAM, S.A., OGNUMA, K., RAVEN, P.H. & TOBE, H. (1993 b): Chromosome numbers in *Sonneratia* and *Duabanga* (Lythraceae s.l.) and their systematic significance. - Taxon **42**, 35-41.
- GRUND, C. & JENSEN, U. (1981): Systematic relationships of the Saxifragales revealed by serological characteristics of seed proteins. - Plant Syst. Evol. **137**, 1-22.
- GÜLZ, P.-G., PRASAD, B.N. & MÜLLER, E. (1991): Surface structure and chemical composition of epicuticular waxes during leaf development of *Tilia tomentosa* MOENCH. - Z. Naturforsch. **46c**, 743-749.
- GUNTER, L.E., KOCHERT, G. & GIANNASI, D.E. (1994): Phylogenetic relationships of the Juglandaceae. - Plant Syst. Evol. **192**, 11-29.

- GUSTAFSSON, M.H.G., BACKLUND, A. & BREMER, B. (1996): Phylogeny of the Asterales sensu lato based on *rbcL* sequences with particular reference to the Goodeniaceae. - *Plant Syst. Evol.* **199**, 217-242.
- HAKKI, M.I. (1985): Studies on West Indian plants. 3. On floral morphology, anatomy and relationships of *Picrodendron baccatum* (L.) KRUG & URBAN (Euphorbiaceae). - *Bot. Jahrb. Syst.* **107**, 379-394.
- HALL, B.A. (1951): The floral anatomy of the genus *Acer*. - *Amer. J. Bot.* **38**, 793-799.
- HALL, D.M., MATUS, A.I., LAMBERTON, J.A. & BARBER, N.H. (1965): Intraspecific variation in wax on leaf surfaces. - *Austr. J. Biol. Sci.* **18**, 323-332.
- HALLAM, N.D. & CHAMBERS, T.C. (1970): The leaf waxes of the genus *Eucalyptus* L'HÉRITIER. - *Austr. J. Bot.* **18**, 335-386.
- HALLIER, H. (1908): Über *Juliania*, eine Terebinthaceen-Gattung mit Cupula, und die wahren Stammeltern der Kätzchenblütler. - *Beih. Bot. Centralbl.* **23**, 81-265.
- HALLIER, H. (1923): Beiträge zur Kenntnis der Linaceae (DC. 1819) DUMORT. - *Beih. Bot. Centralbl.* **39**, 1-178.
- HANSEN, B. (1986): The Balanophoraceae of Continental Africa. - *Bot. Jahrb. Syst.* **106**, 359-377.
- HARLEY, M.M. (1991): The pollen morphology of the Sapotaceae. - *Kew Bull.* **46**, 379-491.
- HARTL, D. (1958): Die Übereinstimmungen des Endokarps der Simaroubaceen, Rutaceen und Leguminosen. - *Beitr. Biol. Pflanzen* **34**, 453-455.
- HARTLEY, T.G. (1981): A revision of the genus *Tetradium* (Rutaceae). - *Gard. Bull. Sing.* **34**, 91-123.
- HAYDEN, W.J. (1994): Systematic anatomy of Euphorbiaceae subfamily Oldfieldioideae. I. Overview. - *Ann. Missouri Bot. Gard.* **81**, 180-202.
- HAYDEN, W.J., GILLIS, W.T., STONE, D.E., BROOME, C.R. & WEBSTER, G.L. (1984): Systematics and palynology of *Picrodendron*: further evidence for relationship with the Oldfieldioideae (Euphorbiaceae). - *J. Arnold Arb.* **65**, 105-127.
- HEGNAUER, R. (1962-63): Chemotaxonomie der Pflanzen. Vol. I-II. - Birkhäuser Verlag, Basel, Stuttgart.
- HEGNAUER, R. (1964-90): Chemotaxonomie der Pflanzen. Vol. III-IX. - Birkhäuser Verlag, Basel, Stuttgart, Boston, Berlin.
- HEGNAUER, R. (1971): Chemical patterns and relationships of Umbelliferae. - *Bot. J. Linn. Soc.* **64**, Suppl. 1, 267-277.
- HEGNAUER, R. (1977): Cyanogenic compounds as systematic markers in Tracheophyta. - *Plant Syst. Evol.*, Suppl. 1, 191-209.
- HEIMSCH, C. (1942): The comparative anatomy of the secondary xylem in the 'Gruinales' and 'Terebinthales' of Wettstein, with reference to taxonomic grouping. - *Lilloa* **6**, 83-198.
- HEINIG, K.H. (1951): Studies in the floral morphology of the Thymelaeaceae. - *Amer. J. Bot.* **38**, 113-132.
- HEMNATH, B., NAGESHWAR, G. & RADHAKRISHNAIAH, M. (1992): Polemics on the proximity and affinities of three insectivora taxa. - *Feddes Repert.* **103**, 31-33.
- HEMPFL, A.L., REEVES, P.A., OLMSTEAD, R.G. & JANSEN, R.K. (1995): Implications of *rbcL* sequence data for higher order relationships of the Loasaceae and the anomalous aquatic plant *Hydrostachys* (Hydrostachyaceae). - *Plant Syst. Evol.* **194**, 25-37.
- HENNIG, S., BARTHLOTT, W., MEUSEL, I. & THEISEN, I. (1994): Mikromorphologie der Epicuticularwachse und die Systematik der Magnoliidae, Ranunculidae und Hamamelididae. - *Trop. Subtrop. Pflanzenw.* **90**, 1-60.
- HENNIG, S., GÜLZ, P.-G. & HANGST, K. (1988): Organspecific composition of epicuticular waxes of *Cistus albidus* L. (Cistaceae). - *Z. Naturforsch.* **43c**, 806-812.

- HENNIG, W. (1950): Grundzüge einer Theorie der phylogenetischen Systematik. - Deutscher Zentralverlag, Berlin.
- HEYWOOD, V.H. (1971): Systematic survey of Old World Umbelliferae. - Bot. J. Linn. Soc. **64**, Suppl. 1, 31-41.
- HIDEUX, M. (1972): Apport de microscopie électronique à la balayage des Saxifragacées ligneuses. - Pollen & Spores **14**, 25-50.
- HIRMER, M. (1918): Beiträge zur Morphologie der polyandrischen Blüten. - Flora **110**, 140-192.
- HOFMANN, U. & LUDEWIG, J. (1985): Morphologie und systematische Stellung von *Limnanthes douglasii* R. BROWN, einem repräsentativen Vertreter der Limnanthaceae. - Bot. Jahrb. Syst. **105**, 401-431.
- HOHN, M.E. & MEINSCHEN, W.G. (1976): Seed oil fatty acids: evolutionary significance in the Nyssaceae and Cornaceae. - Biochem. Syst. Ecol. **4**, 193-199.
- HOLLOWAY, P.J., JEFFREE, C.E. & BAKER, E.A. (1976): Structural determination of secondary alcohols from plant epicuticular waxes. - Phytochemistry **15**, 1768-1770.
- HUBER, H. (1991): Angiospermen - Leitfaden durch die Ordnungen und Familien der Bedecktsamer. - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- HUFFORD, L. (1990): Androecial development and the problem of monophyly of Loasaceae. - Can. J. Bot. **68**, 402-419.
- HUFFORD, L. (1992): Rosidae and their relationships to other nonmagnoliid dicotyledons: a phylogenetic analysis using morphological and chemical data. - Ann. Missouri Bot. Gard. **79**, 218-248.
- HUNT, G.M. & BAKER, E.A. (1979): Identification of the diol associated with variations in wax ultrastructure on *Rhus cotinus* leaves. - Chem. Phys. Lipids **23**, 213-222.
- HUNT, G.M., HOLLOWAY, P.J. & BAKER, E.A. (1976): Ultrastructure and chemistry of *Clarkia elegans* leaf wax: a comparative study with *Brassica oleracea*. - Plant Sci. Letters **6**, 353-360.
- HUXLEY, A., GRIFFITH, M. & LEVY, M. (Eds.) (1992): The New Royal Horticultural Society Dictionary of Gardening. 4 vols. - The Macmillan Press Ltd., London, Basingstoke.
- JÄGER-ZÜRN, I. (1967): Embryologische Untersuchungen an vier Podostemaceen. - Österr. Bot. Zeit. **114**, 20-45.
- JANSEN, W.T. & BAAS, P. (1973): Comparative leaf anatomy of *Kokoona* and *Lophopetalum* (Celastraceae). - Blumea **21**, 153-178.
- JAROSZEWSKI, J.W., JENSEN, P.S., CORNETT, C. & BYBERG, J.R. (1988): Occurrence of Iotaustralin in *Berberidopsis beckeri* and its relation to the chemical evolution of Flacourtiaceae. - Biochem. Syst. Ecol. **16**, 23-28.
- JARVIS, C.E. (1989): A review of the family Buxaceae DUMORTIER. - In: CRANE, P.R. & BLACKMORE, S. (Eds.): Evolution, systematics and fossil history of the Hamamelididae. I. Introduction and 'lower' Hamamelididae, pp. 273-278. - Clarendon Press, Oxford.
- JAY, M. (1969): Chemotaxonomic researches on vascular plants. XIX. Flavonoid distribution in the Pittosporaceae. - Bot. J. Linn. Soc. **62**, 423-439.
- JAY, M. & LEBRETON, P. (1972): Recherches chimiotaxinomiques sur les plantes vasculaires, XXVI. Les flavonoides des Sarracéniaceae, Népenthacées, Droséracées et Céphalotacées; étude critique de l'ordre des Sarracéniaceae. - Naturaliste Can. **99**, 607-613.
- JEFFREE, C.E. (1986): The cuticle, epicuticular waxes and trichomes of plants, with reference to their structure, function and evolution. - In: JUNIPER, B.E. & SOUTHWOOD, R. (Eds.): Insects and plant surfaces, pp. 23-64. - Edward Arnold, London.
- JEFFREE, C.E., BAKER, E.A. & HOLLOWAY, P.J. (1976): Origin of the fine structure of plant epicuticular waxes. - In: DICKINSON, C.H. & PREECE, T.F. (Eds.): Microbiology of aerial plant surfaces, pp. 119-158. - Academic Press, London.

- JEFFREY, C. (1990 a): Systematics of the Cucurbitaceae: an overview. - In: BATES, D.M., ROBINSON, R.W. & JEFFREY, C. (Eds.): Biology and utilization of the Cucurbitaceae, pp. 3-9. - Cornell University Press, Ithaka.
- JEFFREY, C. (1990 b): Appendix: an outline classification of the Cucurbitaceae. - In: BATES, D.M., ROBINSON, R.W. & JEFFREY, C. (Eds.): Biology and utilization of the Cucurbitaceae, pp. 449-463. - Cornell University Press, Ithaka.
- JENSEN, U., VOGEL-BAUER, I. & NITSCHKE, M. (1994): Leguminlike proteins and the systematics of the Euphorbiaceae. - Ann. Missouri Bot. Gard. **81**, 160-179.
- JETTER, R. & RIEDERER, M. (1994): Epicuticular crystals of nonacosan-10-ol: in-vitro reconstitution and factors influencing crystal habits. - Planta **195**, 257-270.
- JETTER, R. & RIEDERER, M. (1995): In vitro reconstitution of epicuticular wax crystals: formation of tubular aggregates by long-chain secondary alkanediols. - Bot. Acta **108**, 111-120.
- JOHN, J. & KOLBE, K.-P. (1980): The systematic position of the „Theales“ from the viewpoint of serology. - Biochem. Syst. Ecol. **8**, 241-248.
- JOHNSON, L.A. & BRIGGS, B.G. (1975): On the Proteaceae - the evolution and classification of a southern family. - Bot. J. Linn. Soc. **70**, 83-182.
- JOHNSON, L.A. & BRIGGS, B.G. (1984): Myrtales and Myrtaceae - a phylogenetic analysis. - Ann. Missouri Bot. Gard. **71**, 700-756.
- JORDAN, G.J. (1995): Early-middle pleistocene leaves of extinct and extant Proteaceae from western Tasmania, Australia. - Bot. J. Linn. Soc. **118**, 19-35.
- JØRGENSEN, L.B. (1981): Myrosin cells and dilated cisternae of the endoplasmatic reticulum in the order Capparales. - Nord. J. Bot. **1**, 433-445.
- JUDD, W.S. & KRON, K.A. (1993): Circumscription of Ericaceae (Ericales) as determined by preliminary cladistic analyses based on morphological, anatomical, and embryological features. - Brittonia **45**, 99-114.
- JUNIPER, B.E. (1959): Growth, development and effect of environment on the ultrastructure of plant surfaces. - Bot. J. Linn. Soc. **56**, 413-419.
- JUNIPER, B.E. & BRADLEY, D.E. (1958): The carbon replica technique in the study of the ultrastructure of leaf surfaces. - J. Ultrastruct. Res. **2**, 16-27.
- JUNIPER, B.E. & JEFFREE, C.E. (1983): Plant surfaces. - Edward Arnold, London.
- KAMELINA, O.P. (1994): Embryology and systematic position of *Tetradiclis* (Tetradiclidaceae). - Bot. Zhurn.. **79** (5), 11-27.
- KAPIL, R.N. & AHLUWALIA, K. (1963): Embryology of *Peganum harmala* LINN. - Phytomorphology **13**, 127-140.
- KAPIL, R.N. & BHATNAGAR, A.K. (1991): Embryological evidence in angiosperm classification and phylogeny. - Bot. Jahrb. Syst. **113**, 309-338.
- KAPIL, R.N. & BHATNAGAR, A.K. (1994): The contribution of embryology to the systematics of the Euphorbiaceae. - Ann. Missouri Bot. Gard. **81**, 145-159.
- KAPIL, R.N. & MOHANA RAO, P.R. (1966): Studies of the Garryaceae. II. Embryology and systematic position of *Garrya* DOUGLAS ex LINDLEY. - Phytomorphology **16**, 564-578.
- KARSTEN, H. (1857): Über die Entstehung des Harzes, Waxes, Gummis und Schleims durch die assimilierend Thätigkeit der Zellmembran. - Bot. Zeit. **15**, 313-321.
- KAVALJIAN, L.G. (1952): The floral morphology of *Clethra alnifolia* with some notes on *C. acuminata* and *C. arborea*. - Bot. Gaz. **113**, 392-413.
- KEATING, R.C. (1984): Leaf history and its contribution to relationships in the Myrtales. - Ann. Missouri Bot. Gard. **71**, 801-823.
- KEATING, R.C. (1975): Trends of specialization in pollen of Flacourtiaceae with comparative observations of Cochlospermaceae and Bixaceae. - Grana **15**, 29-49.

- KEATING, R.C. & RANDRIANASOLO, V. (1988): The contribution of leaf architecture and wood anatomy to classification of the Rhizophoraceae and Anisophylleaceae. - *Ann. Missouri Bot. Gard.* **75**, 1343-1368.
- KHALID, S.A. (1983): Chemistry of the Burseraceae. - In: WATERMAN, P.G. & GRUNDON, M.F. (Eds.): *Chemistry and chemical taxonomy of the Ruteales*, pp. 281-299. - Academic Press, London.
- KIM, K.H., NILSSON, S. & PRAGLOWSKI, J. (1989): A note on the pollen morphology of the Empetraceae. - *Grana* **27**, 283-290.
- KNIGHTS, B.A. & BERRIE, A.M.M. (1971): Chemosystematics: seed sterols in the Cruciferae. - *Phytochemistry* **10**, 131-139.
- KOEK-NOORMAN, J. & VAN RIJCKEVORSEL, P. (1983): Wood and leaf anatomy of Opiliaceae. - *Willdenowia* **13**, 147-174.
- KÖHLER, E. (1980): Zur Pollenmorphologie und systematischen Stellung der Didymelaceae LEANDRI. - *Feddes Repert.* **91**, 581-591.
- KOLATTUKUDY, P.E. (1980): Cutin, suberin and waxes. - In: STUMPF, P.K. & CONN, E.E. (Eds.): *The biochemistry of plants*. Vol. 4, pp. 571-645. - Academic Press, London.
- KOLBE, K.-P. (1978): Serologischer Beitrag zur Systematik der Capparales. - *Bot. Jahrb. Syst.* **99**, 468-489.
- KOLBE, K.-P. & JOHN, J. (1979): Serologische Untersuchungen zur Systematik der Violales. - *Bot. Jahrb. Syst.* **101**, 3-15.
- KOOIMAN, P. (1974): Iridoid glycosides in the Loasaceae and the taxonomic position of the family. - *Acta Bot. Neerl.* **23**, 677-679.
- KRACH, J.E. (1976): Die Samen der Saxifragaceae. - *Bot. Jahrb. Syst.* **97**, 1-60.
- KRACH, J.E. (1977): Seed characters in and affinities among the Saxifragineae. - *Plant Syst. Evol., Suppl.* **1**, 141-153.
- KRAVTSOVA, T.I. (1995): Pericarp and seed coat structure in the Cecropiaceae (Urticales). - *Bot. Zhurn.* **80-5**, 1-14.
- KREGER, D.R. (1948): An x-ray study of waxy coatings from plants. - *Rec. Trav. Bot. Neerl.* **49**, 606-736.
- KREGER, D.R. (1958): Wachs. - In: RUHLAND, W. (Ed.): *Handbuch der Pflanzenphysiologie*. Vol. X, pp. 249-269. - Springer Verlag, Berlin.
- KRON, K.A. (1996): Phylogenetic relationships of Empetraceae, Epacridaceae, Ericaceae, Monotropaceae, and Pyrolaceae: evidence from nuclear ribosomal 18s sequence data. - *Ann. Bot.* **77**, 293-303.
- KRON, K.A. & CHASE, M.W. (1993): Systematics of the Ericaceae, Empetraceae, Epacridaceae and related taxa based upon *rbcL* sequence data. - *Ann. Missouri Bot. Gard.* **80**, 735-741.
- KRON, K.A., CHASE, M.W. & HILLS, H.G. (1991): Phylogenetic relationships of Ericaceae, Empetraceae and Epacridaceae based on *rbcL* sequence data and their position within the Dilleniidae. - *Amer. J. Bot.* **78** (Suppl.), 197-198 (Abstr.).
- KRON, K.A. & JUDD, W.S. (1990): Phylogenetic relationships within the Rhodoreae (Ericaceae) with specific comments on the placement of *Ledum*. - *Syst. Bot.* **15**, 57-68.
- KUIJT, J. (1968): Mutual affinities of Santalalean families. - *Brittonia* **20**, 136-147.
- KULSHRESHTHA, K. & AHMAD, K.J. (1992): Cuticular ornamentations in some genera of Euphorbiaceae. - *Feddes Repert.* **103**, 317-326.
- LAL, S. & NARAYANA, L.L. (1994): Floral anatomy and systematic position of *Flindersia* R. BR. - *Feddes Repert.* **105**, 31-36.
- LEIGH, J.H. & MATTHEWS, J.W. (1963): An electron microscope study of the wax bloom on leaves of certain love grasses (*Eragrostis curvula* (SCHRAD.) NEES). - *Austr. J. Bot.* **11**, 62-66.

- LEINS, P. (1972): Das zentrifugale Androeceum von *Couroupita guianensis* L. (Lecythidaceae). - Beitr. Biol. Pflanzen **48**, 313-319.
- LEINS, P. (1975): Die Beziehungen zwischen einfachen und multistaminaten Androeceen. - Bot. Jahrb. Syst. **96**, 231-237.
- LEINS, P. (1988): Das zentripetale Androeceum von *Punica*. - Bot. Jahrb. Syst. **109**, 555-561.
- LEINS, P. & BONNERY-BRACHTENDORF, R. (1977): Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an Blüten von *Datisca cannabina* (Datiscaceae). - Beitr. Biol. Pflanzen **53**, 143-155.
- LEINS, P. & METZENAUER, G. (1979): Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an *Capparis*-Blüten. - Bot. Jahrb. Syst. **100**, 542-554.
- LEINS, P. & ORTH, C. (1979): Zur Entwicklungsgeschichte männlicher Blüten von *Humulus lupulus* (Cannabaceae). - Bot. Jahrb. Syst. **100**, 372-378.
- LEINS, P. & WINHARD, W. (1973): Entwicklungsgeschichtliche Studien an Loasaceen-Blüten. - Österr. Bot. Zeit. **122**, 145-165.
- LEMKE, D.E. (1988): A synopsis of Flacourtiaceae. - Aliso **12**, 29-43.
- LEMKE, D.E. & ANGERSTEIN, K.A. (1992): Systematic anatomy and architecture of the leaf in Lacistemataceae. - Amer. J. Bot. **79** (Suppl.), 151 (Abstr.).
- LEVIN, G.A. (1986 a): Systematic foliar morphology of Phyllanthoideae (Euphorbiaceae). I. Conspectus. - Ann. Missouri Bot. Gard. **73**, 29-85.
- LEVIN, G.A. (1986 b): Systematic foliar morphology of Phyllanthoideae (Euphorbiaceae). II. Phenetic analysis. - Ann. Missouri Bot. Gard. **73**, 86-98.
- LEVIN, G.A. (1986 c): Systematic foliar morphology of Phyllanthoideae (Euphorbiaceae), III. Cladistic analysis. - Syst. Bot. **11**, 515-530.
- LEVIN, G.A. & SIMPSON, M.G. (1994 a): Phylogenetic implications of pollen ultrastructure in the Oldfieldioideae (Euphorbiaceae). - Ann. Missouri Bot. Gard. **81**, 203-238.
- LEVIN, G.A. & SIMPSON, M.G. (1994 b): Phylogenetic relationships of *Didymocistus* and *Hymenocardia* (Euphorbiaceae). - Ann. Missouri Bot. Gard. **81**, 239-244.
- LIANG Y.-H. & YU C.-H. (1985): Pollen morphology of Styracaceae and its taxonomic significance. - Acta Phytotax. Sin. **23**, 81-90.
- 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.
- LINK, D.A. (1992 a): The floral nectaries of the Geraniales and their systematic implications. IV. Ctenolophonaceae BADRE. - Flora **187**, 103-107.
- LINK, D.A. (1992 b): The floral nectaries of the Geraniales and their systematic implications. VI. Ixonanthaceae EXELL & MENDONCA. - Bot. Jahrb. Syst. **114**, 81-90.
- LOBREAU, D. (1967): Contributions a l'étude du pollen des Malpighiacées d'Afrique. - Pollen & Spores **9**, 241-277.
- LOBREAU, D. (1969): Les limites de l'«ordre» des Célastrales d'après le pollen. - Pollen & Spores **11**, 499-555.
- LOBREAU-CALLEN, D. (1982): Structures et affinités polliniques des Cardiopterygaceae, Dipentodontaceae, Erythralaceae et Octoknemataceae. - Bot. Jahrb. Syst. **103**, 371-412.
- LOBREAU-CALLEN, D., NILSSON, S., ALBERS, F. & STRAKA, H. (1978): Les Cneoraceae (Rutales): étude taxonomique, palynologique et systématique. - Grana **17**, 125-139.
- LOWRY, J.B. (1976): Anthocyanins of the Melastomataceae, Myrtaceae and some allied families. - Phytochemistry **15**, 513-516.
- MABBERLEY, D.J. (1989): The plant-book. - Cambridge University Press, Cambridge, New York, New Rochelle, Melbourne, Sydney.
- MAEKAWA, F. (1965): *Aucuba* and its allies - the phylogenetic consideration on the Cornaceae. - J. Jap. Bot. **40**, 41-47.

- MAHESHWARI, P. & JOHRI, B.M. (1956): The morphology and embryology of *Floerkea proserpinacoides* WILLD. with a discussion on the systematic position of the family Limnanthaceae. - Bot. Mag., Tokyo 69, 410-423.
- MAKSOU, S.A. & EL HADIDI, M.N. (1988): The flavonoids of *Balanites aegyptiaca* (Balanitaceae) from Egypt. - Plant Syst. Evol. 160, 153.
- MARKGRAF, F. (1963): Die phylogenetische Stellung der Gattung *Davidia*. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 76, (63)-(69).
- MATHIAS, M.E. & CONSTANCE, L. (1962): A revision of *Asteriscium* and related hydrocotyloid Umbelliferae. - Univ. Calif. Publ. Bot. 33, 99-184.
- MATTHEW, K.M. (1976): A revision of the genus *Mastixia* (Cornaceae). - Blumea 23, 51-93.
- MAYEUX, H.S. & WILKINSON, R.E. (1990): Composition of epicuticular wax on *Prosopis glandulosa* leaves. - Bot. Gaz. 151, 240-244.
- MAYR, B. (1969): Ontogenetische Studien an Myrtales-Blüten. - Bot. Jahrb. Syst. 89, 210-271.
- MEARS, J.A. (1973): Chemical constituents and systematics of Amentiferae. - Brittonia 25, 385-394.
- MEEUSE, A.D.J. (1975): Taxonomic relationships of Salicaceae and Flacourtiaceae: their bearing on interpretative floral morphology and dilleniid phylogeny. - Acta Bot. Neerl. 24, 437-457.
- MEEUSE, A.D.J. (1990): The Euphorbiaceae auct. plur.: an unnatural taxon. - Eburon, Delft.
- MEIJER, W. (1993): Rafflesiaceae. - In: K. KUBITZKI (Ed.): The families and genera of vascular plants, pp. 557-563. - Springer, Berlin.
- MENNEGA, A.M.W. (1987): Wood anatomy of the Euphorbiaceae, in particular of the subfamily Phyllanthoideae. - Bot. J. Linn. Soc. 94, 111-126.
- MERXMÜLLER, H. & LEINS, P. (1967): Die Verwandtschaftsbeziehungen der Kreuzblütler und Mohngewächse. - Bot. Jahrb. Syst. 86, 113-129.
- MERXMÜLLER, H. & LEINS, P. (1971): Zur Entwicklungsgeschichte männlicher Begonienblüten. - Flora 160, 333-339.
- METCALFE, C.R. (1951): The anatomical structure of the Dioncophyllaceae in relation to the taxonomic affinities of the family. - Kew Bull. 1951, 351-368.
- METCALFE, C.R. (1952): *Medusandra richardsiana* BRENAN. Anatomy of the leaf, stem and wood. - Kew Bull. 1952, 237-244.
- METCALFE, C.R. (1956): *Scyphostegia borneensis* STAPF, anatomy of stem and leaf in relation to its taxonomic position. - Reinwardtia 4, 99-104.
- METCALFE, C.R., LESCOT, M. & LOBREAU, D. (1968): A propos de quelques caractères anatomiques et palynologiques comparés d'*Allantospermum borneense* FORMAN et d'*Allantospermum multicaulis* (CAPURON) NOOTEBOOM. - Adansonia 8, 337-351.
- MEUSEL, I., LEISTNER, E. & BARTHLOTT, W. (1994): Chemistry and micromorphology of compound epicuticular wax crystalloids (*Strelitzia* type). - Plant Syst. Evol. 193, 115-123.
- MILLER, R.B. (1975): Systematic anatomy of the xylem and comments on the relationships of Flacourtiaceae. - J. Arnold Arb. 56, 20-102.
- MITCHELL, R.E. & GEISSMAN, T.A. (1971): Constituents of *Suriana maritima*: a triterpene diol of novel structure and a new flavonol glycoside. - Phytochemistry 10, 1559-1567.
- MOHANA RAO, P.R. (1972): Embryology of *Nyssa sylvatica*, and systematic consideration of the family Nyssaceae. - Phytomorphology 22, 8-21.
- MOORE, D.M. (1971): Chromosome studies in the Umbelliferae. - Bot. J. Linn. Soc. 64, Suppl. 1, 233-255.
- MORAWETZ, W. (1981): Zur systematischen Stellung der Gattung *Prockia*: Karyologie und Epidermisskulptur im Vergleich zu *Flacourtia* (Flacourtiaceae), *Grewia* (Tiliaceae) und verwandten Gattungen. - Plant Syst. Evol. 139, 57-76.

- MORGAN, D.R. & SOLTIS, D.E. (1993): Phylogenetic relationships among members of Saxifragaceae sensu lato based on *rbcL* sequence data. - Ann. Missouri Bot. Gard. **80**, 631-660.
- MORGAN, D.R., SOLTIS, D.E. & ROBERTSON, K.R. (1994): Systematic and evolutionary implications of *rbcL* sequence variation in Rosaceae. - Amer. J. Bot. **81**, 890-903.
- MOSELEY, M.F., Jr. & BEEKS, R.M. (1955): Studies of the Garryaceae. - I. The comparative morphology and phylogeny. - Phytomorphology **5**, 314-346.
- MUELLER, L.E., CARR, P.H. & LOOMIS, W.E. (1954): The submicroscopic structure of plant surfaces. - Amer. J. Bot. **41**, 593-600.
- MÚJICA, M.B. & CUTLER, D.F. (1974): Taxonomic implications of anatomical studies on the Oliniaceae. - Kew Bull. **29**, 93-123.
- MULLER, J. (1975): Note on the pollen morphology of Crypteroniaceae s.l. - Blumea **22**, 275-294.
- MURRELL, Z.E. (1993): Phylogenetic relationships in *Cornus* (Cornaceae). - Syst. Bot. **18**, 469-495.
- NAIR, N.C. (1968): Contribution to the floral morphology and embryology of two species of *Leea* with a discussion on the taxonomic position of the genus. - J. Indian Bot. Soc. **47**, 193-205.
- NARAYANA, L.L. & RAMA DEVI, D. (1995): Floral anatomy and systematic position of Vivianiaceae. - Plant Syst. Evol. **196**, 123-129.
- NARAYANA, L.L. & RAO, D. (1978): Systematic position of Humiriaceae, Linaceae and Erythroxyloaceae in the light of their comparative floral morphology and embryology - a discussion. - J. Indian Bot. Soc. **57**, 258-266.
- NG, K.M., BUT, P.P.-H., GRAY, A.I., HARTLEY, T.G., KONG, Y.-C. & WATERMAN, P.G. (1987): The biochemical systematics of *Tetradium*, *Euodia* and *Melicope* and their significance in the Rutaceae. - Biochem. Syst. Ecol. **15**, 587-593.
- NICKRENT, D.L. & FRANCHINA, C.R. (1990): Phylogenetic relationships of the Santalales and relatives. - J. Molec. Evol. **31**, 294-301.
- NICKRENT, D.L. & SOLTIS, D.E. (1995): A comparison of angiosperm phylogenies from nuclear 18S rDNA and *rbcL* sequences. - Ann. Missouri Bot. Gard. **82**, 208-234.
- NICKRENT, D.L. & STARR, E.M. (1994): High rates of nucleotide substitution in nuclear small subunit (18S) rDNA from holoparasitic flowering plants. - J. Molec. Evol. **39**, 62-70.
- NOVERTO, C.A. (1993): Wood anatomy and relationships of Santalaceae. I. *Acanthosyris*, *Jodina*, and *Myoschilos*. - Aliso **13**, 499-511.
- NOWICKE, J.W. (1984): A palynological study of the Pandaceae. - Pollen & Spores **26**, 31-42.
- NOWICKE, J.W. & MILLER, J.S. (1989): Pollen morphology and the relationships of Hoplestigmataceae. - Taxon **38**, 12-16.
- NOWICKE, J.W., PATEL, V. & SKVARLA, J.J. (1985): Pollen morphology and the relationships of *Aëtioxylon*, *Amyxa*, and *Gonystylus* to the Thymelaeaceae. - Amer. J. Bot. **72**, 1106-1113.
- NOWICKE, J.W. & SKVARLA, J.J. (1983): Pollen morphology and the relationships of the Corynocarpaceae. - Taxon **32**, 176-183.
- NOWICKE, J.W. & SKVARLA, J.J. (1984): Pollen morphology and the relationships of *Simmondsia chinensis* to the order Euphorbiales. - Amer. J. Bot. **71**, 210-215.
- OLMSTEAD, R.G., BREMER, B., SCOTT, K.M. & PALMER, J.D. (1993): A parsimony analysis of the Asteridae sensu lato based on *rbcL* sequences. - Ann. Missouri Bot. Gard. **80**, 700-722.
- OLMSTEAD, R.G., MICHAELS, H.J., SCOTT, K.M. & PALMER, J.D. (1992): Monophyly of the Asteridae and identification of their major lineages inferred from DNA sequences of *rbcL*. - Ann. Missouri Bot. Gard. **79**, 249-265.
- OLWOKUDEJO, J.D. (1993): Comparative epidermal morphology of West African species of *Jatropha* L. (Euphorbiaceae). - Bot. J. Linn. Soc. **111**, 139-154.
- OLWOKUDEJO, J.D. & OBI-OSANG, T.E. (1993): Taxonomic significance of epidermal morphology in Nigerian Rhizophoraceae. - Acta Bot. Neerl. **42**, 51-61.

- OLTMANN, O. (1971): Pollenmorphologisch-systematische Untersuchungen innerhalb der Geraniales. - Diss. Bot. **11**, 1-163.
- OUDEJANS, R.C.H.M. (1990): World catalogue of species names published in the tribe Euphorbieae (Euphorbiaceae) with their geographical distribution. - Oudejans, Utrecht.
- PALSER, B.F. (1963): Studies of floral morphology in the Ericales. VI. The Diapensiales. - Bot. Gaz. **124**, 200-219.
- PALSER, B.F. (1975): The bases of angiosperm phylogeny: embryology. - Ann. Missouri Bot. Gard. **62**, 621-646.
- PARAMESWARAN, N. & CONRAD, H. (1982): Wood and bark anatomy of *Balanites aegyptiaca* in relation to ecology and taxonomy. - IAWA Bull. n.s. **3**, 75-88.
- PATEL, V.C., SKVARLA, J.J. & RAVEN, P.H. (1983): Half pseudocolpi, a unique feature of *Olinia* (Oliniaceae) pollen. - Amer. J. Bot. **70**, 469-473.
- PATEL, V.C., SKVARLA, J.J. & RAVEN, P.H. (1984): Pollen characters in relation to the delimitation of Myrtales. - Ann. Missouri Bot. Gard. **71**, 858-969.
- PAX, F. (1902): IV.163. Aceraceae. - In: ENGLER, A. (Ed.): Das Pflanzenreich. 8. Heft. - Wilhelm Engelmann Verlag, Leipzig.
- PENNINGTON, T.D. & STYLES, B.T. (1975): A generic monograph of the Meliaceae. - Blumea **22**, 419-540.
- PETERSEN, F.P. & FAIRBROTHERS, D.E. (1983): A serotaxonomic appraisal of *Amphipterygium* and *Leitneria* - two amentiferous taxa of Rutiflorae (Rosidae). - Syst. Bot. **8**, 134-148.
- PHILIPSON, W.R., STONE, B.C., BUTTERFIELD, B.G., TSENG, C.C., JENSEN, S.R., NIELSEN, B.J., BATE-SMITH, E.C. & FAIRBROTHERS, D.E. (1980): The systematic position of *Aralidium* MIQ. - A multidisciplinary study. - Taxon **29**, 391-416.
- PICKERING, J.L. & FAIRBROTHERS, D.E. (1970): A serological comparison of Umbelliferae subfamilies. - Amer. J. Bot. **57**, 988-992.
- PLUNKETT, G.M., SOLTIS, D.E. & SOLTIS, P.S. (1992): Molecular phylogenetic study of Apiales (Apiaceae, Araliaceae, and Pittosporaceae). - Amer. J. Bot. **79** (Suppl.), 158 (Abstr.).
- POSTON, M. & NOWICKE, J.W. (1990): Pollen ultrastructure and systematics of Loasaceae. - Amer. J. Bot. **77** (Suppl.), 151 (Abstr.).
- POSTON, M. & NOWICKE, J.W. (1993): Pollen morphology, trichome types, and relationships of the Gronovioideae (Loasaceae). - Amer. J. Bot. **80**, 689-704.
- POWELL, J.M., CHAPMAN, A.R. & DOUST, A.N.L. (1987): Classification and generic status in the Epacridaceae - a preliminary analysis. - Austral. Syst. Bot. Soc. Newsletter **53**, 70-78.
- PRAGLOWSKI, J. (1970): The pollen morphology of the Haloragaceae with reference to taxonomy. - Grana **10**, 159-239.
- PRAGLOWSKI, J. (1987): Pollen morphology of Tribulaceae. - Grana **26**, 193-211.
- PRANCE, G.T. (1965): The systematic position of *Stylobasium* DESF. - Bull. Jard. Bot. État **35**, 435-448.
- PRANCE, G.T. (1968): The systematic position of *Rhabdodendron* GILG & PILG. - Bull. Jard. Bot. Nat. Belg. **38**, 127-146.
- PRANCE, G.T. (1972 a): Dichapetalaceae. - Flora Neotropica Monograph Nr. **10**. - Hafner Publishing Company, New York.
- PRANCE, G.T. (1972 b): Rhabdodendraceae. - Flora Neotropica Monograph Nr. **11**. - Hafner Publishing Company, New York.
- PRESTING, D. (1965): Zur Morphologie der Pollenkörner der Passifloraceen. - Pollen & Spores **7**, 193-247, fig. 1-9.
- PRICE, J.R. (1963): The distribution of alkaloids in the Rutaceae. - In: SWAIN, T. (Ed.): Chemical plant taxonomy, pp. 429-452. - Academic Press, London, New York.

- PRICE, R.A. & PALMER, J.D. (1993): Phylogenetic relationships of the Geraniaceae and Geraniales from *rbcL* sequence comparisons. - *Ann. Missouri Bot. Gard.* **80**, 661-671.
- PUFF, C. & WEBER, A. (1976): Contributions to the morphology, anatomy, and karyology of *Rhabdodendron*, and a reconsideration of the systematic position of the Rhabdodendronaceae. - *Plant Syst. Evol.* **125**, 195-222.
- PUNT, W. (1962): Pollen morphology of the Euphorbiaceae with special reference to taxonomy. - *Wendtia* **7**, 1-116.
- PUNT, W. (1987): A survey of pollen morphology in Euphorbiaceae with special reference to *Phyllanthus*. - *Bot. J. Linn. Soc.* **94**, 127-142.
- RADCLIFFE-SMITH, A. (1987): Segregate families from the Euphorbiaceae. - *Bot. J. Linn. Soc.* **94**, 47-66.
- RAMA DEVI, D. & NARAYANA, L.L. (1990): Systematic position of *Averrhoa* (Oxalidaceae). - *Feddes Repert.* **101**, 165-170.
- RAMA DEVI, D. & NARAYANA, L.L. (1994): Floral anatomy of Tropaeolaceae. - *Feddes Repert.* **105**, 437-443.
- RAMAMONJIARISOA, B. (1989): Wood anatomy of Malagasy and African Montiniaceae. - *IAWA Bull. n.s.* **10**, 345 (Abstr.).
- RAO, V.S. (1974): The nature of the perianth in *Elaeagnus* on the basis of floral anatomy, with some comments on the systematic position of Elaeagnaceae. - *J. Indian Bot. Soc.* **53**, 156-161.
- RAO, V.S. & DAHLGREN, R.M.T. (1969): The floral anatomy and relationships of Oliniaceae. - *Bot. Notiser* **122**, 160-171.
- RENNER, S.S. (1993): Phylogeny and classification of the Melastomataceae and Memecylaceae. - *Nord. J. Bot.* **13**, 519-540.
- REVEAL, J.L. (1993): A list of validly published, automatically typified, ordinal names of vascular plants. - *Taxon* **42**, 825-844.
- REVEAL, J.L. (1994): New supraordinal names and recognition of five classes in Magnoliophyta. - *Phytologia* **76**, 1-7.
- RIDSDALE, C.E. (1974): A revision of the family Leeaceae. - *Blumea* **22**, 57-100.
- RIEDERER, M. (1989): The cuticles of conifers: structure, composition and transport properties. - In: SCHULZE, E.D., LANGE, O.L. & OREN, R. (Eds.): *Ecological studies*, Vol. 77. - Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 157-192.
- RODMAN, J.E. (1987): Phenetic and cladistic studies of plants producing glucosinolates and myrosinase. - *Abstr. XIV. Intern. Bot. Congr. Berlin*, 5-26-5 (Abstr.).
- RODMAN, J.E. (1988): Cabbages, capers, and their distant relatives. - *Amer. J. Bot.* **75** (Suppl.), 202 (Abstr.).
- RODMAN, J.E. (1991 a): A taxonomic analysis of glucosinolate-producing plants, part 1: phenetics. - *Syst. Bot.* **16**, 598-618.
- RODMAN, J.E. (1991 b): A taxonomic analysis of glucosinolate-producing plants, part 2: cladistics. - *Syst. Bot.* **16**, 619-629.
- RODMAN, J., PRICE, R.A., KAROL, K., CONTI, E., SYTSMA, K.J. & PALMER, J.D. (1993): Nucleotide sequences of the *rbcL* gene indicate monophyly of mustard oil plants. - *Ann. Missouri Bot. Gard.* **80**, 686-699.
- RONSE DEGRAENE, L.P. & SMETS, E.F. (1987): The distribution and the systematic relevance of the androecial characters oligomery and polymery in the Magnoliophytina. - *Nord. J. Bot.* **7**, 239-253.
- RONSE DEGRAENE, L.P. & SMETS, E.F. (1991): Morphological studies in Zygophyllaceae. I. The floral development and vascular anatomy of *Nitraria retusa*. - *Amer. J. Bot.* **78**, 1438-1448.

- ROTH, I. & LINDORF, H. (1990): Blatt- und Rindenstruktur von *Tepuianthus auyantepuiensis*, Tepuianthaceae, einer neueren Familie aus Venezuela. - Bot. Jahrb. Syst. **111**, 403-421.
- Royal Botanic Gardens Kew (1993): Index kewensis on compact disc. - Oxford University Press, Oxford.
- SAAD, S.I. (1962): Pollen morphology of *Ctenolophon*. - Bot. Notiser **115**, 49-60.
- SALEH, N.A.M. & EL-HADIDI, M.N. (1977): An approach to the chemosystematics of the Zygophyllaceae. - Biochem. Syst. Ecol. **5**, 121-128.
- SARMA, V. & SHANMUKHA RAO, S.R. (1991): Taxonomic importance of epidermis in Simaroubaceae-Zygophyllaceae with special reference to position of *Balanites*. - Feddes Repert. **102**, 579-585.
- SCHADEL, W.E. & DICKISON, W.C. (1979): Leaf anatomy and venation patterns of the Styrcaceae. - J. Arnold Arb. **60**, 8-27.
- SCHMID, R. (1964): Die systematische Stellung der Dioncophyllaceae. - Bot. Jahrb. Syst. **83**, 1-56.
- SCHMID, R. (1978 a): Reproductive anatomy of *Actinidia chinensis* (Actinidiaceae). - Bot. Jahrb. Syst. **100**, 149-195.
- SCHMID, R. (1978 b): Actinidiaceae, Davidiaceae and Paracryphiaceae: systematic considerations. - Bot. Jahrb. Syst. **100**, 196-204.
- SCHÖFFEL, K. (1932): Untersuchungen über den Blütenbau der Ranunculaceen. - Planta, Arch. f. Wiss. Bot. **17**, 342-344.
- SCHRAUDOLF, H., SCHMIDT, B. & WEBERLING, F. (1971): Das Vorkommen von „Myrosinase“ als Hinweis auf die systematische Stellung der Batidaceae. - Experientia **27**, 1090.
- SCOGIN, R. (1980): Serotaxonomy of *Simmondsia chinensis* (Simmondsiaceae). - Aliso **9**, 555-559.
- SEIGLER, D.S. (1994): Phytochemistry and systematics of the Euphorbiaceae. - Ann. Missouri Bot. Gard. **81**, 380-401.
- SEINE, R. & BARTHLOTT, W. (1993): On the morphology of trichomes and tentacles of Droseraceae SALISB. - Beitr. Biol. Pflanzen **67**, 345-366.
- SHANMUKHA RAO, S.R. & SARMA, V. (1992): Morphology of 2-armed trichomes in relation to taxonomy: Malpighiales. - Feddes Repert. **103**, 559-565.
- SHARMA, V.K. (1968): Floral morphology, anatomy and embryology of *Coriaria nepalensis* WALL. with a discussion on the inter-relationships of the family Coriariaceae. - Phytomorphology **18**, 143-153.
- SHEAHAN, M.C. & CUTLER D.F. (1993): Contribution of vegetative anatomy to the systematics of the Zygophyllaceae R.Br. - Bot. J. Linn. Soc. **113**, 227-262.
- SIMPSON, B.B. & SKVARLA, J.J. (1981): Pollen morphology and ultrastructure of *Krameria* (Krameriaceae): utility in question of intrafamilial and interfamilial classification. - Amer. J. Bot. **68**, 277-294.
- SING, D. & DATHAN, A.S.R. (1990): Seed coat anatomy of the Cucurbitaceae. - In: BATES, D.M., ROBINSON, R.W. & JEFFREY, C. (Eds.): Biology and utilization of the Cucurbitaceae, pp. 225-238. - Cornell University Press, Ithaka.
- SOHMA, K. (1993): The genus *Chosenia* NAKAI (Salicaceae): a pollen morphological enigma. - XV. International Botanical Congress, Yokohama. 1.8.1-6 (Abstr.).
- SOLTIS, D.E., XIANG, Q.-Y. & HUFFORD, L. (1995): Relationships and evolution of Hydrangeaceae based on *rbcL* sequence data. - Amer. J. Bot. **82**, 504-514.
- SPENCER, K.C. (1987): Cyanogenic glycosides and the systematics of the Passifloraceae. - Amer. J. Bot. **74** (Suppl.), 755-756 (Abstr.).
- SPENCER, K.C. & SEIGLER, D.S. (1984): Cyanogenic glycosides of *Carica papaya* and its phylogenetic position with respect to the Violales and Capparales. - Amer. J. Bot. **71**, 1444-1447.

- SPENCER, K.C. & SEIGLER, D.S. (1985 a): Cyanogenic glycosides of *Malesherbia*. - *Biochem. Syst. Ecol.* **13**, 23-25.
- SPENCER, K.C. & SEIGLER, D.S. (1985 b): Cyanogenic glycosides and the systematics of the Flacourtiaceae. - *Biochem. Syst. Ecol.* **13**, 421-431.
- SPENCER, K.C., SEIGLER, D.S. & FRALEY, S.W. (1985): Cyanogenic glycosides of the Turneraceae. - *Biochem. Syst. Ecol.* **13**, 433-435.
- SPICHTIGER, R., SAVOLAINEN, V., & MANEN, J.-F. (1993): Systematic affinities of Aquifoliaceae and Icacinaceae from molecular data analysis. - *Candollea* **48**, 459-464.
- STACE, H.M., ARMSTRONG, J.A. & JAMES, S.H. (1993): Cytoevolutionary patterns in Rutaceae. - *Plant Syst. Evol.* **187**, 1-28.
- STAHL, B. (1987): The genus *Theophrasta* (Theophrastaceae). Foliar structures, floral biology and taxonomy. - *Nord. J. Bot.* **7**, 529-538.
- STANT, M.Y. (1951): Notes on the systematic anatomy of *Stackhousia*. - *Kew Bull.* **1951**, 309-318.
- STERN, W.L. (1952): The comparative anatomy of the xylem and the phylogeny of the Julianiaceae. - *Amer. J. Bot.* **39**, 220-229.
- STERN, W.L. & BRIZICKY, G.K. (1958): The comparative anatomy and taxonomy of *Heteropyxis*. - *Bull. Torrey Bot. Club* **85**, 111-123.
- STEVENS, P.F. (1971): A classification of the Ericaceae: subfamilies and tribes. - *Bot. J. Linn. Soc.* **64**, 1-53.
- STRAKA, H., ALBERS, F. & MONDON, A. (1976): Die Stellung und Gliederung der Familie Cneoraceae (Rutales). - *Beitr. Biol. Pflanzen* **52**, 267-310.
- STUHLFAUTH, H., FOCK, H., HUBER, H. & KLUG, K. (1985): The distribution of fatty acids including petroselinic and tariric acids in the fruit and seed oils of the Pittosporaceae, Araliaceae, Umbelliferae, Simaroubaceae and Rutaceae. - *Biochem. Syst. Ecol.* **13**, 447-453.
- STUPPY, W. (1995): Systematische Morphologie und Anatomie der Samen der biovulaten Euphorbiaceen. - Dissertation. Fachbereich Biologie der Universität Kaiserslautern.
- SURYAKANTA (1974): Pollen morphological studies in the Humiriaceae. - *J. Jap. Bot.* **49**, 112-122.
- SUTTER, D. & ENDRESS, P.K. (1995): Aspects of gynoecium structure and macrosystematics in Euphorbiaceae. - *Bot. Jahrb. Syst.* **116**, 517-536.
- SUTTON, D.A. (1989): The Didymelales: a systematic review. - In: CRANE, P.R. & BLACKMORE, S. (Eds.): *Evolution, systematics and fossil history of the Hamamelididae*. I. Introduction and 'lower' Hamamelididae, pp. 279-284. - Clarendon Press, Oxford.
- SWENSEN, S.M., MULLIN, B.C. & CHASE, M.W. (1994): Phylogenetic affinities of Datisceae based on an analysis of nucleotide sequences from the plastid *rbcL* gene. - *Syst. Bot.* **19**, 157-168.
- TAKAHASHI, H. (1987): Pollen morphology and its taxonomic significance of the Monotropoideae (Ericaceae). - *Bot. Mag., Tokyo* **100**, 385-405.
- TAKAHASHI, H. (1988): Pollen morphology and systematics in two subfamilies of the Ericaceae: Pyroloideae and Monotropoideae. - *Kor. J. Plant Tax.* **18**, 9-17.
- TAKAHASHI, H. & SOHMA, K. (1982): Pollen morphology of the Droseraceae and its related taxa. - *Sci. Rep. Tôhoku Univ., 4th series, Biol.* **38**, 81-156.
- TAKHTAJAN, A.L. (1966): *Sistema i filogenija zvjtkovykh rastenij*. - *Officina Editoria Nauka, Moskau, Leningrad*.
- TAKHTAJAN, A.L. (1968): Classification and phylogeny, with special reference to the flowering plants. - *Proc. Linn. Soc. London* **179**, 221-227.
- TAKHTAJAN, A.L. (1987): *Systema Magnoliophytorum*. - *Officina Editoria Nauka, Leningrad*.
- TAKHTAJAN, A.L. (1994): Six new families of flowering plants. - *Bot. Zhurn.* **79** (1), 96-97.

- TANG, Y. (1994): Embryology of *Plagiopteron suaveolens* GRIFFITH (Plagiopteraceae) and its systematic implications. - Bot. J. Linn. Soc. **116**, 145-157.
- TAYLOR, D.A.H. (1983): Biogenesis, distribution and systematic significance of limonoids in the Meliaceae, Cneoraceae, and allied taxa. - In: WATERMAN, P.G. & GRUNDON, M.F. (Eds.): Chemistry and chemical taxonomy of the Rutales, pp. 353-375. - Academic Press, London.
- THEISEN, I. & BARTHOLOTT, W. (1994): Mikromorphologie der Epicuticularwachse und die Systematik der Gentianales, Rubiales, Dipsacales und Calycerales. - Trop. Subtrop. Pflanzenw. **89**, 1-62.
- 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.
- TILAK, V.D. & NENE, P.M. (1978): Floral anatomy of the Rutaceae. - Ind. J. Bot. **1**, 83-90.
- TOBE, H. & PENG, C.-I. (1990): The embryology and taxonomic relationships of *Bretschneidera* (Bretschneideraceae). - Bot. J. Linn. Soc. **103**, 139-152.
- TOBE, H. & RAVEN, P.H. (1984 a): The embryology and relationships of Oliniaceae. - Plant Syst. Evol. **146**, 105-116.
- TOBE, H. & RAVEN, P.H. (1984 b): The embryology and relationships of Penaeaceae (Myrtales). - Plant Syst. Evol. **146**, 181-195.
- TOBE, H. & RAVEN, P.H. (1984 c): The embryology and relationships of *Rhynchocalyx* OLIV. (Rhynchocalycaceae). - Ann. Missouri Bot. Gard. **71**, 836-843.
- TOBE, H. & RAVEN, P.H. (1984 d): The embryology and relationships of *Alzatea* RUIZ & PAVÓN (Alzateaceae, Myrtales). - Ann. Missouri Bot. Gard. **71**, 844-852.
- TOBE, H. & RAVEN, P.H. (1986): A comparative study of the embryology of *Ludwigia* (Onagraceae): characteristics, variation, and relationships. - Ann. Missouri Bot. Gard. **73**, 768-787.
- TOBE, H. & RAVEN, P.H. (1987 a): The embryology and relationships of *Dactylocladus* (Crypteroniaceae) and a discussion of the family. - Bot. Gaz. **148**, 100-111.
- TOBE, H. & RAVEN, P.H. (1987 b): Embryology and systematic position of *Heteropyxis* (Myrtales). - Amer. J. Bot. **74**, 197-208.
- TOBE, H. & RAVEN, P.H. (1988): Seed morphology and anatomy of Rhizophoraceae, inter- and infrafamilial relationships. - Ann. Missouri Bot. Gard. **75**, 1319-1342.
- TOBE, H. & RAVEN, P.H. (1993): Embryology of *Acanthothammus*, *Brexia* and *Canotia* (Celastrales): a comparison. - Bot. J. Linn. Soc. **112**, 17-32.
- TOBE, H. & RAVEN, P.H. (1995): Embryology and relationships of *Akania* (Akaniaceae). - Bot. J. Linn. Soc. **118**, 261-274.
- TOBE, H., RAVEN, P.H. & GRAHAM, S.A. (1986): Chromosome counts for some Lythraceae sens. str. (Myrtales), and the base number of the family. - Taxon **35**, 13-20.
- TOBE, H. & TAKAHASHI, M. (1990): Trichome and pollen morphology of *Barbeya* (Barbeyaceae) and its relationships. - Taxon **39**, 561-567.
- TOBE, H. & TAKAHASHI, M. (1995): Pollen morphology of Gyrostemonaceae, Bataceae, and *Koerberlinia*. - J. Plant Res. **108**, 283-288.
- TOKUOKA, T. & TOBE, H. (1995): Embryology and systematics of Euphorbiaceae sens. lat.: a review and perspective. - J. Plant Research **108**, 97-106.
- TULLOCH, A.P. (1976): Chemistry of waxes of higher plants. - In: KOLATTUKUDY, P.E. (Ed.): Chemistry and biochemistry of natural waxes, pp. 236-279. - Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York.

- 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. - *Phytochemistry* **23**, 1619-1623.
- ULOTH, W. (1867): Ueber Wachsbildungen im Pflanzenreich. - *Flora* **25**, 385-392; **27**, 417-425; Tab. 7.
- UMADEVI, I. & DANIEL, M. (1991): Chemosystematics of the Sapindaceae. - *Feddes Repert.* **102**, 607-612.
- UMADEVI, I., DANIEL, M. & SABNIS, S.D. (1986): Inter-relationships among the families Aceraceae, Hippocastanaceae, Melianthaceae and Staphyleaceae. - *J. Plant Anat. Morph.* **3**, 169-172.
- VAN BEUSEKOM-OSINGA, R.J. & VAN BEUSEKOM, C.F. (1975): Delimitation and subdivision of the Crypteroniaceae (Myrtales). - *Blumea* **22**, 255-266.
- VAN DER MEIJDEN, R. (1982): Systematics and evolution of *Xanthophyllum* (Polygalaceae). - *Leiden Bot. Ser.* **7**, 1-159.
- VAN GENDEREN, H.K., JAARSMA, J. & VERSLUIS, C. (1988): Long chain pentyl- and hexyl-esters and other lipoids in leaf wax of *Ilex aquifolium* L. (Aquifoliaceae). - *Plant Sci.* **55**, 231-238.
- VAN HEEL, W.A. (1967): Anatomical and ontogenetic investigations on the morphology of the flowers and the fruit of *Scyphostegia borneensis* STAPF (Scyphostegiaceae). - *Blumea* **15**, 107-125.
- VAN HEEL, W.A. (1977): Flowers and fruits in Flacourtiaceae. III. Some Oncobeeae. - *Blumea* **23**, 349-369.
- VAN HEEL, W.A. (1984): Flowers and fruits in Flacourtiaceae. V. The seed anatomy and pollen morphology of *Berberidopsis* and *Streptothamnus*. - *Blumea* **30**, 31-37.
- VAN HOOREN, A.M.N. & NOOTEBOOM, H.P. (1984): Linaceae and Ctenolophonaceae especially of Malesia, with notes on their demarcation and the relationships with Ixonanthaceae. - *Blumea* **29**, 547-563.
- VAN VLIET, G.J.C.M. (1976): Wood anatomy of the Rhizophoraceae. - *Leiden Bot. Ser.* **3**, 20-75.
- VAN VLIET, G.J.C.M. & BAAS, P. (1975): Comparative anatomy of the Crypteroniaceae sensu lato. - *Blumea* **22**, 173-195.
- VAN VLIET, G.J.C.M. & BAAS, P. (1984): Wood anatomy and classification of the Myrtales. - *Ann. Missouri Bot. Gard.* **71**, 783-800.
- VAN WELZEN, P.C. & BAAS, P. (1984): A leaf anatomical contribution to the classification of the Linaceae complex. - *Blumea* **29**, 453-479.
- VAUGHAN, J.G. & WHITEHOUSE, J.M. (1971): Seed structure and the taxonomy of the Cruciferae. - *Bot. J. Linn. Soc.* **64**, 383-409.
- VELDKAMP, J.F. (1967): A revision of *Sarcotheca* BL. and *Dapania* KORTH. (Oxalidaceae). - *Blumea* **15**, 519-543.
- VERKERKE, W. (1984): Ovule and seed of *Xanthophyllum* (Polygalaceae). - *Blumea* **29**, 409-421.
- VICKEY, J.R. (1971): The fatty acid composition of the seed oils of Proteaceae: a chemotaxonomic study. - *Phytochemistry* **10**, 123-130.
- VIJAYARAGHAVAN, M.R. & DHAR, U. (1978): Embryology of *Cyrrilla* and *Cliftonia* (Cyrillaceae). - *Bot. Notiser* **131**, 127-138.
- VIJENDRA RAO, R., SHARMA, B., CHAUHAN, L. & DAYAL, R. (1987): Reinvestigations of the wood anatomy of *Duabanga* and *Sonneratia* with particular reference to their systematic position. - *IAWA Bull. n.s.* **8**, 337-345.
- VIOQUE, J., PASTOR, J. & VIOQUE, E. (1994): Leaf waxes in *Coincya* ROUY (Brassicaceae). - *Bot. J. Linn. Soc.* **116**, 147-152.

- VOGEL, C. (1986): Phytoserologische Untersuchungen zur Systematik der Euphorbiaceae; Beiträge zur infrafamiliären Gliederung und zu Beziehungen im extrafamiliären Bereich. - Diss. Bot. 98, 1-124.
- VON WETTSTEIN-KNOWLES, P. (1974): Ultrastructure and origin of epicuticular wax tubes. - J. Ultrastruct. Res. 46, 483-498.
- WALLACE, G.D. (1976): Interrelationships of the subfamilies of the Ericaceae and derivation of the Monotropoideae. - Bot. Notiser 128, 286-298.
- WANNAN, B.S. & QUINN, C.J. (1985): Biflavonoids in the Julianiaceae. - Phytochemistry 27, 3161-3162.
- WANNAN, B.S. & QUINN C.J. (1991): Floral structure and evolution in the Anacardiaceae. - Bot. J. Linn. Soc. 107, 349-385.
- WARNER, B.G. & CHINNAPPA, C.C. (1986): Taxonomic implications and evolutionary trends in pollen of Canadian Ericales. - Can. J. Bot. 64, 3113-3126.
- WARWICK, S.I. & BLACK, L.D. (1994): Evaluation of the subtribes Moricandiinae, Savignyinae, Vellinae, and Zillinae (Brassicaceae, tribe Brassiceae) using chloroplast DNA restriction site variation. - Can. J. Bot. 72, 1692-1701.
- WATERMAN, P.G. (1983): Phylogenetic implications of the distribution of secondary metabolites within the Rutales. - In: WATERMAN, P.G. & GRUNDON, M.F. (Eds.): Chemistry and chemical taxonomy of the Rutales, pp. 377-400. - Academic Press, London.
- WATERMAN, P.G. & KHALID, S.A. (1981): The biochemical systematics of *Fagaropsis angolensis* and its significance in the Rutales. - Biochem. Syst. Ecol. 9, 45-51.
- WEBER, H.C. (1981): Untersuchungen an australischen und neuseeländischen Loranthaceae/Viscaceae. - II. Über Oberflächenstrukturen von Blättern. - Beitr. Biol. Pflanzen 56, 479-512.
- WEBER, H.C. (1986): Granulohaltige Xylem-Leitbahnen und andere den Santalales ähnliche anatomische Strukturen in den haustorialen Knollen von *Mystropetalon thomii* HARV. (Balanophoraceae). - Flora 178, 315-328.
- WEBERLING, F. (1963): Ein Beitrag zur systematischen Stellung der Geissolomataceae, Penaeaceae und Oliniaceae sowie der Gattung *Heteropyxis* (Myrtaceae). - Bot. Jahrb. Syst. 82, 119-128.
- WEBSTER, G.L. (1987): The saga of the spurge: a review of classification and relationships of the Euphorbiales. - Bot. J. Linn. Soc. 94, 3-46.
- WEBSTER, G.L. (1994 a): Classification of the Euphorbiaceae. - Ann. Missouri Bot. Gard. 81, 3-32.
- WEBSTER, G.L. (1994 b): Synopsis of the genera and suprageneric taxa of Euphorbiaceae. - Ann. Missouri Bot. Gard. 81, 33-144.
- WEILLER, C.M., CROWDEN, R.K. & POWELL, J.M. (1994): Morphology and taxonomic significance of leaf epicuticular waxes in the Epacridaceae. - Austr. Syst. Bot. 7: 125-152.
- WHALEN, M.A. (1987): Wood anatomy of the American Frankeniaceae (Frankeniaceae): systematic and evolutionary implications. - Amer. J. Bot. 74, 1211-1223.
- WHITE, F. (1986): The taxonomy, chorology and reproductive biology of southern African Meliaceae and Ptaeroxylaceae. - Bothalia 16, 143-168.
- WHITCROSS, M.I. & ARMSTRONG, D.J. (1972): Environmental effects on epicuticular waxes of *Brassica napus* L. - Austr. J. Bot. 20, 87-95.
- WIENS, D. & BARLOW, B.A. (1971): The cytogeography and relationships of the viscaceous and eremolepidaceous mistletoes. - Taxon 20, 313-332.
- WIESNER, J. (1876): Ueber die krystallinische Beschaffenheit der geformten Wachsüberzüge pflanzlicher Oberhäute. - Bot. Zeit. 15, 225-236.
- WIGAND, A. (1850): Ueber die Oberfläche der Gewächse. - Bot. Zeit. 1850, 409-417, 425-432, 441-448.
- WILKINSON, H.P. (1992): Leaf anatomy of the Pittosporaceae R.Br. - Bot. J. Linn. Soc. 110, 1-59.

- WILKINSON, H.P. (1994): Leaf and twig anatomy of the Pterostemonaceae (ENGL.) SMALL: ecological and systematic features. - Bot. J. Linn. Soc. **115**, 115-131.
- WILLIAMS, S.E., ALBERT, V.A. & CHASE, M.W. (1994): Relationships of Droseraceae: a cladistic analysis of *rbcL* sequence and morphological data. - Amer. J. Bot. **81**, 1027-1037.
- WOLLENWEBER, E. (1974): Die Verbreitung spezifischer Flavone in der Gattung *Primula*. - Biochem. Physiol. Pflanzen **166**, 419-424.
- WOLTER-FILHO, W., DA ROCHA, A.I., YOSHIDA, M. & GOTTLIEB, O.R. (1985): The chemistry of Brazilian Rhabdodendraceae. I. Ellagic acid derivatives from *Rhabdodendron macrophyllum*. - Phytochemistry **24**, 1991-1993.
- WORSDELL, W.C. (1908): The affinities of *Paeonia*. - Journ. Bot. **46**, 114-116.
- XI Y.-Z. & TANG Y.-C. (1990): Pollen morphology and phylogenetic relationships in the Diapensiaceae. - Cathaya **2**, 89-112.
- XIANG Q.-Y., SOLTIS, D.E., MORGAN, D.R. & SOLTIS, P.S. (1993): Phylogenetic relationships of *Cornus* L. sensu lato and putative relatives inferred from *rbcL* sequence data. - Ann. Missouri Bot. Gard. **80**, 723-734.
- YAKOVLEV, O.V. (1994): The ultrastructure of mucilage cells in the leaf epidermis of *Dirachma socotrana* (Dirachmaceae). - Bot. Zhurn. **79** (5), 52-58.
- 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, pp. 205-232. - Praeger Scientific, New York.
- YUNUS, D. (1990): Studies in the pollen morphology of Malpighiaceae. - Phytomorphology **40**, 21-25.
- ZHANG Z.-Y. (1987): A study on the pollen morphology of Actinidiaceae and its systematic position. - Acta Phytotax. Sin. **25**, 9-23.

12. Index der Familien und Gattungen

- Acalypha 138
Acanthopanax Siehe
 Eleutherococcus
Acanthosyris 120
Acer 164
ACERACEAE 164
Acharia 32
ACHARIACEAE 32
Aciphylla 184
Acradenia 170
Adenaria 96
Adenia 38
Aegiceras 68
AEGICERATACEAE 68
Aegopodium 185
Aesculus 167
Aetanthus 117
Aethionema 47
Aethusa 185
Aetoxylon 95
AEXTOXICACEAE 128
Aextoxicon 128
Agapetes 57
Agathosma 170
Agauria 57
Agelanthus 117
Aglaiia 169
Agonandra 120
Agonis 98
Ailanthus 173
Akania 165
AKANIACEAE 165
ALANGIACEAE 111
Alangium 111
Aletes 185
Allantospermum 149
Alliaria 47
Alyssoides 47
Alyssum 47
Alzatea 94
ALZATEACEAE 94
Ammannia 96
Ammi 185
Ampelopsis 145
Amphipterygium 168
ANACARDIACEAE 165
Anacardium 165
Anagallis 69
Anastatica 47
Andrachne 138
Andromeda 57
Androsace 69
Androstachys 138
Anethum 185
Angelica 185
Angophora 98
Angostura 170
Anisadenia 150
Anisotome 185
Anopterus 79
Anopyxis 104
Antherotoma 96
Anthobryum 36
Anthriscus 185
Antidaphne 117
Antidesma 138
Aphloia 37
APIACEAE 184
Apinagia 86
Apium 185
Apodanthera 34
Apodanthes 124
Apodostigma 130
Arabidopsis 47
Arabis 47
Aralia 190
ARALIACEAE 190
ARALIDIACEAE 111
Aralidium 111
Arbutus 57
Arceuthobium 121
Arctostaphylos 57
Ardisia 68
Ardisiandra 69
Argania 65
Armoracia 47
Arthrosolen Siehe Gnidia
Asteriscium 185
Astrantia 185
Astydamia 185
Athamanta 185
Aubrieta 47
Aucoumea 166
Aucuba 111
AUCUBACEAE 111
Aurinia 48
Averrhoa 181
Axinandra 95
Azadirachta 169
Azara 36
Azorella 185

Baeckea 98
Bakerella 117
BALANITACEAE 166
Balanites 166
BALANOPACEAE 192
BALANOPHORACEAE 117
Balanops 192
Balbisia 180
BALSAMINACEAE 179
Banisteriopsis 153
Banksia 84
Barbarea 48

- Barbeya 72
 BARBEYACEAE 72
Barosma Siehe Agathosma
 Beaufortia 98
 Begonia 33
 BEGONIACEAE 33
Begoniella Siehe Begonia
 Beiselia 166
 Bellucia 96
 Benincasa 34
 Benthamina 117
 BERBERIDOPSISACEAE 33
 Berberidopsis 33
 Berchemia 143
 Bersama 169
 Berteroa 48
 Berula 185
 Biebersteinia 179
 BIEBERSTEINIACEAE 179
 Bifora 185
 Billardiera 81
 Billia 168
 Biophytum 181
 Bischofia 138
 Biscutella 48
 Blepharocarya 165
 Blumenbachia 37
 Boeninghausenia 170
 Boisduvalia 99
 Bolax 185
 Boronia 170
 Boswellia 167
 Bowlesia 185
 Brachyotum 96
 Brachysiphon 101
 Brassica 48
 BRASSICACEAE 47
 Braya 48
 Bretschneidera 166
 BRETSCHNEIDERACEAE
 166
 Breynia 138
 Bridelia 138
 Bruckenthalia 57
 Bruguiera 104
 Bryonia 34
 Bucida 94
 Buckleya 120
 Bulnesia 174
 Bunchosia 153
 Bunias 48
 Bunium 185
 Bupleurum 185
 Bursera 167
 BURSERACEAE 166
 BUXACEAE 137
 Buxus 137
 Cachrys 186
 Caiophora 37
 Callistemon 98
 Calluna 57
Calycopteris Siehe Getonia
 Calytrix 98
 Camelina 48
 Camptotheca 113
 CANNABIDACEAE 72
 Cannabis 72
 Capnophyllum 186
 CAPPARACEAE 51
 Capparis 51
 Capsella 48
 Cardamine 48
 Cardaminopsis 48
 Cardaria 48
 Cardiospermum 173
 Carica 34
 CARICACEAE 33
 Carpolobia 154
 Carrichtera 48
 Carum 186
 Casimiroa 171
 Cassine 128
 Cassiope 57
 Cassipourea 104
 Castela 173
 Catha 128
 Caucalis 186
 Cavendishia 57
 Caylusea 52
 Cayratia 145
 Ceanothus 144
 Cecropia 73
 CECROPIACEAE 73
 Cedrelopsis 170
 CELASTRACEAE 128
 Celastrus 128
 Cenolophium 186
 Centella 186
 Centradenia 97
 Centroplacus 141
 Ceratiola 56
 Ceratiosicyos 32
 Ceriops 105
 Chaerophyllum 186
 Chamaedaphne 57
 Chamelaucium 98
 Champerea 120
Cheiranthus Siehe Erysimum
 Chimaphila 61
 Chloroxylon 171
 Choerospondias 165
 Choisya 171
 Choretrum 120
Chosenia Siehe Salix
 Chrysophyllum 65
 Chytranthus 173
 Cicuta 186
 Cipadessa 169
 Circaea 99
 Cissus 145
 Citrullus 34
 Citrus 171
Cladothamnus Siehe Elliottia
 Clarkia 100
 Clausena 171
 Clavija 70
 Cleome 51
 Clidemia 97
 Cliftonia 55
 Cliococca 150
 CNEORACEAE 167
 Cneorum 167
 Cnidium 186
 Cnidioscolus 138
 Cochlearia 48
 Codiaenum 138
 Coinzya 48
 Coleanthera 56
 Coleonema 171
 Colletia 144
 Comandra 120
 COMBRETACEAE 94
 Combretum 94

- Commiphora 167
 Conium 186
 Conospermum 84
 Conostephium 56
 Corema 56
 Coriandrum 186
 Coriaria 167
 CORIARIACEAE 167
 CORIDACEAE 68
 Coris 68
 CORNACEAE 111
 Cornus 112
 Corokia 112
 Coronopus 48
 Correa 171
 Cortusa 69
 Corynaea 117
 CORYNOCARPACEAE 129
 Corynocarpus 129
 Cosmelia 56
 Cotinus 165
 Crambe 48
 Craterosiphon 102
 Crithmum 186
 Crossostemma 38
 Croton 138
 Crypteronia 95
 CRYPTERONIACEAE 95
 Cryptotaenia 186
 Ctenolophon 148
 CTENOLOPHONACEAE 148
 Cucumis 34
 Cucurbita 35
 CUCURBITACEAE 34
 Cuphea 96
 Cupheanthus 98
 Curtisia 112
 CURTISIACEAE *Siehe*
 CORNACEAE
 Cussonia 190
 Cuttsia 79
 Cyathodes 56
 Cyclamen 69
 Cyclanthera 35
 Cylicomorpha 34
 Cyphostemma 145
 CYRILLACEAE 55
 Cyrtocarpa 165
 Daboecia 58
 Dacryodes 167
 Dactylocladus 95
Dactylopetalum Siehe
 Cassipourea
 Dais 102
 Dalechampia 138
 Dapania 181
 Daphne 102
 Datisca 35
 DATISCACEAE 35
 Daucus 186
 Davidia 112
 DAVIDIACEAE 112
 Decodon 96
 Decumaria 80
 Degenia 49
 Deherainia 70
 Deidamia 38
 Dendromyza 120
 Dendrophthoë 118
 Dendrophthora 121
 Dendrotrophe 120
Dentaria Siehe Cardamine
 Desbordesia 168
 Descurainia 49
 Deutzia 80
 Diapensia 62
 DIAPENSIACEAE 62
 DICHAPETALACEAE 130
 Dichapetalum 130
 Diclidanthera 154
 Dicranolepis 102
 Dictamnus 171
Didiscus Siehe Trachymene
 DIDYMEACEAE 137
 Didymeles 137
 Dimocarpus 173
 Dinemandra 153
 Dionaea 24
 Dionycha 97
 Dionysia 69
 Diospyros 64
 Dipentodon 117
 DIPENTODONTACEAE 117
 Diplotaxis 49
 Dipteronia 165
 Discaria 144
 Dissotis 97
 Disterigma 58
 Dobinea 170
 Dodecatheon 69
 Dodonaea 173
 Dorema 186
 Draba 49
 Dracophyllum 56
 Drosera 24
 DROSERACEAE 24
 Dryandra 84
 Duabanga 101
DUABANGACEAE Siehe
 SONNERATIACEAE
 DULONGIACEAE 79

 EBENACEAE 64
 Ecballium 35
 Echinocystis 35
 Echinopepon 35
 Edgeworthia 102
 Elachyptera 130
 ELAEAGNACEAE 83
 Elaeagnus 83
 Elaeodendron 129
 Elaeophorbia 138
 Eleutherococcus 190
 Elliottia 58
 Emblemantha 68
 Emblingia 153
 EMBLINGIACEAE 153
 Embotrium 84
 EMPETRACEAE 55
 Empetrum 56
 Endressia 186
 Englerina 118
 Enkianthus 58
 EPACRIDACEAE 56
 Epacris 56
 Epilobium 100
 Erblichia 39
 Eremocharis 186
 EREMOLEPIDACEAE 117
 Erica 58
 ERICACEAE 57
 Ernestia 97
 Erodium 179
 Erophila 49

- Eruca 49
 Eryngium 186
 Erysimum 49
 Erythrochiton 171
 Erythralium 119
 Erythropysa 173
 ERYTHROXYLACEAE 148
 Erythroxyton 149
 ESCALLONIACEAE 79
 Eubracion 117
 Euclea 64
 Eucnide 37
 Eugenia 98
Euodia Siehe Tetradium
 Euonymus 129
 Euphorbia 138
 EUPHORBIACEAE 137
Euphoria Siehe Dimocarpus
 Euphorianthus 173
 Euscaphis 174
 Excoecaria 140
 Exocarpos 120
 Exothea 173

Fagara Siehe Zanthoxylum
 Fagaropsis 171
 Fagonia 174
 Falcaria 187
Farsetia Siehe Fibigia
 Feijoa 98
 Ferula 187
 Ferulago 187
 Fibigia 49
 Flacourtia 36
 FLACOURTIACEAE 36
 Flindersia 171
 Floerkea 181
 Foeniculum 187
 Fortunella 171
 Fouquieria 36
 FOUQUIERIACEAE 36
Frangula Siehe Rhamnus
 FRANKENIACEAE 36
 Fuchsia 100
 Funifera 102

 Gaiadendron 118
 Galax 63

 Galphimia 153
 Garrya 112
 GARRYACEAE 112
 Gaultheria 58
 Gaura 100
 Gaylussacia 58
 Geissoloma 130
 GEISSOLOMATACEAE 130
 GERANIACEAE 179
 Geranium 179
 Getonia 94
 Gevuina 84
 Glaucosciadium 187
 Glaux 69
 Glischrocaryon 88
 Glyptopetalum 129
 Gnidia 102
Godetia Siehe Clarkia
Gonypetalum Siehe Tapura
 GONYSTYLACEAE 95
 Gonystylus 95
 Goodallia 102
 Goupia 130
 GOUPIACEAE 130
 Grafia 187
 Grandidiera 36
 Grevea 80
 Grevillea 84
 Griselinia 112
 GRISELINIACEAE *Siehe*
 CORNACEAE
 Guaiacum 174
 Gunnera 88
 GUNNERACEAE 88
 Gurania 35
 Gymnophyton 187
 Gynotroches 105

 Hacquetia 187
 Haematostaphis 165
 Hakea 84
 Halesia 66
 HALORAGACEAE 88
 Haloragis 88
 Haloragodendron 88
 Haplophyllum 171
 Heberdenia 68
 Hedera 190

 Heimia 96
 Helinus 144
 Heliophila 49
 Helosis 117
 Helwingia 112
 HELWINGIACEAE 112
 Heracleum 187
 Hesperis 49
 Heterocentron 97
 Heteromorpha 187
 Heteropteris 153
 HETEROPYXIDACEAE 95
 Heteropyxis 96
 Hevea 140
 Hillebrandia 33
 HIPPOCASTANACEAE 167
 Hippocratea 131
 HIPPOCRATEACEAE 130
Hippomarathrum Siehe
 Cachrys
 Hippophaë 83
 Hiptage 153
 Hoplestigma 37
 HOPLESTIGMATACEAE 37
 Hovenia 144
 Humbertiodendron 155
 Hura 140
Hutchinsia Siehe Pritzelago
 Hyalocalyx 39
 Hybanthus 40
 Hydнора 123
 HYDNORACEAE 123
 Hydrangea 80
 HYDRANGEACEAE 80
 Hydrocera 179
 HYDROCOTYLACEAE *Siehe*
 APIACEAE
 Hydrocotyle 187
 Hymenandra 68
 Hymenanthera 40
 Hymenocardia 140
 Hypseocharis 181
 HYPSEOCHARITACEAE
Siehe OXALIDACEAE

 Iberis 50
 Ibervillea 35
 Idesia 36

- Impatiens 179
 Irvingia 168
 IRVINGIACEAE 168
 Isatis 50
 Isopogon 85
 IXONANTHACEAE 149
 Ixonanthes 149

 Jacaratia 34
 Jacquinia 71
 Jarilla 34
 Jatropha 140
 Jenmaniella 86
 Jodina 120
 JULIANIACEAE 168
Jussiaea *Siehe* Ludwigia

 Kaliphora 113
 Kalmia 58
 Kalopanax 190
 Kandelia 105
 Kedrostis 35
 Kiggelaria 36
 Kirkia 174
 KIRKIACEAE *Siehe*
 SIMAROUBACEAE
 Koelreuteria 173
 Korthalsella 121
 Kunzea 98

 Labisia 68
 Labourdonnaisia 65
 Lacistema 37
 LACISTEMATACEAE 37
 Lagerstroemia 96
 Lagoecia 187
 Laguncularia 95
 Lambertia 85
 Laretia 187
 Larrea 174
 Laser 188
 Laserpitium 188
Lasiosiphon *Siehe* Gnidia
 Laurembergia 88
 LEDOCARPACEAE 180
 Ledum 59
 Leea 143
 LEEACEAE 143

 Leiophyllum 59
 Leiothylax 86
 Leitneria 168
 LEITNERIACEAE 168
 Lepidium 50
 LEPIDOBOTRYACEAE 181
 Lepidobotrys 181
 Lepidoceras 117
 Lepionurus 120
 Leptomeria 121
 Leptospermum 98
 LEPUROPETALACEAE 80
 Lepuropetalon 80
 Leucadendron 85
 Leucopogon 56
 Leucospermum 85
 Leucothoe 59
 Levisticum 188
Libanotis *Siehe* Seseli
 Ligaria 118
 Ligusticum 188
 Lilaeopsis 188
 LIMNANTHACEAE 181
 Limnanthes 181
 LINACEAE 149
 Linum 150
 Lissocarpa 65
 LISSOCARPACEAE 65
 Litchi 173
 Lithrea 165
 Loasa 37
 LOASACEAE 37
 Lobularia 50
 Loewia 39
 Loiseleuria 59
 Lomatia 85
 Lopezia 100
 Lophomyrtus 98
 LOPHOPYXIDACEAE 131
 Lophopyxis 131
 LORANTHACEAE 117
 Loranthus 118
Lucuma *Siehe* Pouteria
 Ludwigia 100
 Lunaria 50
 Lyonia 59
 Lysimachia 69
 LYTHRACEAE 96

 Lythrum 96

 Macarisia 105
 Macgregoria 131
 Macleania 59
 Macropteranthes 95
 Maesa 68
 Maieta 97
 Malcolmia 50
 Malesherbia 37
 MALESHERBIAACEAE 37
 Mallotus 140
 Malpighia 153
 MALPIGHIACEAE 153
 Mangifera 165
 Manihot 140
 Manilkara 65
 Marathrum 86
 Mastixia 112
 MASTIXIACEAE *Siehe*
 CORNACEAE
 Matthiola 50
 Maytenus 129
 Medinilla 97
 Medusandra 119
 MEDUSANDRACEAE 119
 Melaleuca 98
 Melanophylla 113
 MELANOPHYLLACEAE 113
 Melastoma 97
 MELASTOMATACEAE 96
 Melia 169
 MELIACEAE 169
 MELIANTHACEAE 169
 Melianthus 169
 Melicoccus 173
 Melicytus 40
 Melientha 120
 Meliosma 169
 MELIOSMACEAE 169
 MEMECYLACEAE 97
 Memecylon 97
 Mentzelia 37
 Menziesia 59
 Mercurialis 140
 Metopium 165
 Metrosideros 99
 Meum 188

- Miconia 97
 Mida 121
 Mimetes 85
 Mimusops 65
 MISODENDRACEAE 119
 Misodendrum 119
 Mitrastemma 123
 MITRASTEMMATACEAE
 123
 Molopospermum 188
 Momordica 35
 Monadenium 140
 Monnina 154
 Monochaetum 97
 Monotropa 61
 MONOTROPACEAE 61
 Monotropis 61
 Monsonia 180
 MONTINIACEAE 80
 Moricandia 50
 Moringa 52
 MORINGACEAE 51
 Morisia 50
 Morisonia 51
 Murraya 171
 Myagrum 50
 Myginda 129
 Myoschilos 121
 Myrciaria 99
 Myricaria 39
 Myriophyllum 88
 Myrrhis 188
 Myrrhoides 188
 MYRSINACEAE 68
 Myrsine 69
 MYRTACEAE 98
 Myrtus 99
 Mystroxylo 129

 Nasturtium 50
 Naufraga 188
 Nectaropetalum 149
 Needhamiella 56
 Neoalsomitra 35
Neochamaelea Siehe Cneorum
 Neomezia 71
 Nephelium 173
 Nesaea 96

 Neslia 50
 NEUMANNIACEAE 37
 Neurophyllodes 180
 Niphogeton 188
 Nitraria 175
NITRARIACEAE Siehe
 ZYGOPHYLLACEAE
 Noisettia 40
 Nuytsia 118
 Nylandtia 154
 Nymania 169
 Nyssa 113
 NYSSACEAE 113

 Ochanostachys 119
 Ochradenus 52
 Ochthocosmus 149
 Octoknema 119
 Octomeles 35
 Odosicyos 35
 Oenanthe 188
 Oenothera 100
 OLACACEAE 119
 Olax 119
 Oligarrhena 56
 Oligomeris 52
 Olinia 99
 OLINIACEAE 99
 Olmediella 36
 Olymposciadium 188
 ONAGRACEAE 99
 Oncocalyx 118
 Operculicarya 165
 Ophiocaryon 169
 OPILIIACEAE 119
 Oplopanax 190
 Opopanax 188
 Oreopanax 190
 Orixia 171
 Orlaya 188
 Orthilia 62
 Oryctanthus 118
 Osmoxylo 190
 Osyris 121
 OXALIDACEAE 181
 Oxalis 181
 Oxydendrum 59
 Oxypolis 188

 Oxystylis 51

 Pachycormus 165
 Pachysandra 137
 Paliurus 144
 Panax 190
 Panda 141
 PANDACEAE 141
 Papea 173
 Parthenocissus 145
 Passerina 102
 Passiflora 38
 PASSIFLORACEAE 38
 Pastinaca 188
 Paxistima 129
 Paypayrola 40
 Pedilanthus 140
PEGANACEAE Siehe
 ZYGOPHYLLACEAE
 Peganum 175
 Pellargonium 180
 Pellacalyx 105
 Peltaria 50
 Pemphis 96
 Penaea 101
 PENAEACEAE 101
 Pentachondra 57
 Pentadiplandra 51
Pepelis Siehe Lythrum
 Pera 141
 PERIDISCACEAE 39
 Peridiscus 39
Pernettya Siehe Gaultheria
 Petagnaea 188
 Petrophila 85
 Peucedanum 188
 Phaleria 102
 Phellodendron 171
 PHILADELPHACEAE 80
 Philadelphus 81
 Phlojodicarpus 189
 Phoradendron 121
 Phragmanthera 118
 Phthirusa 118
 Phyllica 144
 Phyllanthus 141
 Phyllodoce 59
 Phyllonoma 79

- Physena 73
 PHYSENACEAE 73
 Picrasma 174
PICRASMACEAE Siehe
 SIMAROUBACEAE
 Picrodendron 141
 Pieris 59
 Pilocarpus 171
 Pilostyles 124
 Pimelea 102
 Pimenta 99
 Pimpinella 189
 Pinacopodium 149
 Piriqueta 40
 Pistacia 166
 PITTOSPORACEAE 81
 Pittosporum 81
 Platytheca 154
 Pleuricospora 61
 Plicosepalus 118
 PODOACEAE 170
 PODOSTEMACEAE 86
 Podostemum 86
 Poggea 36
Poivrea Siehe Combretum
 Polanisia 51
 Poliothyrsis 36
 Polygala 154
 POLYGALACEAE 153
 Polyscias 191
 Pomaderris 144
 Poncirus 172
 Populus 42
 Porlieria 175
 Pouteria 65
 Prangos 189
 Primula 70
 PRIMULACEAE 69
 Pritzelago 50
 Proserpinaca 88
 Protea 85
 PROTEACEAE 83
 Pseudopanax 191
 Psidium 99
 PSILOXYLACEAE 101
 Psiloxylon 101
 Psittacanthus 118
 Psychine 50
 PTAEROXYLACEAE 170
 Ptaeroxylon 170
 Ptelea 172
 Pterostemon 81
 PTEROSTEMONACEAE 81
 Pterostyrax 66
Ptilotrichum Siehe Alyssum
 Ptychotis 189
 Punica 101
 PUNICACEAE 101
 Pyrola 62
 PYROLACEAE 61
 Pyxidantha 63
 Qualea 155
 Quassia 174
 Quintinia 79
 Quisqualis 95
 RAFFLESACEAE 124
 Randonia 52
Raphanocarpus Siehe
 Momordica
 Raphanus 50
 Rapistrum 50
 Ravenia 172
 Reaumuria 39
 Regelia 99
 Reinwardtia 150
 Reinwardtiendendron 169
 Reseda 52
 RESEDACEAE 52
 RHABDODENDRACEAE 81
 Rhabdodendron 81
 RHAMNACEAE 143
 Rhamnus 144
 Rhizophora 105
 RHIZOPHORACEAE 104
 Rhododendron 59
 Rhodothamnus 60
 Rhoicissus 145
 Rhopalopilua 120
 Rhus 166
Rhynchosinapis Siehe Coincya
 Rhyticarpus 189
 Ricinocarpos 141
 Ricinus 141
 Rorippa 50
 Rotala 96
 Ruta 172
 RUTACEAE 170
 Sabia 172
 SABIACEAE 172
 Salacia 131
 SALICACEAE 42
 Salix 42
 Samolus 70
 Sandoricum 169
 Sanicula 189
 SANTALACEAE 120
 Santalum 121
 SAPINDACEAE 172
 Sapindus 173
 Sapium 141
 SAPOTACEAE 65
 Sapria 124
 Sarcocaulon 180
 Sarcococca 137
 Sarcosperma 65
 SARCOSPERMATACEAE 65
 Sauropus 141
 Scandix 189
 Schefflera 191
 Schinus 166
 Schivereckia 50
Schizocodon Siehe Shortia
 Schizophragma 80
 Schleichera 173
 Schoepfia 119
 Scyphostegia 39
 SCYPHOSTEGIACEAE 39
 Securinea 141
 Selinum 189
 Serjania 173
 Serruria 85
 Seseli 189
 Shepherdia 83
 Shortia 63
 Sicyos 35
 Sideroxylon 65
 SIMAROUBACEAE 173
 Simmondsia 141
 SIMMONDSIACEAE 141
 Sinapis 51
 Sinojackia 66

- Siphonodon 131
 SIPHONODONTACEAE 131
 Sisymbrium 51
 Sisyndite 175
 Sium 189
 Skimmia 172
 Smelowskia 51
 Smyrnium 189
 Soldanella 70
 Sonerila 97
 Sonneratia 101
 SONNERIACEAE 101
 Spananthe 189
 Spherospermum 61
 Stackhousia 131
 STACKHOUSIACEAE 131
 Staphylea 174
 STAPHYLEACEAE 174
 Stenocarpus 85
 Steriphoma 51
 Strombosia 119
 Struthanthus 118
 STYRACACEAE 66
 Styrax 66
 Swietenia 169
 Swinglea 172
 Symbegonia 33
 Synadenium 141
 Synsepalum 65
 Syzygium 99

 Taenidia 189
 TAMARICACEAE 39
 Tamarix 39
 Tapura 130
 Teesdalia 51
 Telopea 85
 TEPUIANTHACEAE 131
 Tepuianthus 131
 Terminalia 95
 Tetradium 172
 Tetragastris 167
 TETRAMELACEAE *Siehe*
 DATISCACEAE
 Tetrastigma 145
 Tetratheca 154
 Themistoclesia 61
 Theophrasta 71

 THEOPHRASTACEAE 70
 Thesium 121
 Thilachium 51
 Thladiantha 35
 Thlaspi 51
 THYMELAEACEAE 101
 Thyrsosalacia 131
 Tibouchina 97
 Tirpitzia 150
 Tococa 97
 Tontelea 131
 Tordylium 189
 Toricellia 113
 TORICELLIACEAE 113
 Torilis 189
 Tornabenea 189
 Tovarua 52
 TOVARIACEAE 52
Toxicodendron Siehe Rhus
 Trachymene 189
 Trapa 103
 TRAPACEAE 103
 Trattinnickia 167
 Tremandra 154
 TREMANDRACEAE 154
 Trevesia 191
 TRIBELACEAE 82
 Tribeles 82
 Tribulus 175
 Trichilia 169
 Trichosanthes 35
 Trientalis 70
 Trigonon 155
 TRIGONIACEAE 154
 Trigonostemon 155
 Trinia 189
 Triolena 97
 Triomma 167
 Tripetaleia 61
 Triphasia 172
 Tripodanthus 118
 Tripterococcus 131
 Tripterygium 129
 Tristania 99
 Tristellateia 153
 Tristemma 97
 Tristemonanthus 131
 Tristerix 118

 Trochomeriopsis 35
 TROPAEOLACEAE 182
 Tropaeolum 182
 Turgenia 190
 Turnera 40
 TURNERACEAE 39
 Turpinia 174
 Turraea 169

 Uapaca 141

 Vaccinium 61
 Vella 51
 Vepris 172
Vesicaria Siehe Alyssoideae
 Viola 40
 VIOLACEAE 40
 VISCACEAE 121
 Viscum 122
 VITACEAE 144
 Vitaliana 70
 Vitellaria 65
 Vitis 145
 Viviania 182
 VIVIANIACEAE 182
 Vochysia 155
 VOCHYSIACEAE 155

 Weddellina 86
 Wendtia 180
 Wikstroemia 103

 Xanthoceras 173
 Xanthogalum 190
 XANTHOPHYLLACEAE 155
 Xanthophyllum 155
 Xerosicyos 35
 Xylomelum 85
 Xylosma 36

 Zanthoxylum 172
 Zenobia 61
 Zizia 190
 Ziziphus 144
 ZYGOPHYLLACEAE 174
 Zygophyllum 175

1988

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 Pageae* 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 (*Tristichoideae*). 48 Seiten mit 26 Abb. in 161 Teilbildern, DM 26,-
81. EBERHARD FISCHER, Systematik der afrikanischen Linderniaceae (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 Asclepiadaceen aus Madagaskar. 41 Seiten mit 26 Abb. in 69 Teilbildern, DM 28,-
86. NADJA BIEDINGER und WILHELM BARTHLOTT, Untersuchungen zur Ultraviolettreflexion von Angiospermenblüten. I. Monocotyledoneae. 122 Seiten mit 16 Abb. in 80 Teilbildern, DM 48,-
87. BARBARA BURR und WILHELM BARTHLOTT, 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 BARTHLOTT, Mikromorphologie der Epicuticularwachse und die Systematik der Dilleniales, Lecythidales, Malvales und Theales. 74 Seiten mit 56 Abb., DM 38,-
89. INGEBORG THEISEN und WILHELM BARTHLOTT, Mikromorphologie der Epicuticularwachse und die Systematik der Gentianales, Rubiales, Dipsacales und Calycerales. 62 Seiten mit 42 Abb., DM 34,-
90. SABINE HENNIG, WILHELM BARTHLOTT, IRIS MEUSEL und INGEBORG THEISEN, Mikromorphologie der Epicuticularwachse und die Systematik der Magnoliidae, Ranunculidae und Hamamelididae. 60 Seiten mit 32 Abb., DM 34,-

1995

91. JASON R. GRANT, Bromelienstudien. The resurrection of *Alcantarea* and *Werauhia*, a new genus. 57 Seiten mit 10 Abb. und 1 Karte, DM 34,-
92. IRMGARD JÄGER-ZURN, Morphologie der Podostemaceae III. *Dalzellia Ceylanica* (Gard.) Wight (Tristichoidae). 77 Seiten mit 38 Abb. in 142 Teilbildern. DM 42,-
93. BARBARA BURR, DOROTHEE ROSEN und WILHELM BARTHLOTT, Untersuchungen zur Ultraviolettreflexion von Angiospermenblüten III. Dilleniidae und Asteridae s. 1. 185 Seiten mit 17 Abb. in 98 Teilbildern, DM 78,-

1996

94. WERNER RAUH und KLAUS VON BISMARCK, Bromelienstudien. Über präkolumbische Darstellungen von Bromelien in Peru. 46 Seiten mit 35 Abbildungen in 50 Teilbildern, DM 32,-

1997

95. ELVIRA GROSS, Bromelienstudien. I. Neue und wenig bekannte Arten aus Peru und anderen Ländern. (23. Mitteilung). 41 Seiten mit 15 Abbildungen in 32 Teilbildern, DM 29,-
96. HILTRUD WILHELMI und WILHELM BARTHLOTT, Mikromorphologie der Epicuticularwachse und die Systematik der Gymnospermen. 49 Seiten mit 25 Abbildungen. DM 32,-
97. FRIEDRICH DITSCH und WILHELM BARTHLOTT, Mikromorphologie der Epicuticularwachse und das System der Dilleniidae und Rosidae. 248 Seiten mit 54 Abbildungen, DM 88,-