Vergleichend-morphologische Untersuchungen an Laubknospen und Blättern australischer und neuseeländischer Pflanzen.

Georg M. Schulze.

Inhaltsübersicht

A. Bemerkungen über den gegenwärtigen Stand der Knospenforschung. 34

B. Die Untersuchungen

1. Technisches zu den Untersuchungen 36
   a) Bemerkungen zur Kultur der untersuchten Pflanzen.
   b) Die Untersuchungsmethodik.
   c) Über die Begriffe: homolog, analog, reduziert, rudimentär.
   d) Über den Begriff des Blattes.
   e) Über den Begriff der Laubknospe.

2. Die Untersuchungen an den Knospen 40
   1. *Podocarpus Hallii* Kirk. — 2. *Podocarpus totara* A. Cunn. — 3. *Podocarpus ferrugineus* Don. — 4. *Podocarpus falcatus* (Thunb.) R.Br. — 5. *Araucaria Bidwillii* Hook. — 6. *Agathis australis* Steud. — 7. *Grevillea vestita* Meissn. — 8. *Grevillea longifolia* R.Br. — 9. *Grevillea robusta* A. Cunn. — 10. *Hakea oleifolia* R.Br. — 11. *Pittosporum undulatum* Vent. — 12. *Pittosporum crassifolium* Soland. — 13. *Pittosporum rigidum* Hook. — 14. *Pittosporum tenuifolium* Gaertn. — 15. *Melicope ternata* Forst. — 16. *Eriostemon myoporoides* DC. var. *intermedius* Hook. — 16 a. *Eriostemon myoporoides* DC. var. *neriifolius* Sieb. — 17. *Spyridium globulosum* Benth. — 18. *Melaleuca hypericifolia* Sm. — 19. *Melaleuca thymifolia* Sm. — 20. *Melaleuca linariifolia* Sm. — 21. *Eucalyptus globulus* Labill. — 22. *Panax arboreum* Forst. — 23. *Griselinia litoralis* Raoul. — 24. *Epacris microphylla* R.Br. — 25. *Styphelia Richei* Labill. — 26. *Veronica laevis* Benth. — 27. *Coprosma robusta* Raoul.

C. Typologie 58

1. Geschichtliches zur Typologie.

2. Auswertung der Untersuchungen und Versuch einer Typologie.

Abbildungen.

A. Bemerkungen über den gegenwärtigen Stand der Knospenforschung.

Adriance S. Foster veröffentlichte 1928 eine Abhandlung „Salient features of the problem of budscale morphology" (11). Hierin gibt er einen Überblick über die Geschichte der Knospenforschung.

Nach Foster sind es vier Gesichtspunkte, die die verschiedenen Forschungsrichtungen auf diesem Gebiete charakterisieren: 1. der idealistische (Metamorphosenlehre), 2. der formale, deskriptive, 3. der Gesichtspunkt der Entwicklung, des Experiments und der Anatomie, 4. der Kausal-Gesichtspunkt.

Welches ist aber das Problem, das allen diesen Richtungen zugrunde liegt?

Foster selbst gibt leider keine genauere Formulierung des „problem of bud-scale morphology". Es ist in Wirklichkeit nicht ein Problem, sondern eine Fülle von Problemen, die uns entgegentritt. Eine der Fragen können wir folgendermaßen formulieren: Welches sind die Gründe für die Divergenz in Form und Struktur zwischen Knospenschuppe und Laubblatt? („Furthermore, the causes for the extreme divergence in the adult form and structure between the bud scale and the foliage leaf are obviously of fundamental importance, but are quite obscure at present". (11; S. 124.)

Aus dieser Problemstellung können wir schon die Richtung ersehen, in der die Beantwortung der Frage liegen muß: es ist die physiologisch-kausale, wenn wir Morphologie und Anatomie eines Organs als von seiner Funktion abhängig ansehen. So kommt auch Foster dazu, anzunehmen, daß das Knospenschuppenproblem nur von der Kausalforschung gelöst werden könne, nachdem er glaubt, nachgewiesen zu haben, daß die anderen Erklärungen keine befriedigenden Interpretationen der Knospenschuppe geliefert haben. Die ablehnende Haltung gegenüber anderen Gesichtspunkten, — die aber anscheinend den der Entwicklungsgeschichte nicht betrifft, da er sich desselben in seinen eigenen Untersuchungen selbst ausgiebigst bedient —, kommt ebenfalls schon darin zum Ausdruck, wie er seine Anschauung von der Knospenschuppe formuliert: „the scale is a periodically formed organ, whose appearance is inseparable from the rhythmical growth and general organisation of the shoot" (11; S. 158). Ihm ist die Knospenschuppe ein morphologisch isoliertes Organ, dessen Homologien zum Blatt in Zweifel gezogen werden müssen.

Foster vertrat auch seine Anschauung auf dem 5. Internationalen Botanischen Kongreß in Cambridge 1930 (17; S. 276—277), besonders auf seinen entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen an *Aesculus Hippocastanum* L. (12) und denen Schuepps an *Acer pseudoplatanus* L. (40) fußend. Schuepp selbst aber gab eine höchst bemerkenswerte Erwiderung: „Die von Foster angewendete entwicklungsgeschichtliche Methode sollte vergleichend ausgebaut werden, um den Anschluß an die formale Vergleichung zu finden" (17; S. 277).

Fosters Ansicht drückt sich auch in seinen übrigen Untersuchungen und Veröffentlichungen aus (12—16). Seine Untersuchungen geben uns ein höchst wertvolles Material zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte der Laubblätter und Niederblätter. Da Foster wahrscheinlich selbst noch mit den Untersuchungen seiner Probleme beschäftigt ist, und noch weitere Veröffentlichungen über dieses Gebiet von ihm zu erwarten sind, ist es wohl nicht angebracht, bereits auf eine nähere Würdigung und Kritik seiner Ergebnisse einzugehen. Als vorläufige kritische Bemerkungen möchte ich jedoch folgendes ausführen:

Der Standpunkt Fosters ist bis zu einem gewissen Grade vertretbar, jedoch nicht als allein gültig und maßgebend hinzunehmen.

Wir wenden vornehmlich doch drei Arten der Erklärung in unseren wissenschaftlichen (botanischen) Untersuchungen an. Einmal die Erklärung durch die Kausa, durch die Realursache, aus der sich eine Folge von Zuständen aufbaut und erklärt. Dieser Gesichtspunkt isoliert das Organ, nimmt ihm seinen morphologischen Charakter und erklärt es als eine Folge von Kausalketten. Eine weitere Erklärungsart ist die der Entwicklungsgeschichte; aber auch diese kann in den Fehler verfallen, das Organ zu sehr zu isolieren und seines morphologischen Charakters zu berauben. Meist jedoch geht sie mit der Morphologie zusammen.

Die dritte Erklärungsart ist die eigentlich morphologische zu nennen. Von diesem Gesichtspunkt aus versucht man, das Organ aus den Beziehungen (morphologischer Art) zu erklären, die es zu anderen Organen im Verbande des Ganzen aufweist. Hier werden die Homologien und Analogien zwischen Organen und Organteilen aufgedeckt. (Vergl. hiermit die Ausführungen Trolls 42; S. 1—2).

Diesem letztgenannten Standpunkt, der das Organ morphologisch aus den Verhältnissen zu anderen Organen (Homologien und Analogien) zu erklären versucht, schließe auch ich mich an. Die nur kausale und nur entwicklungsgeschichtliche Betrachtungsweise und Methode halte ich für zu einseitig. Sie macht das Organ zu leicht morphologisch wertlos, da sie es zu sehr isoliert betrachtet und somit mit ihrem eigentlichen Zweck, die Morphologie und Anatomie des Organes zu erklären, in gewissem Widerspruch zu stehen scheint.

Auch frage ich nicht, ob die Erklärungsprinzipien wie z. B. „ideelle" oder „reale" Metamorphose richtig sind oder nicht. Nach meiner Ansicht wird es wohl kaum möglich sein, ein einziges, für alle Fälle geltendes Prinzip anzugeben, das uns die individuelle Formgestaltung der Knospenschuppen befriedigend erklärt; sondern auch hier wird ein Prinzipienkomplex zur Erklärung des Organs angenommen werden müssen, der sich dem geistigen Auge noch nicht klar als eine Einheit darbietet.

B. Die Untersuchungen.

1. Technisches zu den Untersuchungen.

a) Bemerkungen zur Kultur der untersuchten Pflanzen.

Die Pflanzen stehen von ungefähr Juni bis August im Freien, von September bis Ende Mai in Gewächshäusern des Dahlemer Botanischen Gartens. In den Monaten März und April 1932 machte ich stichprobenartig Messungen der Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Es ergaben sich für Haus M ein durchschnittliches Minimum von 5,7° nachts (Mittelwert aus 20 Messungen) und ein Maximum von 13° am Tage (Mittelwert aus 20 Messungen). Die Luftfeuchtigkeiten wurden mit dem Schleuderpsychrometer gemessen. Hier ergab sich eine durchschnittliche Luftfeuchtigkeit von 85% für Haus M, von 88% für Haus L (Mittelwert aus je 17 Messungen). Im Frühjahr werden die Pflanzen beschnitten und im Sommer mit einer Lösung von schwefelsaurem Ammonium gedüngt. Wichtig ist besonders das Feuchthalten der Böden und die Lüftungsregulierung im Winter, wenn die Pflanzen in den Gewächshäusern stehen.

b) Die Untersuchungsmethodik.

Die Untersuchungen begann ich im November 1931. Sie wurden vornehmlich an frischem Material aus dem Garten ausgeführt. Nebenbei wurden zum Zwecke von Untersuchungen und zur Herstellung von Belegen Konservierungen und Präparationen vorgenommen. Ferner wurden Objekte als Belege auf Herbarbogen oder in kleinen Papierkapseln aufbewahrt. Die Treibzeiten der Knospen waren für die Untersuchungen am wichtigsten. Neben Präparierlupe und Mikroskop stand mir auch ein Binokular als optisches Hilfsmittel zur Verfügung. Die Zeichnungen wurden zuweilen mit dem Zeichenapparat nach Abbé ausgeführt. Um das textlich Dargelegte möglichst instruktiv zu illustrieren, habe ich die Zeichnungen, soweit dieses zulässig war, manchmal vereinfacht. Nebenbei wurden einige Photographien angefertigt.

Herbarmaterial des hiesigen Museums wurde nur zum Vergleich oder zur Nachprüfung einer Art benutzt.

c) Über die Begriffe: homolog, analog, reduziert, rudimentär.

Diese für die Morphologie so wichtigen und grundlegenden Begriffe finden auch in der Knospenmorphologie weitgehende Anwendung, so daß ich es für nicht unwesentlich halte, mich mit diesen Begriffen auseinanderzusetzen und mitzuteilen, was ich in meinen Ausführungen darunter verstanden haben möchte. Denn auch diese Begriffe haben Eingang in die modernen Disziplinen der Botanik gefunden, haben jedoch dabei in ihrer ursprünglichen Bedeutung, in der sie die alte Botanik benutzte, zum Teil eine gewisse Wandlung erfahren. Der häufige Gebrauch dieser Begriffe schützt nicht vor Unklarheiten, die sich bei einer näheren Prüfung oft ergeben.

Schneider gibt für homologe Organe an: „Homologe Organe sind an Gestalt und Funktion verschiedene Organe derselben Pflanze, die durch Entstehung und Stellung als zur gleichen Organkategorie gehörig bezeichnet werden, z. B. Laubblatt und Staubblatt (nach Goebel aus Kirchner, S. 44)“ (39; S. 318). Bei Troll finden wir: „Homolog sind solche Organe, die bei aller äußeren Verschiedenheit im Rahmen der Gesamtorganisation sich entsprechen“ (42; S. 1).

Für wichtig halte ich den Nachweis, daß ganze Organe Teilen anderer Organe homolog sein könen. So kann z. B. das Organ „Knospenschuppe“ nur einem Teil des Organs „Laubblatt“ entsprechen, z. B. nur dem Blattgrund. Ob Troll dieses auch in seinen Ausführungen mit erfassen will, kann ich aus den folgenden Zeilen nicht klar herauslesen: „Was das Wesen der Homologie ausmacht ist also die Beziehung einzelner Teile zu allen anderen innerhalb einer Formganzheit, nicht eine Ähnlichkeit in der äußeren Erscheinungsform“ (42; S. 1). Ich schließe mich aber im wesentlichen der von Troll gegebenen Definition an.

Unter analogen Organen verstehe ich in Gestalt und Funktion ähnliche Organe derselben Pflanze, die jedoch nicht durch Entstehung und Stellung als zur gleichen Organkategorie gehörig bezeichnet werden.

Über rudimentäre und reduzierte Organe heißt es bei Schneider: „Wenig differenzierte Gebilde, die am Ausgangspunkt einer fortschreitenden Reihe stehen, bezeichnen wir als rudimentär, unvollkommene Gebilde, die sich aus vollkommeneren zurückgebildet haben, als reduziert (nach Strasburger 1904 S. 7). Mit dieser sprachlich einwandfreien Definition steht aber der Usus im Widerspruch, der gewöhnlich stark rückgebildete ganz oder nahezu funktionslose Gebilde als Rudimente bezeichnet. Mit Rücksicht darauf und auf den Umstand, daß der Ausdruck reduziert nicht ausreicht, um die verschiedenen Grade der Reduktion zu bezeichnen, ist es möglich, rückgebildete Organe im allgemeinen als reduzierte zu bezeichnen, bis zur Funktionslosigkeit rückgebildete als rudimentäre. Demnach wären z. B. die kürzeren der vier fertilen Staubblätter in der Blüte von *Linaria* reduziert, das 5. (obere) Staubblatt rudimentär (v. Wettstein)“ (39; S. 598).

Dieser Bestimmung der Begriffe in ihrer Verwaschenheit schließe ich mich nicht an. Man sollte mit diesen Begriffen besonders vorsichtig arbeiten.

Was heißt das: ein Organ ist reduziert? Es ist das nur eine negative Bestimmung des Organs. Fragen wir besser: was ist bei diesem Organ positiv vorhanden? — Gebrauchen wir aber den Begriff reduziert, so müssen wir unterscheiden zwischen einer Reduktion des Organs als ganzen und einer Reduktion des Organs bis auf Teile desselben. So gibt es Blätter, die in allen, die Ganzheit ausmachenden Teilen (Spreite, Stiel, Grund, Nebenblätter) gleichsam ein stark verkleinertes Bild des durchschnittlichen Blattes der gleichen Spezies darstellen. Das wäre also ein Beispiel für die Reduktion eines Organs

als ganzem. Besteht z. B. eine Knospenschuppe im wesentlichen nur aus einem Blattgrund-Homologon, so sage ich, das Blatt ist bis auf den Blattgrund in allen übrigen Teilen reduziert. (Reduktion des Ganzen bis auf Teile.)

Man kann bei rein morphologischer Betrachtung eines als rudimentär bezeichneten Organs kaum einwandfrei angeben, ob ein solches Organ funktionslos geworden ist oder nicht. Es kann ja auch ein Funktionswechsel stattgefunden haben. Das Nicht-Erkennen einer Funktion macht das Organ noch nicht funktionslos.

In der alten Morphologie heißt Rudiment „Anlage" eines sich gestaltenden Organs oder Organkomplexes, z. B. in der Definition der Knospe bei Link: „Gemma est rudimentum futuri caulis ramive" (27; S. 207).

In diesem Sinne fasse auch ich den Begriff des Rudiments auf.

d) Über den Begriff des Blattes.

Da es nicht möglich ist, eine umfassende morphologische Definition des Laubblattes zu geben (siehe Troll 43; S. 1026ff), beschränke ich mich darauf, unter „Blatt" die uns anschauliche morphologische Einheit von Spreite, Stiel, Grund und Nebenblätter aufzufassen, wobei Stiel und Nebenblätter nicht notwendig in dieser Einheit in der Realität enthalten sein müssen.

e) Über den Begriff der Laubknospe.

Für die folgenden vergleichend-morphologischen Untersuchungen halte ich es für notwendig darzulegen, was ich unter dem Begriff „Laubknospe" verstehe. Betrachtet man nämlich die Definitionen in der Literatur (Baenitz (1; S. 17, § 2), A. P. de Candolle (4; S. 49, 78), Noack, K. L. (30; S. 43), Lamarck (24; S. 457), Leunis (25; S. 12), Prantl (34; S. 17), Reinke (S. 36; S. 194), Schneider (38; S. 382), Strasburger (40; S. 75), Velenovsky (S. 43; S. 675ff), Wettstein (44; S. 1681), so findet man, daß die Grenzen des Begriffes mehr oder weniger weit gezogen sind. Bei manchen Pflanzen spricht man überhaupt nicht von Knospen, z. B. bei *Araucaria* (siehe Grüß 22; S. 26). Die Gründe für diese Verschiedenheiten liegen in der Art der Gesichtspunkte, von denen aus die Definitionen gebildet werden.

Die eine Art der Definitionen entspringt der reinen Beschreibung des Gegenstandes, der objektiven Darstellung seiner Gestalt. Eine andere Art der Definitionen unterliegt dem Gesichtspunkt des Zweckes und der Funktionen des Gegenstandes.

Diesen beiden Formen der Betrachtungsweisen und der sich daraus ergebenden Definitionen begegnen wir auch in den vorhandenen Definitionen der Blattknospe. Oft finden wir beide Gesichtspunkte, den morphologischen und den physiologisch-teleologischen, vereint vor.

Der Zweck wird bisweilen nicht als allgemein, schlechthin gefaßt und formuliert, sondern er erhält bei verschiedenen Autoren spezialisierte Form, und zwar die des Schutz-Zweckes. So haben z. B. von den genannten Autoren De Candolle, Noack, Schneider, Wettstein, Strasburger dieses Schutz-Zweck-Moment in ihren Definitionen aufgenommen. Zuweilen wird auch die Richtung angegeben, in der der Schutz wirksam ist, z. B. Schutz gegen Austrocknung (Noack, Strasburger), Schutz gegen mechanische Verletzungen (Noack). Auch Lubbock (29) sieht die hauptsächlichste Funktion der Knospe als Schutz an, so außer den schon genannten Schutzrichtungen auch als Schutz gegen Tierfraß.

Benutzt man den Gesichtspunkt des Schutz-Zweckes als Arbeitshypothese in der Morphologie, — deren Berechtigung hier durchaus nicht abgelehnt werden soll —, so läuft man jedoch leicht Gefahr, zu voreilig eine bestimmte Schutzgerichtetheit anzunehmen, die vielleicht gar nicht die eigentliche und wesentliche ist. Auch kann leicht unter dem Einfluß dieses Gesichtspunktes eine gewisse Einengung des zu definierenden Begriffes erfolgen, die sich bei seiner Anwendung in der Morphologie hemmend auswirkt.

Bei meinen Untersuchungen habe ich daher das Schutz-Zweck-Moment, das Funktionsmoment überhaupt, völlig außer acht gelassen.

Wie kommt es z. B., daß man bei *Araucaria* nicht von Knospen spricht? Wenn wir von Knospen sprechen, haben wir gewöhnlich die Anschauung von den Knospen unserer Waldbäume, die sich als prägnante morphologische Einheiten unserem Auge darbieten. Man kann aber bemerken, daß eine solche prägnante Einheit bei vielen Pflanzen nicht vorliegt, und so können wir bei dem Beispiel *Araucaria* ebenfalls kaum objektiv angeben, wo die Knospe beginnt.

Das Vorhandensein von echten Knospenschuppen können wir ebenfalls nicht zu einem wesentlichen Kennzeichen der Knospe machen, da es auch Knospenformen gibt, die solcher Knospenschuppen entbehren. Daher spreche ich von Deckelementen der Knospe und meine hiermit die äußeren deckenden Formen, gleichgiltig, ob es sich um einfache Blätter handelt oder um typische schuppige Gebilde. Damit sind alle Übergänge zwischen diesen und jenen erfaßt.

Unter Berücksichtigung der von Pilger gemachten grundlegenden Unterscheidungen zwischen „Schub", „Jahrestrieb" und „Jahresabschnitt" (32; S. 4—5) und unter Berücksichtigung der Auffassung vom Individualitätscharakter des Sprosses nach A. Braun (am gleichen Ort zitiert 32; S. 4—5) glaube ich, meine Auffassung von der Laubknospe am geeignetsten in folgender Formulierung zum Ausdruck zu bringen:

„Die Knospe ist als mehr oder weniger prägnante Einheit das Rudiment (Anlage) eines periodischen Zuwachses".

Absichtlich spreche ich nicht von einem Triebzuwachs, da aus einer Knospe auch ein verzweigtes System als periodischer Zuwachs

erscheinen kann, ein sogenannter „verzweigter Jahrestrieb“ z. B. bei *Alnus glutinosa*.

In der gegebenen Formulierung der Knospe komme ich wohl der von Link gegebenen nahe: Gemma est rudimentum futuri caulis ramive (27; S. 207).

2. Die Untersuchungen an den Knospen.

1. *Podocarpus Hallii* Kirk.

Die Endknospe ist etwa 2 mm lang, im Längsschnitt eiförmig und zeigt grünliche bis bräunliche Färbung. Die äußeren rundlichen, schildförmigen Knospenschuppen laufen in eine kleine Spitze aus. Besonders auffällig ist aber das Vorhandensein eines Randsaumes. Entfernt man nacheinander die Deckelemente einer Knospe und vergleicht sie miteinander, so findet man, daß der Randsaum um so größeren Anteil hat, je weiter man gegen die inneren Deckelemente fortschreitet. Bei den inneren Formen wird auch die Spitze immer weniger deutlich ausgebildet, sie wird gleichsam übersäumt. Gleichzeitig werden die einzelnen Deckelemente helmartiger. Die jungen Blattanlagen, zu denen wir durch eine kontinuierliche Reihe von Formen gelangen, bieten sich uns als kleine, helmartig übereinandergreifende Formen dar, die jüngsten als feine zarte linealische Gebilde.

Beim Austreiben schlagen die Knospenschuppen weit auseinander, und gleichzeitig tritt eine nach oben zunehmende Internodienlänge zwischen diesen auf. Besonders die oberen Formen der Deckelemente am jungen Trieb rollen sich weit nach hinten um. (Siehe Taf. III.)

Betrachten wir nun einmal der Reihe nach von unten nach oben die einzelnen Deckelemente der ausgetriebenen Knospe, so finden wir hier eine recht kontinuierliche Folge. Die äußersten, d. h. untersten am Triebe sind schuppig, spitzbogig, zeigen eine deutliche Spitze und einen schmalen Saum. (Taf. I, a—c, II, a—h). Die weiterhin folgenden weisen eine Zunahme in der Saumbildung auf, und gleichzeitig ist eine Streckung der Formen durch interkalares Wachstum im basalen Teil zu beobachten. (Taf. I, d—h, II, i—r). Die Spitze wird überhaupt nicht mehr ausgebildet. Beim Umrollen dieser Formen während des Treibens reißt der zarte Saum der Deckelemente leicht ein. Die letzten Deckelemente dieser Reihe zeigen fast linealische Formen, die nur noch im oberen Teil einen Saum besitzen (Taf. I, i—k, II, s—v), der sich aber von dem oberen Teil der Schuppe als solcher nicht besonders deutlich abhebt. (Beim Präparieren dieser Formen werden die Ränder sehr stark bei versuchter Streckung zerrissen. Die mehr oder weniger gerollten Formen sind sehr fest und besitzen nur sehr wenig Plastizität. Daher muß man die Formen beim Zeichnen, so gut es geht, in die Ebene zurückzukonstruieren versuchen, um sie untereinander vergleichen zu können.)

Betrachten wir aber nun weiterhin die fertigen Laubblätter des jungen Triebes. Die durchschnittlichen Laubblätter sind von linealischer Gestalt und laufen in eine deutliche braune Spitze aus. Nun

finden wir recht oft, wenn wir eine große Anzahl junger Triebe untersuchen, daß das Laubblatt, das auf die letzte Übergangsform der Deckelemente folgt, noch nicht diese Gestalt des durchschnittlichen Laubblattes aufweist. Es ist kleiner, hat einen linealischen, grünen, Spreitenteil; aber dort, wo die Spreite in den eigentlichen Spitzenteil auslaufen sollte, finden wir keine Spitze, sondern ein zungenförmiges, saumartiges Gebilde, das oft nach der Unterseite des Blattes zu gebogen ist. Das nächste Blatt zeigt ebenfalls wieder diesen Saum im Spitzenteil, das Blatt selbst besitzt aber eine längere Spreite, der saumartige Spitzenteil ist kleiner als der des vorhergehenden Blattes. Am nächstfolgenden Blatt finden wir nun schon eine Spitze, die aber nicht braun ist und nicht hervortritt, da sie noch von einem Saum umgeben ist. Das nun folgende Blatt zeigt eine deutliche Spitze, der Saum ist nicht mehr vorhanden. Man kann diese geschilderte Erscheinung bei sorgfältiger und genauer Beobachtung recht häufig finden. Es kann aber auch der Übergang ein mehr plötzlicher sein, indem nur die Spitze des ersten Laubblattes stumpf ist, mit einem Saum versehen, und die übrigen Blätter zeigen deutlich die Spitze. Eine besonders schöne Reihe solcher Übergangsformen im Anfang der Laubblattregion habe ich durch Autokopie festgehalten (Taf. II, 2, A). Die Saumbildung ist hier sehr gut zu sehen.[1])

Was die Achselknospen betrifft, so sei hier eine vorläufige Bemerkung zu der Verzweigung von *Podocarpus Hallii* Kirk gemacht. Hier finden wir die Seitenzweige, meist in der Zwei- oder Dreizahl, in den Achseln der Übergangsformen der Deckelemente, die verhältnismäßig dicht stehen, so daß eine scheinwirtelige Stellung zustande kommt. D. h. also, daß das ganze System — die Achsenverlängerung und die zugehörige Verzweigung 1. Ordnung — im gleichen Jahresabschnitt erscheint, also einen verzweigten Jahrestrieb darstellt. Die ersten Blätter der Seitentriebe sind meist in der Zwei- oder Dreizahl voll entwickelt (Taf. III), oder sehr selten als kleine schuppige, pfriemlichflächige Formen vorhanden.

Man findet auch Seitenknospen in den Achseln der Laubblätter, jedoch nur eine bis wenige, meist gegen Ende des Triebes, die dem bloßen Auge sichtbar sind. Die beiden ersten Schuppen stehen sich rechts und links gegenüber und bilden eine festschließende Kappe. Die äußere Form dieser Knospenschuppen ist gleich der der Endknospenschuppen. Diese Knospen haben aber für die Verzweigung keine Bedeutung. Sie entwickeln sich nicht weiter und treiben nicht aus.

Mit der verhältnismäßig strengen Gebundenheit der Verzweigung an die Endknospe erklärt sich also auch der regelmäßige Aufbau von *Podocarpus Hallii* K.

---

[1]) Goebel (21; S. 1551) beschreibt ähnliche Uebergangsformen für *Pseudotsuga Douglasii*. Er deutet hier die Knospenschuppe als Hemmungsbildung, und zwar als ein aus der Blattspreite (dem „Oberblatt") hervorgegangenes Organ.

Diese Bemerkung über die Verzweigung möge das in Engl. Nat. Pflanzenfamilien (33; S. 212—213) Ausgeführte ergänzen. Dort heißt es, daß bei *Podocarpus* „die Seitensprosse meist nahe aneinander, fast wirtelig gedrängt in den Achseln nahe beieinander stehender Blätter gewöhnlich dicht unterhalb der Spitze des Triebes entstehen". Diese Regel trifft also für *Podocarpus Hallii* Kirk nicht zu.

(Siehe zu diesen Ausführungen auch Cockayne [7 Fig. 94 S. 113]).

(Anm. In einer weiteren Veröffentlichung werde ich genauer auf diese Verzweigungsverhältnisse eingehen.)

2. *Podocarpus totara* A. Cunn.

Die Endknospe ist gewöhnlich etwas kleiner als bei *Podocarpus Hallii* Kirk. Die Knospenschuppen zeigen ein völlig ähnliches Bild, wie ich es bei jener Art oben beschreiben konnte. Die Knospenschuppen sind stark gekielt und laufen in eine Spitze aus, die länger als bei *P. Hallii* ist. Die Randsaumzone hebt sich durch ihre gelblich grüne Färbung von dem sonst dunkelrotbraunen übrigen Teil der Schuppe ab. Die bei *P. Hallii* beschriebene stumpfe, zungenförmige Saumbildung der Spitze bei den ersten Blättern des Triebes ist hier seltener und nicht so deutlich zu beobachten. Die Achselknospen, die hier in größerer Zahl als bei *P. Hallii* vorhanden sind, beginnen mit zwei, sich rechts und links gegenüberstehenden Knospenschuppen, die denen der Endknospe völlig gleichen und mit ihren Spitzen kreuzschnabelartig übereinandergreifen; die nächsten Schuppen sind helmartiger ausgebildet. Die Erscheinungen an den Deckformen der Endknospe beim Austreiben zeigen ähnliche Bilder, wie ich sie von *P. Hallii* mitgeteilt habe.

(Siehe Cockayne 7; S. 115 Fig. 96).

3. *Podocarpus ferrugineus* Don.

Bei dieser Art sind die Spitzen der Knospenschuppen meist rotbraun, die Knospenschuppen selbst sind grün. Die Saumzone geht nicht bis zum Grund der Schuppe hinunter; der basale Teil, ca. ¼ der Gesamtlänge der Schuppe, weist diesen Saum nicht auf. Die Schuppe als Ganzes ist überhaupt schmaler, da der Saum allmählich in die Spitze übergeht. Bei den Achselknospen ist die Spitze der äußeren Schuppen nicht so lang, und es ist ein relativ großer Saum vorhanden. *P. ferrugineus* erscheint mir deshalb wichtig, weil bei ihm der Übergang vom ersten Laubblatt am Trieb bis zu den Laubblättern durchschnittlicher Größe und Form ein allmählicherer ist als bei *P. Hallii*. Bei diesen Übergangsformen innerhalb der eigentlichen Laubblätter ist der Spitzensaum sehr gut ausgebildet. Dieser zeigt nicht die stumpfe Form wie bei *P. Hallii*, sondern ist spitzbogig und meist braun gefärbt. Wir finden bei *P. ferrugineus* durch das Vorhandensein mehrerer Übergangsformen eine recht kontinuierliche Abnahme des Saumes in der Spitzenregion bis hin zur kleinen braunen Spitze des durchschnittlichen Laubblattes. (Siehe Cockayne 7, S. 12, Fig. 93).

4. *Podocarpus falcatus* (Thunb.) R. Br.

Auch hier findet man die ähnlichen Verhältnisse wieder, und man kann ebenfalls die Saumbildung an der Spitze der ersten Blätter gut beobachten, ferner die Umbiegung des zungenförmigen Spitzenteils nach der Unterseite des Blattes zu wie bei *P. Hallii* und den allmählichen Übergang zu der durchschnittlichen Ausbildung des Spreitenendes bei den folgenden Blättern. Da *P. falcatus* eine kapländische Form ist, will ich sie nur beiläufig erwähnen. Einige Exemplare dieser Art standen in den Gewächshäusern der australischen und neuseeländischen Pflanzen, und ich fand bei ihnen ähnliche Verhältnisse, wie ich sie oben für die neuseeländischen *Podocarpus*-Arten gezeigt habe.

5. *Araucaria Bidwillii* Hook.

Bei der Gattung *Araucaria* spricht man gewöhnlich nicht von Knospen. So schreibt Grüß (22; S. 26): „Mit dieser Gattung kommen wir zu denjenigen Coniferen, welche überhaupt keine Knospen zur Überdauerung einer ungünstigen Jahreszeit bilden". Ferner: „Die jüngsten Produkte des Vegetationspunktes werden immer von den älteren Blättern dadurch geschützt, daß diese dicht zusammenstehen und sie mit ihren Blattspreiten vollständig einhüllen". Anders lesen wir schon bei Engl.-Prantl, Nat. Pflanzenfam. (34, S. 251), wo von nicht deutlich abgesetzten Knospen bei *Araucaria* gesprochen wird. „Meist dienen nur kleinere Blätter zum Schutz der Triebspitze". Auch wird gesagt, daß diese persistent und an den Zweigen von *Araucaria Bidwillii* in regelmäßigen Intervallen als kleine Laubblätter sichtbar sind.

Nach meinen Ausführungen im Abschn. B, 1, e, S. 39 ergibt sich, daß ich auch bei *Araucaria* von Knospen spreche, die sich dem Auge jedoch als Einheit nur sehr undeutlich darbieten. Auch finden wir bei *Araucaria* die Erscheinung der Knospenruhe. Heben sich doch bei *Araucaria Bidwillii* Hook. beim Eintritt des Austreibens die jungen, noch unvollkommenen, etwas herabhängenden Triebe mit ihren weichen, hellgrünen Blättern sehr deutlich und scharf von den alten Trieben ab.

Die Blätter werden zur Endknospe hin sehr schnell kleiner und gehen dabei von linearlanzettlicher in pfriemlichflächige Gestalt über. Die kleinsten ca. 4 mm langen Formen sind außerdem seitlich nach der Oberfläche zu etwas gebogen und bilden durch ihr dichtes Zusammenstehen die eigentliche Knospe. Die Spitzen dieser die Knospe bildenden Formen stehen allseitswendig, spiralig, während die eigentlichen Laubblätter wohl scheitelige Anordnung zeigen, in Wirklichkeit aber spiralig stehen. Betrachten wir die inneren Glieder der Knospe, so werden die Formen immer kleiner und zarter.

Um eine morphologische Vergleichung der einzelnen Blattformen anzustellen, entblätterte ich einen Teil eines Zweiges der Reihe nach und klebte diese Formen in gleichen Abständen auf einen Bogen auf (Taf. IV, Zweiganfang und Zweigende fehlen). Wir können deutlich zwei Knospenzonen erkennen, die wir mit I und II kennzeichnen

wollen. In dem mit A bezeichneten Teil sind die Blätter linear-lanzettlich, mehr oder weniger unsymmetrisch auf Grund ihrer scheiteligen Stellung, und die Blattränder laufen konvex in die Spitze aus. Der Knospe I zu werden die Formen kleiner, symmetrischer (Allseitswendigkeit tritt nun auf), und nehmen mehr pfriemlichflächige Gestalt an. Dann aber beobachten wir, daß von der Form ab, von der aus wieder eine Größenzunahme stattfindet, eine andere Ausgestaltung eintritt. Die Basis wird breiter als die Blattansatzstelle im Vergleich zu der Basis der vorhergehenden Formen von I. Die Spitzenregion sitzt dem übrigen Flächenteil plötzlicher auf, d. h. die Ränder laufen mit einer konkaven Buchtung in das Spitzenende aus. Bei den weiterhin folgenden Formen können wir ebenfalls die breite Fläche mit den konkav auslaufenden Rändern wahrnehmen, die Spreite selbst ist länger geworden. Je größer nun die Formen wieder werden, desto asymmetrischer werden sie; aber gleichzeitig nimmt das Blatt wieder linear-lanzettliche Form an. Der bei den vorhergehenden Formen ausgeprägte Spitzenteil tritt nicht mehr so plötzlich hervor, d. h. der Rand des Blattes läuft wieder konvex in die Spitze aus. Der Übergang von den konkaven zu den konvexen Blatträndern läßt sich recht kontinuierlich in der Formenreihe von I nach B zu verfolgen. Diese eben geschilderten Beobachtungen könnten wir wiederholen, wenn wir die einzelnen Formen nach II und darüber hinaus nach C durchgehen u. s. f. Wir haben es also hier mit ganz bestimmten kontinuierlichen Gestaltungsreihen zu tun.

Die Achselknospen werden nur dicht unterhalb der Endknospe angelegt, so daß man zuweilen — besonders bei jungen Zweigen in der Wipfelregion — versucht sein könnte, sie mit in das Gebiet der Endknospe mit einzubeziehen, und man einen Fall wie bei *Podocarpus Hallii* vor sich zu haben glaubt. Das kommt eben daher, daß die Terminalknospe bei *Araucaria* nicht deutlich als Ganzes herausgebildet ist. An den Enden älterer, unten stehender Zweige können wir aber erkennen, daß die Achselknospen unterhalb der Endknospe sitzen.

Was die einzelnen Deckelemente der Seitenknospen betrifft, so stehen sie im Knospenstadium dicht zusammen. Am ausgetriebenen Zweig sehen wir eine an Größe zunehmende Formenreihe. Die einzelnen Formen zeigen von dem Anfang des Seitentriebes an die gleiche Gestaltung wie die oben geschilderten aufsteigenden Formen in den Knospenzonen von I nach B und von II nach C. Auch hier finden wir wieder den Übergang vom konkaven zum konvexen Rand.

(Siehe Henry 23; S. 91; Francis 18; S. 51).

6. *Agathis australis* Steud.

Hier mußte ich bei meinen Untersuchungen mit dem mir zur Verfügung stehenden Pflanzenmaterial sehr vorsichtig umgehen, da wir im Garten nur zwei Exemplare von *Agathis australis* besitzen. Größere Eingriffe würden die Pflanzen sehr schädigen und auch die Eigenart ihres Aufbaus stärkstens beeinträchtigen.

Die Endknospen, die zuweilen noch von den unteren Teilen ganzer reduzierter Blätter z. T. verdeckt werden, sind ca. 3—4 cm lang, kugelförmig oder ellipsoidisch, von grünlich-brauner Farbe. Die äußeren Schuppen sind mehr oder weniger helmförmig und decken dicht die folgenden Glieder. Die Schuppen endigen mehr oder weniger deutlich in eine Spitze, die sich von dem übrigen Schuppenteil durch ihre dunkelbraune Färbung abhebt.

Wenden wir uns nun der morphologischen Betrachtung und Vergleichung der Deckelemente ausgetriebener Knospen zu, so finden wir hier im Bilde der Deckelemente ähnliche Verhältnisse wie bei *Podocarpus* wieder. Die untersten Schuppen des jungen Austriebes behalten ihre Form bei. Sie sind ungefähr dreieckig, die seitlichen Ränder wölben sich im Umriß hervor; die Schuppe erscheint etwas geflügelt. Hier bemerken wir also auch das Auftreten eines marginalen Saumes. Die höher stehenden Formen sind durch interkalares Wachstum gestreckt, die Schuppe wird gleichsam in die Höhe gehoben.

Wir finden keine sehr vollkommene Reihe von Übergangsformen zwischen der untersten Schuppe und dem ersten Laubblatt. Der Übergang von dem letzten Deckelement zum ersten Laubblatt ist ein sehr plötzlicher. Wir können aber oft noch einige wenige Übergangsformen im Abschnitt der Laubblätter vom ersten Laubblatt an, ähnlich wie bei *Podocarpus*, beobachten. So zeigt z. B. das erste Blatt eine obovate Form, der eine schuppige Spitze aufsitzt. (Taf. V, 2 a.) Dieser schuppige Spitzenteil nimmt in den folgenden Formen ab, und die Blätter nähern sich durch wenige Übergänge der lanzettlichen Form der durchschnittlichen Laubblätter von *Agathis australis*. Oft ist dieser Übergang auch ein sehr plötzlicher. Sehr oft fallen bei den Übergangsformen der Blätter die braunen Spitzenteile ab, so daß die Blätter abgestumpft erscheinen. Die durchschnittlichen Laubblätter laufen in eine meist sehr kleine braune Spitze aus (Taf. V, 2 b).

Beim Austreiben der Endknospen entwickeln sich gleichzeitig die in ihnen enthaltenen Seitenzweige nächsthöherer Ordnung. (Vergl. Eng.-Prantl, Nat. Pflanzen-Fam. 34; S. 251). Sie stehen also in den Achseln der Deckelemente der Endknospe. Es sind keine besonderen Schuppen für die Seitentriebanlagen vorhanden, soweit ich beobachten konnte. Wir haben hier also gleiche Verhältnisse wie bei *Podocarpus Hallii* vor uns.

7. *Grevillea vestita* Meissn.

Gladys Carey beschreibt die Knospen einiger *Grevillea*-Arten (5; S. 728—729) als nackte Knospen, d. h. solche, die einer ausgeprägten Knospenhülle in Form von typischen Schuppen entbehren. Den Knospen der *Grevillea*-Arten, die dort beschrieben werden, und die, die ich selbst untersuchte, zeichnen sich durch eine mehr oder weniger starke Behaarung aus. Dieser Umstand ist es, der das morphologische Studium der bei den Knospen vorliegenden Verhältnisse sehr erschwert.

Gehen wir daher bei unseren Untersuchungen aus methodischen Gründen vom durchschnittlichen Blatt aus. Hierbei verweise ich auf eine Abbildung eines Blattes von *Grevillea vestita* Meissn. bei Diels (6; S. 51, Fig. 12 A) und halte mich an die dort gebrauchte Terminologie (6; S. 49—52). Das Blatt gehört dem „cuneatifoliaten Typus" an und zeigt eine tiefe Dreiteilung der Spreite. Die Segmente selbst sind ungeteilt. Das ganze Blatt ist zur Basis hin keilförmg verschmälert. Hier erhebt sich nun die große Schwierigkeit, ob man von einem Blattstiel sprechen kann oder nicht. Um diesen terminologischen Schwierigkeiten aus dem Wege zu gehen, will ich in der folgenden Darstellung den unteren, sich stark zur Basis hin verschmälernden Teil des Blattes nur als „stielförmig" bezeichnen.

Die ca. 2—3 mm große Knospe zeigt uns, daß wir es hier mit Blattrudimenten zu tun haben, die dicht und silberbehaart zusammenstehen, so daß das vorhergehende Rudiment immer etwas größer ist als das folgende. Betrachten wir die einzelnen Rudimente genauer, so fällt uns auf, daß der stielförmige Abschnitt den relativ größten Teil des Rudimentes einnimmt. Die drei Blattlappen sind noch völlig unentwickelt am Ende dieses Gebildes vorhanden. Man kann sagen, daß jede nächstfolgende Form immer ungefähr so lang ist wie der stielförmige Teil der vorangehenden.

Die ca. 1—2 mm langen Achselknospen zeigen in der Morphologie ihrer Deckelemente durchaus gleiche Verhältnisse, wie sie von der Endknospe mitgeteilt wurden.

8. *Grevillea longifolia* R. Br.

Das Blatt dieser Spezies besitzt einen deutlichen Blattstiel, der im Gegensatz zur grünen Spreite rotbraune Behaarung aufweist.

Die vegetativen Endknospen zeichnen sich durch ihre seidig glänzende, kupferfarbene, dichte Behaarung aus. Im übrigen haben wir wieder ähnliche Verhältnisse wie bei *Grevillea vestita*. Die äußeren Blattrudimente stehen jedoch lockerer als bei *Grevillea vestita*. Die rudimentäre Spreite der Deckelemente ist zur Spitze hin hakig gebogen. Der rudimentäre Blattstiel nimmt einen relativ großen Abschnitt ein. Wir können von den beiden äußeren Deckelementen sagen, daß im allgemeinen das zweite nur wenig länger ist als das Blattstielrudiment des ersten.

Die kleineren ca. 2 mm langen Achselknospen zeigen ähnliche Formen und Erscheinungen wie die Endknospen dieser Art von *Grevillea*. Besonders das erste Deckelement ist sehr stark hakig gebogen.

9. *Grevillea robusta* A. Cunn.

Die Knospen dieser Spezies sind groß und kräftig, mit rostbraunen Haaren besetzt. Gladys Carey gibt an, daß die Endknospen ungefähr 4 mm, die Achselknospen ungefähr 2—3 mm groß sind (5;728). Diese Angabe trifft für die Exemplare in unserem Garten nach meiner Beobachtung sehr oft nicht zu. Hier sind die Knospen bisweilen viel größer. Die Endknospen besitzen oft eine Größe von

1 bis 2 cm und die Achselknospen eine Größe von ca. ½ cm. Hier liegt wohl ein Kultureinfluß vor. Ferner teilt Gladys Carey mit: „Die ersten zwei oder drei Blätter am Trieb fallen gewöhnlich früh ab und hinterlassen gut entwickelte Knospen." Diese Beobachtung trifft auch für unsere Formen zu.

Die Deckelemente der Endknospe stellen Blattrudimente dar. Von der Spreite lassen sich nur die Fiederanlagen erkennen. Bemerkt sei, daß man bei diesen Deckformen an dem etwas verbreiterten Grunde axilläre Knospen findet. Der rudimentäre Blattstiel ist bei den Deckelementen relativ lang. Von der Länge der einzelnen Deckelemente zueinander gilt im allgemeinen die gleiche Regel, die ich für *Grevillea longifolius* angab (S. 26). Bei den Achselknospen findet man jedoch, daß die äußeren Deckelemente, die ebenfalls Blattrudimente darstellen, meist ungefähr gleiche Länge besitzen.

10. *Hakea oleifolia* R. Br.

(Über die verschiedenen Blattformen siehe die Abb. und Ausf. bei Diels 8; S. 41. Fig. 10 A—C).

Die ca. 3—5 mm großen rotbraunen Endknospen sind sehr stark behaart. Die morphologische Vergleichung der einzelnen Deckelemente beim Austreiben ergibt folgendes Bild (Vergl. Taf. V, 1 a—h): Die äußersten Knospenschuppen sind spitzbogig, und die Ansatzstelle der einzelnen Schuppe ist kleiner als der untere basale Teil der Schuppe; dort beobachten wir bei späteren Formen einen marginalen Saum, so daß die Schuppen geflügelt erscheinen. Bei den folgenden Formen ist das ganze Deckelement etwas länger als die vorhergehenden Deckelemente. Bei den weiterhin folgenden Formen bemerken wir, daß ein starkes interkalares Wachstum stattgefunden hat. Zwischen eigentlicher Schuppe und dem Schuppengrund hat sich eine häutige, lineare Zone eingeschaltet. Bei den nächsten Formen ist diese Verlängerung noch weiter vor sich gegangen. Oben, am eigentlichen Schuppenteil, ist der Rand etwas nach innen zu kappenförmig eingeschlagen. Diesen Deckelementen folgt nun noch zuweilen eine besonders eigenartige Form. An der Stelle des linearen, interkalar entstandenen Gebildes finden wir eine grüne Blattspreite; die Spitze dieser Form aber ist braun und gleicht den oberen, eigentlichen Schuppenteilen der vorangegangenen letzten Deckelemente (Taf. V, 1, *i*). Man kann nicht entscheiden, ob man diese Form den Deckelementen oder den eigentlichen Blättern zuordnen soll; sie nimmt gewissermaßen eine Mittelstellung ein. Bei den folgenden eigentlichen Laubblättern, die sich der durchschnittlichen Größe nähern, kann man ebenfalls diese rotbraune Spitze wiederfinden, mehr oder weniger dem Spitzenteil der oben geschilderten Übergangsformen innerhalb der Deckelemente gleichend. Bei den weiterhin folgenden Blättern tritt der bräunliche Spitzenteil immer mehr zurück. Diese Erscheinung erinnert an die Beobachtungen bei den oben behandelten *Podocarpus*-Arten.

11. *Pittosporum undulatum* Vent.

Es seien im folgenden die Formen der Deckelemente einer ausgetriebenen Knospe geschildert (Vergl. Taf. VI, 1): Die untersten Knospenschuppen sind breit und laufen mit etwas konkaven Rändern in eine sich nicht sehr deutlich abhebende Spitze aus. Gleichzeitig bemerken wir das beginnende Auftreten eines saumartigen Randes, wodurch eine laterale Flügelung zustandekommt. Bei den folgenden Formen nehmen die Schuppen mehr rundlich-dreieckige Gestalt an, und die Ränder gehen nur noch im allerobersten Teil konkav in die Spitze über. Die späteren Formen sind nun gestreckter, wodurch die konvex ausladenden Ränder im basalen Teil mehr konisch in den Grund auslaufen. Dann folgt eine Form, die uns, abgesehen von der Spitze, fast rund erscheint. Durch weitere Verlängerung der Form finden wir bei den folgenden Deckelementen ovale Gestalt. Die letzten Formen zeigen das allmähliche Einschalten eines Blattstieles im basalen Teil zwischen dem Blattgrund und dem Spreitenteil. Die letzte Übergangsform, die entweder farblos ist oder mehr oder weniger Chlorophyll zeigt, gleicht somit schon dem Laubblatt, von der noch unvollkommenen Stielbildung abgesehen. Auch tritt hier schon die Wellung der Ränder auf, die für die eigentlichen Laubblätter charakteristisch ist. Der Übergang von der letzten Übergangsform der Deckelemente zu den folgenden Laubblättern ist durch den Unterschied in der Vollkommenheit der Stielausbildung ein noch verhältnismäßig plötzlicher.

Diese eben geschilderten Erscheinungen lassen sich auch in gleicher Weise für die Achselknospen verfolgen, die meist dicht gedrängt um die Endknospe stehen.

Bei den End- und Achselknospen können wir beim Austreiben eine zunehmende Internodienverlängerung zwischen den einzelnen Deckformen beobachten. Die Internodienlängen im eigentlichen Laubblattgebiet nehmen dagegen sehr schnell wieder ab; hiermit hängt die scheinquirlige Stellung der Blätter zusammen (Vergl. Taf. VII).

Gladys Carey rechnet *Pittosporum undulatum* zu den Pflanzen, die beschuppte Knospen mit Übergangsformen aufweisen (5; S. 710).

Die oben geschilderte Formenausgestaltung finden wir im wesentlichen bei den anderen *Pittosporum*-Arten wieder; so bei:

12. *Pittosporum crassifolium* Soland.,

13. *Pittosporum rigidum* Hook. (Siehe Taf. VIII, 1),

14. *Pittosporum tenuifolium* Gaertn.

so daß ich es für überflüssig halte, auf diese Arten noch näher einzugehen.

Erwähnt sei noch, daß ich bei *Pittosporum undulatum* neben rein vegetativen Knospen auch solche beobachtete, die Blätter und Blüten zugleich hervorbrachten.

15. *Melicope ternata* Forst.

Die Blätter dieser Art sind dreizählig und stehen dekussiert.

Die äußersten Deckelemente einer Endknospe sind zwei sich dicht gegenüberstehende Blattrudimente. Diese zeigen deutlich die jungen Stadien dreier Teilblättchen, von denen das mittelste das am weitesten entwickelte ist. Die beiden Formen schließen den übrigen Rest der Knospe ein. Die Deckung ist jedoch keine vollständige (s. Taf. IX, 1 a).

Die Frage, die man nun aufwerfen kann, ist folgende: Durch welchen Teil der äußeren Deckelemente wird der Knospenkern teilweise gedeckt? Die Beantwortung kann leider, wenn man auch eine sehr große Anzahl von Knospen untersucht, nicht völlig eindeutig gegeben werden.

Wir finden an den äußeren beiden Formen bereits alle Teile unserer morphologischen Blatteinheit (s. S. 38): Blattgrund, Blattstiel und Spreitenteil, wenn auch noch höchst unentwickelt. Nun zeigt es sich, daß der Knospenkern entweder nur von dem untersten Teile der Blattstiele, den wir als Blattgrund bezeichnen können, gedeckt wird, oder aber der Knospenkern reicht bis zum Beginn der rudimentären Teilblättchen, wird also von den ganzen, noch unentwickelten Blattstielen gedeckt.*)

Es kommen auch Abweichungen in der Länge der beiden äußersten Formen vor. Das zeigt z. B. eine Abbildung bei Cockayne (7; S. 73 Fig. 54). Hier besitzt die eine der Deckformen einen sehr langen Stiel, die drei unentwickelten Blättchen sind auf der Figur verdeckt. Diese Form ist aber nicht das gewöhnliche Bild, das man beobachtet. Die andere äußere Form dagegen zeigt die durchschnittliche normale Größe sehr gut. Ferner kann man auch erkennen, daß der Knospenkern nicht ganz bis zum Beginn der Teilblättchenrudimente reicht. Außerdem bemerken wir, daß die Achselknospe des obersten Laubblattpaares gestielt ist. Die Achselknospen treten zuerst als kleine zweiteilige Bläschen von ca. 0,4 mm Größe in Erscheinung und gleichen sehr kleinen Knospenkernen (S. Taf. IX, 1 b). Sie weisen sonst keinerlei Differenzierungen auf. Erst im weiteren Verlauf der Entwicklung zeigt es sich, daß der obere Teil der undifferenzierten äußeren Deckelemente der Achselknospe die Rudimente des mittleren Blättchens darstellt. Diese Rudimente greifen meist kreuzschnabelartig übereinander. Weiterhin zeigt es sich, daß die Knospen gestielt sind. Die axilläre Verzweigung bei *Melicope ternata* ist auffallend schwach und der direkten Beobachtung kaum oder nur selten zugänglich. Ferner zeichnet sich die Pflanze durch ihre sehr spärliche Belaubung aus. Die Blätter, besonders aber die Teilblättchen, fallen sehr

*) Nach Art der Deckung müßten wir sagen, daß sie durch den Blattgrund oder Blattstiel erfolgt. Fassen wir aber das Deckelement als Ganzes ins Auge, so stellt es ein in seinen Teilen dem Blatte der Spezies homologes Gebilde dar.

leicht ab. Meist sind nur wenige Blattpaare an den Enden der Zweige vorhanden.

16. *Eriostemon myoporoides* DC. var. *intermedius* Hook.

Die ca. 1 cm lange, fast pfriemliche Endknospe liegt oft dem vorangehenden Laubblatt an, so daß sie von diesem teilweise gedeckt wird, oder sie steht frei.

Die äußeren Elemente, die die Knospe decken, sind ganze Laubblätter. Die ganze Spreite, aus der das Blatt besteht — ein Stiel ist nicht vorhanden — bildet das Deckelement. Diese Blätter besitzen jedoch nicht ihre durchschnittliche Länge (zuweilen ¼mal so lang wie das durchschnittliche Laubblatt). Das äußerste umschließt bis auf den unteren Teil durch tütenförmige Einrollung den Komplex der folgenden Blätter und Blattanlagen (s. Taf. X, 1).

Wir haben es also hier mit einer morphologisch außerordentlich einfachen Knospenform zu tun. Ökologisch würden wir eine derartige Knospe eine „nackte" nennen. Morphologisch dagegen ist es wichtig zu wissen, daß die Laubblätter die Deckelemente der Knospe bilden. Das Gleiche gilt für:

16 a. *Eriostemon myoporoides* DC. var. *neriifolius* Sieb.

Hier sind die Knospen länger als bei der vorigen Varietät, entsprechend den längeren linear-lanzettlichen Blättern. Die Knospe ist ca. ½mal so lang wie das durchschnittliche Blatt.

Die axilläre Verzweigung ist bei beiden Varietäten eine äußerst schwache. Ich konnte nur drei, sich in den Achseln aufeinander folgender Blätter entwickelnde junge Achseltriebe bei *E. myoporoides* var. *neriifolius* beobachten. Die Achselknospen sind ca. 1 mm lang, grün und erscheinen als zweiteilige, bläschenförmige, spitz zulaufende Gebilde. An den jung ausgetriebenen Seitenzweigen fand ich immer vier verschieden große Deckformen, ehe die eigentlichen Laubblätter begannen (s. Taf. X, 2):

Form a (unterste): dreieckig, schuppig, mit schwachem Randsaum. Die Form hebt sich undeutlich vom Zweig ab.

Form b : wie Form 1, nur ein wenig größer.

Form c : Beginn einer Spreitenausbildung. Die Spitze gleicht der von Form 2. Saum ist ebenfalls noch vorhanden. Länge der Form ca. 2 mm.

Form d : zeigt schon einen größeren, mehr obovaten Spreitenanteil. Die linear-lanzettliche Form des eigentlichen Laubblattes wird bereits kenntlicher. Länge der Form ca. 6 mm.

Dann folgen die eigentlichen Laubblätter. (Form e und f).

17. *Spyridium globulosum* Benth.

Die Blätter besitzen ca. 5 bis 6 mm lange, pfriemlichflächige Nebenblätter von brauner Farbe, die fadenförmig auslaufen und asymmetrisch sind. Die Nebenblätter sind etwas sichelförmig gebogen, wobei der dem Blattstiel zugewandte Teil eine schmalere Fläche als der äußere Teil besitzt (s. Taf. VIII, 2 A).

Die Nebenblätter stellen die Deckelemente für die Blattanlagen dar. Die vegetativen Endknospen — wenn solche vorhanden sind — ergeben sich aus einer starken Stauchung der Internodien. Die blühenden Exemplare von *Spyridium globulosum* zeigen, daß die Zweige mit einem terminalen Blütenstand endigen. Das vegetative Wachstum wird durch die vorangehende Achselknospe fortgesetzt. Die Knospe als Ganzes wird von den Nebenblättern des Tragblattes gedeckt.

Hier tritt uns nun noch eine Besonderheit entgegen. Wenn man eine Achselknospe nach Entfernung des Tragblattes und der beiden Nebenblätter analysiert, so findet man als erstes äußeres Deckelement ein häutiges grünliches bis bräunliches Gebilde von schiffchenförmiger Gestalt (Taf. VIII, 2 B). Diesem gegenüber steht eine Blattanlage, die um den Mittelnerv klappig nach innen eingeschlagen ist. Diese Blattanlage wird von dem schiffchenförmigen Deckelement eingeschlossen, meist jedoch nicht völlig gedeckt (Taf. VIII, 2 C). In den Nebenblättern der Blattanlage eingeschlossen, folgt die nächst jüngere Blattanlage und so fort (Taf. VIII, 2 D). Was stellt das erste Deckelement morphologisch dar? Aus der Ähnlichkeit der Nervatur mit der der Nebenblätter, aus seiner, den Nebenblättern gleichen Konstistenz und braunen Färbung, sowie aus seiner Stellung am Trieb, glaube ich es berechtigtermaßen als ein Homologon zu zwei Nebenblättern ansprechen zu können, deren zugehöriges Laubblatt nicht entwickelt ist. Jede vegetative Achselknospe beginnt mit einer derartigen Form.

18. *Melaleuca hypericifolia* Sm.

Die länglich-lanzettlichen Blätter stehen dekussiert. Die Knospe am Ende eines Triebes ist verhältnismäßig gut als eine Einheit erkennbar.

Die äußere Deckung erfolgt dadurch, daß ein Blattpaar, dessen Blätter um den Mittelnerv schiffchenförmig nach innen zusammengeklappt sind und mit den Rändern sich dicht berühren, den inneren Teil der Knospe umschließt. Die Knospenhülle wird von ganzen Blättern gebildet. Das setzt sich innerhalb der Knospe fort, wo uns immer unentwickeltere Formen entgegentreten, bis wir zu den Anlagen am Vegetationspunkte gelangen. Wenn die Triebperiode kommt, klappt das äußerste Blattpaar auseinander, dann das nächstfolgende und so fort. Dabei entwickeln sich die jüngeren Blätter und Blattanlagen. Die Achselknospen werden von dem sehr kurzen, stielförmigen Grunde ihrer Tragblätter und den zugehörigen Zweigen gedeckt. Die Länge der Achselknospe beträgt ca. 0,6 bis 0,7 mm; sie erscheint als ein zweiteiliges ovales Bläschen, das im übrigen den gleichen Aufbau wie die Endknospe aufweist. Die axilläre Verzweigung ist ge-

wöhnlich äußerst schwach. Wenn jedoch die Zweige beschnitten werden, so treiben die der Schnittstelle am nächsten liegenden Achselknospen aus. Betrachten wir kurz die einzelnen Deckelemente nach dem Austreiben am Triebe von unten an: 1. Formenpaar: schuppenförmig, lanzettlich, rötlich gefärbt, im basalen Teil eine grüne Zone. 2. Formenpaar: grün; Spreite größer, die Form ist der des durchschnittlichen Laubblattes fast gleich. 3. Formenpaar: stellt ein schon bedeutend größeres Blattpaar dar. 4. Formenpaar: ungefähr durchschnittliche Blattgröße (25 mm). So sehen wir, daß bei den Achselknospen von den äußersten Deckformen bis zum Laubblatt hin ein gewisser Übergang zu erkennen ist. Die End- und Achselknospen verhalten sich also verschieden.

19. *Melaleuca thymifolia* Sm.

Die Knospen werden von einem Paar echter, brauner Schuppen gedeckt, die eine dem Laubblatt ähnliche Form aufweisen. Sie haben jedoch nicht die Länge derselben, sondern sind ca. 3 mm lang. Dem äußeren schuppigen Formenpaar folgt dekussiert stehend ein inneres Schuppenpaar. Beim Treiben wird das äußerste Paar meist kappenförmig abgestreift (s. Taf. XI, 1 a). Betrachten wir die Formen des zweiten Paares, so sind diese pfriemlichflächig, und wir können einen oberen braunen Teil von einem etwas kleineren grünen basalen Teil deutlich unterscheiden (s. Taf. XI, 1 b). Wir haben hier also noch eine gewisse Wachstumszone vor uns.

Eine durchaus ähnliche, vielleicht noch prägnantere Ausgestaltung dieser basalen Wachstumszone zeigt uns eine austreibende Achselknospe (s. Taf. XII, 1). Das erste Paar am Triebansatz zeigt nur eine schmale grüne Zone. Der übrige Teil ist schuppig. Das nächst höhere Paar zeigt eine viel größere grüne Zone, und wir beobachten einen kleinen braunen Spitzenteil. Beim folgenden Blattpaar ist meist nur noch an der äußersten Spitze in einigen Drüsen eine braune Färbung zu bemerken. Bei dieser Formenreihe zeigt sich eine recht kontinuierliche Zunahme des Spreitenteils. Daß eine variierende Ausgestaltung der Endknospenglieder stattfinden kann, möge folgende, etwas schematisierte Darstellung zeigen:

Fall I. 1. Formenpaar: schuppig, braun.
2. Formenpaar: schuppig, braun.

Fall II. 1. Formenpaar: schuppig, braun.
2. Formenpaar: grün mit einer kleinen sich deutlich absetzenden schuppigen braunen Spitze.

Fall III. 1. Formenpaar: schuppige, braun.
2. Formenpaar: schuppig, braun, mit basaler grüner Zone.

Fall IV. 1. Formenpaar: schwach grün, nicht schuppig.
2. Formenpaar: grün.

20. *Melaleuca linariifolia* Sm.

Die schuppige Endknospe ist ca. 5 mm lang. Auch hier kann man zuweilen kappenförmiges Abstreifen der äußeren deckenden Formenpaare beobachten. Die Achselknospen sind meist nicht braun, sondern grün.

Über die allmähliche Zunahme des basalen grünen Abschnittes bei den Deckelementen einer Achselknospe gibt die Taf. XI, 2 Aufschluß. Schon äußerlich im Umriß macht sich die Zunahme des eigentlichen Spreitenteils bemerkbar. Bei den ersten Formen geht es vom breiten Basalteil plötzlich zur Spitze über. Bei dem durchschnittlichen Blatt liegt die größte Breite der Blattfläche ungefähr in der Mitte, zum Blattansatz hin geht es allmählich schmal zu. Die Formen zwischen dem ersten Deckelement und dem Laubblatt geben sehr gut den Übergang in der Verschiebung der größten Blattbreite wieder.

21. *Eucalyptus globulus* Labill.

Es ist nicht immer leicht, bei *Eucalyptus globulus* anzugeben, wo die Endknospen beginnen. Wir haben es hier mit einer äußerst einfachen Art der Knospenbildung zu tun. Die Blätter am Zweige nehmen nach der Endknospe zu allmählich oder plötzlich an Größe ab. Gleichzeitig bilden die Blätter mit der Achse einen spitzeren Winkel nach oben. Schließlich berühren sich die gegenüberstehenden Blätter meist mit ihren oberen Rändern und decken auf diese Weise die nächstfolgenden jungen Blattpaare. Auch diese Knospe würde man im ökologischen Sinne eine nackte Knospe nennen.

Beim Austreiben klappt das erste, äußerste Paar auseinander und entwickelt sich, dann das zweite, das dritte und so fort, bis wieder die Bildung einer neuen Endknospe einsetzt.

Die in den Blattachseln stehenden Seitenknospen weisen einen verhältnismäßig langen Stiel auf. Man kann für sie keine durchschnittliche Größe angeben. Wir finden eine sehr kontinuierliche Reihe in der Ausbildung, wenn man nach dem Ende des Triebes allmählich zugeht. Die dem Ende des Triebes zu stehenden Achselknospen zeigen die kräftigste und weiteste Ausgestaltung. Die kleinsten Formen am unteren Teil des Triebes dagegen zeigen rein äußerlich kaum eine deutliche Gliederung zwischen Knospe und Stiel.

Betrachten wir nun einmal genauer die Formveränderungen bei der Entwicklung eines der beiden Hüllblätter einer Achselknospe:

Zuerst haben wir eine Form vor uns, die man als ein stark verkleinertes Bild des durchschnittlichen eilanzettlichen Blattes bezeichnen könnte, nur daß die Seitenränder parallel laufen. Ein späteres Entwicklungsstadium zeigt uns diese erste Blattform der Achselknospe als eine elliptische, die in einen sich deutlich abhebenden kleinen Spitzenteil ausläuft, und wenn diese Blattform ausgewachsen ist, so kann diese Spitze sogar in einer Buchtung des oberen Randes liegen. Gleichzeitig beobachten wir eine starke Buchtung an der entgegengesetzten Seite des Blattes beim Blattansatz. Im groben Gesamtumriß kann man das Blatt ungefähr kreisrund nennen. Der Spitzenteil ist

ca. ½ mm lang. Die nächsten Blätter nehmen mit dem Vorhandensein von Übergangsformen allmählich die gewöhnliche eilanzettliche Gestalt an. Jedenfalls ist die Form dieser ersten Blätter eines Seitentriebes äußerst prägnant. So schreibt Diels (8; 92) von den Jugendformen von *Eucalyptus globulus:* „Die Blätter gegenständig, von dicker Konsistenz, eilanzettlich bis eiförmig oder selten kreisrund, ebenfalls stark glauk überzogen." Es zeigt sich also, daß die kreisrunden Blätter immer die ersten Blätter eines Seitentriebes sind, die einst die äußersten Deckelemente der Achselknospen darstellten. Auf diese folgen eiförmige und schließlich die eilanzettlichen Formen, bei denen die Seitenränder allmählich in die Spitze auslaufen.

22. *Panax arboreum* Forst.

Die großen langstieligen Blätter sind fünfzählig. Die Knospendeckung erfolgt durch Formen, die im wesentlichen scheidige Blattgrundhomologe darstellen. Spreite und Stiel sind nur andeutungsweise vorhanden (s. Taf. XIII). Drei oder vier solcher Formen stehen dicht zusammen und decken die Blattrudimente. Beim Austreiben werden sie zur Seite gedrängt. Die jungen noch unentfalteten Blätter zeichnen sich dann besonders dadurch aus, daß der Stiel im Verhältnis zu den fünf Teilblättchen außerordentlich lang ist. Die schuppigen Deckformen, deren wesentlicher Bestandteil also vom Blattgrund, der scheidenförmig ist, gebildet wird, vertrocknen und können bisweilen mehrere Perioden lang noch am Stengel haften.

Die von mir gezeichnete Knospenschuppen-Serie zeigt diese nach ihrem Austreiben. Die äußeren Formen sind größer als die inneren. Im abgebildeten Fall sind Stiel- und Spreitenteil bei den beiden äußersten Formen besonders gut entwickelt, was sonst meist nicht der Fall ist. Das gewöhnliche Bild einer Deckschuppe geben die Taf. XIII, c, d wieder.

Achselknospen konnte ich nicht beobachten. Die Exemplare von *P. arboreum* zeigen fast kaum Verzweigung.

23. *Griselinia litoralis* Raoul.

Die ca. 0,5 cm lange Endknospe ist nur zum Teil von dem scheidenförmigen Blattgrund des vorangehenden Blattes gedeckt und ragt aus diesem mehr oder weniger hervor. Beseitigt man dieses Blatt, so bemerkt man das Vorhandensein einer zugehörigen Achselknospe. Betrachten wir nun die einzelnen Deckelemente der Endknospe, so wird die völlige Ähnlichkeit dieser Formen mit dem scheidenförmigen, etwas kappigen Grund des Laubblattes evident. Anstelle der Spreite und des Stieles aber finden wir ein kurzes stielchenartiges Gebilde, das in ein braunes Spitzchen ausläuft. Wir können nun zuweilen Fälle von Knospenschuppen beobachten, bei denen diese Ausbildung nicht vorhanden ist, sondern bei denen noch ein kurzer Stiel und eine kleine Spreite zu erkennen sind. Es steht also einwandfrei fest, daß der wesentliche Bestandteil der Knospenschuppen von dem Blattgrund gebildet wird.

Was aber stellt die braune Spitze dar? Man könnte sagen, die Spitze sei reduziert, das ist aber eine höchst negative Aussage. Sollte es etwa heißen, die braune Spitze entspräche der Spreite des eigentlichen Laubblattes? Das müßte man zumindest darunter verstehen.

Nun lehrt uns die Beobachtung einer großen Anzahl solcher Deckformen und die Vergleichung derselben untereinander, wie nichtssagend diese Anschauung ist. Wir können Formen beobachten, bei denen wir auf einem kurzen Stiel eine kleine Spreite finden oder eine Spreitenandeutung, die in die von uns bereits beobachtete braune Spitze ausläuft. Was heißt das? Von dem Vorhandensein einer Spreite bzw. eines Spreitenhomologons kann man bei den Deckformen, bei denen nur die kleine braune Spitze oberhalb des scheidigen Teils vorhanden ist, überhaupt nicht reden. Die Spreite ist nicht reduziert, weil sie überhaupt nicht vorhanden ist. Was wir vorfinden, ist nur das Homologon zu der Spitze des Blattes, besser gesagt zu dem Spitzenteil des Blattes in Form einer braunen Spitze. So können wir sagen: das Deckelement stellt eine Form dar, bei der das Blatt gleichsam bis auf den Blattgrund, einen kleinen stielförmigen, dem Blattstiel homologen Teil, und einen dem Blattspitzenteil homologen Gebilde reduziert ist. Den wesentlichen Hauptanteil bildet jedoch nur der Blattgrund; dieser ist für die morphologische Kennzeichnung des Deckelements am wichtigsten. In den Achseln der Deckformen finden wir ebenfalls junge Knospenanlagen.

Beim Austreiben der Endknospen fallen die äußeren ein bis drei Schuppen ab (s. Taf. XIV, a).

Von den Knospen in den Achseln der Blätter, deren Deckelemente denen der Endknospen gleichen (s. Taf. XIV, b), ist folgendes zu bemerken: Die Achselknospen werden häufig nicht vom scheidenförmigen Blattgrund der Tragblätter gedeckt, sondern sie befinden sich einige Millimeter über dem Blattgrund. Zuweilen kann diese Verschiebung der Achselknospen an der Achse eine noch beträchtlichere sein. Gewöhnlich sind diese Achselknospen größer als die durch den Blattgrund gedeckten.

24. *Epacris microphylla* R. Br.

Gladys Carey stellt einen besonderen Knospentyp hierfür auf, den sie den Epacridaceen-Typ nennt. Dieser wird nach Carey durch die vollkommene Serie von Übergangsformen, die äußerst kontinuierlich von der ersten Schuppe bis zum ersten Laubblatt gehen, charakterisiert (5; S. 713).

Analysieren wir nun eine Knospe, und vergleichen wir die Deckelemente mit dem ausgewachsenen Blatt. Die Knospe selbst ist braun und sehr klein. Das ausgewachsene Blatt ist breit, herzförmig, mit einer sehr prägnanten Spitze versehen, in die der Blattrand stark konkav ausläuft. Anders das Bild der Knospenschuppe. Hier kann man von einer Spreite nicht sprechen, sondern den Hauptanteil nimmt eine Region ein, die der Spitze des durchschnittlichen Blattes entspricht. Wie sich nun allmählich der Spreitenteil gleichsam vervoll-

kommnet, das zeigt uns der Verfolg der Übergangsformen. *E. microphylla* zeigt uns aber diese Erscheinung nicht so klar, da die Beobachtung wegen der Kleinheit der einzelnen Formen sehr erschwert wird.

Es sei noch eine Erscheinung erwähnt, die ich an den Exemplaren in unseren Gewächshäusern beobachtete. Es kommt hier zu einer Art von aufgehobener Knospenbildung. Die Knospe wird nicht in ihrer gewöhnlichen Form ausgebildet, sondern es schließt sich sofort ein neuer Schub an, der dadurch kenntlich wird, daß eine Region weißlicher Blätter auftritt, und zwar beginnt diese Region mit Blättern, die im basalen Teil eine weiße Zone aufweisen; bei den nächstfolgenden Blättern nimmt die Zone an Größe zu; der grüne Teil wird immer mehr auf die Spitze der Blätter beschränkt, und schließlich finden wir einen Abschnitt am Sproß, an dem die Blätter völlig weiß sind. Bei den nun weiter folgenden Formen tritt die Grünfärbung wieder auf, diesmal aber im basalen Teil, während der obere Teil des Blattes noch weiß ist. Bei den darauf folgenden Formen wird der grüne Anteil immer größer und die weiße Zone immer mehr auf die Spitze beschränkt, bis schließlich die Blätter in der ganzen Fläche das Vorhandensein von Chlorophyll zeigen. Diese geschilderte Reihe von Blattformen ist jedoch nicht persistent, sondern fällt später ab, so daß man an den Zweigen die blattlosen Zonen erkennen kann, an denen vorher diese Blattformen saßen.

25. *Styphelia Richei* Labill.

Hier finden wir die schönsten kontinuierlichen Reihen von der äußersten Knospenschuppe bis zum Laubblatt an den austreibenden Zweigen. 21 bis 22 Formen vom Triebanfang bis zum eigentlichen Laubblatt konnte ich an jungen Trieben ablesen und präparieren. In kontinuierlicher Folge zeigen uns die Formen der Deckelemente die verschieden vorgeschrittenen Entwicklungsbilder, die ihre Vollendung im Laubblatt finden (Vgl. die folgenden Ausführungen mit Taf. XV).

Zuerst bemerken wir bei der äußersten Form, daß auf einer basalen Zone ein Spitzenteil aufsitzt, der sich durch die leicht konkave Buchtung des Randes abzeichnet. Bei den folgenden Formen wird diese Buchtung immer ausgeglichener, gleichzeitig sehen wir, daß die Formen länger sind, d. h. wir beobachten die allmähliche Einschaltung des Spreitenteils. Ferner nehmen wir die Andeutung einer kleinen rundlichen Spitze auf den Formen wahr. Die Spreite nimmt nun bei den folgenden Formen immer mehr zu, bis wir schließlich die Form des durchschnittlichen Laubblattes vorfinden. Man könnte die einzelnen Formen in ihrer kontinuierlichen Gestaltfolge mit den einzelnen aufeinanderfolgenden Phasen eines Trickfilms vergleichen.

Dieselbe Kontinuität zeigt sich in der Ausbildung der Nervatur durch die einzelnen Formen hindurch von der ersten Schuppe bis zum ersten Laubblatt. In der beigegebenen Abbildung habe ich versucht, eine solche kontinuierliche Reihe festzuhalten (Form 18 fehlt, sie

ging bei der Präparation verloren). Die folgenden nicht mehr gezeichneten Blätter zeigen nun, daß die Formen allmählich flacher in die Spitze auslaufen, d. h. mehr lanzettliche Gestalt erhalten, so daß die größte Breite des Blattes tiefer zu liegen kommt.

26. *Veronica laevis* Benth.

Die Knospenbildung gestaltet sich hier sehr einfach. Die Laubblätter stehen dekussiert. Zwei Blätter, die sich bis auf ihren kurzen schmaleren Basalteil mit den Rändern berühren, decken die inneren folgenden Glieder der Knospe (s. Taf. IX 2), die ebenfalls diese Art der Deckung aufweisen. Diese Form der Knospenbildung erinnert beispielsweise an die von *Melaleuca hypericifolia* (Endknospe) beschriebene.

Das gleiche gilt für die Achselknospen, deren Deckelemente jedoch bedeutend kleiner sind (auf der Taf. IX, 2 ist eine Achselknospe sichtbar). Beim Treiben der Knospen klappen die äußeren deckenden Blätter auseinander, dann folgen die nächsten Paare und so fort, bis wieder zur einfachen Knospenbildung geschritten wird.

27. *Coprosma robusta* Raoul.

Die Nebenblattbildungen der Rubiaceen zeigen eine große Mannigfaltigkeit der Formen (s. Engl.-Prantl. Nat. Pflanzenfam. 36; S. 3).

Bei der vorliegenden Art finden wir eine Ochreabildung. Hier stehen an den Seiten zwischen den Blattstielansätzen Gebilde von dreieckig schuppiger Gestalt; sie sind grün und endigen in eine oft knopfförmige, später meist schwarzbraune Spitze. Diese Gebilde, die sich paarig gegenüberstehen, sind miteinander verwachsen (s. Taf. XII, 2). Das Ganze bildet also eine röhrenförmige Scheide (über die Rubiaceen-Ochrea findet man Ausführungen bei Glück 19; S. 127—129).

Jede der dreieckigen Formen für sich entspricht den Nebenblättern, die zu verschiedenen, sich gegenüberstehenden Blättern gehören. Diese Nebenblattgebilde stellen also Deckelemente dar, indem sie sich über den jungen Blattanlagen dicht mit ihren Rändern zusammenschließen. Beim Austreiben werden sie beiseite gedrängt, und das folgende Blattpaar entwickelt sich hervor; in gleicher Weise folgt das nächste Blattpaar und so fort. Dieselbe Art der Deckung finden wir auch bei den Achselknospen. Hier wird die Achselknospe als Ganzes von dem Ochreateil gedeckt, der dem Blattstiel des zugehörigen Tragblattes zugewandt ist. Die äußerste Deckung der Achselknospen bilden die jungen Blattanlagen der ersten Blätter und die ihnen zugehörige Nebenblattbildung (Ochrea).

Die Nebenblattbildungen sind sehr persistent und bleiben noch lange nach dem Abfall der Blätter am Zweige erhalten.

C. Typologie.

1. Geschichtliches zur Typologie.

Für die Morphologie ist eins der wichtigsten Ordnungsprinzipien die Typologie. Bevor ich die eigenen Untersuchungen auswerte und die Ergebnisse typologisch zu fassen versuche, möchte ich eine kurze historische Skizze der Knospen-Einteilungen geben, um daraus ersehen zu können, welcher morphologische Wert den Knospenschuppen beigemessen wurde.

Löfling, 1749 (28; S. 169—170) teilt die Knospen ein nach ihrer Zusammensetzung aus:
1. Blättern: Gemmae foliaceae.
2. Blattstielen: Gemmae petiolares.
3. Stiel u. angewachsenen Nebenblättern: Gemmae stipulaceo-petiolares.

De Candolle, 1813 (3; S. 330) unterscheidet:
Gemmae foliaceae: Foliacés.
Gemmae petiolaceae: Petiolacés.
Gemmae stipulaceae: Stipulacés.
Gemmae fulcraceae: Fulcracés.
Die letzte Gruppe entspricht der Löfling'schen Gruppe: Gemmae stipulaceo-petiolares.

Schleiden, 1843, hat nur drei Klassen, die er nach den Tegmenten unterscheidet (38; S. 203):
I. Tegmenta foliacea.
II. Tegmenta vaginalia (nur den Zwiebeln zukommend).
III. Tegmenta stipulacea (ramenta).

Henry, 1846, unterscheidet in seinem bedeutenden Werk „Knospenbilder" (24):
1. Blattdeckige Knospen (Gemmae foliaceae).
2. Blattstieldeckige Knospen (Gemmae petiolaceae).
3. Nebenblattdeckige Knospen (Gemmae stipulaceae).

Clos, 1856 (6) wäre deshalb besonders zu erwähnen, weil er die Wichtigkeit der Blattscheide zur Erklärung der Knospenschuppen betont. Er läßt aber trotzdem den petiolaren Typ als einen möglichen gelten. Ferner gibt er dem weiten Begriff „Bourgeons foliacés" von De Candolle eine genauere Bestimmung durch den Begriff „Bourgeons limbaires".

Duchartre, 1876 (10; S. 408—409) gibt für die Knospen folgende Einteilung:
1. Bourgeons foliacés.
2. Bourgeons stipulacés.
3. Bourgeons petiolacés.
4. Bourgeons fulcracés.

Die „Bourgeons petiolacés" entsprechen den Knospen Schleidens, die sich aus Vaginaltegmenten zusammensetzen. Diese Tegmente der „Bourgeons petiolacés" sind aus der Basis der Blattstiele hervorgegangen. Die „Bourgeons fulcracés" gehören den Pflanzen an, deren Laubblätter zwei Nebenblätter tragen.

Mikosch, 1876, schreibt (30; S. 752—753): die Tegmente „entstehen aus den ungleichwertig sich differenzierenden Blattanlagen, die entweder den Vaginalteil oder nur den Laminalteil oder nur die Nebenblätter eines Laubblattes deutlich ausbilden, während die anderen Blatteile entweder gar nicht angelegt werden, oder wenn dies geschieht, bald nach der Anlage verkümmern."

Außerdem gibt es noch eine andere Art von Tegmenten: „sie sind mit dem Stamm in Verbindung bleibende Reste von schon abgefallenen Laubblättern". Diese Tegmente entsprechen „dem in fester Verbindung mit dem Stamm bleibenden Teil des Blattstieles, dem Blattgelenk".

Bei Goebel, 1883 (20; S. 244) finden wir folgende drei Gruppen: Es gehen die Knospenschuppen hervor aus Umbildung:

1. der ganzen Laubblattanlage,
2. des Blattgrundes,
3. der Nebenblätter.

Lubbock, 1899 (29) untersucht:

I. den Schutz, den die Knospe als Ganzheit erfährt,
II. den Schutz, den die Knospe als Ganzheit von sich aus aufweisen kann.

Unter dem Gesichtspunkt der Schutzfunktion der Knospendecken erhält er drei Gruppen:

1. Schutz durch Blattspreite,
2. Schutz durch Blattgrund,
3. Schutz durch Nebenblätter.

Brick, 1930 (2; S. 215) unterscheidet in Fortführung Goebels vier Gruppen von Knospenschuppen: Die Knospenschuppen sind entstanden:

1. aus der Anlage eines ganzen Blattes,
2. aus der Anlage eines Blattgrundes,
3. aus der Anlage eines Blattgrundes, der bereits die Nebenblätter zu differenzieren begann, ohne die Nebenblätter völlig auszubilden,
4. aus der Anlage der vom Blattgrund völlig differenzierten Nebenblätter.

Carey, 1930, stellt auf Grund von Untersuchungen an Pflanzen der Neu-Süd-Wales-Flora eine Typologie auf, deren Gesichtspunkte so uneinheitlich sind, daß ich diese Typologie an dieser Stelle nicht näher ausführe, sondern nur auf sie verweise (5).

Aus dieser geschichtlichen Skizze, die keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt, ersehen wir eine verhältnismäßig gleiche Auffassung von den morphologischen Charakteren, welche die Deckelemente der Knospen bestimmen. Sehr umstritten ist die existentielle

Möglichkeit von Knospenschuppen, die dem Blattstiel homolog sind. Ich halte es für überflüssig, hierüber in diesen Ausführungen zu diskutieren. Zur Entscheidung dieser Frage muß die entwicklungsgeschichtliche Forschung mit herangezogen werden.

Über den Wert einer Typologie kann man sehr verschiedener Meinung sein. Ein Argument gegen die Aufstellung von Typen ist das, daß man bei der begrifflichen Einengung der Typen viele Formen, die zwischen den Typen liegen, nicht erfaßt. Typen sind Abstraktionen und keine Realwesenheiten der lebenden Natur. An Stelle von Typen wäre die Aufstellung von Reihen zu setzen, die uns die mehr oder weniger deutliche Kontinuierlichkeit der Gestalten vergegenwärtigt. Da sich aber diesem Vorhaben große Schwierigkeiten entgegenstellen, die sich aus dem Mangel an Einzelerkenntnissen ergeben, so greifen wir aus methodischen Gründen auf die Aufstellung von Typologien zurück und bleiben uns dabei des Einwandes wohlbewußt, der gegen sie erhoben wurde.

2. Auswertung der Untersuchungen und Versuch einer Typologie.

Bei der Darstellung der Tatsachen habe ich ein besonderes Gewicht auf die sogenannten Übergangsformen gelegt. Zwar gibt es Knospen, die nur sehr wenige oder gar keine Übergangsformen aufweisen. In anderen Fällen bestehen Zweifel: so findet man z. B. bei der Achselknospe von *Eriostemon myoporoides* var. *neriifolius* beim Austreiben eine Form, die man als Übergangsform bezeichnen könnte. (S. Taf. X, 2, d). Bei anderen Knospen jedoch können wir eine äußerst kontinuierliche Formenreihe vom ersten Deckelement bis hin zu den Laubblättern finden (z. B. bei *Styphelia Richei)*. Diese Übergangsformen erweisen sich m. E. als höchst wertvoll für die morphologische Deutung des Deckelementes, oder anders gesagt, für die Bestimmung des morphologischen Verhältnisses von Deckelement zu Laubblatt. Ferner sahen wir, daß auch in dem Gebiet der eigentlichen Laubblattformen oft eine Reihe von Übergangsformen zu erkennen ist (z. B. bei den untersuchten *Podocarpus*-Arten oder bei *Araucaria Bidwillii*). Auch hier führte uns eine Gestaltungsreihe zu dem eigentlichen durchschnittlichen Laubblatt der Spezies. Diese Übergangsformen der Blätter untereinander verglichen und mit den Übergangsformen der Deckelemente vergleichend in Beziehung gesetzt, werden sich für die morphologische Deutung der Deckelemente als wertvoll erweisen, auch dann, wenn zwischen beiden Formenreihen zuweilen, wie z. B. bei *Podocarpus*, ein Sprung zu beobachten ist.

Wollte man nun die Knospen der untersuchten Pflanzen z. B. nach den Goebel'schen Typen der Deckelemente einordnen, so könnte es auf den ersten Blick erscheinen, als wäre dieses gut möglich. So finden wir unter den untersuchten Formen Vertreter, bei denen im wesentlichen der erweiterte Blattgrund das eigentliche Deckelement darstellt (z. B. *Griselinia litoralis; Panax arboreum)*. Ferner finden wir

Fälle, in denen Stipularorgane den wesentlichen Anteil an der Deckung haben (z. B. *Spyridium globulosum; Coprosma robusta).*

Wie steht es aber mit jenem Typ, bei dem die Knospenschuppe weder dem Blattgrund, noch Stipularorganen homolog zu setzen ist, sondern bei dem man die Schuppe der Spreite oder einer umgewandelten Blattanlage (G o e b e l), einfach dem Blatt, schlechthin homolog setzt, von dem man auch leicht sagt, das Deckelement stelle ein reduziertes Blatt dar?

Denken wir z. B. an die untersuchten Arten von *Podocarpus, Araucaria, Agathis, Hakea, Pittosporum, Styphelia,* so zeigte sich bei den Deckelementen eine im basalen Teil gelegene, wachstumsfähige Zone. Diese Zone nahm an Ausdehnung zu, je weiter wir von den untersten Deckformen zu den oberen der austreibenden Knospen übergingen.

Die eigentliche Knospenschuppe wurde z. B. bei *Podocarpus* oder *Hakea* gleichsam hochgehoben. Genauer gesagt: Der ursprüngliche Schuppenteil nahm an Ausdehnung ab, der der Spreite homologe Teil dagegen zu.

Betrachten wir nochmals als Beispiel genauer den Fall bei *Podocarpus,* so fanden wir einen Spitzensaum in den Übergangsformen der eigentlichen Laubblätter, der allmählich bei den folgenden Formen abnahm. Die vergleichende Betrachtung zwischen den letzten Formen der Deckelemente und den ersten Übergangsblattformen läßt deutlich erkennen, daß dieser Spitzensaum der obersten Region der letzten Deckelementformen homolog ist. Der Spreitenteil des Blattes schaltet sich interkalar ein und bildet sich als solcher zunehmend aus.

Auch z. B. für *Araucaria Bidwillii* können wir diese Betrachtung anstellen. Hier können wir ebenfalls beobachten, wie die sich vom breiteren basalen Teil deutlich abhebende Spitzenregion der ersten Formen der treibenden Knospe relativ groß ist, in den folgenden Formen immer mehr abnimmt, bis schließlich der Rand konvex in die Spitze ausläuft.

Auch bei *Hakea oleifolia* können wir diese Erscheinung eines spitzenregionalen Teiles, der der Knospenschuppe entspricht, in der Formenfolge nachweisen.

Mir ergibt sich also folgendes Bild: Es gibt außer der Bildung der Knospenschuppe durch Blattgrund- oder Nebenblatthomologe noch eine besondere Art der Schuppenbildung.

Bei den letztbehandelten Beispielen entspricht die Schuppe, das Deckelement, schließlich nicht dem Blatt als ganzem, sondern das äußerste Deckelement stellt ein Gebilde dar, das ich als die „Blattspitzenregion" bezeichnen möchte. Diese Region nimmt nun durch die Reihe der weiteren Deckelemente und Übergangsformen hindurch in ihrer Ausdehnung ab, der Spreitenanteil nimmt dagegen zu.

Schematisiert und zur Erfassung des Wesentlichen etwas einseitig idealisiert ergibt sich mir ein Bild, das ich auf Taf. VI, 2 darzustellen versucht habe.

Herr Prof. Pilger lenkte meine Aufmerksamkeit auf Erscheinungen an den Blättern der Santalacee *Buckleya*. Leider kann ich die folgenden Mitteilungen nur nach den Beobachtungen am Herbarmaterial machen.

Betrachten wir die Zweige der Santalacee *Buckleya Henryi* Diels (s. Taf. XVI), so bemerken wir, daß die ersten Blattformen eines Triebes eine kleine grüne, meist runde Spreite besitzen, der eine große braune Schuppe aufsitzt, die der Knospenschuppe entspricht. Bei den folgenden Formen wird die Spreite immer größer und nähert sich mehr und mehr der eilanzettlichen Form, während die schuppige Spitzenregion immer mehr abnimmt. Schließlich haben wir eilanzettliche Formen vor uns, und nur die äußerste Spitze der Blätter ist vielleicht noch ein wenig braun. Dieser Fall, glaube ich, illustriert meine Anschauung und das gegebene Schema besonders gut.

Wir haben es m. E. bei dem äußersten Deckelementen gewisser Knospen nicht mit einer Umwandlung oder einer Hemmungsbildung bereits „differenzierter Blattanlagen" zu tun (Goebel). So schreibt auch Diels in einer Veröffentlichung über Untersuchungen der Blattfolge von *Asarum europaeum:* „Es zeigt sich hierin, wie frühzeitig die Laubblätter ihren besonderen Weg gehen, und zugleich ergibt sich daraus für die Niederblätter und die neogenen Blätter, daß ihre theoretisch angenommene „Umwandlung" aus Laubblättern in einem Stadium erfolgt, wo die entscheidenden Laubblattqualitäten noch nicht sichtbar sind". (Siehe 9; S. 211.)

Nach meinen Ausführungen stellt sich mir also das Deckelement mancher Knospen als eine im gewissen Sinne (d. h. im ontogenetischen Sinne) selbständige Gestaltung dar, die aus dem hervorgeht, was wir überkommenermaßen als eine „Laubblattanlage" bezeichnen. Morphologisch aber können wir sagen, daß dieses Deckelement ein Gebilde darstellt, das der Blattspitzenregion der Übergangsformen (der Deckelementreihe und der Laubblattreihe) homolog ist.

Es sei noch bemerkt, daß ich das Auftreten der sogenannten Blattspitzenregion — wie aus den Untersuchungen ersichtlich — nur an ungeteilten Blattspreiten gefunden habe.

Da ich den Begriff der Knospe und den Begriff des Deckelementes sehr weit gefaßt habe, so bleibt der Typ, bei dem das Deckelement dem ganzen Laubblatt der Spezies entspricht, erhalten (z. B. *Eriostemon myoporoides; Veronica laevis).*

So ergeben sich nach dem morphologischen Charakter der Deckelemente vier Knospentypen:

1. der Blattspitzenregion-Typus,
2. der Blatt-Typus,
3. der Blattgrund-Typus,
4. der Nebenblatt-Typus.

Die vorliegenden Untersuchungen begann ich im November 1931 auf Veranlassung von Herrn Prof. Dr. Diels. Herrn Prof. Dr. Diels spreche ich für die Anregung zu den Untersuchungen und für die Unterweisungen meinen ehrerbietigen Dank aus. Herrn Prof. Dr. Pilger, Herrn Prof. Dr. Harms und allen Beamten des Instituts, sowie der Bibliothekarin Frl. Röller, die an meinen Studien regen Anteil nahmen und mich mit ihren Ratschlägen unterstützten, spreche ich ebenfalls meinen Dank aus. Ebenso danke ich Herrn Gartendirektor Vorwerk für das weitgehende Verfügungsrecht über die zu den Untersuchungen gebrauchten Pflanzen und den Gärtnern, Herren Lichtenberg, Ryback und Fries, denen das Australische Revier zur Pflege gegeben ist, für ihre Unterstützung.

Literatur-Verzeichnis.

In der folgenden Übersicht ist nur die in der vorliegenden Arbeit zitierte Literatur aufgeführt. Im übrigen sei auf die umfangreiche Bibliographie von Adriance S. Foster hingewiesen in: „Salient features of the problem of bud-scale morphology" Biological Reviews, Vol. III, No. 2, 1928, S. 159—164.

1. Baenitz: Handbuch der Botanik. Berlin 1880.
2. Brick: Die Anatomie der Knospenschuppen in ihrer Beziehung zur Anatomie der Laubblätter. — Beih. Bot. Centralb. XXXI (1), S. 209—308. 1913.
3. De Candolle: Théorie élémentaire de la Botanique ou exposition des principes de la classification naturelle et de l'art de décrire et d'étudier les végétaux. — Paris 1813.
4. De Candolle-Bunge: Anleitung zum Studium der Botanik. — 1844.
5. Carey: The leaf-buds of some woody perennials in the New South Wales Flora. — Proc. Linn. Soc. New South Wales LV (1930) S. 708—737.
6. Clos: Importance de la gaine de la feuille dans l'interprétation des bractées, des sépales et des écailles des bourgeons. — Bull. Soc. Bot. France III, 679—684, 1856.
7. Cockayne: The trees of New Zealand. — Wellington 1928.
8. Diels: Jugendformen und Blütenreife im Pflanzenreich. — Berlin 1906.
9. ders. Beiträge zur Kenntnis der Blattfolge bei *Asarum europaeum* L. — Zeitschrift f. Bot. XXIII: 203—216, 1930.
10. Duchartre: Éléments de Botanique. — Paris 1867.
11. Foster: Salient features of the problem of bud-scale morphology. — Biological Reviews, III, No. 2, 124—164. 1928.
12. ders. Investigations on the morphology and comparative history of development of foliar organs. I. The foliage leaves and cataphyllary structures in the horse-chestnut *Aesculus Hippocastanum* L.). — Am. Jour. Bot. XVI: 441—474, 475—501. 1929.
13. ders. Investigations .... II. Cataphyll and foliage leaf form and organization in the Black Hickory (*Carya Buckleyi* var. *arkansana*). — Amer. Jour. Bot. XVIII: 864—887. 1931.
14. ders. Investigations .... III. Cataphyll and foliage-leaf ontogeny in the Black Hickory (*Carya Buckleyi* var. *arkansana*). — Amer. Jour. Bot. XIX: 75—99. 1932.

15. ders. Phylogenetic and ontogenetic interpretations of cataphyll. — Amer. Jour. Bot. XVIII: 243—249. 1931.

16. ders. Investigations.... IV. The prophyll of *Carya Buckleyi* var. *arkansana*. — Amer. Jour. Bot. XIX: S. 710—728. 1932.

17. ders. A Re-examination of the Problem of Bud-scale Morphology. — Rep. Proc.: V. Intern. Bot. Congr. Cambridge 1931.

18. Francis: Australian Rain-Forest Trees. Brisbane 1929.

19. Glück: Blatt- und blütenmorphologische Studien. — Jena 1919.

20. Goebel: Vergleichende Entwicklungsgeschichte der Pflanzenorgane. — Schenks Handbuch der Botanik, III, 99—432. 1884.

21. ders. Organographie der Pflanzen. 3. Teil; 1. Hälfte (Samenpflanzen). — Jena 1932.

22. Grüss: Die Knospenschuppen der Coniferen und deren Anpassung an Standort und Klima. — Diss. Berlin. 1885.

23. Henry: Beitrag zur Kenntnis der Laubknospen. — Nov. Act. 2. Abt. Coniferen, 1837.

24. ders. Knospenbilder. — Nov. Act. XXII. 1. 1846.

25. Lamarck: Encyklopédie méthodique Botanique. — 1783.

26. Leunis: Synopsis der Pflanzenkunde, 1. Bd. — 1883.

27. Link: Elementa philosophiae botanicae. — Berlin 1824.

28. Löfling: Gemmae Arborum. — Amoenitates Acad. II, 1752.

29. Lubbock: On buds and stipules. — London 1899.

30. Mikosch: Beiträge zur Anatomie und Morphologie der Knospendecken dikotyler Holzgewächse. — Sitzber. Akad. Wiss. Wien (Math.-Naturw.), LXXIV (1) 723—755.

31. Noack, K. L.: Grundzüge der Botanik. — 1929.

32. Pilger: Über Verzweigung und Blütenstandsbildung bei den Holzgewächsen. — Bibl. Bot., Heft 90, Stuttgart 1922.

33. ders. „*Podocarpaceae*" — Engler-Prantl, Nat. Pflanzenfam. XIII. 2. Aufl.

34. ders. „*Araucariaceae*" — Engler-Prantl, Nat. Pflanzenfam. XIII. 2. Aufl.

35. Prantl-Pax: Lehrbuch der Botanik. — 1916.

36. Schumann: „*Rubiaceae*" — Engler-Prantl, Nat. Pflanzenfam. IV, 1897.

37. Reinke: Lehrbuch der Botanik. — Bln. 1880.

38. Schleiden: Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik. — Teil II. 1843.

39. Schneider: Handbuch der Botanik. — Leipzig 1917.

40. Schüepp: Untersuchungen zur beschreibenden und experimentellen Entwicklungsgeschichte von *Acer Pseudoplatanus* L. — Jahrb. f. wiss. Bot. LII (5), 743—804, 1929.

41. Strasburger: Lehrbuch der Botanik. — Jena 1923.

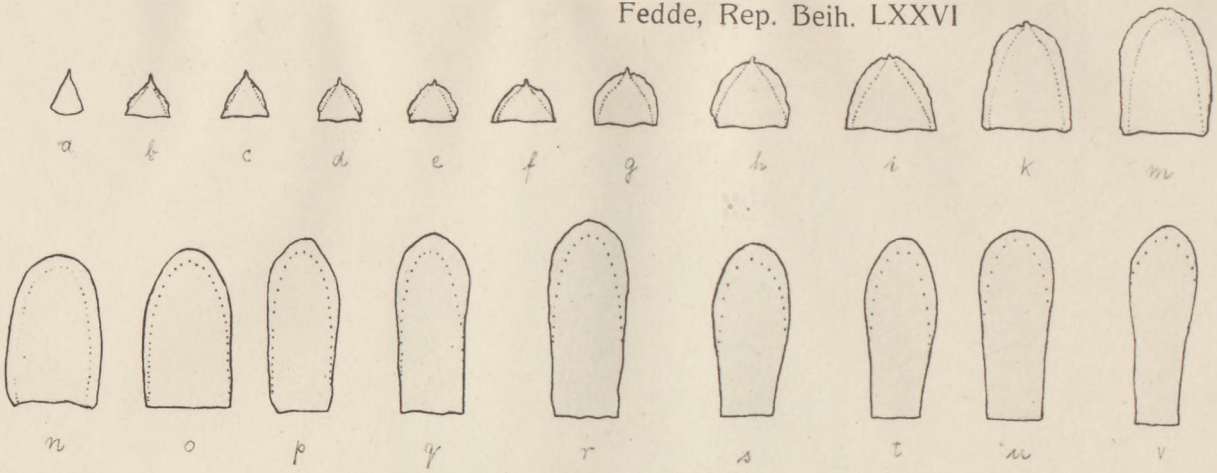
42. Troll: Morphologie der Pflanzen. — Handwörterbuch der Naturwissenschaften. 2. Aufl. 1932, S. 1—3. Bd. 7.

43. ders. Blatt. — Handwörterbuch der Naturwissenschaften. 2. Aufl. 1931. Bd. 1. S. 1026—1056.

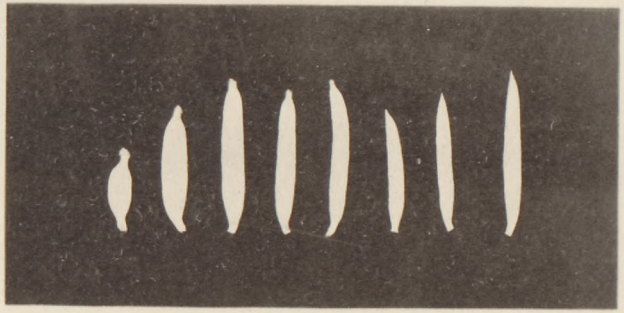
44. Velenovsky: Vergleichende Morphologie der Pflanzen. Teil II. — Prag 1907.

45. Wettstein-Schnarf: Leitfaden der Botanik. — Wien 1921.

Podocarpus Hallii. Deckelement-Serie (unvollständig) einer ausgetriebenen Endknospe. (Zerreißungen und Wellungen des Randsaumes bei der Präparation). Vergr. 12,5.

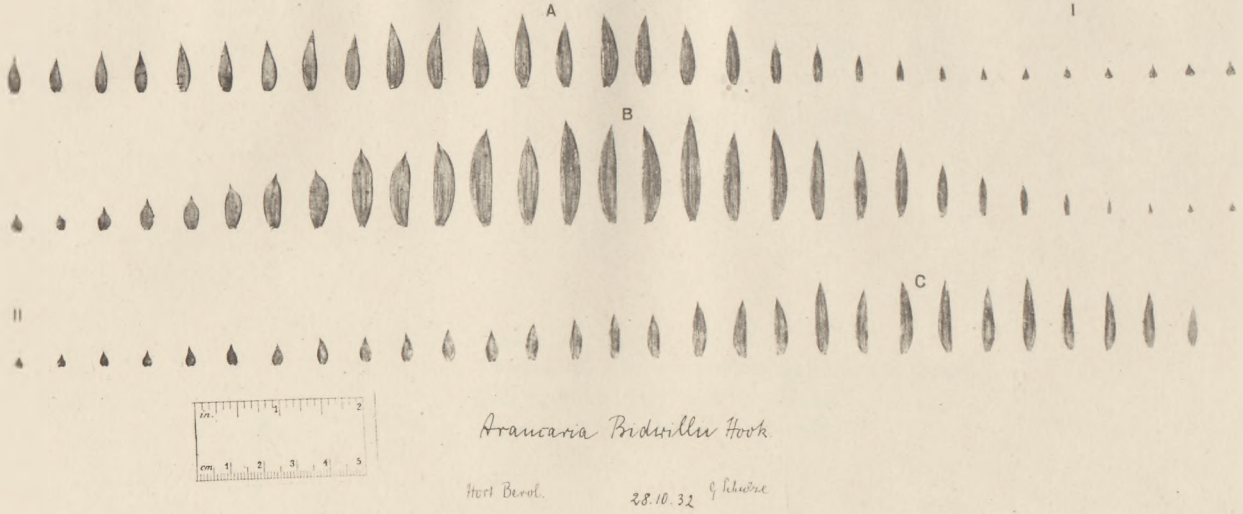


Podocarpus Hallii. Deckelement-Serie (vollständig) einer ausgetriebenen Endknospe. (Z. T. schemat.). Vergr. 4.
Autokopie (A) zeigt die anschließend folgenden Übergangsbildungen in der Reihe der Blätter (Nat Größe)



A

Podocarpus Hallii. Ausgetriebene Endknospe.
Man beachte die Seitenverzweigung. (Etwas vergrößert).



Araucaria Bidwillii. Formenreihe. Vergr. 5.

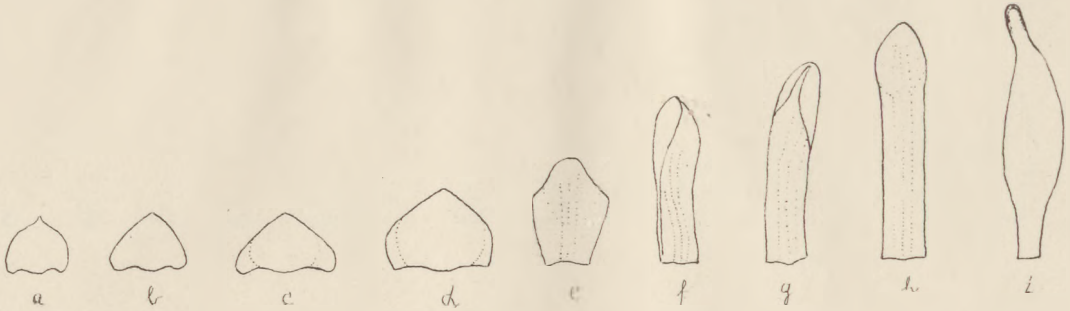


Abb. 1 *Hakea oleifolia*.
Deckelement-Serie einer ausgetriebenen Knospe.
i. Übergangsbildung zum Laubblatt.
f. u. g. von innen gesehen. Vergr. 5

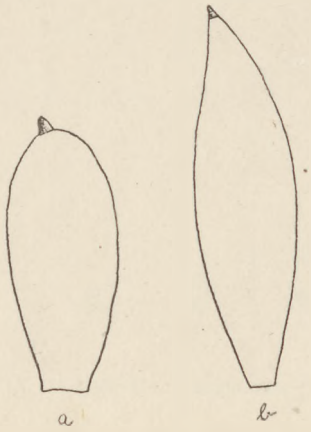


Abb 2. *Agathis australis*.
a. Übergangsform (1. Laubblatt).
b. Nächstfolgendes Laubblatt. (Nat. Größe).

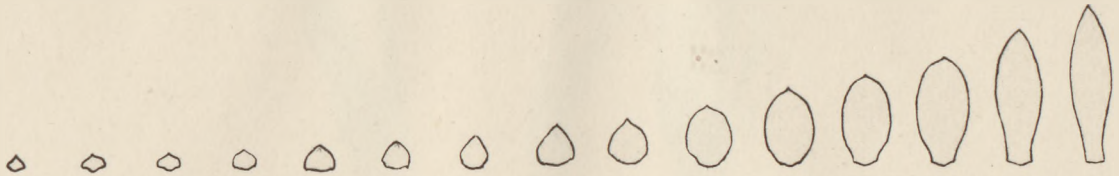


Abb. 1. *Pittosporum undulatum.* Deckelement-Serie einer ausgetriebenen Knospe. (Nat. Größe).

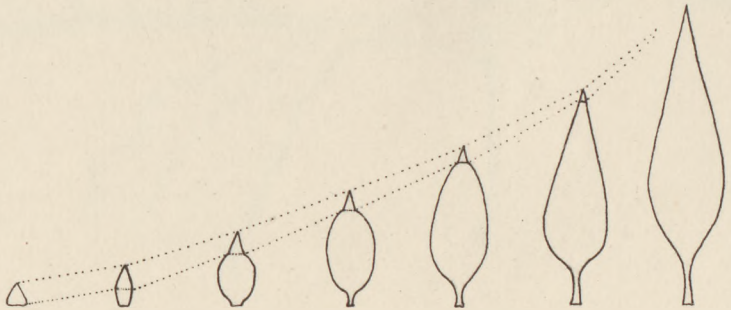


Abb. 2 Schema zur Anschauung von der „Blattspitzenregion".

Pittosporum undulatum.
Austreibende Knospen. Vergr. ca. 1,6.

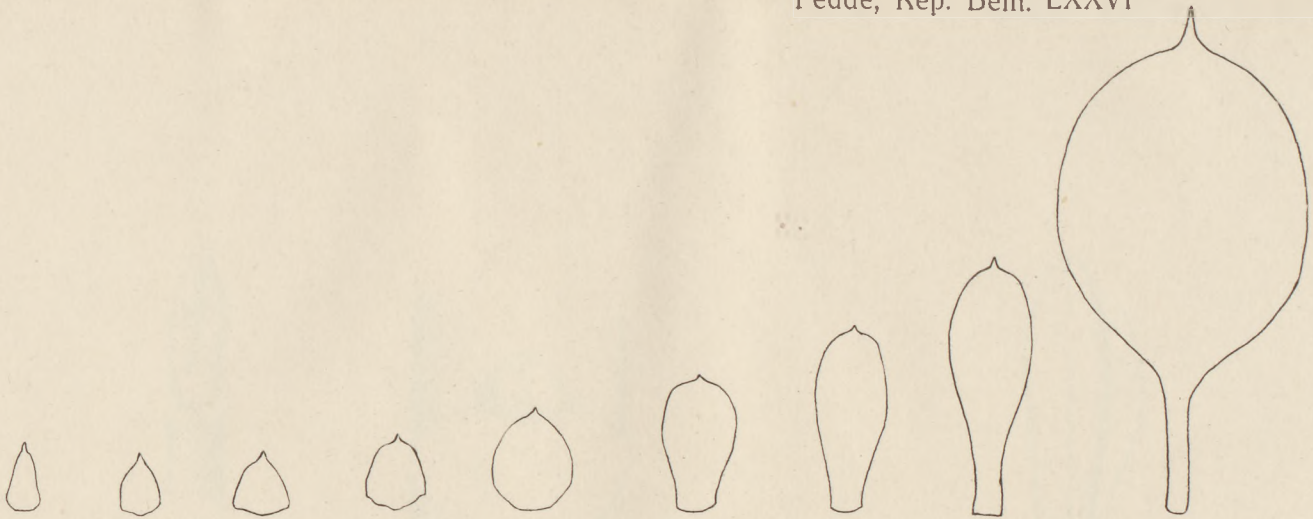


Abb. 1. *Pittosporum rigidum.*
Deckelement-Serie bis zum ersten Laubblatt. Vergr. 4,6.

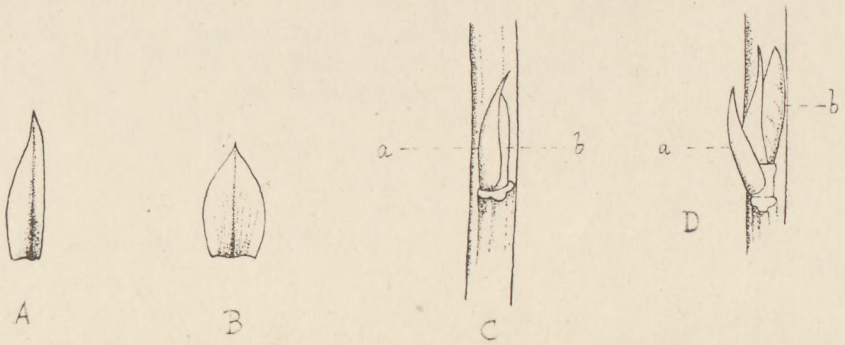


Abb. 2. *Spyridium globulosum.*
A. Nebenblatt. Vergr. 3.
B. Erstes Deckelement der Achselknospe, ausgebreitet. Vergr. 3.
C. Achselknospe. Vergr. 4.
a. Erstes Deckelement.
b. Blattanlage.
D. Achselknospe, treibend.
Tragblatt und die zugehörigen beiden Nebenblätter sind in Abb. C. und D. fortgelassen.
Vergr. 4.

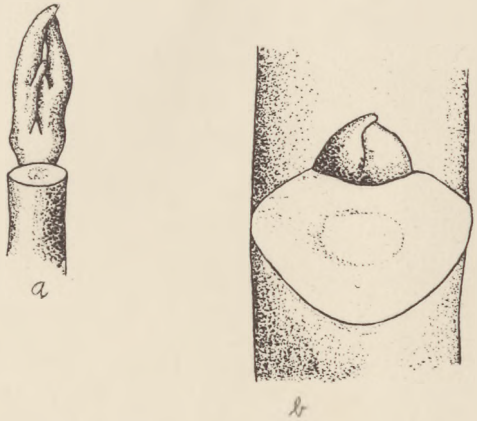


Abb. 1. *Melicope ternata.*
a. Endknospe. Vergr. 10.
b. Achselknospe. Vergr. 25.

Abb. 2 *Veronica laevis.*
Endkn. Bei A ist Achselknospe sichtbar.
Vergr. 4.

Abb. 1. *Eriostemon myoporoides* var. *intermedius*, Endknospe. Vergr 6.

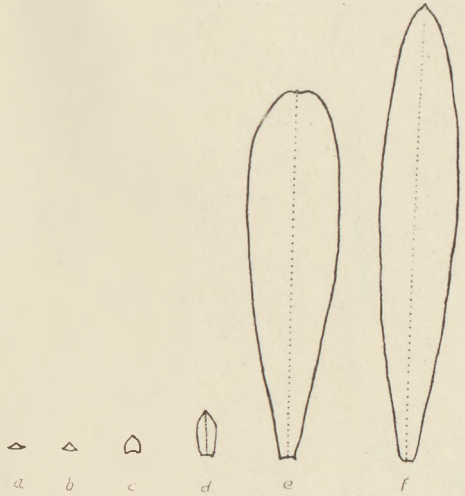


Abb. 2. *Eriostemon myoporoides* var. *neriifolius*, Deckelemente und erste Blätter einer ausgetriebenen Achselknospe. (Nat. Größe).

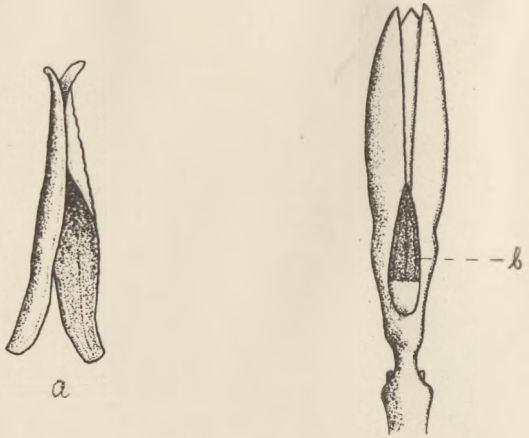


Abb. 1. *Melaleuca thymifolia*. Endknospe.
a. Erstes Deckelement-Paar,
b. Form des 2. Paares. Vergr. 14.

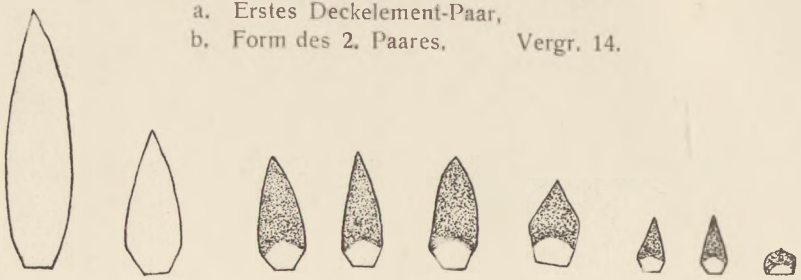


Abb. 2. *Melaleuca linariifolia*.
Deckelement-Serie einer austreibenden Achselknospe. Vergr. 5.

(Zu Tafel XII)
Abb. 1. *Melaleuca thymifolia*.
Achselknospe, ausgetrieben. Vergr. 6

(Abb. 1 siehe Tafel XI)

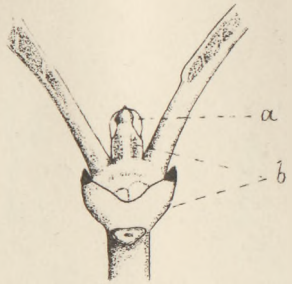
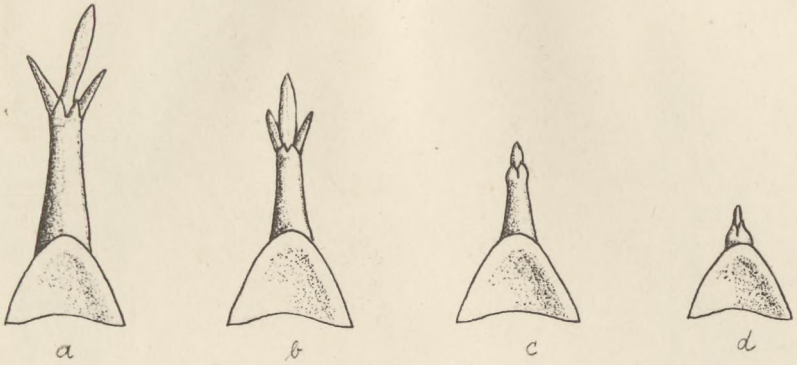


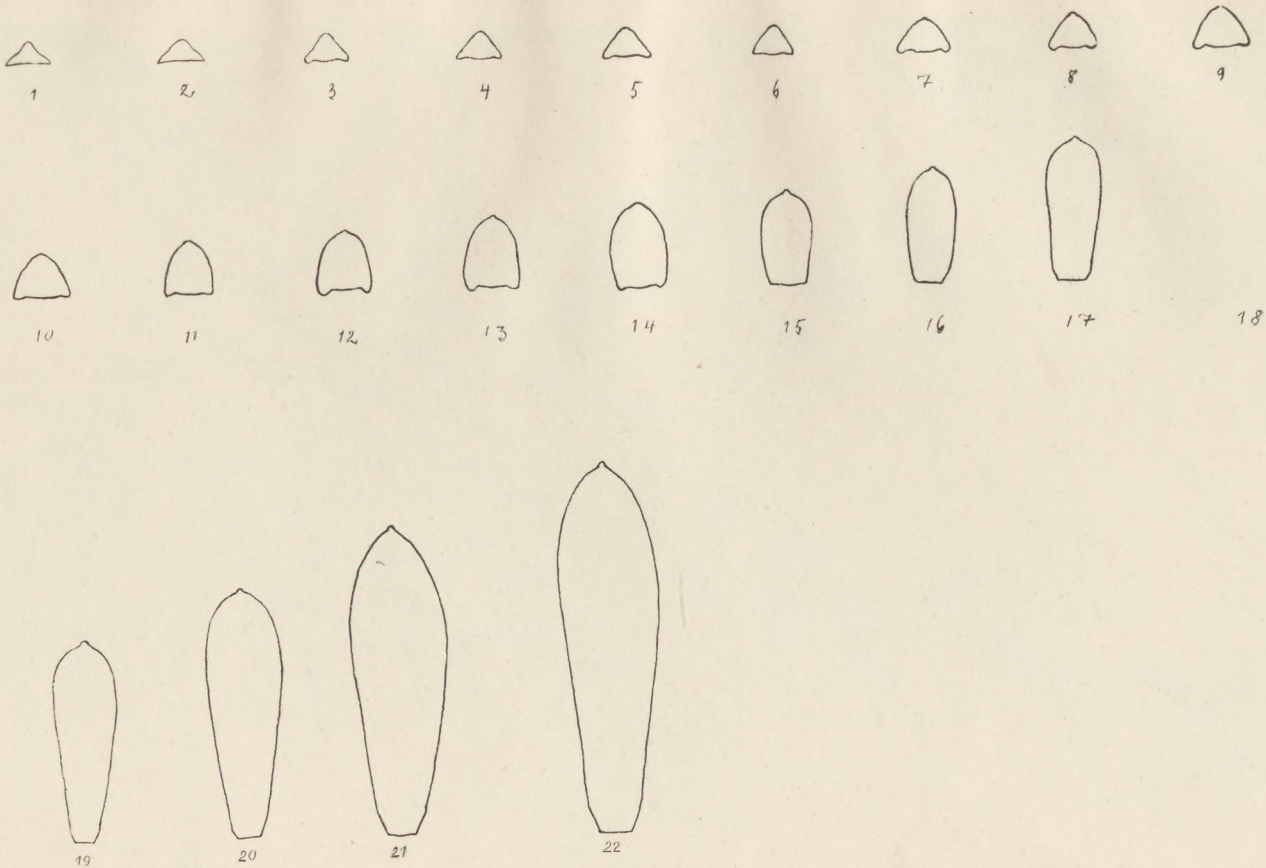
Abb. 2. *Coprosma robusta*. Endknospe. Vergr. 2.
a. Hervorbrechende Blätter.
b. Ochrea.



Panax arboreum,
Deckelement-Serie einer ausgetriebenen Endknospe. Vergr. 4.
a. (Äußerstes Deckelement).

Griselinia litoralis

a. Endknospe aufbrechend. Vergr. 3.
b. Achselknospe. Vergr. 10.



Styphelia Richei. Vergr. 5.
Deckelement-Serie einer ausgetriebenen Knospe. Vergr. 5.

Buckleya Henryi.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Repertorium specierum novarum regni vegetabilis

Jahr/Year: 1934

Band/Volume: BH_76

Autor(en)/Author(s): Schulze Georg Martin

Artikel/Article: Vergleichend - morphologische Untersuchungen an Laubknospen und Blättern australischer und neuseeländischer Pflanzen 33-64