Kritische Studie über die Verwertbarkeit der Wurzelhaubentypen für die Entwicklungsgeschichte.

Von

Günther H. Kroll, Berlin.

Um den Wert der Wurzelhaubentypen für die Entwicklungsgeschichte prüfen zu können, ist es notwendig, einen kurzen Blick auf die auf diesem Gebiet vorliegenden Arbeiten zu werfen.

Hanstein¹⁾ war der erste, der die Entwicklung des Keimes der Monokotylen und Dikotylen eingehend untersuchte. Ihm folgte Reinke²⁾, der die von Hanstein gefundenen Resultate im wesentlichen bestätigte.

Umfassender, was das untersuchte Material anlangt, war die Arbeit Erikssons³⁾, dessen Resultate bereits bedeutende Modifikationen der von Hanstein und Reinke gefundenen aufweisen. Dasselbe gilt von den Abhandlungen E. de Jankzewskis⁴⁾ und Ch. Flahaults⁵⁾, wohl die bedeutendsten neben Hanstein und Eriksson, die auf diesem Gebiet verfaßt worden sind.

Nur über Monokotyledonen schrieb M. Traub⁶⁾ eine ausführliche und schöne Abhandlung.

¹⁾ Entwicklung des Keimes der Monokotylen und Dikotylen. (Botan. Abh. a. d. Geb. d. Morphol. . . . Hrsg. v. Hanstein. Bd. I. 1870. H. 1.)

²⁾ Untersuchungen über Wachstumsgeschichte und Morphologie der Phanerogamenwurzeln. (Bot. Abh. a. d. Geb. d. Morphol. . . . Hrsg. v. Hanstein. Bd. I. 1871. H. 3.) — Über die Morphologie der Vegetationsorgane von *Gunnera*. (Morphol. Abh. 1873.)

³⁾ Über den Vegetationspunkt der Dikotylenwurzeln. (Bot. Zeitung. 1876. No. 41.) — Über das Urmeristem der Dikotylenwurzeln. (Jahrb. f. wiss. Botan. Bd. XI. 1878.)

⁴⁾ Das Spitzenwachstum der Phanerogamenwurzeln. (Bot. Zeitung. 1874. No. 8.) — Recherches sur le développement des radicules dans les Phanérogames. (Ann. d. scienc. nat. Botan. Sér. V. T. XX. 1874.) — Recherches sur l'acroissement terminal des racines dans les Phanérogames. (Ann. d. scienc. natur. Botan. Sér. V. T. XX. 1874.)

⁵⁾ Recherches sur l'acroissement terminal de la racine chez les Phanérogames. (Ann. d. scienc. natur. Botan. Sér. VI. T. VI. 1878.)

⁶⁾ Le meristème primitiv de la racine dans les Monocotylédones. Leiden 1876.

Strasburger¹⁾ verfaßte die bedeutendste Arbeit über Gymnospermen, während Nägeli und Leitgeb²⁾ eine umfassende Abhandlung über Kryptogamen lieferten.

Von weiteren Arbeiten gehören hierher: Reinke³⁾, S. Schwendener⁴⁾, H. G. Holle⁵⁾, Prantl⁶⁾, F. Hegelmaier⁷⁾, L. Koch⁸⁾, E. Fleischer⁹⁾, O. Drude¹⁰⁾, Haberlandt¹¹⁾, Bruchmann¹²⁾, Russow¹³⁾.

Es mag an dieser Stelle die Aufzählung der vorliegenden Abhandlungen genügen, da ich im weiteren Verlauf meiner Arbeit auf den Inhalt der einzelnen Werke näher eingehen werde, soweit er für mein Thema in Frage kommt.

Im folgenden gebe ich zunächst eine Tabelle, in der ich die Ansichten der verschiedenen Autoren in den für uns wesentlichen Punkten, das heißt hinsichtlich der Beziehungen zwischen Plerom, Periblem, Dermatogen (Epidermis) und Wurzelhaube, soweit sie sich decken, zusammenstelle. Ich nehme jedoch die Kryptogamen von dieser Zusammenstellung aus, weil hier die Ansichten zu weit auseinandergehen, als daß man sie in das Schema einer tabellarischen Übersicht bringen könnte.

Tabelle.

Gymnospermae.

Reinke: Ein Plerom ist vorhanden mit besonderen Initialen. Die Zellen des Periblems nehmen nach der Spitze hin an Zahl zu. Die Spitze des Periblems wirkt also wie eine Wurzelhaube. Die äußerste Periblemschicht dient als Epidermis.

¹⁾ Die Koniferen und die Gnetaceen. Eine morphologische Studie. Jena 1872.

²⁾ Entstehung und Wachstum der Wurzeln. (Beitr. z. wiss. Botan. Leipzig 1868. H. 4.)

³⁾ Andeutungen über den Bau der Wurzel von *Pinus pinea*. (Bot. Zeitung. 1872. No. 4.) — Beiträge zur Kenntnis der Gymnospermenwurzel. (Bot. Abh. Leipzig 1873.)

⁴⁾ Über das Scheitelwachstum der Phanerogamenwurzeln. (Sitzungsber. d. kgl. Akad. d. Wiss. Berlin. 1882.)

⁵⁾ Über den Vegetationspunkt der Angiospermenwurzeln. (Bot. Zeitung. 1876. No. 16 u. 17.)

⁶⁾ Untersuchungen über die Regeneration des Vegetationspunktes der Angiospermenwurzeln. Würzburg 1871.

⁷⁾ Zur Entwicklungsgeschichte monokotyledoner Keime nebst Bemerkungen über die Bildung der Samendeckel. (Bot. Zeitung. 1874. No. 39. 44.)

⁸⁾ Untersuchungen über die Entwicklung der *Cuscutae*. (Bot. Abh. Bd. II. H. 3. 1874.)

⁹⁾ Beiträge zur Embryologie der Monokotylen und Dikotylen. (Flora. 1874. No. 24—28.)

¹⁰⁾ Die Biologie von *Monotropa hypopitys* L. und *Neottia nidus avis* L. unter vergleichender Hinzuziehung anderer Orchideen. Göttingen 1873.

¹¹⁾ Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig.

¹²⁾ Die Wurzeln von *Lycopodium* und *Isoëtes*. (Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. VIII. 1874.)

¹³⁾ Vergleichende Untersuchungen über Leitbündelkryptogamen. (Mém. de l'acad. impér. d. scienc. de St. Pétersbourg. Sér. VII. T. XIX.)

Derselben Ansicht sind:

Schwendener (Typus IIIa und IIIb).

Flahault.

Eriksson (Typus IV).

Jankzewski (Typus V).

Holle.

Haberlandt (Typus IV).

Strasburger.

Bemerkenswert ist unter den von Strasburger aufgeführten Beispielen *Taxus baccata*. Hier findet sich nach des Autors Beobachtungen folgendes:

Unter der Wurzelhaube befindet sich, während diese in allmählicher Auflösung begriffen ist, bereits eine neue in Vorbereitung, deren Zellreihen sich nach gänzlicher Abstoßung der ersten strecken und eine neue Wurzelhaube darstellen. Die äußerste Zellreihe dieser neuen Wurzelhaube dient als Pseudo-Epidermis.

Hierin erblickt Strasburger einen ähnlichen Vorgang, wie er bei den Dikotylen stattfindet, nur daß bei den Dikotylen nicht eine ganze Kappe neu gebildet und die alte abgestoßen wird, sondern daß hier nur immer eine Regeneration durch tangentielle Aufspaltung der die Wurzelhaube ergänzenden dermatogenen Schicht eintritt.

Strasburger sieht in dem geschilderten Verhalten von *Taxus baccata* einen Übergang zu den Metaspermen, und dies um so mehr, als sich der Gymnospermentypus ja in mehreren Familien der Dikotylen wiederfindet, z. B. bei den Lupinusarten, nach Strasburger auch bei den Amentaceen, Protaceen und Casuarinaceen.

An dieser Stelle will ich ferner darauf hinweisen, daß Schwendener im Gegensatz zu sämtlichen anderen Beobachtern annimmt, Plerom und Periblem besäßen gemeinsame Initialen, nicht, wie gewöhnlich angenommen wird, gesonderte. In wieweit Schwendener mit seiner Ansicht Recht behalten wird, wage ich nicht zu entscheiden, doch scheint mir aus den mir vorliegenden Zeichnungen hervorzugehen, daß das Plerom ein abgeschlossener Gewebekörper mit eigenen Initialen ist.

Dicotyledones:

- I. Hanstein: Es finden sich in der Wurzelspitze folgende Gewebe: Plerom, Periblem, Dermatogen, Wurzelhaube. Die Wurzelhaube besitzt kein eigenes Bildungsgewebe, sie entsteht durch tangentielle Aufspaltung des Dermatogens, von dem sie auch ergänzt wird.

Diese Ansicht teilen:

Holle }
Reinke } (Für alle Dikotylen.)

Eriksson (für die seinem I. Typus entsprechenden Dikotylen. Auch die Zwischenformen zwischen Erikssons I. und II. Typus reihe ich der Einfachheit halber hier ein).

Schwendener (für die seinem I. Typus entsprechenden Dikotylen).

Haberlandt (für die seinem II. Typus entsprechenden Dikotylen).

Jankzewski (für die seinem III. Typus entsprechenden Dikotylen).

Flahault (für die Erikssons I. Typus entsprechenden Dikotylen).

II. Eriksson: In der Wurzelspitze finden sich folgende Histogene: Plerom, gemeinsames Meristem für Periblem, Dermatogen, Wurzelhaube.

Hierher gehören:

Eriksson (Typus II, wozu ich auch die Zwischenformen zwischen Erikssons II. und III. Typus rechne).

Haberlandt (Typus III).

Schwendener (Typus IIIa).

Flahault (für die Erikssons II. Typus entsprechenden Pflanzen).

III. Eriksson (Typus III): In der Wurzelspitze findet sich nur ein Histogen für alle primären Gewebe.

Diese Ansicht teilen:

Schwendener (Typus II).

Haberlandt (Typus V).

Flahault (für die Dikotylen, die Erikssons III. Typus entsprechen).

Jankzewski (Typus IV). [Jankzewski bezeichnet dieses allen primären Geweben gemeinsame Meristem als „transversales Urmeristem“.]

IV. Eriksson (Typus IV): Es finden sich in der Wurzelspitze folgende Gewebe: Plerom, Periblem, Epidermis. Das Periblem bildet durch Vermehrung der Spitzenlagen die Wurzelhaube. [Dieser Typus entspricht dem Gymnospermentypus.]

Derselben Ansicht sind:

Haberlandt (Typus IV).

Schwendener (Typus IIIb).

Strasburger (für *Amentaceae*, *Proteaceae*, *Casuarinaceae*).

Flahault (für die Dikotylen, die Erikssons IV. Typus entsprechen).

Monocotyledones:

I. Jankzewski (Typus I): In der Wurzelspitze finden sich folgende Meristeme: Plerom, Periblem, Epidermis, Wurzelhaube, die von einer der Epidermis aufliegenden kalyptragenen Schicht regeneriert wird.

Hierher gehören:

Traub (Typus I).

Flahault (eine Monokotyle).

II. Hanstein: In der Wurzelspitze sind folgende Meristeme: Plerom, Periblem, Dermatogen, Wurzelhaube, die von einem Kalyptragen ergänzt wird, das genetisch vom Dermatogen abstammt.

Hierher gehören:

Haberlandt (Typus I).

Hegelmaier (für die von ihm untersuchten Monokotylen).

Fleischer (für einige der von ihm untersuchten Monokotylen).

Jankzewski (Typus II).

Traub (Typus II).

Flahault (für die dem Typus II Traubs entsprechenden Monokotylen).

Holle.

III. Reinke: In der Wurzelspitze finden sich folgende Meristeme: Plerom, Periblem, Dermatogen, Wurzelhaube, die durch tangential Teilungen des Dermatogens gebildet wird.

Dem entsprechen:

Fleischer (für einige der von ihm untersuchten Monokotylen).

Jankzewski (für eine Monokotyle).

IV. Traub (Typus III). In der Wurzelspitze sind folgende Meristeme vorhanden: Plerom und „une groupe d'initiales communes“ für die übrigen Gewebe (Periblem, Epidermis, Wurzelhaube).

Hierher rechne ich auch die Zwischenformen zwischen Traubs II. und III. Typus.)

Gleicher Ansicht sind:

Schwendener (Typus V).

Flahault (für einige *Iridaceae*).

Ehe ich mich dem eigentlichen Thema meiner Arbeit widme, halte ich es für notwendig, eine Zusammenstellung der Pflanzen zu geben, deren Wurzelspitzen bisher in bezug auf das in ihnen sich zeigende Verhältnis zwischen den Meristemen untersucht worden sind. Natürlich wird es mir nicht möglich sein, alle Pflanzen aufzuführen, da sich wohl in zahlreichen Werken gelegentlich derartige Untersuchungen zerstreut finden werden, die mir aber nicht bekannt geworden sind.

Immerhin hoffe ich, genügendes Material zu besitzen, um die vorliegende Frage mit einiger Sicherheit entscheiden zu können.

Was das Technische der Anordnung betrifft, so benutze ich die obige Tabelle in der dort gegebenen Reihenfolge der Typen. Vor den *Gymnospermae* füge ich die in der Tabelle nicht berücksichtigten Kryptogamen ein; sie werden hier am besten ihren Platz finden. Am Ende der Zusammenstellung füge ich einige Pflanzen an, die wegen ihrer Ausnahmestellung in der Tabelle sowohl als auch in der Liste nicht aufgeführt werden können.

Die eingeklammerten Buchstaben hinter den Pflanzennamen geben die Autoren, die die betreffende Pflanze in den Kreis ihrer Betrachtungen gezogen haben, an.

Die Abkürzungen sind folgende:

Hanstein	Han.	Koch	K.
Reinke	Re.	Drude	D.
Eriksson	E.	Flahault	Ft.
Schwendener	Sch.	E. de Jankzewski	J.
Strasburger	St.	Traub	T.
Holle	Ho.	Haberlandt	Hab.
Nägeli und Leitgeb	N.u.L.	Bruchmann	B.
Hegelmaier	He.	Prantl	P.
Fleischer	Fr.	Russow	Ru.

Ein † vor dem Familiennamen zeigt an, daß die betreffende Familie ganz (nur selten mit einer oder zwei Ausnahmen) der

Gruppe, unter der sie eingereiht ist, von allen Autoren zugerechnet wird.

Es wird sich später also darum handeln, die Familie zu betrachten, deren Arten und Gattungen die einen Autoren diesem Typus, die andern einem anderen zurechnen; es wird sich ferner darum handeln, zu untersuchen, welchem Typus die betreffende Familie mit größter Wahrscheinlichkeit zugehört, um daraus dann für unsere Frage geeignete Schlüsse zu ziehen.

Warum ich bei meiner systematischen Zusammenstellung die Reihenfolge Dikotylen — Monokotylen wähle, wird unten erklärt werden.

Systematische Übersicht.

Cryptogamae.

I. † <i>Polypodiaceae</i> .	1. <i>Pteris aquilina</i> (N. u. L.).
N. u. L.: Es ist eine dreiseitige Scheitelzelle vorhanden, die durch tangentielle Teilungen, parallel der konvexen Außenfläche, die Wurzelhaubenkappen abschneidet.	2. <i>Polypodium vulgare</i> (N. u. L.).
II. † <i>Marsiliaceae</i> .	3. <i>Marsilia</i> (N. u. L., Ru.).
Wie <i>Polypodiaceae</i> .	
III. † <i>Marattiaceae</i> .	4. <i>Marattia</i> (Ru.).
Ru.: Mehrere Scheitelzellen, sonst wie <i>Polypodiaceae</i> .	5. <i>Angiopteris</i> (Ru.).
IV. † <i>Ophioglossaceae</i> .	6. <i>Botrychium lunaria</i> (Ru.).
Ru.: Eine oder mehrere Scheitelzellen. Sonst wie <i>Polypodiaceae</i> .	7. <i>Ophioglossum vulgatum</i> (Ru.).
V. † <i>Equisetaceae</i> .	8. <i>Equisetum hiemale</i> (N. u. L.).
N. u. L.: Es ist eine dreiseitige Scheitelzelle vorhanden, die eine Kappenmutterzelle abscheidet, welche wie ein Kalyptragen wirkt. Ferner sind folgende Gewebe vorhanden: Plerom, Periblem, Epidermis.	
VI. <i>Lycopodiaceae</i> .	9. <i>Lycopodium hippuris</i> (T.).
N. u. L.: Wahrscheinlich ist eine vierseitige Scheitelzelle vorhanden.	10. <i>L. selago</i> (St., B.).
T., St., B.: Es sind folgende Gewebe vorhanden: Plerom, Periblem, Dermatogen, Kalyptragen mit Wurzelhaube (wie bei <i>Pistia</i>).	11. <i>L. inundatum</i> (B.).
	12. <i>L. clavatum</i> (B.).
	13. <i>L. annotinum</i> (B.).
	14. <i>L. chamaecyparissus</i> (B.).
VII. <i>Selaginellaceae</i> .	15. <i>Selaginella kraussiana</i> (N. u. L.).
N. u. L.: Wahrscheinlich ist eine zweischneidige Scheitelzelle vorhanden.	16. <i>S. martensii</i> (N. u. L.).
Ru.: Wahrscheinlich sind mehrere Scheitelzellen vorhanden.	17. <i>S. laevigata</i> (N. u. L.).
	18. <i>S. cuspidata</i> (N. u. L.).

140 Kroll, Studie über die Verwertbarkeit der Wurzelhaubentypen etc.

VIII. *Isoëtaceae*.

N. u. L.: Wahrscheinlich ist eine zweischneidige Scheitelzelle vorhanden, aus der durch tangentielle Teilungen die Wurzelhaube hervorgeht.

B.: Es sind folgende Gewebe vorhanden: Plerom, Periblem, Dermatokalyptragen.

19. *Isoëtes lacustris* (N. u. L., B.).

Gymnospermae.

Plerom vorhanden. Die Zellen des Periblems nehmen an der Spitze zu. Die Spitze des Periblems dient als Wurzelhaube. Die äußerste Periblemschicht stellt die Epidermis dar.

IX. † *Cycadaceae*.

20. *Cycas circinalis* (Re.).
 21. *C. revoluta* (Re., St.).
 22. *Dioon edule* (Re.).
 23. *Encephalartos horrida* (Re.).
 24. *Ceratoxamia longifolia* (Re.).
 25. *Zamia integrifolia* (Re., St.).

X. † *Gingkoaceae*.

26. *Gingko biloba* (St.).

XI. † *Taxaceae*.

27. *Taxus baccata* (Re., St.).
 28. *Podocarpus* (St.).
 29. *Phyllocladus* (St.).
 30. *Torreya nucifera* (St.).

XII. † *Pinaceae*.

31. *Pinus pinea* (Re., Ft.).
 32. *P. pinaster* (J.).
 33. *P. strobus* (J.).
 34. *P. halepensis* (Ft.).
 35. *Araucaria* (St.).
 36. *Sequoia sempervirens* (St.).
 37. *Thuja occidentalis* (Re., St., J.).
 38. *Abies balsamea* (J.).
 39. *Cupressus sempervirens* (Ft.).
 40. *Biota orientalis* (Ft.).
 41. *Cedrus atlantica* (Ft.).

XIII. † *Gnetaceae*.

42. *Ephedra altissima* (Ft.).
 43. *E. polystachia* (Re.).
 44. *E. distachya* (Ft.).

Dikotyledones.

I. Es finden sich in der Wurzelspitze folgende Gewebe: Plerom, Periblem, Dermatogen, Wurzelhaube. Die Wurzelhaube besitzt kein eigenes Bildungsgewebe, sie entsteht durch tangentielle Aufspaltung des Dermatogens, von dem sie auch ergänzt wird.

XIV. *Casuarinaceae*.

45. *Casuarina strieta* (J.).
 46. *C. equisetifolia* (Ft.).

XV. † <i>Piperaceae</i> .	47. <i>Piper blandum</i> (E.).
XVI. † <i>Salicaceae</i> .	48. <i>Salix alba</i> (J.).
	49. <i>S. fragilis</i> (J.).
XVII. <i>Betulaceae</i> .	50. <i>Betula</i> (St.).
XVIII. <i>Fagaceae</i> .	51. <i>Quercus</i> (St.).
XIX. <i>Moraceae</i> .	52. <i>Cannabis sativa</i> (Ft.).
XX. † <i>Urticaceae</i> .	53. <i>Urtica pilulifera</i> (Ft.).
XXI. † <i>Santalaceae</i> .	54. <i>Thesium humifusum</i> (Ft.).
	55. <i>Osyris alba</i> (Ft.).
XXII. † <i>Polygonaceae</i> .	56. <i>Rumex patientia</i> (Ft.).
	57. <i>Fagopyrum esculentum</i> (J.).
	58. <i>Polygonum amphibium</i> (E.).
	59. <i>P. aquaticum</i> (E.).
XXIII. † <i>Chenopodiaceae</i> .	60. <i>Chenopodium anthelminticum</i> (Sch.)
	61. <i>Atriplex hortensis</i> (Ft.).
	62. <i>Spinacia inermis</i> (Ft.).
XXIV. † <i>Amarantaceae</i> .	63. <i>Amarantus caudatus</i> (Ft.).
	64. <i>Celosia cristata</i> (Ft.).
XXV. † <i>Nyctaginaceae</i> .	65. <i>Oxybaphus viscosus</i> (Ft.).
	66. <i>Bugainvillea spectabilis</i> (Ft.).
	67. <i>Mirabilis jalapa</i> (Ft.).
	68. <i>M. wightiana</i> (Ft.).
	69. <i>M. longiflora</i> (Ft.).
XXVI. † <i>Phytolaccaceae</i> .	70. <i>Phytolacca kaempferi</i> (Ft.).
	71. <i>Ph. dioica</i> (E.).
XXVII. † <i>Aizoaceae</i> .	72. <i>Mesembrianthemum cordifolium</i> (Ft.)
XXVIII. † <i>Basellaceae</i> .	73. <i>Basella rubra</i> (Ft.).
XXIX. † <i>Caryophyllaceae</i> .	74. <i>Saponaria officinalis</i> (Ft.)
	75. <i>Agrostemma githago</i> (Ft.).
	76. <i>Vaccaria oxyodonta</i> (Ft.).
	77. <i>Stellaria holostea</i> (Ft.).
	78. <i>St. media</i> (Re.).
	79. <i>Scleranthus annuus</i> (Ft.).
	80. <i>Ortega hispanica</i> (Ft.).
	81. <i>Cerastium triviale</i> (Re.).
XXX. <i>Papaveraceae</i> .	82. <i>Papaver somniferum</i> (Ft.).
	83. <i>P. argemone</i> (Ft.).
	84. <i>Macleya cordata</i> (Ft.).
	85. <i>Roemeria refracta</i> (Han.).
XXXI. † <i>Capparidaceae</i> .	86. <i>Capparis spinosa</i> (Ft.).

- XXXII. † *Cruciferae*.
 87. *Brassica oleracea* (Sch.).
 88. *Sinapis* (Sch., Hab.).
 89. *Lepidium* (Sch.).
 90. *Capsella bursa pastoris* (Han.).
 91. *Raphanus sativus* (E., J., Re., Ft.).
 92. *Crambe maritima* (Ft.).
 93. *Eruca sativa* (Ft.).
 94. *Anastatica hierochontia* (Ft.).
- XXXIII. † *Resedaceae*.
 95. *Reseda odorata* (Ft.).
- XXXIV. † *Crassulaceae*.
 96. *Umbilicus horizontalis* (Ft.).
- XXXV. † *Saxifragaceae*.
 97. *Philadelphus floribundus* (Ft.).
 98. *Ph. tomentosus* (Ft.).
 99. *Escallonia macrantha* (E.).
- XXXVI. *Rosaceae*.
 100. *Geum urbanum* (Han.).
 101. *Rubus discolor* (Ft.).
 102. *Fragaria vesca* (Ft.).
 103. *Gillenia trifoliata* (Ft.).
 104. *Rhodotypus kerrioides* (Ft.).
 105. *Rosa macrantha* (Ft.).
 106. *Malus cerasifera* (Ft.).
 107. *Crataegus azarolus* (Ft.).
 108. *Pirus sinäica* (Ft.).
 109. *Eriobotrya japonica* (Ft.).
 110. *Amygdalus amara* (Ft.).
 111. *Emplectocladus fasciculata* (Ft.).
 112. *Prunus brigantiaca* (Ft.).
 113. *Armeniaca vulgaris* (Ft.).
- XXXVII. *Leguminosae*.
 114. *Cassia sophora* (Ho.).
- XXXVIII. † *Geraniaceae*.
 115. *Geranium molle* (Ft.).
 116. *G. macrorrhizum* (Ft.).
 117. *Pelargonium graveolens* (Ft.).
- XXXIX. † *Oxalidaceae*.
 118. *Oxalis stricta* (Ft.).
 119. *O. valdiviensis* (Fr.).
- XXXX. † *Linaceae*.
 120. *Linum usitatissimum* (E., J.).
 121. *L. grandiflorum* (Ft.).
- XXXXI. *Rutaceae*.
 122. *Ruta graveolens* (Ft.).
 123. *Dictamnus fraxinella* (Ft.).
- XXXXII. † *Polygalaceae*.
 124. *Polygala speciosa* (Ft.).
- XXXXIII. † *Limnanthaceae*.
 125. *Limnanthus douglasii* (Ft.).
- XXXXIV. *Anacardiaceae*.
 126. *Schinus molle* (Ft.).
 127. *Duraua dependens* (Ft.).
- XXXXV. † *Balsaminaceae*.
 128. *Impatiens balsamina* (Re., Ft.).
 129. *I. glandulifera* (Re.).
 130. *I. parviflora* (Re.).

- XXXXVI. *Malvaceae*.
 131. *Abutilon tiliaefolium* (Ft.).
 132. *A. insigne* (E.).
 133. *A. molle* (E.).
 134. *Pavonia hastata* (Ft.).
 135. *P. weldeni* (E.).
 136. *P. spinifex* (E.).
 137. *Lavatera trimestris* (Ft.).
 138. *Sida carpinifolia* (Ft.).
 139. *Hibiscus liliiflorus* (E.).
- XXXXVII. † *Guttiferae*.
 140. *Hypericum gebleri* (Ft.).
- XXXXVIII. † *Cistaceae*.
 141. *Cistus incanus* (Ft.).
 142. *Helianthemum lasiocarpum* (Ft.).
- XXXXIX. † *Violaceae*.
 143. *Viola floribunda* (Ft.).
 144. *V. odorata* (Ft.).
 145. *V. altaica* (Han.).
- L. † *Passifloraceae*.
 146. *Passiflora coerulea* (Ft.).
- LI. † *Loasaceae*.
 147. *Mentzelia ornata* (Ft.).
 148. *Bartonia aurea* (Ft.).
- LII. † *Begoniaceae*.
 149. *Begonia semperflorens* (Ft.).
 150. *B. nelumbifolia* (E.).
 151. *B. ricinifolia* (E.).
 152. *B. glacialis* (E.).
- LIII. † *Cactaceae*.
 153. *Opuntia echinocarpa* (Ft.).
 154. *O. stricta* (E.).
- LIV. † *Lythraceae*.
 155. *Cuphea viscosissima* (Ft.).
- LV. † *Punicaceae*.
 156. *Punica granatum* (Ft.).
- LVI. † *Oenotheraceae*.
 157. *Epilobium hirsutum* (E., Ho.).
 158. *Oenothera biennis* (Ft.).
 159. *O. nocturna* (Han.).
 160. *Trapa natans* (Re.: Nebenwurzel. K. Ft.: Hauptwurzel keine Differenzierung.)
- LVII. *Halorrhagidaceae*.
 161. *Hippuris vulgaris* (Ft.).
 162. *Myriophyllum spicatum* (J.).
 163. *Gunnera chilensis* (Re. [E. III. Typus]).
 164. *G. perpensum* (Re. [E. III. Typus]).
 165. *G. monoica* (Re.).
 166. *G. magellanica* (Re.).
- LVIII. *Umbelliferae*.
 167. *Berula* (Ho.).
- LIX. † *Cornaceae*.
 168. *Aucuba japonica* (Ft.).
 169. *Cornus mas* (Ft.).
- LX. † *Ericaceae*.
 170. *Erica cinerea* (Ft.).
 171. *Rhododendron ferrugineum* (Ft.).

- LXI. † *Myrsinaceae*.
 172. *Ardisia crispa* (Ft.).
 173. *A. crenulata* (Ft.).
- LXII. † *Primulaceae*.
 174. *Anagallis arvensis* (Ft.).
 175. *Lysimchia dubia* (Ft.).
 176. *L. nummularia* (Re.).
 177. *Primula veris* (Ft. [E. III. Typus. Nach v. Kamienski (Zur vergl. Anatomie der Primeln. Straßburg 1875) gehört *Primula sinensis* dem III. Typus Jankzewskis an.])
 178. *Cyclamen* (Sch., Hab.).
- LXIII. † *Oleaceae*.
 179. *Ligustrum vulgare* (Ft.).
 180. *Jasminum fruticans* (Ft.).
 181. *Fraxinus excelsior* (Ft.).
- LXIV. † *Gentianaceae*.
 182. *Menyanthes trifoliata* (E., Ft.).
 183. *Villarsia nymphaeoides* (E., Ft.).
- LXV. † *Apocynaceae*.
 184. *Vinca minor* (Ft.).
 185. *Tanghinia venenifera* (Sch.).
 186. *Apocynum venetum* (Ft.).
 187. *Allamanda nerifolia* (E.).
- LXVI. † *Asclepiadaceae*.
 188. *Asclepias curassavica* (Ft., E.).
 189. *A. cornuti* (Fr.).
 190. *Stephanotis floribunda* (E.).
 191. *Hoya carnososa* (E.).
 192. *Dischidia bengalensis* (Re.).
- LXVII. † *Convolvulaceae*.
 193. *Ipomoea mutabilis* (Ho.).
 194. *I. purpurea* (Ft.).
 195. *Convolvulus cueorum* (E.).
 196. *C. scammonia* (Ft.).
 197. *C. tricolor* (Ft.).
- LXVIII. † *Polemoniaceae*.
 198. *Phlox paniculata* (Ft.).
 199. *Polemonium coeruleum* (Ft.).
- LXIX. † *Borraginaceae*.
 200. *Cynoglossum officinale* (Ft.).
 201. *Achusa italica* (Ft.).
 202. *Symphytum asperrimum* (Ft.).
 203. *Paracaryum cappadocicum* (Ft.).
- LXX. † *Verbenaceae*.
 205. *Duranta ellisia* (E.).
 206. *D. plumieri* (E.).
- LXXI. † *Labiatae*.
 207. *Salvia officinalis* (Ft.).
 208. *S. sclarea* (Ft.).
 209. *S. grandiflora* (Ft.).
 210. *S. piteus* (E.).
 211. *Dracocephalum austriacum* (Ft.).
 212. *Eremostachys iberica* (Ft.).

213. *Stachys sibirica* (Ft.).
 214. *Phlomis cashmeriana* (Ft.).
 215. *Mentha aquatica* (E.).
 216. *M. rotundifolia* (E.).
 217. *Rosmarinus* (Sch.).
 218. *Coleus hybridus* (E.).
- LXXII. † *Solanaceae*. 219. *Hyoseyamus niger* (Ft.).
 220. *Datura stramonium* (Ft.).
 221. *Atropa belladonna* (Ft.).
 222. *Mandragora vernalis* (Ft.).
 223. *Nicotiana tabacum* (Han.).
 224. *Solanum glaucophyllum* (Ft.).
 225. *S. tuberosum* (E.).
- LXXIII. † *Scrophulariaceae*. 226. *Alectorolophus glaber* (Ft.).
 227. *Antirrhinum majus* (Ft.).
 228. *Scrofularia canina* (Ft.).
 229. *Linaria cymbalaria* (Ft.).
 230. *Pedicularis silvatica* (Ft.).
 231. *Verbascum thapsus* (Ft.).
 232. *Veronica beccabunga* (E., Re.).
- LXXIV. † *Bignoniaceae*. 233. *Tecoma jasminoides* (Ft.).
 234. *Catalpa syringifolia* (Ft.).
- LXXV. † *Pedaliaceae*. 235. *Sesamum orientale* (Ft.).
- LXXVI. † *Martyniaceae*. 236. *Martynia lutea* (Ft.).
- LXXVII. † *Lentibulariaceae*. 237. *Pinguicula vulgaris* (Ft.).
- LXXVIII. † *Globulariaceae*. 238. *Globularia vulgaris* (Ft.).
- LXXIX. *Acanthaceae*. 239. *Acanthus mollis* (Ft.).
 240. *A. spinosus* (Ft.).
 241. *Ruellia strepens* (Ft.).
- LXXX. † *Plantaginaceae*. 242. *Plantago amplexicaulis* (Ft.).
 243. *P. media* (E.).
- LXXXI. *Rubiaceae*. 244. *Galinus aparine* (Ft.).
 245. *G. macrocarpum* (Ft.).
 246. *Rubia tinctorum* (Ft.).
- LXXXII. † *Caprifoliaceae*. 247. *Sambucus nigra* (Ft.).
 248. *S. racemosa* (Ft.).
- LXXXIII. † *Valerianaceae*. 249. *Centranthus macrosiphon* (Ft.).
 250. *C. calcitrapa* (Ft.).
- LXXXIV. † *Dipsacaceae*. 251. *Scabiosa calocephala* (Ft.).
 252. *Morina elegans* (E.).
 253. *Dipsacus fullonum* (Ft.).
 254. *Cephalaria ambrosioides* (Ft.).
- LXXXV. † *Campanulaceae*. 255. *Campanula liciniata* (Ft.).
 256. *C. pyramidalis* (Ft.).

- LXXXVI. † *Compositae*.
 257. *Silybium marianum* (Ft.).
 258. *Xanthium orientale* (Ft.).
 259. *Crupina vulgaris* (Ft.).
 260. *Onopordon horridum* (Ft.).
 261. *Silphium dissectum* (Ft.).
 262. *Centaurea alpina* (Ft.).
 263. *Helianthus annuus* (E., J., Fr., Hab., Re., Sch.).

II. In der Wurzelspitze finden sich folgende Meristeme: Plerom und gemeinsame Initialen für Periblem, Dermatogen, Wurzelhaube.

- LXXXVII. † *Juglandaceae*.
 264. *Juglans regia* (Sch., Hab., Ho., Ft.).
 265. *Carya porcina* (Ft.).
- LXXXVIII. *Proteaceae*.
 266. *Grevillea robusta* (E.).
 267. *Hakea oleifera* (E.).
- LXXXIX. † *Pittosporaceae*.
 268. *Pittosporum eugenioides* (E.).
 (XXXVI.) *Rosaceae*.
 269. *Photinia serrulata* (E.).
 (XXXVII.) *Leguminosae*.
 270. *Cercis siliquastrum* (Sch., Hab. [E. Typus IV]).
 271. *Gymnocladus canadensis* (Sch., Hab. [E. Typus III]).
- LXXXX: † *Tropaeolaceae*.
 272. *Tropaeolum majus* (Ft.).
 273. *T. lobbianum* (Ft.).
- LXXXXI. † *Rhamnaceae*.
 274. *Rhamnus africanus* (Ft.).
- LXXXXII. † *Tiliaceae*.
 275. *Tilia corallina* (Ft.).
 (XXXXVI.) *Malvaceae*.
 276. *Hibiscus rosa sinensis* (E.).
 277. *H. syriacus* (Ft.).
 278. *H. pedunculatus* (E.).
 279. *Gossypium herbaceum* (Ft.).
 280. *Lavatera pallescens* (E.).
 281. *Sida rhombifolia* (E.).
- LXXXXXIII. † *Sterculiaceae*.
 282. *Dombeya mastersii* (E.).
 283. *Sterculia trichosiphon* (E.).
- LXXXXXIV. *Tymelaeaceae*.
 284. *Daphne mexerum* (Ft.).
- LXXXXXV. † *Elaeagnaceae*.
 285. *Elaeagnus hortensis* (Ft.).
- LXXXXXVI. † *Myrtaceae*.
 286. *Myrtus communis* (Ft.).
 287. *Psidium piriferum* (Ft.).
 288. *Eucalyptus globulus* (E.).
- LXXXXXVII. † *Araliaceae*.
 289. *Hedera helix* (Ft. [Re.: III. Typ. Jankzewskis]).
 290. *Aralia sieboldii* (E.).
 (LVIII.) *Umbelliferae*.
 291. *Ferula communis* (Ft.).
 292. *Myrrhis odorata* (Ft.).

293. *Smyrniium olusatrum* (Ft.).
 294. *Carum carvi* (Ft.).
 295. *Sium angustifolium* (Ft.).
 296. *Selinum decipiens* (E.).
 297. *Levisticum officinale* (E.).
 (LXXIX.) *Acanthaceae*. 298. *Myoporum eugenioïdes* (E.).
 (LXXXI.) *Rubiaceae*. 299. *Coffea arabica* (E.)

III. Es ist in der Wurzelspitze ein gemeinsames Meristem für Plerom, Periblem, Dermatogen und Wurzelhaube vorhanden. (Transversales Urmeristem.)

- LXXXVIII. † *Myricaceae*. 300. *Myrica faya* (Ft.).
 (XVII.) *Betulaceae*. 301. *Corylus avellana* (Ft.).
 (XVIII.) *Fagaceae*. 302. *Quercus haas* (Ft.).
 303. *Castanea vesca* (Ft.).
 304. *Fagus silvatica* (Ft., E.).
 LXXXIX. † *Ulmaceae*. 305. *Celtis australis* (Ft.).
 (XIX.) *Moraceae*. 306. *Ficus racemosa* (E.).
 307. *F. elastica* (E., Ft.).
 308. *F. carica* (Ft.).
 309. *F. macrophylla* (E.).
 310. *F. pedunculata* (E.).
 311. *Morus alba* (Ft.).
 312. *Humulus lupulus* (Ft.).
 C. † *Aristolochiaceae*. 313. *Aristolochia fimbriata* (Ft.).
 314. *A. clematitis* (Ft.).
 315. *Asarum europaeum* (Ft.).
 CI. † *Nymphaeaceae*. 316. *Nymphaea alba* (Ft.).
 317. *Victoria regia* (Ft.).
 318. *Nuphar luteum* (Ft.).
 CII. † *Ranunculaceae*. 319. *Paeonia officinalis* (Ft.).
 320. *Ficaria ranunculoides* (Ft., E.).
 321. *Aconitum pyrenaicum* (Ft.).
 322. *Delphinium staphisagria* (Ft.).
 323. *Helleborus foetidus* (Ft.).
 324. *Nigella sativa* (Ft.).
 325. *Garidella nigellastrum* (Ft.).
 326. *Adonis autumnalis* (Ft.).
 327. *Anemone narcissiflora* (Ft.).
 328. *Clematis pitcheri* (Ft.).
 329. *Ranunculus acer* (Ft.).
 330. *R. repens* (Ft., E.).
 331. *Caltha palustris* (E.).
 CIII. † *Berberidaceae*. 332. *Mahonia aquifolium* (Ft.).
 333. *Berberis vulgaris* (Ft.).

148 Kroll, Studie über die Verwertbarkeit der Wurzelhaubentypen etc.

- CIV. † *Magnoliaceae*. 334. *Magnolia macrophylla* (Ft.).
 . 335. *Drimys winteri* (Ft.).
- (XXX.) *Papaveraceae*. 336. *Hypecoum procumbens* (Ft.).
- (XXXVII.) *Leguminosae*. 337. *Cytisus racemosus* (Sch.).
 338. *Vicia sativa* (Ho., Sch., E.).
 339. *Tamarindus indica* (E.).
 340. *Vicia faba* (E.).
 341. *V. narbonensis* (E., Ho.).
 342. *Robinia pseudacacia* (E., Ho.).
 343. *Cicer arietinum* (E., J.).
 344. *Lathyrus latifolius* (E.).
 345. *L. odoratus* (E.).
 346. *Cassia glauca* (E.).
 347. *C. grandiflora* (E.).
 348. *Phaseolus multiflorus* (E.).
 349. *Ph. vulgaris* (J.).
 350. *Pisum sativum* (E., J.).
 351. *Amphicarpea monoica* (Ft.).
 352. *Tetragonolobus purpureus* (Ft.).
 353. *Gleditschia ferox* (Ft.).
 354. *Guilandina bondu* (Ft.).
 355. *Dolichos lablab*. (Ft.).
- (XXXXI.) *Rutaceae*. 356. *Citrus aurantium* (E., Ft. [Ho.:
 III. Typus Jankzewskis]).
- CV. † *Simarubaceae*. 357. *Ailanthus glutinosa* (Ft.).
 358. *Ptelea trifoliata* (Ft.).
- CVI. † *Euphorbiaceae*. 359. *Croton pictum* (Sch.).
 360. *Mercurialis perennis* (E.).
 361. *Ricinus communis* (E., Ft.).
 362. *Stillingia sebifera* (Ft.).
 363. *Euphorbia lathyris* (Ft.).
- (XXXXIV.) *Anacardiaceae*. 364. *Pistacia vera* (Ft.).
- CVII. † *Celastraceae*. 365. *Eryonymus europaeus* (Ft.).
- CVIII. † *Staphyleaceae*. 366. *Staphylea pinnata* (Ft.).
- CIX. † *Aceraceae*. 367. *Acer pseudoplatanus* (E. [Ft.: II.
 Typus Erikssons]).
 368. *Acer pseud.* var. *subtomentosum* (E.)
- CX. † *Hippocastanaceae*. 369. *Aesculus hippocastanum* (Ft.).
 370. *Paria intermedia* (Ft.).
- CXI. † *Sapindaceae*. 371. *Koelreuteria paniculata* (Ft.).
- (LXXXIV.) *Tymelaeaceae*. 372. *Daphne laureola* (E.).
- (LVIII.) *Umbelliferae*. 373. *Foeniculum* (Hab., Sch.).
- (LXII.) *Primulaceae*. 374. *Hottonia palustris* (E. wahr-
 scheinlich!).

- (LXXI.) *Labiatae*.
 375. *Lamium album* (E.).
 376. *Ballota ruderalis* (E.).
- CXII. † *Cucurbitaceae*.
 377. *Cyclanthera pedata* (Ft.).
 378. *Thladiantha dubia* (Ft.).
 379. *Cucumis vulgaris* (Ft.).
 380. *C. satirus* (E.).
 381. *Echinocystis fabacea* (Ft.).
 382. *Momordia charantia* (Ft.).
 383. *Telfairia pedata* (Ft.).
 384. *Bryonia cretica* (E.).
 385. *Cucurbita maxima* (Ft., J.).
 386. *C. melopepo* (J.).
 387. *C. pepo* (J.).

IV. In der Wurzelspitze treten folgende Gewebe auf: Plerom, Periblem, Epidermis. Das Periblem bildet die Wurzelhaube durch Vermehrung der Zellreihen an der Spitze.

- CXIII. † *Amentaceae*. Allgemein (St.).
 (LXXXVIII.) *Proteaceae*. Allgemein (St.).
 (XIV.) *Casuarinaceae*. Allgemein (St.).
 (XXXVII) *Leguminosae*.
 388. *Caesalpinia brasiliensis* (Sch.).
 389. *C. brerifolia* (Ft.).
 390. *Mimosa marginata* (Ft.).
 391. *M. pudica* (E.).
 392. *M. acanthocarpa* (Ft.).
 393. *Acacia catechu* (Ho.).
 394. *A. lophantha* (E., Ho.).
 395. *A. galiophylla* (Ho.).
 396. *Lupinus nanus* (E. Ft.).
 397. *L. mutabilis* (E. Ft.).
 398. *L. hybridus* (E.).
 399. *L. albus* (E. Ft.).
 400. *L. grandiflorus* (E.).
 401. *L. dunetti* (E.).
 402. *L. hirsutus* (Ft.).
 403. *L. succulentus* (Ft.).

Monocotyledones.

I. In der Wurzelspitze finden sich folgende Meristeme: Plerom, Periblem, Epidermis, Wurzelhaube, die von einer der Epidermis aufliegenden kalyptrogenen Schicht regeneriert wird.

- CXIV. *Hydrocharitaceae*. 404. *Hydrocharis morsus ranae* (St., J., T.).
 CXV. *Araceae*. 405. *Pistia stratiotes* (J., Ft. [Re.: III. Typus Jankzewskis]).

150 Kroll, Studie über die Verwertbarkeit der Wurzelhaubentypen etc.

II. In der Wurzelspitze finden sich folgende Meristeme: Plerom, Periblem, Dermatogen, Wurzelhaube, die von einem Kalyptragen ergänzt wird, das genetisch vom Dermatogen abstammt.

- CXVI. † *Typhaceae*.
 406. *Typha latifolia* (Ho.).
 407. *T. angustifolia* (Ft., T.).
- CXVII. *Potamogetonaceae*.
 408. *Potamogeton natans* (Ft.).
- CXVIII. † *Alismataceae*.
 409. *Alisma plantago* (Han., J., Ft. [T.: Übergang von Typus II zu Typus III]).
 410. *Sagittaria sagittifolia* (J., Ft. (T.: Übergang von Typus II zu Typus III].)
- (CXIV.) *Hydrocharitaceae*.
 411. *Vallisneria spiralis* (Sch., Ho. [T.: Übergang von Typus II zu Typus III]).
 412. *Stratiotes aloides* (J., Ft., T.).
- CXIX. † *Gramineae*.
 413. *Brachypodium gracile* (T.).
 414. *Secale cereale* (Fr., T.).
 415. *Triticum repens* (Sch.).
 416. *T. vulgare* (He.).
 417. *T. sativum* (J.).
 418. *T. spelta* (T.).
 419. *Phalaris* (Ho.).
 420. *Arundinaria* (Ho.).
 421. *Hordeum vulgare* (J., T.).
 422. *Zea mays* (J., T., Ft., Ho., P. [Re.: III. Typus Jankzewskis]).
 423. *Panicum maximum* (T.).
 424. *Oryza sativa* (Ft., N. u. L.).
 425. *Briza maxima* (T.).
 426. *Andropogon cernuus* (Ft.).
 427. *Coix lacryma* (Ft.).
 428. *Tripsacum dactyloides* (Ft.).
 429. *Arena sativa* (Ft.).
- CXX. † *Cyperaceae*.
 430. *Cyperus papyrus* (T.).
 431. *C. alternifolius* (Sch.).
 432. *Carex riparia* (T.).
 433. *C. arenaria* (T.).
 434. *C. depauperata* (Ft.).
 435. *C. grayi* (Ft.).
- CXXI. *Palmae*.
 436. *Sabal adansonii* (Ft.).
 437. *Trachycarpus fortunei* (Ft.).
 438. *Cocos* (Ft.).
 439. *Phoenix dactylifera* (Ft.).
- CXXII. *Cyclanthaceae*.
 440. *Carludorica* (Ho.).

- (CXV.) *Araceae* 441. *Pinellia ternata* (Han.).
 442. *Anthurium* (Ho.).
 443. *Acarus calamus* (Ho., J.).
 444. *Arum vulgare* (Ft.).
 445. *A. dracunculus* (Ft.).
- CXXIII. *Bromeliaceae*. 446. *Dyckia rariflora* (Ft.).
- CXXIV. † *Commelinaceae*. 447. *Tradescantia sellowii* (Sch.).
 448. *T. discolor* (T.).
 449. *Spironema fragrans* (T.).
 450. *Commelina tuberosa* (Ft.).
- CXXV. † *Pontederiaceae*. 451. *Pontederia crassipes* (N. u. L., Ft. [T.: Übergang von Typ. II zu III]).
 452. *P. cordata* (Ft.).
- CXXVI. † *Juncaceae*. 453. *Juncus* (Ho., T.).
 454. *Luzula pediformis* (Ft., T.).
- CXXVII. *Liliaceae*. 455. *Allium odorum* (J.).
 456. *A. glaucum* (J.).
 457. *Asphodeline* (Han.).
 458. *Ruscus* (Han.).
 459. *Ornithogalum* (Ho.).
 460. *Aspidistra* (Ho.).
 461. *Cordylone ricipara* (Ho.).
 462. *Dracaena draco* (Ft.).
 463. *Asparagus officinalis* (Ft.).
 464. *Hyacinthus orientalis* (Ft.).
 465. *Ophiopogon spicatus* (Ft.).
 466. *Anthericum ranosum* (Sch.).
- CXXVIII. † *Haemodoraceae*. 467. *Wachendorfia* (T.).
- CXXIX. *Amaryllidaceae*. 468. *Zephyranthes chloroleuca* (Ft.).
 469. *Narcissus pseudonarcissus* (Ft.).
 470. *Sternbergia sicula* (Ft.).
 471. *Ayax scolymus* (Ft.).
 472. *Leucojum* (Ho.).
- CXXX. *Iridaceae*. 473. *Iris pseudacorus* (Ft. [T.: Übergang von Typ. II zu Typ. III]).
 474. *I. virginiana* (Ft.).
 475. *I. ochroleuca* (Ft.).
 476. *I. foetidissimum* (Ft.).
 477. *I. fragrans* (Ft.).
 478. *Gelaxine azurea* (Ft.).
- CXXXI. † *Zingiberaceae*. 479. *Globba marantina* (T.).
 480. *Curcuma rubricaulis* (T.).
 481. *Hedychium angustifolium* (T.).
- CXXXII. † *Cannaceae*. 482. *Canna indica* (Ft., T. [He.: Wurzelhaube fehlt in ausgebildetem Zustande, sie entspricht der Coleorrhiza der Gramineen]).

483. *C. glauca* (T.).
 484. *C. sanguinea* (Ft.).
 485. *C. speciosa* (T.).
 486. *Phrynium villosum* (T.).
 487. *Calathea eximia* (T.).
- CXXXIII. † *Marantaceae*. 488. *Maranta lietzei* (Sch.).
 489. *M. legrelliana* (Sch.).
 490. *Thalia obliqua* (Ft.).
- III. Es sind in der Wurzelspitze folgende Gewebe vorhanden: Plerom, Periblem, Dermatogen, Wurzelhaube. Letztere wird vom Dermatogen ergänzt.
- (CXIV.) *Hydrocharitaceae*. 491. *Elodea canadensis* (J. [T.: III. Typus Erikssons]).
 (CXXVII.) *Liliaceae*. 492. *Funckia* (Fr.).
 493. *Ornithogalum nutans* (Fr.).
 (CXXIX.) *Amaryllidaceae*. 494. *Leucojum aestivum* (Fr.).
 (CXXX.) *Iridaceae*. 495. *Iris gueldenstaediana* (Fr.).
- IV. In der Wurzelspitze finden sich folgende Meristeme: Plerom und „une groupe d'initiales communes“ für die übrigen Gewebe.
- CXXXIV. † *Pandanaceae*. 496. *Pandanus furcatus* (T.).
 CXXXV. † *Sparganiaceae*. 497. *Sparganium ramosum* (T. [Ft. II. Typus Treubs]).
 (CXVII.) *Potamogetonaceae*. 498. *Potamogeton crispus* (T.).
 CXXXVI. † *Juncaginaceae*. 499. *Triglochin palustre* (T. [Ft.: II. Typus Treubs]).
 (CXXXVII.) † *Butomaceae*. 500. *Butomus umbellatus* (T. [Ft.: II. Typus Treubs]).
 501. *Limnocharis humboldtii* (T.).
 (CXXI.) *Palmae*. 502. *Phoenix reclinata* (T.).
 503. *Chamaedorea schiedeana* (T.).
 504. *Daemonorops fissus* (T.).
 505. *Geonoma* (T.).
 506. *Livistona olivaeformis* (T.).
 507. *Cocos flexuosa* (T.).
 508. *Ptychosperma kuhlii* (T.).
 (CXXII.) *Cyclanthaceae*. 509. *Cyclanthus cristatus* (T.).
 (CXV.) *Araceae*. 510. *Calla palustris* (Ft., Sch. [Ho.: II. Typus Jankzewskis]).
 511. *Anthurium grandifolium* (T.).
 512. *Orontium aquaticum* (T.).
 513. *Monstera lennea* (T.).
 514. *Richardia africana* (T.).
 515. *Dieffenbachia lineata* (T.).

516. *Xanthosoma versicolor* (T.).
 517. *Caladium bicolor* var. *wightii* (T.).
 518. *Philodendron selloum* (T.).
- (CXXIII.) *Bromeliaceae*. 519. *Pitcairnia dasylirioides* (T.).
 520. *Bromelia bracteata* (T.).
 521. *Ananas satirus* (T.).
- (CXXVII.) *Liliaceae*. 522. *Dasylirion* (T.).
 523. *Rhodea japonica* (T.).
 524. *Hyacinthus* (T.).
 525. *Trycistis* (T.).
 526. *Dracaena ferrea* (T.).
 527. *D. reginae* (T.).
 528. *Ruscus esculentus* (T. [Ft.: II. Typus Jankzewskis]).
 529. *Asparagus trichophyllus* (T.).
 530. *A. maritimus* (T.).
 531. *Astelia banksii* (T.).
 532. *Aspidistra elatior* (T.).
 533. *Phormium tenax* (T. [Ft.: II. Typus Jankzewskis]).
 534. *Allium cepa* (T. [Ft.: II. Typus Jankzewskis]).
 535. *Plesiosanthes* (T.).
 536. *Aloë* (T.).
- (CXXIX.) *Amaryllidaceae*. 537. *Amaryllis vittata* (T.).
 538. *Imatophyllum miniatum* (T.).
 539. *Agave longifolia* (T.).
 540. *Clivia miniata* (T.).
 541. *Curculigo sumatrana* (T.).
- CXXXVIII. † *Taccaceae*. 542. *Ataccia cristata* (T.).
- CXXXIX. † *Dioscoreaceae*. 543. *Dioscorea discolor* (T.).
 544. *Tamus communis* (Ft.).
- (CXXX.) *Iridaceae*. 545. *Libertia formosa* (T.).
 546. *Iris fimbriata* (T.).
 547. *Gladolus segetum* (T.).
 548. *Crocus aucherii* (T.).
 549. *Tigridia pavonia* (Ft.).
 550. *Moroëa irioides* (Ft.).
 551. *Antholiza aethiopica* (Ft.).
 552. *Evansia vespertina* (Ft.).
- CXXXX. † *Musaceae*. 553. *Heliconia aurantiaca* (Ft.).
 554. *Musa ornata* (Ft.).
- CXXXI. † *Orchidaceae*. 555. *Neottia nidus avis* (Ft. [D.: III. Typus Jankzewskis]).
 556. *Vanilla planifolia* (T.).
 557. *Stanhopea* (T.).
 558. *Listera ovata* (T.).

559. *Orchis maculata* (T.).
 560. *O. latifolia* (Ft.).
 561. *Platanthera chlorantha* (Ft.).
 562. *Ansellia africana* (Ft.).

Pflanzen, die nicht in der Übersicht aufgeführt wurden.

553. *Monotropa hypopitys*. D.: Die Wurzelhaube ist sehr schwach ausgebildet. Plerom und Periblem sind getrennt.
564. *Viscum album*. Ft.: Die Pflanze zeigt keine gesonderten Histogene. Sie besitzt „un caractère d'infériorité“.
565. *Cuscuta cephalanthi* (K.). K.: *Cuscuta* besitzt Initialen, die sich wie Scheitelzellen verhalten. Gesonderte Histogene sind nicht vorhanden (Atavismus).
566. *C. epilinum* (K.).
567. *C. europaea* (K.).
568. *C. gronovii* (K.).
569. *C. chilensis* (K.).
570. *C. major* (Ft.).
571. *C. minor* (Ft.).

Was die zuletzt genannten Pflanzen anlangt, so beansprucht von ihnen *Cuscuta* besonderes Interesse. Hier haben wir es mit einer Pflanze zu tun, die, auf ganz niedriger Stufe stehend, was den Bau ihrer Wurzelspitze betrifft, doch einer hochorganisierten Phanerogamenfamilie angehört.

Die Pflanze besitzt nach Koch Initialen, die sich wie Scheitelzellen verhalten.

Scheitelzellen finden sich nun bei den Gefäßkryptogamen.

Es liegt somit der Schluß nahe, daß tatsächlich eine Entwicklungsreihe von den Scheitelzellen der Gefäßkryptogamen zu den gesonderten Histogenen der Phanerogamen führt.

Wir werden im weiteren Verlauf der Abhandlung sehen, in wie weit dieser Schluß gerechtfertigt scheint.

Zunächst ist es nötig, sich mit den in vielen Fällen auseinandergehenden Ansichten der Forscher darüber, ob eine Pflanze diesem oder jenem Typus zuzurechnen ist, auseinanderzusetzen.

Bei den Lycopodiaceen, Selaginellaceen und Isoëtaceen divergieren die Meinungen beträchtlich.

Während Nägeli und Leitgeb bei *Lycopodium* eine Scheitelzelle annehmen, erklären die übrigen Autoren, daß hier der Pistiamodus vorliege. Letzteres gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn man bedenkt, daß nach Nägeli und Leitgeb schon bei den Equisetaceen eine Sonderung in Plerom, Periblem und Epidermis eingetreten ist. Nehmen wir nun an, es verhalte sich wirklich so, so scheint hier schon deutlich eine Entwicklungsreihe vorzuliegen.

Bei den Polypodiaceen, Marsiliaceen, Marattiaceen und Ophioglossaceen sind nur Scheitelzellen vorhanden. Bei den Equisetaceen finden wir bereits eine Differenzierung in Plerom, Periblem, Epi-

dermis und eine Kappenmutterzelle, dem Kalyptragen vergleichbar, das bei den Lycopodiaceen und Isoëtaceen tatsächlich vorhanden ist.

Demgegenüber will es wenig bedeuten, wenn bei den Selaginellaceen, wie Nägeli und Leitgeb und Russow sagen, wahrscheinlich Scheitelzellen vorhanden sind.

Daß bei den Kryptogamen eine Entwicklung in der oben geschilderten Weise stattgefunden hat, scheint danach zweifellos.

Wie steht es nun bei den Phanerogamen?

Übergänge zwischen Kryptogamen und Gymnospermen sind unmittelbar nicht vorhanden, da der Pistia-modus von dem Typus der Gymnospermen zu sehr abweicht.

Wir müssen uns also zunächst darauf beschränken, zu versuchen, innerhalb der Phanerogamen eine Entwicklungsreihe aufzustellen.

Wir sahen bereits, daß der Gymnospermentypus mit dem bei *Lupinus* und anderen Dikotylen beobachteten identisch ist.

Wir sahen ferner, daß bei den Kryptogamen eine Entwicklungsreihe der Wurzelspizentypen sich aufstellen läßt, es ist also die Annahme durchaus gerechtfertigt, daß auch bei den Phanerogamen eine solche Entwicklungsreihe vorliegt oder sich wenigstens konstruieren läßt.

Nehmen wir dies einmal an, so würde aus der Tatsache, daß sich der Gymnospermentypus bei den Leguminosen wiederfindet, zunächst folgen, daß im natürlichen System die Gymnospermen an die Dikotylen und nicht an die Monokotylen anzuschließen sind, wie dies in neuerer Zeit von einigen Autoren¹⁾ aus anderen Gründen auch getan worden ist. Wir hätten damit bereits eine Brücke von den Gymnospermen zu den Dikotylen geschlagen, sodaß es sich nun darum handeln würde, Übergänge auch zwischen Dikotylen und Monokotylen zu finden.

Daß solche vorhanden sind, beweisen die Untersuchungen von Hanstein, Hegelmaier, Fleischer und Reinke, nach denen bei den meisten Monokotylen zwar späterhin (in ausgebildetem Zustande) das Kalyptragen die Wurzelhaube regeneriert, dieses aber selbst genetisch vom Dermatogen abstammt.

Berücksichtigen wir nun die bisher angeführten Tatsachen, so haben wir in groben Umrissen eine Entwicklungsreihe vor uns, die uns von den Kryptogamen über die Gymnospermen und Dikotylen zu den Monokotylen führt.

Daß die Monokotylen, was den Bau der Wurzelspitze betrifft, höher stehen als die Dikotylen, geht schon daraus hervor, daß die auf der untersten Stufe der Reihe stehenden Kryptogamen nur ein Histogen besitzen, die Scheitelzelle, daß wir bei den Gymnospermen bereits zwei Meristeme antreffen, Plerom und Periblem, daß endlich bei den Dikotylen drei Histogene auftreten, Plerom, Periblem und Dermatogen, während bei den Monokotylen im ausgebildeten Zustand vier Meristeme vorhanden sind.

¹⁾ Strasburger, E., Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Jena.

Nachdem ich mich im vorhergehenden zu zeigen bemüht habe, daß und in welcher Weise eine Entwicklung stattgefunden haben muß, will ich im folgenden untersuchen, ob es möglich ist, aus den bei den einzelnen Familien auftretenden Typen eine geschlossene Entwicklungsreihe aufzustellen.

Als primitivster Typus darf derjenige betrachtet werden, der durch Erikssons IV. Typus repräsentiert wird. Dies scheint in sofern durch die Tatsachen bestätigt zu werden, als die nach Strasburger zu diesem Modus gehörenden Familien der *Amentaceae*, *Proteaceae* und *Casuarinaceae* zu denjenigen gehören, die (unter der Voraussetzung, daß wir die Phanerogamen den Monokotylen im natürlichen System voranstellen) den Gymnospermen entwicklungsgeschichtlich relativ nahe stehen. Wie es allerdings kommt, daß derselbe Typus auch bei den Leguminosen auftritt, läßt sich rein entwicklungsgeschichtlich nicht erklären. Es ist nötig, hierbei morphologische Gesichtspunkte heranzuziehen. Nur auf diese Weise dürfte es möglich sein, zu verstehen, wie ein Typus, der primitiven Pflanzenformen eigen ist, sich auf höherer Stufe wiederfindet.

Nehmen wir an, der Gymnospermen-Lupinustypus sei in der Angiospermenreihe der ursprüngliche, so würde sich aus ihm einerseits der durch den III. Typus Erikssons dargestellte Modus und der dem II. Typus Erikssons entsprechende Modus entwickelt haben, denen ebenfalls eine ganze Anzahl Leguminosen zugehören. Als höchster Dikotylientypus ist also der den meisten Dikotylen eigene I. Typus Erikssons zu betrachten.

An den II. Dikotylientypus Erikssons schließt sich unmittelbar der III. Monokotylientypus Treubs an, ebenso sind nahe verwandt der III. Dikotylientypus Jankzewskis und der Monokotylientypus Reinkes. Als höchstentwickelter Modus bliebe dann noch Treubs II. Typus, der sich unschwer aus dem Monokotylientypus Reinkes ableiten läßt, und der I. Typus Jankzewskis, der den Gipfel der Entwicklungsreihe darstellt, weil hier die Sonderung der vier Histogene am klarsten und deutlichsten sichtbar wird.

Auch an Übergängen zwischen den einzelnen Typen fehlt es nicht, so stellen zahlreiche Pflanzen Mittelglieder dar zwischen dem I. und II., dem II. und III. Typus Erikssons, sowie zwischen dem II. und III. Typus Treubs.

Ich führe an dieser Stelle keine Beispiele auf, sondern verweise auf meine Zusammenstellung.

Wir sehen also, daß sich eine Entwicklungsreihe der Wurzelhaubentypen wohl aufstellen läßt.

Fragen wir uns nun: Bestätigt die Reihenfolge der Familien im natürlichen System die von mir konstruierte Entwicklungsreihe, so muß die Antwort verneinend ausfallen.

Eine solche Entwicklungsreihe von Wurzelhaubentypen, die der Anordnung der Familien des natürlichen Systems entspräche, läßt sich überhaupt nicht aufstellen, wie die Betrachtung meiner Zusammenstellung aller untersuchten Pflanzen zeigt. Wir dürfen aber auch gar nicht erwarten, eine solche Bestätigung zu finden,

denn erstens fehlen die meisten Zwischenformen, die die einzelnen Familien miteinander verbinden, zweitens handelt es sich hier, wie ich schon oben erwähnte, um morphologische Eigentümlichkeiten, die im Laufe der Entwicklung durch mannigfache äußere Bedingungen in diesem oder jenem Sinne modifiziert worden sind.

Wir müssen uns also mit der Erkenntnis der Tatsache begnügen, daß prinzipiell auch die Wurzelhaubentypen wie alle anderen Organe ihre Entwicklungsgeschichte haben. In welcher Weise im einzelnen diese Entwicklungsgeschichte vor sich gegangen ist, läßt sich heute nur mutmaßen. Bedenkt man zudem noch, daß höchstwahrscheinlich die Entwicklung zahlreicher Familien eine parallele, von derselben Wurzel ausgehende gewesen ist, so leuchtet es ohne weiteres ein, daß die Reihenfolge der Familien, wie wir sie jetzt im natürlichen System vor uns haben, uns keine wesentlichen Anhaltspunkte für die Entwicklungsgeschichte der Wurzelhaubentypen bieten kann.

Zusammenfassung.

Überblicken wir, kurz zusammenfassend, die gewonnenen Resultate, so sehen wir folgendes:

1. Die Wurzelhaubentypen haben eine Entwicklungsgeschichte wie jedes andere Organ, wie daraus hervorgeht, daß
 - a) eine solche Entwicklung bei den Kryptogamen sich deutlich verfolgen läßt,
 - b) die Scheitelzelle der Kryptogamen sich bei den Phanerogamen (*Cuscuta*) wiederfindet und zwar, weil *Cuscuta*, die wohl frühzeitig eine parasitische Lebensweise angenommen hat, dementsprechend im Bau der Wurzel auf einer primitiven Stufe stehen geblieben ist,
 - c) der Typus der Gymnospermen sich bei den Leguminosen wiederfindet.
2. Die Entwicklungsreihe der Wurzelhaubentypen läßt sich innerhalb der Phanerogamen mit einiger Wahrscheinlichkeit rekonstruieren, wobei sich zeigt, daß die Anordnung der Pflanzenfamilien im natürlichen System nicht mit der Reihenfolge der Wurzelhaubentypen übereinstimmt.
3. Die mutmaßliche Entwicklungsreihe der Wurzelhaubentypen ist folgende:

Cryptogamae:

- I. Scheitelzellen: *Polypodiaceae*, *Marsiliaceae*, *Marattiaceae*, *Ophioglossaceae*.
- II. Differenzierung in Plerom, Periblem, Epidermis, Kappenmutterzelle: *Equisetaceae*.
- III. Pistia-modus: *Lycopodiaceae* (*Isoëtaceae*).

Phanerogamae:

- IV. *Gymnospermae* (Lupinustypus).
 - V. IV. Typus Erikssons (Dikotylen).
 - Via. II. Typus Erikssons (Dikotylen).
 - Vib. Übergänge vom II. zum III. Typus Erikssons (Dikotylen).
 - Vic. III. Typus Erikssons (Dikotylen).
 - VII. Übergänge zwischen Erikssons II. und I. Typus (Dikotylen).
 - VIII. I. Typus Erikssons (Dikotylen).
 - IX. III. Typus Treubs (Monokotylen [dieser Typus steht dem II. Typus Erikssons nahe.])
 - Xa. Reinkes Monokotylientypus (dieser steht dem I. Typus Erikssons nahe).
 - Xb. II. Typus Treubs (Monokotylen).
 - XI. I. Typus Treubs (Monokotylen).
4. Außer rein entwicklungsgeschichtlichen Gesichtspunkten sind es besonders morphologische, die eine Erklärung des in Punkt 2 dieser Zusammenstellung sich zeigenden Widerspruches ermöglichen.
5. Da die Reihenfolge der Familien im natürlichen System in keiner Weise sich mit einer konstruierten Entwicklungsreihe von Wurzelhaubentypen deckt — eine Ausnahme machen nur die Gefäßkryptogamen — so folgt daraus, daß die Wurzelhaubentypen auf die systematische Bewertung der einzelnen Pflanzen und damit auf die Entwicklungsgeschichte ebenfalls ohne Einfluß sind.
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: [BH_28_1](#)

Autor(en)/Author(s): Kroll Günther H.

Artikel/Article: [Kritische Studie über die Verwertbarkeit der Wurzelhaubentypen für die Entwicklungsgeschichte. 134-158](#)