FLORA

71. Jahrgang.

Nro. 8. **Regensburg, 11. März** **1888.**

Inhalt. O. Schultz: Vergleichende physiologische Anatomie der Nebenblattgebilde. (Schluss.) — Einläufe zur Bibliothek und zum Herbar.

Vergleichende physiologische Anatomie der Nebenblattgebilde.

Von **Oskar Schultz.**

(Schluss.)

b. Nebenblätter mit mechanischen Zellelementen.

Mit Bezug auf die Art und Weise, wie die mannichfachen mechanischen Verstärkungen auftreten, will ich die in diese Gruppe einzureihenden Nebenblätter in mehrere (5) Unterabteilungen bringen.

1. *Broussonetia, Morus, Ulmus, Urtica.*

Bei diesen 4 Gattungen tritt eine Epidermis auf, welche eine stark verdickte Kutikula und ebenfalls stark verdickte Zellwände zeigt.

Spaltöffnungen fehlen allen 4 Genera. Vereinzelt aus der Epidermis hervorgegangene Trichome zeigt *Broussonetia.*

Das übrige parenchymatische Gewebe zeigt keine mechanischen Zellelemente, wiewohl die erste unter der Epidermis liegende Zellschicht etwas, freilich nicht in dem Masse wie die Epidermiszellen, verstärkt ist. Chlorophyll fehlt.

Die Gefässbündel der Nebenblätter verlaufen bei *Broussonetia, Morus* und *Ulmus* parallel, nicht verästelt oder durch Anastomosen verbunden, während *Urtica (cannabina)* parallele Gefässbündel besitzt, welche im oberen Teile des Nebenblattes

UNIVERSITY OF ILLINOIS.

sich etwas verzweigen. Die Gefässbündel zeigen bei allen 4 Gattungen keine lokalmechanischen Verstärkungen. Bei den Nebenblättern von *Ulmus* wechselt auf dem Querschnitte immer ein grösseres mit einem kleineren Gefässbündel ab; bei *Broussonetia* und *Morus* ist das der Mittelrippe des Hauptblattes entsprechende Gefässbündel bedeutend grösser als die übrigen; *Urtica (cannabina)* zeigt annähernd gleich grosse Gefässbündel im Nebenblatt. — Die Anordnung von Hadrom und Leptom in den Gefässbündeln entspricht derjenigen, welche sich bisher bei den Nebenblättern ergab Leptom tritt dem Hadrom gegenüber weit zurück.

Die Gattungen *Broussonetia, Morus, Ulmus, Urtica* (spec. *cannabina*) haben also als mechanische Verstärkung nur verdickte Epidermiszellen.

Untersucht wurden von mir *Broussonetia papyrifera, Morus albus* und *M. niger, Ulmus americana, U. campestris, U. effusa* und *U. montana* und *Urtica cannabina.* [NB. Die Nebenblätter von *Urtica dioica* und *U. urens* zeigen keine verdickten Epidermiszellen, gehören also nicht dem Typus derer mit mechanischen Zellelementen an.]

2. *Carpinus.*

Die Zellen der Epidermis sind verdickt. Spaltöffnungen kommen äusserst spärlich an der Unterseite der Nebenblätter vor. Trichome sind nicht ausgebildet.

Die 6—7 von einer Bastscheide umgebenen Gefässbündel lehnen sich direkt der oberen Epidermis an. Jedes Gefässbündel zeigt die für Haupt- und Nebenblätter bekannte Anordnung von Hadrom und Leptom.

Das übrige Parenchym ist nicht verdickt und führt geringe Mengen Chlorophyll in der ersten Zelllage unterhalb der Epidermis.

Die verstärkten Epidermiszellen im Verein mit der sich der Epidermis anlegenden Bastscheide der Gefässbündel verleihen den Nebenblättern von *Carpinus* eine grössere Festigkeit als bei *Broussonetia, Morus, Ulmus* und *Urtica cannabina.*

Vom Genus *Carpinus* untersuchte ich die Species *C. Betulus.*

3. *Betula.*

Die Epidermiszellen des Nebenblattes sind dickwandiger als diejenigen des Hauptblattes, erreichen jedoch nicht die Wandverdickung von *Broussonetia, Morus, Ulmus, Urtica cannabina* und *Carpinus.*

Am Nebenblatt kommen keine Spaltöffnungen vor. Die untere Nebenblatt-Epidermis zeigt eine grössere Anzahl Drüsenzotten.

Unterhalb der oberen Epidermis finden sich 1—2 Reihen kollenchymatisch verdickter Zellen. Unter den unteren Epidermiszellen ist kein Kollenchym entwickelt. Hier sind wie im übrigen Parenchym die Zellen zartwandig. Pallisadenzellen sind nicht ausgebildet. Chlorophyll ist in den polygonal gebauten Parenchymzellen sporadisch vorhanden.

Der Leptomteil der an und für sich kleinen Gefässbündel tritt gegen den Hadromteil sehr zurück. Die Lage des Hadroms zum Leptom ist die für Blätter übliche. Lokalmechanische Verstärkungen besitzen die Nebenblatt-Gefässbündel nicht.

Bei *Betula* übernehmen neben der schwach verdickten Epidermis die unterhalb der oberen Epidermis befindlichen kollenchymatisch verstärkten Zellen die mechanische Funktion gegen Druck, Zerreissen u. s. w.

Von der Gattung *Betula* studierte ich die Nebenblätter der 3 Arten *B. alba, B. nana* und *B. pubescens.*

4. *Abutilon, Alnus, Antiaris, Castanea, Corylus, Fagus, Fragaria, Populus, Potentilla, Quercus, Rosa, Theobroma.*

Die Epidermiszellen der Nebenblätter sind stark verdickt bei *Abutilon, Antiaris, Corylus, Fagus, Quercus, Rosa, Theobroma,* nicht verdickt bei *Castanea, Fragaria, Populus, Potentilla.*

Spaltöffnungen finden sich vereinzelt bei *Alnus, Castanea, Corylus* und *Fagus.*

Bei der Gattung *Rosa* finden sich keulenförmige Drüsenzotten.

Bei *Populus* wird das ganze Nebenblatt entweder von einem klebrigen Sekret oder einem hellen Filz eingehüllt, was sicherlich auch Schutzeinrichtungen sind.

Was mich jedoch veranlasste, die genannten 12 Gattungen zu einer Unterabteilung zu vereinigen, ist, dass sich unterhalb der oberen und unteren Epidermis eine Anzahl mehr oder weniger kollenchymatisch verdickter Zellen finden, welche hier die mechanische Funktion übernehmen. Das zwischen den Kollenchymschichten liegende Gewebe ist dünnwandig.

Ich fand von Kollenchymschichten bei:

	unter der oberen Epidermis	unter der unteren Epidermis
Abutilon	1—2	1—2
Alnus	2	1
Antiaris	3—4	1
Castanea	1—2	1—2
Corylus	1	1
Fagus	3	2
Fragaria	2	1—2
Populus	4	2—3
Potentilla	1—2	1
Quercus	2—3	2
Rosa	2	1
Theobroma	2	2

Im allgemeinen ist also die morphologische Oberseite des Nebenblattes fester als die Unterseite gebaut.

Chlorophyll findet sich in geringen Mengen bei *Abutilon* und *Rosa*, aber nicht in den kollenchymatischen Zellen, sondern in dem zartwandigen Parenchym.

Anthocyan war bei *Alnus, Corylus* und *Quercus* in geringer Menge vorhanden.

Die Gefässbündel liegen im zartwandigen Parenchym und zeigen die für Blätter typische Anordnung von Hadrom und Leptom. Bei *Quercus* und *Theobroma* zeigen die Gefässbündel eine Bastscheide und bei *Antiaris, Castanea, Fragaria* und *Potentilla* geringe kollenchymatische Belege. Die Gefässbündel der übrigen 6 Genera haben keine lokalmechanischen Verstärkungen.

Von den angeführten 12 Gattungen habe ich folgende Species untersucht: *Abutilon Thompsoni; Alnus barbata, A. cordifolia, A. glutinosa, A. incana; Antiaris toxicaria; Castanea americana, C. vesca; Corylus avellana, C. tubulosa; Fagus ferrugineana, F. silvatica; Fragaria collina, Fr. elatior, Fr. vesca; Populus albus, P. balsamifera, P.*

tremula; Potentilla cinerea, Pot. fruticosa; Quercus Robur, Q. sessiliflora; Rosa canina, R. centifolia, R. suaveolens; Theobroma Cacao.

5. *Drymis, Ficus,* (immergrüne) *Quercus, Sparmannia.*

Bei diesen 4 Gattungen sind die Zellen der Epidermis verdickt; bei *Ficus* diejenigen der unteren, nach aussen zu gekehrten Epidermis bedeutend stärker als die der oberen.

Spaltöffnungen kommen nicht vor ausser bei *Drymis,* wo einige wenige existieren. Trichome sind spärlich bei *Drymis* und *Ficus* entwickelt.

Bei diesen 4 Gattungen besteht nun das andere vegetabilische Gewebe der Nebenblätter aus mehr oder weniger typischem Kollenchym. Besonders stark kollenchymatisch sind die Zellen, welche unter der Epidermis liegen. Durch dieses Kollenchym wird dem Nebenblatt eine starke Festigkeit gewährt.

Chlorophyll fehlt durchgehends.

Die Gefässbündel sind sehr klein und ganz und gar vom Kollenchym umgeben, das in der Nähe der Gefässbündel wieder etwas stärker entwickelt ist.

Von den angeführten 4 Gattungen untersuchte ich folgende Arten: *Drymis Winteri; Ficus Carica, F. elastica, F. religiosa; Quercus Ilex, Q. coccifera, Q. Suber; Sparmannia africana.*

Unter den von mir untersuchten Pflanzengattungen befand sich keine, deren Nebenblätter Kork- oder Peridermbildung zeigten, was, wie wir bald sehen werden, bei den zu Knospendecken verwandten Nebenblättern von *Betula* und *Prunus* vorkommt.

Anhang I.: Nebenblätter in Knospendecken umgewandelt.

Zunächst sei die rein morphologische Bemerkung gestattet, dass Knospendecken von Vorblättern, Nebenblättern oder Blattscheiden gebildet werden können.

Die Knospenschuppen sind gewöhnlich reichlich mit Trichomen besetzt, welche einen Schutzapparat zur Verminderung der Ausdünstung darstellen und somit eine Begünstigung für die Entwicklung der Knospenteile ausmachen. Die Trichome können entweder Borsten, Wollhaare oder Kolleteren (d. h. Harz oder Gummi absondernde Zotten) sein. In letzterem Falle bilden die Knospenschuppen eine Höhle, welche völlig verklebt wird und die jungen Knospenteile in ein Leim- oder Harzsekret einbettet.[18])

Die Bildung der Knospentegmente übernehmen die mit Zotten besetzten Nebenblätter allein bei *Cunonia* und den *Rubiaceen*. Mit Zotten versehene Blattscheiden in Verbindung mit Nebenblattgebilden umgeben bei den *Polygonaceen* die Knospe. Bei *Corylus, Alnus, Platanus* und den *Geraniaceen* umhüllen die zottentragenden Nebenblätter anfangs die jungen Knospenteile allein, werden jedoch späterhin in der Sekretabsonderung von den Laubblättern unterstützt. Bei *Viola, Leguminosen, Rosifloren* und *Caprifoliaceen* hüllen die Nebenblätter die anderen Knospenteile nicht ganz ein, tragen aber die das Sekret absondernden Zotten.

In anderen Familien (z. B. *Solanaceen, Scrophulariaceen, Labiaten, Compositen, Oleaceen, Ericaceen, Aesculinen*) sind Nebenblätter nicht bei der Bildung von Knospendecken beteiligt.

F. Hildebrand hat in einer Ergänzung zu seinem Referate über die Hilburg'sche Dissertation meines Wissens zuerst bei *Liriodendron tulipifera*[19]) darauf hingewiesen, dass die im Sommer dem wachsenden Spross zum Schutz dienenden Nebenblätter gegenüber den als Knospendecken fungierenden ganz anderen anatomischen Bau besitzen. Die Sommer-Nebenblätter bestehen bei *Liriodendron tulipifera* aus zartwandigen Zellen, die zu Knospenschuppen umgewandelten dagegen zeigen eine starke Kutikula und stark kollenchymatisch verdickte Zellen; diese Nebenblätter haben im Vergleich zu jenen sehr wenig Spaltöffnungen und gar kein Chlorophyll.

Die anatomischen Verhältnisse der Knospendecken haben von den in der Einleitung angeführten Autoren Mikosch

---

[18]) Vergl. eingehenderes hierüber bei Joh. v. Hanstein: Ueber die Organe der Harz- und Schleimabsonderung in den Laubknospen. (Botanische Zeitung. 1868. No. 43—46.)

[19]) Flora. 1878. pag. 166.

und Cadura eingehender studiert. Uns interessieren beide Autoren hier nur in so fern, als sie auch von Knospendecken sprechen, die aus Nebenblättern ganz oder teilweise hervorgegangen sind.

„Zwei Principien", sagt Cadura[20]), „sind es besonders, aus denen uns der überaus mannichfaltige Bau der Tegmente verständlich wird . . . . . Einerseits ergiebt die Notwendigkeit eines mehr oder wenigen festen mechanischen Verschlusses der Knospen die Ausbildung mechanischer Gewebelemente, andererseits erfordert das Bestreben, beim Austreiben der Knospen den wachsenden Spross noch längere Zeit zu schützen, einen lebenskräftigen Teil, in dem eine Verlängerung erfolgen kann. Wir finden demnach, dass die typischen Tegmente bestehen aus einer parenchymatischen wachstumsfähigen Basis und aus einer Spitze, welche mehr oder weniger druckfest gebaut ist. Die Grösse dieser beiden Partien, ihre Abgrenzung gegen einander sind bei verschiedenen Bäumen verschieden. Als Extreme finden wir sowohl, dass die Knospendecken durchgehend parenchymatisch gebaut sind und das mechanische Princip in sich durch verschiedenartige Verdickung der Zellwände und grössere Länge der Zellen oder durch hervorragende Verdickung der äusseren Epidermiswand vereinigen, als auch, dass sie durchgehend mechanisch konstruiert sind und die Stereïden, nach dem Grunde des Segmentes sich verkürzend, in parenchymatisches Gewebe übergehend, eine wachstumsfähige Zone darstellen. Ist so der Zweck durch Bildung eines mehr homogenen Gewebes erreicht, so giebt der Kampf dieser antagonistischen Principien noch andere Konstruktionsformen."

Cadura giebt eine Gruppierung der Knospendecken nach ihren anatomischen Strukturverhältnissen, mit der ich mich wohl einverstanden erklären kann. In der gleich von mir anzuführenden Gruppierung sollen aus den Arbeiten von Mikosch und Cadura hier nur diejenigen Knospendecken erwähnt werden, welche Nebenblattnatur zeigen. Cadura spricht

1) von kollenchymatischen Tegmenten (d. h. Tegmenten, welche durchgängig aus einem langgestreckten Parenchym bestehen, das dem typischen Kollenchym mehr oder minder ähnelt):

Sorbus, Crataegus, Platanus;

---

[20]) l. c. s. pag. 2.

2) von parenchymatischen Tegmenten (d. h. Tegmenten, welche aus einem zartwandigen Parenchym gebildet werden, das unterhalb der Epidermis beiderseits in ein Kollenchym übergeht):

Tilia, Corylus, Castanea;

3) von peridermatischen Tegmenten (d. h. Tegmenten, welche am Grunde einen Parenchymkegel zeigen, der von einer verkorkten Scheide umgeben ist):

Betula, Prunus;

4) von stereïdischen Tegmenten (d. h. Tegmenten, mit Stereïden); sie zerfallen

a) in solche, welche einen parenchymatischen Grund besitzen und eine stereïdische Spitze tragen: *Ulmus, Quercus;*

b) in solche, wo sich Parenchym und Stereom durchdringen: *Carpinus;* und

c) in solche, welche rein stereïdisch sind: *Fagus.*

Auf eine eingehendere Darstellung der Anatomie der Knospendecken der soeben angeführten Pflanzen will ich hier verzichten, vielmehr auf Cadura's Arbeit verweisen. Die von Cadura untersuchten, aus Nebenblättern hervorgegangenen Knospendecken sind von mir ebenfalls auf ihren anatomischen Bau hin studiert worden. Ich kann im grossen und ganzen die Richtigkeit der Angaben Cadura's bestätigen.

Anführen will ich jedoch noch, dass den kollenchymatischen Tegmenten (im Sinne Cadura's) noch *Liriodendron,* den parenchymatischen noch *Cunonia* und die *Rubiaceen* und den peridermatischen noch *Alnus* zuzurechnen sind.

Auf eine anatomische Vergleichung der Nebenblätter, welche zu Knospendecken umgebildet sind, mit denjenigen, welche den im Wachsen begriffenen Spross schützen, will ich auch nicht weiter eingehen. Eine Vergleichung mit dem in den vorhergehenden Abschnitten gesagten ist ja leicht anzustellen. Nur die allgemeine Bemerkung sei erlaubt, dass die als Knospenschuppen dienenden Nebenblätter die Festigkeitselemente mehr ausgebildet zeigen als diejenigen, welche die im Wachstum begriffenen Sprosse einhüllen.

Die als Knospendecken fungierenden Nebenblätter sind durchgängig den Nebenblättern mit mechanischen Zellelementen hinzuzufügen (der Gruppe B. b. im speciellen Teil der Abhandlung).

Anhang II.: Nebenblätter als Ochreen auftretend.

In Betracht kommen hier die *Polygonaceen* (d. h. die Gattungen *Polygonum, Fagopyrum, Rumex* und *Rheum*) einerseits und die *Platanaceen* (die Gattung *Platanus*) andererseits.

Ueber die Anatomie der Ochrea oder Stipularscheide von *Polygonum* hat Grevillius (cf. die Einleitung) Studien angestellt. Er untersuchte *Polygonum Hydropiper, P. aviculare, P. Raji, P. amphibium, P. repens, P. rotundifolium* und *P. Convolvulus,* welche Species mit Ausnahme von *P. Hydropiper* und *P. Raji* von mir nachuntersucht worden sind. Ich teile hier das Resultat meiner Untersuchungen mit, das im allgemeinen von der Arbeit Grevillius nicht erheblich abweicht.

Bei der Ochrea von *P. Hydropiper* sind nach Grevillius die Zellen der Epidermis tangential gestreckt und mit sehr dicken Wänden versehen. Zunächst nach innen liegen hier und da im kollenchymatisch verdickten Grundgewebe eingestreut und unmittelbar an die innere Epidermis angrenzend Bastzellen. An gewissen Stellen hat die Stipelscheide erhabene Nerven, die aus Gefässbündeln bestehen, welche nach aussen von ziemlich starken Baststrängen begrenzt sind. Die Festigkeit verleiht der Ochrea der Bast und das kollenchymatische Grundgewebe. — Bei *P. aviculare* sehen wir tangential gestreckte innere Epidermiszellen, welche besonders die tangentiale Wände besonders verdickt zeigen. Die unter der Epidermis gelegenen Zellen sind auch tangential gestreckt und zeigen in Folge der starken kollenchymatischen Wandverdickung ein kleines Lumen; die äussere Epidermis und das unter ihr gelegene Parenchym zeigt grössere zartwandige Zellen. — *P. Raji* ist nach Grevillius analog gebaut, nur ist die tangentiale Zelllagerung nicht so ausgebildet. — Die Ochreen von *P. amphibium* und *P. repens* weisen ein lockeres parenchymatisches Zellgewebe auf; die Epidermis ist ebenfalls dünnwandig. Gefässbündel sind bei beiden Species schwach entwickelt. — *P. rotundifolium* und *P. Convolvulus* haben sehr reducierte Stipelscheiden mit dünnwandigen Zellen und wenigen Gefässbündeln.

Bei den Ochreen von *P. aviculare* und *P. Raji* verleihen

die verdickten Zellwände eine gewisse Festigkeit. Die Ochreen von *P. rotundifolium* und *P. Convolvulus* kommen als schützende Organe nicht in Betracht, weil sie zu reduciert sind.

Chlorophyll kommt bei genannten *Polygonum*-Ochreen gar nicht oder in sehr geringen Mengen vor. Spaltöffnungen sind höchst spärlich vertreten.

Lokalmechanische Verstärkungen zeigen nach Grevillius nur die Gefässbündel von *P. Hydropiper*. Spärlich sind Trichombildungen vorhanden.

Ausser diesen genannten Ochreen untersuchte ich noch die Ochreen folgender *Polygonum*-Species: *P. amplexicaule* (var. *ambiguum* und var. *oxyphyllum*), *P. Bistorta, P. chinense, P. divaricatum, P. filiforme* und *P. polystachium*.

Mit Bezug auf anatomische Strukturverhältnisse gleichen sich die Ochreen von *P. chinense* und *P. filiforme;* beide sind den Ochreen von *P. amphibium* und *P. repens* anzureihen, da sie gar keine typisch mechanischen oder lokalmechanischen Verstärkungen in ihrem Gewebeverbande aufweisen.

Als neuer Typus erscheint jedoch *P. divaricatum* (vergl. Fig. 2 der beigefügten Tafel). Während die Ochrea von *P. aviculare* und *P. Raji* unterhalb der oberen, d. h. dem wachsenden Laubspross zugekehrten Epidermis kollenchymatisch verstärkte Zellen aufwies, zeigt die Ochrea von *P. divaricatum* mehrere stark kollenchymatisch verdickte Zelllagen unter der äusseren, d. h. morphologisch unteren Epidermis, wohingegen die unter der oberen Epidermis gelegenen Zellen parenchymatisch sind. Als eine weitere Abweichung von *P. aviculare* und *P. Raji* ist bei *P. divaricatum* die lokalmechanische Verstärkung der Gefässbündel durch eine Bastscheide zu konstatieren. Bastscheide und Kollenchymzellen grenzen jedoch nicht aneinander, sondern zwischen beiden liegt eine Schicht parenchymatischer Zellen.

Spaltöffnungen kommen bei der Ochrea von *P. divaricatum* spärlich vor, Trichombildungen fehlen aber.

Zusammengehörig sind hinsichtlich ihres anatomischen Baues ferner die Ochreen von *P. amplexicaule, P. Bistorta* und *P. polystachium* (vergl. Figur 1 der beifolgenden Tafel). Denkt man sich in dem durch einen Querschnitt durch die Ochrea von *P. Hydropiper* erhaltenen Bilde an Stelle des kollenchymatisch verstärkten Grundgewebes ein parenchymatisches, so erhält man das anatomische Bild des Baues der

genannten Ochreen. Das Grundgewebe besteht hier also aus einem Parenchym, innerhalb dessen zwischen den Gefässbündeln sich je 2—3 Bastrippen an die obere Epidermis anlegen. Die Gefässbündel weisen als lokalmechanische Verstärkungen auf der unteren Seite eine Bastsichel auf. Spaltöffnungen und Chlorophyllkörner kommen äusserst sporadisch vor; Trichome waren nicht entwickelt.

Die Gattung *Fagopyrum* (von mir an den 2 Species *F. esculentum* und *F. tataricum* untersucht) schliesst sich, was ihren anatomischen Bau der Ochreen anbelangt, ganz und gar an *P. amphibium, P. repens, P. chinense* und *P. filiforme* an.

Von der Gattung *Rumex* habe ich die Ochreen von *R. acetosa, R. acetosella, R. alpinus, R. maritimus, R. Patientia* und *R. scutatus* studiert. Hiervon stimmen in ihrer Anatomie einerseits *R. alpinus* und *R. maritimus* und andererseits *R. acetosa, R. acetosella, R. Patientia* und *R. scutatus* überein.

R. alpinus und *R. maritimus* haben eine etwas verdickte Epidermis, die einige Trichome entwickelt. Spaltöffnungen sind nicht sehr zahlreich an der Unterseite der Ochreen ausgebildet. Das Grundgewebe ist verstärkt. Gefässbündel kommen vor und schliessen sich im Bau und in der Anordnung ihrer Elemente den bisher betrachteten Nebenblättern an. Lokalmechanische Gefässbündel-Verstärkungen sind nicht vorhanden.

Bei *R. acetosa, R. acetosella, R. Patientia* und *R. scutatus* fand ich eine aus zartwandigen Zellen gebildete Epidermis, ein dünnwandiges, leicht zum Zerreissen neigendes Parenchym, in welchem sich kleine Gefässbündel eingestreut fanden. Die Gefässbündel hatten keine lokalmechanischen Zellelemente in ihrer Umgebung. Chlorophyll kam im Parenchym spärlich vor; Spaltöffnungen fanden sich wohl, jedoch nicht sehr zahlreich.

Ich wende mich jetzt zu den mächtig entwickelten Ochreen der Gattung *Rheum*. Die von mir studierten Ochreen von *Rheum palmatum* und *Rh. undulatum* zeigten in ihrer anatomischen Struktur ein übereinstimmendes Verhalten. — Die Epidermis ist stark verdickt; das Grundgewebe besteht durchgängig aus stark kollenchymatisch verdickten Zellen. Palisaden fehlen (wie bei allen *Polygonaceen*-Ochreen). Spaltöffnungen sind auf der unteren Seite der Ochreen vorhanden und zwar in ziemlicher Anzahl. In der Jugend enthalten die

Ochreen Chlorophyllkörner, welche in späteren Stadien verschwinden. — Durch die verdickten Epidermiszellen und die starke Entwicklung von Kollenchym ist eine hinreichende Festigkeit geschaffen.

Die Gefässbündel sind, entsprechend dem grossen Umfang der *Rheum*-Ochreen, hier in ziemlicher Anzahl vorhanden. Lokalmechanische Verstärkungen der Gefässbündel brauchen nicht erst entwickelt werden, da ja schon ein starkes kollenchymatisches Gewebe existiert. —

Die *Platanaceen* (ich untersuchte *Platanus occidentalis* und *Pl. orientalis*) zeigen gelbgrün gefärbte Tuten. Pallisadenzellen fehlen trotz der grünlichen Färbung der Ochreen.

Die Epidermis ist aus zartwandigen Zellen zusammengesetzt. Die zartwandigen Parenchymzellen übernehmen in den unter der Epidermis befindlichen Zellschichten die geringe Assimilationsthätigkeit. Spaltöffnungen sind spärlich ausgebildet. Trichombildungen existieren in keiner Form. Die Gefässbündel treten parallel aus dem Stengel aus, verlaufen im Parenchym parallel und vereinigen sich erst im oberen Ochreenteil durch Anastomosen. Die Gefässbündel bestehen aus wenigen Elementen und haben keine lokalmechanischen Verstärkungen.

Versuchen wir bei den Ochreen eine Einordnung in die Gruppe B. der Abhandlung, so gehören die Ochreen von *Platanus, Rumex acetosa, R. acetosella, R. Patientia, R. scutatus, Fagopyrum, Polygonum amphibium, P. chinense, P. filiforme* und *P. repens* zu den Nebenblättern ohne mechanische Verstärkungen (Gruppe B. a.), während *Polygonum amplexicaule, P. aviculare, P. Bistorta, P. divaricatum, P. Hydropiper, P. polystachium, P. Raji, Rheum, Rumex alpinus* und *R. maritimus* den Nebenblättern mit mechanischen Verstärkungen zuzurechnen sind. (Gruppe B. b.)

C. Anatomisch-physiologisches.

Wir haben gesehen, dass bei den Ochreen der *Polygonaceen* die mannichfachsten anatomischen Strukturverhältnisse vorkommen, und dass dieselben sich in die beiden Hauptkate-

gorien der mechanisch verstärkten und mechanisch nicht verstärkten Nebenblätter einordnen lassen.

Fragen wir uns nun, ob irgend eine physiologische Deutung diesen entgegengesetzten Strukturverhältnissen zukommt.

Durch die Ochrea wird es erreicht, dass der eingehüllte Laubspross eine Zeit lang im bildungsfähigen Zustand verbleiben kann, ohne bei der ihm noch mangelnden notwendigen Festigkeit einem Zerknicken, Zerreissen u. dgl. ausgesetzt zu sein. Die mechanisch verstärkten Ochreen gewähren nun einen stärkeren Schutz als die nicht verstärkten. Diese verschiedene Stärke steht im engsten Zusammenhange mit der Dauer des interkalaren Wachstums des von der Ochrea eingehüllten Sprosses. Als Beleg für letztere Behauptung diene folgendes:

Zunächst wurden Laubsprosse, welche von mechanisch verstärkten Ochreen eingehüllt werden (von *Polygonum amplexicaule, P. divaricatum, P. Bistorta* und *P. polystachium*), auf ihr interkalares Längenwachstum hin studiert; und zwar zuerst solche Laubsprosse, welche von der Ochrea noch völlig eingehüllt waren, dann solche, wo ein Teil des Sprosses schon ausserhalb der Ochrea vegetierte, und schliesslich solche, wo das Wachstum eines Internodiums oder Blattstiels schon beendet war, wo die Ochrea als ein für die weitere Entwicklung des Internodiums bedeutungsloses Objekt entweder schon abgefallen oder im Absterben begriffen war. In diesen drei verschiedenen Stadien wurden nun auf Längsschnitten die Epidermiszellen, die Spaltöffnungen, die mechanischen Zellen und die Gefässe des Schaftes verglichen.

Im ersten Stadium zeigten sich auf einem Längsschnitte durch den wachsenden Schaft dicht oberhalb des Knotens, wo die Ochrea ansetzt, Epidermiszellen, die 2—3 mal so breit als hoch waren, sich in lebhafter Teilung befanden und einen körnigen Inhalt (Protoplasma) aufwiesen; Spaltöffnungen waren im Entstehen begriffen; die mechanischen Zellelemente waren noch dünnwandig; die Gefässe traten als schöne Ring- und Spiralgefässe auf. Diese Erscheinungen sind unzweifelhaft ein Beweis für die kambiale Natur des in der Nähe des Knotens befindlichen Zellgewebes. Diese kambiale Zone hatte bei einer Länge des eingehüllten Blattstiels von 3—4 cm. noch eine Höhe von 0,3—0,5 mm. — Der übrige eingehüllte Blattstielteil zeigte Epidermiszellen, die durch Streckung allmählich länger geworden waren (doppelt bis dreifach so hoch als breit), jedoch

noch nicht ihr Längenwachstum beendet hatten. Die mechanischen Zellen hatten hier schon stärkere Wände als im kambialen Abschnitt. Spaltöffnungen waren teils schon ausgebildet, teils deutlich im Entstehen begriffen. Die Gefässe waren, weil noch ein Strecken nötig war, Ring- und Spiralgefässe; poröse Gefässe kamen nicht vor.

Im zweiten untersuchten Stadium traten in dem eingehüllten Schaft dieselben Erscheinungen auf wie in dem soeben geschilderten. Der kambiale Teil oberhalb des Knotens betrug bei einer ausserhalb der Ochrea befindlichen Schaftlänge von 1—2,5 cm. noch 0,1—0,15 mm. Der von der Ochrea freie Teil zeigte auf einem Längsschnitte ausgebildete Zellelemente. Die Epidermiszellen waren jetzt 4—5 mal so lang als breit.

Im dritten Stadium, wo die Ochrea bedeutungslos und im Absterben begriffen war, zeigte sich kein kambialer Teil mehr; das Internodium war ausgewachsen, seine Zellen waren keiner Streckung mehr unterworfen; das Internodium war jetzt selbst fest genug gebaut, um äusseren, auf Zerbrechen, Zerknicken u. s. w. gerichteten Einflüssen erfolgreich Widerstand leisten zu können.

Mit diesen Wachstumserscheinungen, welche sich bei den 4 angeführten Species vorfanden, sollen jetzt diejenigen verglichen werden, welche bei Laubsprossen vor sich gehen, deren Ochreen keine typisch mechanischen Zellelemente besitzen. Von letzteren Pflanzen wurden *Rumex Patientia, Polygonum amphibium* und *P. chinense* auf ihr interkalares Längenwachstum hin studiert.

Bei *Rumex Patientia,* dessen Internodien eine Länge von 6—10 cm. erreichen, fand sich ein kambialer Teil von 0,25 mm. Höhe nur bis zu $1^1/_4$—$1^3/_4$ cm. Internodienlänge; im weiteren Verlauf des Wachstums hörten auch die untersten über dem Knoten befindlichen Zellschichten auf, sich zu teilen, und begannen, sich allmällig zu strecken.

Bei *Polygonum amphibium* und *P. chinense,* deren Internodien nur 2—3,5 cm. lang werden, fand sich bei einer Sprosslänge von 5 mm. keine kambiale Zone mehr.

Im übrigen wurden bei *Rumex Patientia, Polygonum amphibium* und *P. chinense* dieselben 3 verschiedenen Entwicklungsstadien untersucht wie bei den vorhin angeführten 4 *Polygonum*-Species.

Bei den *Polygonaceen* mit mechanisch verstärkten Och-

reen dauern also, wie wir gesehen haben, die Teilungsvorgänge der kambialen Sprosszone und die darauf folgende Streckung der Zellen länger an als bei den Ochreen ohne mechanische Zellelemente, weil bei jenen die Internodien und Blattstiele länger werden als bei diesen. Darum lässt es sich auch verstehen, dass bei ersteren Ochreen, welche länger den wachsenden Spross schützend umhüllen müssen als letztere, zur Herstellung der genügenden Festigkeit die mechanischen Zellelemente nötiger als bei letzteren sind.

Diese differente Zeitdauer des interkalaren Längenwachstums des von der Ochrea eingehüllten Sprosses scheint mir also die physiologische Erklärung für die differente anatomische Struktur und die durch sie bedingte differente Festigkeit der Ochrea der *Polygonaceen* zu sein.

Für die im Abschnitt B und in dem Anhang I abgehandelten Nebenblätter und Knospendecken konnte ich die Beziehungen zwischen Anatomie und Physiologie nicht mehr durchführen, weil ich den anatomisch-physiologischen Studien zu einer Zeit näher trat, wo die Natur kein einschlägiges lebendes Material aus diesen Gruppen mehr darbot. — Es liegt jedoch kein Grund vor, hier etwa im allgemeinen andere Ergebnisse erwarten zu wollen, als wie sie sich für die Ochreen der *Polygonaceen* ergeben hatten.

Hiermit seien meine Untersuchungen über den physiologisch-anatomischen Bau der Nebenblattgebilde abgeschlossen. Gestattet sei es mir jedoch, noch einmal auf die Hauptgesichtspunkte, die sich aus meinen Studien ergaben, aufmerksam zu machen.

Wir sahen zunächst bei einer ganzen Anzahl von Pflanzen Nebenblätter auftreten, welche in ihrem anatomischen Bau den Hauptblättern völlig gleichen. Sie bieten den Hauptblättern gegenüber nichts neues dar, sie sind eben zur Unterstützung der Hauptblätter in der Assimilationsthätigkeit geschaffen und haben keine andere, als ernährungsphysiologische Funktion.

Anders verhält es sich jedoch mit denjenigen Nebenblättern, welche von der Natur dazu ausersehen sind, den im Wachstum begriffenen Laubspross zu umhüllen und ihn gegen Einknicken u. s. w. zu schützen. Hier muss die assimilatorische Funktion in den Hintergrund treten. Deshalb sehen wir hier keine für

ausgeprägte Assimilation charakteristischen Pallisadenzellen, sondern nur polygonale Zellen mit gar keinem oder nur sehr wenigem Chlorophyll auftreten. Spaltöffnungen kommen sehr spärlich zur Ausbildung. Trichome erhöhen oft die Schutzfunktion. Sollen aber die Nebenblätter fester gebaut sein, sollen sie selbst mechanische Funktion haben, so treten in ihnen mechanische Zellelemente in mancherlei Verhältnissen und Anordnungen, besonders stark entwickelt in den als Knospendecken fungierenden Nebenblättern auf. Der festere Bau der Nebenblätter steht in engster Beziehung zu der längeren Dauer des interkalaren Wachstums des von ihnen eingeschlossenen Laubsprosses.

Die sich morphologisch gleichwertigen Nebenblätter haben für die Pflanze die verschiedensten Funktionen und dem entsprechend auch verschiedenen anatomischen Bau.

Figuren-Erklärung.

Fig. 1. Stück einer Ochrea von *Polygonum amplexicaule* im Querschnitt. Die obere Seite der Epidermis ist dem wachsenden Laubspross zugewandt. Von den in der Ochrea zahlreich vorkommenden Gefässbündeln ist eins (g) getroffen. Die als typisch mechanische und lokalmechanische Verstärkungen fungierenden Bastzellen sind mit b resp. b_1 bezeichnet; p bedeutet zartwandiges Parenchym.

Fig. 2. Stück einer Ochrea von *Polygonum divaricatum.* Lage und Bezeichnungsweise wie in Fig. 1; k bedeutet kollenchymatisch verdicktes Zellgewebe.

Einläufe zur Bibliothek und zum Herbar.

465. Regensburg. Historischer Verein von Oberpfalz und Regensburg. Verhandlungen. 41. Band. Stadtamhof, Mayr, 1887.

466. Paris. Société botanique de France. Bulletin, Tome 33me 1886.

Redacteur: **Dr. Singer.** Druck der F. H. Neubauer'schen Buchdruckerei (F. Huber) in Regensburg.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: 71

Autor(en)/Author(s): Schultz Oskar Otto Karl Hugo

Artikel/Article: Vergleichende physiologische Anatomie her Nebenblattgebilde 113-128