Zeitschrift: Mémoires de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles. Botanique = Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Freiburg. Botanik

Herausgeber: Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

Band: 1 (1901-1904)

Heft: 4: Über die Systeme der Festigung und Ernährung in der Blüte

Artikel: Über die Systeme der Festigung und Ernährung in der Blüte

Autor: Herzog, Jakob

Kapitel: II: Ernährungsphysiologische Verhältnisse

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-306669

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 30.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

II. TEIL.

Ernährungsphysiologische Verhältnisse.

1. Die leitenden Systeme.

Bekanntlich besteht die Hauptfunktion der Blüte in der Erzeugung von Fortpflanzungskörpern. Dieselben repräsentieren in der Regel ziemlich konzentrierte Massen plastischer Stoffe und es müssen diese Materialien, da ihre Bildungstätte nicht in der Blüte selbst liegt, in dieselbe hinein wandern. Die Blüte fordert somit eine Zuleitung plastischer Baustoffe nicht blos zum Aufbau ihres eigenen Körpers, wie z. B. ein Laubblatt, sondern auch zu noch anderweitigem Verbrauch. Eine Folge dieses gesteigerten Leitungsbedürfnisses ist, dass oft Blütenstiele und Infloreszenzachsen relativ reicher sind an gewissen Geweben zur Leitung plastischer Stoffe, als vegetative Stengel und Zweige. Diese Thatsache wurde, wie in der Einleitung erwähnt, zuerst von Haberlandt konstatiert und später durch Untersuchungen von Otto Klein bestätigt.

Wenn nun der Gedanke richtig ist, dass es die Ovula- resp. Samen- und Pollenbereitung ist, welche eine Vermehrung gewisser Mestom-Elemente in den Leitbündeln der Achsen reproduktiver Organe bedingt, so muss sich mit physiologischer Konsequenz, wenn der Ausdruck erlaubt ist, auch *in den einzelnen Blütenblattkreisen eine Differenz geltend machen zwischen den relativen Quantitäten der einzelnen Mestomcomponenten.*

Wie sich die Verhältnisse in Wirklichkeit gestalten, zeigt uns eine Reihe vergleichend anatomischer Untersu-

chungen, die ich auf diesen Punkt hin gerichtet habe. Es sei an dieser Stelle gleich bemerkt, dass bei allen folgenden Schilderungen, sofern nicht besondere Angaben gemacht werden, die einzelnen Gewebepartien der Leitbündel immer in basalen Querschnitten mit einander verglichen werden.

a. Der Gefässkomplex und das übrige Mestom.

Zunächst soll die Frage ihre Erledigung finden, wie sich die Gefässgruppe in den Leitbündeln der verschiedenen Blütenkreise zu den übrigen Mestom-Partien verhält. Material zu dieser Untersuchung bietet uns die Blüte von *Dianthus Caryophyllus*. So sehr Kelch und Krone dieser Blüte in Bezug auf ihre mechanische Ausbildung von einander differieren, so verraten sie doch in Hinsicht auf die leitenden Systeme eine weitgehende Übereinstimmung. Das ist physiologisch verständlich, denn Kelch nnd Korolle stellen an die Leitung analoge Anforderungen. Sowohl die Kelchröhre als auch die Blumenblätter verlangen nur so viel Baustoffe, als sie zu ihrem eigenen Aufbau nötig haben, d. h. eine Speicherung plastischer Materialien für irgend welche Zwecke findet in diesen Organen nicht statt. Kelch und Krone werden von Gefässbündeln von bescheidener Dicke durchzogen. Wie die basalen Querschnitte zeigen, macht der Gefässkomplex sowohl in den Leitbündeln des Kelches, als auch in denen der Korolle meist etwa $^1/_6$, sehr oft sogar $^1/_4$ von der Gesammtmasse der leitenden Elemente aus. (Fig. 12.)

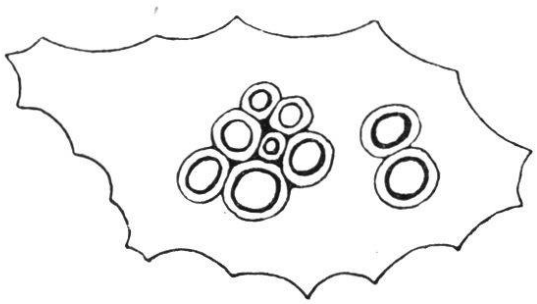

Fig. 12. Eines der grösseren Leitbündel des Kelches von *Dianthus Caryophyllus*. Nur die Gefässe des Mestoms sind gezeichnet. (Mik. Zeiss Ob. F Oc. 3).

Wie zwischen Kelch und Krone hinsichtlich ihrer leitenden Systeme eine schöne Analogie herrscht, so stimmen auch die zwei inneren Blütenblattkreise diesbezüglich ziemlich überein. Der Fruchtknoten wird ganz an der Basis, wo er noch massiv ist, von Gefässbündeln durchzogen, in welchen das zur

Leitung plastischer Stoffe dienende Gewebe die Gefässgruppe meistens um das zehn- bis zwanzigfache übertrifft. Von den Filamenten der Stamina wird jedes blos von einem einzigen Gefässbündel durchzogen. In den von mir untersuchten Bündeln schwankte die Zahl der Gefässe zwischen 6 und 10. Das gesammte zur Leitung organischer Baustoffe dienende Gewebe eines Bündels verhält sich zum Gefässkomplex häufig ungefähr wie 12 : 1. Sehr oft gestaltet sich das Verhältnis noch mehr zu Ungunsten der Gefässe. (Fig. 13.) Vergleichen wir die Leitbündel des Andröceums und Gynäceums mit denen der Blütenhülle, so sehen wir, dass in ersteren die Gefässe im Verhältnis zum übrigen Mestom viel spärlicher sind als in den letzteren.

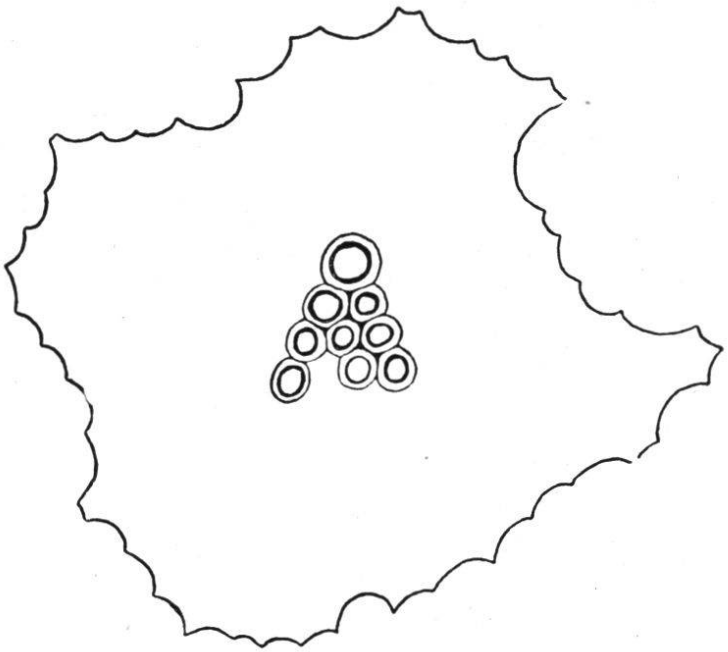

Fig. 13. Querschnitt durch das Gefässbündel in der basalen Partie des Staubgefässfilamentes von *Dianthus Caryophyllus*. Nur die Gefässe des Mestoms sind gezeichnet. (Mik. Zeiss Ob. F Oc. 3).

Eine Fragestellung, die nun nahe liegt, ist diese: Finden sich die Verhältnisse, welche den Bau der Leitbündel in den verschiedenen Organen der *Dianthus*-Blüte charakterisieren, auch bei anderen Blüten? Die Resultate der vergleichenden Anatomie bejahen diese Frage. Untersucht wurden noch Blütenteile von *Thea sinensis*, *Rhododendron hirsutum*, *Parnassia palustris* u. andere. Lassen wir noch die Besprechung der diesbezüglichen Verhältnisse in der Blüte von *Gratiola officinalis* folgen.

Das Kelchblatt der *Gratiola*-Blüte wird vom Grunde bis zur Spitze von einem ansehnlichen Mittelnerv durchzogen. Schnitte quer durch die breiteren Partien des Blattes weisen noch zwei kleine seitliche Stränge auf. Im grossen Leitbündel

zählte ich häufig 7-10 Gefässe. Die übrigen Elemente des Mestoms machen meistens das vier- bis fünffache des Gefässkomplexes aus. Ähnlich verhalten sich diese Bündelpartien in den Seitennerven.

Querschnitte durch die Kronröhre bieten ganz verschiedene Bilder, je nachdem sie aus basalen oder dem Schlunde genäherten Partien der Krone herstammen. Am unteren Teil der Kronröhre sind nämlich die Filamente der Stamina noch mit ihr vereint. Es finden sich daselbst Leitbündel vor, die sehr reich sind an Leptom und Holzparenchym. Wir haben hier einen Fall vor uns, wo in den Leitbündeln einer Korolle die Gefässe gegenüber dem andern Mestom stark in den Hintergrund treten, doch lässt sich hieraus kein Widerspruch konstruieren mit unseren bisherigen Darlegungen. Es zeigt die histologische Untersuchung, dass an der Stelle, wo die Staubgefässe sich von der Krone trennen, weitaus der grösste Teil des Leptoms in die Stamina übergeht, dass also der Reichtum an leitendem Gewebe für plastische Stoffe seinen Grund nicht in der Krone selbst hat, sondern in den aus ihr entspringenden Staubblättern. In den Leitbündeln der Krone oberhalb der Abgangsstelle der Staubfäden verhält sich die Gefässgruppe zur Summe der übrigen leitenden Elemente ungefähr wie 1 : 5 oder 1 : 4, während das Verhältnis im auf gleicher Höhe durchschnittenen Filamente meist zwischen 1 : 12 und 1 : 20 schwankt.

Somit sehen wir, dass sich Kelch und Krone der *Gratiola*-Blüte bezüglich der leitenden Systeme analog verhalten wie die entsprechenden Organe in der Blüte von *Dianthus Caryophyllus*, obwohl sie doch morphologisch wesentlich verschieden sind. Desgleichen schliesst sich die relative Ausbildung der leitenden Gewebepartien in den Leitbündeln der Staub- und Fruchtblätter von *Gratiola officinalis* den Verhältnissen in den gleichnamigen Organen der *Dianthus*-Blüte so eng an, dass wir uns darüber gar nicht weiter zu verbreiten brauchen.

Der Mitteilung wert dürfte dagegen noch eine andere Thatsache sein, die sich bei der Untersuchung der *Gratiola*-Blüte herausgestellt hat. Die Blüte besitzt nebst den fertilen

Staubgefässen noch ein Staminodium. Dasselbe unterscheidet sich dem äusseren Habitus nach kaum von den eigentlichen Stamina, jedenfalls existiert keine starke Differenz zwischen seinem Gewebequantum und der Gewebemasse eines gewöhnlichen Staubblattes. Da aber im Staminodium kein Blütenstaub gebildet wird, sich also da keine anderweitige Verbrauchsstätte für organische Baustoffe vorfindet, so wird sich dasselbe bezüglich des Leitungssystems anders verhalten als ein fertiles Staubgefäss. Thatsächlich tritt denn auch ein auffallender Unterschied zu Tage. Während in den Leitbündeln der Staubgefässfilamente die Gefässgruppe vom übrigen leitenden Gewebe um das 10-20fache übertroffen wird, so verhält sie sich zu diesem im Staminodium ungefähr wie 1 : 5, also ähnlich wie in den Leitbündeln des Kelches und der Krone. Es bildet somit das Resultat der Untersuchung dieses Staminodiums eine Stütze für die Auffassung, dass es die Bereitung der Fortpflanzungskörper ist, welche in den zwei inneren Blütenblattkreisen ein relativ mächtiges Gewebe zur Leitung plastischer Baumaterialien bedingt.

b. Das Mestom verschiedenartiger Blütenorgane verglichen mit deren Gesammtgewebe.

Das Staminodium der Blüte von *Gratiola officinalis* giebt uns noch zu einer weiteren Betrachtung Anlass. Es zeigt die Untersuchung, dass das Leitbündel in diesem Organ sich nicht blos durch die relativen Quantitätsverhältnisse der einzelnen Gewebepartien von dem Bündel eines fertilen Staubblattes unterscheidet, sondern überhaupt viel dünner ist als ein Leitstrang in einem eigentlichen Staubgefäss. Daraus lässt sich folgern, dass das gesteigerte Leitungsbedürfniss in den Staubblättern nicht blos eine Änderung des relativen Verhältnisses zwischen den Gefässen und den im Dienste der Leitung plastischer Stoffe stehenden Elementen bedingen kann, sondern auch eine mächtigere Entwicklung der Mestom-Stränge überhaupt.

Es ergiebt sich somit die Frage, ob denn nicht im Allgemeinen in den Organen der zwei inneren Blattkreise das erhöhte Leitungsbedürfnis mehr leitende Elemente bedinge im Verhältniss zum Gesammtgewebe dieser Organe, als in den beiden äussern Blütenblattkreisen. Um diese Frage etwas zu beleuchten, möge die Blüte von *Loranthus spec.* (Java) kurz in den Bereich unserer Betrachtung gezogen werden.

Ich habe Querschnitte hergestellt durch die Perigonzähne dieser Blüte und zwar in jener Zone, wo diese Zähne blos von einem einzigen Gefässbündel durchzogen werden. Ein derartiger Schnitt wurde verglichen mit einem auf gleicher Höhe erhaltenen Querschnitt durch das Filament eines Staubgefässes. Ich fixierte mit Hilfe des Zeichnenprismas die Umrisse beider Schnitte bei schwacher Vergrösserung, desgleichen jene der zugehörigen Fibrovasalstränge unter Anwendung des Objektivs D und des Okulars 3 (Mikroskop Zeiss). Aus dem Vergleich ergab sich, das der Zahn regelmässig eine etwa dreimal so grosse Querschnittsfläche besitzt als der Staubfaden. Zudem ist er auch noch etwas länger als das Filament. Man sollte demnach erwarten, dass auch das Mestom-Bündel des Zahns mindestens dreimal so mächtig wäre als dasjenige des Staubblattes. Dies ist jedoch nicht der Fall, sondern das Leitbündel des Zahns ist blos etwa doppelt so mächtig wie jenes im Filamente des Staubgefässes. Es demonstriert uns also dieser Vergleich deutlich, wie in einem innern Blütenblattkreis die Leitbündel im Verhältnis zum Gesammtgewebe des Organs viel grössere Dimensionen erreichen als in einem äussern.

Ähnliche Vergleichungen wurden noch angestellt zwischen den verschiedenen Blütenorganen von *Saponaria ocymoides.* Sie führten zu analogen Ergebnissen wie die Untersuchung der *Loranthus*-Blüte.

Bezüglich der Gefässbündel in den Staubfäden von *Loranthus spec.* verdient nachträglich noch hervorgehoben zu werden, dass dieselben regelmässig einen Beleg von mechanischen Zellen besitzen und zwar besteht dieser Beleg an der Basis aus typischen Stereiden (Vgl. Tafel Fig. 7); gegen die

Anthere hin nehmen sie kollenchymatischen Charakter an. Ich erwähne diese Erscheinung ausdrücklich, weil ich sonst an keinem Gefässbündel eines Staubfadens einen mechanischen Beleg vorgefunden habe.

c. Das Leptom und Holzparenchym.

Nachdem es festgestellt ist, dass in den Leitbündeln der inneren Blütenblattkreise die zur Leitung plastischer Stoffe dienenden Elemente im Verhältnis zu den Gefässen reichlicher sind als in den Bündeln der Blütenhülle, so ist noch eine zweifache Möglichkeit vorauszusehen. Es kann in den Leitsträngen des Andröceums und Gynäceums entweder das vorwiegend zum Transport eiweissartiger Bildungsstoffe dienende Leptom mächtiger sein, oder aber das zum Hadrom gehörige Holzparenchym, welches im Dienste der Leitung von N-freien organischen Substanzen steht.

Um zu erfahren, wie sich diese Verhältnisse gestalten, richten wir unsere Aufmerksamkeit nochmals auf die Blüte von *Loranthus spec.* Ein Vergleich zwischen den Mestom-Bündeln der Perigonzähne und dem Leitstrang der Staubfäden zeigt sofort, dass es das Leptom ist, welches sich in den Gefässbündeln der Stamina stark verbreitert. (Fig. 3 u. 7 der Tafel). Dasselbe erreicht im Leitstrange eines Staubfadens ungefähr dieselbe Mächtigkeit wie in einem Bündel der Perigonzähne, während doch das gesammte den Transport organischer Baustoffe besorgende Gewebe (Leptom u. Holzparenchym) im Leitstrange des Staubblattes blos eine etwa halb so grosse Querschnittsfläche beansprucht wie im Gefässbündel eines Perigonzahnes. Daraus geht hervor, dass es in der Blüte von *Loranthus spec.* thatsächlich das Leptom ist, welches in den Staubblättern, also in einem inneren Blütenblattkreise, reichlicher auftritt als im Perigon.

Ähnliche Verhältnisse wie in der *Loranthus*-Blüte konnten noch bei mehreren Blüten festgestellt werden. Beispielsweise soll noch mit einigen Worten auf die relativen Mestom-

Quantitäten in den Blütenorganen von *Lilium Martagon* und *Lilium bulbiferum* eingegangen werden.

Während die Gefässbündel in den Perigonblättern der Blüte von *Lilium Martagon* stets eine ganz bescheidene Leptom-Gruppe enthalten, zeichnen sich die Leitstränge in den Staubfäden durch einen viel grösseren, die Bündel des Gynäceums aber durch einen geradezu gewaltigen Leptom-Reichtum aus. Die Zahl der Gefässe bleibt in den Leitsträngen aller Blütenteile zwar nicht ganz konstant, schwankt aber innerhalb ziemlich enger Grenzen. Dasselbe lässt sich vom Holzparenchym sagen.

Die der Arbeit beigegebene Figuren-Tafel möge das Gesagte zum Teil illustrieren (s. Fig. 2, 6 und 10).

Die Blütenorgane von *Lilium bulbiferum* schliessen sich hinsichtlich der relativen Ausbildung der verschiedenen Mestompartien den gleichnamigen Teilen der Blüte von *Lilium Martagon* eng an. Besonders hervorgehoben zu werden verdient wiederum die überraschende Mächtigkeit der Leptom-Stränge im Gynäceum.

Um noch einen weiteren Fall zu erwähnen,. wo die Leitbündel der zwei innern Blütenblattkreise sehr leptomreich sind, sei nochmals auf die Blüte von *Dianthus Caryophyllus* hingewiesen. Auch hier ist es hauptsächlich das Leptom, welches in den Bündeln der Staub-und Fruchtblätter viel mächtiger wird als in den Leitsträngen des Perianths.

d. Die Mestomcomponenten in den Leitbündeln der Griffel und gewisser anderer Blütenorgane.

Wenn die Anschauung richtig ist, dass die Ausbildungsweise des Mestoms im Gynäceum zum grossen Teil durch die Ovula-Bildung bedingt ist, so muss sich bei Stempeln mit Fruchtknoten, Griffel und Narbe auch eine Differenz geltend machen zwischen den Leitbündeln an der Basis des Fruchtknotens und denen im Griffel. Während nämlich die Mestom-Stränge in der basalen Partie des Gynäceums die zur Bildung

der Ovula bestimmten Baustoffe zu leiten haben, kommt eine derartige Aufgabe den Bündeln des Griffels nicht mehr zu, und es leuchtet uns ein, wenn sich diese letzteren anders verhalten als die ersteren.

Die mikroskopische Untersuchung einer Reihe von Griffeln zeigt in der That, dass sich ihre Gefässbündel bezüglich der Mestomcomponenten analog verhalten wie die Leitstränge in den Organen der Blütenhülle.

Die zwei Mestom-Bündel im Griffel der Blüte von *Mentha alpina* setzen sich etwa zu einem Viertel aus Gefässen und zu drei Viertel aus anderen leitenden Elementen zusammen. Das Leptom, das allerdings gegen das Holzparenchym nicht scharf abgegrenzt ist, nimmt jedenfalls stets einen sehr beschränkten Raum ein.

Die vier den Griffel der Blüte von *Loranthus spec.* durchziehenden Fibrovasalstränge sind auch sehr arm an Leptom, während das Holzparenchym noch ziemlich reichlich auftritt. Die letztere Erscheinung findet ihre Erklärung wohl dadurch, dass im Griffel zur Bildung der dickwandigen mechanischen Zellen viel Kohlenhydrate zugeleitet werden müssen.

Die Untersuchung von noch andern Griffeln zeigte im Allgemeinen übereinstimmende Resultate; doch sollen diese Verhältnisse, da sie weiter nichts Besonderes bieten, nicht eingehender verfolgt werden. Ich gehe vielmehr dazu über, zur Stütze meiner Darlegungen noch andere speziellere Erscheinungen aufzuführen.

Zunächst möge uns die Blüte von *Parnassia palustris* kurz beschäftigen. Dieselbe besitzt bekanntlich ausser den eigentlichen fertilen Staubgefässen noch unfruchtbare. Ein jedes dieser Staminodien besteht aus einem dicken Basalteil und mehreren an der Spitze drüsenartig angeschwollenen Fortsätzen. An der Innenseite des Basalteils wird Honig ausgeschieden, weshalb diese Organe auch Nectarien heissen. Die histologische Untersuchung zeigt, dass der ganze Basalteil aus einem massiven homogenen Gewebe besteht, welches blos in der Mitte etwas kleinzelliger ist, als gegen die Epidermis hin. Spezifisch leitende Elemente konnte ich keine nach-

weisen. Ein solches Verhalten wäre bei einem fertilen Staubblatt physiologisch dunkel, dagegen ist es leichter verständlich bei einem solchen unfruchtbaren Gebilde. Dasselbe erzeugt keine Pollenkörner und bedarf des Leitungssystems nicht zum Transport von plastischen Bildungsstoffen für solche. Da nun fertile Staubgefässe, so klein sie auch sein mögen, immer ein ansehnliches Leitungssystem aufweisen, so ist hieraus wohl der Schluss erlaubt, dass nicht blos die Quantitätsverhältnisse der Leitbündelcomponenten, sondern das Auftreten von Leitbündeln überhaupt zur Bildung der Fortpflanzungskörper Beziehungen aufweisen.

In nicht so ausgeprägter Form, wie bei den *Parnassia*-Nektarien, aber doch auch deutlich weisen histologische Verhältnisse in den Schlundschuppen der Blüte von *Symphytum officinale* darauf hin, welche grosse Abhängigkeit besteht zwischen der Ovula- und Pollenbereitung und den plastische Stoffe leitenden Mestom-Partien. Diese Hohlschuppen sind voluminöser als die Stamina der *Symphytum*-Blüte, besitzen aber trotzdem blos etwa halb so viel leitende Elemente wie diese. Zwar wird ein solcher Kronfortsatz von zwei Leitbündeln durchzogen, jedes derselben macht aber nur ungefähr den vierten Teil von dem eines Staubblattes aus. Die Gefässe sind, wie es zu erwarten war, relativ zahlreicher in einem Mestom-Strang einer Schlundschuppe als im Leitbündel eines Staubfadens. So zählte ich in Bündeln der Schlundschuppen häufig 8-10 Gefässe und in mindestens viermal so grossen Leitsträngen der Staubfäden deren nur cca 14-16. Dass alle diese anatomischen Verhältnisse mit der Physiologie des betreffenden Organs in Harmonie stehen, ist nach dem Gesagten klar. So wenig wie in den Nektarien der *Parnassia*-Blüte werden in den Hohlschuppen der Blüte von *Symphytum officinale* Fortpflanzungsprodukte erzeugt, und eben deshalb sind auch diese spärlicher mit Elementen zur Leitung plastischer Stoffe ausgerüstet als die Stamina.

Hiemit möge die Betrachtung über die leitenden Systeme in der Blüte ihren Abschluss finden. Die Hauptsätze, die sich im Laufe derselben ergeben haben, sind etwa folgende :

1. *In den Leitbündeln des Andröceums und Gynäceums ist die Zahl der Gefässe im Verhältniss zum übrigen Mestom geringer als in den Bündeln von Kelch und Krone.*

2. *Das gesteigerte Leitungsbedürfniss für plastische Stoffe in den zwei inneren Blütenblattkreisen spricht sich oft nicht blos durch eine relative Stärke der betreffenden Mestomcomponenten in den Leitbündeln aus, sondern kann auch mächtigere Bündel überhaupt bedingen.*

3. *In den Gefässbündeln der inneren Blütenblattkreise wird sehr oft der Reichtum an Gewebe zur Leitung plastischer Stoffe hauptsächlich durch eine Vermehrung der Leptom-Elemente verursacht.*

4. *Staminodien, Griffel und andere Blütenorgane, welche keine Fortpflanzungskörper produzieren, schliessen sich bezüglich der Ausbildung ihrer Mestom-Partien den Organen der Blütenhülle an.*

---

2. Das Haut-, Absorptions- und Speichersystem.

So gross auch die Rolle ist, welche das Leitungssystem in der Ernährungsphysiologie der Blüte spielt, so werden doch noch andere Systeme eine unter Umständen wichtige Aufgabe zu erfüllen haben. Ernährungsphysiologische Bedeutung können erhalten die Systeme zur Regulierung der Transpirationsgrösse, zur Aufnahme von Wasser aus der Atmosphäre und zur Speicherung von Wasser. Ich habe anlässlich der Untersuchung einiger tropischer Pflanzen diesbezügliche Beobachtungen gemacht, welche im Folgenden noch mitgeteilt werden sollen.

a. Einrichtungen zur Regulierung der Transpiration.

Um der Blüte den für sie notwendigen Wassergehalt sicher zu stellen, kann sich die Natur der manigfaltigsten Mittel bedienen. Als ein solches wird seit Langem auch die

Cuticularisierung der äusseren Schichten der Epidermisaussenwand angesehen. Während alle Blütenteile unserer einheimischen Pflanzen, soweit ich sie untersuchte, sich durch eine solche Cuticula auszeichnen, welche bezüglich ihrer Dicke nur geringe Grade aufweist, so konnten bei Blüten der tropischen Flora oft ganz andere Verhältnisse konstatiert werden. Ich denke hiebei an diejenige Seite des Tropenklimas, die in der starken Insolation besteht.

Als ein schönes Beispiel für eine ausgiebige Cuticularisierung verdient die Blüte der Palme *Nenga Wendlandiana* Erwähnung. Bei der ♂ Blüte sind beide Epidermen der äusseren, sowie auch die äussere Epidermis der inneren Perigonblätter nicht blos durch eine Cuticula, sondern noch durch zahlreiche Cuticularschichten ausgezeichnet. (Fig. 14.) Einzig die innere Epidermis der inneren Blätter besitzt blos eine Cuticula von mässiger Dicke ohne Cuticularschichten. Bei der ♀ Blüte ist die äussere Epidermis der äusseren Perigon-Blätter und die nicht basale Partie der äusseren Epidermis der inneren Blätter mit Cuticula und Cuticularschichten versehen, während alle übrigen Epidermen nur mit einer einfachen Cuticula ausgerüstet sind. Es wird weiter unten gezeigt werden, dass alle diese Differenzen im Bau der Epidermis durch Deckungsverhältnisse bedingt werden. Ich habe die Cuticula sowohl wie auch die Cuticularschichten in jedem Falle mikrochemisch untersucht mit Hilfe von Schwefelsäure und Jodkaliumjodlösung. In conc. H_2SO_4 blieb die Cuticula stets ungelöst und in Jodkaliumjodlösung färbte sie sich gelb. Die Cuticular-Schichten nahmen bei Behandlung mit Jodkaliumjodlösung ebenfalls eine gelbe Färbung an, erwiesen sich aber gegen H_2SO_4, wenn auch ziemlich bedeutend, so doch nicht in dem Maasse widerstandsfähig wie die Cuticula.

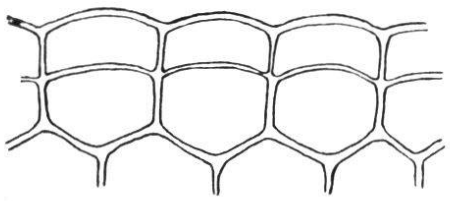

Fig. 14. Äussere Epidermis des inneren Perigon-Blattes der ♂ Blüte von *Nenga Wendlandiana*.

Soll nun den erwähnten Verhältnissen eine physiologische Deutung gegeben werden, so dürfte das nicht allzu

schwierig sein, zumal wenn man sich das Habitusbild der Blüten vor Augen hält. (Fig. 15 und 16.)

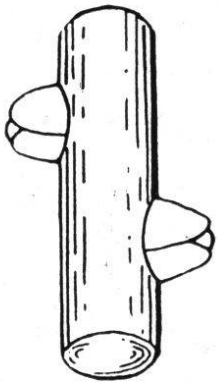

Fig. 15. Habitusbild der ♀ Blüte von *Nenga Wendlandiana.*

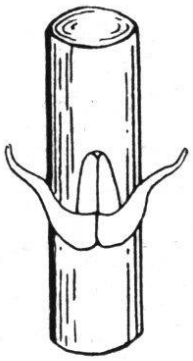

Fig. 16. Habitusbild der ⚥ Blüte von *Nenga Wendlandiana.*

Dass bei den Blüten beiderlei Geschlechts die äusseren Epidermen der drei äusseren Perigonblätter eine Cuticula und Cuticular-Schichten besitzen, dürfte kaum auffällig sein, denn gerade diese Epidermen sind der Sonnenglut, also auch der Gefahr einer zu starken Transpiration am meisten exponiert. Die innere Epidermis der äusseren Blätter schmiegt sich bei der ♀ Blüte dicht an die inneren Perigonblätter an, ist also durch diesen Umstand wohl soweit vor einer zu grossen Verdunstung gesichert, dass sie der Cuticular-Schichten entbehren kann. In ganz anderer Lage befindet sich die innere Epidermis der äusseren Perigonblätter bei der ⚥ Blüte. (Fig. 16.) Die äusseren Perigonblätter ragen hier frei in die Luft hinaus. Ihre innere Epidermis ist also der Verdunstung kaum weniger ausgesetzt als die äussere und im Einklang damit besitzt sie denn auch Cuticular-Schichten. Die innern Perigonblätter sind bei der ♀ Blüte von den äussern fast vollständig bedeckt. Nur deren Spitzen stehen mit der Luft direkt in Berührung. Dem entsprechend finden wir auch allein am vordern Teil der Blätter Cuticular-Schichten und auch da blos an der äusseren Epidermis, denn die innere ist dadurch wieder gegen eine zu intensive Transpiration geschützt, dass sie sich dicht an den Fruchtknoten anschliesst. Bei der ⚥ Blüte ist, wie die Fig. 16 zeigt, die äussere Epidermis der inneren Blät-

ter der direkten Besonnung mehr preisgegeben als bei der ♀ Blüte, daher ist sie auch auf ihrer ganzen Fläche mit Cuticular-Schichten ausgestattet. Die innere Epidermis der inneren Blätter besitzt wieder eine einfache Cuticula. Es bilden die inneren Perigonblätter eine Art Gehäuse um das Andröceum herum, und es ist im Innern desselben die Gefahr einer übermässigen Transpiration selbstverständlich geringer als aussen.

Aus den vorstehenden Angaben ist ersichtlich, dass die anatomischen und physikalisch-chemischen Differenzen im Bau der Perigonepidermen von *Nenga Wendlandiana* sichtlich in der Physiologie der Blüte begründet sind.

An die Besprechung der *Nenga*-Blüten reihen sich nun passend einzelne Mitteilungen über die Blüten der Palme *Oreodoxa regia* an. Bei den Perigonblättern dieser Blüten finden wir keine Cuticular-Schichten, dagegen immer eine ziemlich dicke Cuticula Dieselbe ist stellenweise stark gewellt. Bei den Perigonblättern der ♀ Blüte schliesst sich an die Cuticula eine sehr dickwandige sklerenchymatische Epidermis an. In den der Spitze genäherten Partien der Blätter sind auf der Aussenseite noch zwei bis drei weitere auf die Epidermis folgende Zellschichten sklerenchymatisch. (Fig. 11 der Tafel.) Auch an die Epidermis der Innenseite der Blätter schliessen sich da noch mehr dickwandige Elemente an. (Fig. 12 der Tafel.) Es darf wohl angenommen werden, dass die Dickwandigkeit dieser epidermalen und subepidermalen Zellschichten auch eine gewisse Verzögerung der Verdunstungsvorgänge zur Folge hat.

Dem Bau der Perigonblätter der ♀ Blüte schliessen sich die äusseren Blätter der ⚥ Blüte an. Die inneren Blätter der ⚥ Blüte besitzen kein Sklerenchym, dafür sind sie von einer dicken Platte aus typisch mechanischen Zellen durchsetzt, in welcher die Gefässbündel eingebettet sind.

Weitere Erläuterungen über die dickwandigen Epidermis- und Grundgewebezellen der *Oreodoxa*-Blüte folgen später.

Zunächst beschäftigt uns hier die Blüte von *Loranthus spec.* aus Java noch etwas. Schon die Stomata an den Laub-

blättern dieser Pflanze verraten den xerophilen Charakter. Die Schliesszellen sind stark eingesenkt; vor denselben bilden die Membranen der Nebenzellen einen umfassenden Wall, so dass dadurch zwei Vorhöfe zu Stande kommen, einer vor und einer hinter diesem Walle.

Wenn sich nun auch im Laubblatte die xerophile Natur von *Loranthus* kundgiebt, so wird es doch überraschend erscheinen, wenn auch in der Blüte selbst Verhältnisse angetroffen werden, welche zeigen, dass hier eine der starken Besonnung ausgesetzte Pflanze vorliegt. Die Epidermen des Perigons sind zwar blos durch eine ganz dünne Cuticula ausgezeichnet. Dem Übermass der Verdunstung wirken aber die Dicke des Gewebes und noch andere später zu besprechende Einrichtungen entgegen. Die Cuticula der Staubblätter dagegen erreicht eine ansehnliche Dicke. Etwa die halbe Aussenwand der Epidermis ist cuticularisiert. Noch grössere Dimensionen nimmt die Einlagerung von Cutin beim Griffel an. Derselbe ragt am weitesten frei in die Luft hinaus und ist der Gefahr einer übermässigen Transpiration am meisten exponiert. Beim Griffel ist nicht nur weitaus der grösste Teil der Epidermisaussenwand cutinisiert, sondern auch die grösste Partie der Radial- und inneren Tangentialwände. (Fig. 1 der Tafel.)

Zu der auf die Epidermis beschränkten Cuticularisierung der Blütenorgane bei *Loranthus spec.* gesellt sich noch eine weitgehende Verkorkung innerer Gewebe, welche jedenfalls auch im Dienste der Verdunstungshemmung steht und hier Erwähnung finden muss. Verkorkungserscheinungen konnten in allen Teilen der Blüte nachgewiesen werden. Bei den von mir untersuchten Staubblättern waren fast sämmtliche Zellwände des gesammten Gewebes verkorkt. Beim Griffel und Perigon waren jedenfalls immer die Membranen des peripherischen Gewebes der Verkorkung anheimgefallen, während in den zentralen Partien besonders beim Griffel eine Lösung der Zellwände in conc. H_2SO_4 zu beobachten war. Diese weitgehenden Verkorkungserscheinungen in der *Loranthus*-Blüte bilden unzweifelhaft einen bedeutsamen Faktor zur Verzögerung der Verdunstungsvorgänge.

b. Apparate zur Aufnahme und Speicherung von Wasser.

Wasser kann ganz im Allgemeinen in eine Blüte gelangen entweder aus der Erde mittelst der Gefässe etc., oder aus der Atmosphäre durch anderweitige Vorrichtungen. Die Aufnahme von Wasser aus der Atmosphäre ist es, welche uns an dieser Stelle noch zu einigen Mitteilungen veranlasst. Es ist schon lange bekannt, dass es Pflanzen giebt, welche besondere Apparate besitzen, um Wasser aufzunehmen, welches sich in Form von Regen- oder Tautropfen in der Atmosphäre vorfindet. Haberlandt beschreibt in seiner « *Physiologischen Pflanzenanatomie* » (II. Auflage, pag. 204) mehrere wasserabsorbierende Haargebilde an Laubblättern. Ich habe nun auch in der Blüte von *Loranthus spec.* trichomatische Organe aufgefunden, welche allem Anscheine nach befähigt sind, Wasser in liquider Form aus der Atmosphäre aufzunehmen. (Ob dieselben nicht zeitweise auch als Hydathoden und zwar als aktive Hydathoden zu funktionieren vermögen, lasse ich dahin gestellt, halte es aber keineswegs für unmöglich). Derartige Organe fand ich regelmässig an den Stamina der Blüte, ganz besonders reichlich an jener Zone, wo die Staubfäden noch mit dem Perigon vereint sind, oder eben von demselben abgegangen sind. Diese Region ist es auch, wo ein Regen- resp. Tautropfen durch kapilläre Kräfte am leichtesten festgehalten werden kann.

Der Bau eines einzelnen Trichoms ist folgender. Das Haar besteht aus drei Zellen, aus einer verzweigten Endzelle und zwei unverzweigten Basalzellen (vgl. Tafel Fig. 4 u. 5). Die Endzelle ist von beträchtlicher Dickwandigkeit. Die an dieselbe sich anschliessende Basalzelle weist eine dünne Membran auf, und nach Allem, was wir über trichomatische, wasserabsorbierende Organe wissen, muss sichtlich dieser Zelle die Fähigkeit zugesprochen werden, Wasser aufzusaugen. Zwischen diese Saugzelle und die Epidermis ist noch eine zweite Basalzelle eingeschoben. Dieselbe ist ziemlich dickwandig und steht durch Poren mit der Saugzelle im Verkehr. Ebenso steht auch die Endzelle durch grosse Poren in Communi-

cation mit der anliegenden dünnwandigen Zelle. Wenn also die Saugzelle Wasser aufnimmt, so kann dasselbe durch die Poren sowohl in die Endzelle gelangen, als auch in die andere Basalzelle und von letzterer aus in die Epidermis- und Grundgewebezellen des Staubfadens. Das in die verzweigte Endzelle gelangende Wasser kann hier aufgespeichert werden, so dass die Gesammtheit aller Endzellen über der Epidermis einen förmlichen wasserspeichernden Mantel bildet. Während der heissen Tageszeit, resp. Trockenperiode giebt die Saugzelle ihr Wasser jedenfalls ziemlich rasch wieder ab. Sobald sie aber dasselbe verloren hat, vermag sie wohl zusammenzuklappen und erschwert es dadurch, dass das Wasser aus der Endzelle ev. solches aus dem Gewebe des Staubfadens durch die mit ihr communizierenden Poren in sie zurückgelange und so einer raschen Verdunstung preisgegeben sei. Dass das Wasser der Endzelle nicht allzu rasch wieder entweicht, dafür bietet die grosse Dicke ihrer Wandung einen gewissen Schutz. Freilich darf nicht übersehen werden, dass die Endzelle auf ihrer der Epidermis zugekehrten, an die Luft grenzenden Wandpartie auch einzelne winzig kleine Poren besitzt, welche schliesslich doch einen langsamen Wasserverlust verursachen. Anderseits aber werden diese kleinen Poren, wenn es gilt, rasch wieder Wasser aufzunehmen, auch das Ihrige dazu beitragen.

Zur Beleuchtung der Thatsache, dass die dünnwandige Saugzelle die Fähigkeit besitzt, leicht zusammenzuklappen, sei bemerkt, dass sie sich eben wegen dieser Eigenschaft der Beobachtung allermeist entzieht. Weil sie leicht zusammenfällt und dann stets ein undeutliches Bild verursacht, gelang es auch erst nach längeren Versuchen, den wirklichen Thatbestand festzustellen.

Wenn nun, was aus dem Gesagten hervorgeht, die Trichome des Staubfadens teilweise wasserabsorbierende und zum Teil wasserspeichernde Organe repräsentieren, so finden sich im Innern der andern Blütenteile Elemente, welche mit grosser Wahrscheinlichkeit im Dienste der Wasserspeicherung stehen. Es sind das Sklerenchymzellen, welche stark porös und verholzt sind.

Die Gründe, auf die gestützt wir diese Steinzellen als Wasserspeicher betrachten, sind die folgenden. Vorerst spricht dafür der Umstand, dass dieselben gerade im Staubfaden fehlen, wo durch die eben besprochenen Trichome für Speicherung wohl hinlänglich gesorgt werden kann. Dann findet sich das Sklerenchym am reichlichsten in jenen Blütenorganen resp. Organteilen, wo die Gefahr einer zu raschen Ausdunstung am grössten ist, also im dünnen Caliculus und in der oberen Gewebeschicht der Perigonzähne, während es spärlicher auftritt in der Perigonröhre und im Griffel. Letzterer besitzt, wie schon angeführt, eine sehr dicke Cuticula.

Die Blättchen des Caliculus sind von einer förmlichen Platte von Steinzellen durchsetzt. Im freien Perigonzahn findet man diese Elemente regelmässig im zentralen und mehr nach der Innenseite zu gelegenen Gewebe und zwar reichlicher gegen die Spitze hin als in jener Partie, wo er sich eben vom Staubfaden getrennt hat. In der Perigonröhre trifft man regelmässig eine oder mehrere solcher Sklerenchymzellen zwischen den zwei Einzelbündeln eines doppelten Leitstranges an. Auch seitlich vom Doppelbündel und ausserhalb desselben wurden solche bemerkt, jedoch nie in grosser Anzahl.

Wenn wir diese Steinzellen als wasserspeichernde Organe betrachten, soll damit nicht gesagt sein, dass das ihre einzige oder ihre Hauptfunktion sei, sie können auch mechanischen Zwecken dienen.

Interessant ist nun, konstatieren zu können, dass analoge Elemente, wie wir sie hier bei *Loranthus spec.* im Innern des Gewebes als Wasserreservoire kennen gelernt haben, in den Blüten der Palmen *Nenga Wendlandiana* und *Oreodoxa regia* an der Oberfläche der Perigonblätter erscheinen und meinen Untersuchungen zufolge wohl im Dienste der Absorption von Wasser stehen. Bei der ♀ *Nenga*-Blüte treffen wir sie eingestreut zwischen den gewöhnlichen dünnwandigen Epidermiszellen auf der Aussenseite der inneren Perigonblätter und zwar in derjenigen Region der Blattfläche, wo sie von den äusseren Perigonblättern Deckung erhält. Auch auf der Innenseite der inneren Blätter kommen die fraglichen Elemente vor, jedoch

nicht so reichlich wie auf der Aussenseite. Alle diese Zellen sind sehr dickwandig, verholzt und an allen ihren Wänden, also auch an der Aussenwand, mit Poren versehen. (Fig. 8 u. 9 der Tafel.) Schon die Ausstattung dieser Elemente mit Poren an der Aussenwand weist darauf hin, dass sie wohl als wasserabsorbierende Organe zu funktionieren vermögen. Weitere Aufschlüsse hierüber giebt uns die experimentelle Untersuchung.

Ich befestigte eine Blüte an einem Stativ und brachte mit einem Pinsel mehrere Tröpfchen Wasser auf die Aussenseite eines inneren Perigonblattes und zwar so, dass die Tröpfchen genau in den Winkel zu liegen kamen, den die zwei nächsten äusseren Blätter, die das innere zum Teil bedecken, mit einander bilden. Das Wasser wurde sofort kapillar eingesaugt und gelangte so zwischen das innere und die dasselbe deckenden Teile der zwei äusseren Perigonblätter. Denselben Versuch stellte ich nachher statt mit Wasser mit Jodkaliumjodlösung an. Die Tropfen wurden in gleicher Weise aufgenommen. Damit war aber erst festgestellt, dass Wasser wirklich auf die von den äusseren Blättern bedeckten Partien des inneren Blattes gelangen kann. An diesen Stellen hat nun, wie wir sehen, das innere Blatt poröse Epidermiszellen, und es war eine zweite Frage, ob das zwischen die äusseren und inneren Blätter gelangende Wasser durch diese Poren ins Innere des Blattes dringen könne. Meine diesbezüglich angestellten Versuche fielen in bejahenden Sinne aus. Es wurden aus dem Versuchsblatte, auf dessen freie Aussenseite Jodkaliumjodlösung gebracht worden war, Querschnitte angefertigt, nachdem es noch mit Wasser abgespült und mit Filtrierpapier getrocknet worden war. Die Beobachtung der Querschnitte unter dem Mikroskop zeigte nun deutlich, dass die KJ-J-Lösung wirklich eingedrungen war und doch wohl durch die Poren. Nicht blos die porösen Epidermiszellen, sondern auch die durch Grundgewebe von diesen getrennten mechanischen Elemente des Perigonblattes waren deutlich gelb gefärbt. Frisches, lebendes Material stand mir indessen leider zu diesen Versuchen nicht zu Gebote, sondern nur Alkohol-Material.

Ein zweiter analoger Versuch führte zu demselben Ergebnisse. Es darf nun doch wohl angenommen werden, dass diese dickwandigen Epidermiszellen der ♀ *Nenga*-Blüte Wasser von aussen aufzunehmen vermögen.

Vermutlich im Dienste derselben Funktion stehen die epidermalen Sklerenchymzellen auch bei den Perigon-Blättern der Blüten von *Oreodoxa regia*, die bereits oben erwähnt wurden. (s. Fig. 11 u. 12 der Tafel).

Ich habe diese Epidermiselemente durch ähnliche Experimente auf ihre Fähigkeit Wasser zu absorbieren geprüft wie jene der ♀ *Nenga*-Blüte. Die auf die Oberfläche der Blätter gebrachte Jodkaliumjodlösung drang auch hier ins innere Gewebe ein, was sich durch die Gelbfärbung der Sklerenchym-Zellen im Innern des Blattes kundgab.

Die Sklereiden, welche im Innern der Perigonblätter von *Oreodoxa regia* vorkommen, dürfen wohl wiederum als Wasserspeicher bezeichnet werden.

Unser spezielles Interesse ziehen noch die dünnwandigen Grundgewebezellen auf sich, die ich in den grossen Perigonblättern der ♀ Blüte beobachtet habe. Diese Zellen weisen in Schnitten, welche in Wasser liegen, häufig gefaltete Membranen auf. (Fig. 12 der Tafel). In dem mir zur Verfügung stehenden Material sind sie wohl durch das Conservieren in Alkohol kollabiert gewesen. Setzt man aber KOH zu den Schnitten, so verschwinden diese Falten zwar nicht alle, aber doch viele derselben, und die Schnitte dehnen sich nach Art einer Ziehharmonika aus. In dieser Erscheinung liegt ein Hinweis darauf, dass dasselbe Spiel auch in der Natur vor sich gehe. Bei herrschender Trockenheit werden diese Zellen kollabieren, und wenn die Perigonblätter wieder Wasser aufnehmen können, dehnen sie sich wieder aus.

Somit wäre die Besprechung der Wasser absorbierenden und speichernden Apparate erledigt und damit soll auch die ganze Abhandlung ihren Abschluss finden.

Von einer nochmaligen Zusammenstellung der Resultate nehme ich Umgang, da dieselben jeweilen am Schlusse der betreffenden Kapitel angeführt sind.