

33. L. Kny: Ueber die Anpassung der Laubblätter an die mechanischen Wirkungen des Regens und Hagels.

Eingegangen am 21. Juni 1885.

Die oberirdischen Theile der Pflanzen werden nicht nur in verschiedener Weise, insbesondere durch ihr Eigengewicht und durch Luftströmungen, auf Biegungsfestigkeit in Anspruch genommen; sie sind in unseren Breiten, bei dem raschen Wechsel der Witterung, ganz allgemein auch häufigen und zuweilen nicht unbedeutlichen Stößen durch die auf sie fallenden Regentropfen und Hagelkörner ausgesetzt.

Für erwachsene Stämme und Zweige, insbesondere, wenn dieselben durch Periderm und Borke nach aussen geschützt sind, werden die hierdurch bedingten mechanischen Wirkungen meist nicht erheblich ins Gewicht fallen. Um so mehr für die Laubblätter. Da diese bei typischer Ausbildung in erster Linie die Aufgabe haben, die Verdunstung der Pflanzen und damit das Steigen des Saftes zu fördern und den Austausch von Sauerstoff und Kohlensäure zwischen Pflanze und Atmosphäre zu vermitteln, ist ihr Gewebe von zahlreichen, zum Theil weiten Intercellularen durchsetzt, ihr Gefüge durchschnittlich also ein weniger festes, als das des Stammes. Diess, im Zusammenhange mit ihrer meist grossen Flächenentwicklung, muss sie gegen Stösse, welche ihre Oberfläche treffen, sehr viel empfindlicher machen. Was ein kräftiges Hagelwetter in Schädigung krautiger Pflanzentheile, insbesondere der Blattspreiten, zu leisten vermag, ist alibekannt und bedarf keiner besonderen Ausführung.

Grösseren Katastrophen dieser Art, wie sie in derselben Gegend zum Glück nur selten auftreten, sind die zarteren Pflanzentheile so gut wie schutzlos preisgegeben. Die Natur hat aber dafür gesorgt, dass die hiervon betroffenen Pflanzen meist in der Lage sind, durch Austreiben unterirdischer oder oberirdischer Ersatzknospen den der Erhaltung der Art drohenden Gefahren zu begegnen. Andererseits hat sie, um das Bestehen und die möglichst ungestörte Entwicklung der Vegetation zu gewährleisten, die zarteren Pflanzentheile, insbesondere die Laubblätter, gegen stärkere Regengüsse und schwache Hagelwetter, wie sie in den meisten Ländern jährlich und in manchen Jahren zu wiederholten Malen auftreten, ausreichend geschützt. Abgesehen von der Erschöpfung durch einen wiederholten nutzlosen Material-Aufwand, welche eine öftere Schädigung oder Zerstörung der Laubblätter für die

betroffenen Pflanzen zur Folge haben müsste, würde die Zeit meist nicht ausreichen, um den Verlust der Assimilations-Organen früh genug zu ersetzen. Es könnten dann viele Arten es fast nie zur Blüten- und Fruchtbildung bringen, und ihr Bestehen, soweit es von der Reifung der Samen abhängig ist, wäre damit ernstlich gefährdet.

So viel und eingehend die Beziehungen der Pflanzen zu den auf sie wirkenden mechanischen Einflüssen in jüngster Zeit, insbesondere durch Schwendener und eine Zahl von ihm angeregter jüngerer Forscher erörtert worden sind, ist die Frage, ob Form und innerer Bau der Laubblätter sich in Abhängigkeit von den vorstehend gekennzeichneten Vegetationsbedingungen befinden, in allgemeiner Fassung meines Wissens bisher noch nicht gestellt worden. Auch in der unlängst erschienenen „Physiologischen Pflanzenanatomie“ von G. Haberlandt (Leipzig, 1884), welche auf S. 96—143 alles auf das „mechanische System“ Bezügliche in klarer Darstellung übersichtlich zusammenfasst und dem Bekannten manche werthvolle neue Beobachtung hinzufügt, ist eine Beeinflussung des Blattbaues durch die mechanische Wirkung des Regens und Hagels nicht berührt. Und doch handelt es sich hier um Anpassungen weitester Verbreitung, deren Verständniss sich dem Beobachter unmittelbar darbietet.

Das Gerüst der Laubblätter wird bekanntlich von den Leitbündeln gebildet, welche in seltenen Fällen einfach bleiben, meist sich verzweigen und in verschiedener Weise durch Querverbindungen zu einem Maschennetz zusammentreten. Letzteres ist besonders bei der überwiegenden Mehrzahl aller über dem Wasserspiegel oder den Erdboden sich erhebenden Luftblätter der Fall¹⁾.

Betrachtet man ein grösseres Luftblatt mit dünner, zarter gebauter Spreite näher, so fällt sofort in die Augen, dass die Hauptnerven, welche die Fortsetzung des Blattstieles und dessen primäre Verzweigungen bilden, über die zwischen ihnen ausgespannten grünen Füllungen nach unten deutlich vorspringen. In geringerem Maasse, aber meist immer noch in unverkennbarer Weise, ist diess bei den Seitennerven zweiter Ordnung, weniger im Allgemeinen bei denen höherer Ordnung der Fall. Zwischen diesen stärkeren Bündeln, welche ein Netzwerk elastischer Stäbe bilden, ist das chlorophyllhaltige Füllgewebe mit den ihm eingebetteten letzten Bündelauszweigungen derart eingefügt, dass es sich fast immer mehr oder weniger deutlich nach oben hervorwölbt. Augenfällige Beispiele für dieses Hervorwölben der von den grösseren Bündelzweigen eingefassten Spreitenfelder bieten von grossblättrigen Arten: *Rheum Emodi*, *Gunnera*

1) Näheres über den Verlauf der Leitbündel in den Blattspreiten siehe bei de Bary, *Vergl. Anatomie* (1877), p. 310 ff. Es werden hier zwei Haupttypen von Bündel-Anastomosen unterschieden, der „streifige“ und der „netzartige.“

chilensis, *Bergenia*-Arten, *Inula Helenium*, *Althaea rosea*, *Aesculus Hippocastanum*, *Funkia*-Arten; von weniger grossblättrigen Arten: *Primula elatior*, *Ulmus campestris*, *Betonica officinalis*, *Ballota nigra*, *Melissa officinalis*, *Dioscoraea villosa*.

In den genannten Pflanzen habe ich einige wenige Beispiele für sehr deutliche Hervorwölbung der von den stärkeren Nerven-Anatomosen umrahmten Blattfacetten beliebig herausgegriffen. In gleichem oder geringerem Masse ist die Erscheinung bei Luftblättern von krautiger Consistenz eine sehr verbreitete. Je nachdem die Facetten in einer Richtung sehr viel ausgedehnter, als in der auf ihr senkrechten, oder je nachdem sie mehr isodiametrisch sind, kann die Form der Wölbung sich mehr einem flachen Tonnengewölbe oder entfernt einem Kreuzgewölbe nähern; meist ist sie aber eine so unregelmässige, dass Aehnlichkeiten mit den in der Architektur geläufigen Formen nicht hervortreten.

An der Oberseite der grünen Laubblätter ist das Füllgewebe bekanntlich fast immer fester gebaut, als an der Unterseite. Der von keinen oder nur wenigen Spaltöffnungen durchbrochenen Oberhaut, schliessen sich meist eine oder mehrere Schichten von Palissadenzellen an. Deren Character beruht darin, dass sie in der Richtung senkrecht zur Blattoberfläche überwiegend gestreckt sind und seitlich eng, häufig fast lückenlos aneinanderschliessen. Nur kleine, spaltenförmige Inter-cellularräume sind gewöhnlich zwischen ihnen vorhanden. Der Unterseite des Blattes dagegen gehört das der Förderung der Verdunstung speciell angepasste, meist sehr lufthaltige Schwammgewebe und eine von zahlreichen Spaltöffnungen durchbrochene Epidermis an.

Wird ein Laubblatt an seiner Oberseite von kleinen Hagelkörnern oder schweren, vom Sturm gepeitschten Regentropfen getroffen, so werden die Zellen, auf welche der Stoss zunächst wirkt, nur in geringem Masse im Stande sein, durch Veränderung ihrer Form die schädlichen Wirkungen des Stosses zu paralysiren; denn die Epidermiszellen stehen in ganz lückenlosem, die Palissadenzellen in nahezu lückenlosem Verbands, und letztere turgesciren überdiess, während diess wie Westermaier¹⁾ nachgewiesen hat, in den Epidermen zarter Blätter bei Wassermangel der Pflanze allerdings in der Regel nicht der Fall ist. Es wird also, wenn die Gewalt des Stosses ein gewisses Maass überschreitet, die Gefahr bestehen, dass die Zellen der Blattoberseite zerquetscht oder die Gewebe hier in Stücke zerrissen werden.

Diese Gefahr wird nun dadurch erheblich vermindert, dass die Epidermis- und Palissadenzellen sich als Bausteine zu flachen Gewölben zusammenfügen, welche elastischen Widerlagern, den stärkeren

1) Ueber Bau und Funktion des pflanzlichen Hauptgewebesystemes (Jahrb. für wiss. Bot. XIV. (1884), p. 52 ff.).

Bündelzweigen, aufgesetzt, beziehungsweise angelehnt sind. Es wird hierdurch jeder Stoss von den zunächst betroffenen Zellen sich zum Theil seitlich auf ihre Nachbarinnen und von diesen auf die Widerlager übertragen müssen, und diese werden, falls die Kraft des Stosses keine zu grosse ist, durch entsprechende Dehnung seine Wirkung unschädlich machen.

Dass die stärkeren Bündelzweige wirklich elastisch sind, lässt sich, ohne genauere Versuche anzustellen, an Blattnerven, welche man aus der Spreite herausgeschnitten hat, schon durch Ziehen mit der Hand erkennen. Für die Elasticität der Leitbündel sind die spiraligen und ringförmigen Verdickungen der Gefässe und Tracheiden, welche in den letzten Auszweigungen allein, in den Hauptnerven wenigstens vorwiegend vertreten sind, jedenfalls von hervorragender Bedeutung.

Ist meine Auffassung, dass die Hervorwölbung der Facetten an den zarter gebauten Blattspreiten als eine Schutzvorrichtung gegen die mechanische Wirkung starker Regengüsse und schwächerer Hagelschläge zu deuten ist, zutreffend, so steht zu erwarten, dass die fragile Erscheinung da zurücktreten wird, wo die Blätter über andere Schutzmittel verfügen oder wo sie deren überhaupt nicht bedürfen, weil sie den mechanischen Wirkungen der atmosphärischen Niederschläge entrückt sind.

Besonders beachtenswerth sind in erster Beziehung solche immergrüne Blätter, deren Spreite in allen Theilen kräftig gebaut ist, wie solche sich bei *Ficus elastica*, *Aucuba japonica*, *Hedera Helix*, *Bryophyllum calycinum*, *Hoya carnosa*, *Aletris fragrans* und bei sehr zahlreichen anderen Arten finden. Die grössere mechanische Widerstandsfähigkeit der Spreite beruht hier entweder auf der Qualität der Zellmembranen, insbesondere derer der Epidermis und des hypodermalen Gewebes, oder auf Verspannungen durch specifisch mechanische Zellen, häufig auf mehreren dieser Momente gleichzeitig. Da hier eine genügende Festigung auf anderem Wege erreicht wird, bedarf es bei solchen Blättern einer Hervorwölbung der zwischen den grösseren Leitbündelzweigen eingeschlossenen Facetten nicht oder doch nur in geringerem Grade. Wir sehen eine solche deshalb meist entweder nur schwach angedeutet oder ganz fehlen, und die bei zarter gebauten Blattspreiten als Widerlager der Gewölbe nach unten scharf hervortretenden Rippen an dicken immergrünen Blättern entweder in bedeutend flacherem Relief sich erheben oder dem Blattgewebe ganz eingesenkt liegen.

Bei den Bromeliaceen und manchen anderen Monocotyledonen mit langen und schmalen Blättern sehen wir die Spreiten sogar an beiden Rändern nach aufwärts gebogen. Sie dienen bei der genannten Familie und wahrscheinlich noch in vielen anderen Fällen dazu, dem Blattgrunde das Regenwasser behufs dessen Aufnahme zuzuleiten.

Als ein weiteres Schutzmittel gegen die mechanischen Wirkungen des Regens und Hagels betrachten wir die Zertheilung der Blattspreite, wie solche besonders bei gewissen Familien und Gattungen (Leguminosen, Bignoniaceen, Umbelliferen, Polypodiaceen, *Thalictrum*) weitgehend durchgeführt ist. Es leuchtet ein, dass, wenn die Spreite tief gebuchtet oder in eine grössere Zahl kleiner, selbstständig gestielter Abschnitte zerlegt ist, die Beweglichkeit der einzelnen Theile sehr erhöht wird, und letztere dem Anprall eines sie treffenden Stosses leichter durch Biegung ausweichen können, als diess bei einer grösseren, ungetheilten Spreite möglich ist. Wir sehen dementsprechend bei zusammengesetzten Blättern, deren Spreite in sehr kleine Abschnitte getheilt ist (z. B. viele Leguminosen) an diesen, trotz einer im Ganzen sehr zarten Consistenz, die Facetten der Spreite nur sehr schwach oder gar nicht hervorgewölbt, während da, wo die Abschnitte einen grösseren Umfang besitzen (z. B. *Aesculus Hippocastanum*) diese sich im Allgemeinen ungetheilten Blättern ähnlich verhalten. Andererseits trifft bei ungetheilten Blättern, falls sie sehr klein sind, das für die Abschnitte getheilte Blätter Gesagte zu.

Ebenso, wie zertheilte, werden schmale und sehr biegsame Blattspreiten, wie zahlreiche Gräser sie besitzen, befähigt sein, den mechanischen Wirkungen der atmosphärischen Niederschläge auszuweichen. Weniger günstig ist die verticale Stellung der Spreiten, wenn dieselbe durch die Aufwärtskrümmung oder die Drehung eines steifen Blattstieles bewirkt ist, ebenso wie die Umbildung des Blattstieles in ein vertical gerichtetes Phyllodium (viele *Acacia*-Arten); denn starke Regenschauer, besonders aber Hagelwetter, sind meist mit lebhafter Luftströmung verbunden, und wenn der Spreite keine genügende Beweglichkeit gegönnt ist, so wird sie oft von der Breitseite getroffen werden. Doch ist zu beachten, dass die um etwa 90° gedrehten Blätter (z. B. Arten von *Eucalyptus*, *Callistemon*, *Billotia*) und die vertical inserirten Phyllodien der Acacien meist durch derbe Consistenz ausgezeichnet und desshalb für Stösse weniger empfindlich sind¹⁾.

Dass auch Reizbewegungen, wo solche auf mechanische Eingriffe hin erfolgen, die Blätter von den schädlichen Wirkungen des Hagels und Regens schützen können, ist schon von Sachs²⁾ und Johow³⁾ für *Mimosa pudica* hervorgehoben worden. Auch für eine

1) Delpino (Rivista botanica dell' anno 1876, p. 39) hat beobachtet, dass die australischen Holzgewächse im botanischen Garten zu Florenz nach einem furchtbaren Hagelwetter fast unbeschädigt blieben und bringt diess mit der senkrechten Stellung und Härte der Blätter in Beziehung. Vergl. hierzu die Bemerkung von Ascherson in den Verhandl. d. botan. Ver. d. Prov. Brandenburg, 1877, Sitzungsberichte, p. 84.

2) Vorlesungen über Pflanzenphysiologie (1882), p. 800.

3) Vegetationsbilder aus Westindien und Venezuela, II. Eine Exkursion nach dem kochenden See auf Dominica (Kosmos, 1884, II, p. 129).

Anzahl anderer an ihren zusammengesetzten Blättern mit Gelenken versehenen Arten (Leguminosen, Oxalideen), bei denen eine bestimmte biologische Bedeutung der Reizbewegungen bisher nicht hervorgehoben worden ist, dürfte diess zutreffend sein; denn im Zustande der Reizung legen die Blättchen sich einander oder dem gemeinsamen Blattstiele an und werden hierdurch sowie durch ihre veränderte Stellung den Stößen weniger leicht zugänglich.

Gänzlich dem mechanischen Einfluss der atmosphärischen Niederschläge entzogen sind die Blätter unterirdischer Achsen (Rhizome, Zwiebeln, Knollen) und die der submersen Wasserpflanzen. Erstere sind meist so wenig umfangreich oder, wenn sie, wie viele Zwiebeln, als Speicherorgane functioniren, so eigenartig ausgebildet, dass das Fehlen der Hervorwölbungen an den Spreiten als nicht belangreich für unsere Frage gelten kann. Dagegen betrachte ich es als eine Bestätigung meiner Auffassung, dass an grösseren submersen Blättern nach der Oberseite hervortretende Vorwölbungen fehlen. Ich vermisste sie sowohl bei *Vallisneria spiralis* als bei *Stratiotes aloides*. Bei *Potamogeton crispus* ist die Spreite in der Mitte eben, am Rande gleichmässig nach oben und unten wellig verbogen. Bei *Potamogeton perfoliatus* fand ich die Facetten entweder eben oder sehr schwach nach der Unterseite vorgewölbt. Deutlicher war letzteres bei *Potamogeton lucens*.¹⁾ Wahrscheinlich handelt es sich hier um eine Anpassung an die mechanische Wirkung der Wasserströmung, welche die Unterseite der breiten Blattspreite in schiefer Richtung trifft.

Gegen die Zulässigkeit der hier vorgetragenen Auffassung wird es nicht als Einwand gelten können, dass die Höhe der Hervorwölbungen der Blattfacetten nicht genau in umgekehrten Verhältnisse zur allgemeinen Festigkeit ihres Baues steht, und dass auch derb gebaute Blätter sie mitunter deutlich zeigen. Man bedenke, dass in derselben Gattung (z. B. *Quercus*, *Viburnum*) nicht selten Arten mit abfallender und immergrüner Belaubung vereinigt sind, dass also beiderlei Arten in naher Blutsverwandtschaft miteinander stehen können. In vielen Fällen, wo die Erscheinung nicht als Anpassung an die jetzt maassgebenden Vegetationsbedingungen verständlich ist, wird sie als Erbtheil früherer Generationen aufzufassen sein.

Ferner ist es ja von vornherein wahrscheinlich, dass die Hervorwölbung der Blatt-Facetten ausser der Bedeutung, die Blätter gegen den Stoss der Regentropfen und Hagelkörner widerstandsfähiger zu machen, für manche Pflanzen noch anderen Nutzen hat. Ueberall da z. B. wo die über den Leitbündeln des Blattes liegende Epidermis und etwa aus ihr entspringende Haare die Fähigkeit besitzen, Wasser aufzunehmen, wird das Wasser von den zwischen ihnen ausgespannten

1) Sämmtliche obengenannten submersen Wasserpflanzen wurden in frischen Exemplaren untersucht.

Füllungen im Allgemeinen um so leichter nach den Nerven hin abfließen, je stärker sie vorgewölbt sind.

Wie von Johow¹⁾ festgestellt wurde, ist es eine bei tropischen Pflanzen sehr häufige Erscheinung, dass bei im Schatten erwachsenen Blättern die zwischen den Seitennerven eingeschlossene Blatts substanz straff ausgespannt, bei stark besonnten Blättern dagegen nach oben convex gewölbt ist. Hier handelt es sich also offenbar um eine Schutzvorrichtung gegen allzu intensive Beleuchtung des Assimilationsgewebes, die sich auch in unserer heimischen Flora wiederfindet (z. B. *Ulmus*, *Aesculus*). Möglich, dass, wie Johow²⁾ weiterhin hervorhebt, das Hervortreten der Rippen an der Unterseite der nicht succulenten Laubblätter auch mit dem Schutz der leitenden Gewebe gegen allzu intensives Licht zusammenhängt.

Betreffs der Blumenblätter, welche bei einem im Ganzen sehr zarten Gefüge doch nur selten eine deutliche Hervorwölbung zwischen den stärkeren Leitbündeln zeigen, ist zu beachten, dass sie fast durchweg für kurze Lebensdauer bestimmt sind, und die Blätter meist in grösserer Zahl nach einander auf demselben Stocke gebildet werden. Sollte eine oder die andere von ihnen durch die mechanische Wirkung der Atmosphärien der Zerstörung anheimfallen, so bleibt doch die Erhaltung der Art durch Samen immer noch genügend gesichert.

1) Ueber die Beziehungen einiger Eigenschaften der Laubblätter zu den Standortverhältnissen (Jahrb. f. w. Bot., XV. (1884) p. 15.

2) l. c. p. 22.

	Seite
Fritz Müller , Eine zweizählige Blüthe von <i>Hedychium</i> . A. Grundriss derselben.	
B. Umriss der Lippe. C. Umriss der Lippe einer dreizähligen Blume	114
— Endständige Zingiberaceenblüthe	121
L. Kny und A. Zimmermann , Spiralzellen von <i>Nepenthes Phyllamphora</i>	124
M. Möbius , Sphärokrystalle von Kalkoxalat bei Cacteen. Fig. 1—13	180
A. Zimmermann , Schematische Figur zu dem Aufsätze: „Zur Godlewski- schen Theorie der Wasserbewegung in den Pflanzen	290
I. Urban , 8 Diagramme von <i>Microtea</i> -Blüthen	326
E. Stahl , Schematische Darstellung der Theilung der unter dem richtenden Einfluss des Lichtes keimenden <i>Equisetum</i> sporen	337
J. Schrodt , 4 Figuren zur Veranschaulichung des mechanischen Apparates zur Verbreitung der Farnsporen	402

Uebersicht der Hefte.

- Heft 1 (S. 1—52) ausgegeben am 20. Februar 1885.
- Heft 2 (S. 53—76) ausgegeben am 20. März 1885.
- Heft 3 (S. 77—116) ausgegeben am 17. April 1885.
- Heft 4 (S. 117—150) ausgegeben am 15. Mai 1885.
- Heft 5 (S. 151—194) ausgegeben am 19. Juni 1885.
- Heft 6 (S. 195—214) ausgegeben am 17. Juli 1885.
- Heft 7 (S. 215—296) ausgegeben am 21. August 1885.
- Heft 8 (S. 297—332) ausgegeben am 20. November 1885.
- Heft 9 (S. 333—372) ausgegeben am 18. Dezember 1885.
- Heft 10 (S. 373—432) ausgegeben am 22. Januar 1886.
- Generalversammlungsheft (S. I—LXXX) ausgegeben am 19. November 1885
- Bericht der Commission für die Flora von Deutschland ausgegeben am
10. März 1886.

Druckfehler.

- Seite 80 Zeile 12 statt wie an anderen Algen — nie an anderen Algen.
- Seite 213 Zeile 17 statt und die Blätter — und die Blüthen.
- Seite XXXI Zeile 23 statt de toute — de doute.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1885

Band/Volume: [3](#)

Autor(en)/Author(s): Kny Leopold

Artikel/Article: [Ueber die Anpassung der Laubblätter an die mechanischen Wirkungen des Regens und Hagels. 207-213](#)