

nur zwei Hörner; dessen ungeachtet könnte man wahrscheinlich die *Callophyllis japonica* Okam. als eine Abart der *Callophyllis rhyncho- carpa* Rupr. ansehen; deswegen wird man an dieser Stelle die OKA- MURA'sche Alge nur mit einem vorläufigen Namen versehen.

Galliera Veneta, den 9. September 1894.

Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. Ein Theil des Thallus von *Halysieris prolifera* Okam. Natürl. Grösse.
 „ 2. Oosporen-Sori. Schwach vergrössert.
 „ 3. Oosporen-Sori. Stärker vergrössert.
 „ 4. Querschnitt der Segmente. Vergr. 30.
 „ 5. Querschnitt der Segmente. Vergr. 90.
 „ 6. Ein Theil des Thallus von *Hemineura Schmitziana* de Toni et Okam. Natür- liche Grösse.
 „ 7. Querschnitt des Thallus. Vergr. 230.
 „ 8. Verticalschnitt eines Cystokarps. Schwach vergrössert.
 „ 9. Derselbe. Vergr. 38.
 „ 10. Sporenführende Fäden. Vergr. 230.
 „ 11. Blättchen mit Tetrasporangien-Sori. Vergr. 30.
 „ 12. Tetrasporangien. Vergr. 230.
 „ 13. Querschnitt des Thallus von *Callophyllis japonica* Okam. Vergrössert.
 „ 14. Theil des Tetrasporangien führenden Querschnittes des Thallus derselben Art. Vergrössert.
 „ 15. Theil der Cystocarpien tragenden Lappen. Vergrössert.
 „ 16. Verticalschnitt des Cystocarps. Vergrössert.
 „ 17. Theil des Cystocarp-Kernes. Stärker vergrössert.

6. J. Wiesner: Bemerkungen über den factischen Lichtgenuss der Pflanzen.

Eingegangen am 8. October 1894.

Gelegentlich der diesmal in Wien stattgehabten Naturforscher- versammlung demonstirte ich in der Section für Anatomie und Phy- siologie der Pflanzen, beziehungsweise in einer der Sitzungen der Deutschen Botanischen Gesellschaft, die von mir seit einigen Jahren in Anwendung gebrachte Methode der Lichtintensitätsbestimmung und knüpfte daran einige Bemerkungen über den Lichtantheil, welcher von der gesammten, einem bestimmten Erdpunkte zufließenden Lichtmenge der Pflanze factisch zugeführt wird.

Diese Bemerkungen will ich in Kürze wiedergeben; was hingegen die genannte Methode der Lichtintensitätsbestimmung anlangt, so habe ich dieselbe schon in meinen „Photometrischen Untersuchungen¹⁾“ beschrieben. Es dürfte genügen, wenn ich anführe, dass es sich dabei zunächst bloss um die Bestimmung der sogenannten chemischen Lichtintensität handelt, also jenes Lichtantheiles, welcher bei der Formbildung der Pflanze in erster Linie betheilig ist, und dass dem von mir benutzten Verfahren — mit mancherlei nöthig gewordenen Abänderungen — die bekannte BUNSEN-ROSCOE'sche Methode zur Bestimmung des photochemischen Klimas zu Grunde liegt.

Die nachfolgenden aphoristischen Bemerkungen verfolgen bloss das Ziel, durch Vorführung einiger wichtiger Thatsachen auf den grossen Nutzen, welchen photometrische Bestimmungen der pflanzenphysiologischen Forschung gewähren, hinzuweisen. Eingehend werde ich die hier vorgebrachten Gegenstände erst in der Fortsetzung meiner „Photometrischen Untersuchungen“ behandeln. —

Das Lichtquantum, welches einer Pflanze zufliesst, ist nicht nur durch den Erdpunkt gegeben, auf welchem die Pflanze vorkommt, sondern wird auch mitbedingt durch die specifischen Eigenthümlichkeiten ihres Standortes, endlich durch die Form, Zahl und Lage ihrer Organe.

All dies ist eigentlich selbstverständlich, etwa so selbstverständlich, wie die mangelhafte Ausbildung der Pflanze in kalten, und die üppige Entfaltung der Pflanze in feucht-warmen Gebieten. Aber so wie man sich in der Physiologie nicht mit der blossen Unterscheidung von warm und kalt begnügt, und die Medien, in welchen die Pflanzen sich ausbreiten, thermometrisch prüft, zu grossem Nutzen dieser Wissenschaft, so müssen wir endlich anfangen, die der Pflanze zu Gute kommenden Lichtstärken zu messen, um den Grad der Einwirkung der Lichtintensität auf die Lebensprocesse der Pflanzen kennen zu lernen.

Die Lichtstärke eines bestimmten pflanzenbewohnten Erdpunktes repräsentirt ein Maximum; der factische Lichtgenuss der Pflanze kann dieses Maximum nicht überschreiten, und wahrscheinlich niemals erreichen.

Dem vollkommensten Lichtgenusse wäre eine Pflanze ausgesetzt, welche wie eine *Lemna* sich horizontal ausbreitet und sich nicht selbst beschattet. Denkt man sich dieselbe mitten auf der Fläche eines ausgedehnten Binnensees schwimmend, wo bis auf den Horizont hinab der Himmel frei ist, mithin das gesammte Tageslicht auf die auf

1) WIESNER, Photometrische Untersuchungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete. Erste Abhandlung. Orientirende Versuche über den Einfluss der sogenannten chemischen Lichtintensität auf den Gestaltungsprocess der Pflanzenorgane. Sitzungsberichte der kais. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. 102 (1893).

dem Wasser schwimmenden Theile der Pflanze einwirken könnte, so wäre eine solche ruhende (also keine Reiz- oder Variationsbewegungen machende) Pflanze dem vollkommensten Lichtgenuss des Standortes ausgesetzt¹⁾. Allein eine so starke und andauernde Lichtwirkung verträgt *Lemna* nicht. Soviel mir bekannt, kommt *Lemna* auf so stark belichteten Wasserflächen nicht vor und sucht vielmehr halbbeschattete oder zeitweilig beschattete Standorte auf. Die *Lemna*-Arten, welche ich im vollen Sonnenlichte zu erziehen versuchte, verblassten durchaus und gingen hierauf alsbald zu Grunde.

Gleich dem Thallus von *Lemna* sind die Schwimmblätter der Wasserpflanzen des grössten Lichtgenusses fähig und würde ihnen derselbe auch zukommen, wenn weder eine Pflanze noch ein anderes Object der Umgebung sie im Genusse des gesammten Tageslichtes stören würde. Ob eine gleich *Lemna* schwimmende Pflanze existirt, welche dieser Bedingung Genüge leistet, ist mir nicht bekannt; dass aber für im Boden wurzelnde, mit Schwimmblättern versehene Wasserpflanzen ein solches Verhalten sehr unwahrscheinlich ist, ergibt sich daraus, dass solche Gewächse an die Ufer gebunden sind oder nur in sehr seichten Gewässern vorkommen und schon durch das Relief des Ufers, noch mehr aber durch andere benachbarte Gewächse im vollen Lichtgenusse gehindert sind. —

Aehnlich den Schwimmblättern sind die sog. Wurzelblätter der auf freien Standorten vorkommenden Gewächse dem vollen Lichtgenusse des Standortes, zugänglich. Dieselben breiten sich oft vollkommen horizontal aus und werden nur in sehr unbedeutlicher Masse von den nachwachsenden Blättern überschattet, so dass die äusseren Blätter solcher Blattrosetten zweifellos Organe repräsentiren, welche den stärksten Lichtintensitäten ausgesetzt sind, Lichtintensitäten, welche der Stärke des „gesammten Tageslichtes“ des Standortes sehr nahe kommen, falls dieser bis auf den Horizont hinab vollkommen frei ist, was ja in Wüsten und Steppen häufig vorkommt. Blätter solcher Rosetten sind aber durch das an solchen Standorten überreich gespendete Licht im Wachsthum gehemmt. Man braucht nur Pflanzen derselben Art, aber in geschwächtem Licht zur Entwicklung gekommen, mit auf völlig

1) Als maximale Lichtintensität des Standortes nehme ich das „gesammte Tageslicht“ im Sinne BUNSEN's und ROSCOE's an. Dieselbe repräsentirt eine bezüglich des factischen Lichtgenusses der Pflanze niemals überschrittene und wahrscheinlich auch niemals erreichte Lichtstärke. Als Maximum jene Intensität anzunehmen, welche bei stets senkrechter Incidenz der Strahlen zu Stande kommt, schien mir ganz unzweckmässig, da eine solche stärkste unbehindert wirksame Sonnenstrahlung nur unter der Voraussetzung anzunehmen wäre, als man sich eine Fläche vorzustellen hätte, deren Lage sich mit dem Sonnenstande fortwährend ändert und in jeder Lage bis an den Horizont reichen müsste. Ueber das „gesammte Tageslicht“ im Sinne BUNSEN's und ROSCOE's s. deren Meteorologische Lichtmessungen in POGGENDORF's Annalen Bd. 117 (1862).

freiem Standorte ausgebildeten zu vergleichen, um zu erkennen, wie die Blätter der ersteren im Vergleiche zu jenen der letzteren in der Grösse zurückgeblieben sind. Dass hierbei noch andere Factoren eingreifen, wie Bodenfeuchtigkeit, Verdunstung etc., wird nicht in Abrede gestellt; allein dass das intensive Licht des freien Standortes eine Einschränkung des Blattwachsthums herbeiführt, lehren directe Versuche über die Beziehung der Lichtintensität zum Blattwachstume. Dieselben ergaben, dass die Blätter mit steigender Lichtintensität nur bis zu einer bestimmten Grenze im Wachstume gefördert werden, und mit weiterer Steigerung der Lichtintensität sich eine Abnahme der Wachstumsgrösse einstellt¹⁾.

Die thatsächlichen Beobachtungen lehren, dass Pflanzen, welche dem uneingeschränktesten Lichtgenusse zugänglich sind, durchaus kein Maximum organischer Substanz produciren, im Gegentheil, im Vergleiche zu Pflanzen, welche auf kleinere Lichtmengen angewiesen sind, in ihrer Entwicklung und Ausbildung zurückbleiben.

Damit steht eine andere Thatsache im Zusammenhange, welche ich schon vor Jahren constatirt habe, dass nämlich die fixe Lichtlage der Blätter in keinem Falle mit der Fläche der stärksten Beleuchtung des Standortes zusammenfällt, vielmehr in der Regel das in fixer Lichtlage befindliche Blatt senkrecht steht auf dem stärksten diffusen Licht des ihm zugehörigen Lichtareals²⁾. Dies wurde an den Pflanzen unserer einheimischen Flora constatirt. Aber auch meine in den Tropen (Java) angestellten Untersuchungen über die fixe Lichtlage der Blätter haben im Wesentlichen kein anderes Resultat ergeben³⁾. Auch dort stellen sich die Blätter in der Regel senkrecht auf das stärkste diffuse Licht des Standortes, und wenn eine Ausnahme vorkommt (namentlich an relativ armlättrigen Holzgewächsen oder in der Peripherie der Krone mancher frei exponirter Bäume), so besteht sie darin, dass die Blätter dem stärksten Lichte ausweichen, was auch bei manchen unserer Gewächse und selbst bei Pflanzen der Fall ist, welche höheren Breiten angehören. Niemals habe ich in den Tropen die Wahrnehmung gemacht, dass ein Blatt oder überhaupt ein Organ der Pflanze die Tendenz hätte, sich senkrecht auf das stärkste Sonnenlicht zu stellen. —

Der Einfluss des Standortes auf die Grösse des Lichtgenusses der Pflanze ist, wie die photometrischen Unter-

1) S. Photometr. Unters. p. 321 ff. Dasselbst wird auch auf mancherlei Ausnahmen hingewiesen, welche aber für obige Betrachtungen gegenstandslos sind.

2) Die heliotropischen Erscheinungen. II. Theil. Denkschriften der kais. Akad. d. Wiss. Bd. 43 (1880).

3) Pflanzenphysiol. Mittheilungen aus Buitenzorg. Sitzungsber. der kais. Akad. d. Wiss. Bd. 103, I. Abth. (Jan. 1894).

suchungen lehren, viel beträchtlicher, als der Augenschein vermuthen liesse. Wenn eine Pflanze knapp an einem dicht belaubten Waldrande, vor einer verticalen Felswand oder einer hohen Mauer direct von der Sonne beschienen wird, so ist die Lichtstärke, welche ihr unter diesen Standortsverhältnissen zu Gute kommt, beträchtlich geringer, als wenn sie auf freier Fläche von der Sonne beschienen werden würde. So beobachtete ich bei einer Intensität des gesammten Tageslichtes = $0 \cdot 45$ ¹⁾ am Rande eines dichten aber noch unbelaubten Waldes eine Lichtstärke von bloss $0 \cdot 29$, obgleich der Beobachtungsort von der Sonne beschienen war und es für das freie Auge den Eindruck machte, als ob die Blätter der am Waldrande stehenden Pflanze der vollen Sonnenwirkung ausgesetzt sein würden. Noch tiefer sinkt selbstverständlich die Intensität des Sonnenlichtes am Rande eines dichtbelaubten Waldes.

Die Frühjahrs im unbelaubten Walde stehenden Pflanzen sind, wenn sie auch direct von der Sonne bestrahlt werden, einer beträchtlich geringeren Lichtwirkung ausgesetzt, als bei völlig freier Exposition. So beobachtete ich am 27. März 1893 an einem sonnigen, fast völlig wolkenfreien Tage um 12 Uhr Mittags im Schönbrunner Parke hundert Schritte vom Rande einer noch völlig entlaubten Waldpartie entfernt im Innern des Gehölzes eine Intensität des einfallenden Sonnenlichtes gleich $0 \cdot 355$, während die Intensität des gesammten Tageslichtes zur gleichen Zeit $0 \cdot 712$ betrug. Ein besonntes Pflänzchen, welches an der genannten Waldstelle sich befindet, ist mithin etwa bloss der halben Lichtintensität im Vergleiche zu einer Pflanze ausgesetzt, welche völlig frei der Sonne exponirt ist²⁾.

Noch weit geringeren Lichtstärken sind die im Schatten des belaubten Waldes stehenden krautigen Pflanzen ausgesetzt. Sinkt im Schatten eines noch unbelaubten Waldes die Lichtintensität nicht selten auf ein Viertel, so kann sich dieselbe im dichtbelaubten Walde bis auf ein Dreissigstel verringern und noch mehr. Im Buitenzorger Garten fand ich im Schatten einer *Theobroma Cacao* die Lichtstärke circa auf ein Siebzigstel, im Schatten einer *Cynometra* circa auf ein Achtzigstel reducirt. Fällt in den Laubwald Sonnenlicht ein, so trifft dasselbe mit sehr abgeschwächter Intensität auf die in der Tiefe der Krone stehenden Blätter, auf den Boden, oder auf die daselbst wachsenden krautigen Pflanzen. Ich beobachtete in einem Buchenwalde den factischen Lichtgenuss in der Tiefe der Krone gelegener Buchenblätter. Ich führe ein Beispiel an. Die Intensität des diffusen, einem bestimmten Blatte zukommenden Lichtes betrug während eines Tages im Durchschnitt bloss ein Sechzehntel des gesammten Tages-

1) Bezogen auf die BUNSEN-ROSCOE'sche Einheit der chemischen Lichtstärke.

2) Photometr. Unters. p. 308.

lichtes. Das Blatt war während des ganzen, sonnigen Tages bloss durch 21 Minuten besonnt, und zwar nicht in zusammenhängender Zeit, sondern in Zeiträumen von 45—114 Secunden, das auffallende Sonnenlicht war auf ein Drittel bis auf ein Fünftel reducirt. Am Boden des Buchenwaldes, wo das Licht bis auf ein Achtzehntel geschwächt war, gedieh *Prenanthes purpurea* sehr gut, während an einer anderen Waldstelle, wo die Intensität durchschnittlich bloss den dreissigsten Theil des gesammten Tageslichtes betrug, bei gleicher Bodenbeschaffenheit *Prenanthes purpurea* nur sehr mangelhaft sich entwickelte und nicht mehr blühte.

Diese wenigen Zahlen mögen genügen, um anzudeuten, welche Einbusse an Licht die Pflanzen an ihren natürlichen Standorten erfahren. Es wird nach der in Anwendung gebrachten Methode nunmehr möglich sein, das Mass von Licht, welches bestimmte Pflanzen an ihren natürlichen Standorten benöthigen oder vertragen, annähernd zu bestimmen, und es wird sich dabei wohl zeigen, in wie weit die Lichtstärken der Waldgattungen mit der diesen letzteren eigenthümlichen krautigen Flora in ursächlichem Zusammenhange stehen¹⁾. —

Die Zahl der Pflanzen, welche nach ihrer Gestalt die Fähigkeit haben, das gesammte Tageslicht zu geniessen, falls die Standortsverhältnisse dies zulassen, ist gewiss eine verhältnissmässig nur kleine, was bereits früher angedeutet wurde. Die überwiegende Mehrzahl der Gewächse vermindert durch die Vermehrung, durch die Gestalt und Lage der Organe den möglichen Lichtgenuss.

Durch die von mir ausgeführten photometrischen Bestimmungen ist ein Weg gewiesen, um den factischen Lichtbedarf oder den factischen Zufluss an Licht, welcher einer Pflanze zu Theil wird, zu ermitteln. Ich werde in der Fortsetzung meiner „Photometrischen Untersuchungen“ ein, wie ich hoffe, reiches Beobachtungsmaterial, welches namentlich in pflanzengeographischer Beziehung verwerthet werden kann, mittheilen; hier sehe ich von allen Details ab und will nur einige allgemeine Bemerkungen vorbringen.

Im Allgemeinen wird die durchschnittliche einer Pflanze dargebotene Lichtintensität desto geringer sein, je grösser die von ihr producirte Laubmasse ist. Es werden also die Organe der Kräuter und Stauden im Allgemeinen intensiveres Licht empfangen als Sträucher, diese intensiveres Licht als Bäume, natürlich freie Exposition und gleiche Stärke des gesammten Tageslichtes vorausgesetzt.

Aber auch schon an krautartig bleibenden Gewächsen kann selbst bei freier Exposition durch die Zahl und Lage der oberirdischen Organe eine ausserordentlich grosse Lichtschwächung zu Stande kommen.

1) Photometr. Unters. S. 311.

An stark und dicht bestockten Gräsern sieht man in der innern grundständigen Partie des Stockes nicht selten schon Etiolirungserscheinungen, welche sich in der Ueerverlängerung und der verblassten Farbe der Internodien und an der verblassten Farbe der Blattscheiden zu erkennen geben, wie dies auch an in dicht gedrängter Saat stehenden Getreidehalmen, freilich in Folge der Beschattung durch die Nachbarpflanzen, der Fall ist. Ich will hier einschalten, dass zum Eintritt des Etiolements nicht gerade Lichtausschluss erforderlich ist, indem viele, selbst auf niedere Lichtintensitäten gestimmte Pflanzen schon in einem Lichte von 0·001—0·004 deutliche Etiolirungserscheinungen darbieten, und Pflanzen, welche auf hohe Lichtstärken eingerichtet sind, schon bei zehnmal stärkeren Lichtintensitäten (0·01—0·04) den etiolirten Charakter annehmen können. So etiolirt *Sempervivum tectorum* augenfällig schon bei einem mittleren täglichen Intensitätsmaximum = 0·04¹⁾.

Sträucher sind entweder der Sonne in hohem Grade ausgesetzt, und zeigen dann gewöhnlich eine Reduction ihrer Vegetationsorgane, wie die Sträucher der Macchie; oder sie treten als Unterholz auf und sind dann schon durch ihren Standort auf geringe Lichtintensitäten angewiesen. Unter diesen gewöhnlich gut oder sogar reich belaubten Holzgewächsen giebt sich indess doch ein grosser Unterschied im Lichtbedürfniss zu erkennen. Viele der als Unterholz auftretenden Sträucher sind so lichtbedürftig, dass sie ihr Laub entfalten müssen, bevor die Schirmbäume belaubt sind. Dieselben finden also zur Assimilation im Schatten des Laubwaldes genügend Licht, aber zur Laubentfaltung und zur entsprechenden Knospenbildung benöthigen sie das viel stärkere Licht des noch unbelaubten Waldes, dessen Lichtstärke oben angedeutet wurde. So z. B. *Evonymus europaeus*, *Lonicera Xylosteum*, Strauchform von *Crataegus Oxyacantha* u. v. a. Hingegen ist *Cornus sanguinea* befähigt, auch im belaubten Walde, also in sehr geschwächtem Lichte, sich zu belauben²⁾.

Dass das Laub der im Waldschlusse stehenden Bäume auf geringe Lichtstärken angewiesen ist, leuchtet als etwas Selbstverständliches sofort ein, und wie stark die Abminderung des gesammten Tageslichtes innerhalb der Baumkrone werden kann, geht schon aus einigen oben angeführten Daten hervor. Dass aber auch das auf die Wipfel der im Waldschlusse stehenden Bäume fallende directe Sonnenlicht eine beträchtlich geringere Intensität besitzt, als man von vornherein vielleicht, durch den blossen Augenschein geleitet, anzunehmen geneigt wäre, wird sich gleich herausstellen.

Betrachten wir einen allseits freistehenden, dem gesammten Tageslichte ausgesetzten Baum. Es lehrt die photometrische Messung zu-

1) Photometr. Unters. p. 329.

2) Photometr. Unters. p. 312.

nächst, wie rasch in der Tiefe der Krone die Intensität des diffusen Lichtes abnimmt. Den schon angeführten diesbezüglichen Beispielen füge ich noch folgende bei. Innerhalb der Krone einer mittelgrossen Ulme (*Ulmus campestris*) sah ich im Beginne der Belaubung (alle Knospen geöffnet, die grössten Blätter haben etwa den dritten Theil der völlig ausgebildeten) die Intensität des Gesamtlichtes beiläufig auf die Hälfte sinken; innerhalb der Krone einer völlig belaubten *Populus nigra* auf etwa ein Drittel bis auf ein Viertel, innerhalb einer mässig hohen Rosskastanie auf ein Sechzehntel, einer etwa gleich grossen *Pavia rubra* auf ein Einundzwanzigstel. — Innerhalb eines *Buxus*-Strauches von bloss 1 m Höhe und 1,4 m Durchmesser betrug bereits 40 cm vom oberen Ende und ebensoweit von der Peripherie entfernt die Lichtstärke des diffusen Lichtes bloss den dreissigsten Theil von der des gesammten Tageslichtes¹⁾.

Die Abschwächung des in die Baumkrone eindringenden Sonnenlichtes ist gleichfalls eine beträchtliche. Beispielsweise wurde innerhalb der Baumkrone einer Rosskastanie eine Reduction der gesammten Lichtstärke bis auf ein Zehntel beobachtet.

Aber auch die Schwächung des auf die Peripherie der Laubkrone auffallenden Sonnen- und diffusen Lichtes ist keine unerhebliche. Sieht man vorläufig von dem Wipfel ab, so ergiebt sich, dass an grossen, dicht belaubten Bäumen das Vorderlicht nicht selten bei Besonnung auf ein Drittel, das diffuse Licht auf die Hälfte der Intensität des gesammten Tageslichtes sinken kann. Je weniger dicht die Belaubung des Baumes ist, desto mehr wird das von rückwärts einfallende Sonnenbez. diffuse Licht zur Geltung kommen und desto mehr werden die genannten Werthe überschritten werden.

Nur die obersten, völlig unbeschatteten und bezüglich der Beleuchtung durch kein Blatt gestörten Blätter des Wipfels können dem Genusse des gesammten Tageslichtes ausgesetzt sein. Diese Blätter sind aber entweder durch die zu grosse auf sie einwirkende Lichtstärke im Grössenwachsthum zurückgeblieben oder haben sich, was bei uns nicht selten zu beobachten ist, durch Aufrichtung oder, was in den Tropen nicht selten gesehen wird, durch Abwärtsneigung der Wirkung des stärksten Lichtes entzogen.

Aus dieser Betrachtung geht hervor, dass die überwiegende Hauptmasse der Blätter eines Baumes ein sehr geschwächtes Licht empfängt, dessen Intensität, nach den bisher angestellten Beobachtungen zu schliessen (*Cynometra*), in der Tiefe der Krone noch unter den achtzigsten Theil des gesammten Tageslichtes, aber selbst in der Peripherie der

1) Die auf *Buxus* bezugnehmenden Beobachtungen sind ausführlich in den Photometr. Untersuchungen p. 311 ff. beschrieben.

Krone eines freistehenden Baumes auf den dritten Theil oder die Hälfte des gesammten Werthes sinken kann.

Dass das an sich schon abgeschwächte, auf das Laub der Bäume fallende Sonnenlicht häufig von den Blättern als zu intensiv zum Theile abgeworfen wird, lehrt die starke Lichtreflexion des Laubes. Für die tropische Landschaft ist das grelle Spiegeln des Laubes, von dessen Pracht und Intensität man sich nicht leicht eine Vorstellung machen kann, geradezu charakteristisch. Es wird indess auch von Bäumen unserer Vegetation viel Licht reflectirt, wie das Laub eines im Sonnenlichte glänzenden Birnbaumes lehrt.

Dass Sonnenlicht hoher Intensität für manchen selbst sehr lichtbedürftigen Baum zu stark ist, lehren viele zu den Leguminosen gehörige und andere Holzgewächse, indem die Blätter derselben die Tendenz haben, sich bei hohem Sonnenstande parallel zum einfallenden Strahl zu stellen und überhaupt dem starken Lichte auszuweichen. Ueber die Zweckmässigkeit dieser Blattbewegung habe ich mich zunächst mit Rücksicht auf *Robinia Pseudoacacia* schon vor längerer Zeit ausgesprochen¹⁾. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass dieses Aufsuchen geringerer Lichtintensitäten nicht nur dem Chlorophyllschutze, sondern auch anderen Zwecken dient. Ich sah bei einer Lichtstärke des gesammten Tageslichtes von etwa 0·3 die Blättchen sich erheben und bei 0·6 sich schon in die Richtung des Strahles stellen, woraus sich ergibt, dass bei Intensitäten, welche tief unterhalb des zuletzt genannten Werthes liegen, die Blättchen dieses Baumes sich vor zu starker Besonnung schützen. Dass also *Robinia Pseudoacacia* nur einen Theil des zu Gebote stehenden Sonnenlichtes behufs Assimilation ausnutzt, wird nunmehr ersichtlich sein.

Aus den von mir festgestellten Thatsachen ergibt sich zunächst, dass alle gut oder üppig gedeihenden Gewächse auf erheblich geschwächtes Tageslicht angewiesen sind, vor allem auf **diffuses** Licht, ferner auf in seiner Intensität abgeschwächtes **Sonnenlicht**, welches, abgesehen von dem peripher gestellten Laube freistehender Gewächse, nur kurz und vorübergehend die Organe bestrahlt.

Die hohe Bedeutung des diffusen Lichtes für die Vegetation ergibt sich aus der Thatsache, dass die fixe Lichtlage der Blätter in der Regel bestimmt wird durch das stärkste diffuse Licht des Blattortes. Ich habe vor Jahren diese Regel bezüglich unserer Vegetation gefunden und fand sie später zu meiner Ueberraschung auch in den Tropen bestätigt, wenngleich Abweichungen von dieser Regel, namentlich ein Ausweichen der Blätter vor dem Sonnenlichte hoher Intensität, in den Tropen häufiger als bei uns vorkommt.

1) Die Einrichtungen zum Schutz des Chlorophylls der Pflanze. Festschrift der k. k. zool.-bot. Gesellsch. Wien 1876.

Wo wir sämtliche oberirdische Organe einer Pflanze der vollen Wirkung des Sonnenlichtes ausgesetzt finden, erscheint die Pflanze niemals in üppiger Entfaltung, vielmehr sind ihre Vegetationsorgane reducirt bis verkümmert. Die Vegetation der Steppe, der Wüste, der Macchie und ähnlicher Vegetationsformationen liefern hierfür zahlreiche Belege. Aber auch in unseren Vegetationsgebieten finden wir manche hierher gehörigen Beispiele. Wo z. B. *Plantago lanceolata* auf trockenem, sonnigen Standorte vorkommt, breiten sich die grundständigen Blätter dieser Pflanze vollständig am Boden aus und sind fast der Wirkung des gesammten Tageslichtes, also auch der stärksten Sonnenwirkung des Standortes ausgesetzt. Unter diesen Verhältnissen bleibt die Pflanze gedrunken, ihre Blätter bleiben stark im Wachsthum zurück. Ist diese Pflanze unter sonst gleichen Verhältnissen schwächerem Lichte ausgesetzt, so werden ihre Organe grösser, und wenn als günstige Vegetationsbedingung noch ein feuchter, fruchtbarer Boden mitwirkt, so erheben sich die grundständigen Blätter, womit sich die durchschnittliche den Blättern zugeführte Lichtintensität zum grossen Vortheil für die Weiterentwicklung der Organe dieser Pflanze verringert. Nunmehr entfaltet sich die Pflanze, im Vergleiche zu der dem gesammten Tageslichte ausgesetzten, mit auffallender Ueppigkeit.

Ein anderes Beispiel dafür, dass mit der Abschwächung intensiven Lichtes eine bessere Weiterentwicklung der Pflanze eintritt, ist *Convolvulus arvensis*. Auf sonnigem, trockenem Standort dem gesammten Tageslichte ausgesetzt, kriechen die Sprosse mit horizontal ausgebreiteten Blättern am Boden hin. Erreicht eine solche Pflanze einen Halm oder dergleichen, so klettert sie empor, wobei die übereinanderstehenden Blätter sich im Lichtgenusse gegenseitig beeinträchtigen und häufig auch die Theile der Stütze den Lichtgenuss verringern; alles zum Vortheil der Pflanze, deren Organe sich nunmehr sichtlich besser entwickeln, obgleich die sonstigen Vegetationsbedingungen dieselben geblieben sind.

Unter ungünstigen Vegetationsbedingungen, besonders auf schlechtem, trockenem Boden bringt hoher Lichtgenuss, wie man sieht, der Pflanze keinen Vortheil; aber auch unter den günstigsten Vegetationsbedingungen nutzt der Pflanze Licht von sehr hoher Intensität nichts; vielmehr sehen wir, dass sich die Pflanze unter den günstigsten Vegetationsbedingungen durch den Gestaltungsprocess, namentlich durch die Vermehrung der Vegetationsorgane, vor der durch den Standort gegebenen höchstmöglichen Lichtintensität schützt.

Bedenkt man, dass der Baumvegetation durchschnittlich ein kleinerer Theil des gesammten Tageslichtes zufliesst als einer niederen, aus Kräutern, Stauden und Sträuchern bestehenden Vegetation, erwägt man

ferner, dass in der tropischen Vegetation der dicht belaubte Baum, in kalten Gebieten die niedere Vegetation vorherrscht und in gemässigten Vegetationsgebieten ein intermediäres Verhalten zu erkennen ist, so wird ersichtlich, dass im Grossen und Ganzen der durchschnittliche Antheil, der den Pflanzenorganen vom gesammten Tageslichte zufliesst, von den Polargrenzen der Vegetation zum Aequator hin kleiner wird. Die Nachtheile sehr grosser und sehr geringer Intensität des gesammten Tageslichtes werden in der Regel durch die Gestalt der Pflanze (Grösse, Zahl und Lage der oberirdischen Organe) oder durch veränderte Blattlage (*Robinia*) bis zu einem gewissen Grad verringert.

Dass im Allgemeinen völlig gleichgestaltete, frei exponirte Pflanzen desto intensiveres Licht empfangen würden, je niederer die geographische Breite ihres Standortes ist, versteht sich von selbst, des Einflusses der Seehöhe auf die Beleuchtungsverhältnisse der Pflanze hier nicht zu gedenken.

Nach den von mir in Europa, in Aegypten und in Java angestellten photometrischen Untersuchungen könnte ich nicht behaupten, dass eine Anpassung der Vegetation an die Intensität des gesammten Tageslichtes der einzelnen Endpunkte in dem Sinne besteht, dass das Lichtbedürfniss der Pflanzen in der Richtung von den Polen zum Aequator gesetzmässig zunimmt. Ich fand selbst im Tropengebiet grüne, selbstständig assimilirende Gewächse von ausserordentlich geringem Lichtbedürfniss.

Wenn nun auch im grossen Ganzen der factische Lichtgenuss der tropischen Holzgewächse ein grösserer ist als der unserer Bäume und Sträucher, so empfangen nichtsdestoweniger unsere **sommergrünen** Holzgewächse **zeitweise** intensiveres Licht als die tropischen Bäume mit ausdauerndem Laube, nämlich im Beginne der Vegetationsperiode. Es gestattet nämlich der im Beginne der Vegetationsperiode noch herrschende Mangel an Laub bei unseren sommergrünen Holzgewächsen einen reichlicheren Zufluss intensiveren Lichtes, als dies bei den Tropenbäumen (mit ausdauerndem Laube, und diese bilden ja die Regel) das ganze Jahr hindurch möglich ist. Deshalb kann bei unseren sommergrünen Holzgewächsen die eine relativ hohe Lichtintensität erfordernde Knospenentwicklung innerhalb der Baumkrone in viel grösserer Tiefe der Baumkrone stattfinden, als bei den tropischen Bäumen, wo in der Regel nur die in der Peripherie der Krone gelegenen Knospen zur Entfaltung gelangen können, da das in der Tiefe der Krone herrschende Licht zu sehr abgeschwächt ist, um die Laubsprossbildung zu ermöglichen. Im Allgemeinen ist deshalb die Verzweigung unserer sommergrünen Holzgewächse eine reichlichere als die der tropischen Bäume¹⁾.

1) Ueber das den Tropenbäumen bezüglich der Knospenentfaltung und Verzweigung ähnliche Verhalten unserer wintergrünen Nadelbäume und überhaupt unserer wintergrünen Gewächse s. Photometr. Unters. p. 308 und 309.

Alle hier vorgebrachten Angaben über Lichtintensität beziehen sich, wie schon im Eingange gesagt wurde, bloss auf sogenannte chemische Lichtstärken. Da nun die Abnahme der chemischen Lichtintensität der Lichtstärke überhaupt nicht arithmetisch proportionirt ist, so könnte man den oben ausgesprochenen Sätzen die Gültigkeit absprechen, sofern sie über die Beziehung der Gestaltung der Pflanzenorgane zur Lichtintensität hinaus gehen. Allein es handelt sich in den genannten Sätzen durchwegs nur um grobe Intensitätsverhältnisse, welche sich aus dem Grade der ermittelten chemischen Intensität ableiten lassen. Dass die gewonnenen Resultate beispielsweise bezüglich der Assimilation Geltung haben, ergibt sich aus der Thatsache, dass die Blätter in der Regel senkrecht auf das stärkste diffuse Licht gestellt sind. Da nun die innerhalb der Krone der Laubbäume befindlichen Blätter nur vorübergehend und nur von geschwächtem Sonnenlichte getroffen werden, aber trotzdem assimiliren, so kann wohl nicht bezweifelt werden, dass in der Regel — nämlich von den oben angeführten Ausnahmefällen abgesehen — bloss diffuses Tages- und sehr geschwächtes Sonnenlicht, vorzugsweise aber ersteres für die Ernährung der grünen, selbständig assimilirenden Pflanze massgebend ist.

Inwieweit die Lichtstärke innerhalb der Pflanzengewebe noch weiter durch Absorption herabgesetzt wird, ist in diesem Aufsätze, der nur den Charakter einer vorläufigen Mittheilung hat, nicht berücksichtigt worden.

7. J. Wiesner: Beobachtungen über die Anisophyllie einiger tropischer Gewächse.

Eingegangen am 8. October 1894.

Während meines Aufenthaltes in Buitenzorg auf Java (Winter 1893—1894) habe ich mich unter anderem auch mit dem Studium der Anisophyllie beschäftigt, in der Erwartung, an der Hand der dortigen reichhaltigen und extrem üppigen Vegetation nicht nur neue und charakteristische Fälle dieser Erscheinung kennen zu lernen, sondern auch den Ursachen und der biologischen Bedeutung derselben näher treten zu können.

In dieser kurzen Mittheilung beabsichtige ich nur, einige besonders charakteristische und ganz neue Fälle von Anisophyllie und einige

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: [12](#)

Autor(en)/Author(s): Wiesner Julius Ritter

Artikel/Article: [Bemerkungen über den factischen Lichtgenuss der Pflanzen
1078-1089](#)