

Untersuchungen über die lichtklimatischen Verhältnisse im Gebiete des Zirbitzkogels und über den Lichtgenuß der Zirbe.

Von Ludwig Lämmermayr (Graz).

(Mit einer Kurve und einer Textabbildung.)

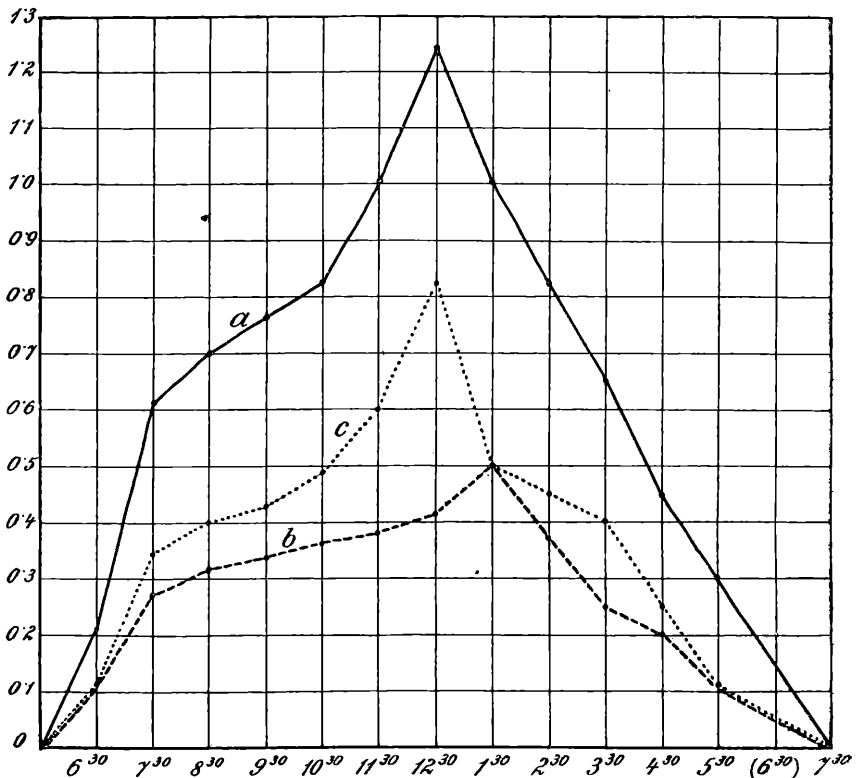
Meine bereits vor längerer Zeit publizierten Studien über den Legföhrenwald und die Grünerlenzone (Denkschriften d. Akademie d. Wissenschaften, Wien 1919) legten mir den Gedanken nahe, diese Lichtgenußstudien auch auf die dritte Holzart, die in unseren Alpen an der Bildung der Wald- und Baumgrenze beteiligt ist, die Zirbe (*Pinus Cembra*), auszudehnen. Die einschlägigen Beobachtungen wurden bereits im Sommer 1920 im Gebiete des Zirbitzkogels in Steiermark gemacht. Ich lasse zunächst einige Daten über das Lichtklima, einerseits von St. Wolfgang (1273 m), andererseits vom Gipfel des Zirbitzkogels (2397 m), folgen.

A. Gang der Lichtintensität am 21. Juli 1920 in St. Wolfgang (1273 m).

(S₄ = Sonne unbedeckt.) Relativer Feuchtigkeitsgehalt = 65% (9^h a. m.).

Gesamtlicht		Diffuses Licht	Direktes Licht	Sonne	Verhältnis des Gesamtlichtes zum diffusen und direkten
6 h 30	0·225	0 107	0·118	S ₄	
7 h 30	0·620	0·275	0·345	S ₄	
8 h 30	0·708	0 310	0·398	S ₄	
9 h 30	0·758	0·330	0·428	S ₄	
10 h 30	0·830	0·350	0·480	S ₄	
11 h 30	0·992	0 380	0·612	S ₄	
12 h 30	1·240	0·413	0·827	S ₄	3 : 1 : 2
1 h 30	0 992	0·496	0·496	S ₄	2 : 1 : 1
2 h 30	0·827	0·375	0·452	S ₄	
3 h 30	0·644	0·248	0·396	S ₄	
4 h 30	0 450	0·206	0·244	S ₄	
5 h 30	0·310	0·137	0·173	S ₄	
7 h 30	0·027	0·027	—	Sonne untergegangen	1 : 1 : 0

Die gezeichnete Tagesintensitätskurve für das Gesamtlicht ist, bis auf die Zeit von 10^h 30' a. m. bis 2^h 30' p. m., ausgesprochen unsymmetrisch, ein Verhalten, das u. a. von Schwab wiederholt für unsere Breiten festgestellt wurde. Bezeichnend ist der relativ allmähliche Anstieg der Gesamtintensität *a* im Vergleich zum jähen, kontinuierlichen Abfall in den Nachmittagsstunden. Das Maximum der Gesamtintensität und des direkten Lichtes fallen ungefähr auf den Mittag, jenes des



Lichtintensitätskurve für den 21. Juli in St. Wolfgang
(Steiermark, Zirbitzkogelgebiet).

a Gesamtlicht. — *b* Diffuses Licht. — *c* Direktes Licht.

diffusen Lichtes in die Zeit zwischen der ersten und zweiten Nachmittagsstunde; eben um diese Zeit sind direktes und diffuses Licht gleich stark. Zu Mittag (12^h 30') hat das direkte Licht die doppelte Stärke des diffusen, das Gesamtlicht die dreifache Stärke des diffusen Lichtes. — Anschließend an diese Beobachtungen wurden auch Messungen über die Stärke des Vorderlichtes in St. Wolfgang angestellt. Dieselben ergaben (20. Juli 1920, 12^h 30', S₄):

Stärke des von S auf die vertikale Fläche einfallenden Lichtes	= 0·80
O	= 0·22
W	= 0·17
" " " N "	= 0·14
Stärke des Gesamtlichtes	= 1·00

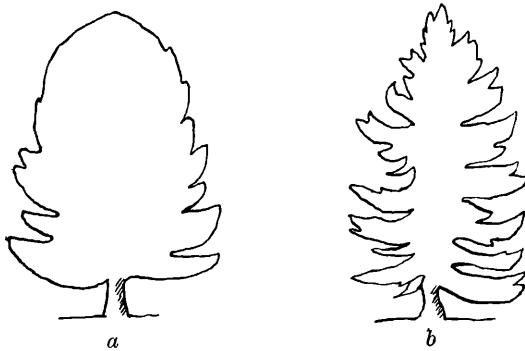
Endlich wurden noch, um die Zunahme der Strahlung mit der Höhe kennen zu lernen, am 22. Juli 1920 am Gipfel des Zirbitzkogels (2397 m) Messungen vorgenommen, welche ergaben (12^h 30' p. m. S₄):

Intensität des Gesamtlichtes = 1·366, Intensität des diffusen Lichtes = 0·390, Intensität des direkten Lichtes = 0·976. Das direkte Licht war also hier 2·5mal, das Gesamtlicht 3·5mal so stark als das diffuse, also wesentlich stärker als in dem über 1000 m tiefer gelegenen St. Wolfgang. Die gefundenen Werte stehen in guter Übereinstimmung mit Beobachtungen Wiesners und Rübels. So fand ersterer im Yellowstoneparke zu Cañon (2359 m) folgende Werte (2. September 1904, 11^h a. m.): Gesamtlicht = 1·278, diffuses Licht = 0·382, direktes Licht = 0·896, — und Rübels gibt für das Berninahospiz (2310 m) an, daß das direkte Licht dort drei- bis viermal so stark wie das diffuse werden kann. Direktes und Gesamtlicht sind an sonnigen Tagen dort stärker, das diffuse aber schwächer als in niedrigeren Lagen.

Der Lichtgenuß der Zirbe.

Während meines einwöchigen Aufenthaltes im Juli 1920 in St. Wolfgang suchte ich durch wiederholte Besteigung der umliegenden Gipfel und Anhöhen, vor allem des Zirbitzkogels, der Rothaide, Savaté-Alpe, Kaseralm, sowie des Brandriedels und Umrahmung der Winterleitenseen auch Einblicke in den Lichtgenuß und die Vergesellschaftungsverhältnisse der Zirbe (*Pinus Cembra*) zu gewinnen. — Die Zirbe ist in St. Wolfgang und seiner nächsten Umgebung in prächtigen Exemplaren, vielfach wohl nur gepflanzt, so am Friedhofe, vor der Schule, auch bei Bauernhöfen am Wege Reiterbauer—St. Wolfgang, vertreten, welche durchwegs reichlich fruchten. (Die untere Grenze liegt nach Vierhapper in den steirischen Alpen bei 1250 m.) Diese Einzelbäume oder in kleineren Gruppen beisammen stehenden Zirben zeigen durchwegs eine sehr charakteristische Wuchsform. Die Krone gleicht einem Kegelstumpfe oder ist walzenförmig, in ihren oberen Partien geschlossen, nach unten zu mehr oder weniger aufgelockert (Fig. a). Sie läßt in ihrem Baue keine Bevorzugung irgendeiner bestimmten Himmelsrichtung erkennen. Äste und Nadeln sind gleichmäßig nach allen Seiten gewendet: Der Aphotometrie der

Nadeln entspricht eine ebensolche des ganzen Sproßsystemes (ähnlich wie bei einem Mistelbusche!). Bei einer derartigen Anordnung, die stark an die gedrungene oder Kugelform gewisser kultivierter Pflanzen (Lorbeer!) erinnert, wo mit kleinstem Volum sich die größte Oberfläche verbindet, — dürfte auch die „Gesamtblattfläche“ der maximalen „Lichtfläche“ ziemlich nahe kommen. Damit steht auch die weitgehende Abschwächung des Schattenlichtes, das solche Bäume werfen, wie die tiefe Lage des Minimums im Kroneninnern in unzweifelhaftem Zusammenhange. Ich fand das Minimum des Lichtgenusses der Zirbe in St. Wolfgang, sowie etwas höher, am Wege zur Savaté-Alpe, bei 1330 m (wo der Baum zweifellos spontan ist) an Einzelbäumen bis zu $\frac{1}{28}$, das Schattenlicht bis zu $\frac{1}{30}$ herabreichend. Allerdings kommt dabei auch in Betracht, daß speziell die gepflanzten Individuen unter



Kronenform der Zirbelkiefer in verschiedener Höhenlage.

a. Zirbe in St. Wolfgang, 1273 m.

b. Zirbe zwischen 1600 und 1700 m.

besonders günstigen allgemeinen Vegetationsverhältnissen (Freistand, Mangel der Konkurrenz) sich befinden, die — nach Wiesner — allgemein zu einer Herabdrückung des Minimums führen können. In höheren Lagen, zwischen 1600—1700 m ändert sich — an Einzelzirben — die Form der Krone oft auffallend. Es kommt zu einer ersichtlicheren Auflockerung der Krone in ihren mittleren und oberen Teilen, wodurch der Eindruck eines schichtkronigen Baues entsteht (Fig. b). Dies hat aber wieder eine Hinaufsetzung des Lichtgenußminimums und eine Erhöhung der Schattenlichtstärke zur Folge.

Die Zirbe läßt also in größerer Höhe mehr Licht in ihre Krone einstrahlen, ein Verhalten, das auch sonst vielfach beobachtet worden ist. Ich verweise speziell auf eine Notiz Furlanis (Ö. b. Z., 1916), wo er sagt, daß dies bei alpinen Immergrünen wahrzunehmen ist,

z. B. bei *Rhododendron ferrugineum*, das in größerer Höhe und exponierter Lage seinen Blätterschirm öffnet, während derselbe im Bestande mit *Pinus Cembra* mehr geschlossen ist. — In der „Kampfregion“, oft auch schon tiefer, an windgefügten Hängen und Graten, wird die Wuchsform der Zirbe durch Wind, Blitzschlag, Schneedruck usw. außerordentlich weitgehend beeinflußt. In 1780 m Höhe sah ich eine alte Einzelzirbe von 4·5 m Stammumfang. Wenig oberhalb des Bodens teilte sich der Stamm in zwei ungefähr gleichstarke Stämme die aber von 5 m aufwärts total zersplittert und dürr waren. Die von ihnen ausgehenden Seitenverzweigungen jedoch waren reichlich mit frischgrünen Nadeln besetzt. Letztere waren an den stark nach aufwärts gebogenen Sproßenden auffallend geknäult, so daß man unwillkürlich den Eindruck hatte, als wäre der charakteristische Legföhren-Typus der Zirbe gewissermaßen eingepflanzt. Aber noch mehr! In der Nähe ihrer oberen Verbreitungsgrenze hatte ich Gelegenheit, mehrfach Zirben zu beobachten, die ich nicht anders denn als typische Legzirben bezeichnen kann! Es ist mir wohl bekannt, daß Zirben von legföhrenartigem Wuchse in den Alpen, wie neuerdings Vierhapper (D. u. Ö. A. V., 1915) betont, sich nur sehr selten und ganz vereinzelt finden. Ich glaube aber nicht, daß es sich dabei, wie genannter Autor meint, ausnahmslos um unter dem Einflusse besonders ungünstiger Verhältnisse (wie Lawinen, Steinschlag, Viehverbiß u. dgl.) entstandene, „putierte“ Exemplare der gewöhnlichen baumförmigen Zirbe handelt, denen man — unter obiger Voraussetzung — den Rang einer eigenen Rasse allerdings nicht zubilligen könnte. Hierher würde allerdings zweifellos die „putierte“ Zirbe gehören, die ich am Niederschöckel bei Graz aufgefunden habe (siehe Ö. b. Z., 1920). Anders aber jene Exemplare, die ich am Südosthange des Zirbitzkogels, im Abstiege von der Spitze zur Kaseralm, zu Gesichte bekam! Es waren etwa vier bis fünf Exemplare, in Höhenlagen von 1980, 1880, 1850 und 1820 m, zumeist im Schutze niedriger Felswände, ohne irgendeine ersichtliche, auf obige Ursachen zurückzuführende Verstümmelung; an allen kam es überhaupt nicht zur Bildung eines Hauptstammes, vielmehr erhob sich stets über dem Boden eine größere Anzahl ungefähr gleichwertiger Äste, maximal bis 1·6 m Höhe, deren untere Teile vielfach dem Boden anlagen oder in geringer Höhe parallel liefen, während die Enden im Bogen sich nach aufwärts wandten. Also ganz die typische Krummholz-Wuchsform, so überraschend getreu, daß man auf den ersten Anblick echte Legföhren vor sich zu haben glaubte, wüßte man nicht, daß diese dem Zirbitzkogel überhaupt fehlen! Über die Ursache dieser Wuchsform bin ich mir allerdings um so weniger im klaren, als in der Umgebung dieser „Legzirben“ auch Zirben von der gewöhnlichen, auf-

rechten Form — allerdings in freier Exposition — vorkommen und letztere auch noch — allerdings strauchförmig — an der obersten Verbreitungsgrenze des Baumes anzutreffen sind. Merkwürdig ist auch, daß an den mehr oder weniger horizontal verlaufenden Ästen dieser Legzirben die bei den Nadelhölzern im allgemeinen und bei der Legföhre im besonderen so typische Hypotropie des Holzkörpers nur schwach ausgeprägt ist. — Jedenfalls aber verdient die erwähnte Wuchsform Beachtung und weitere Verfolgung. — Durch zahlreiche Messungen wurde auch die Erhöhung des relativen Lichtgenußminimums der Zirbe mit Zunahme der Seehöhe festgestellt, wie sich aus nachstehender Zusammenstellung ergibt:

1330 m	Einzelbaum	$L_{\min} = \frac{1}{24}$	Schattenlicht-Stärke = $\frac{1}{30}$
1400 m	Einzelbaum	$L_{\min} = \frac{1}{23}$	Schattenlicht = $\frac{1}{25}$
1550 m	Einzelbaum	$L_{\min} = \frac{1}{22.5}$	Schattenlicht = $\frac{1}{23}$
1650 m	Einzelbaum	$L_{\min} = \frac{1}{22}$	Schattenlicht = $\frac{1}{21}$
1700 m	Einzelbaum	$L_{\min} = \frac{1}{19}$	Schattenlicht = $\frac{1}{20}$
1800 m	Zirbengruppe	$L_{\min} = \frac{1}{18.5}$	Schattenlicht = $\frac{1}{18}$
1810 m	Zirbenwald	$L_{\min} = \frac{1}{17}$	Schattenlicht = $\frac{1}{16}$
1820 m	Legzirbe*	$L_{\min} = \frac{1}{17.5}$	Schattenlicht = $\frac{1}{18}$
1850 m	Legzirbe*	$L_{\min} = \frac{1}{18}$	Schattenlicht = $\frac{1}{20}$
1880 m	Legzirbe*	$L_{\min} = \frac{1}{18.5}$	Schattenlicht = $\frac{1}{19}$
1980 m	Legzirbe*	$L_{\min} = \frac{1}{15}$	Schattenlicht = $\frac{1}{16}$
2020 m	Zirbenstrauch (frei)	$L_{\min} = \frac{1}{12}$	Schattenlicht = $\frac{1}{10}$

Im allgemeinen steigen demnach sowohl Minimum des Lichtgenusses, wie auch die Stärke des Schattenlichtes deutlich nach oben hin an. Das (relative) Maximum des Lichtgenusses erreicht in höheren Lagen sehr häufig, in mittleren nicht selten den Wert 1. Die Zirbe wird also, je höher sie steigt, in desto ausgesprochenerem Grade ein Lichtbaum, während sie in tieferen Lagen weit mehr — fast doppelt so viel — Schatten verträgt, als an ihrer oberen Grenze. Einigermaßen

auffallend ist das relativ tiefe Minimum der mit * bezeichneten Legzirben, deren Schattenlicht auch eine unverhältnismäßig weitgehende Abschwächung erfährt. Wie schon erwähnt, siedeln diese Legzirben im Schutze von Felsen, deren Wärmerückstrahlung eine sehr beträchtliche ist. So wurde am 22. Juli 1920, 9^h a. m. die Lufttemperatur in 1850 m Höhe mit 22° C, in der Nähe des Felsens, bzw. am Standorte der Legzirbe, mit 25° C (beides in der Sonne) festgestellt, bei einem gleichzeitigen relativen Feuchtigkeitsgehalte der Luft von 44%. Dieses Plus an Wärme ist im Innern des Legzirbengebüsches gewissermaßen eine Kompensation für die dort geringere Lichtintensität, bzw. gestattet der Legzirbe, ihr Lichtgenußminimum im Innern nicht unbeträchtlich herabzusetzen. Die starke Abschwächung des Schattenlichtes geht z. T. der Herabsetzung des Minimums parallel, z. T. ist sie, wie bei der Legföhre, durch die Wuchsform, bzw. den Verlauf der Äste, bedingt. — Die Zirbenkeimlinge ertragen volle, direkte Beleuchtung nicht und wachsen im Schatten ihres Keimbettes; gebildet von *Rhododendron ferrugineum*, *Juniperus nana*, *Vaccinium Myrtillus*, *V. Vitis Idaea*, *Loiseleuria procumbens*, *Calluna vulgaris*, *Pinus montana* (fehlt am Zirbitz), heran. Sobald sie aber über das Stadium der Primärblätterbildung hinaus sind, vermögen sie, sich rasch stärkerer Beleuchtung anzupassen.

Meine Beobachtungen ergeben also die Richtigkeit der approximativen Einschätzung der Zirbe nach Hempel und Wilhelm als eine Art Übergang von den Lichtholzarten zu den Schattenhölzern und ihre Einreihung speziell zwischen *Pinus silvestris* und *Picea excelsa*, entsprechend den Werten des Lichtgenusses: *Pinus montana* L = $1 - \frac{1}{3}$, *Pinus nigra* $1 - \frac{1}{11}$, *Pinus silvestris* $1 - \frac{1}{15}$, *Pinus Cembra* $1 - \frac{1}{24}$, *Pinus excelsa* $1 - \frac{1}{36}$ ($\frac{1}{40}$).

Sehr bemerkenswert erscheint mir die weitgehende Übereinstimmung des Lichtgenusses der Zirbe mit jenem der Grünerle (*Alnus viridis*, L = $1 - \frac{1}{25}$). Speziell in der Hochlage tritt dies sehr deutlich hervor. Zirbe zwischen 1700—1800 m, $L_{\min} \frac{1}{17} - \frac{1}{18}$, Grünerle zwischen 1700—1800 m, $L_{\min} = \frac{1}{15} - \frac{1}{16}$; auch in der Stärke des Schattenlichtes in der Hochlage sind nur geringe Unterschiede: Grünerle $\frac{1}{18} - \frac{1}{21}$, Zirbe (Legzirbe) $\frac{1}{17} - \frac{1}{18}$. Von diesem Gesichtspunkte aus erscheint die häufige gegenseitige Überschirmung beider — Grünerle als Unterholz der Zirbe oder umgekehrt — leicht verständlich und es gewährt jedenfalls hohes Interesse, zu sehen, daß die Übereinstimmung von *Pinus Cembra* mit *Alnus viridis* nicht nur in edaphischer und klimatischer, sondern speziell auch in lichtklimatischer Hinsicht eine viel weitergehende ist, als mit *Pinus montana*. — Über die Vergesellschaftung der Zirbe mit anderen

Holzarten und den Grad der ertragenen Überschattung habe ich gleichfalls einige Beobachtungen angestellt. Als Mitbewerber der Zirbe kommen im Gebiete fast ausschließlich Nadelhölzer (Fichte, Lärche) in Betracht; von Laubhölzern trifft man in mittleren Lagen nur ab und zu *Acer Pseudoplatanus* (bis 1350 m). In 1450 m Höhe sah ich eine Zirbe im Schatten einer Lärche, bei $\frac{1}{4}$; ostseitig fand eine regelrechte Durchdringung der Sproß-Systeme beider Bäume statt, in der Art, daß aufeinanderfolgende Etagen oder Horizonte gebildet wurden, von unten nach oben: Lärche—Zirbe—Lärche—Zirbe. Reichlich einstrahlendes Seitenlicht ließ auch den untersten Lärchenzweigen noch $\frac{1}{3}$ des Gesamtlichtes zukommen. Eine ähnliche weitgehende Durchdringung von Zirbe und Fichte beobachtete ich bei 1500 m. In 1610 m Höhe traf ich Lärche unter Zirbe in einem Schattenlicht von $\frac{1}{13}$. Die Lärche war vollkommen verkümmert, der Gipfeltrieb und die oberen Äste völlig unbenadelt; die unteren Zweige trugen nur an der Peripherie des Schattenkreises wenige Nadeln, die sämtlich in einer Ebene, auf der Oberseite des Zweiges, angeordnet waren. An sämtlichen Zweigen waren nur Kurztriebe zur Entwicklung gelangt. In 1700 m Höhe fand ich Zirbe im Schatten einer Fichte, bei $\frac{1}{7}$, normal entwickelt, während in 1750 m Höhe an einer gleichfalls von Fichte überschirmten Zirbe, bei $\frac{1}{8}$, der Gipfeltrieb vollkommen abgestorben und die Seitenzweige nur an der Peripherie des Schattenkreises wenig benadelt waren. Auch unter Grün-erle habe ich die Zirbe bei 1780 m, in einem Schattenlichte von $\frac{1}{13}$, normal angetroffen. Endlich sei noch eine Zirbe in einem Zwergwacholdergebüsch bei 1760 m erwähnt, das sie größtenteils überragte, während die untersten Nadeln einem Schattenlichte von der Stärke $\frac{1}{13}$ ausgesetzt waren.

Unter lichtscheidenden Bäumen, wie die Lärche, tritt die Zirbe ganz an den Stamm des Schirmbaumes heran, während sie sich unter tiefer schattenden, wie Fichte, in einiger Entfernung von demselben hält. Die Begleitvegetation der Zirbe, bzw. der Bodenwuchs innerhalb ihres Schattenkreises oder in ihren Beständen, ist natürlich jeweils nach der Stärke des Schattenlichtes verschieden. Sehr häufig wurden beobachtet: *Vaccinium Myrtillus*, *V. Vitis Idaea*, *Sorbus aucuparia*, *Aconitum Napellus*. *Rubus Idaeus* (bei $\frac{1}{12}$), *Homogyne alpina* ($\frac{1}{13}$), *Rhododendron ferrugineum* ($\frac{1}{14}$), *Potentilla aurea*, *Campanula barbata* ($\frac{1}{17}$), *Athyrium filix femina*, *Phegopteris Dryopteris*, *Oxalis Acetosella* ($\frac{1}{16}$), an lichterem Stellen: *Sempervivum stiriacum*, *Achillea Millefolium*, *Hieracium* sp., *Silene rupestris*, *Melandryum silvestre* ($\frac{1}{2}$) nebst Gräsern und Flechten. Nicht in den Zirbenschatten eintreten sah ich *Saponaria pumila* und auch *Loiseleuria procumbens* hielt sich nur an den äußersten Rand des Schattenkreises.

Photometrischer Charakter und anatomischer Bau der Zirbennadel.

Gleich der Nadel der Legföhre und aller bis jetzt daraufhin untersuchten Kiefern-Arten besitzt auch die Zirbennadel aphotometrischen Charakter, d. h. sie kehrt ebenso oft die konvexe Außenseite wie die Innenseiten dem stärkeren Lichte zu. Trotzdem sind morphologische und anatomische Differenzierungen — je nach dem Grade der Beschattung — unverkennbar vorhanden, was ja auch mit Rücksicht auf die ansehnliche Breite des Lichtgenusses zu erwarten war. Die Schattennadeln (entsprechend $L = \frac{1}{\frac{1}{10}}$) sind dünner, zarter als die Lichtnadeln (entsprechend $1 - \frac{1}{2}$), bläulichgrün, wogegen die Lichtnadeln einen hell- bis gelblichgrünen Farbenton (letzteres speziell bei den Legzirben) aufweisen. Die Länge der Schattennadeln variiert zwischen 3·5—4·5 cm an heurigen, 5—7 cm an älteren Trieben, während die Lichtnadeln unter gleichen Verhältnissen nur 4—5 cm Länge erreichen. Der Winkel, den die äußersten zwei der fünf divergierenden Nadeln eines Schattentriebes einschließen, beträgt 35—40 Grade, während an den Lichttrieben die Nadeln nur in ihrem untersten und mittleren Teile etwa unter 10° divergieren, mit ihren Enden aber wieder zusammenneigen. Selbst an jenen Schattentrieben, an denen die Nadeln noch reichlich zur Hälfte von der Scheide umschlossen waren, divergierten die herausragenden freien Enden der fünf Nadeln so auffallend, daß man das Bild einer Actinie vor sich zu sehen glaubte. — Nach diesen morphologischen Feststellungen war ich auf das Resultat der anatomischen Untersuchung um so gespannter, als bekanntlich für die Zirbennadel das Auftreten von Palisadenparenchym angegeben wird. Die diesbezügliche, von Vierhaper aus Kirchner-Loew-Schröter übernommene Abbildung läßt allerdings offen, um was für eine Nadel — Licht- oder Schattenform — es sich handelt. Ich war ursprünglich geneigt, eher das Letztere zu vermuten, da ich im Auftreten des Palisadenparenchyms ein Abweichen vom typischen konzentrischen (dem aphotometrischen Charakter entsprechenden) Baue und ein Hinneigen zu dorsiventraler Entwicklung (wie sie für photometrische Blätter bezeichnend ist) zu erblicken glaubte. Freilich mußte ich diesen Gedanken alsbald modifizieren, als sich zeigte, daß auch die Schattennadeln ebenso aphotometrisch sich verhalten, wie die Lichtnadeln.

Im Zuge der anatomischen Untersuchung stellte sich nun heraus, daß die typische Ausprägung des Palisadenparenchyms lediglich den Lichtnadeln zukommt. Es wurden Schnitte durch einjährige und ausgewachsene Licht- und Schattennadeln (den Intensitäten 1, bzw. $\frac{1}{10}$ entsprechend) miteinander verglichen.

Die einjährige Schattennadel hat im Querschnitt die Form eines annähernd gleichschenkeligen Dreieckes mit konvexer Grundlinie (Außenseite). Abmessungen von Grundlinie und Höhe stehen im Verhältnis von 5 : 3. Die Zellen der randständigen, ersten Mesophyllschicht sind prismatisch bis kubisch und unterscheiden sich dadurch kaum von den folgenden Mesophyll-Lagen. Doch ist die Bildung einspringender Leisten („Armpalisaden“), wenigstens an den Ecken der Nadel, in dieser ersten Mesophyllschicht immerhin angedeutet. Die Mächtigkeit der zwischen Hypoderm und Gefäßbündelscheide lagernden gesamten Mesophyllschicht ist in verschiedenen Richtungen verschieden. Sie beträgt zwischen Gefäßbündel und der Mitte jeder der drei Seiten zwei Zell-Lagen, zwischen Gefäßbündel und den Ecken je vier bis fünf Zell-Lagen.

Die ausgewachsene Schattennadel läßt eine Tendenz zur Längsstreckung der ersten Mesophyllschicht und ein vermehrtes Auftreten der einspringenden Leisten, speziell wieder an den Ecken, erkennen. Das Querschnittsbild zeigt gegenüber vorigem ein Anwachsen der Höhe des Dreieckes. Grundlinie : Höhe = 5 : 3·33. Die Zahl der Mesophyll-Lagen ist durchwegs vermehrt (Gefäßbündel—Seitenmitte 3, Gefäßbündel—Ecken 4—7).

Die einjährige Lichtnadel. Grundlinie und Höhe des Querschnitts-Dreieckes werden gleich groß (5 : 5). Erste Mesophyllschicht durchwegs deutlich längsgestreckt und mit reichlichen einspringenden Leisten versehen. Mächtigkeit der Mesophyll-Lagen zwischen Gefäßbündel und Seitenmitte 3, zwischen Gefäßbündel und Ecken 7—8.

Die ausgewachsene Lichtnadel. An den Abmessungen, bzw. dem Verhältnis, von Höhe und Grundlinie ändert sich gegenüber voriger nichts. Erste Mesophyllschicht deutlich längsgestreckt, mit reichlichen einspringenden Leisten, oft auch chlorophyllreicher als die tieferen Schichten, zwischen Gefäßbündel und Seitenmitte reichlich $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ der der ganzen Mesophyllbreite einnehmend, demnach als ein typisches (Arm-) Palisadenparenchym zu bezeichnen. Mächtigkeit des Mesophylls sowohl zwischen Gefäßbündel und Seitenmitte, als auch zwischen Gefäßbündel und Ecken dieselbe wie bei voriger — also keine Vermehrung, wohl aber eine Vergrößerung der Zellen.

Im übrigen beschränken sich die anatomischen Unterschiede zwischen Licht- und Schattennadeln im allgemeinen darauf, daß die ersteren eine stärker entwickelte Epidermis (+ Kutikula) und an den beiden Innenseiten weniger Spaltöffnungen besitzen als letztere. Die erst an der ausgewachsenen Lichtnadel vollendete, typische Differenzierung eines Palisadenparenchyms kann nicht anders denn als der Ausdruck der Anpassung an länger dauernde, starke, direkte Insolation gedeutet

werden, die immer mehr vervollkommte Ausbildung der Armpalisaden speziell als der Ausdruck einer immer mehr gesteigerten Ausgestaltung des Assimilationsapparates, wozu der gesteigerte Lichtreiz die Veranlassung gibt. Nach einigen, allerdings noch unzulänglichen Beobachtungen, die ich speziell an Lichtnadeln von der oberen Verbreitungsgrenze der Zirbe gemacht habe, ist gerade bei diesen das Palisadenparenchym mit den einspringenden Leisten am schönsten entwickelt, und letztere finden sich ab und zu auch in tieferen Mesophyllschichten, ein Verhalten, das auf eine spezifische Wirkung des Höhenlichtes in dem früher dargelegten Sinne schließen ließe. Jedenfalls schließt der a photometrische Charakter eines Assimilationsorganes (dies habe ich schon früher für die Nadeln von *Pinus montana* gezeigt) die Möglichkeit einer anatomischen Differenzierung bei verschiedener Beleuchtungsstärke nicht aus und kann demnach auch mit relativer Breite des Lichtgenusses verbunden sein.

Zum Schlusse möchte ich noch einige Bemerkungen über die Standorte der Zirbe im Gebiete des Zirbitzkogels anfügen. Nevole sagt, daß sie den Gebirgsstock in allen Richtungen umgürte. Ich beobachtete sie speziell an den Ost-, Südost- und Nordost-Hängen, erstere beide sind Lagen, die sie sonst in den Alpen gerade nicht bevorzugt. Ostlagen haben vor allem: der Zirbenwald oberhalb der Kaser(Kaiser)-alm, die Zirben der Savaté-alm und der Rothaide, Nordlage die Zirben am unteren Winterleitensee. Nach der Niederschlagskarte von Klein beträgt die jährliche Niederschlagsmenge im ganzen Gebiete des Zirbitzkogels nur 900—1000 mm, ein Wert, gegen welchen man wohl einiges Bedenken hegen kann, wenn man erwägt, daß die Regenmenge in einem Höhenintervall von mehr als 1600 m (Judenburg, 745 m, hat 800 mm) nur um einen so geringfügigen Betrag ansteigen soll! Auch Vierhapper hat schon betont, daß die Niederschlagsverhältnisse gerade derjenigen Höhenstufen, in denen z. B. Zirbe und Legföhre gedeihen, viel zu wenig genau bekannt sind. Nach Rübel erreicht die Zirbe im trockenen Berninagebiete bereits in 1800 m Höhe, bei 960 mm jährlicher Niederschlagsmenge, ihre untere Grenze, im niederschlagsreicheren Lungau reicht sie bis durchschnittlich 1500 m nach abwärts, in welcher Höhe ihr nach der Feßlerschen Karte 1100 mm Niederschläge zufließen. Da am Zirbitzkogel der Bestandesgürtel der Zirbe nach Nevole zwischen 1900 und 1500 m liegt, das untere Vorkommen aber noch bis gegen 1300 m herabreicht, dürfte obiger Wert Kleins wohl für eine Höhenstufe etwa zwischen 1300—1500 m gelten, darüber hinaus aber aller Wahrscheinlichkeit nach höher anzusetzen sein.

Literaturverzeichnis.

- L ä m m e r m a y r L., Legföhrenwald und Grünerlengebüsch. Denkschriften d. Akad. d. Wiss. Wien, 1919.
 — — Botanische Notizen aus Steiermark. Ö. b. Z., 1920.
 N e v o l e J., Die Zirbe in der österreichisch-ungarischen Monarchie. Naturw. Monatschrift, 1912, Nr. 33.
 V i e r h a p p e r F., Zirbe und Bergkiefer in unseren Alpen. D. u. Ö. A. V., 1915/16.
 — — Zur Kenntnis der Verbreitung der Bergkiefer in den östlichen Zentralalpen. Ö. b. Z., 1914.
 W i e s n e r J., Der Lichtgenuß der Pflanzen, 1907.

Osmotische Untersuchungen an Trichomen.

Von **Josef Oberth** (Mediasch).

(Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der Universität Graz.)

(Mit 2 Textabbildungen)

1. Einleitung.

Unter den Trichomen, die an Mannigfaltigkeit der Gestaltung alle übrigen Zellenarten bei weitem übertreffen, kennen wir einige wenige Typen, denen wir eine bestimmte ernährungsphysiologische Rolle zuschreiben können, wie etwa die absorbierenden, sezernierenden und wasserspeichernden Haare. Für die große Mehrzahl der Trichome ist jedoch keine derartige Leistung anzugeben; man erkennt ihnen vorwiegend oder ausschließlich eine ökologische Bedeutung zu, wie schon aus ihrer Charakterisierung als Deck-, Reusen-, Kletterhaare usw. hervorgeht. Daß sie im ausgebildeten Zustande eine solche Rolle spielen können, steht natürlich außer Frage, dagegen ist es nicht ausgeschlossen, daß sie wenigstens in einem bestimmten Entwicklungszustande des Organes, auf dem sie auftreten, auch eine physiologische Funktion auszuüben befähigt sind, die späterhin mehr oder weniger vollkommen erlischt oder von einer anderen Funktion abgelöst wird. Ein derartiger Funktionswechsel ist bei Trichomen in einzelnen Fällen tatsächlich beobachtet worden. Es sei nur daran erinnert, daß typische Drüsenhaare sehr frühzeitig ihre Sekretion einstellen und späterhin lediglich als Deckhaare fungieren können. Ähnliches könnte auch für andere Haartypen gelten. Es muß entschieden auffallen, daß die Trichome, wie längst bekannt, sich oft ungemein frühzeitig, oft schon an jüngsten Blattanlagen zu entwickeln pflegen und ihre volle Entwicklung bereits in einem Zeitpunkte erreichen, in dem die sie tragenden Blätter noch in lebhaftem Wachstum begriffen sind und die ihnen zu-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische Botanische Zeitschrift = Plant Systematics and Evolution](#)

Jahr/Year: 1925

Band/Volume: [074](#)

Autor(en)/Author(s): Lämmermayr Ludwig

Artikel/Article: [Untersuchungen über die lichtklimatischen Verhältnisse im Gebiete des Zirbitzkogels und über den Lichtgenuß der Zirbe. 15-26](#)