© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

71. Fritz Schanz: Einfluß des Lichtes auf die Gestaltung der Vegetation.

(Mit 7 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 10. Dezember 1918.)[1])

Zu den Versuchen über die Wirkung des Lichtes auf die Pflanzen wurde ich veranlaßt durch meine Arbeiten über die Wirkung des Lichtes auf die lebende Substanz, die in PFLÜGERs Archiv für Physiologie, Bd. 161, publiziert sind. Meine Untersuchungen über die Wirkungen des Lichtes auf die Kristallinse des Auges hatten mir gezeigt, daß das Linseneiweiß im Laufe des Lebens vor allem durch das ultraviolette Licht Veränderungen erleidet, die darin bestehen, daß aus leichtlöslichen Eiweißkörpern schwerer lösliche werden. Das ist am lebenden Auge wahrzunehmen und tritt als Altersweitsichtigkeit am normalen Auge zwischen dem 40.—50. Lebensjahre in Erscheinung. Es läßt sich diese Veränderung auch experimentell am Linseneiweiß erzeugen. In gleicher Weise gelang es, diese Veränderungen an Eiereiweiß- und Serumeiweißlösungen hervorzurufen. (Lichtreaktion der Eiweißkörper, PFLÜGERs Arch. Bd. 164.) Es ist daher wahrscheinlich, daß alle Eiweißkörper durch Licht in gleichem Sinne Veränderungen erleiden. Vor allem sind es die ultravioletten Lichtstrahlen, die diese Veränderungen erzeugen. Ich vermochte aber zu zeigen (Biochemische Wirkungen des Lichtes, PFLÜGERs Arch. Bd. 170), daß auch sichtbare Strahlen solche Eiweißlösungen zu verändern vermögen; nämlich dann, wenn sie mit gewissen Farbstoffen innige Verbindungen bilden. Solche Farbstoffeiweiße absorbieren außer den Strahlen, die das Eiweiß an sich schon absorbiert, noch von den sichtbaren Strahlen diejenigen, die zu ihrer Farbe komplementär sind. Die Eiweißkörper werden also durch diese Farbstoffe sensibilisiert für Licht, das sonst nicht auf sie einwirkt. Man nennt solche Farbstoffe in der Photographie Sensibilisatoren. Diese Bezeichnung ist auch hier zutreffend. Außer den Farbstoffen gibt es aber auch noch ungefärbte Stoffe, die die Lichtreaktion der Eiweißkörper in gleicher Weise beeinflussen. Es sind dies Stoffe,

1) Vorgetragen in der Dresdener Sektion der D. bot. Gesellschaft am 2. Dez. 1918.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die im Ultraviolett besonders intensiv das Licht absorbieren. Ihr Absorptionsbereich fällt mit dem der Eiweißlösungen zusammen. Von einer Sensibilisation kann man in solchen Fällen nicht sprechen. Man wird sie als Katalysatoren bezeichnen.

Ich habe in meiner Arbeit „Licht und Leben“ (V. GRÄFEs Arch. f. Ophth. Bd. 96) gezeigt, daß bei zahlreichen biologischen Vorgängen die hier geschilderten Wirkungen des Lichtes zu erkennen sind. In meinem Beruf als Arzt hatte ich den Einwirkungen des Lichtes auf den Menschen das Hauptinteresse zugewandt. Bei den Pflanzen sehen wir viel augenfälligere Wirkungen des Lichtes als bei Mensch und Tier. Am augenfälligsten ist sie bei dem Assimilationsprozeß. TIMIRIAZEFF und ENGELMANN[1]) hatten angenommen, daß das Chlorophyll auf das farblose Stroma des Chlorophyllkorns als Sensibilisator wirkt. Da es ihnen aber nicht möglich war, den Nachweis zu erbringen, daß das Stroma an sich lichtempfindlich ist, so wurde ihnen von JOST und HAUSMANN[2]) widersprochen. Meine Untersuchungen haben ergeben, daß das Eiweiß lichtempfindlich ist. Wir sind daher auch berechtigt, von dem Stroma des Chlorophyllkornes dasselbe anzunehmen. Die Ansicht von TIMIRIAZEFF und ENGELMANN besteht daher zu Recht. Das Stroma des Chlorophyllkornes ist lichtempfindlich und durch das Chlorophyll wird es für Strahlen sensibilisiert, für welche es an sich nicht empfindlich ist.

Um mir in die biologischen Wirkungen des Lichtes auf die Pflanzen Einblick zu verschaffen, hatte ich vor einer Reihe von Jahren schon angefangen, pflanzenphysiologische Untersuchungen auszuführen. Sie sind abgebrochen worden, weil mir der Krieg bei ausgedehnter Praxis keine Zeit dazu ließ. Nur einen Versuch habe ich mitgeteilt, der mir abgeschlossen erschien. Ich hatte, um die Wirkung des ultravioletten Lichtes auf die Pflanze zu prüfen, Pflanzen durch Gläser das ultraviolette Licht entzogen. Dabei zeigte sich, daß sich die Gestaltung der Pflanzen änderte. Die Pflanzen wurden größer, ihre Stengelglieder länger, ihre Blätter länger, schmäler und dünner als bei den gleichen Pflanzen, die in freier Natur gewachsen waren. Der Versuch blieb mehrere Jahre unveröffentlicht liegen, weil ich keine Erscheinungen in der Natur fand, die sich aus jenem Befund erklären ließen. Die Erklärung fand ich erst vor zwei Jahren, als ich am Fuße eines

---

1) Farbe und Assimilation. Bot. Zeitung 1883, 20.

2) Die photodynamische Wirkung des Chlorophylls und ihre Beziehung zur photosynthetischen Assimilation der Pflanze. Biochem. Zeitschrift Bd. XII. S. 330.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Denkmals im Isergebirge Edelweißpflanzen sah, die in allem den Pflanzen glichen, denen ich das ultraviolette Licht entzogen hatte. Die Ähnlichkeit dieser Edelweiße mit meinen Versuchspflanzen war so, daß mir ein einziger Blick die Erklärung für meine einige Jahre zurückliegenden Versuche gab. Den Edelweißpflanzen war durch die Verpflanzung vom Hochgebirge in das Mittelgebirge ein Teil des ultravioletten Lichtes entzogen worden, das hatte, wie in meinem Versuch, die Gestaltsveränderung dieser Pflanzen bedingt. Ich war so überzeugt von der Richtigkeit meiner Anschauung, daß ich in meinem Vortrag „Licht und Leben“[1]) in der naturwissenschaftlichen Gesellschaft „Isis“ in Dresden diese Deutung meines Versuches öffentlich aussprach und dahin verallgemeinerte: „Das ultraviolette Licht beeinflußt die Gestaltung der Pflanze. Der kurze, gedrungene Wuchs im Hochgebirge ist vor allem bedingt durch den Reichtum des Tageslichtes an ultravioletten Strahlen. Daß andere Einflüsse, wie Temperatur, Feuchtigkeit, Luftbewegung mitwirken, steht außer Zweifel, doch ist meiner Ansicht nach das ultraviolette Licht dabei ein so mächtiger Faktor, daß er die anderen an Bedeutung weit übertrifft.“ Diese Ansicht schien mir mit der in der Botanik geltenden Anschauung über den retardierenden Einfluß des Lichtes auf das Streckungswachstum der Pflanze im Einklange zu stehen. Und doch stieß ich damit auf den lebhaftesten Widerspruch eines botanischen Fachmannes. Ich sah mich daher veranlaßt, diese Versuche in dem Artikel „Wirkungen des Lichtes auf die Pflanze“ (Biologisches Centralblatt, Bd. 38, Nr. 7) ausführlicher zu besprechen.

In jenem Artikel hatte ich aus der Ähnlichkeit der Veränderungen an meinen Versuchspflanzen und den Edelweißpflanzen am Fuße jenes Denkmals im Isergebirge auf die gleiche Ursache dieser Veränderungen geschlossen. Es lag mir nun daran, den strikteren Nachweis durch den Versuch zu erbringen. Es galt zu zeigen, daß das Edelweiß durch Entziehen des ultravioletten Lichtes tatsächlich in der angegebenen Weise verändert wird.

Ich wählte zu diesen Versuchen den Versuchsgarten in Schellerhau, der zur Forstakademie Tharandt gehört. Herr Prof. NEGER von der Forstakademie Tharandt hat in jeder Weise meine Versuche gefördert. Der Garten liegt 760 m über N. N. im Erzgebirge. Es wurde dort ein Kasten für drei Treibbeete aufgestellt. Von den Beeten war das 1. unbedeckt, das 2. war bedeckt mit einem Fenster aus gewöhnlichem, farblosem Glas, das 3. mit einem

1) L. c.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fenster aus dem von mir angegebenen Euphosglas. Im 1. Beete wirkte auf die Pflanzen das volle Tageslicht. Das Spektrum desselben reicht bei uns in Intensitäten, die für biologische Wirkungen in Frage kommen, bis etwa λ 300 $\mu\mu$. Spektrum 1 in Fig. 1 ist ein auf einer für rot sensibilisierten Platte im Juni mit einem Quarzspektrographen in Dresden aufgenommenes Spektrum des Sonnenlichtes. Fast die Hälfte dieses Spektrums ist erzeugt von Strahlen, die das Auge nicht wahrzunehmen vermag. Doch ist dabei zu bedenken, daß es sich um ein prismatisches Spektrum handelt, bei dem mit abnehmender Wellenlänge die Dispersion zunimmt. Im 2. Beet wirkte Licht, dem durch das farblose Glas ein Teil des Ultraviolett entzogen war. Die farblosen Gläser fangen etwa bei λ 360 $\mu\mu$ an stärker zu absorbieren und absorbieren je nach Dicke und Qualität vollständig von λ 320—300 $\mu\mu$

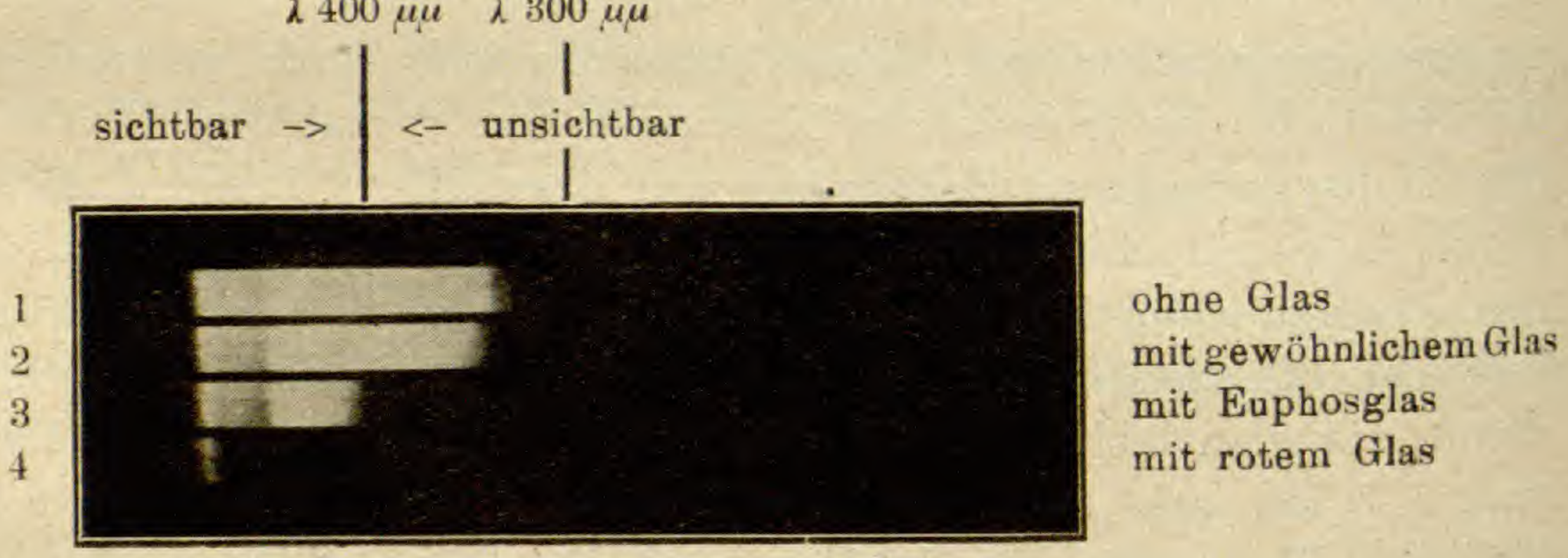

Abb. 1. Spektren des Sonnenlichts.

(Abb. 1, Spektrum 2). Das von mir angegebene Euphosglas fängt in Blau an zu absorbieren und absorbiert von λ 400 $\mu\mu$ an alles Ultraviolett (Abb. 1, Spektrum 3).

In den drei Beeten wirkte also verschieden zusammengesetztes Licht auf die Pflanzen. In den Wandungen der Beete waren Ventilationsöffnungen, um eine stärkere Erwärmung der mit Glas bedeckten Beete zu vermeiden. Gleiche Temperatur mit dem unbedeckten Beet ließ sich nicht herstellen. Zwischen den beiden mit Glas bedeckten Beeten zeigte das Thermometer keinen Temperaturunterschied. Die Pflanzen wurden gleichmäßig begossen und an Regentagen die in den bedeckten Beeten etwa entsprechend der im unbedeckten gefallenen Regenmenge.

Als Versuchspflanzen hatte ich in erster Linie Edelweiß gewählt. In jedes Beet kamen etwa zwei gleichgroße Edelweiß-Stöcke aus dem Forstgarten in Tharandt. Außerdem wurden in

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sechs Kästen je fünf kleine Edelweißpflanzen aus dem Versuchsgarten Schellerhau gepflanzt. In jedes Beet wurden zwei solche Kästen eingestellt. Abb. 2 zeigt aus jedem Beet einen Kasten mit diesen Pflanzen zur Zeit der Blüte. Im ersten Beet, in dem das volle Tageslicht einwirkte, zeigten die Pflanzen die normale Form wie im Stock, dem sie entnommen waren. In dem zweiten Beet unter gewöhnlichem Glas waren die Blätter länger und schmäler, der Blütenstil länger und dünner, die Blüte selbst kleiner, und in dem dritten Beet unter Euphosglas waren diese Veränderungen in noch höherem Maße ausgesprochen. Auch die Blütezeit war bei

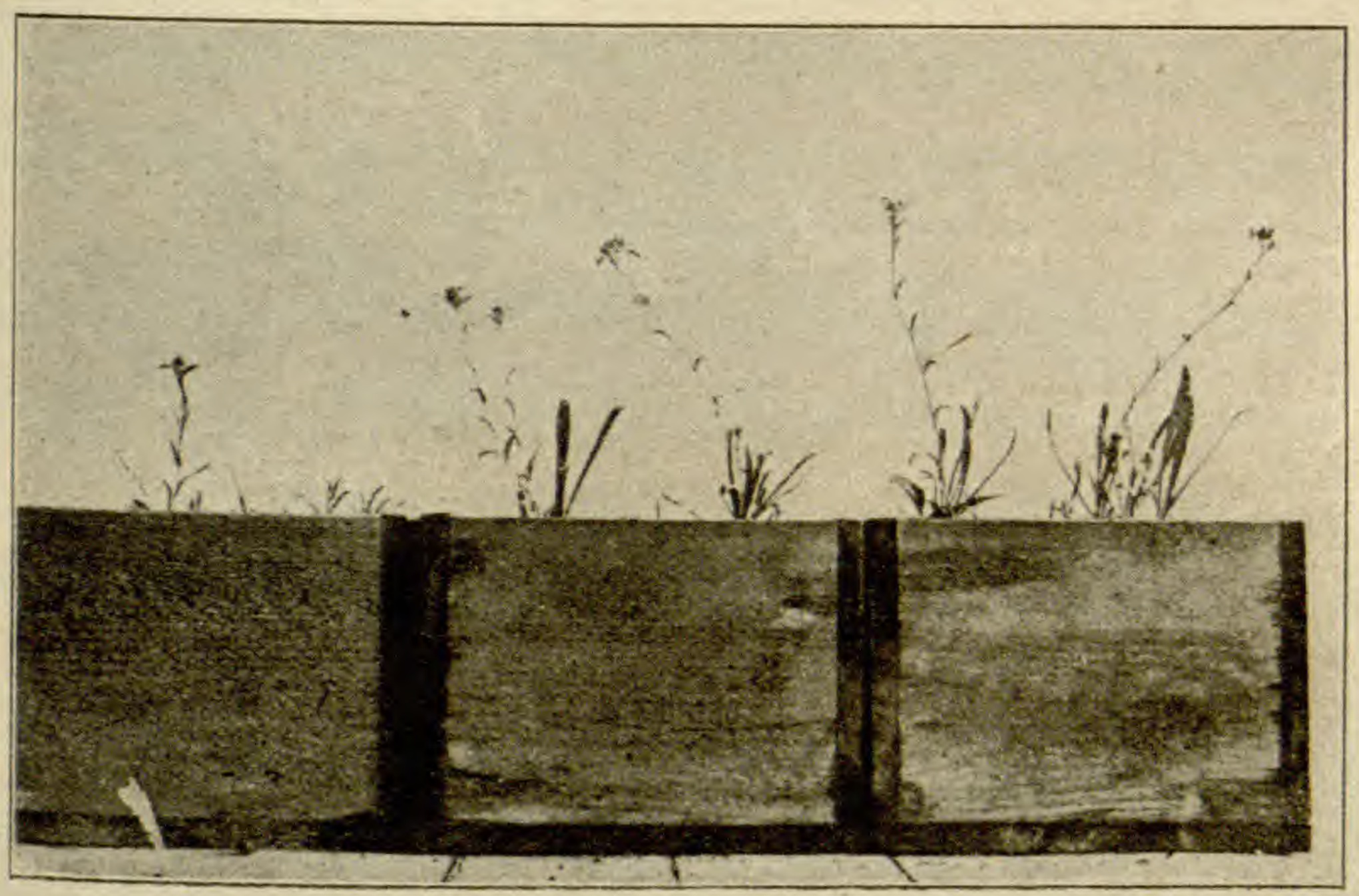

Abb. 2.

den in diesem Beet gezogenen Pflanzen kürzer. Die aus Tharandt heraus versetzten Pflanzen zeigten dieselben Veränderungen.

Dieser Versuch hat also meine Annahme, daß die Gestaltsveränderung, die das Edelweiß erleidet, wenn es vom Hochgebirge nach der Tiefebene versetzt wird, vor allem mit der verminderten Einwirkung des ultravioletten Lichtes zusammenhängt, bestätigt. Zwischen dem ersten und zweiten Beet bestanden außer der Veränderung des Lichtes noch Unterschiede in der Temperatur und der Luftbewegung. Zwischen dem zweiten und dritten Beet fielen diese Unterschiede weg. Nur in dem Gehalt des Lichtes an Ultraviolett war ein Unterschied vorhanden, und dieser muß für die Gestaltsunterschiede der Pflanzen, die sich in diesen beiden Beeten

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ausgebildet hatten, verantwortlich gemacht werden. Da in diesen beiden Beeten der Gehalt des Lichtes an Ultraviolett auf die Gestaltung der Pflanzen von Einfluß war, so muß auch angenommen werden, daß bei dem Unterschied in der Gestaltung der Pflanzen im ersten und zweiten Beet derselbe Einfluß mitgewirkt hat, denn auch hier war durch das Glas den Pflanzen im zweiten Beet erheblich ultraviolettes Licht entzogen worden. Zu dem Versuch wurden als Versuchspflanzen noch verwandt: Roggen, Hafer und Gerste. Bei allen drei Getreidearten fanden sich dieselben Ver-

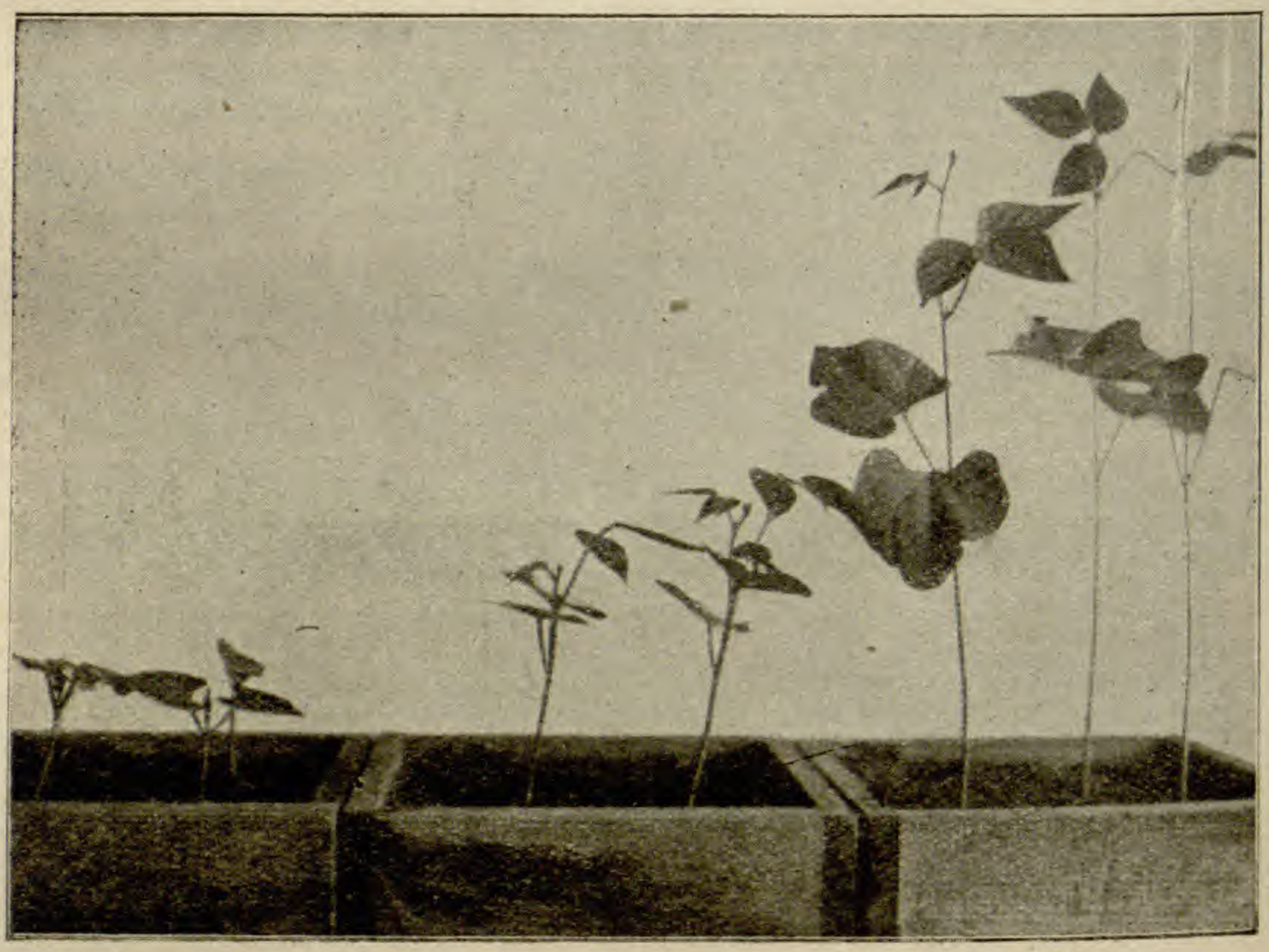

Abb. 3.

änderungen. Als die Keimblätter des Roggens in dem unbedeckten Beet 15 cm lang waren, waren sie in dem mit gewöhnlichem Glas bedeckten im Durchschnitt 20 cm und in dem mit Euphosglas bedeckten 30 cm lang. Die letzteren waren schmäler, sie hatten wenig Halt, sie sanken um. Als sich der Halm bildete, richteten sie sich wieder auf. Der Halm war dünner als bei den Pflanzen in den zwei anderen Beeten.

Als Versuchspflanzen wurden noch Bohnen, Kartoffeln, Astern, Lobelien, Steinbrech- und Rubuspflanzen verwandt; sie zeigten alle dieselben charakteristischen Veränderungen in ihrer Gestalt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Abb. 3 zeigt einen solchen Versuch mit Bohnen, die gleichzeitig gesät waren. Auf die Pflanzen im ersten Kasten hatte das volle Tageslicht eingewirkt. Die Pflanzen im zweiten Kasten waren unter gewöhnlichem Glas und im dritten Kasten unter Euphosglas gezogen. Die Pflanzen zeigten Unterschiede, wie sie BONNIER[1]) erzeugte, als er dieselbe Pflanze im Tiefland und in den Alpen kultivierte.

Versuche gleicher Art habe ich noch im Forstgarten Tharandt (250 m über N. N.) ausgeführt, diese habe ich aber auch noch auf rotes Licht ausgedehnt (Abb. 1, Spektrum 4).

Abb. 4.

Der Versuch mit den Getreidearten wurde genau so ausgeführt wie in Schellerhau. Er führte zu demselben Resultat, nur waren die Unterschiede in Schellerhau noch ausgesprochener als in Tharandt.

Abb. 4 zeigt Bohnen, die in Tharandt unter diesen vier verschiedenen Lichtarten gleichmäßig gepflegt wurden. Man vergleiche die Bohnen in den drei ersten Töpfen mit den in Schellerhau (Abb. 3) gezogenen und wird erkennen, daß auch bei diesen

---

1) SCHIMPER, Pflanzen-Geographie, S. 744.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die Unterschiede in Schellerhau größer waren als in Tharandt. Die augenfälligsten Gehaltsveränderungen zeigten die Pflanzen im vierten Kasten unter dem roten Glas. Abb. 5 zeigt das gleiche bei Pelargonien.

Solche Versuche wurden in Tharandt noch ausgeführt mit Buschbohnen, Saubohnen, Begonien, Kresse, Heliotrop, Bitterklee. Sie haben in gleicher Weise meine Ansicht bestätigt, daß das kurzwellige Licht die Gestaltung der Pflanzen verändert. Vom kurzwelligen Ende des Spektrums her habe ich ihnen das Licht entzogen. Es

Abb. 5.

muß die entgegengesetzte Wirkung eintreten, wenn man ihnen in umgekehrter Richtung Licht zuführt.

Um mir ein Urteil zu bilden über die morphologischen Veränderungen, die die Pflanzen erleiden, wenn man ihnen das kurzwellige Licht entzieht, habe ich bei einer Anzahl meiner Versuchspflanzen die Blätter mikroskopisch untersucht. Je mehr kurzwelliges Licht den Pflanzen entzogen worden war, desto dünner war der Querschnitt ihrer Blätter, die Blattrippen traten um so stärker hervor, je dünner die Pallisadenzellenschicht wurde. In der Pflanzen-Geographie von SCHIMPER finden sich auf S. 749 aus den Arbeiten von BONNIER entnommene Blattquerschnitte der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

selben Pflanzen aus dem Hoch- und Tiefland. Meine Versuchspflanzen zeigten dieselben Unterschiede, nur noch ausgesprochener. An den Stengeln meiner Versuchspflanzen habe ich mit der Phloroglucin- und der Anilinsulfatprobe den Verholzungsvorgang verfolgt. Die Verholzung trat später ein und war um so schwächer, je mehr ich den Pflanzen das kurzwellige Licht entzogen hatte.

Solche Versuche haben nicht nur theoretischen Wert. In der Natur sind die Pflanzen einem solchen Lichtwechsel ausgesetzt. Er liegt nur hauptsächlich im ultravioletten, nicht sichtbaren Spektralbereich. Wir wissen, wenn wir nach dem Hochgebirge kommen, daß die Intensität dieses Spektralbereiches erheblich anwächst. Ein Instrument, um diese Strahlen zuverlässig zu messen, besitzen wir nicht. Das beste ist noch unsere Haut. Wenn wir im Sommer aus der Tiefebene an die Vegetationsgrenze kommen, so können wir uns im Sonnenschein in wenig Stunden eine schwere Hautentzündung zuziehen. Der Gletscherbrand ist den Hochtouristen als Wirkung der ultravioletten Lichtstrahlen wohlbekannt. Der Reichtum an diesen Strahlen setzt dort an der Vegetationsgrenze nicht mit einem Male ein, die Strahlen wachsen, wenn wir uns ins Hochgebirge begeben, ständig an, und dort erlangen sie eine Mächtigkeit, daß sie in wenig Stunden in unserer an solche Reize nicht gewöhnten Haut heftige Entzündungen auszulösen vermögen.

Wir haben hier einen mächtigen Energiefaktor, dessen Bedeutung für biologische Prozesse meiner Überzeugung nach noch nicht richtig gewürdigt wird. Daß wir jenseits von violett noch ein Strahlungsgebiet haben, das sich vor allem durch chemische Wirkungen zu erkennen gibt, ist allgemein bekannt. Aber darüber, wie weit es reicht, wie es gegenüber dem sichtbaren Strahlungsbezirk abzugrenzen ist, welche Bedeutung ihm in biologischen Prozessen zukommt, sind unsere Kenntnisse mangelhaft. Das habe ich zuerst gesehen, als ich vor 13 Jahren anfing, mich mit der Wirkung dieser Strahlen auf das Auge zu befassen. Damals war im wesentlichen nur bekannt, daß am Auge die ultravioletten Strahlen des Tageslichtes im Hochgebirge die Schneeblindheit verursachen. Daß das Tageslicht auch in der Tiefebene noch erhebliche Mengen ultravioletten Lichtes enthält, hielt man für unbeachtlich. Ich stieß auf heftigsten Widerspruch, als ich zu zeigen versuchte, daß dieses Licht auch an der Stelle, wo es im Auge absorbiert wird, in der Augenlinse, im Laufe des Lebens Veränderungen veranlaßt. Wieweit das Brillenglas ultraviolettes Licht durchläßt, war damals auch noch unbekannt. Man nahm an, daß

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

das ultraviolette Licht ausgiebig von einem Brillenglas absorbiert wird. Wie irrig diese Anschauung war, zeigt in Fig. 1 der Vergleich des ersten und zweiten Spektrums. In der Physik ist es heute noch üblich, daß man zur Abtrennung des Ultraviolettes sich eines gewöhnlichen Glases bedient und das, was das Glas absorbiert, rundweg als Ultraviolett bezeichnet. DORNO veröffentlichte eine Studie über Licht und Luft im Hochgebirge, gibt große, vergleichende Tafeln und Kurven über den Gehalt des Tageslichtes an Ultraviolett und weiß nicht, wo und wie das Ultraviolett vom sichtbaren Spektralbereich abzusetzen ist. Die Grenze zwischen dem sichtbaren und dem ultravioletten Strahlungsbezirk ließ sich vor kurzem praktisch nicht ziehen, es fehlte ein geeignetes Filter. Ich habe zu diesem Zweck selbst ein Glas hergestellt, das an der Grenze der Sichtbarkeit (bei λ 400 $\mu\mu$) das Spektrum abschneidet. In Abb. 1 zeigt das dritte Spektrum die Absorption dieses Glases. Vergleicht man dieses Spektrum mit dem Spektrum 1 auf derselben Figur, so wird man sich überzeugen, daß der Gehalt des Tageslichtes an ultravioletten Strahlen auch in der Ebene recht erheblich ist, und daß es sich hier sicher um einen Faktor handelt, der für biologische Vorgänge beachtlich sein muß. Wir sehen und fühlen an unserem eigenen Körper die Wirkung dieses Energiefaktors, wenn wir uns ins Hochgebirge begeben. Auch an den Pflanzen muß er sich geltend machen. Wenn wir zur Vegetationsgrenze emporsteigen, so sehen wir, wie sich die Gestaltung der Vegetation ändert. Die Pflanzen werden niedriger, gedrungener. Ich halte dies nach meinen Versuchen für eine Wirkung vor allem des ultravioletten Lichtes.

An demselben geographischen Ort haben wir periodische Schwenkungen des Tageslichtes im Verlaufe des Tages und des Jahres. Wir sehen, wie sich mit der Höhe der Sonne die Intensität des sichtbaren Anteils verändert. Der Wechsel im ultravioletten Anteil muß aber viel erheblicher sein. Ich habe mich in der botanischen Literatur umgesehen, ob dort den Schwankungen dieses Energiefaktors Beachtung geschenkt worden ist. In den Arbeiten über die Periodizität der Pflanzen, die ich eingesehen, ist dieser Faktor nicht berührt worden. Darum wollte ich es nicht unterlassen, auf diesen Punkt die Aufmerksamkeit zu lenken.

Von den Pflanzen wissen wir, daß sie in der Nacht schneller wachsen als am Tage. Beim Wachstum der Pflanze müssen wir unterscheiden zwischen dem durch stetige Kern- und Zellteilungen gekennzeichneten embryonalen Wachstum und dem Streckungswachstum, das dadurch gekennzeichnet ist, daß sich die Gewebselemente strecken. Es ist allgemein bekannt, daß das Licht einen retardierenden Einfluß auf das Streckungswachstum ausübt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

KARSTEN[1]) hat über das embryonale Wachstum und seine Tagesperiode Untersuchungen angestellt. Er fand, daß das embryonale Gewebe an den Wurzelvegetationspunkten stetig wächst, während sich das Wachstum an den Sproßvegetationspunkten dagegen periodisch erweist. Auch das embryonale Wachstum der Sprosse ist in der Nacht stärker als am Tag. Das Licht wirkt demnach bei der Pflanze auch auf die Kern- und Zellteilungsvorgänge retardierend. Wenn die Vermehrung und das Wachstum der Zelle erst eintritt, wenn die Lichtwirkung geschwunden, so zeigt dies

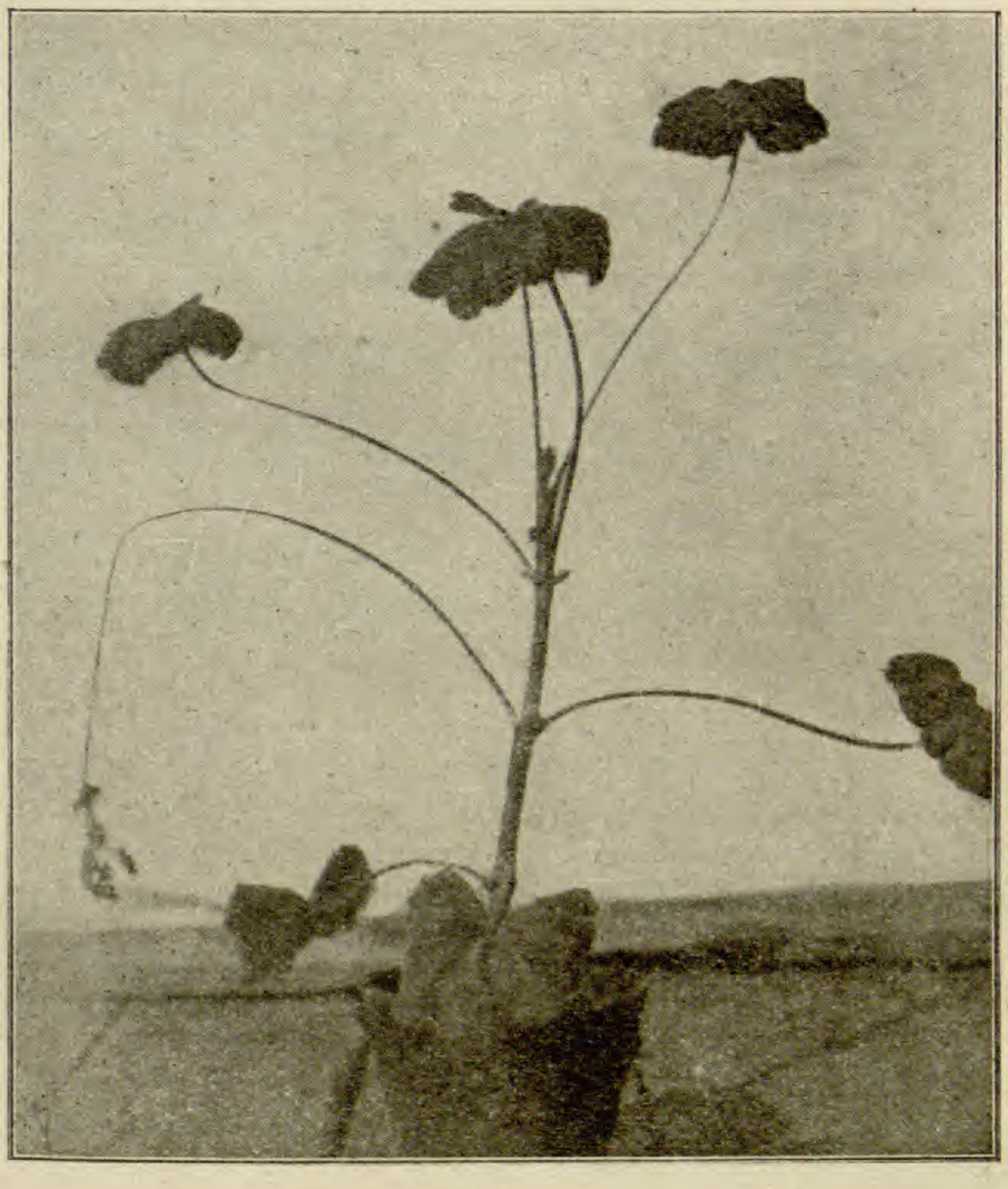

Abb. 6.

daß die Veränderungen, die das Licht direkt erzeugt, eine gewisse Zeit gebrauchen, um Reaktionen in der Pflanzenzelle auszulösen. Es erinnert dies an die Lichtreaktion in unserer Haut. Wenn wir unsere Haut einem Lichtreiz aussetzen, der in ihr Entzündung auszulösen vermag, so treten die Reaktionserscheinungen auch nicht gleich ein. Erst nach einer Inkubationszeit von 6—8 Stunden setzen die Entzündungen ein. Wenn wir am Tage über einen Gletscher wandern, merken wir noch nichts vom Gletscherbrand, erst in der Nacht beginnt die Reaktion auf den Lichtreiz. KARSTEN

1) Zeitschr. f. Botanik VII, 1915, 1.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gibt keine Erklärung für diese eigentümliche Periodizität in dem embryonalen Wachstum der Pflanzen. Vielleicht ist es da nicht unangebracht, auf die Ähnlichkeit in der Wirkung des Lichtes auf das tierische Gewebe aufmerksam zu machen.

Von der Wirkung des Lichtes auf das tierische Gewebe wissen wir noch, daß es je nach seiner Wellenlänge verschieden tief in die Gewebe eindringt. Je kurzwelliger die Strahlen, desto

Abb. 7.

oberflächlicher ist ihre Wirkung. Ich habe deshalb auch bei den Pflanzen nach Erscheinungen gesucht, die eine verschiedene Tiefenwirkung des Lichtes erkennen lassen. Ich sehe eine solche Wirkung in der eigentümlichen Form, die die Blätter der Pelargonie unter dem roten Glas (Abb. 6) angenommen haben. Ein in Abb. 7 abgebildetes Blatt dieser Pelargonie zeigt zwischen den Rippen Ausbuchtungen nach unten, und dann ist das Blatt vom Ansatz des Stieles nach dem Rande hin glockenartig nach unten gezogen. Diese Blattform kann nur dadurch zustande gekommen sein, daß die obere Blattschicht stärker gewachsen ist als die untere.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Dem Licht verschiedener Wellenlänge kommt bei Mensch und Tier eine verschiedene Tiefenwirkung zu. Sollte dies bei den Pflanzen auch zutreffen, so würde bei den unter rotem Glas gezogenen der Lichtreiz fehlen, der sonst auf die oberen Blattschichten einwirkt. Diesen Schichten fehlt demnach der Lichtreiz, der sonst das Streckungswachstum retardierend beeinflußt, während das langwelligere, rote Licht auf die tieferen Schichten diesen Einfluß ausübt. Das ungleiche Streckungswachstum der oberen und unteren Blattschicht hat, wie ich meine, die eigenartige Form dieser Blätter veranlaßt. Aber diese Blätter verraten uns auch den Prozeß, der die Gestaltsveränderungen meiner Versuchspflanzen bewirkt hat. Ich habe meinen Pflanzen von dem kurzwelligen Ende des Spektrums her das Licht entzogen. Wenn auch, wie bei Mensch und Tier, bei den Pflanzen dem Licht je nach seiner Wellenlänge eine verschiedene Tiefenwirkung zukommt, so fehlte bei dem Teil meiner Versuchspflanzen, die unter Gläsern gezogen waren, den oberflächlichen Schichten der Lichtreiz, der auf ihr Streckungswachstum sonst retardierend einwirkt. Dadurch, daß dieses Hemmnis für die oberflächlichen Zellschichten wegfällt, während es sich an den tieferen Schichten noch geltend macht, muß es zu Gestaltsveränderungen der Pflanzen kommen.

In der freien Natur spielt derselbe Prozeß. Das Edelweiß, das vom Hochgebirge nach der Tiefebene versetzt wird, verliert vor allem an dem Licht, das auf die Streckungsvorgänge in seinen oberflächlichsten Zellen von Einfluß ist. Aus dem kurzen, gedrungenen Gewächs, das wir alle bewundern, wird eine lange, aufgeschossene Pflanze, die damit ihre alpine Tracht verloren hat. Was sich am Edelweiß zeigt, gilt auch für die anderen Pflanzen. Das ultraviolette Licht beeinflußt die Gestaltung der gesamten Vegetation.

Die Erscheinungen des Heliotropismus zeigen uns ebenfalls den retardierenden Einfluß des Lichtes auf das Streckungswachstum der Pflanzen. Der Schulversuch, um den Heliotropismus zu demonstrieren, wird gewöhnlich in folgender Weise ausgeführt: Man bringt eine Pflanze in einen Kasten, der nur in einer Seitenwand eine Öffnung hat. Nur durch diese kann Licht zu der Pflanze gelangen. Die Pflanze wächst in diesem Kasten nicht senkrecht, sondern krümmt sich gegen die Öffnung der Wand, durch die sie ihr Licht erhält. Bei einer solchen Pflanze fehlt auf drei Seiten der Lichtreiz, der auf das Streckungswachstum retardierend wirkt, nur auf der Seite, wo das Licht einwirkt, macht sich dieser Reiz geltend und bewirkt die Krümmung der Pflanze. Im Freien wird den Erscheinungen des Heliotropismus derselbe Prozeß zugrunde liegen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die hier geschilderten Versuche scheinen mir auch für die Praxis wertvoll. Die Atmosphäre läßt die Strahlen der Sonne hindurchtreten und hält die Wärme am Erdboden zurück. Sie wirkt darin gleichsam wie das Fenster eines Treibbeetes. Bei diesem Vergleich hat man aber noch einen Punkt bis jetzt unberücksichtigt gelassen. Die Atmosphäre wirkt auf die Pflanzen nicht nur dadurch treibend, daß sie die Wärme am Erdboden zurückhält, sondern auch dadurch, daß sie einen Teil des ultravioletten Lichtes absorbiert. Da Glas noch mehr von diesem Licht absorbiert, so muß sich dies als Treibmittel in noch höherem Maße geltend machen. Bei einem Teil der Versuchspflanzen, denen ich das ultraviolette Licht durch das Euphosglas ganz entzogen, fand ich während der ganzen Vegetationsperiode ein erhöhtes Wachstum. Man vergleiche nur in Fig. V die dritte Pflanze mit der ersten. Solche Unterschiede fanden sich regelmäßig während der ganzen Vegetationsperiode bei den Pelargonien, Begonien, Lobelien, Bohnen, Kartoffeln. Andere zeigten dieses ausgesprochene Wachstum nur einige Zeit, dann zeigte sich ein Mißverhältnis zwischen dem Gewicht der Pflanze und der Tragfähigkeit ihres Stengels. Der Stengel gab der Belastung nach. Die Pflanze legte sich um und kümmerte.

Der Versuch lehrt, daß wir, um Pflanzen zu treiben, vielen mit Vorteil das ultraviolette Licht ganz entziehen können. Unter Euphosglas werden sie größer als in den Beeten mit gewöhnlichem, farblosem Glas. Die Pflanzen, die nur eine Zeitlang unter diesen Verhältnissen erhöhte Entwickelung zeigen, wird man, bevor sich das Mißverhältnis zwischen dem Gewicht der Pflanze und der Tragfähigkeit ihres Stengels geltend macht, mit Vorteil in das volle Tageslicht versetzen. Durch das rasche Antreiben hat sich mit der Oberfläche der Pflanze auch die Oberfläche ihres Assimilationsorgans vergrößert. Solche Pflanzen müssen bei der Assimilation denjenigen überlegen sein, bei denen die Oberfläche des Assimilationsapparates infolge der Gestaltsveränderung, die das ultraviolette Licht bedingt, klein geblieben ist.

Wir leben jetzt in einer Zeit, in der es gilt, mit allen Mitteln die Produktion unserer Nahrungsmittel zu steigern. Meine Versuche haben gezeigt, wie sich mit der Gestalt der Pflanze unter dem Euphosglas ihr Assimilationsorgan vergrößert. Ich habe an verschiedenartigsten Pflanzen dieselben Unterschiede erzeugen können. Das muß sich für den Gartenbau und die Landwirtschaft ausnützen lassen dadurch, daß man in den Treibbeeten den Pflanzen noch mehr als bisher das ultraviolette Licht entzieht.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1918

Band/Volume: 36

Autor(en)/Author(s): Schanz Fritz

Artikel/Article: Einfluß des Lichtes auf die Gestaltung der Vegetation. 619-632