

57. Fritz Schanz: Wirkungen des Lichts verschiedener Wellenlänge auf die Pflanzen¹⁾.

(Mit 9 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 21. November 1919.)

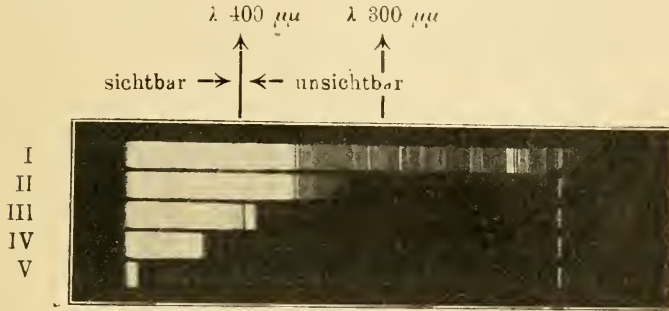
Im vorigen Jahr hatte ich in den Forstgärten zu Tharandt und Schellerhau Pflanzen unter verschiedenem Licht kultiviert. In dem Bericht beschränkte ich mich auf die Mitteilungen über den Einfluß des Lichts auf die Gestaltung der Pflanzen. (Berichte der Deutsch. Botan. Gesellsch. 1918. Bd. 36. Hft. 9). Ich konnte zeigen, wie die Gestaltung der gesamten Vegetation durch den Gehalt des Lichtes an ultravioletten Strahlen beeinflußt wird. Die Versuche hätten mir aber gezeigt, daß die Pflanzen in noch viel eingehenderer Weise dabei verändert werden. Ich habe darum diese Versuche in diesem Jahr erweitert. Ich habe meine Beete in Schellerhau und Tharandt wieder bepflanzt und fand Gelegenheit auch im botanischen Garten zu Dresden einen solchen Versuch aufzustellen.

Zunächst sei die Einrichtung der Beete besprochen. Es wurden dazu Kästen verwandt, wie sie für die Einrichtung der Mistbeete gebraucht werden. Um stets eine genügende Durchlüftung zu haben, wurde an der vorderen Wand das untere, an der hinteren Wand das obere Brëtt jalousieartig aufgestellt. In den Beeten waren Bretter angebracht, die höher und tiefer zu stellen waren, damit die Pflanzen, wenn sie wuchsen, tiefer gestellt werden konnten. Es wurden acht gleiche Kästen hergerichtet. In diese wurden die Pflanzen in möglichst gleicher Verteilung eingestellt und gleichmäßig gepflegt.

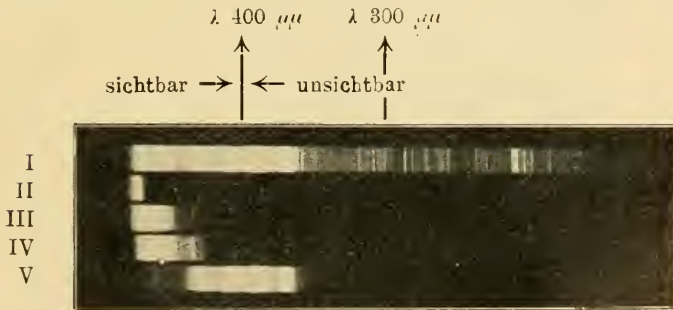
Die Lichtarten, welche bei diesem Versuch auf die Pflanzen einwirkten, sind durch die beiden Spektralaufnahmen Abb. 1—2 charakterisiert. Das oberste Spektrum jeder Aufnahme ist das der offenen Bogenlampe, mit der die Aufnahme gemacht wurde. Das Spektrum der offenen Bogenlampe ist erheblich länger als das Spektrum des Sonnenlichts. Das letztere reicht in Intensitäten, die biologisch wirksam werden, bei uns nur bis etwa λ 300 $\mu\mu$, während das Spektrum der offenen Bogenlampe bis λ 200 $\mu\mu$ reicht.

¹⁾ Vortrag, gehalten am 10. November 1919 in der Dresdner Sektion der Deutsch. Botan. Gesellschaft.

In Beet I, welches unbedeckt blieb, wirkte das volle Tageslicht, also Licht bis etwa λ 300 $\mu\mu$. Das Beet II war bedeckt mit einem gewöhnlichen Fensterglas. Das zweite Spektrum entspricht dem Licht, das in diesem Beete wirksam war, es reicht bis etwa λ 320 $\mu\mu$. Im Beet III wirkte Licht, wie es dem 3. Spektrum ent-



I Lichtbogen. II gewöhnliches Glas. III Euphos-a. IV Euphos-b. V Rotes Glas.
Abb. 1.



I Lichtbogen. II Rotes Glas. III Gelbes Glas + Euphos-b. IV Grünes Glas + Euphos-b. V Blauvioletttes Glas
Abb. 2.

spricht. Es waren die Strahlen von weniger als λ 380 $\mu\mu$ vom Tageslicht durch ein dünnes Euphosglas (Euphos-a) abgeschnitten. In Beet IV wirkte Licht bis λ 420 $\mu\mu$ auf die Pflanzen, das kurzwelligere war durch ein dickes Euphosglas (Euphos-b) absorbiert. Auf dem Beet V war ein rotes Glas angebracht, das noch Strahlen bis λ 560 $\mu\mu$ durchließ. Bei diesen Beeten I—V war also, zunehmend vom kurzwelligen Ende her, das Spektrum verkürzt.

In den folgenden Beeten wurde Licht aus beschränkten Bezirken innerhalb des Spektrums verwandt. Um beschränkte Spektralbezirke zu erhalten, sind die gewöhnlichen gefärbten Gläser nicht geeignet. Ihre Färbung beruht auf ungleicher Absorption, die sich meist über das ganze Spektrum erstreckt. Gelatinefarbfilter, wie sie PRINGSHEIM in den Berichten der Deutsch. Botan. Gesellsch. Bd. 37 beschreibt, sind nicht während einer ganzen Vegetationsperiode lichtbeständig. Um Licht aus beschränkten Spektralabschnitten zu erhalten, habe ich gelbe und grüne Gläser mit Euphosgläsern kombiniert. So habe ich für Beet VI gelbes, für Beet VII grünes Licht erhalten, das ziemlich engbegrenzten Spektralbezirken entspricht. Das Beet VIII war mit einem blauvioletten Glas, das noch viel Ultraviolett durchließ, bedeckt. Die Spektren in Abb. 2 charakterisieren das Licht, das in den Beeten V—VIII auf die Pflanzen wirkte. Das erste Spektrum ist wieder das der offenen Bogenlampe, mit der die Aufnahmen gemacht wurden. Das Spektrum 2 ist wieder das des roten Glases wie in Abb. 1. Dann folgte das Spektrum des gelben Lichtes, das in Beet VI wirkt, das nächste Spektrum ist das des grünen Lichts, das in Beet VII wirksam war, und das letzte Spektrum ist das des blauvioletten Glases, das viel Ultraviolett durchließ. Mit diesem Glas war das Beet VIII bedeckt.

Auch der diesjährige Versuch zeigte wie der vorjährige¹⁾, daß sich mit der Lichtart die Gestaltung der Pflanze ändert. Abb. 3 zeigt Gurken, die gleichzeitig gesät und in diesen acht Lichtarten möglichst gleichmäßig gepflegt wurden. Die Pflanzen aus den Beeten I—V zeigen, daß sie um so höher werden, je mehr ihnen vom kurzwelligen Ende her das Licht entzogen wird. Die Aufnahme der Pflanzen aus den Beeten V—VIII zeigt, daß die Größe der Pflanzen nach dem Blau hin wieder abnimmt. In dieser Aufnahme ist gleichsam wie in einer mathematischen Kurve zum Ausdruck gebracht, wie das Licht die Gestaltung der Pflanzen beeinflußt. Daß es sich hier um keinen Zufall handelt, lehrt Abb. 4. Diese Petunien zeigen dieselben Veränderungen in der Gestalt. Bei Fuchsien, Chrysanthemen, Lobelien, Begonien, *Oxalis esculenta* zeigte der aufsteigende wie der abfallende Ast dieser Kurve einen stetigen Anstieg und ebenso einen stetigen Abfall. Der Anstieg war auch bei allen übrigen Versuchspflanzen immer ein stetiger. Der Abfall der Kurven zeigt aber bei einer Anzahl Pflanzen Ungleichheiten. Kartoffeln waren im gelben

1) L. c.

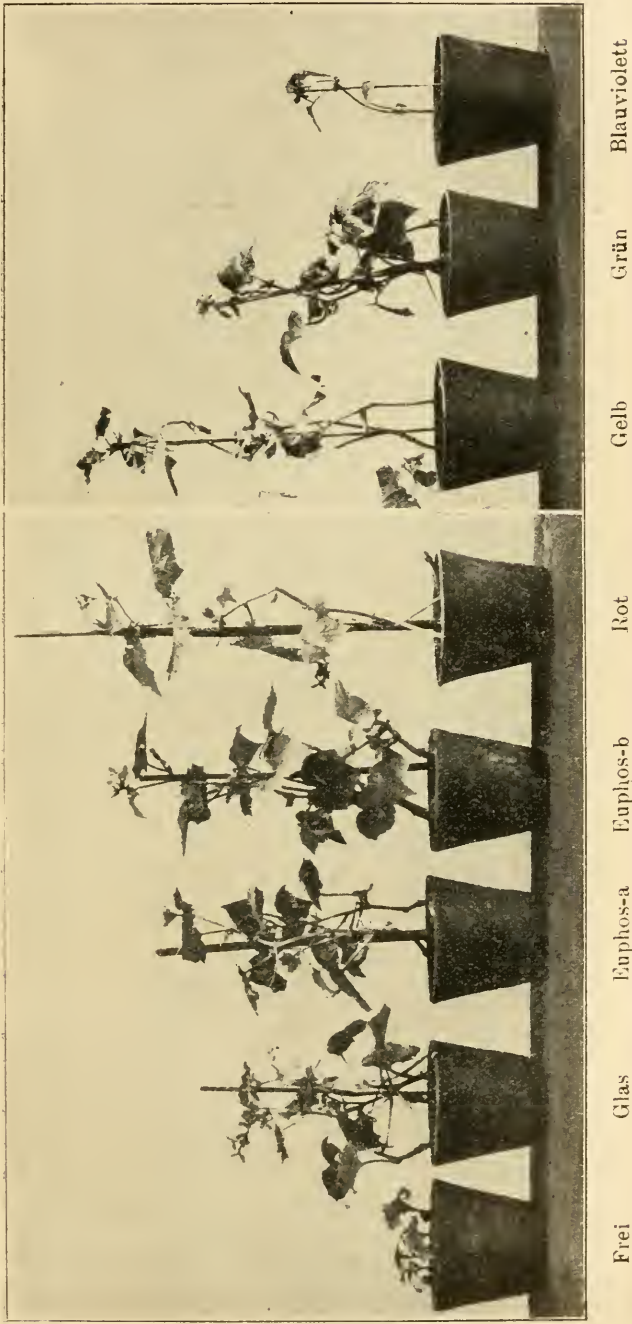


Abb. 3, Gurken.

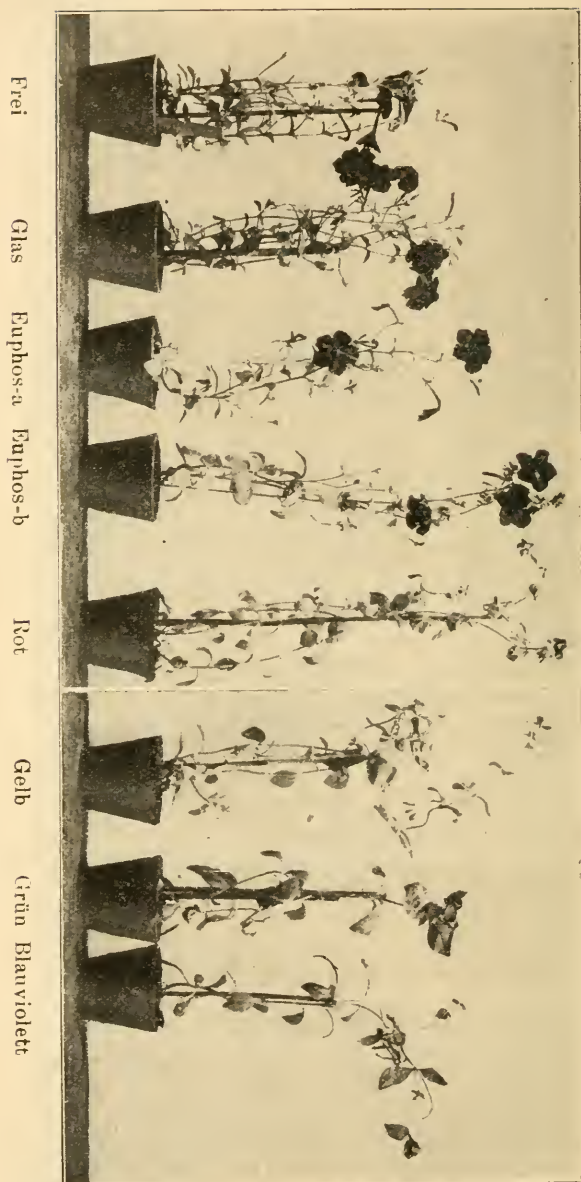
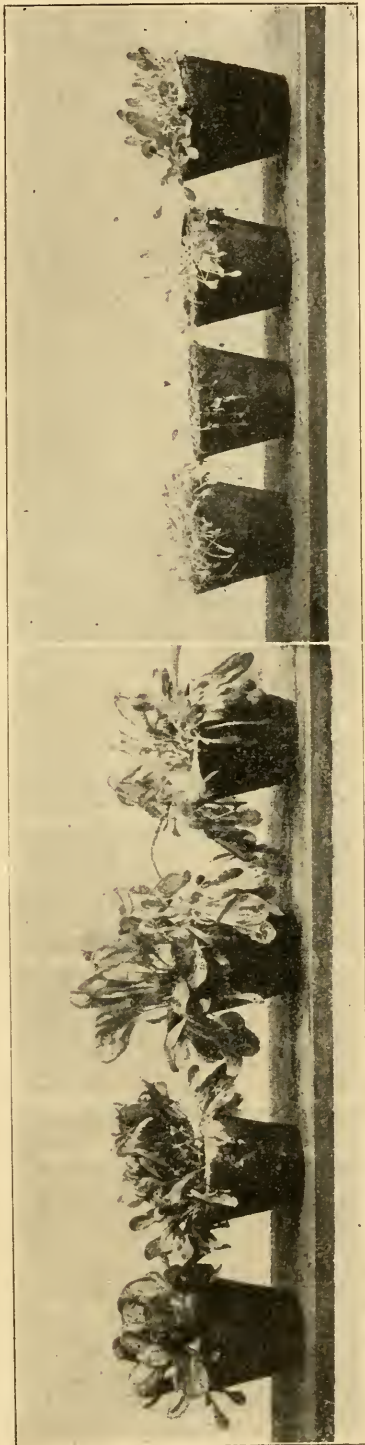


Abb. 4, Petunien.



Blauviolett

Grün

Gelb

Rot

Euphos-b

Euphos-a

Glas

Frei

Abb. 5, Grüner Salat.

Licht am schwächsten, im grünen waren sie etwas kräftiger und im blauen waren sie noch kräftiger und größer. Dasselbe fand sich bei roten Rüben. Bei den Petunien waren die Blätter im grünen Licht auffallend groß (vergl. Abb. 4), während bei *Oxalis esculenta* in demselben Licht die Blätter auffallend klein blieben. Bei der dunkelblättrigen Kresse waren die Blätter im blauen Licht besonders klein. Sehr auffällig war das Verhalten des grünen Salats. In den Beeten I—IV wurden die Blätter zunehmend länger und zarter (vergl. Abb. 5). Im roten Licht wurden sie sehr zart. Die Blätter legten sich um, es bestand augenscheinlich ein Mißverhältnis zwischen der Blattfläche und ihrem Stützgerüst. Die Pflanzen blieben in der Entwicklung zurück. Noch ausgesprochener war die Störung im gelben Licht. Dabei waren die Blätter nur ganz schwach grün angefärbt. Im grünen Licht waren die Pflänzchen noch ebenso bleichsüchtig, aber im ganzen doch etwas kräftiger. Im blauen Licht waren sie wesentlich kräftiger und gesättigt grün. Darnach haben wir hier im Gelb und Grün einen Spektralbezirk im Tageslicht, der nicht imstande ist, in den Blättern des grünen Salats in genügender Menge Chlorophyll zu erzeugen.

Von dem grünen Salat waren aus den Beeten I—IV gleichzeitig Pflanzen ins Freilicht gepflanzt worden. Von diesen kamen die unter Euphos-b gezogenen zuerst ins Schießen und Blühen. Sie blühten über und über, als die aus dem Beet I gezogenen Pflanzen die ersten vereinzelt Blüten zeigten. Daß es sich um eine Gesetzmäßigkeit handelt, war daraus zu ersehen, daß die Beschleunigung der Blütezeit von I nach IV hin zunahm. Daß die unter Euphosglas gezogenen Pflanzen eher blühten als die im Freilicht und unter gewöhnlichem Glas gezogenen, konnte festgestellt werden bei: Fuchsien, Bohnen und Tomaten. Was die Zahl der Blüten betrifft, so zeigte sich in den Beeten I—IV keine Abnahme derselben (vergl. Abb. 4). Im roten, gelben, grünen, blauen Licht war die Zahl der Blüten stark vermindert und die Blütezeit stark hinausgeschoben. Von Tomaten war in jedem Beet von I—IV eine Pflanze angetrieben und dann ins Freie verpflanzt worden. Die Zahl der Blüten und Früchte war bei den unter Euphos angetriebenen Pflanzen größer als bei den andern. Die Zahl der Früchte nahm von I nach IV hin zu.

Was die Farbe der Blüten betrifft, so wurden sie um so blasser, je mehr den Pflanzen das kurzwellige Licht entzogen wurde. Darauf dürfte die Erscheinung zu erklären sein, daß im Hochgebirge die Farben der Blüten viel gesättigter sind als in

der Tiefebene. Ob die Blüten unter rotem, gelbem, grünem und blauem Licht sich entwickelt haben, hatte keinen auffälligen Einfluß auf ihre Farbe.

Wie verhält es sich nun mit der Färbung bunter Laubblätter? Am schönsten ist der Einfluß des Lichtes an Blättern zu sehen, die in ihrer Oberhaut rote Farbstoffe enthalten. Ich habe rotblättrigen Salat in meinen Beeten das kurzwellige Licht entzogen. Schon wenn den Pflanzen durch gewöhnliches Glas die Strahlen bis λ 320 $\mu\mu$ entzogen wurden, verschwindet ein großer Teil der roten Färbung. Wurden die Strahlen bis λ 380 $\mu\mu$ entzogen, so war alles Rote verschwunden, auch unter den farbigen Gläsern blieb dieser Salat vollständig grün. Bei roten Rüben erhielt ich dasselbe, doch behielten die Blattrippen und Stiele immer noch eine hellrote Farbe. Sehr schön war die Farbenveränderung bei der *Celosia Thomsoni*. Die jungen Pflänzchen, die in die Beete eingesetzt wurden, besaßen dunkelrote Blätter. Die neuen Blätter, die sich in den Beeten bildeten, wurden um so grüner, je mehr ich ihnen das ultraviolette Licht entzog. Wurden ihnen die Strahlen bis λ 420 $\mu\mu$ entzogen, so wurden die neuen Blätter vollständig grün. Die dunkelrote Krone änderte nur insofern die Farbe, als sie heller wurde. Sehr schön war die Farbenänderung der Blätter bei der roten *Begonie*. In Beet III hatten die Blätter nur noch einen ganz schwachroten Saum, in IV—VIII waren sie vollständig grün. Der Versuch lehrt also, daß die roten Farben in der Oberhaut der Pflanzen, mit denen ich gearbeitet habe, durch das ultraviolette Licht erzeugt werden. Es galt die Probe auf das Exempel zu machen. War diese Beobachtung richtig, so mußte, wenn die in den Beeten IV—VIII gezogenen Pflanzen ins volle Licht gebracht wurden, sich die Rotfärbung wieder einstellen. In der Tat war dies der Fall! Pflanzen von rotblättrigem Salat waren in Beet IV gezogen, sie waren vollständig grün und größer als die gleichen Pflanzen, die mit dunkelroter Färbung in Beet I gezogen waren. Von den Pflanzen, die in Beet IV grün geblieben waren, wurden mehrere nach Beet I versetzt, schon am zweiten Tag zeigten sie rote Flecken, und in 8 Tagen waren sie ebenso dunkelrot wie die Pflanzen, die von Anfang an in Beet I gezogen waren. Derselbe Versuch wurde mit den roten *Begonien* ausgeführt. Ich erhielt so in derselben Zeit eine drei- bis viermal größere Pflanze, die dieselben Schmuckfarben zeigte wie die Pflanzen, die von Anfang an im Freilicht gezogen waren. Dasselbe Resultat lieferte der gleiche Versuch mit *Celosia Thomsoni*. Ich kann also durch Licht verschiedener Wellenlänge nicht nur die Gestaltung der Pflanzen

beeinflussen, ich vermag rotblättrige Pflanzen in grüne zu verwandeln und kann diese wieder erröten lassen. Ob sich gärtnerisch dieser Versuch verwerten läßt, muß ich Sachverständigen zu entscheiden überlassen. (Der Versuch wird durch Demonstration von Lumière-Aufnahmen illustriert.)

Wie ich aus der Literatur entnehme, scheinen über die Bedeutung des roten Farbstoffes in der Oberhaut der Blätter noch verschiedene Ansichten zu bestehen. Die einen meinen, daß dem roten Farbstoff die Bedeutung eines Schirms gegen den störenden Einfluß der Sonnenstrahlen zukommt, die anderen nehmen an, daß der rote Farbstoff im Dienste der Wärmeabsorption steht. Die durch den roten Zellsaft zurückgehaltenen Strahlen sollen eine für die Pflanze vorteilhafte Erwärmung bewirken. Gegen den Lichtschutz macht man geltend, daß die Lichtabsorption im Blattrot komplementär ist zu der Absorption im Chlorophyll. Bei den oben erwähnten Versuchen habe ich keine Schädigung beobachtet, wenn ich die Pflanzen, denen dieser Schutzschirm fehlte, ins volle Licht brachte. In wenig Tagen hatte sich der rote Farbstoff gebildet. Anders verlief ein Versuch mit Blutbuchen. In Tharandt habe ich jungen Blutbuchen das Licht vom kurzwelligen Ende her entzogen. Je mehr ich das Spektrum des Lichts vom kurzwelligen Ende her verkürzte, desto grüner wurden die Blätter. Unter dem roten Glas hatten die Blutbuchen große, vollständig grüne Blätter entwickelt. Anfang Juni setzte ich eine solche Pflanze aus dem roten Licht ins volle Tageslicht. Es war ein sonniger Tag mit etwas wechselnder Bewölkung. Am nächsten Tag wurde es trübe, und das trübe Wetter hielt an, bis ich nach 14 Tagen dazu kam, meinen Versuch wieder anzusehen. An meiner Blutbuche waren die schönen grünen Blätter alle vertrocknet und junge Blätter, die noch nicht entfaltet waren, als ich die Pflanze ins Freilicht setzte, hatten sich entfaltet und waren prächtig rot gefärbt. Ich habe denselben Versuch nochmals wiederholt. Es war diesmal ein trüber Tag, als ich die grüne Blutbuche ins Freie setzte. Das Resultat war dasselbe. Leider standen mir in diesem Jahr nicht mehr Exemplare zu diesem Versuch zur Verfügung. Es sieht aus, als ob der rote Farbstoff bei den Blutbuchen einen Lichtschutz ausübt.

Bei dem Versuch in Schellerhau hatte ich in diesem Jahr Eichen gesät. Dieselben zeigten sehr ausgesprochen die Gestaltsveränderung, die ich auch sonst gefunden hatte. Sehr auffällig war die Färbung der jungen Eichenblätter. Im Freilicht waren sie wunderschön gelbrot gefärbt, unter gewöhnlichem Glas war diese bunte Färbung wesentlich geringer, unter Euphosglas und

unter rotem Glas war sie nicht zur Ausbildung gekommen, diese Blätter waren gleichmäßig grün.

Mehrfach war mir bei den Versuchen aufgefallen, daß die



Frei

Glas

Euphos a

Euphos-b

Abb. 6, Brennnesseln.



Frei

Glas

Euphos-a

Euphos-b

Abb. 7, Bohnen.

Samen unter Euphosglas eher aufgingen als unter gewöhnlichem Glas und im Freilicht. Ich bemerkte es zuerst beim Salat. Als ich dies mit Herrn Prof. SCHWEDE besprach, empfahl er mir, mit Brennnesselsamen einen Versuch zu machen. In vier Schalen

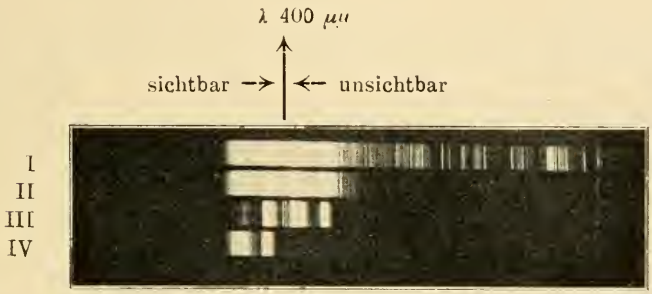
wurden je hundert Samen dieser Pflanze gesät und die Schalen in die Beete I—IV gestellt. Die Samen in IV kamen 6 bis 7 Tage eher als diejenigen in I. Nach 14 Tagen zeigten sich in der Schale I 20, in der Schale II 23, in der Schale III 56, in der Schale IV 58 Pflanzen. Die Größe der Pflanze nahm von I nach IV hin zu. Der Versuch wurde nochmals wiederholt, es wurden in jede Schale am 22. VIII. 50 Samen gesät. Aufgegangen waren davon in Schale I am 7. IX. 10, in Schale II am 3. IX. 20, in Schale III am 1. IX. 25, in Schale IV am 1. IX. 37 Pflänzchen. Auch dieser Versuch zeigte, daß bei den Brennesseln der Samen rascher und reichlicher aufgeht, wenn man dem Licht die ultravioletten Strahlen entzieht. (Vgl. Abb. 6). Wie das verschiedene Licht das Treiben der Pflanzen fördert, zeigt Abb. 7 von Bohnen, die gleichzeitig gesät und in den Beeten I—IV angetrieben wurden.

Wie beeinflussen die verschiedenen Lichtarten die Entwicklung des Chlorophylls? Zu diesem Versuch wurden Buschbohnen, Saubohnen, Kartoffeln im Dunkeln gezogen. Als sich die ersten Blätter gebildet hatten, wurden die Pflanzen in die Versuchsbeete gestellt. Ich hatte erwartet, daß die ins Freilicht gesetzten Pflanzen am raschesten ergrünen würden. Das Gegenteil war der Fall! Am ehesten ergrünteten sie in rotem Licht. Dann folgten der Reihe nach die unter Euphos-b, Euphos-a und gewöhnliches Glas versetzten Pflanzen, zuletzt ergrünteten die Pflanzen im Freilicht. In den Beeten V—VIII waren auch kleine Differenzen festzustellen, aber in allen Beeten waren die Pflanzen eher ergrünt als im Freilicht. Es muß also im Freilicht ein Faktor vorhanden sein, der das Ergrünen verzögert. Nach meiner Versuchsanordnung können dies nur die Strahlen am Ende des Ultraviolettes sein. Der Versuch ist, da zunächst an Zufälligkeiten gedacht wurde, siebenmal wiederholt worden. In jeden Kasten waren mit der Zeit etwa 30 Pflanzen untergebracht worden. Es kam immer zu demselben Resultat. (Der Versuch wird durch Demonstration von Lumière-Aufnahmen illustriert.)

*Exacum*pflanzen, die in Treibbeeten gezogen waren, wurden, als sie anfangen zu blühen, in meine Versuchsbeete gebracht. Schon nach 10 Tagen zeigten sich Differenzen in der Gestaltung der Pflanzen, denen das kurzweilige Licht entzogen war; und auch die Farbe der Blätter und Blüten hatte sich verändert. Die Farbe der Blüten war heller, die der Blätter grüner geworden. Alle drei Faktoren erhöhten das Aussehen der unter Euphos gezogenen Pflanzen. Nach drei Wochen, als die Augustsonne auf die Pflanzen

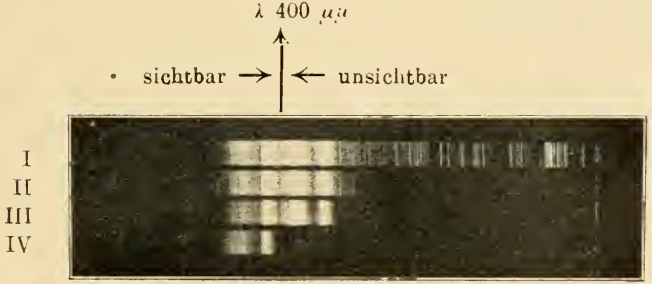
Wirkungen des Lichts verschiedener Wellenlänge auf die Pflanzen. 441

eingewirkt hatte, waren die Laubblätter der Pflanzen in Beet I und II vergilbt, während die unter Euphosglas gehaltenen Pflanzen noch schöne grüne Laubblätter zeigten. Es deckt sich diese Beobachtung mit denen eines Handelsgärtners, dem ich schon vor Jahren ein Euphosfenster zu Versuchen überlassen hatte. Er wußte nichts von den Eigenschaften des Euphosglases, er sollte



I Lichtbogen. II Scheibenglas. III Rohglas. IV Euphosglas.

Abb. 8.



I Lichtbogen. II Scheibenglas. III Rohglas, doppelt belichtet. IV Euphosglas.

Abb. 9.

mir nur berichten, ob er Unterschiede zwischen diesem und gewöhnlichem Glase feststellen könne. Am Ende der Vegetationsperiode berichtete er, daß unter Euphosglas die Pflanzen größer geworden und länger grün geblieben wären als unter gewöhnlichem Glas, daß er im Hochsommer nicht nötig hatte, die Pflanzen unter Euphosglas zu schattieren. Meine Versuche zeigen, daß dieser Gärtner eine gute Beobachtungsgabe besitzt.

Wie mir von sachverständiger Seite gesagt wurde, wird viel-

fach, vor allem in Holland, für das Antreiben der Pflanzen das Rohglas dem gewöhnlichen Scheibenglas vorgezogen. Das Rohglas absorbiert viel mehr sichtbares Licht als das Scheibenglas. Das Rohglas ist trüber und dicker als das Scheibenglas, es absorbiert in dem sichtbaren Spektralteil erheblich stärker als das Scheibenglas. Das sichtbare Licht besorgt die Assimilation. Wie kommt es, daß unter weniger Licht die Pflanzen besser gedeihen?

Ich habe deshalb diese Gläser auf ihr Lichtabsorptionsvermögen verglichen. In Abb. 8 ist das erste Spektrum wieder das der offenen Bogenlampe, bei Spektrum 2 ist ein Scheibenglas, bei Spektrum 3 ein Rohglas, und bei Spektrum 4 ein Euphosglas in den Strahlengang eingeschaltet. Vergleicht man das Spektrum 2 und 3, so sieht man schon hieran, daß das Spektrum des Rohglases im sichtbaren Teil wesentlich schwächer ist als das des Scheibenglases. In Ultraviolett verkürzt das Rohglas ganz erheblich das Spektrum gegenüber dem Scheibenglas. In Abb. 9 sind dieselben Gläser nochmals aufgenommen, nur ist das Spektrum des Rohglases doppelt so lang belichtet als das des Scheibenglases. Jetzt erscheint der sichtbare Anteil der beiden Spektren gleich, aber das Rohglas absorbiert immer noch erheblich stärker in Ultraviolett als das Scheibenglas. Könnte nicht aus dieser verschiedenen Absorption in Ultraviolett sich die verschiedene Wirkung dieser Gläser erklären? Wenn dies der Fall wäre, so müßte ein Glas wie das Euphosglas, welches das Ultraviolett noch vollständiger absorbiert und die auf die Assimilation wirkenden Lichtstrahlen besser durchläßt, sich noch besser zu solchen Zwecken eignen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1919

Band/Volume: [37](#)

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

Artikel/Article: [Wirkungen des Lichts verschiedener Wellenlänge auf die Pflanzen. 430-442](#)