

Durch strahlende Energie in Pflanzen hervorgerufene Beschriftungen.

Von O. Richter (Brünn).

Aus dem Institut für Botanik, Warenkunde, technische Mikroskopie
und Mykologie der Deutschen technischen Hochschule in Brünn Nr. 66.

I. Gelbschrift durch Zerstörung des Chlorophylls im Laub-Blatte.

Bestrahlt man¹⁾ durch Zinkblechschablonen hindurch Laubblätter etwa von der Kapuziner-Kresse, *Tropaeolum majus*, mittels einer Bachschen künstlichen Höhensonne (k. H.-S.) auf 42 cm Distanz durch eine halbe Stunde, so sieht man unter der Voraussetzung, daß man genügend junge Blätter, etwa die des Augusts, verwendet hat, nach Wegnahme der Schablonen in gelber Farbe die Buchstabenfolgen auf dem grünen Blatte. Die Erklärung hierfür ist die, daß die Strahlen der k. H.-S. die Komponenten des Rohchlorophylls in den Chlorophyllkörnern des Assimilationsparenchyms aus ihrer engen Bindung gelockert und den Chlorophyllanteil zerstört haben, so daß nur Xanthophyll und Karotin in den bestrahlten Partien übrig geblieben sind. Der Versuch gelingt ohne Schwierigkeit außer mit Augustblättern von *Tropaeolum majus* oder Pelargonien mit Herbst-Blättern der falschen Akazie und Frühlingsblättern der Schwertlilie, *Iris florentina* L., und zwar in den hellgelbgrünen Partien der Blätter, die von den nächst älteren Blättern eingeschlossen gewesen waren und für die Bestrahlung freigelegt wurden. Ein ideales Versuchsobjekt ist nach Erfahrungen des Jahres 1933 das Laubblatt von *Oxalis acetosella*, dem Sauerklee, das sofort nach der $\frac{1}{2}$ -stündigen Bestrahlung goldgelb auf Grün die Buchstabenfolgen sichtbar werden läßt.²⁾

Nicht jedesmal zeigen Kapuzinerkressenblätter sofort die Chlorophyllzersetzung nach erfolgter Bestrahlung. Besonders, wenn gegen den Herbst zu die epidermalen Verdickungen dem Durchtritt der UV.-Strahlen größeren Widerstand entgegensetzen, unterbleibt oft scheinbar jede Veränderung des Chlorophyllgrüns.

¹⁾ Vgl. Richter Oswald (I) „Neue Beiträge zur Photosynthese und Photo-lyse vornehmlich an der lebenden Pflanze. Denkschriften der Akademie der Wissenschaften in Wien. Math.-naturw. Klasse. Bd. 103. 1932. S. 164.

²⁾ Nach Erfahrungen im biologischen Laboratorium des Schatzlarer Krankenhauses mit der k. H.-S. „Analysen-Quarzlampe Original Hanau Nr. 2620“ im August des Sommeres 1933 wird die Chlorophyllzersetzung in 18 cm Distanz schon durch eine Bestrahlung von $3\frac{1}{2}$ Minuten ausgelöst.

In diesen Fällen gestattet die Verwendung des sogenannten Fluoreszenzansatzes der k. H.-S., die begonnene Chlorophyllzersetzung nachzuweisen. Man erhält im Strahlenbereiche dieses Ansatzes

II. eine goldgelbe Fluoreszenz-Schrift auf blutrotem Grunde.

Bekanntlich¹⁾ fluoresziert das unzersetzte Chlorophyll sattrot. Das Verschwinden dieser Fluoreszenzfarbe zeigt also die beginnende Chlorophyllzersetzung an. Die bestrahlt gewesenen Partien wie die Buchstaben leuchten dem Beobachter bei Verwendung des Fluoreszenzansatzes in goldgelber Farbe entgegen. Diese farbenprächtige Schrift kann¹⁾ auch dazu verwendet werden, zu zeigen, daß bei Bestrahlung der Blätter von der Unterseite her der Beginn der Chlorophyllzerstörung viel rascher einsetzt als bei der Bestrahlung von der Oberseite her.

Daß die geschilderte nur durch die Fluoreszenzschrift nachweisbare Chlorophyllzersetzung einen vorübergehenden Charakter haben kann und hat, läßt sich dadurch beweisen, daß man derart durch die UV.-Bestrahlung „iritierte“ Herbstblätter etwa der Kapuzinerkresse 1-2-3 Tage in einer feuchten Kammer aufbewahrt. Man sieht dann, daß in den während der Bestrahlung verdeckt gewesenen Blattflächen, also im Subschablonengebiete, die herbstliche Vergilbung eingesetzt hat, während gerade die bestrahlt gewesenen Blattflächen, also die Buchstaben, eine satte grüne Farbe zeigen.²⁾ Das ist

III. eine Grünschrift im vornehmlich herbstlich gelb verfärbten Blatte.

Für diese Beschriftungsversuche sind, wie erwähnt, herbstliche Blätter der Kapuzinerkresse, Blätter der Akelei, *Aquilegia* sp., u. v. a. Pflanzen besonders empfehlenswert.

Später durchgeführte Versuche²⁾ haben aber auch gezeigt daß im Juni geerntete Blätter der Kapuzinerkresse, der Bohne, *Phaseolus multiflorus*, von *Calla palustris* L., *Poinsettia pulcherrima* Graa. u. a. Gewächse, die auf $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Stunden auf rund 32 cm Distanz den UV.-Strahlen einer k. H.-S. ausgesetzt und nachher in einer feuchten Kammer im Licht oder Dunkel aufbewahrt worden waren, in den ungeschützt bestrahlten Partien, also in den Buchstabenarealen und in der Schablonenumgebung, grün bleiben, während in den vor den UV.-Strahlen geschützt gewesenen Blattflächen, also im Subschablonengebiete, nach einem 2-3-tägigen Aufenthalte in einer feuchten Kammer, bei Verdunkelung rascher als im Lichte, der normale herbstliche oder bei im Juni geernteten Blättern

¹⁾ S. Richter O., I. 1. c. S. 165/7.

²⁾ S. Richter O., I. S. 168/9.

ein abnormaler Chlorophyllabbau, d. i. also die normale herbstliche bzw. eine der Jahreszeit nach nicht zu erwartende Vergilbung eintritt.

Diese Vergilbung tritt auch in Flächen der bestrahlt gewesenen Blätter auf, die auf die Dauer der UV.-Bestrahlung durch Deckgläschen oder Objektträger vor den wirksamen UV.-Strahlen der k. H.-S geschützt gewesen waren, so daß an den Stellen, wo diese Glassorten lagen, haarscharf begrenzte gelbe UV.-Deckgläschen- bzw. Objektträger-„Schatten“ in grünem Grunde zu sehen waren.

Aus solchen Versuchen muß geschlossen werden, daß Glas die bezügliche Wirkung der UV.-Strahlen abzuhalten vermochte.

Es müssen also die Strahlen $< 300 \mu\mu$ die sein, die die Erhaltung des Chlorophylls in herbstlich oder zu abnormer Zeit sich gelblich verfärbenden Blättern auslösten.¹⁾ Da es, wie auch instruktive Dauerpräparate in Alkohol belegen, nur in den Buchstaben- und den anderen bestrahlt gewesenen Flächen, in denen das Chlorophyll erhalten geblieben war, gelang²⁾, nach Extraktion des grünen Farbstoffes mit Aethylalkohol die Eiweißreaktionen nach der von Molisch³⁾ eingeführten Technik der makroskopischen Sichtbarmachung dieser Proben zu erhalten, muß es in den bestrahlt gewesenen Blattflächen sonach zur Erhaltung vor allem des Eiweißstromas der Chlorophyllkörner gekommen sein und somit — weil in den vor der UV.-Bestrahlung geschützten Stellen die Auflösung des Eiweißstromas stattfindet — in den Buchstabengebieten die Zerstörung eines tryptischen d. i. eines eiweißlösenden Fermentes stattgefunden haben.

Da die Xanthoprotheinsäure-Reaktion auf Eiweiß gelb, die mit Millons Reagens ziegelrot und die Biuretprobe violett ausfällt, erscheint hiemit sozusagen die Farbenskala der Lichtbeschriftungen bei Pflanzen um drei weitere Farbtöne vermehrt, die unter der Bezeichnung :

IV. Gelb-, Rot- und Violett-Schrift des das Chlorophyllkorn bildenden Eiweißstromas

zu buchen wären.

Bei diesen Versuchen kann endlich das Erhaltenbleiben des Chlorophyll-Farbstoffes in den von UV.-Strahlen getroffen gewesenen Blattflächen in analoger Art wie die Eiweißstromaerhaltung durch Annahme der Zerstörung eines Fermentes, einer „Art Chlorophyllase“⁴⁾ oder in der Art erklärt werden, daß

¹⁾ Freytag H. u. Hlučka Fr. bestimmten sie seither mit $254-300 \mu\mu$. Vgl. S. 75.

²⁾ Vgl. Richter O., I., l. c. S. 171.

³⁾ Molisch Hans. Die Eiweißproben, makroskopisch angewendet auf Pflanzen. Zeitschrift für Botanik, 8. Jahrg., 1916, H. 2, S. 124.

⁴⁾ Vgl. Richter O., I., l. c. S. 169.

man annimmt, die UV.-Bestrahlung wirke in der Weise einschneidend auf den Stofftransport der Siebröhren oder den Stoffwechsel des Chlorophyllparenchyms, daß es ähnlich wie bei Stahl¹⁾ und Molisch's²⁾ Versuchen und eigenen³⁾ Beobachtungen an Nitocolletis-Minen zur Anhäufung von organischen, besonders stickstoffreichen chlorophyllerhaltenden Stoffen kommt, die dann notgedrungen zu dem unter III. geschilderten dunkelgrünen Beschriftungserfolge führen müßten.

V. Weiß-, Blau-, Goldgelb- und Grünschrift mit Blumenblau gefärbter Blüten- und Laubblätter.⁴⁾

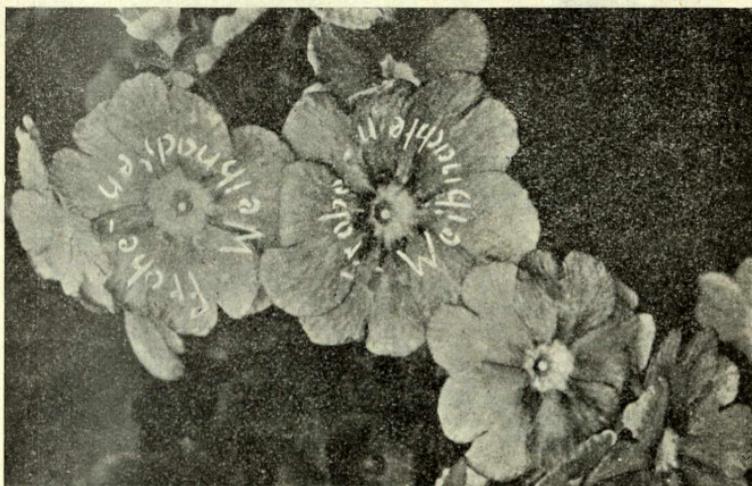


Abb. 1.

Bestrahlt man durch Staniolpapier-Schablonen Topfpflanzen⁴⁾ mit Blumenblau (Anthokyan) enthaltenden Blumenkronen, also etwa Japanische Primeln (*Primula obconica*) oder Topfpflanzen mit durch Anthokyan dunkelrot gefärbten Laubblättern, also etwa solche der tiefdunkelroten Varietät von *Coleus*, während 10 Minuten mit einer k H.-S., wie sie von der Quarzquecksilberlampen-Ges. in Hanau erzeugt werden, auf eine Entfernung von 42—46 cm vom Quarzbrenner und überträgt man die nach der Bestrahlung

¹⁾ Stahl E. Zur Biologie des Chlorophylls. Verlag von Gustav Fischer in Jena. 1909.

²⁾ Molisch H. Ueber die Vergilbung der Blätter. Sitzber. der kaiserl. Akad. d. Wiss. in Wien, math. naturwiss. Kl. Abt. I. 127. Bd. 1. Heft. S. 24. (1918).

³⁾ Richter O. (II). Ueber das Erhaltenbleiben des Chlorophylls in herbstlich verfärbten und abgefallenen Blättern durch Tiere. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten. XXV. Band. VII. H. S. 385 (1915).

⁴⁾ Vgl. Richter O. (I) l. c. S. 188 u. f. und Richter O. (III.) Lichtschrift in Blumen. Eine Verwendungsmöglichkeit der künstlichen Höhensonne im Gärtnereibetriebe. Die Gartenbauwissenschaft. 7. Bd. 5 H. S. 528. Richter O. (IV.) „Sag' es durch die Blume.“ Die Umschau. 22. H. v. 27. Mai 1933. XXXVII. Jg. S. 420

scheinbar völlig unverändert gebliebenen Versuchspflanzen ins Glashaus, so leuchtet dem Experimentator am Tage darauf bei Primelblüten in weißer Schrift auf violettem (Abb. 1) oder rotem Grunde, bei den Coleus-Laubblättern wegen des Sichtbarwerdens des chlorophyllhaltigen Parenchyms in grüner Farbe auf rotem Grunde die Schrift entgegen, wie dies die Abb. 2 überaus klar zeigt.

Es kommt danach durch die Bestrahlung mittels der k. H.-S. normaler Weise zu einer Induktion der Anthokyanzerstörung, die sich bei roten Primelblüten z. B. schon nach 3—5 Stunden¹⁾ durch lokale in den Buchstabengebieten auftretende Verfärbungen ins Blaue verrät, da infolge der Neutralisation des sauren Zellsafts durch

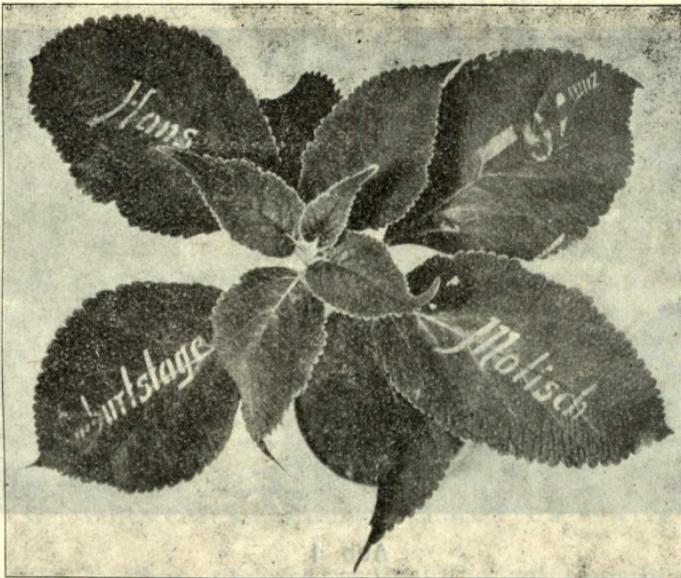


Abb. 2.

das geschädigte alkalisch reagierende Plasma das Blumenblau als Indikatorfarbstoff auf die Aenderung des Säuregehaltes des Zellsafts mit einem Farbenumschlag von Rot nach Blau antworten muß. Da nun das Plasma für das im Zellsaft gelöste Anthokyan permeabel geworden ist, erscheint am Tage nach der Bestrahlung infolge des Austritts bezw. der Zerstörung des Anthokyans die Buchstabenfolge weiß in rotem Grunde. Dabei läßt sich nachweisen, daß die Strahlen der k. H.-S., die durch Glas von Objektträgerdicke, ja sogar von Deckglasdünne abfiltriert werden, diejenigen sind, die die Anthokyanzerstörung auslösen.

Es wird daher unter Glas das Anthokyan erhalten bleiben,

¹⁾ Im August 1933 konnte bei Schwertel-[Gladiolus]-Blumenkronenblattstücken und bei Blumenkronenröhren von Phlox die induzierte Anthokyanzerstörung schon nach $\frac{1}{2}$ Stunde bis 1 Minute festgestellt werden.

was zur Folge hat, daß, während rings um die Gläser die UV-Strahlen das Blumenblau völlig zerstören, in Laubblättern z. B. von *Coleus* die sattgrüne Färbung des chlorophyllhaltigen Parenchyms sichtbar wird. Abb. 3 versinnbildlicht diese Verhältnisse sehr anschaulich. Das oberste Blatt zeigt einen solchen roten Deckgläschen-, das Blatt darunter einen solchen roten Objektträger-, „Schatten“.

Bei den roten *Coleus*-Varietäten kommt es mitunter vor, daß die Buchstaben scheinbar nicht zur Gänze reingrün hervortreten wie in Abb. 2 bei der Buchstabenfolge „Geb“ im Worte „Geburtstag“ und zum 76. Es macht den Eindruck, als ob dunkelrote Streifen durch die Buchstaben gingen.

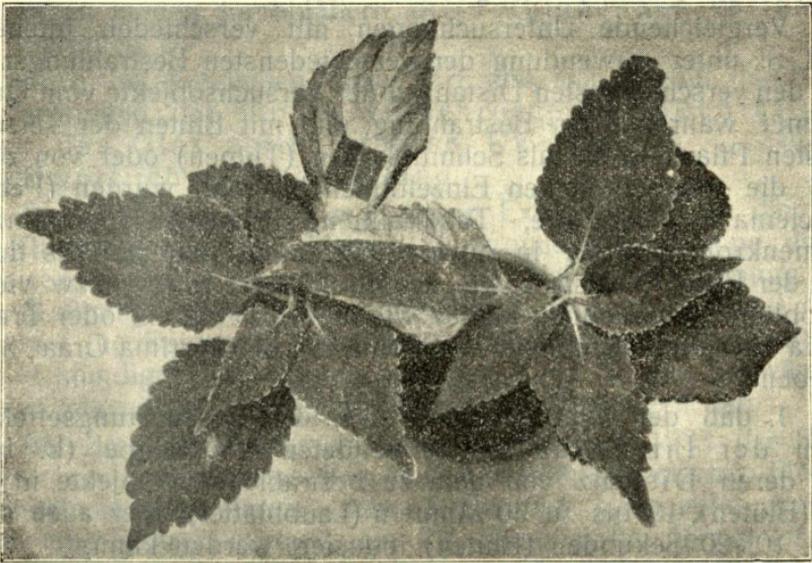


Abb. 3.

Diese Erscheinung ist so zu erklären, daß die gewählte Distanz und Bestrahlungszeit gerade ausreicht, um die Strahlen in die obere anthokyanreiche Epidermis des Blattes eindringen und dort ihre zerstörende Wirkung auslösen zu lassen, daß sie aber nicht in die tieferen Partien gelangen und dort die gleiche Wirkung ausüben können.

Auf diese Art war es durch UV.-Bestrahlung möglich, die sonst nicht klar erkennbare Rotfleckigkeit der Innenpartien des Blattes der sattroten *Coleus*varietät nachzuweisen, eine Rotfleckbildung, von der man sich auch durch Eintauchen der Blätter dieser dunkelroten *Coleus*-Form in siedendes Wasser überzeugen kann, indem dann das ganze Blatt bis auf die im Parenchym liegenden roten Flecke als Folge der Lösung des Anthokyans aus der Epidermis augenblicklich grasgrün wird.

Die größte Überraschung brachten aber die im Frühjahr 1933 in Brünn und im August 1933 im biologischen Laboratorium des Schatzlarer Krankenhauses mit den oft zur Gänze satt dunkelrot oder sattdunkelviolettfärbten Blumenkronenblättern von *Pelargonium Odier hortorum*, einem der bevorzugten Versuchs-

objekte von Molisch¹⁾, ausgeführten Experimente, bei denen $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ Minuten Exposition vor der 18 cm entfernten k. H.-S. „Analysen-Quarzlampe Original Hanau Nr. 2620“ genügten, um die Ausfällung des Anthokyans in Sphärokristallen anzuregen, die nach 7, 24—48 stündigem Aufenthalte in der feuchten Kammer vollkommen ausgebildet erschienen, in 50% Aethylalkohol konserviert werden können und derart eine **tiefdunkelrote Sphaerokristallschrift** in den durch den Alkohol völlig entfärbten Blütenblättern bilden. Versuche mit Objektträger- oder Deckglas-Abdeckung während der Bestrahlung haben bewiesen, daß auch dieser Kristallisationseffekt von den Strahlen $< 300 \mu\mu$ ausgelöst wird.

Vergleichende Untersuchungen mit verschiedenen intensiven k. H.-S., unter Anwendung der verschiedensten Bestrahlungszeiten und den verschiedensten Distanzen der Versuchsobjekte vom Quarzbrenner während der Bestrahlung und mit Blüten der verschiedensten Pflanzen, die als Schnittblumen (Tulpen) oder von denen bloß die abgeschnittenen Einzelblüten bestrahlt wurden (Petunie, Zierclematis, Zierwicke, Tabakblüten, Primeln) oder einzelne Blumenkronenblätter in Anwendung kamen wie bei Iris florentina, der Rose, Rosa sp., sowie auf der Unterseite rote bzw. violette Laubblätter Verwendung fanden wie die von Begonia oder Tradescantia oder die Schaubblätter der Poinsettia pulcherrima Graa, haben ergeben:

1. daß der Bestrahlungs-, d. i. der Beschriftungseffekt je nach der Intensität der verwendeten UV.-Lampe (k. H.-S.) und deren Distanz von dem zu bestrahlenden Objekte in 1, 2, 3, 5 (Blüten), 10 bis zu 30 Minuten (Laubblätter), aber auch schon in 5, 10, 20 Sekunden (Blüten) induziert werden kann,

2. daß sich bei allen Versuchsobjekten die Strahlen $< 300 \mu\mu$ als diejenigen herausgestellt haben, die die Zerstörung des Blumenblaus und damit die Blumenbeschriftung auslösen oder durch die die Kristallisation des Anthokyans angeregt werden kann [Pelargonium Odier hortorum],

3. daß mit der UV.-Bestrahlung leicht verschiedene Anthokyansorten nachgewiesen werden können, indem einige bei etwa $\frac{1}{2}$ -ständiger Bestrahlung die bestrahlten Partien (Buchstabenareale) sofort blau auf rotem Grunde und erst später ganz weiß zeigen (Primel), andere das Anthokyan direkt in untergelegtes Filtrierpapier austreten (Schwertlilie) und wieder andere die Buchstaben sich goldgelb vom roten Untergrunde abheben lassen (Pfingstrose und Rose), wobei das erzielte Goldgelb auch mit stärksten Säuren niemals in Rot rückverwandelt werden kann. Diese Goldgelbfärbung der Buchstaben in Paeonia-Blüten kann daher auch als Nekroseverfärbung gedeutet werden. Damit

¹⁾ Molisch H. Über amorphes und kristallisiertes Anthokyan. Botan. Ztg. 1905. H. 8. S. 150.

führt diese Goldgelbfärbung der Pfingstrosenblüten als Nekrosefärbung hinüber zu der durch die Nekroseerscheinung bedingten

VI. Schwarz-, Schwarzbraun- und Blauschrift in Laubblättern,

die der Verf. in $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ -ständiger Bestrahlung mit der k. H.-S. bei etwa 36—42 cm Distanz vom Objekte bei *Aucuba Japonica*,¹⁾ *Ampelopsis Veitschii*, Glyzinen, Akelei u. v. a. Pflanzen erhalten hatte. Besonders auffallend ist dabei das Auftreten eines blauen Nekrosefarbstoffs in den Laubblättern blaublühender Rasen von *Aquilegia* sp. und auffallend sattschwarzen Nekrosebuchstaben in den Laubblättern der rotblühenden Varietäten der Georginen.

Auch bei Versuchen dieser Art ließ sich wieder der Nachweis erbringen, daß für diesen Nekroseeffekt ebenfalls die durch das Glas abfiltrierbaren UV.-Strahlen $< 300 \mu\mu$ verantwortlich zu machen sind.

Der Verfasser schloß mit diesen Experimenten an die 1911 von Kluyver²⁾ mit einer kleinen Quarzquecksilber-Lampe durchgeführten Versuche an, bei denen die Nekrose-Verfärbung erst nach 8-stündiger Bestrahlung auftrat und noch nach 28- (!) stündiger auf die Epidermis beschränkt blieb, während der Verfasser nach 1-stündiger Bestrahlung mit der k. H.-S. die Schwärzung bis zur gegenüberliegenden Epidermis durchschlagen sah.

Bei Brennesselblättern konnte im Sommer 1933 der Bräunungs- bzw. Schwärzungserfolg in den bestrahlt gewesenen Flächen [Buchstabenareale] bereits nach 7 Stunden beobachtet werden, wobei eine Bestrahlungszeit von $2\frac{1}{2}$ Minuten bei 18 cm Distanz vom Brenner genügte. Dabei zeigte es sich, daß bei Verwendung von Schablonen mit breit gestanzten Buchstaben nicht nur die Epidermis, sondern auch die Zystolithen, bei Verwendung von Schablonen mit schmalen Buchstaben vielfach nur die Zystolithen die Bräunung zeigten.

Hans Freytag³⁾ hat auf Anregung des Verf. s. bei Blättern einer sehr großen Anzahl weiterer Pflanzen mit der k. H.-S. analoge Erfolge erzielt und im physikalischen Institute der deutschen technischen Hochschule in Brünn im Vereine mit H. Dr. Hlučka geradezu die UV.-Strahlen 254—300 $\mu\mu$ als die die Nekroseverfärbung bewirkenden Strahlenarten nachgewiesen, Strahlensorten, die er und Hlučka übrigens auch als die für die in III. geschilderte Grünschrift verantwortlichen abgrenzen konnte. Freytag

¹⁾ Vgl. Richter O. (I.) l. c. S. 192.

²⁾ Kluyver A. J. Beobachtungen über die Einwirkung von ultravioletten Strahlen auf höhere Pflanzen. Sitzb. der kaiserl. Akad. der Wiss. in Wien, math. naturw. Kl. CXX. Band. 10 H. Abt. I. 1911. S. 1137 besond. S. 1147.

³⁾ Freytag H. I. Zur Kenntnis der UV.-Strahlenwirkung auf Blätter und Fruchtschalen. Beihefte zum Bot. Centralblatt 1933, im Druck.

hat damit Haussers¹⁾ Befund über Nekroseverfärbungen an Bananen auf Blätter übertragen, nachdem er zum ersten Male auf Anregung des Verf. mit Schablonen und durch Anwendung der k. H.-S. Nekrosebeschriftungen auf Bananen hervorgerufen hatte²⁾

Die von der k. H.-S. ausgesandten intensiven kurzwelligen Strahlen $< 300 \mu\mu$ ermöglichten dem Verf. (1932)³⁾ nun auch den Nachweis der assimilatorischen Leistung der UV.-Strahlen $< 300 \mu$ durch die auf der Bildung von Stärke und deren Blaufärbung mit Jod basierende

VII. Dunkelblauschrift mit Hilfe der bekannten Sachs'schen Jodprobe.

Setzt man nämlich Blätter der Kapuzinerkresse, *Tropaeolum majus*, durch 10, 15, 30 Minuten bis 1 oder $1\frac{1}{2}$ Stunden der Bestrahlung durch die k. H.-S. bei rund 42 cm Distanz aus, nachdem man sie mit Zinkblechschablonen entsprechend bedeckt hatte, extrahiert man nach Aufkochen der bestrahlt gewesenen Blätter in dest. Wasser mittelst Alkohol den Chlorophyllfarbstoff, kocht die weiß — aber hartgewordenen Blätter nach dem Schema der Vorschriften für die Sachs'sche Jodprobe wieder auf und gibt sie in die Jodlösung, so leuchten dem Experimentator alsbald die durch die UV.-Strahlen $< 300 \mu\mu$ hervorgerufenen aus Tausenden in den Chlorophyllkörnern zur Entwicklung gekommenen autochthonen Stärkekörnchen zusammengesetzten Schriftzüge in blauschwarzer Farbe entgegen.

Daß gerade UV.-Strahlen $< 300 \mu\mu$ innerhalb der angeführten kurzen Zeitspannen unter der Voraussetzung, daß im Gesamtblatte bereits Zucker durch Vorbelichtung im Tageslichte gebildet worden war, für die Entstehung der Schriftzüge verantwortlich zu machen sind, wurde wieder durch Bedeckung von Blattflächen mit Deckgläschen und Objektträgern oder durch Abdecken einzelner Buchstaben mit derlei Glassorten nachgewiesen. Immer erwiesen sich die mit Glas während der Bestrahlung bedeckt gewesenen Flächen bei der Ausführung der Jodprobe als stärkefrei.

Damit werden Ursprungs⁴⁾ und Blums⁵⁾ 1917 veröffentlichte Versuche über die Assimilationsleistung der UV.-Strahlen $> 300 \mu\mu$

¹⁾ Hausser K. W. und H. von Oehmcke (Heidelberg). Lichtbräunung an Fruchtschalen. IIe. Congrès Intern. de la Lumière 1932. S. 231.

²⁾ Freytag H. (II.) Behandlung organischer Stoffe. Französ. Patent. Nr. 707 490, Gr. 14, Cl. 8, 1932.

³⁾ Richter O. (I) l. c. S. 172 u. f.

⁴⁾ Ursprung A. Ueber die Stärkebildung im Spektrum. Berichte der Deutschen bot. Ges. 1917. Jg 35. Bd. 35. S. 44 bis 64. Eine kurze Kritik der Ursprung'schen Markierungsversuche für die Abgrenzung des aufs Blatt geworfenen Spektrums durch Einstechen ins Blatt für die Fixierung der entscheidenden Frauenhofer'schen Linien: Vgl Richter O. I. S. 177.

⁵⁾ Ursprung A. und Blum G. Ueber die Schädlichkeit ultravioletter Strahlen. Ber. der Deutschen Bot. Ges. 1917 Bd. 35. Jg 35. S. 385.

ergänzt und die Befunde der genannten Autoren gegen den kurzwelligen Teil des Spektrums ganz wesentlich erweitert. Die weitaus eleganteste Vorführung der assimilatorischen Leistungen bestimmter UV-Strahlen mit Hilfe der von Molisch¹⁾ für die sichtbaren Strahlen des Sonnenspektrums angegebenen auf der Anwendung der Sachs'schen Jodprobe basierenden Methode der „Photographien in Blättern“ läßt sich dz. für die UV-Strahlen $< 300 \mu\mu$ leider nicht ausführen, da sich die dz. üblichen Negative auf Glas oder Film ohne Ausnahme als für UV-Strahlen $< 300 \mu\mu$ undurchlässig erwiesen.

Auf dem Auftreten einer Blaufärbung von Stärke beruht auch

VIII.

die Blauschrift in Kartoffeln und Krautstrünken u. a.,

die man erhält, wenn man Scheiben der genannten Objekte entweder

- | | | |
|-----------------------------|-------------|---|
| a) direkt in Jodkalium | } liegend { | a) durch 3—10 Min. |
| b) direkt in destil. Wasser | | b) durch $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Stund. |

durch bis 8 mm über ihnen und der Flüssigkeitsfläche befestigte durchstanzte Zinkblechschablonen hindurch der Bestrahlung durch die k. H.-S. aussetzt, wobei

bei der Versuchsanordnung a) sofort,

bei der Versuchsanordnung b) nach Zusatz einer sehr verdünnten Lösung von Jod in Jodkalium und leichtes Schwenken nach Art der Entwicklung photographischer Platten, nach 2—5 Minuten die blauschwarzen Schriftzüge sichtbar werden.

Besondere Versuche²⁾ mit Kartonen, deren Beschriftungen nach Abgießen des dest. Wassers mit 2% Jodkalium in blauschwarzer Farbe entwickelt wurden, haben gezeigt, daß durch die Bestrahlung an den Objekten eine in dem Buchstabenbereiche lokalisiert auftretende Jod aus Jodkalium befreiende und daher oxydierend wirkende Substanz gebildet worden sein mußte.

Umgekehrt zeigten Versuche mit in dest. Wasser während der Bestrahlung gelegen gewesenen Kartoffelscheiben „nach Abschütten des Wassers bei Entwicklung mit einer Lösung von Ferrichlorid in Ferrizyankalium in den Buchstaben, also den bestrahlt gewesenen Arealen, eine prächtige Entwicklung von Turnbillsblau“ Diese

IX. Turnbillsblauschrift auf gelblich-weißem Grunde

beweist nun ihrerseits, daß durch die Bestrahlung mit den UV-Strahlen der k. H.-S. in den bestrahlten Partien eine reduzierend wirkende Substanz zur Ausbildung gekommen sein muß.

¹⁾ Molisch H. Ueber die Herstellung von Photographien in einem Laubblatte. Sitz Ber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Math. naturwiss. Kl. 1914. Bd. 113. Abt. I. S. 923.

²⁾ S. Richter O. I. I. c. S. 182/3.

„Der positive Ausfall der Proben mit der Abspaltung von J aus JK und der Bildung von Turnbillsblau deutet auf eine gleichzeitig oxydierend und reduzierend wirkende Substanz. Eine solche wäre Wasserstoffsperoxyd“¹⁾ Doch konnte dieses mit der Titansulfatprobe nicht nachgewiesen werden.

Eigens mit Glasbedeckung durchgeführte Versuche haben wieder bewiesen, daß es die Strahlen $< 300 \mu\mu$ sind, denen die in VIII. und IX. angeführten Wirkungen zuzuschreiben sind.

Durch Unterdrückung der Farbstoffausbildung in noch im grünen Zustande UV.-bestrahlt gewesener Paradiesäpfel resultiert beim Ausreifen

X. eine Weisgrauschrift in sattrotem Grunde,²⁾

die sich im Strahlenbereiche des Analysenansatzes der k. H.-S. in eine goldgelbe Fluoreszenzschrift auf rotem Grunde wandelt. Schließlich mag noch

XI. der Grauschwarz-, Grünschwarz- bis Tiefschwarz-Schrift

in frisch geschlagenem oder bereits technisch verarbeitetem **Holze** gedacht sein, die man dadurch erzielt,³⁾ daß man mit durchstanzten Zinkblechschablonen bedeckte Holzscheiben:

1. durch einige Minuten bis $\frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{4}$ Stunden bei 20 oder 36—42 cm Distanz den Strahlen einer k. H.-S.,

2. durch $\frac{1}{2}$ -1-2-3-4 Stunden dem direkten Sonnen- oder diffusem Tageslichte ohne oder mit teilweiser Glasabdeckung aller oder einzelner Buchstaben aussetzt und die entstandene, je nach der Intensität der verwendeten Lichtquelle, der angewendeten Zeit und der beachteten Distanz entweder sofort nach Wegnahme der Schablone noch nicht oder schwach oder deutlich sichtbar gewordene **Vergilbungsschrift** mit Eisensalzen bestreicht, worauf sie je nach dem Gerbstoffgehalt des Holzes die oben angeführte Farbe annimmt.

Wieder lehren Versuche mit Glasbedeckung, daß es vornehmlich die Strahlen $< 300 \mu\mu$ sind, denen die Bildung des Gerbstoffes im Holze bzw. der die Gerbstoffreaktion gebenden phenolartig gebauten Substanz zuzuschreiben ist, daß aber auch im Sonnenlichte ent-

¹⁾ S. Richter O. I. S. 183.

²⁾ S. Richter O. I. S. 191.

³⁾ Vgl. Richter O. (V.) Photosynthese und Photolyse in ihrer Anwendung auf Hölzer. I. Photographien in Hölzern, ein Beitrag zum Vergrauungsproblem. II. Das Verhalten wertvoller Nutzhölzer bei der Bestrahlung mit der künstlichen Höhensonne, mit Sonnen- und diffusem Tageslichte. III. Einige Beiträge zum Verhalten der Holzsubstanz bei der Bestrahlung mit der künstlichen Höhensonne. „Angewandte Botanik“ 1932, Bd. XIV. H. 2 S. 110.

Richter O. (VI.) Photographien in Hölzern. Ein Beitrag zum Vergrauungsproblem. HDI-Mitt. des Hauptvereines deutscher Ingenieure in der C. S. R., Jg. 1931 H. 8 und 9.

haltene Strahlen die Bildung der die Gerbstoffreaktion liefernden Substanz bedingen können.

Diese Tatsache ermöglichte es daher auch, erstmalig auf diese Art Photographien in Hölzern¹⁾ zu erzeugen.

Daß auch die sogenannte Holzsubstanz bei diesen Bestrahlungsversuchen in Mitleidenschaft gezogen und zwar wenigstens teilweise zerstört wird, ergaben Versuche mit den Holzstoffreagentien, die die Schriftzüge nach verschieden langer Bestrahlung [$\frac{1}{2}$ —3 Stunden] im Holze gelblich orange in Rotviolett [Wiesners Phlorogluzins-Salzsäure-Probe], rötlich in Sattgelb [Wiesners Anilinsulfatprobe], weißlich in Blau [Molisch's Thymol-Salzsäure-Probe auf Koniferin] erscheinen ließen, wodurch unsere Schriftfarbensammlung vermehrt wird um

XII. drei weitere Farben.

Die Versuche mit Fichten-, Tannen-, Lärchen-, Ahornholz und anderen mehr oder minder gerbstoffreichen Holzarten führten endlich noch zu Bestrahlungsversuchen mit Farbstoff-Edelhölzern wie Amarant- [Copaifera bracteata Benth.] und Mahagoniholz [Swietenia Mahagoni L.]²⁾ u. a.

Wieder waren es die Strahlen $< 300 \mu\mu$, die den Farbstoffbildungseffekt am stärksten auslösten, doch vermögen auch die im Tages- und Sonnenlicht enthaltenen Strahlen die Farbstoffbildung zu bewirken. Die Bestrahlungszeiten, die beim Mahagoniholz mit positiven Erfolge überprüft wurden, waren 2, 5, 10, 15, 20 und 30' bei 32 cm Distanz vom Brenner der k. H.-S.

Beim Amarantholz erwies sich $\frac{1}{2}$ bis 1 Stunde Exposition im Sonnenlichte äußerst vorteilhaft, um aus dem rötlich gelblichen Ton des Holzes eine kardinalviolette Schrift herauszuholen. In ähnlicher Weise wirkt die Solluxlampe und die k. H.-S., diese nur wesentlich rascher.

Damit wären sonach als

XIII. die Kardinalviolettschrift beim Amarant- und die Tiefschwarzbraunschrift beim Mahagoniholz

als weitere Schriftfarbentypen, hier beim Holze technisch wichtiger Baumarten, das der Bestrahlungsenergie durch bestimmte Zeit ausgesetzt war, zu vermerken.

Schließlich sei noch hervorgehoben, daß die beschrifteten Hölzer im filtrierten UV-„Licht“ die Schriftzüge in prächtigsten zu denen des Subsablonegebietes scharf kontrastierenden Farben hervortreten lassen. So erscheinen die Schriftzüge des bestrahlt

¹⁾ s. Richter O. (V+VI) I. c. S. 111 bzw. S. 3.

²⁾ s. Richter O. (V.) I. c. S. 149, (I.) I. c. S. 194.

³⁾ s. Richter O. (V.) I. c. S. 137—146.

gewesenen Mahagoniholzes¹⁾ im filtrierten UV.-„Licht“ strahlend dunkelrot auf noch strahlender erscheinendem violetten Grunde, in echtem Amarantholz¹⁾ blutrot auf intensiv goldig erstrahlendem Grunde, im brasilianischen Rosenholz (*Physocalymma scaberrimum* (Ph. floridum) dunkelbräunlich auf hellem Grunde, wobei die „hellen Streifen des aparten Holzes in silbergoldiger Fluoreszenz-Farbe“²⁾ leuchten, im Fichtenholz¹⁾ gelb auf blauem Grunde.

Da auch Strahlen, die durch Glas durchgehen, die Fähigkeit besitzen, im Holze die Bildung auf besondere Art fluoreszierender Stoffe auszulösen, gelang es „bereits vor Ostern 1931, UV.-Bilder dadurch in Fichtenholzscheiben zu erzeugen, daß auf entsprechend vorbereitete Brettchen Negative aufgelegt und diese dann dem Sonnenlichte ausgesetzt wurden. Nach entsprechender Exposition sieht man dann nach Wegnahme des Negativs im Strahlenbereiche des Analysenansatzes“ der k. H.-S. „das Positiv in Fluoreszenzfarben.“³⁾

Im Rahmen des vorliegenden Artikels bleibt jedenfalls

XIV. die Rot-, Braun- und Gelb-Fluoreszenzschrift bei Edelhölzern und Fichtenholz

ein weiterer Beleg für die Kunst, mit strahlender Energie in Pflanzengut Beschriftungen hervorzurufen.

Brünn, am 6. Juli 1933.⁴⁾

¹⁾ s. Richter O. (V.) I. c. S. 142, 145, 152.

²⁾ s. Richter O. (V.) I. c. S. 147.

³⁾ s. Richter O. (V.) I. c. S. 154/5.

⁴⁾ Mit in der 1. Druckkorrektur am 29. August 1933 in Schatzlar durchgeführten Ergänzungen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn](#)

Jahr/Year: 1933

Band/Volume: [65](#)

Autor(en)/Author(s): Richter Oswald

Artikel/Article: [Durch strahlende Energie in Pflanzen hervorgerufene Beschriftungen. 68-80](#)