

	Seite
III. Verhalten Reservestärke enthaltender Pflanzenorgane sowie von technischer Stärke i. Strb. d. k. H.-S.	181
Eine sinnfällige, neuartige Vorführung der Lichtreaktion, beziehungsweise der Nachweis der Entbindung einer oxydierenden Substanz durch die von der k. H.-S. ausgehenden Strahlen	181
Die Versuchsanordnung mit Kartoffelscheiben und mit Kartonen	181
Die Ergebnisse	182
Deren Zusammenfassung	183
Erklärungsversuche	183
Versuche mit Glasbedeckung	184
Ältere Versuche mit lebenden und toten Kartoffeln und deren Verhalten bei Behandlung mit Jodjodkalium	185
Der scheinbare Widerspruch zu den Angaben der Literatur und eigenen Befunden über Hydrolysierung von Stärke im Strb. d. k. H.-S.	186
Zusammenfassung dieser Befunde	187
Eine neue Versuchsanstellung mit kolloider Kieselsäure zur Demonstration der Hydrolysierung des Stärkekleisters im Strb. d. k. H.-S.	187
IV. Verhalten von an Anthokyan und an Karotin reichen Pflanzenorganen im Strb. d. k. H.-S.	188
Beobachtungen an Blumenkronen, Blüten- und Laubblättern	189
Beobachtungen an den Schaublättern von <i>Poinsettia pulcherrima</i> Graa	190
Ein durch reichliche Karotinbildung ausgezeichnetes Versuchsobjekt, der Paradiesapfel, <i>Solanum Lycopersicum</i> , in seinem Verhalten bei Bestrahlung mit d. k. H.-S.	191
V. Nekroseverfärbungen, hervorgerufen durch die Strahlen d. k. H.-S.	192
Literatur	192
Eigene Versuche	192
VI. Lignin und Vanillin im Strb. d. k. H.-S.	194
Lignin	194
Vanillin	194
Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse der Arbeit	195
Erklärung der Abbildungen	203

Einleitung.

In einer größeren Arbeit über Photolyse und Photosynthese in ihrer Anwendung auf Hölzer¹ habe ich bereits die außerordentliche Verwendbarkeit der von der Firma Quarzlampen-Ges. in Hanau erzeugten künstlichen Höhensonnen (k. H.-S.) für die Entbindung von Gerbstoff aus Holz dargetan und zeigen können, daß die gleiche Fähigkeit, wenn auch in wesentlich geringerem Maße, dem Sonnen- und dem Tageslichte eignet. Diese Auffindung und ganz besonders der Umstand, daß die durch die Bestrahlung lokalisiert entwickelten Gerbstoffmengen mit Eisensalzen in grauer bis schwärzlichgrauer, in bestimmten Fällen — bei Einlassen des zu bestrahlenden Holzes mit Ferrizyankalium — mit grüner Farbe reagierten, führten zur Erzeugung von Photographien in Hölzern.¹

Während dieser Untersuchungen ließ sich bei Schablonenversuchen mit der k. H.-S. wiederholt in $\frac{1}{2}$ ^h der Effekt am Versuchsobjekt erzielen, der z. B. von Kluyver 1911² mit der von ihm verwendeten kleinen Quarzquecksilberlampe (Q.-Q.-L.) erst nach 55- bis 60stündiger Bestrahlung erreicht werden konnte.

Derartige Feststellungen führten förmlich zwangsläufig dazu, die verschiedensten Vorgänge in der Pflanze, die man überhaupt noch nicht, aber auch solche, die man schon im Strahlenbereiche der kleinen Q.-Q.-L. verfolgt hatte, im Strb. der modernen k. H.-S. neuerlich zu überprüfen, wobei sich, wie gleich gezeigt werden soll, wiederholt ganz überraschende Ergebnisse einstellen.

¹ Richter O., 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 künstlicher Höhensonne, mit Sonnen- und diffusem Tageslichte.

III. Einige Beiträge zum Verhalten der Holzsubstanz bei der Bestrahlung mit der künstlichen Höhensonne. Zeitschrift für Angewandte Botanik, Jg. 1932, Bd. XIV, Heft 2, p. 110.

Derselbe, Photographien in Hölzern. Ein Beitrag zum Vergrauungsproblem. HDI-Mitteilungen des Hauptvereines deutscher Ingenieure in der Tschechoslowakischen Republik, Jg. 1931 (Heft 8 u. 9).

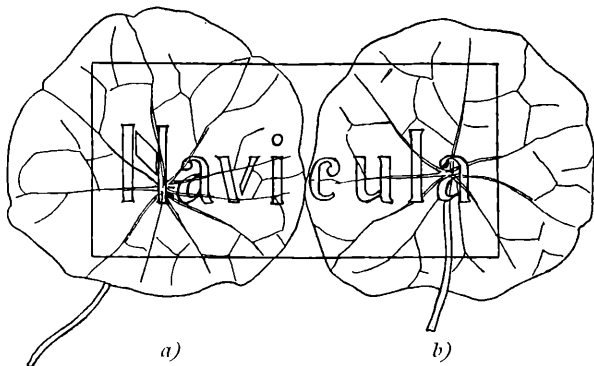
² Kluyver A. J., Beobachtungen über die Einwirkung von ultravioletten Strahlen auf höhere Pflanzen. Sitz.-Ber. der kais. Akad. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Abt. I, CXX. Bd., 10. H., p. 1137, 1911.

So stand bereits das Resultat der ersten Bestrahlung grüner Blätter der Kapuzinerkresse (*Tropaeolum majus*) mit der k. H.-S. zur herrschenden Anschauung, das Chlorophyll sei sozusagen absolut UV.-fest, in krassestem Widerspruche und führte damit zu Versuchsreihen, die zu prüfen hatten:

I. Das Verhalten des Chlorophylls im Strahlenbereiche der künstlichen Höhensonne, insbesondere vor der herbstlichen Verfärbung der Blätter.

1. Unterschiede im Verhalten des Chlorophylls im Sommer- und Herbstblatte bei Bestrahlung mit der k. H.-S.

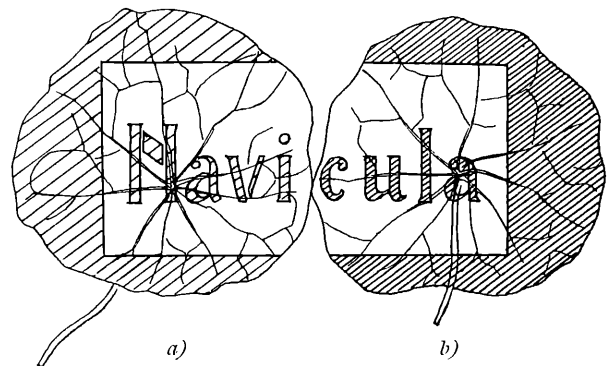
Die erste Bestrahlung zweier von einem sehr schattigen Platze¹ des Krankenhausgartens in Schatzlar eben entnommener Blätter von *Tropaeolum majus* fand nach Bedeckung mit Lichtschablonen am Dienstag, den 22. VIII. 1929, 10^h bei 36 cm Distanz von der k. H.-S. statt und währte $\frac{1}{2}$ h. Unmittelbar nach Beendigung der Bestrahlung erschien das Wort »Licht« prachtvoll hellgelb auf grünem Grunde — ein



Textfig. 1. Versuchsanstellung.

- a) Blatt von *Tropaeolum* mit der Oberseite nach oben,
b) detto, mit der Unterseite nach oben, für die Bestrahlung bereit gelegt.

Das Rechteck: Die gemeinsame, beide Blätter bedeckende Schablone »Navicula«.



Textfig. 2. Der Fluoreszenzeffekt nach $\frac{1}{2}$ h Bestrahlung am Nachm. des 31. X. 1930.

- a) zeigt die Buchstabenfolge »Navi« und die Schablonenumgebung hellgoldgelb.
b) läßt die Buchstabenfolge »cula« und die Schablonenumgebung tiefgoldgelb hervortreten.

Das Schablonengebiet beider Blätter leuchtet dabei samttrot.

mit der k. H.-S. im August ungemein rasch ausführbarer, anschaulich wirkender »Vorlesungsversuch« über die **Zerstörbarkeit des Chlorophylls durch die von der k. H.-S. ausgehenden Strahlen** (siehe Abb. 15 der Taf. I).

Das gleiche Ergebnis zeigten weitere 3 Blätter der gleichen Pflanze am 25. VIII. 1929 mit den Schablonen »Licht« und »O«, »R« (s. Abb. 15) und am 22. VIII. 1929 ein *Pelargonium*-Blatt, endlich im Juni 1931 ausgeführte Versuche mit jungen *Robinia-Pseudacacia*-Blättern (siehe Abb. 30 der Taf. II) und mit den hellen Teilen der reitenden Blätter von *Iris florentina* (siehe Abb. 35 der Taf. II, oben).²

Am 31. X. 1930 wurden mit der neuen k. H.-S. des eigenen Institutes mit 9 bis 10 cm breiten, alten, sehr kräftigen Blättern der Kapuzinerkresse die Schatzlarer Befunde des Jahres 1929 überprüft. Vormittags wurden 12 Stück, deren Stiele tropfnasses Filtrierpapier eingewickelt waren, nach Bedeckung nur von deren Oberseite mit Zinkblechschablonen bei rund 36 cm Entfernung von der Lampe der Bestrahlung durch die k. H.-S. ausgesetzt.

Bei den Versuchen am Nachm. des gleichen Tages kamen 8 weitere Blätter in Verwendung, von denen mit der Oberseite auf die Unterlage gelegt wurden, so daß die Lichtschablonen auf ihre der k. H.-S. zugekehrten Unterseiten zu liegen kamen, die 6 anderen aber so zusammengefügt wurden, daß von ihnen stets das eine Blatt die Ober-, das zweite die Unterseite der k. H.-S. zuwandte. In dieser Lage erfolgte die Bedeckung mit einer gemeinsamen großen Schablone, z. B. »Navicula« oder »Nitzschia«, ehe die Exposition stattfand (vgl. Textfig. 1 u. 2).

¹ Vgl. p. 166 und Fußnote 1 der p. 173.

Sofort nach der Bestrahlung erschienen die Buchstaben, also die den Strahlen der k. H.-S. ausgesetzt gewesenen Blattflächen bei diesen *Iris*-Blättern gelb auf grünem Grunde. Nach $\frac{1}{2}$ Tag Aufenthalt im feuchten Raume am Nordfenster wurden sie grün und hoben sich dann, stärker grün gefärbt, gegen die Umgebung ab. Als später feuchten Raume im Lichte die grüne Gesamtnachdunklung erfolgte, erschienen die Buchstaben auf den *Iris*-Blättern wieder gelb auf grünem Grunde.

Ebenso wurden alte und junge, grüne und bereits sattrot verfärbte Blätter des Weines (*Vitis vinifera*), endlich grüne Blätter der Akelei (*Aquilegia* sp.) gleichzeitig mit den Kapuzinerkressenblättern der Bestrahlung durch die k. H.-S. ausgesetzt.

Bei der vormittägigen $\frac{3}{4}^h$ -Exposition traten bei 3 Blättern von *Tropaeolum* deutlich, bei weiteren 2 Blättern derselben Pflanze nur andeutungsweise in mattgelber Farbe unmittelbar nach der Bestrahlung die Beschriftungen hervor. An den restlichen Kapuzinerkressen- war ebenso wie bei den Wein- und Akeleiblättern direkt keine Veränderung, außer allenfalls ein leichtes Anwelken feststellbar.

Am Nachm. zeigte kein einziges Blatt, das bloß $\frac{1}{2}^h$ bestrahlt wurde, nach der Beendigung der Bestrahlung und Wegnahme der Schablonen irgendwelche Reaktion.

Wie verkehrt es aber gewesen wäre, aus diesem scheinbar oder mit spärlichen Ausnahmen fast negativen Befunden auf einen in seiner Gesamtheit negativen Ausfall der Überprüfung der Schatzlarer Ergebnisse von 1929 an *Tropaeolum*-Blättern zu schließen, bewies nun die Betrachtung der bestrahlten Blätter im Strahlenbereich des Analysenansatzes der k. H.-S.: Auf leuchtend samtrotem Grunde strahlten in goldgelber Fluoreszenzfarbe die Buchstaben dem Beobachter entgegen. Ebenso waren die Areale um die Schablonen goldgelb. Der Fluoreszenzbefund zeigt sonach, daß die bekannte rote Fluoreszenz der Chlorophyllkörner¹ in ihrer Gesamtheit als eine leuchtend samtrote Farbe nur in jenen Blattpartien in Erscheinung treten konnte, wo das Chlorophyll vor der Bestrahlung durch die k. H.-S. geschützt war.

Die bestrahlten Blattstellen bewiesen durch ihre goldige Fluoreszenz, daß, da sie eben nicht mehr rot fluoreszieren konnten, ihr Chlorophyll verändert — vielleicht zerstört worden sein mußte.² Und so wird in diesen Fällen der Fluoreszenzbefund eine Handhabe dafür, auch dort die stattgehabte Veränderung im Chlorophyll nachzuweisen, wo sie ohne Analysenansatz nicht in Erscheinung trat.

Überaus lehrreich waren in dieser Hinsicht auch die in Textfig. 2 dargestellten $\frac{1}{2}^h$ -Bestrahlungserfolge der von der Ober-, bzw. Unterseite bestrahlten Kapuzinerkressenblätter. Bei den von der Oberseite aus bestrahlten Blättern war, wie die bloß schwach goldgelbe Fluoreszenz der Buchstabenareale und der Schablonenumgebung bewies (a), die Chlorophyllzersetzung weit weniger vorgeschritten als in den von der Unterseite her bestrahlten Blättern (b), deren sattgoldgelb leuchtende Buchstaben- und Schablonenumgebungsflächen einwandfrei zeigten, was schon Kluyver und nach ihm Ursprung und Blum und viele andere mit UV.-Strahlen arbeitende Autoren erkannt hatten, daß die untere Epidermis dem Zugriff der UV.-Strahlen einen wesentlich geringeren Widerstand entgegensetzen vermag als die obere — in unserem Falle durch das Fluoreszenzlichtbild im Strahlenbereiche des Analysenansatzes der k. H.-S. aber in neuartiger Form nachgewiesen.

Der Widerstand, den speziell die Zellen der oberen Epidermis der Passage der UV.-Strahlen bereiten, bietet wohl auch die einfachste Erklärungsmöglichkeit für den Unterschied im Ausfall der Bestrahlungserfolge mit der k. H.-S. im Schatzlarer Krankenhause 1929 und der mit der neuen in meinem Institute in Brünn im Jahre 1930 an *Tropaeolum*-Blättern erzielten Ergebnisse. Denn in Schatzlar wurden 1929 im August von einem schattigen (!) Standorte genommene jugendliche Blätter zum Experimente verwendet. In Brünn standen am 31. X. 1931 vorläufig nur große ausgewachsene Sonnenblätter zur Disposition, die sonach um ein Erkleckliches dickwandigere Epidermen ausgebildet haben mußten. Was endlich die direkt sichtbare Verfärbung der Buchstaben in ein mattes Gelbgrün oder Gelb anlangt, so könnte sie entweder durch die bei alten Blättern nach $\frac{1}{2}$ - bis $\frac{3}{4}^h$ -Bestrahlung erst einsetzende Zerstörung des Chlorophylls oder vielleicht in einer Lockerung in dem Zusammenschlusse der Chlorophyllkomponenten am 31. X., also in der Mitte des Herbstes, eine befriedigende Erklärung finden.

¹ Gickelhorn J., Die Fluoreszenz der Chlorophyllkörner. Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Abt. I, 135. Bd., 1926.

² Es wäre natürlich auch daran zu denken, daß im bestrahlten Areale gelb fluoreszierende Substanz, etwa ein Ferment, aufgetreten sei (vgl. hierzu die p. 169).

Was nun noch die Blätter der anderen Pflanzen anlangt, so ergab die vormittägige $\frac{3}{4}^h$ -Bestrahlung am 31. X. 1930 bei den grünen Weinblättern zweifellos den Chlorophyllzerstörungserfolg, der sich durch goldgelbe Fluoreszenz der Buchstaben gegenüber der blutroten der bedeckt gewesenen mit dem unversehrten Chlorophyll versehenen Blattflächen verriet. Nach der $\frac{1}{2}^h$ -Bestrahlung am Nachm. war im Strahlenbereiche des Analysenansatzes noch keine Beschriftung in den grünen Weinblättern zu entdecken. Die Blätter erschienen vielmehr zur Gänze in blutrotem Fluoreszenzlichte.

Die schon durch Anthokyan rot gewordenen Blätter des Weins zeigten weder nach der vormittägigen $\frac{3}{4}^h$ - noch nach der $\frac{1}{2}^h$ -Bestrahlung des Nachm. irgendeine Fluoreszenz. Vorm. und nachm. erwiesen sich die Akeleiblätter — vorm. die bei der Bestrahlung von der Ober-, nachm. die bei Bestrahlung von der Unterseite — als vorzügliche Versuchsobjekte, die ähnlich wie *Tropaeolum*-Blätter die Buchstaben wieder goldgelb auf wohl infolge des Wachsüberzuges samtrotem Untergrunde hervortreten ließen.¹

Was aber alle diese Versuche, ob sie nun die Zerstörung des Chlorophylls sofort nach der Bestrahlung durch Auftreten der gelben Farbe in den Buchstabengebieten oder erst im Strahlenbereiche des Analysenansatzes verraten, weiter interessant macht, ist der durch alle erbrachte Nachweis, daß die von der k. H.-S. ausgehenden Strahlen in vielen Fällen schon binnen $\frac{1}{2}^h$ durch die Oberhaut hindurch ins Chlorophyllparenchym gelangt sein mußten. Beide Tatsachen, die Zerstörung des Chlorophylls und das Durchtreten der Strahlen durch die Oberhautzellen, die noch durch auf p. 174 kurz zu behandelnde, im Herbst des Jahres 1929 im Kinderspitale und im Physikalischen Institute der Deutschen Technischen Hochschule in Brünn durchgeführte Versuche sehr lehrreiche Ergänzungen erfuhren, sind um so beachtenswerter, als bisher nahezu alle Autoren, die sich mit den einschlägigen Fragen in neuerer Zeit beschäftigten, stets ausdrücklich das Unversehrtbleiben des Chlorophylls bei UV.-Bestrahlung hervorhoben.

So hat Schulze² selbst nach 60 Min. langer Bestrahlung mit 2·4 Amp. primären Stromkreise »bei *Spirogyra*, *Cladophora*, *Nitella* und *Tradescantia* keine Entfärbung durch das Licht von 280 $\mu\mu$. Wellenlänge«³ beobachten können, eine Feststellung, die Kluyver (l. c. p. 1154 u. f.) für um so beweiskräftiger hält, als »bei diesen Versuchen die Gewißheit existiert, daß die Strahlen das Chlorophyll tatsächlich erreichen«.³ Denn auch nach Kluyver war »nirgends bei grünen Blättern eine Abnahme der Intensität der grünen Farbe«³ zu »beobachten«.³ »Bestrahlte und unbestrahlte Teile« zeigten »niemals einen Unterschied«. »Dringen« ja doch nach Kluyver »die ganz kurzwelligen³ Strahlen nicht bis ins Blattgrünparenchym«³ und obwohl »die übrigen ultravioletten Strahlen« »dies« »wohl tun« können, »muß eine Zersetzung des Chlorophylls« nach Kluyver (p. 1154) »bestimmt verneint werden«.³ Aber auch an aus alkoholischem Chlorophyllextrakt eingetrocknetem, bestrahltem und wieder gelöstem Chlorophyll war in Kluyver's Versuchen (p. 1154), gleiches Volumen des 80% Alkohols vorausgesetzt, »keine Änderung«³ zu beobachten gewesen, weder in der Intensität der Farbe noch in dem Absorptionsspektrum dieser Rohchlorophylllösung.⁴

¹ Da bei einer $\frac{1}{2}^h$ -Bestrahlung von schon blaue Herbstverfärbungen aufweisenden Akeleiblättern die Schablonenbuchstaben sofort nach der Bestrahlung in grüner Farbe auf vergilbtem Grunde zu sehen waren, — daß es sich hiebei um Chlorophyll handelte, bewies der alkoholische Extrakt —, erwächst meiner Meinung nach für den Experimentator die Forderung, bei einschlägigen Experimenten auch auf das Entwicklungsstadium der zum Versuche verwendeten Blätter zu achten.

² Schulze Joh., Über die Einwirkung der Lichtstrahlen von 280 $\mu\mu$. Wellenlänge auf Pflanzenzellen. Beihefte Z. Bot. Zentralblatt, Bd. XXV, 1. Abt., p. 30, 1910, siehe besonders p. 61.

³ Von mir gesperrt. Vgl. auch p. 192, 11. Z. des Kleindrucks.

⁴ Eine Feststellung, die zu gleicher Zeit von J. Stoklasa (»Über den Einfluß der ultravioletten Strahlen auf die Vegetation«, Sitz.-Ber. d. kaisl. Akad. d. Wiss., math. naturw. Kl., Abt. I, Bd. CXX, p. 195, 1911) gemacht worden ist und die Stoklasa auf Grund von unter Mitwirkung von E. Senf, Fr. Strauk und W. Zdobnický unternommenen Versuchen »Über den Einfluß der ultravioletten Strahlen auf die Vegetation«, Centralbl. f. Bakteriologie usw., 2. Abt., 31. Bd., 1912, p. 477 bis 483 (10. Zeile von unten) für Keimlinge und p. 487 (7. Zeile von unten) für Chlorophylllösungen auch 1912 noch energisch vertritt.

Auch A. Ursprung und G. Blum (»Über die Schädlichkeit ultravioletter Strahlen«, Ber. d. Deutschen Bot. Ges., 35. Bd., 1917, p. 400/1) erwähnen in ihrer Arbeit nichts von einer Zerstörung des Chlorophylls. Abgesehen von einer Bestätigung der schon 1911 von Kluyver (l. c., p. 1148) gemachten Beobachtung, daß die chlorophyllreichen Spaltöffnungs-Schließzellen gegen UV.-Strahlen widerstandsfähiger sind als die chlorophyllfreien Zellen derselben Epidermis, und der Feststellung, daß auch beim etiolierten Blatte von *Vicia sativa* die Widerstandsfähigkeit der Spaltöffnungs-Schließzellen die der übrigen Oberhautzellen übertrifft, verglichen Ursprung und Blum eigentlich nur das Verhalten grüner und etiolierter *Vicia*-Blätter mit dem Ergebnis, daß »sich die Zellen der grünen Blätter« gegen UV.-Strahlen »als widerstandsfähiger erwiesen als die nicht grünen. Umgekehrt waren bei panachierten Pelargonienblättern die weißen Partien widerstandsfähiger«. Auch nehmen die beiden Autoren Stellung gegen eine Deutung Hertel's (Über die Beeinflussung der Organismen durch Licht, speziell durch die chemisch wirkenden Strahlen. Zeitschr. f. allg. Physiologie, 4. Bd., 1904), der, ganz abgesehen von der Resistenz des Chlorophylls, wie

Um so mehr muß nach dieser Zusammenstellung der die Zerstörung des Chlorophylls durch UV.-Strahlen für unmöglich erklärenden oder die Schutzwirkung dieses wichtigen Stoffes betonenden Äußerungen bekannter Autoren in bezug auf meine oben geschilderten und die noch zu behandelnden Befunde an Blättern eine Beobachtung von Bierry und Larguier de Bancel¹ an einer Rohchlorophylllösung interessieren, die »bei fortgesetzter Bestrahlung mit zwei² Quarzlampen eine Entfärbung der alkoholischen Chlorophylllösung beobachtet haben.«²

2. Der eigenartige Verlauf des Vergilbungsprozesses nach vorgängiger Bestrahlung der herbstlichen Blätter mit der künstlichen Höhensonne.

So wie (vgl. p. 186) der durch die UV.-Strahlung ausgelösten Hydrolyse der Stärke und dem damit Hand in Hand gehenden Farblosbleiben der bestrahlt gewesenen Flächen bei Zusatz von Jodlösungen zu den stärkehaltigen Objekten eine durch eine neu gebildete, lokal entwickelte, oxydierende Substanz bedingte Dunkelblaufärbung gerade der bestrahlten Flächen durch aus JK abgespaltenes, beziehungsweise durch in Lösungen gebotenes Jod gegenübersteht (vgl. p. 181), so ergab sich bei den Studien über das Verhalten des Chlorophylls im Strahlenbereiche der k. H.-S., daß auch hier einer in Abschn. I/1 erwiesenen Zerstörung des Farbstoffes speziell in im Hochsommer von schattigem Platze geernteten Blättern ein Erhaltenbleiben dieses wertvollen Stoffes im auf den herbstlichen Chlorophyllabbau eingestellten Laubblatte gerade in den von den UV.-Strahlen getroffen gewesenen Blattflächen, also z. B. den von den Schablonen freigelassenen Buchstabenarealen, gegenübersteht.

Nach der auf p. 166 beschriebenen Analysenansatzkontrolle der mit der k. H.-S. bestrahlt gewesenen *Tropaeolum*-Blätter wurden diese in eine große Glasschale, deren Boden mit Wasser bedeckt worden war, gegeben und an einem tagsüber öfters geöffneten Nordfenster³ stehen gelassen. Sie waren also bis zum Besichtigungstag, Freitag, den 7. XI. 1930, dem diffusen Tageslichte trüber Novembertage ausgesetzt gewesen.

Versuchs- und Kontrollblätter waren zur herbstlichen Verfärbung übergegangen. Bei den Versuchsblättern leuchteten aber dem Beobachter die Beschriftungen auf strahlend gelbem Grunde in sattestem Grün entgegen. Die gelb gewordenen Subschablonengebiete wieder stachen kontrastreich von dem bestrahlt gewesenen, nun sattgrün leuchtendem Blattgrunde ab (vgl. Abb. 5 und 1 der Taf. I). Dabei traten dort, wo bei von der Unterseite her bestrahlt gewesenen Blättern der Blattstiel für die UV.-Strahlen der k. H.-S. ein undurchdringliches Hindernis gebildet hatte, Blattstiel-»Schatten« auf, die als scharf begrenzte gelbe Streifen das sattgrün gebliebene Gebiet durchziehen (vgl. Abb. 10 der Taf. I). Sehr klar kam auch die Beschriftung bei den p. 166 geschilderten Blattpartien zum Vorschein, die in ihrer Schärfe unschwer die zusammengehörigen Blätter erkennen ließen, wobei stets ein weitgehender Abbau des Chlorophylls in den während der UV.-Bestrahlung bedeckt gewesenen Blattflächen bei den von der Unterseite her bestrahlten Blättern festgestellt werden kann (siehe Abb. 1, 2, 3 und 11 der Taf. I).

Ein Erklärungsversuch für dieses Erhaltenbleiben des Chlorophylls in den von UV.-Strahlen getroffen gewesenen Flächen während der herbstlichen Verfärbung könnte nun einen Zusammenhang konstruieren 1. mit Stahl's Untersuchungen⁴ und meinen Beobachtungen⁵ über das Erhaltenbleiben von Chlorophyll bei *Salisburnia* Ginkgo u. a. Blättern,⁴ beziehungsweise im Parenchym von Ahornblättern⁵ in *Nitocolletis*-Minen, bei denen jeweilig eine Unterbrechung der Kommunikation der

später auch Schulze, fand, daß »bei *Elodea* und *Vallisneria* die Schädigungen chlorophyllhaltiger Zellen« als solcher »geringer sind, wenn neben den ultravioletten auch noch sichtbare Strahlen einwirken«. Hertel's Deutung, die nämlich darin gipfelte, »daß die Ultraviolettbeschädigung auf einen Sauerstoffentzug beruhen soll, dem durch die Sauerstoffbildung bei der Assimilation entgegen gearbeitet würde«, lehnen Ursprung und Blum (p. 401) auf Grund ihrer Beobachtungen an *Pelargonium*-Blättern und den »chlorophyllarmen Nervenzellen« von *Elodea*-Blättern in dieser allgemeinen Fassung ab und glauben durch die »Annahme einer verschiedenen Widerstandsfähigkeit des Plasmas« gegen die UV.-Strahlen den gegebenen Verhältnissen viel besser Rechnung zu tragen.

¹ Comptes rendus de l'Akad. des Sc. de Paris, 153, 124 (1911), zit. nach Kluyver, p. 1155.

² Von mir gesperrt.

³ Neben unbestrahlt gebliebenen, ähnlich untergebrachten Kontrollblättern.

⁴ Stahl E., Zur Biologie des Chlorophylls. Verl. von Gustav Fischer in Jena, 1909.

Richter O., Über das Erhaltenbleiben des Chlorophylls in herbstlich verfärbten und abgefallenen Blättern durch Tiere. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten, XXV Bd., VII. H., p. 385 (1915).

Siebröhren die Abwanderung der Abbauprodukte des Chlorophylls verbietet. Auf unseren Fall angewendet, könnte man sich denken, daß durch die UV.-Strahlung die in den Siebröhren befindlichen Substanzen gefällt und damit an einem Weitertransporte verhindert oder daß die Siebteile der Gefäßbündel zur Gänze getötet würden, womit gleichfalls ganz im Sinne von Stahl¹ und den von mir¹ gemachten Beobachtungen an *Nitocolletis*-Fraßspuren im Ahornblatt der Abbau des Chlorophylls und die Abwanderung seiner N-haltigen Komponente unmöglich gemacht erschiene, womit die Erscheinung ganz im Sinne der Deutung von Molisch² für Stahl's Befunde (siehe p. 170) als der Chlorophyllerhaltung zugute kommender Stauungserfolg der organischen Substanzen anzusehen wäre.

Die 2. Erklärungsmöglichkeit wäre den Erfahrungen über das Verhalten der Fermente³ gegenüber den UV.-Strahlen zu entnehmen, die uns zeigen, daß insbesondere Diastase eine recht bedeutende Empfindlichkeit gegenüber UV-Strahlen aufweist (vgl. p. 177). Wäre nun der herbstliche Abbau des Chlorophylls auch auf ein Ferment, gewissermaßen eine »Chlorophyllase«,⁴ zurückzuführen, das durch die UV.-Strahlen bei nicht zu langer Einwirkung zum Abbau des Chlorophylls in dessen Komponenten verstärkt angeregt würde, bei längerer intensiver Bestrahlung aber durch die UV.-Strahlen der völligen Zerstörung anheimfiele, so daß es seinen Abbauaufgaben nicht mehr gerecht werden könnte, so wären mit dieser Annahme alle in den Figuren 5 und 15 der Taf. I und 30 und 35 (oben) der Taf. II samt den in den Ausführungen der p. 165/6 hervortretenden scheinbaren Widersprüchen befriedigend erklärt.

Ist die mitgeteilte Annahme zutreffend, so könnte die gewissermaßen explosionsartig einsetzende Zerstörung des Chlorophylls im relativ zarteren Blatte des August im Hinblick auf die durch keine dickwandigere Epidermis behinderte Wirkung der UV.-Strahlen unaufhaltsam bis zur vollständigen irreparablen Zerstörung des grünen Anteils im Rohchlorophyll führen und das Xanthophyll und Karotin allein übrig lassen. Im herbstlichen dickwandigen Blatte könnte aber wieder nach anfänglicher Lockerung der durch die infolge der größeren Dicke der Epidermis weniger wirksamen UV.-Strahlen nicht vollständig erfolgten Scheidung der Rohchlorophyllkomponenten, deren weitere Trennung infolge der völligen Zerstörung der Chlorophyllase, die diese auch durch Fluoreszenzdifferenzen sich verratende Lockerung eingeleitet hätte, aufgehalten werden oder wieder zurückgehen und sich dann durch Erhaltenbleiben des Rohchlorophylls in den bestrahlt gewesenen Buchstabengebieten gegenüber den gelb gewordenen bedeckt gewesenen Blattflächen grün bis sattgrün abheben.⁵

Daß diese Chlorophyllbeeinflussung des herbstlichen Blattes auf die Strahlen der k. H.-S. < 300 μ , zurückzuführen ist, beweisen Versuche von Montag, den 10. XI. 1930, bei denen wieder Schablonen mit Glas- (Objektträger und Deckgläschen-) Bedeckung verwendet oder bei denen die *Tropaeolum*-Blätter nur mit Objektträgern oder Deckgläschen bedeckt wurden, die zum besseren Aufliegen wiederholt eine Belastung mit Gewichtchen des Wagesatzes erfuhren.

Die Temperatur während des Versuches betrug nach 10 Min. 35° C., nach 15 Min. 37°, nach 17 Min. 39°, nach 30 Min. 40° und nach $\frac{3}{4}$ h 44° C. Bei anderen derartigen Versuchen stieg die Temperatur infolge Zugluftherzeugung nicht über 35° C. Gleich nach Beendigung des Versuches waren leichte Gelbfärbungen nur in den von den UV.-Strahlen direkt getroffen gewesenen Blattstellen zu sehen, nicht unter den Schablonen und unter den Objektträgern, Deckgläschen und Gewichtchen.

¹ Loc. cit., p. 168.

² Vgl. die Fußnote 5 der p. 170.

³ Die Idee, daß meine Ergebnisse über die Erhaltung des Chlorophylls im Buchstabenareale bei herbstlich sich verfärbenden Blättern auf ein Ferment zurückzuführen wurde zuerst von meiner wissenschaftlichen Hilfskraft, Ingenieur G. Schoblik, geäußert.

⁴ Wobei hervorgehoben sein mag, daß sich diese Bezeichnung mit dem Begriffe der von Willstätter (vgl. Fußnote 4 der p. 180) gefundenen Chlorophyllase, die nur die Phytolabspaltung bewirkt, nicht vollkommen deckt (l. c., p. 251).

⁵ Daß die gleichen Erscheinungen auch von Glashauss- und Zimmerpflanzen abgebrochene Blätter zeigen können, beweisen das in Abb. 37 in Taf. II dargestellte mit der Ziffernschablone »9« bei der Bestrahlung durch die k. H.-S. ausgestattet gewesene Laubblatt der *Poinsettia pulcherrima* Graa. und die mit einer gemeinsamen Schablone bedeckten, von der Ober-, beziehungsweise Unterseite bestrahlten Blätter von *Calla palustris* L. der Abb. 11 der Taf. I, bei denen man alles über den herbstlichen Chlorophyllabbau von durch die k. H.-S. bestrahlt gewesenen Blättern von *Tropaeolum* Gesagte wiederholen könnte. Auch bei am 1. VII. 1931 zu Bestrahlungsversuchen verwendeten Blättern von bewurzelten *Tropaeolum*-Pflanzen und von bewurzelten Busch- und Feuerbohnen konnten bei nachheriger Unterbringung im feuchten Raume die gleichen Erscheinungen nachgewiesen werden. Über bei ihnen beobachtete, wohl mit der frühen Jahreszeit zusammenhängende Besonderheiten wird noch O. berichtet werden.

Die leicht gewelkten Blätter wurden zur Erholung sofort in eine mit Glasdeckel verschließbare große Glasschale gegeben. Die Kontrolle der Fluoreszenzerscheinungen konnte diesmal erst nach $6\frac{1}{4}$ h und nicht unmittelbar nach Beendigung des Versuches wie am 31. X. 1930 besorgt werden. Von Differenzen in den Fluoreszenzfarben war nichts zu bemerken. Die Blätter zeigten zur Gänze samtrote Fluoreszenz. Das spricht im Hinblick auf den p. 166 erwähnten Versuch für eine Regeneration des durch Bestrahlung geschädigten Chlorophylls, eine Anschauung, die durch einen in der Fußnote 8 dieser Seite angeführten Versuch ihre Bestätigung fand.

Der herbstliche Chlorophyllabbau war einwandfrei am Donnerstag, den 13. XI. 1930, teils in seinen Anfängen, teils bereits recht vorgeschritten feststellbar. Am 13. und 14. XI. erfolgten die diesbezüglichen photographischen Aufnahmen (vgl. Abb. 2, 4, 6, 7, 8, 10, 12 der Taf. I sowie Abb. 37 der Taf. II und deren Erklärung auf p. 203 u. 208). Sie zeigen, daß wieder in den von der k. H.-S. bestrahlt gewesenen Blattflächen das Chlorophyll nicht abgebaut wurde, wohl aber in den bedeckt gewesenen. Neu und interessant ist nun diesmal das Verschwinden der Grünfärbung auch in den von Glas (Objektträgern und Deckgläschen) bedeckt gewesenen Blattflächen. Die Überprüfung der Fluoreszenzerscheinungen solcher den herbstlichen Chlorophyllabbau nach erfolgter Bestrahlung mit der k. H.-S. zeigender Blätter ergab samtrote Fluoreszenz der direkt bestrahlt gewesenen Flächen. Was während der Bestrahlung geschützt war, erscheint rosarot, ausgenommen die gelblich schimmernde Äderung, ein Fluoreszenzanalyseergebnis, das in seiner Anschaulichkeit auch gegen Sachs'¹ von Mer,² Stahl,³ Swart⁴ und Molisch⁵ abgelehnte Auffassung, das Chlorophyll wandere als solches in den Nervenbahnen, und für die speziell von Molisch 1918 geäußerte Anschauung von der Wanderung weitgehender Abbauprodukte des Chlorophylls im Siebteil spricht. Die rosarote Fluoreszenz im Abbaubereich ist dabei offenbar als Beweis dafür anzusehen, daß in den gelblich oder gelb gewordenen, von Schablonen oder Glas bedeckt gewesenen Blattflächen zur Zeit der Beobachtung im Bereiche der Strahlung des Analysenansatzes immer noch Spuren unzersetzten Chlorophylls vorhanden waren.

Die auf p. 166 erwähnten Akeleiblätter zeigten nach der Aufbewahrung in der feuchtgehaltenen, bedeckten Glasschale zur Zeit der Abbaueffekte in den *Tropaeolum*-Blättern die Buchstaben in samt-dunkelvioletter Farbe auf vergilbtem Grunde (Abb. 33 der Taf. II). Bei Betrachtung im Strahlenbereiche des Analysenansatzes der k. H.-S. erschienen die Buchstaben leuchtend dunkelviolet auf hellblauem Grunde: wobei um jeden violetten Buchstaben ein strahlend hellblauer auch vom übrigen hellblauen Grunde sich abhebender Streifen zu sehen war, als umgebe jeden Buchstaben eine Zone⁶ einer auffallend fluoreszierenden Substanz.

An diese Erscheinung erinnerte nun auch bei dem früher beschriebenen *Tropaeolum*-Blätter-Versuche die bei Tageslicht sichtbare Zonenbildung⁶ um die dunkelgrün gebliebenen Buchstaben. Bei den *Tropaeolum*-Blättern waren (vgl. Abb. 3 und 4 der Taf. I) am 13. schmale, am 15. XI. breite, karotengelbe, scharf begrenzte, auch in den Photographien klar hervortretende Chlorophyll-»Abschmelz-zonen« zu sehen, die dafür sprechen, daß gerade in der nächsten Nähe der bestrahlt gewesenen Blattflächen die hypothetische »Chlorophyllase«⁷ nach der Bestrahlung am intensivsten zu wirken scheint.

Ein am Freitag, den 14. XI. 1930 unternommener, demjenigen vom 10. XI. analog ausgestatteter, auch für die Überprüfung des Anteils der Strahlen $< 300 \mu\mu$ an der Chlorophyllasezerstörung bestimmter Versuch wurde nach der $\frac{3}{4}$ h währenden Bestrahlung der *Tropaeolum*-Blätter durch die k. H.-S. und der sofort besorgten Analyse Strahlenbereiche des Analysenansatzes der k. H.-S.⁸ in der Weise fortgesetzt, daß die 1. Gruppe der Versuchsblätter in ein Glas, dessen Boden mit etwas

¹ Sachs J., Beiträge zur Physiologie des Chlorophylls. Flora, 1863, p. 201.

² Mer E., La glycogénèse dans le règne végétal. Bulletin de la société botanique de France 1873, tome XX.

³ Stahl E., Zur Biologie des Chlorophylls, I. c.

⁴ Swart N., Die Stoffwanderung in ablebenden Blättern. Jena 1914, p. 68.

Molisch H., Über die Vergilbung der Blätter. Sitz.-Ber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien, math.-naturw. Kl., Abt. I, 127. Bd., 1. Heft, p. 24, 1918.

⁶ Diese Zonen fielen zuerst bei meinen Versuchsobjekten meiner wissenschaftlichen Hilfskraft, Herrn Ingenieur Gustav Schoblik auf.

⁷ Vgl. Fußnote 4, p. 169.

⁸ Mit dem Ergebnis, daß auch dort, wo man mit freiem Auge sofort nach der Bestrahlung keine Unterschiede in der Färbung in bestrahlten und bedeckt gewesenen Arealen im Sinne einer Verfärbung der bestrahlten Gebiete ins Gelbgrüne feststellen konnte, gelbe Fluoreszenz der Buchstabenflächen auf samtrottem Grunde den Beginn der zersetzenden Wirkung der UV.-Strahlen der k. H.-S. auf das Chlorophyll verriet, ein neuer Beleg dafür, daß beim letzten Versuche vom 10. XI.

Wasser bedeckt war, gegeben und, mit Glassturz bedeckt, am Nordfenster im Lichte aufgestellt wurde, die 2. Gruppe, im übrigen wie die erste adjustiert, außer dem Glassturz noch eine Bedeckung mit einem Dunkelsturz erhielt und die 3. Gruppe sofort nach der Bestrahlung und Fluoreszenzanalyse siedendes Wasser geworfen und darauf mit Äthylalkohol behandelt wurde, um das Rohchlorophyll zu extrahieren, worauf am 18. XI. diese 3. Gruppe nach neuerlichem Aufkochen in destilliertem Wasser der Stärkeprobe unterzogen wurde.¹ Nur in 3 von den 7 Versuchsblättern war eine schwache Stärkeprobe zu sehen, bei 2 mit Schablonen bedeckt gewesenen Blättern und einem, das mit Objektträger und Deckglas bedeckt gewesen war. Diese hoben sich heller gegen die dunkler gefärbten, schwach stärkehaltigen Blattflächen ab. Bei den anderen Blättern waren die Buchstaben mit Mühe zu erkennen. Da die Blätter schon am Abend des Vortags geerntet wurden (vgl. Fußnote 1), also über Nacht eine längere Verdunklung eintrat, ist dieses matte Assimilationsergebnis nach den Ausführungen der p. 172, 176 und 179 nicht weiter verwunderlich.

Da Gruppe 1 und 2 in der 2. Frostnacht vom 14. zum 15. XI. an einem nur mit den äußeren Flügeln geschlossenen Nordfenster des Institutes standen, zeigten sie begreiflicherweise am 15. XI. im Hinblick auf die niedrige Nachttemperatur nur eine geringe, wenn auch deutliche Veränderung.² Schon traten im Licht- und Dunkelversuche in den Blättern die dunkelgrün gefärbten Buchstabenhälften in den mit Objektträgern zur Hälfte bedeckt gewesenen Schablonenarealen auf. Im Laufe des 15. XI. begannen im Licht- und Dunkelversuche die p. 168 geschilderten Abwanderungsphänomene in den während der Bestrahlung von Schablonen, Objektträgern, Deckgläsern, Gewichten oder Blattstielen bedeckt und geschützt gewesenen Blattflächen, und zwar in gleicher Weise im Licht und im Dunkeln. Am 16. XI. vorm. waren bereits die hellgelben Objektträger- und Deckglasfiguren scharf abgegrenzt auf tiefgrünem Untergrunde im Lichtversuche zu erkennen. Der Dunkelversuch schien überraschenderweise nicht das gleiche »Chlorophyllabwanderungstempo« einzuhalten. Erst am Dienstag, den 18. XI. 1930 war ganz im Sinne von Molisch³ die ausgesprochen fördernde Wirkung der Dunkelheit auf den Chlorophyllabbau in den während der UV.-Bestrahlung bedeckt gewesenen Flächen festzustellen, nicht in den von UV.-Strahlen getroffenen. Die nicht bestrahlt gewesenen Flächen waren also fast alle im Dunkelversuch bereits gelb, im Lichtversuch waren, abgesehen von dem in der Abb. 4 der Taf. I dargestellten Erfolge, fast ausschließlich erst die gelben Abschmelzzonen um die Buchstaben zu sehen.

Diese den Chlorophyllabbau ausgesprochen zeigenden Blätter wurden nun am 18. XI. 1930 im Sinne der grundlegenden Erfahrungen von Molisch⁴ mit nachfolgendem Ergebnisse den Eiweißproben unterworfen:

1. Xanthoproteinsäurereaktion (mit verdünnter Salpetersäure: 1 Vol. käuflicher konzentrierter Salpetersäure und 2 Vol. destilliertes Wasser). Schwachgelbe Färbung nach wenigen Minuten in den Buchstaben- und sonstigen bestrahlt gewesenen, vor der Extraktion mit Äthylalkohol grün gebliebenen Blattflächen. Die von Objektträgern und Deckgläsern bedeckt gewesenen Flächen erschienen hellgelb auf dunkelgelbem Grunde. Beim nach $\frac{1}{2}$ bis 1^h erfolgten Übertragen in verdünntes NH_3 (1 Vol. käufliches NH_3 und 2 Vol. Wasser) in 10 Min. alle stärker in HNO_3 gelb gefärbt gewesenen Partien intensiv kanariengelb.
2. Biuretprobe: Mit 5% CuSO_4 (1 bis 4^h) und 10% wässriger KOH: In einem Falle gaben alle bestrahlt gewesenen vor der Extraktion mit Alkohol grün gebliebenen Blattpartien gleich

das vollständige Versagen der Fluoreszenzanalyse 6 $\frac{1}{4}$ ^h nach erfolgter Bestrahlung auf ein Zurückgehen der durch die Bestrahlung eingeleiteten Zerstörung des Chlorophylls zurückzuführen war. Daß an einer geringen Anzahl von Blättern auch diesmal sofort nach der Bestrahlung nur samtrote Fluoreszenz zu sehen war, dürfte mit einer derberen Konsistenz von deren Epidermis zusammengehangen haben.

¹ Hiezu sei betont, daß die Blätter nicht wie sonst erst früh unmittelbar vor Versuchsbeginn, sondern mit Rücksicht auf die in der Nacht vom 13. XI. auf den 14. XI. unerwartet einsetzenden Nachtfröste glücklicherweise am Abend des 13. XI. geschnitten und mit den Stielen in Wasser, mit feuchtem Tuche bedeckt, über Nacht in einem kühlen Raume im Dunkeln aufbewahrt wurden.

² Führten doch nach H. Molisch (Über die Vergilbung der Blätter, l. c., p. 12 [14]) alle seine 1918 unternommenen Versuche »zu dem übereinstimmenden Resultat, daß höhere Temperatur die Vergilbung in hohem Grade beschleunigt«. »So wirkt eine Temperatur von etwa 27°, verglichen mit einer von 5 bis 10°, außerordentlich vergilbungsfördernd.« Daher wurde auch der Versuch am 15. XI. nahe dem Fenster ins warme Zimmer zurückgenommen.

³ »Begünstigt« doch nach Molisch (l. c., p. 6 [8]) »Abschluß von Licht in hohem Grade die Vergilbung der Blätter«.

⁴ Molisch H., Die Eiweißproben, makroskopisch angewendet auf Pflanzen. Zeitschr. für Botanik, 8. Jahrgang (1916), Heft 2, p. 124.

nach dem Zutritt der KOH eine deutlich violette Farbe. In allen anderen Fällen war die Farbe mehr graubraun.

3. Millon'sche Probe: Die gekochten und durch Alkohol vom Chlorophyll befreiten Blätter zeigen nach $1\frac{1}{2}$ bis 1^h Aufenthalt in Millon's Reagens nur in den bestrahlt gewesenen, nicht in den von Schablonen oder von Glas geschützt gewesenen Stellen intensiv ziegelrote Färbung (vgl. Abb. 37 der Taf. II).¹

Es war also durch den Ausfall der Eiweißreaktionen bestätigt, was nach dem ursprünglichen Aussehen und der mikroskopischen Untersuchung der herbstlich verfärbten Blätter zu erwarten gewesen war, daß in den bei der Bestrahlung grün gebliebenen Stellen ganz im Sinne der Erfahrungen von Molisch von dem Vorhandensein der »Hauptmasse des Eiweißes der Blätter in den Chromatophoren« beim Vergilben von Blättern unter verschiedenen Bedingungen (p. 131) auch die Hauptmenge des Eiweißes in den bestrahlt gewesenen Partien aufgehäuft und damit lokalisiert blieb und daß, da in den von Schablonen, Gläsern und Gewichten geschützt gewesenen, später vergilbten Stellen, die Eiweißprobe versagte oder nur spurenweise gelang, ein proteolytisches Enzym die Lösung und den Abbau des Eiweißes besorgt haben mußte, das seinerseits wieder durch die UV.-Strahlung zerstört worden sein muß. Unterließ es doch dieses derart nachgewiesene Ferment, in den bestrahlt gewesenen Arealen eine analoge Arbeit zu leisten, obwohl es vor der Bestrahlung, wie der Analogieschluß fordert, auch in den ungeschützten Gebieten vorhanden gewesen sein dürfte.

Die mikroskopische Untersuchung der der Eiweißprobe unterzogenen Blätter bestätigte übrigens die haarscharf gezogenen Grenzen zwischen bestrahlt und nicht bestrahlt gewesenen Blattflächen.

Die Befunde mit Gruppe 3 und deren auf p. 171 gegebene Darstellung führen nun unmittelbar zu der auf p. 164 angeführten Problemstellung bezüglich der Überprüfung der Wirkung der UV.-Strahlung auch auf die autochthone Stärke und geben mir Gelegenheit, den historischen Faden meiner Ausführungen wieder aufzunehmen.

II. Assimilation im Bereiche der UV.-Strahlen < 300 μ .

Das Verhalten der autochthonen Stärke im Sommer- und Herbstblatte bei Bestrahlung mit künstlichen Höhensonnen und anderen Quarzquecksilberlampen.

Nicht minder groß wie die Überraschung beim Auftreten der Vergilbung der Beschriftung im chlorophyllgrünen Blatt infolge der Bestrahlung durch die k. H.-S. im Versuche vom 22. VIII. 1929 (siehe p. 165) war diejenige, die sich am Tage nach der Bestrahlung bot, als die Durchführung des Stärkenachweises mit der Sachs'schen Jodprobe 1. den neuerlichen Beweis erbrachte, daß die Strahlen der k. H.-S. die Epidermis des *Tropaeolum*-Blattes passiert hatten, und daß 2. in den bestrahlt gewesenen Blattflächen, also als Folge der Bestrahlung durch die k. H.-S., autochthone Stärke aufgetreten war.

Die Dienstag, den 22. VIII. 1929 in Schatzlar bestrahlten *Tropaeolum*-Blätter wurden nämlich nach kalter Extraktion des Chlorophylls mit 96% Alkohol am 23. VIII. nach dem üblichen Aufkochen der über Nacht weiß gewordenen gehärteten Blätter der Sachs'schen Jodprobe unterzogen.

Der Erfolg war: sattest blauschwarze Färbung der Buchstabenfolge »Licht« und der Schablonenumgebung auf fast weißem Grunde. Nur die Gefäßbündel traten durch die Stärkereaktion der Gefäßbündelscheidenzellen noch blau hervor (Abb. 20 der Taf. I, oben).

Dieser im Hinblick auf die Ausführungen der p. 186 und 187 zunächst recht überraschende Befund erklärt sich bezüglich der Nichtblaufärbung der Subschablonenpartien der *Tropaeolum*-Blätter aus

¹ Ersetzt man das Millon'sche Reagens zunächst durch destilliertes Wasser und spült den entstandenen Niederschlag ab, setzt dann dem destillierten Wasser Äthylalkohol zu, schüttet den neu entstehenden Niederschlag neuerdings ab und fügt reinen Äthylalkohol zum Präparate, so ist man in der Lage, schließlich in Alkohol ein in der Farbe beständiges Schaupräparat herzustellen.

dem Schattenstandorte der Kapuzinerkresse, von der sie stammten;¹ wobei es immerhin auffällt, daß die den ganzen Morgen währende diffuse Beleuchtung¹ nicht ausgereicht hatte, halbwegs beachtenswerte, mit der Jodprobe nachweisbare Stärkemengen zu erzeugen. Um so auffälliger wirkt demgegenüber der bereits oben erwähnte Umstand, daß nach nur $\frac{1}{2}$ stündiger Bestrahlung mit der k. H.-S. an genau den gleichen Stellen, wo, wie früher (p. 165) gezeigt wurde, das Chlorophyll eine Zerstörung ins Gelbe erfuhr, in den Buchstaben des Wortes »Licht« und in der Schablonenumgebung, satteste Stärkeprobe auftrat.

Besteht doch ein krasser Widerspruch, 1. in der Zerstörung des Chlorophylls und in dessen scheinbar gesteigerter assimilatorischen Leistung; 2. in der Kürze der Zeit, in der die assimilatorische Leistung durch die k. H.-S. vollbracht wurde und der Länge der Zeit, in der diffuses Tageslicht ohne Stärkebildungserfolg auf die Blätter wirkte. Es ist endlich 3. der Parallelismus beachtenswert, der zwischen dem Ausfall der Jodprobe bei den p. 181, 185 u. f. zu besprechenden Kartoffelversuchen und den eben geschilderten Befunden über eine anscheinend stattfindende Reizwirkung der Strahlen der k. H.-S. auf die Chloroplasten im Sinne beschleunigter Assimilation vorhanden ist. Ein derartiger Parallelismus erschiene um so interessanter, als J. Stoklasa² und W. Zdobnický² 1910 fanden, »daß durch Einwirkung ultravioletter Strahlen auf Kohlensäure und Wasserstoff in statu nascendi bei Gegenwart von Kaliumhydroxyd eine Photosynthese vor sich ging und daß sich der gebildete Formaldehyd bei Vorhandensein von Kali zu Zucker kondensierte« (p. 195/6) und daraus (p. 196) schließen zu dürfen glaubten, daß »die reine Kohlensäure in der chlorophyllhaltigen Zelle durch den naszierenden Wasserstoff nicht reduziert« wird, sondern daß »die Reduktion durch das Kaliumbikarbonat, das in seiner Entstehung begriffen ist, in der Zelle stattfindet«. »Bei Gegenwart von Kali« kondensiere sich dann »der Formaldehyd zu Kohlenhydraten«.³

Da meine Abreise von Schatzlar im Jahre 1929 Versuche mit Auflage von Gläsern zur Ermittlung der Strahlen, die für die Chlorophyllzerstörung und die Assimilationsleistung dieser zerstörten Chlorophyllpartien bei der Kapuzinerkresse verantwortlich zu machen seien, unmöglich machte,⁴ trachtete ich schon 1929 hier in Brünn mit Quarz-Quecksilber-Lampen, die mir im physikalischen Institute⁵ unserer Hochschule und im Kinderspital⁵ zur Verfügung standen, 1. die im Schatzlarer Krankenhause erzielten Ergebnisse wieder zu erhalten und 2. in dem angedeuteten Sinne zu ergänzen. Nur die Versuche mit der k. H.-S. der Firma Heräus im Kinderspital führten zunächst zu positiven Ergebnissen.

Die betreffende Pflanze wuchs im Schatten eines vorspringenden großen Ziersteines im Krankenhausgarten und war somit auch noch um 10^h vorm. der Direktbestrahlung durch die Sonne entzogen. Immerhin waren die Blätter seit 6^h früh guter diffuser Beleuchtung ausgesetzt gewesen.

Julius Stoklasa, Über den Einfluß der ultravioletten Strahlen auf die Vegetation. Sitz.-Ber. d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Bd. CXX, Abt. I, 1911, p. 195, und

Julius Stoklasa und W. Zdobnický, Photochemische Synthese der Kohlenhydrate aus Kohlensäureanhydrid und Wasserstoff in Anwesenheit von Kaliumhydroxyd, in Abwesenheit von Chlorophyll. Ebenda, CXIX. Bd., Abt. IIb, 1910, p. 1123. Dieselben, Biochemische Zeitschrift, 30. Bd., 6. H., 1911.

³ Nicht mit Unrecht hat daher den damaligen Erfahrungen entsprechend schon 1911 (p. 1155) und noch viel klarer 1913 Kluver A. J., (»Ist man berechtigt, die mit dem ultravioletten Lichte der Heräuslampe erzielten photochemischen Ergebnisse auf die bei der Pflanze im Sonnenlichte vor sich gehenden Prozesse ohne weiteres übertragen?« Österr. botan. Zeitschr., Jg. 1913, Nr. p. 2/3) Stoklasa's Versuchen und Deduktionen gegenüber betont, daß man ihnen »erst dann die« von Stoklasa zugeschriebene physiologische Bedeutung beilegen könnte, wenn gezeigt würde, daß auch die im Sonnenlichte vorhandenen Strahlen eine derartige Kohlenhydratsynthese bewirken. In einer zweiten Publikation [Biochem. Zeitschr., 41, p. 333 (1912)] habe »Stoklasa die Quarzplatte durch eine Glimmerplatte ausgewechselt«, die aber immer noch 600% von den Strahlen von 350 bis 240 μ und 10 bis 30% von den kurzwelligen durchlasse. »Erst wenn« sich »Stoklasa entschließen könnte, seinen Apparat mit einer dünnen Glasschicht zu bedecken und dann noch mit Hilfe irgendeiner starken Lichtquelle die Photosynthese bewirken könnte, erst dann würde man berechtigt sein, aus seinen Versuchen auf die Verhältnisse in der Natur im Sonnenlichte rückzuschließen.« Die Atmosphäre lasse eben »normalerweise Strahlen mit einer Wellenlänge < 300 μ nicht durch, daher sei man in allen Fällen, wo man die Hauptwirkung der Quarzlampe den äußersten ultravioletten Strahlen mit einer Wellenlänge < 300 μ zuschreiben muß, da diese Strahlen im Sonnenlichte eben nicht vorkommen, nicht berechtigt, chemische Prozesse, die vom Lichte der Quecksilberlampe in Quarzapparaten bewirkt werden, auch für die in der Natur vor sich gehenden Erscheinungen verantwortlich zu machen«. (Sperrungen von mir.)

⁴ Von Versuchen, die mit Sonnenblumenblättern dieser Richtung Schatzlar noch durchgeführt wurden, wird später (p. 192) die Rede sein.

⁵ Herrn Prorektor Prof. Dr. Erwin Lohr und Herrn Primarius MUDr. K. Bittner spreche ich auch hier für die Überlassung der Q.-Q.-L., beziehungsweise der k. H.-S. für diese Versuche meinen verbindlichen Dank aus.

Auch diese Lampe war wesentlich schwächer als die in Schatzlar. Denn sie war vor dem Zeitpunkte meiner Versuche schon 3 Jahre ständig im Gebrauch gestanden. Die Versuchsblätter wurden auf 35 cm Entfernung in zwei Serien am 24. IX. 1929 (Dienstag ab 5 nachm. bis $3\frac{3}{4}$ h abends in der in der folgenden Tabelle wiedergegebenen Weise bestrahlt. Die um $3\frac{3}{4}$ h nachm. geernteten Blätter der Serie I hatten vor der Exposition lediglich in der Tasche beim Transport ins Kinderspital eine Verfinsterung von nur 1 h mitzumachen, die der Serie II wurden morgens vor 7 h geerntet und mit ihren Stielen im Wasser in völliger Dunkelheit bis zur Exposition vor der k. H.-S. um 5 h nachm. belassen, waren also 10 volle Stunden verfinstert, ehe sie bestrahlt wurden.

Protokoll über den Versuch mit der k. H.-S. des Kinderspitals am 24. IX. 1929 ausgesetzten Tropaeolum-Blättern.

Nr.	Behandlungsart	Aussehen nach Extraktion des Chlorophylls und erfolgter Jodprobe	Bemerkung
1	Schablone O; 10 Min. bestrahlt	O sattschwarz auf grauschwarzer Lamina, Nerven (Ne) und Stiel (St) tiefschwarz	Ad 1 bis 8, vgl. hiezu Abb. 18 der Tafel I.
2	Schablone R; 15 Min. bestrahlt	R sattschwarz auf grauschwarzer Lamina, sonst wie bei 1	
3	Objektträger; $\frac{1}{2}$ h bestrahlt	Objektträgerzone: Spur Stärkeprobe, Ne dunkel; St und Lamina um den Objektträger sattest schwarz	
4	Deckglas mit Gewicht; 1 h bestrahlt	Deckglaspartie leichte Stärkeprobe, Lamina um das Deckgläschen, Ne und St sattest schwarz	
5	Schablone: »Licht«; 1 h bestrahlt (2 Blätter, a, b)	a) Nur die Beschriftung, Ne und St sattschwarz, sonst nichts; b) auch die unbestrahlte Lamina leicht schwarz, sonst wie 5a	Ad 6. Unmittelbar nach der Bestrahlung erschien L dunkelgrün. Das h und t der Schablone kamen nicht mehr auf das kleine Blatt.
6	Schablone: »Licht« mit Deckglas über i und c; 2 h bestrahlt	L, der i-Punkt und der obere Teil des C sattschwarz, ebenso Ne und St; sonst nichts	
7	Objektträger; 2 h bestrahlt	Objektträgerpartie völlig hell. Die Lamina ringsherum und Ne und St tiefschwarz	Ad 8. Das Blatt war zu klein.
8	Schablone: Traubenzucker; 2 h 5 Min. bestrahlt	Buchstabenfolge »Traub« tiefschwarzblau. Ein Teil der Blattlamina dunkel; Ne und St tiefschwarz	

Beim Versuche mit Blättern der Serie II bei analoger Bedeckung mit Schablonen mit und ohne Deckgläschen-, beziehungsweise Objektträgerauflage und mit Bestrahlungen von der Ober-, beziehungsweise Unterseite kamen Bestrahlungszeiten von 1 h 10 bis 1 h 42 Min. in Anwendung. Das Ergebnis war bezüglich der Jodprobe durchaus negativ. Ebenso fielen alle Versuche mit Erdbeerblättern, Blättern des echten Weins und von *Ampelopsis*, ob sie nun den Tag über vorbelichtet waren, also der Serie I angehörten oder tagsüber verdunkelt waren (Blätter der Serie II), durchaus negativ aus¹ und ergänzten damit die am 20. IX. 1929 mit Blättern von Kapuzinerkresse (*Tropaeolum majus*), echtem Wein (*Vitis vinifera*) und wildem Wein (*Ampelopsis Veitschii*) im Physikalischen Institut unserer Hochschule unternommenen negativ ausgefallenen Versuche, wo morgens $3\frac{3}{4}$ h geerntete, bis 10 h vorm. feucht und dunkel aufbewahrt gewesene Blätter der genannten Pflanzen bei 36 bis 42 cm Entfernung von der kleinen Q.-Q.-L. des Institutes 5, 15, 20 und 75 Min. der UV.-Bestrahlung ausgesetzt worden waren.

Neue Experimente im Physikalischen Institute, bei denen auf bis 8 cm Distanz mit den mit Schablonen bedeckten Kapuzinerkressenblättern an die Q.-Q.-L. herangerückt wurde, bei denen also die Bestrahlungsintensität um ein Vielfaches vergrößert erschien, zeigten dagegen nach vorgängiger $\frac{1}{2}$ - bis 1 h Bestrahlung nach dem Erfolg der Jodprobe — auf die Buchstaben beschränkte schwache Stärkereaktion, besonders bei Betrachtung vor dunklerem Hintergrunde, gegen den sich die vor der Bestrahlung geschützt gewesenen Flächen heller abhoben — eine ausgesprochene Angleichung an die Erfolge mit der k. H.-S. des Kinderspitals.

¹ Beachtenswert war das Auftreten des Wortes »Licht« sofort nach Beendigung der 2 h 5 Min.-Bestrahlung in einem rötlich verfärbten Weinblatte infolge Zerstörung des Anthokyans (vgl. IV, p. 188).

² Hervorzuheben ist, daß auch bei diesen am 24. IX. 1929 durchgeführten Versuchen die Blätter den ganzen Tag in meinem Garten dem diffusen Tageslicht im Schatten von Bäumen ausgesetzt waren. Auch wurde unmittelbar nach der Bestrahlung der Buchstabe L, beziehungsweise das ganze Wort »Licht« sichtbar. Der Eindruck, den das grüne Blatt bot, war der, als wäre der Wachsüberzug der Blattunterseite in den Buchstaben weggelöst worden. Es war aber unmöglich, durch Untertauchen unter Wasser durch auf die bedeckte Schablonenpartie beschränkte totale Reflexion des Lichtes diese Deutung zu stützen.

Die am Dienstag, den 1. X. 1929 mit der Q.-Q.-L. des Physikalischen Institutes bei 68 Volt und 1·8 Ampere und einer Entfernung von 5 und 8 cm von der Lampe durchgeführten Versuche mit Blättern von *Tropaeolum majus*¹ berücksichtigten nun noch die Wirkung von Deckglas-, Objektträger-, Quarz- und Uvetglasbedeckung für das Zustandekommen der mit der Jodprobe nachweisbaren Differenzen in den Stärkemengen von Schablonen bedeckten und von ihnen unbedeckt gelassenen Blattpartien.

Dabei kamen die Lichtschablone mit einem Deckglas über den Buchstaben *i* und *c* in 8 cm (Versuch II) und die Schablone *O* mit gleichzeitiger Bedeckung des Blattes mit Quarz- und Uvetglasfilter in 5 cm Entfernung von der Lampe (Versuch I) in Anwendung. Diese Schablone lag derart über den beiden Platten aus Quarz- und Uvetglas, daß das *O* quer halbiert erschien, wobei die die Quarzplatte deckende Hälfte oberhalb des Blattstielansatzes zu liegen kam. Bei Versuchsschluß zeigten nach der Chlorophyll-extraktion die in 5 cm Entfernung gehaltenen Blätter matte bis gute Stärkereaktion im »L«, in dem »i«-Punkte, in dem vom Deckgläschen unbedeckt gebliebenen Teil des »c« und im »h«. Das »l« kam nicht mehr auf das kleine Blatt. Vom »O« war recht erheblich dunkelgefärbt nur die obere vom Quarz bedeckt gewesene Hälfte. Die übrige Blattfläche blieb hell. Alle anderen Versuche zeigten keine Stärkeprobe.² Die Expositionsdauer betrug bei Versuch I 1^h, bei Versuch II 3/4^h. Beide Experimente scheinen im Vereine mit der in Fußnote 2 behandelten Kontrollversuchsserie zu beweisen, daß die Sonne Ende Oktober nicht mehr ausreicht, um bei *Tropaeolum*-Blättern die letzte Phase des Assimilationsvorgangs, die Stärkebildung, auszulösen (vgl. hiezu p. 176, 178 und 179).

Aus den im Schatzlarer Krankenhaus, im Brünner Kinderspital, im Physikalischen und nun auch in meinem Institute durchgeführten Bestrahlungsversuchen mit UV.-»Licht« geht sonach einwandfrei hervor:

1. Daß der Erfolg des Versuches in erster Linie von der Intensität der UV.-Strahlen abhängt. Da nun die gleichzeitige Aufstellung und Exposition zahlreicher, einander gegenseitig kontrollierender Versuche nur dann möglich wird, wenn die Intensität der UV.-Strahlen auch noch in einer Entfernung von etwa 36 bis 42 cm ausreichend groß ist, um die Strahlen bis zum Chlorophyll durchdringen zu lassen, was aber nur bei den großen mit Reflektoren ausgestatteten künstlichen Höhensonnen erreicht werden kann, wird der Versuchserfolg eine Funktion der zur Verfügung stehenden Q.-Q.-L. und damit der fortschreitenden Verbesserungen der Q.-Q.-L. durch die Firma Quarzlampen-Ges. in Hanau.
2. Daß auch die mir in Brunn 1929 zur Disposition gestandene stärkste Heräus-Lampe, die k. H.-S. im Kinderspital, nachweisbar nur die eine Leistung der in Schatzlar benützten k. H.-S. Nr. 37.365 bei zahlreichen Blättern der Kapuzinerkresse und einem Blatte des Weines zu vollbringen imstande war — die Schaffung der Bedingungen für eine auf die bestrahlten Partien beschränkte Jodstärkeprobe als gleichzeitigen Beweis für die Durchdringung der Epidermis durch ihre Strahlen, daß sie aber außerstande war, eine sichtbare chlorophyllzerstörende Wirkung auszuüben.³
3. Daß es die durch Glas, Objektträger und Deckgläser, abfiltrierbaren Strahlen der Wellenlängen < 300 $\mu\mu$ sind, denen die die Jodstärkeprobe ermöglichende Leistung zukommt (vgl. die scharfen Begrenzungen der unter den Gläsern gelegenen Blattflächen durch die Jodprobe in Abb. 18 der Taf. I).⁴

¹ Alle zum Versuche benutzten Blätter waren wieder den ganzen Tag bis 4^h nachm. in meinem Garten an ihren zugehörigen Pflanzen im Schatten von Bäumen dem diffusen Tageslicht ausgesetzt gewesen.

² Das Ausbleiben der Stärkeprobe bei diesen 3/4^h bestrahlt gewesenen Blättern scheint mir übrigens zu beweisen, daß die zum Versuche benutzten Blätter stärkefrei in Verwendung kamen, trotzdem sie an einem Oktobertage bis 4^h nachm. dem diffusen Tageslicht ausgesetzt worden waren. Ein zur Klärung der Frage nach dem Verhalten von *Tropaeolum*-Chlorophyll zum Sonnenlichte des Oktober durchgeführter großer Kontrollversuch, bei dem mit allen, insbesondere im Hinblick auf den starken Wind auch bezüglich der Feuchthaltung notwendigen Vorsichtsmaßnahmen (Belassen der Blätter an den entwurzelten kräftigen Pflanzen und Einhüllen des Wurzelsystems in sehr feuchtes Filterpapier) die Blätter auf dem Dache des Windfanges meines Hauses von 10^h bis 17^h am Sonntag, den 29. X. 1929 nach Bedeckung mit Zinkblechschablonen mit und ohne Glas-(Objektträger-, beziehungsweise Deckglas-)auflage dauernd dem Sonnenlicht exponiert wurden, ergab, ausgenommen bei einem ganz jungen Blättchen von etwa 1 cm² Flächeninhalt, das unbedeckt geblieben war und satteste Stärkeprobe zeigte, in den Blättern, die sofort nach Auseinandernehmen des Versuches der Chlorophyllextraktion und der Stärkeprobe unterworfen wurden, ein durchaus negatives Ergebnis der Jodprobe.

Ob also die Blätter nach dem Aufenthalt im diffusen Tageslicht im Freien an ihrer Pflanze durch Schablonen hindurch ohne oder mit teilweiser Glas-(Objektträger oder Deckglas-)bedeckung oder durch Glas (Objektträger oder Deckgläschen) hindurch oder ohne alle Bedeckung (Kontrollversuch) durch 7^h im Oktober der Sonnenbestrahlung ausgesetzt worden waren, die Stärkeprobe versagte bei allen.

³ Stand mir ja doch 1929 zur Kontrolle möglicher auf Zersetzung deutender Fluoreszenzerscheinungen kein Analysen-ansatz zur Verfügung.

⁴ Dabei ist es von entscheidender Bedeutung, daß die Blätter bereits längere Zeit (im Herbst in Brunn bis 3/4^h nachm., im August in Schatzlar bis 10^h vorm.) einer Vorbelichtung (im Herbst in Brunn vorübergehend auch durch Sonne, im Sommer in Schatzlar an schattigem Platz in diffusen Tageslicht) ausgesetzt sind, die die Jodstärkeprobe ermöglichende

Man gewinnt daher insbesondere bei entsprechender Berücksichtigung der in Fußnote 4, p. 175, hervorgehobenen Tatsachen den Eindruck, daß

- 4., falls jene die Jodprobe ermöglichende Wirkung der UV.-Strahlen $< 300 \mu\mu$ einer die Bildung autochthoner Stärke auslösenden Leistung, also einer Phase des Assimilationsprozesses entspräche, die beschriebenen Versuche geeignet scheinen, die Zusammensetzung des Assimilationsvorganges aus mehreren Phasen zu demonstrieren und zu zeigen, daß jene durch die UV.-Strahlen auslösbare Assimilationsleistung normalerweise nur dann eintritt, wenn das Tageslicht diesen Schlußakt bereits soweit vorbereitet hat, daß nur mehr die letzte Phase, die Stärkebildung, vom UV.-Lichte zu leisten wäre.

Wenn nun die im Sonnenlichte normalerweise fehlenden Strahlen $< 300 \mu\mu$ lediglich nur die Fähigkeit besäßen, unter Bildung einer oxydierenden Substanz (H_2O_2 ?) aus vorhandenem Wasser, wie die Versuche auf p. 181 bis 183 zeigen werden, in der Richtung der Kondensation von Zucker zu Stärke einzugreifen, so könnten sich geradezu

5. die UV.-Strahlen normalerweise mit ihrer chemische Umsetzungen auslösenden Energie nicht eher bemerkbar machen, bevor nicht Zucker vorläge und gewissermaßen die »Leukoplastenfunktion des Chlorophylls«, eine Art »Böhm'scher Leguminosenblattversuch«, zu besorgen wäre.¹

Im Einklang hiemit zeigte es sich, daß es a) bei vorbelichteten, noch stärkefreien oder schon geringe Mengen von Stärke enthaltenden Blättern in $1\frac{1}{2}^h$, ja in 15 und sogar in 10 Min. gelingt, stärksten Assimilationseffekt durch die Sachs'sche Jodprobe an den durch Glasplatten ungeschützten, den durch Glas, sogar von Deckglasdünne abfiltrierbaren UV.-Strahlen exponierten Stellen nachzuweisen, Versuchszeiten von einer Kürze, die gewiß Interesse verdienen.

Im Einklang mit der geäußerten Anschauung steht b) die Tatsache, daß eine Quarzplatte die für die Stärkebildung verantwortlich zu machenden Strahlen der Q.-Q.-L. passieren ließ, das Uvetglas sie aber absorbierte oder derart schwächte, daß sie nicht mehr zur Auswirkung gelangen konnten. Nun läßt Quarz die Strahlen $< 254 \mu\mu$ ² durch, während Uvetglas für die Strahlen $< 300 \mu\mu$ praktisch undurchlässig ist, dagegen solchen von 400 bis 300 $\mu\mu$ den Durchtritt gestattet und das Maximum der Durchlässigkeit für Strahlen von 360 $\mu\mu$ aufweist.³ Danach wäre nun auch⁴ für Strahlen $< 254 \mu\mu$ die Fähigkeit der Stärkebildung in vorgängig dem Tageslicht exponierten Blättern nachgewiesen.

Schließlich verdient insbesondere im Hinblick auf A. Ursprungs gegenteilige Äußerungen⁵ die Tatsache hervorgehoben zu werden, daß

6. unter den zur Anwendung gebrachten Blättern die der Kapuzinerkresse auch im Herbst, im September bis November, die für die Bestrahlungsversuche mit der k. H.-S. verwendbarsten

Leistung im Lichte der k. H.-S. Nr. 37.365 in Schatzlar, beziehungsweise der k. H.-S. des Kinderspitales in Brünn bei etwa 36 cm Entfernung, respektive bei 5 cm Distanz von der Q.-Q.-L. des Physikalischen Institutes der Deutschen Technischen Hochschule Brünn zeigen. Fielen doch die Kontrollversuche der zweiten Serie mit von 7^h früh bis 4^h nachm. verdunkelt gehaltenen Blättern durchaus negativ aus, obwohl die Blätter bis $11\frac{1}{2}^h$ der Bestrahlung durch die k. H.-S. ausgesetzt waren.

¹ Daß für eine derartige »Assimilationsleistung« der UV.-Strahlen der k. H.-S. die gewählten Bestrahlungszeiten übrigens auch für 9^h verdunkelt gehaltene Blätter lang genug gewesen wären, um Stärkebildung auszulösen, geht zweifellos aus dem Umstande hervor, daß die tagsüber vorbelichtet gewesenen Blätter schon nach 10 bis 15 Min. die Beschriftungen sattblauschwarz hervortreten ließen und man muß also schließen, daß die dauernd verdunkelt gehaltenen stärkefreien Blätter, die im UV.-»Lichte« der k. H.-S. zur Stärkebildung nicht zu bringen waren, sich eben nicht in jener Phase befanden, in der die UV.-Strahlen der k. H.-S. mit Stärkebildungserfolg einzugreifen in der Lage waren. Erst die Intensität der neuen Bach'schen k. H.-S. ermöglichte bei 3 von 7 abends geernteten und früh exponierten Blättern eine sehr schwache, mittels der Sachs'schen Jodprobe nachweisbare Stärkebildung, was übrigens auch mit der oben vorgetragenen Anschauung verträglich erscheint (vgl. hiezu p. 171).

»Nach A. Coehn und H. Becker, Z. El., 13, 545; C. 1907, II, 879 (zit. nach J. Houben, l. c., p. 929) geht die helle Hg-Linie 254 durch Quarz«, »geschmolzener Quarz der Heräuslampe« läßt nach Houben (p. 929) »Strahlen bis 185 $\mu\mu$ passieren«.

³ Jenaer Farb- und Filtergläser für Wissenschaft und Technik, Jenaer Glaswerk, Schott. und Gen. Durchlässigkeitskurven der Farb- und Filtergläser UG₁ 2 mm UV.-Spektrum.

⁴ Durch die im Physikalischen Institut der Deutschen Technischen Hochschule in Brünn im Jahre 1929 durchgeführten einschlägigen Versuche (vgl. p. 175).

A. Ursprung, Über die Stärkebildung im Spektrum. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1917, Jahrg. 35, Bd. 35, p. 44 bis 64. »Die Versuchspflanzen« von *Tropaeolum* »waren wenig geeignet«.

Blätter sind, denn sie haben offenbar unter den von mir in Anwendung gebrachten Blattsorten die relativ zarteste Epidermis und Kutikula (vgl. p. 165) und sind um diese Zeit trotz Belichtung durch das Tageslicht völlig oder fast völlig stärkefrei erhaltbar.

Wein- und *Ampelopsis*-Blätter enthalten aber im Herbst in den mittellalten und ältesten Blättern auch nach 9^h Verdunklung noch so viel Stärke, daß sie für Schablonenversuche über Stärkebildung minder geeignet werden und die ganz jungen zartesten stärkefreien Blättchen des Weins scheinen aus mir bisher unbekannten Gründen für die Beeinflussung durch die Strahlen der k. H.-S. im Sinne der Stärkebildung unverwendbar.

Diskussion über die mit der UV.-Bestrahlung erzielten und über die das Verhalten der UV.-Strahlen zur autochthonen Stärke betreffenden in der Literatur vermerkten Ergebnisse.

Ursprung und Blum (l. c., p. 402)¹ arbeiteten mit »stärkehaltigen²«, mit Deckgläschen bedeckten »*Phaseolus*-Blättern«.³ »Nach 2 Stunden war die Stärke unter dem Deckglas vollständig verschwunden,² in der übrigen Spreite aber in anscheinend unveränderter Menge erhalten.² Die Grenzlinie war ganz scharf und folgte genau dem Rande des Deckglases. Da nach Hertel und Aguillon⁴ »Diastase durch Wellenlängen unter 300 $\mu\mu$. in kurzer Zeit stark geschädigt wird« und danach nach Ursprung's und Blum's Meinung »bei 1- bis 2stündiger Bestrahlung unter« ihren »Versuchsbedingungen ein Verschwinden der Chloroplastenstärke kaum«, »wohl aber eine Schädigung der Diastase« »zu erwarten« war, deuteten beide Autoren den oben wiedergegebenen Versuchserfolg in der Weise, daß »die Diastase unter dem Deckglas, d. h. bei Ausschluß der schädlichen Wellenlängen unbeschädigt geblieben«² und »ihre Wirkung infolge der Temperaturerhöhung wohl noch gesteigert worden war«, »während sie außerhalb des Deckglases ganz oder doch zum größten Teile zerstört² worden« sein mochte. Dazu käme, »daß auch unter dem Deckglas keine Stärke neu gebildet² wurde, in erster Linie wohl infolge des Welkens und der relativ hohen Temperatur.«² Ein Vergleich dieser Beschreibung mit dem in Abb. 18 der Taf. I dargestellten Versuchserfolg läßt die Analogie ins Auge springen.

Merkwürdigerweise hat Ursprung gerade die aus Molisch's klassischen Untersuchungen⁵ als für Stärkebildungsstudien optimal geeignet erkannten *Tropaeolum*-Blätter abgelehnt.⁶

Mit ihnen wurde von Molisch gerade durch die Gewinnung des Stärkepositivs im Blatte der schlagendste Beweis für die Gültigkeit des Gesetzes $I^7 = \text{konstant}$ auch für den Assimilationsvorgang erbracht und damit, wie mir scheint, ein schwer zu entkräftendes Dokument gegen eine »Solarisation« im Blatte beigebracht, wie sie Ursprung (l. c., p. 57) annehmen zu müssen glaubt.⁸

Vielleicht waren die von Ursprung gewählten Versuchsbedingungen für seine *Tropaeolum*-Pflanzen unerträglich. Denn die »Versuchspflanzen« Ursprung's waren »fast ausschließlich im Zimmer kultivierte Topfexemplare von *Phaseolus multiflorus*, die sich glatt entstärkten und genügend Stärke bildeten« (p. 47). Bei dem mit einer »Küvette aus Jenaer Blau-Uviolglas, gefüllt mit wäßriger Lösung von Nitrosodimethylanilin, verbunden mit Quarzküvette mit Kupfersulfatlösung«, durchgeführten Versuche, bei dem der Bezirk λ 400 bis 280 $\mu\mu$. in Anwendung kam (p. 51), war die Versuchspflanze »*Phaseolus* im Dunkelmzimmer in einem lichtdichten Kasten eingeschlossen, dessen einziges Fenster mit dem Filter

¹ A. Ursprung und G. Blum, Über die Schädlichkeit ultravioletter Strahlen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1917, Bd. 35, p. 385, Jahrg. 35.

² Von mir gesperrt.

³ Lampendistanz 10 cm, Lichtquelle: kleine Q.-Q.-L. (2 Amp. 37 Volt) mit $5\frac{1}{2}$ m langem, 1 cm weitem Leuchtrohr.

⁴ Hertel, l. c., und Aguillon, Compt. rend., 1911, I, p. 398, zitiert nach A. Ursprung und G. Blum, l. c., p. 401/2.

⁵ Molisch H., Über die Herstellung von Photographien in einem Laubblatte. Sitz.-Ber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien, math.-naturw. Kl., 1914, Bd. 123, Abt. I, p. 923.

Siehe Fußnote 5, p. 176.

$I = \text{Intensität, } t = \text{Zeit.}$

⁸ Als entscheidenden Beweis für die Solarisation sieht Ursprung bekanntlich die durch Ausbleiben der Stärkereaktion in dem auf das Blatt geworfenen Spektrum oft gerade zwischen den Fraunhofer'schen Linien B und C, dem Platze des Hauptabsorptionsbandes des Chlorophylls, auftretenden, hellbleibenden Streifen an. Nun »erfolgt« aber nach Ursprung (l. c., p. 47) »die Orientierung im Blatt durch einen feinen Einschnitt oder besser feine Nadelstiche in der Mitte des Hauptabsorptionsbandes«. Doch »ist es« nach Ursprung (p. 47) »besser«, eine größere Zahl von Marken an verschiedenen Stellen des Spektrums anzubringen« (vgl. auch Fig. 1a und Taf. I der Arbeit und deren Erklärung, p. 69). Nun wird aber bekanntlich durch Verwundung Diastasebildung ausgelöst, deren Auswirkung die Stärkelösung den oberwähnten Streifen sein könnte. (Sperrungen von mir.)

bedeckt war«. Bekanntlich sind nun aber gerade Leguminosen im Laboratorium zu hydrolytischen Vorgängen geneigt und zeigen Anhäufungen von Zucker und Aminen.¹ Meine *Tropaeolum*-Pflanzen standen aber im Garten und ihre Blätter wurden zumeist erst unmittelbar vor der Exposition von der Pflanze abgeschnitten.

Im eben geschilderten Versuch »ließ sich« nach Ursprung (p. 51) »nach 11stündiger Bestrahlung mit einer kleinen Quecksilberbogenlampe« — mit λ 400 bis 280 $\mu\mu$ — »in den bestrahlten Teilen eine allerdings schwache, aber deutliche Stärkebildung nachweisen, die in den nicht bestrahlten Teilen desselben Blattes fehlte«.

Mit den »Cyanbanden des Kohlenbogens und mit der Quecksilberlampe« findet Ursprung in einem neuen Versuch »die ultravioletten Cyanbande λ 388 bis 386 $\mu\mu$ im Sinne der Stärkebildung deutlich wirksam«, dagegen führten »einige Versuche mit einer kräftigeren Quecksilberlampe, auch noch kurzweiligere Linien (zirka 313 $\mu\mu$) im Spektrogramm aufzufinden, zu keinem sicheren Resultat« (p. 52), »woran zum Teil die schädigende Wirkung schuld war«.²

In einem »unscharfen Zustand ließ sich auch das Spektrum des Hg-Bogens im Blattspektrogramm zirka von 560 $\mu\mu$ bis zu den intensiveren ultravioletten Linien bei zirka 365 $\mu\mu$ bei einer Bestrahlungsdauer von 13½ Stunden² verfolgen« (p. 52).³

Der besonders in der Fußnote 3 näher ausgeführte negative Ausfall der älteren Versuche Ursprung's in der Verfolgung der Assimilationsleistung bei Einwirkung von Strahlen $< 300 \mu\mu$ auf die Blätter dürfte nun wohl der Grund gewesen sein, warum Ursprung und Blum bei dem auf p. 177 wiedergegebenen Versuchsergebnisse mit Bohnenblättern das zweifellos höchst auffallende, nach 2^h Bestrahlung mit einer kleinen Q.-Q.-L. beobachtete Hervortreten des Deckglasareales in dem die Stärkereaktion gebenden Bohnenblatt auf die ungestörte, unter dem Deckgläschen vor sich gehende Wirkung der Diastase zurückführten, ohne auch nur im entferntesten die Möglichkeit einer synthetischen Leistung der vom Glase zurückgehaltenen UV.-Strahlen zu diskutieren. Es wäre zunächst zweifellos die Frage berechtigt, wie sich die Autoren ohne Verletzung und Schädigung des Blattes durch Reagenzien überzeugt haben, daß die Bohnenblätter vor dem Versuchsbeginn über die ganze Blattfläche hin stärkehaltig waren. Ausdrücklich wird von einer Ausführung der Versuche im Herbst gesprochen. Und im Oktober schon enthalten, wie oben (vgl. p. 175) gezeigt wurde, *Tropaeolum*-Blätter keine Stärke, trotzdem sie tagsüber stundenlang dem Sonnenlicht ausgesetzt worden waren. Ja, auch im August erweisen sich Blätter der Kapuzinerkresse, die beschattet waren, um 10^h früh noch als stärkefrei.⁴

Da nun auch das Ergebnis des p. 175 beschriebenen Quarz-Uvetglas-Versuchs sowohl im Sinne meiner Darlegungen als auch im Sinne Ursprung's und Blum's ausgelegt werden kann, verbliebe für eine exakte Entscheidung der wissenschaftlichen Kontroverse nur ein analoger Versuch, wie der p. 175 beschriebene, mit Uviolglas und Quarz. Da nämlich Uviolglas nach Hertel und Aguilon bis 253 $\mu\mu$ ⁵ durchlässig ist, würde ein dem in Textfig. 3 dargestellten mit Quarz und Uvetglas erzielten analoger Erfolg wohl dafür sprechen, daß die im vom Quarze bedeckten Buchstabenanteil erzielte Stärkeprobe eher als Stärkebildung, denn als Diastasezerstörung aufzufassen sei. Wäre nämlich

¹ Prianischnikow D., Zur Frage der Asparaginbildung (vorläufige Mitteilung). Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1904, XXII. Bd., p. 30.

Richter O., Über den Einfluß der Narkotika auf die Anatomie und die chemische Zusammensetzung von Keimlingen mit Demonstrationen. Verhandl. d. Ges. Deutscher Naturforscher und Ärzte. 80. Versammlung zu Köln, 20. bis 26. September 1908, II. Teil, 1. Hälfte, naturw. Abteilung, Leipzig 1909, Abteilung für Botanik, p. 190.

Grafe V und Richter O., Über den Einfluß der Narkotika auf die chemische Zusammensetzung von Pflanzen I. Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, Bd. CXX, I. Abt., math.-naturw. Kl., 1911, p. 1187 (1).

² Von mir gesperrt.

³ »Im Ultraviolett ließ sich« bei diesen Versuchen Ursprung's (p. 50) »Stärkebildung in der Sonne bis zirka 342 $\mu\mu$, im Bogen bis zirka 330 $\mu\mu$ wahrnehmen. Die äußersten Grenzen, bis zu denen die Beobachtungen reichten, waren somit ungefähr 760 und 330 $\mu\mu$.« »Es müßte also«, setzt folgerichtig Ursprung bei der Kritik seiner Versuchsanstellung und der Besprechung der diffusen Helligkeit fort, die sich »nicht nur bis 330 $\mu\mu$, sondern viel weiter, und zwar mit annähernd derselben Intensität« erstreckt, wenn diese Fehlerquelle eine Rolle spielt, »die Stärkebildung weit über 330 $\mu\mu$ hinaus fortschreiten, das aber nie zu beobachten«. (Von mir gesperrt.)

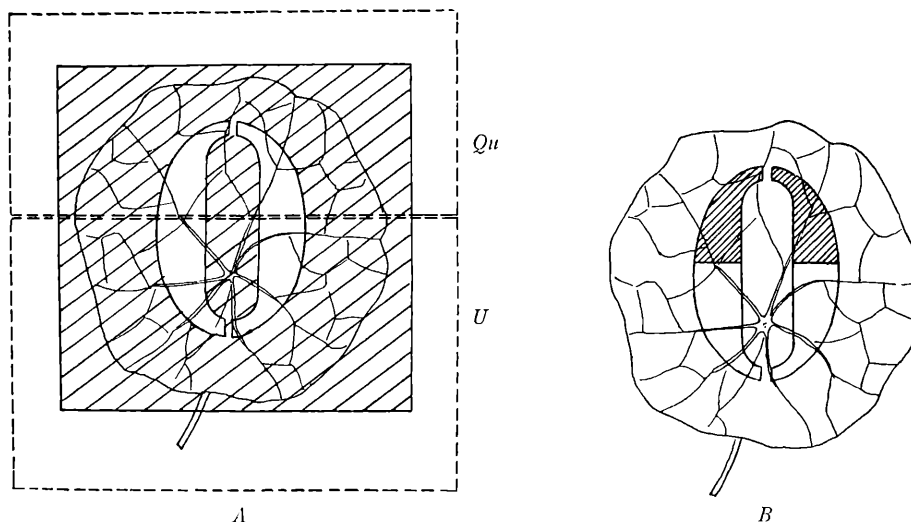
⁴ Außerdem stand Ursprung's und Blum's Versuchsbohne im Versuchskasten Laboratorium und wurde an ihren normalen Blattbewegungen durch die Versuchsanstellung behindert.

Siehe Houben, l. c., p. 929.

— einen dem mit Quarz und Uvetglas erzielten analoger Erfolg vorausgesetzt — bei einem solchen Versuchsergebnis Diastasezerstörung das Entscheidende, so wäre schwer einzusehen, warum dann die Diastase nicht auch im Uviolglas-Buchstabenanteil zerstört würde und die Stärkereaktion im Buchstaben bloß auf die vom Quarz bedeckte Buchstabenhälfte beschränkt bliebe.

Mir standen aber derzeit bedauerlicherweise keine Uviolglasplatten zur Verfügung, so daß ich leider vorläufig auf dieses entscheidende Experiment verzichten mußte.

Aber selbst beim positiven Ausfall eines solchen entscheidenden Versuches könnte wie auch jetzt schon gegen mein in Textfig. 3 dargestelltes, mit Quarz- und Uvetglas erzieltes Ergebnis eingewendet werden, daß durch Quarz auch die sichtbaren Strahlen der Q.-Q.-L. passieren und diesen der Stärkebildungserfolg zugeschrieben werden könnte. Das wird aber — ganz abgesehen von der Kürze der Zeit, in der der die Jodstärkeprobe ermöglichende Effekt eintritt — durch die früher (p. 174) beschriebenen Versuche mit Objektträgern und Deckgläschen unwahrscheinlich gemacht, Glassorten, durch



Textfig. 3. A. Versuchsanstellung. Qu=Quarz, U=Uvetglasplatte. Die schraffierte Fläche entspricht der Zinkblechschablone. B. Versuchseffekt. Die Stärkeprobe trat nur vom Quarze bedeckten Buchstabenanteile auf, sonst nirgends im Blatt.

die doch ebenso die sichtbaren Q.-Q.-L.-Strahlen durchgehen, ohne in den kurzen Versuchszeiten einen Stärkebildungserfolg zu erzielen.

Beim genaueren Vergleich der Versuchsanstellungen von Ursprung und Blum und mir wird, wenn von der Verwendung der k. H.-S. in Schatzlar und im Kinderspital und im eigenen Institut in Brünn ganz abgesehen wird, ohne weiteres klar, daß die meine für kurze Bestrahlung die größere Aussicht auf einen eventuellen Stärkebildungserfolg hatte, nachdem Ursprung und Blum eine kleine Q.-Q.-L. zu 2 Ampere, 27 Volt bei 10 cm Distanz benutzten, während mir im Physikalischen Institut unserer Hochschule im Jahre 1929 eine kleine Q.-Q.-L. zu 1·8 Ampere, 68 Volt bei 5 cm Distanz zur Verfügung stand, so daß also die Intensität der wirksamen Strahlen selbst bei Annahme der Gleichheit der Lampen schon mit Rücksicht auf das nahe Heranrücken an die Q.-Q.-L. als fast viermal so groß bezeichnet und die Q.-Q.-L. des Physikalischen Institutes in meinen Versuchen auch entsprechend als viermal so wirksam angesehen werden kann.

Wenn nun Ursprung und Blum die Intensitätssteigerung bei der Bestrahlung auch für ihre Deutung einer entsprechend rascheren Zerstörung der Diastase durch Strahlen um 253 $\mu\mu$ reklamieren könnten, so scheint es mir trotz des derzeitigen Fehlens des entscheidenden Uviolglas-Quarz-Versuches einerseits unter Hinweis auf die Ausführungen der p. 165 und 172 ff. und die in III. beschriebenen Versuche über die Bildung einer oxydierenden Substanz vielleicht von H_2O_2 aus H_2O , anderseits speziell im Hinblick auf Stoklasas und Zdobnitzky's Postulat bezüglich gerade dieser Substanz für die Vorgänge bei der Assimilation, vor allem aber unter Betonung der Kürze der Zeit — einige Minuten! —, in der der die Jodstärkeprobe ermöglichende Versuchserfolg im UV.-Strahlengebiet zu erzielen war, auch heute schon erlaubt, bei meiner Interpretation der Ergebnisse mit *Tropaeolum*-Blättern als »Assimilationseffekt im UV.-Lichte« zu bleiben.

Da nun — diesen Standpunkt als berechtigt vorausgesetzt — die helle Hg-Linie 254 $\mu\mu$ nicht durch Uvetglas, wohl aber nach Coehn und Becker durch Quarz hindurchgeht, wäre durch mein in Textfig. 3 dargestelltes Versuchsergebnis, wie bereits p. 176 erwähnt wurde, wahrscheinlich gemacht, daß auch Strahlen $< 254 \mu\mu$ die Fähigkeit zukommt, unter den p. 175 geschilderten Versuchsbedingungen Assimilationseffekte auszulösen. Es ist ja auch, insbesondere bei Vermeidung in der Versuchsanstellung gelegener schädigender Wirkungen, insbesondere der Erwärmung durch die Lampe, schwer einzusehen, warum, wenn schon UV.-Strahlen überhaupt als assimilatorisch wirksam nachgewiesen wurden, die assimilatorische Leistung, wie Ursprung und Blum wollen, gerade bei 330 $\mu\mu$ aufhören soll, und so stehe ich, insbesondere mit Rücksicht auf den Erfolg mit Quarz, nicht an, meine Deutung der mit Glas- (Objekträger- und Deckgläschen-) Bedeckung erzielten Ergebnisse aufrechtzuerhalten und nochmals dahin zu präzisieren, daß meiner Meinung nach auch den durch Glas abfiltrierbaren UV.-Strahlen $< 300 \mu\mu$, ja geradezu denen von 254 $\mu\mu$ eine assimilatorische Leistung zukommt und daß diese Strahlen, wie ich vermute, die besondere Fähigkeit besitzen, unter den gegebenen Versuchsbedingungen aus vorhandenem Zucker Stärke zu bilden. Und zwar halte ich mich zu dieser Deutung meiner Ergebnisse für um so berechtigter, als nach Baly¹ »bei den unsichtbaren Strahlen einer Verschiedenheit der Wellenlänge« auch »eine Verschiedenheit der chemischen Wirkung« »entspricht«. »So soll« nach Baly »die Reduktion des Kohlendioxyds² zu Formaldehyd durch Strahlen geringerer Wellenlänge bewirkt werden als dessen Umwandlung in Zucker, diese daher durch passende Färbung der Versuchslösung zu verhindern sein.« Es ist daher nicht von der Hand zu weisen, daß auch in der Pflanze vergleichsweise Verhältnisse obwalten könnten. Auch spricht die Pflasterung der ganzen Fläche der Blätter des echten Weins³ mit Stärke, ganz gleichgültig, ob die betreffenden Stellen bestrahlt worden waren oder nicht, für meine und gegen Ursprung's und Blum's Auffassung. Denn, wenn die Diastase das Entscheidende gewesen wäre, hätte sie Arbeit genug vorgefunden. Doch scheint der Wein in dieser Hinsicht eine Ausnahme zu bilden und es scheinen die Erfahrungen, wie ich sie bei *Tropaeolum* sammelte, die Regel zu sein, denn auch R. Willstätter und A. Stoll⁴ betonen, p. 100, daß sich »Anhäufung von Stärke« »in den gealterten Blättern nicht nachweisen« ließ.

Gerade die sehr wahrscheinlich gemachte Feststellung von der assimilatorischen Leistung der Strahlen $< 300 \mu\mu$ läßt nun die p. 167 zitierten und p. 173 neuerlich herangezogenen Ergebnisse Stoklasa's und Zdobnický's in einem ganz anderen Licht, gewissermaßen in UV.-Beleuchtung erscheinen. Denn von jetzt ab zeigt sich die assimilatorische Leistung der Pflanze nicht mehr auf die Strahlenbezirke beschränkt, die dem durch unsere Atmosphäre dringenden Sonnenlicht angehören, und damit erscheint den Analogieschlüssen größerer Spielraum gelassen. Vielleicht ist es durch die geschilderten Versuche gelungen, geradezu eine der von Stoklasa oder der von Holluta J. geforderten⁵ Zwischenphasen des Assimilationsvorganges abzugrenzen.

Nachdem uns sonach der Vergleich der von Ursprung und Blum an im Zimmer gezogenen Bohnen mit von mir an aus dem Freien zum Versuche eingebrachten Kapuzinerkressen erzielten Ergebnisse zu dem Schlusse geführt hat, daß die beobachtete Stärkereaktion als Effekt einer durch die vom Glas abfiltrierbaren UV.-Strahlen der k. H.-S. ausgelösten Assimilationsleistung anzusehen sei, wäre nun noch Umschau zu halten, inwieweit die in Fig. 20, Taf. I, oben dargestellte, auf die Buchstabenareale beschränkte, an den Stellen der Zerstörung des Chlorophylls beobachtbare Stärkereaktion in der einschlägigen Literatur gewisse Stützen findet.

Vor dem Eingehen in die Diskussion der Literatur sei hier vorweggenommen, daß natürlich schwer zu sagen ist, ob die durch die Jodprobe nachgewiesene Stärke im Blatte bereits vorhanden war, bevor das Chlorophyll der Zerstörung

¹ E. C. C. Baly, siehe Ch. Z., 46, p. 567 (1922), zitiert nach Houben, l. c., p. 926. Sperrdruck von mir.

² Außerhalb der Pflanze.

³ Vgl. W. Saposchnikoff, Über die Grenzen der Anhäufung der Kohlehydrate in den Blättern der Weinrebe und anderer Pflanzen (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1891, Bd. IX, p. 293—300). Ders., Beiträge zur Kenntnis der Grenzen der Anhäufung von Kohlehydraten in den Blättern (ebenda, 1893, Bd. XI, p. 391/2) [siehe auch 13. Jg., 1892, 52. Bd. des Bot. Centralblattes, p. 227], und Nic. T. Deleano, Über die Ableitung der Assimilate durch die intakten, die chloroformierten und die plasmolisierten Blattstiele der Laubblätter. Pringsh. Jahrb. 1911, Bd. 49, p. 129.

⁴ Richard Willstätter und Arth. Stoll, »Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure«. Berlin 1918, Verl. Jul. Springer.

⁵ Holluta J., I. Die neueren Anschauungen über die Dynamik und Energetik der Kohlensäureassimilation. Stuttgart 1926. II. Die physikalisch-chemischen Grundlagen der Kohlensäureassimilation. Vortrag, gehalten bei der VII. Ingenieurtagung in Brünn 1928. Wissenschaft und Wirtschaft, Bd. 3, p. 335, 1929.

anheimfiel oder ob sie erst gebildet wurde, nachdem das Chlorophyll zerstört worden war, also als Produkt der Leistung der gelben Chlorophyllbegleiter.¹ Die derzeitigen Kenntnisse sprechen jedenfalls gegen einen Anteil des Karotins und Xanthophylls an der Assimilation.

»Die günstigen Assimilationsleistungen bei gelbblättrigen Varietäten«, erklären z. B. R. Willstätter und A. Stoll,² »sind nicht auf ihren Gehalt an Karotinoiden zurückzuführen. Es läßt sich an diesem Material, in welchem die Karotinoide überwiegen, am besten zeigen, daß die gelben Pigmente keinen unmittelbaren Einfluß auf den Assimilationsvorgang besitzen und es ist überhaupt noch kein Einfluß derselben auf die Lebensvorgänge nachgewiesen worden.« Diese Erkenntnis haben übrigens beide Autoren nochmals im Schlußworte (p. 433) mit der Bemerkung hervorgehoben: »Eine Funktion der gelben Pigmente konnte weder bei der Assimilation noch in der Atmung nachgewiesen werden.«³

Es wird daher bis auf weiteres die Annahme mehr Wahrscheinlichkeit für sich haben, daß durch die Strahlen der k. H.-S. zunächst das noch gesunde Chlorophyll zur beschleunigten Kondensation vorhandenen Zuckers zu Stärke angeregt wurde, worauf es unter der Intensität der chemisch wirksamen Strahlen zerstört, die gelben Farbstoffe freigab und diese nun genau an derselben Stelle erschienen — eben dem Buchstabenareale —, wo nach der sofortigen Fixierung mit 96% Alkohol und Extraktion des Chlorophylls am Tage darauf, der Assimilationsleistung des Chlorophylls entsprechend, die Stärke nachgewiesen wurde.

Daß die in Diskussion stehenden Versuche uns zum erstenmal die Zerstörung des in den im Gewebeverbande befindlichen Zellen vorhandenen Chlorophylls durch die UV.-Strahlen der k. H.-S. anschaulich vorführten und damit von dem Durchtritt der UV.-Strahlen durch die Epidermis bis zum Chlorophyllparenchym einwandfrei Kunde gaben, wurde bereits p. 165 erwähnt.

III. Verhalten Reservestärke enthaltender Pflanzenorgane sowie von technischer Stärke im Strahlenbereiche der künstlichen Höhensonne.

Eine sinnfällige neuartige Vorführung der Lichtreaktion, beziehungsweise der Nachweis der Entbindung einer oxydierenden Substanz, durch die von der künstlichen Höhensonne ausgehenden Strahlen.

Die in der Überschrift wiedergegebene Erkenntnis war das Ergebnis von im Dezember 1930 und im Juni 1931 durchgeführten Versuchen, bei denen während der Exposition vor der k. H.-S. einerseits JK direkt als Befeuchtungs- und Reaktionsflüssigkeit in Anwendung kam und bei denen anderseits die auf die Dauer der Bestrahlung in destilliertem Wasser gelegen gewesenen Versuchsobjekte nach Abgießen des destillierten Wassers mit JK übergossen wurden. Die Versuchsanordnung war sonach die folgende:

1. Niedrige, beziehungsweise hohe Petrischalen mit ein oder zwei Kartoffelscheiben (K.) in JK⁴ wurden überdeckt mit einer größeren auf dem Petrischalen(P.-Sch.)rand aufliegenden Zinkblechschablone (Z.-Sch.) oder mit einer auf dem P.-Sch.-Rande liegenden auf Drähten ruhenden kleineren Schablone. Die Z.-Sch.-Entfernung von den (K.) betrug sonach 2 bis 8 (!) mm.
2. wie 1., nur lagen die (K.) in destilliertem Wasser.
3. (K.) ohne Flüssigkeiten mit von ihnen 3 bis 8 mm entfernten über ihnen befestigten Z.-Sch.
4. wie 3., nur wurden die Z.-Sch. direkt auf die (K.) gelegt.
- 5., 6., 7. und 8. wie 1. bis 4., nur mit in destilliertem Wasser gekochten Kartoffeln.
9. bis 16. Dieselben Versuche wie 1. bis 8., nur wurden auf die Z.-Sch.Objektträger, beziehungsweise Deckgläsern über alle oder einzelne Buchstaben gelegt, wie es aus den Abb. 13 und 14 der Taf. I erschlossen werden kann.
17. Kartone in JK-Lösung mit 3 bis 8 mm von ihnen entfernten, über die P.-Sch. gelegten Z.-Sch.
18. wie 17., nur lagen die Kartone in destilliertem Wasser.
19. Trockener Karton mit Z.-Sch.
- 20., 21. und 22. wie 17. bis 19., nur waren die Z.-Sch. wieder teilweise durch Glas abgedeckt.
23. bis 28. Objektträger, beziehungsweise Deckgläsern direkt auf frischen oder gekochten (K.) oder über JK beziehungsweise in destilliertem Wasser liegenden frischen oder gekochten (K.). Hierbei wurden die Deckgläsern von Glasringen, die Objektträger vom P.-Sch.-Rande oder von auf ihm liegenden Drähten gehalten.
29. bis 34. Die analogen Versuche wie in 23. bis 28. mit Kartonen.
29. und 30. Trocken gehaltene mit Gläsern bedeckte Kontrollkartone.

¹ Zur Klärung dieser Frage werden noch größere Versuchsreihen mit der neuen in meinem Institut zur Aufstellung gelangten k. H.-S. während der ganzen Vegetationsperiode der Versuchspflanzen notwendig sein.

L. c., p. 113, fanden aber p. 111 die Assimilationszahl für die gelbe Varietät von *Sambucus nigra* gegenüber der grünen Stammform wie 117, 103, 120 zu 6·6 oder 6·2 und hielten dieses Ergebnis mit den Worten fest: »Das Ergebnis der Versuche ist eine im Verhältnis zum Chlorophyll weit größere assimilatorische Leistung der chlorophyllarmen Blätter.«

³ Als eine wesentliche Stütze dieser Ansicht wird besonders der Umstand angesehen, daß die Assimilation keine Schwächung erfuhr, auch wenn »das violette Licht, für das allein die Karotinoide Absorptionsvermögen haben, durch Einführung eines Kaliumbichromatfilters zwischen Lampe und Assimilationskammer vollständig«, »und zwar mitten im Versuche« »ausgeschaltet wurde« (siehe Willstätter und A. Stoll, l. c., p. 114).

⁴ Die Flüssigkeiten bedeckten die (K.) völlig.

Schon nach $\frac{1}{4}^h$, ja 3 (!) bis 10 Min. Bestrahlung kann man zunächst in allen Jodkaliumversuchen mit Kartoffeln, besonders in denen, bei denen die Distanz der Bleischablonen von den Kartoffeln größer ist, so daß man während der Exposition unter ihnen weg die Veränderungen auf der Kartoffel beobachten kann, die Buchstaben in blauvioletter Farbe hervortreten sehen.

Wird nun nach $\frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{4}^h$ die Schablone entfernt, so treten überaus kontrastreich die blauvioletten tiefdunklen Buchstaben auf den hellgelben, sonst völlig ungefärbt gebliebenen Kartoffelscheiben hervor (vgl. Abb. 13 der Taf. I).

Trotzdem also zwischen Schablone und Versuchsobjekt eine Entfernung von bis 8 mm lag und sonach allfällig zur Entwicklung gelangtes Ozon Gelegenheit genug gehabt hätte, längs der ganzen Kartoffeloberfläche seine J entbindende Wirkung auf das JK auszuüben, setzte doch nur dort, wo durch die Schablone hindurch die Strahlen der k. H.-S. die Flüssigkeit und in der Folge die Kartoffelfläche trafen, die Bläuung der Buchstaben ein (siehe Abb. 13 der Taf. I).

Die Erklärung der Erscheinung könnte entweder dahin gehen, daß hier eine neuartige sinnfällige Demonstration der in dem Werke von Plotnikow¹ beschriebenen Lichtreaktion entsprechenden Zersetzung des JK durch die UV-Strahlen vorläge, wobei die Ansäuerung der Flüssigkeit allerdings statt durch H_2SO_4 durch den aus den angeschnittenen Kartoffelzellen austretenden Zellsaft oder durch die Spuren der im destillierten Wasser absorbierten CO_2 besorgt würde.² Oder aber die Erklärung könnte in der Art versucht werden, daß man annimmt, es werde erst an den bestrahlten Stellen vielleicht in der Flüssigkeit selbst oder an der Kartoffelscheibenoberfläche ein Stoff gebildet, dem die Fähigkeit zukommt, JK im Sinne der Freigabe des mit der in den Zellen befindlichen Stärke in Reaktion tretenden Jods zu zerlegen.

Überschüttet man die während der Exposition vor der k. H.-S. in destilliertem Wasser gehaltenen Kartoffeln, die nach Beendigung der Bestrahlung keine Spur einer merkbaren Veränderung zeigen, nach Abschütten des destillierten Wassers mit JK, so bleibt das Aussehen dieser Kartoffeln unverändert. Gießt man jetzt eine sehr verdünnte Lösung von J in JK zu dem farblosen JK, in dem eben die »Wasser«-Kartoffeln liegen, hinzu, so färben sich die bisher unsichtbar gewesenen Buchstaben prächtig violett und heben sich dunkel gegen die in der Mitte gelb gefärbten, am Rand infolge kontinuierlicher kapillarer Aufsaugung des Reagens hellviolett werdenden (K.)-Partien ab, die von den Z.-Sch. während der Exposition beschattet gewesen waren.

Die mit den Schablonen direkt bedeckt oder von ihnen bei Einhaltung der Distanz von 3 bis 8 mm bloß beschattet gewesenen (K.) zeigten ebenso beim Begießen mit JK allein keine Veränderung, bei Hinzufügen von Jodjodkalium dagegen in prächtiger sattvioletter Farbe auf gelbem oder gelbviolettem Grunde die auf p. 185 noch genauere zu behandelnde Buchstabenfärbung.³ (Vgl. auch Abb. 17 n. 21 der Tafel I.)

Wesentlich Neues boten dagegen noch die Ergebnisse mit den »Jodkalium-« und den »destillierten Wasser«-Kartonen.

Auch die während der Bestrahlung in JK liegenden Kartone zeigten nach Entfernen der Schablone die Blaufärbung in den Buchstaben, so daß in dieser Hinsicht die Versuche mit im Gewebe befindlicher und der technischen in Kartonen als Füll- und Klebemittel vorhandensn Stärke gleichsinnig ausfielen (siehe Abb. 14 der Taf. I, P.-Sch. 6). Entfernt man jedoch von den während der Bestrahlung in destilliertem Wasser gelegenen Kartonen die Schablone und gießt man nach Abschütten des destillierten Wassers auf die noch immer nichts Auffälliges zeigenden Kartone Jodkalium, so treten beim leichten Schwenken in dieser Flüssigkeit nach wenigen Sekunden bis einer Minute alle Buchstaben in prächtig blauvioletter Farbe auf völlig oder fast völlig ungefärbt gebliebenem Grund hervor (siehe Abb. 14 der Taf. I, P.-Sch. 4 und 5). — Bei nachträglichem Zusatz einer verdünnten Lösung von Jod in Jodkalium werden auch die unbestrahlt gewesenen Partien der Kartone so tief dunkelblau, daß die Unterschiede zwischen den im JK gefärbt gewesenen und den nun im Jodjodkalium nachgedunkelten Flächen verschwinden.

¹ Johannes Plotnikow, Photochemische Versuchstechnik. Akad. Verl.-Ges. Leipzig, 1912, p. 75, 76.

² Molisch H., Über eine auffallende Farbenänderung einer Blüte durch Wasser und Kohlensäure. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1921, p. 57

³ Analoge Erscheinungen wie bei den (K.)-Versuchen wurden auch bei quergeschnittenen Rotkrautstrünken beobachtet.

Die direkt mit Z.-Sch. bedeckten trockenen Kartone zeigten am 20. XII. 1930 bei JK-Zusatz keine Veränderung. Bei Behandlung mit einer verdünnten Lösung von Jod in JK nahmen sie das noch auf p. 185 u. f. zu behandelnde Aussehen der Abb. 19, 22 und 23 der Taf. I an.

Diese Erfahrungen lehren, daß 1. in gleicher Weise bei Kartoffelstärke im Gewebe wie bei Stärke in technischer Verwendung Blaufärbung in den von der k. H.-S. bestrahlten Gebieten eintritt, wenn die zu überprüfenden Objekte während der Bestrahlung direkt in JK lagen, daß aber 2. bei den während der Exposition vor der Lampe in destilliertem Wasser gelegen gewesenen Kartonen das JK von einer an den bestrahlt gewesenen Stellen, eben den Buchstabenarealen, haften gebliebenen, scheinbar während der Bestrahlung erzeugten Substanz derart zersetzt wird, daß das freigewordene Jod mit der im Karton befindlichen technischen Stärke offenbar im Hinblick auf deren für Spuren von Jod besonders reaktionsfähigen Verfassung als Stärkekleister sofort reagiert und damit die Buchstaben entwicklungsartig erscheinen läßt, was bei der im Gewebeverbande, speziell in lebenden Zellen befindlichen, wohl organisierten Stärke scheinbar noch nicht stattfinden kann.

Daß auch hier die Ozonentwicklung durch die k. H.-S. der diese Vorgänge beherrschende entscheidende Faktor nicht sein kann, wurde bereits bei Besprechung der einschlägigen Kartoffelversuche gezeigt. Vor allem spricht die scharfe Lokalisation der Jodprobe gegen eine solche Deutung. Von den beiden diskutablen Annahmen einer eigenartigen Vorführung der Lichtreaktion und der Ausscheidung einer sich bildenden J aus JK freimachenden Substanz war p. 182 die Rede. Wären nur Versuche mit in JK liegenden Kartoffeln und Kartonen gemacht worden, so hätte zweifellos die erste der beiden Deutungen mit der Hilfsannahme einer Ansäuerung der Flüssigkeit durch Zellsaft, beziehungsweise absorbierte CO_2 die größere Wahrscheinlichkeit, die zutreffende zu sein, für sich und wird für die Versuche mit während der Bestrahlung in JK liegenden Objekten auch die beste Erklärung bleiben. Was sie aber auf keinen Fall erklären kann, ist die Tatsache, daß während der Bestrahlung durch die k. H.-S. in destilliertem Wasser gelegen gewesene Kartone nach Abschütten des destillierten Wassers im Nachbarzimmer, also weit entfernt von der inzwischen abgedrehten Lampe, in bestimmten Fällen auch noch $\frac{3}{4}$ h nach Beendigung der Bestrahlung, in den bestrahlt gewesenen Gebieten, z. B. den Buchstaben- oder Ziffernzonen, aus dem Jodkalium das Jod ganz lokalisiert freizumachen vermögen, dessen Entbindung sich eben durch die Blaufärbung dieser Buchstaben- oder Ziffernareale verrät. Diese Vorgänge sind nur durch die Annahme der Bildung einer J aus JK freimachenden Substanz zu erklären.

Eigens auf die Aufklärung der Natur dieses Stoffes abzielende, im Juni 1931 durchgeführte Versuche haben gezeigt: 1. daß während der Bestrahlung durch die k. H.-S. in destilliertem Wasser gelegene, mit auf dem P.-Sch.-Rande aufliegenden durchstanzten Schablonen abgeschattet gewesene Kartone, aber auch 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 zeigten; 2. daß ähnlich behandelte (K.) und Kartone mit Guajak tinktur nicht reagierten, und daß 3. bei ihnen die Behandlung mit einer Mischung von Ferri- und Ferrozyankalium ebenso versagte, endlich, daß 4. ein Liegen von (K.) oder Kartonen direkt in Titansulfat während der Bestrahlung durch die k. H.-S. zu keiner differentiellen Färbung der Buchstaben führte.

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 z. B. Wasserstoffsuperoxyd.¹

¹ Vgl. hierzu M. Kernbaum, C. R. 148, 705 (1909); 149, 116, 273 (1909) zitiert nach Ludwig Pincussen, Photobiologie, Grundlagen—Ergebnisse—Ausblicke. Verl. v. Georg Thieme, Leipzig 1930, p. 156.

Vielleicht geben die Untersuchungen von Fritz Molisch, »Die Einwirkung von Joddämpfen auf belichtete harzgeleimte Papiere« (Photogr. Korrespondenz, Juni 1921, p. 141), einen Fingerzeig, betreffend die Natur und Provenienz dieser eigenartigen Substanz. Setzt man nämlich nach Fritz Molisch mit Harz und Stärke geleimtes Hadernpapier (z. B. Schellershammer-Zeichenpapier), zum Teil mit schwarzem Papier überdeckt, einige Stunden dem Tageslicht aus und exponiert es nach Wegnahme des schwarzen Papiers Joddämpfen in einer Petrischale, wobei sich das Papier 2 bis 3 cm über dem 1 bis 2 g verwendeten Jods befindet, so erweist sich der früher verdunkelt gewesene Teil des Papiers viel stärker gebräunt als der belichtet gewesene. — Die Differenzen zeigen sich am auffallendsten nach einer Tageslichtbelichtung von 10^h-Dauer oder Sonnenlichtexposition von 3 Stunden.

Freilich spricht vor allem der negative Ausfall der Titansulfatversuche gegen die Auffassung von der Bildung von H_2O_2 ebenso wie das Ergebnis von Experimenten, bei denen reinstes Filtrierpapier in destilliertem Wasser der Bestrahlung durch die k. H.-S. ausgesetzt wurde, wobei die Entwicklung der Buchstaben durch Jodkalium durchaus unterblieb.

Was nun noch die Versuche mit Glasbedeckung und Glasschutz der während der Bestrahlung mit der k. H.-S. in Jodkalium, beziehungsweise in destilliertem Wasser gelegen gewesenen Kartoffeln und Kartone anlangt, so haben sie, wie die Abbildungen der Taf. I, 13, P.-Sch. 1, 4, 5, 7 und 9, und 14, P.-Sch. 1, 2, 3 zeigen, auch da wieder einwandfrei bewiesen, daß es in erster Linie die durch Glas abfiltrierbaren UV.-Strahlen $< 300 \mu\mu$ sind, die die zur lokalisierten Zersetzung des Jodkaliums führenden charakteristischen Veränderungen in der nächsten Nähe der in den Flüssigkeiten befindlichen Objekte auslösen.¹

Die anschaulichste Versinnbildlichung dieser Tatsache ist das sich scharf von den bestrahlt gewesenen blauschwarz gewordenen Kartoffelflächen abhebende weiße Objektträger-UV.-Strahlen-»Schatten«-Kreuz in der P.-Sch. 4 der Abb. 13 der Taf. I.

Daß aber auch Strahlen — vermutlich UV.-Strahlen $> 300 \mu\mu$ — die analoge Fähigkeit der Bildung einer oxydierenden Substanz zugeschrieben werden muß, scheinen mir die in der in Abb. 14 zur Darstellung gebrachten P.-Sch. Nr. 3 sichtbaren leichten Verfärbungen der von einfachen Objektträgerflächen gegen die Strahlen der k. H.-S. geschützt gewesenen Kartonareale zu beweisen. In dieser Photographie sieht man ganz deutlich, daß erst die doppelte Objektträgerdicke die wesentlich energischere Wirkung der UV.-Strahlen $< 300 \mu\mu$ völlig zu verhindern vermochte. Daß gerade die Kartonversuche diese Feinheiten zur Darstellung zu bringen vermögen, hängt wohl wieder mit der Darbietung der Stärke als Kleister und der sonstigen technischen Zubereitung der Kartone zusammen.

In beiden Objektträger-Kreuzversuchen der Abb. 13 und 14 fallen endlich dem Beobachter besonders die überaus scharf hervortretenden »UV.-Strahlenschatten« der das Objektträgerkreuz während der Bestrahlung durch die k. H.-S. tragenden Drähte auf, die um so beachtenswerter sind, als doch die Distanz der vor den UV.-Strahlen schützenden Schablonen und Gläser, also auch der Drähte, von den Objekten bis 8 mm betrug. Gerade im entsprechenden Kartonversuche tritt dieser Draht-»Schatten« auch im Objektträger-»Schatten« oben in der Photographie derart charakteristisch hervor, daß er einwandfrei beweist, es habe auch das Objektträgerglas über eine oxydierende Substanz Jod entbindende Strahlen passieren lassen.

Bezüglich der Versuchsanstellung mag noch betont werden, daß Glasringe zur Beschwerung der unter den Flüssigkeiten gehaltenen Kartone in Anwendung kommen mußten, die denn auch in den Photographien der P.-Sch. 4, 5 und 6 der Abb. 14 als weiße Ringschatten nachweisbar sind und damit zeigen, daß auch im Hinblick auf die 8 mm Distanz der Schablonen und Gläser von den Objekten unter den Schablonen eine »diffuse Helligkeit« oder vielleicht entwickeltes Ozon eine, wenn auch minimale chemische Wirkung auf die verwendete zweiprozentige JK-Lösung ausgeübt hatte.

Daß Schablonenbuchstaben-Abdeckungen mit Objektträgern auch hier wieder zur Buchstabenbild-»Abstützung« führen, beweisen die (K.) der P.-Sch.-Photographie 7 der Abb. 13. Die Abfiltrierung der im Sinne der J-Entbindung aus zweiprozentigem JK wirksamsten Strahlen $< 300 \mu\mu$ findet auch in der (K.)-Wiedergabe rechts in P.-Sch. 1 der Abb. 13, sowie in P.-Sch. 5 der gleichen Abbildung eine anschauliche Illustration. In diesem Fall war über die linke Seite der Schale vor der Bestrahlung durch die k. H.-S. ein Uvetglas von 7 cm Breite und 2 dm Länge aufgelegt worden, auf der der Objektträger senkrecht lag.

Wird nun das mit Stärke geleimte Papier nur einen Moment in sehr verdünnte Schwefelsäure getaucht, so tritt die Jodstärkereaktion ein, wobei die belichtete Stelle hellviolett, die verdunkelt gewesene schwarzblau gefärbt wird. Auch Photographien konnten nach diesem Verfahren erzeugt werden.

Man vergleiche in diesem Zusammenhang auch die von Paul Klemm (Vergilbung holzfreier Papiere, Papierzeitung Berlin, 3./4. 1902, Jg. 27, Nr. 27, p. 960) nach Belichtung von mit Harz geleimten Papieren durch Jodlösungen entwickelte Photographien, auf die ich in meiner Arbeit I eingehender zu sprechen kam.

¹ Ganz entsprechend fielen die Experimente mit nach der Bestrahlung der während der Exposition destilliertem Wasser gelegen gewesenen Versuchsobjekte vorgenommenen Entwicklung mit Ferrichlorid-Ferrizyankalium aus: Die Buchstaben traten nur dort blau hervor, wo dem Gange der UV.-Strahlen $< 300 \mu\mu$ kein Hindernis in Form von Deckgläsern oder Objektträgern entgegengestellt worden war.

Die Effekte der entsprechenden Deckglasversuche finden in den Photographien der P.-Sch. 1 der Abb. 13 und 1 und 2 der Abb. 14 ihre Versinnbildlichung. Vor der Bestrahlung waren nämlich die Deckgläschen auf Glasringen über den (K.), beziehungsweise Kartonflächen so aufgelegt worden, daß die tragenden Glasringe, die die Objekte direkt berührten, nur etwa zur Hälfte von den Flüssigkeiten umspült wurden, und die Deckgläschen also trocken blieben.

P.-Sch.-Bild 1 der Abb. 13 und 2 der Abb. 14 beziehen sich auf während der Exposition in zwei-prozentigem JK gelegen gewesene Versuchsobjekte. Das P.-Sch.-Bild 1 der Abb. 14 stellt einen, während der 1^h-Bestrahlung in dest. Wasser gelegen gewesenen und nachher nach Abschütten des Wassers mit zweiprozentigem JK »entwickelten« Karton dar.

Beim Kartoffelscheibenversuch, bei dem die Deckgläschenkanten und die Ringe sehr scharf begrenzte UV.-»Schatten« warfen, scheinen die chemisch wirksamen, jodentbindenden Strahlen sozusagen quantitativ abfiltriert zu sein.

Die beiden Kartonversuche der Abb. 14, von denen der »Entwicklungs«-Versuch die Deckgläschen-»Schatten« ähnlich scharf zur Darstellung brachte wie der (K.)-Versuch, beweisen nun wieder, daß auch durch Glas durchgehende Strahlen — vgl. die grauen Schatten in der Ringmitte (!) — eine die oxydierende Substanz bildende, jodabspaltende Wirkung ausüben müssen.

Nach diesen Ausführungen scheint also die Fähigkeit der Produktion einer oxydierenden Substanz nicht auf die UV.-Strahlen $< 300 \mu\mu$ beschränkt, vielmehr scheinen mit ihnen Strahlen die gleiche Fähigkeit zu teilen, die durch Objektträger- und Deckgläschen-Glassorten hindurchgehen, also Strahlen, die vermutlich auch im Sonnenlicht zu finden sein werden.

Eine gesonderte Besprechung fordert endlich der in Abb. 16 der Taf. I zur Darstellung gebrachte, mit lufttrockenen Kartonen am 22. XII. 1930 erzielte Versuchserfolg.¹ In diesem Fall waren auf einen lufttrockenen Karton zwei Objektträger und ein über die Ecken auf die Objektträger gelegtes Deckgläschen aufgetragen worden, ehe die Exposition vor der k. H.-S. erfolgte. Nach der Bestrahlung wurde der lufttrockene Karton in zweiprozentigem JK »entwickelt«. Dabei traten die Objektträger-»Schatten« weiß in mattblauer Umrahmung hervor. Es waren also genau so wie bei den Kartonen unter Wasser gerade die ungeschützt bestrahlten Flächen blau geworden, die geschützt gewesenen nicht. Das Deckgläschen vermochte wegen der zu geringen Absorptionsfähigkeit für die chemisch wirksamen Strahlen oder wegen seiner Distanz vom Karton in diesem Fall keinen »Schatten« mehr zu werfen.¹

Durch diese Befunde findet auch eine große Zahl von in Schatzlar im August 1929 und in Brünn im Oktober 1930 mit den k. H.-S. neuester Konstruktion ausgeführten Versuchen soweit die heutigen Kenntnisse reichen, befriedigende Erklärung, bei denen als Reagens nach der $1/2^h$ -Bestrahlung mit der k. H.-S. Sachs'sche Jodlösung oder Jodjodkalium in Anwendung kamen.

Die mit 1. frischen, lebenden, eben dem Terrain oder Keller entnommenen, beziehungsweise eben vom Gemüsemarkt bezogenen, 2. mit frischen, lebenden, tagelang im gasfreien Laboratorium des Schatzlarer Krankenhauses gelegenen, leicht ergrünt, 3. mit frischen, dem Terrain, beziehungsweise dem Keller entnommenen, beziehungsweise eben vom Gemüsemarkt bezogenen, aber gekochten Kartoffeln unternommenen Versuche stimmten eben alle darin überein, daß, gleichgültig ob die Kartoffeln im lebenden oder gekochten Zustand verwendet wurden, die k. H.-S. in den direkt bestrahlten, von Glas oder den Schablonen unbedeckt gebliebenen Partien die Bedingungen für das Eintreten intensivster Jodstärkereaktion auslöste, wobei man mit Rücksicht auf die Deckgläschen- und Objektträgerversuche gerade den kurzwelligsten ultravioletten Strahlen der k. H.-S. den Hauptanteil an der Schaffung der Disposition zur Jodspeicherung zuschreiben mußte, da ganz entsprechend den Befunden mit JK vom Dezember 1930 die von Gläsern (Deckgläsern und Objektträgern) bedeckt gewesenen Kartoffelstellen bei der Durchführung der Jodprobe hell auf dunkelblauem Untergrund hervortraten (siehe Abb. 21 der Taf. II rechte Kartoffel). Es war eben das p. 182 zum erstenmal kurz angedeutete, bei Anwendung von Jodjodkalium erzielte Resultat schon im August 1929 und im Oktober 1930 wiederholt gewonnen worden, weshalb auch für alle diese Versuche die beste Deutung wohl diejenige sein dürfte, die in der Entbindung einer oxydierenden Substanz die Ursache der beobachteten Erscheinung sieht. Da nun die durch diese Entbindung des J aus dem JK des Reagens Jodjodkalium entwickelte Menge J gegenüber der Menge des freigebotenen J kaum und bei Darbietung von Jodtinktur in destilliertem Wasser schon gar nicht in Frage kommt, muß offenbar angenommen werden, daß die durch die UV.-Strahlung der k. H.-S. lokalisiert gebildete Substanz auch eine beschleunigte Aufnahme in

¹ Da er mit auf p. 186 behandelten, im August 1929 erzielten Ergebnissen im Gegensatz zu stehen scheint. Wir kommen auf dieses Resultat nochmals p. 186/7 zurück.

Lösungen gebotenen freien Jods durch die Stärkekörner in lebenden und die verkleisterten Stärkekörnchen in gekochten Kartoffeln bewirkt (siehe Abb. 17 und 21 der Taf. I).

Bei Versuchen wie denen vom August 1929 war außerdem das besonders bei den gekochten Kartoffelscheiben hervortretende reliefartig vertiefte Aussehen der Buchstaben erwähnenswert, das ich auf die Wärmewirkung der k. H.-S. zurückführen zu müssen glaube (auch zu sehen in Abb. 17).

Bei gekochten Kartoffelscheiben kamen die durch die Jodprobe tiefblau gefärbten Buchstaben bis 3 mm tiefer zu liegen als die zunächst ungefärbt bleibenden, bedeckt gewesenen Partien der gekochten Kartoffelscheiben. Auch war von den Ergebnissen der mit Glasbedeckung durchgeführten Versuche eines besonders erwähnenswert: $\frac{1}{2}$ h gekochte Kartoffelscheiben waren zunächst mit einem Objektträger bedeckt worden, auf den erst die Zinkblechschablone derart aufgelegt wurde, daß durch das Glas die Schablonenbuchstaben halbiert erschienen.

Soweit nun der Objektträger reichte, nach Abschluß der Bestrahlung den Kartoffeln bei Durchführung der Jodprobe nicht der geringste Unterschied zwischen bestrahlten Buchstaben- und unbestrahlten von der Schablone bedeckt gewesenen Partien zu sehen. Die ganze »Objektträgerzone« blieb mit Jodlösung zunächst lange Zeit ungefärbt. Was aber von den Buchstaben über den Objektträger reichte und im Gegensatz zu den erhaben erscheinenden, unter der Schablone gelegen gewesenen Kartoffelpartien unmittelbar nach der Bestrahlung tief reliefartig eingesunken war, wurde Jodlösung sattest blau, sonst nichts. Im Laufe des Tages trat leichte Bläuung auch dieser verdunkelt gewesenen Stellen ein. Es war auch in diesem Versuch bezeichnend, daß der zwischengeschaltete Objektträger ein festes Anpressen der Schablone an die Kartoffelscheiben ausschloß, wie ich denn überhaupt bei den verschiedenen Bestrahlungen fest angepreßte, mit locker liegenden Schablonen wechseln ließ.¹

Im Dunkeln gehaltene Kontrollversuche mit lebenden, in siedendem Wasser und in konzentriertem NH_3 getöteten Kartoffelscheiben mit fest angepreßten und locker aufgelegten Schablonen und ohne solche zeigten bei der nachträglichen Jodbehandlung keinen nennenswerten Unterschied in den Buchstaben- und Subschablonenpartien, da abgesehen von den NH_3 -Kartoffeln, die der Jodwirkung einen Tag widerstanden, alle, ob bedeckt oder unbedeckt gewesen, nach der Jodzugabe eine gleichmäßige dunkelblaue Färbung zeigten.²

Die im Vorstehenden geschilderten Versuche gewinnen dadurch ein besonderes Interesse, weil sie mit den von Wiesner und Kluyver und eigenen mit technischer Stärke durchgeführten Bestrahlungsversuchen in einem gewissen Gegensatz zu stehen scheinen.

So versichert Wiesner (II, p. 390) [Zitat p. 194] anlässlich seiner Beobachtungen über das rasche Vergilben von Papier im Licht, »daß die Stärkemenge in dem am Licht vergilbten Papiere abgenommen hat, indem dasselbe im Vergleiche zu dem übrigen Papiere mit wäßriger Jodlösung nur eine schwache Blaufärbung annimmt, selbst wenn man früher mit Salzsäure angesäuert hat«.

Kluyver sah (p. 1164, 1165) auf »mit Stärke geleimtem« Papier und auf Filtrierpapier, das er »mit einer Lösung von wasserlöslicher Stärke (Kahlbaum) tränkte, nach längerer Bestrahlung (50 Stunden)« (!) mit seiner Q.-Q.-L. »das Wort ‚Licht‘ deutlich gelb hervortreten; die ganze weiße Stelle unter dem Objektträger demonstrierte deutlich die Wirkung der äußersten ultraviolett Strahlen.« Teilweise bedeckt gewesenes Papier zeigte besonders beim Eintrocknen einen deutlichen Unterschied in der Jodprobe. Auf 15 cm von der Lampe 8 h bestrahlte Kartoffel- und Maisstärkekörnchen geben (p. 1165) wohl noch Blaufärbung mit Jodwasser, doch nach offener Bestrahlung »eine sehr merkbare Reduktion der Fehling'schen Lösung« nachweisbar gewesen, was Kluyver »bei unbestrahlten Körnern niemals, bei den vom Deckglas geschützten« nur »spurenweise konstatieren konnte«.

Da auch 8 h auf 40 bis 50° C. im Trockenschranke erwärmte Stärkekörner mit Fehling'scher Lösung keine Reduktion gaben, machte Kluyver bei seinen Experimenten mit Recht das Licht für das Auftreten der reduzierenden Substanzen bei der Bestrahlung der Stärke verantwortlich (p. 1166) und befand sich bei dieser Auffassung und Deutung des Gesehenen mit Massol in Übereinstimmung, der im gleichen Jahr wie Kluyver bei fortgesetzter »Bestrahlung einer verdünnten wäßrigen Stärkelösung ein Verschwinden der Stärkereaktion und das Auftreten reduzierender Substanzen konstatierte« (siehe Kluyver, p. 1166).

Die oben erwähnten, mit Wiesner's und Kluyver's Befunden gut übereinstimmenden eigenen Experimente waren mit mit Stärkefüllung und Stärkeleimung versehenen Kartonen und Visitenkarten ebenso wie mit mit verdünnter Kleisterlösung getränktem Filterpapier mit Schablonen-, beziehungsweise Glasbedeckung ausgeführt worden, wobei sich wieder die Bedeutung der Intensität der Bestrahlung

¹ So sind auch die Deckgläschen nie angepreßt, stets locker aufgelegt worden und hafteten lediglich durch Adhäsion.

Mit konzentriertem NH_3 getötete Scheiben frischer Kartoffeln, die nach Abspülen mit destilliertem Wasser und leichtem Abtrocknen mit Filtrierpapier nach Bedeckung mit Schablonen $\frac{1}{2}$ h der k. H.-S. ausgesetzt wurden, gaben einen ganzen Tag lang überhaupt keine Stärkeprobe mit Jodlösung und nach einem Tag gaben sie nur äußerst schwach, und zwar ohne Unterschied zwischen den bestrahlten und unbestrahlt gebliebenen Partien der Kartoffelscheiben.

Gleich nach der Abnahme der Schablonen erschienen die mit Schablonen bedeckt gewesenen Kartoffelpartien — noch vor der Vornahme der Jodprobe — bläulich — und zwar wesentlich auffallender bei den Bestrahlungs- als bei den Dunkelversuchen — und ließen dadurch die Beschriftung weiß gegen bläulich recht deutlich sichtbar hervortreten. Man hätte auf eine Art Gerbstoffprobe schließen mögen, wären die Schablonen nicht aus Zinkblech gewesen. Vielleicht liegt eine Oxydationswirkung vor. Auch in dieser Richtung sind Versuche vorgenommen.

für die Hydrolisierung der technischen Stärke anschaulich demonstrieren ließ. Denn das Ausbleiben der Jodstärkereaktion war in den eigenen Versuchen an den verwendeten Kartonen schon nach $\frac{1}{2}^h$ -Bestrahlung mit der k. H.-S. feststellbar. Dank der Fortschritte der Firma Quarzlampen-Ges. Hanau in der Herstellung der Q.-Q.-L. war also mit der k. H.-S. in $\frac{1}{2}^h$ das erzielbar, was Kluyver mit seiner Q.-Q.-L. erst in 50^h erreichte: das Gelbwerden oder Fastfarblosbleiben der ungeschützt bestrahlt gewesenen Karton- und stärkekleistergetränkten Filtrierpapierflächen bei Behandlung mit Jodwasser und damit das kontrastreiche Hervortreten der Buchstaben und der von Glas (Objektträgern und Deckgläschen) nicht gegenüber den sattblau gefärbten bedeckt gewesenen Arealen, wobei die Versuche mit Glasbedeckung überdies zeigen, daß wieder die durch Glas abfiltrierbaren Strahlen $< 300 \mu\mu$ für die beobachtete Erscheinung in allererster Linie verantwortlich zu machen sind (siehe Taf. I, Abb. 19, 22, 23).¹

Da nun bei den im Dezember 1930 durchgeführten Bestrahlungsversuchen bei der Nachbehandlung mit JK die offen bestrahlt gewesenen Flächen selbst lufttrockener Kartone das J aus der Lösung des farblosen Salzes freimachten und damit die ungeschützt gewesenen Kartonstellen infolge der Bildung einer oxydierbaren Substanz eine schwache Bläuung zeigten (siehe Abb. 16 der Taf. I), so dürfte wohl die zutreffende Erklärung für das bisherige Übersehen dieser zu den Kartoffelversuchsergebnissen der Abb. 17 und 21 der Taf. I ganz parallelgehenden Erscheinung durch mich im Jahre 1929 die sein, daß das im Jodwasser, wäßrigem Jodalkohol und Jodjodkalium gebotene freie Jod die unbestrahlten Kartonflächen derart rasch und tief bläut, daß dem Beobachter die in den bestrahlt gewesenen Flächen eintretende zarte, auf die Entwicklung der oxydierend wirkenden Substanz zurückführbare Blaufärbung überhaupt nicht bewußt wird.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß durch die Bestrahlung stärkehaltiger Objekte mit der k. H.-S. zweierlei Effekte ausgelöst werden:

1. Eine besonders an wasserreichen stärkehaltigen Organen, wie Kartoffeln, aber auch an Stärkeleimung und Stärkefüllung aufweisenden Kartonen, besonders wenn sie in Wasser oder JK liegen, beobachtbare, durch eine in den bestrahlten Arealen eben gebildete oxydierende Substanz bedingte lokale Entbindung von J aus JK, beziehungsweise eine analog bedingte Jodspeicherung aus nach der Bestrahlung gebotenen, freies Jod enthaltenden Lösungen in den bestrahlt gewesenen Flächen der Versuchsobjekte.²

2. Eine besonders bei längerer, z. B. $\frac{1}{2}^h$ -Bestrahlung in Kartonen verteilter technischer Stärke einsetzende Hydrolisierung derselben, die bei Nachbehandlung mit Jodlösungen die Blaufärbung gerade der unbestrahlte gebliebenen, von Glas, beziehungsweise Schablonen bedeckt gewesenen Flächen zur Folge hat.

Dieser Hydrolisierungserfolg kann nun ganz besonders instruktiv gestaltet werden bei der Verwendung von Platten mit kolloider Kieselsäure (siehe Abb. 9 der Taf. I), zu der ich durch meine Algenkulturen mit Kieselsäure angeregt wurde, über die ich demnächst an anderer Stelle eingehender berichten werde.

Eine neue Versuchsanstellung mit kolloider Kieselsäure.

Im Anschluß an die Erfahrungen von Winogradsky³ und Stahel⁴ hat Bojanovsky⁵ einen Kieselsäurenährboden beschrieben, der es gestattet, in die flüssige Kieselsäure einzupipfen und nun

¹ Erst nach einiger Zeit werden auch in den offen bestrahlten Flächen der Visitenkarten und Kartone einige blaue Punkte sichtbar (siehe Abb. 22), deren mikroskopische Analyse ergab, daß es sich hierbei um tiefer liegende, von der Strahlenwirkung nicht erreichte, noch auf Jod durch Blaufärbung reagierende Kleisterbrocken handelte.

² Dieses Verhalten geht ganz parallel zu dem auf p. 172 beschriebenen und in Abb. 18 der Taf. I dargestellten Ergebnisse an der autochthonen Stärke des Assimilationseffektes im UV.->Lichte.

Ich möchte noch betonen, daß mit dem Analysenansatz der k. H.-S. bei bestrahlt gewesenen (K.) weder im Buchstaben- noch im Subschablonenareale charakteristische lebhafte Fluoreszenzfarben sichtbar werden. Dagegen strahlten dem Beobachter bei von der k. H.-S. bestrahlt gewesenen Kartonen die Buchstaben goldgelb auf blauem Grund entgegen.

³ Winogradsky S. in Lafar, Handbuch der techn. Mykologie, Bd. 3, Jena, 1904, p. 155.

⁴ Stahel Gerold, Stickstoffbindung durch Pilze bei gleichzeitiger Ernährung mit gebundenem Stickstoff. Pringsh. Jahrbücher f. wiss. Bot., 1911, 49, Bd., p. 589.

Bojanovsky Rudolf, Zweckmäßige Neuerungen für die Herstellung eines Kieselsäurenährbodens und einige Beiträge Physiologie aerober Zellulosezerstörer. Zentralblatt f. Bakt. Bd. 64, 1925, p. 226.

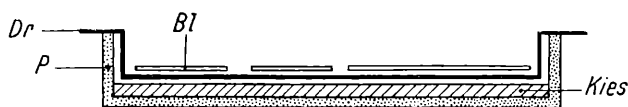
nach entsprechendem Schwenken in der Petrischale die eingepfropften Keime ähnlich wie in erstarrendem Agar oder festwerdender Gelatine zu fixieren. Es gelang mir nun, durch passende Abänderung seines Rezeptes einen zur Algenreinkultur überaus geeigneten Kieselsäurenährboden herzustellen, mit dem ich vorläufig die Speziesreinkultur der verschiedensten Algen erzielte.

Nimmt man nun schwachsaure bis fast zur neutralen Reaktion dialysierte sterilisierte Kieselsäure und versetzt sie in der Petrischale statt mit den Nährsalzen und dem zum relativ raschen Erstarren notwendigen von mir für die Algenkultur empfohlenen Natriumammoniumphosphat mit einer 0·02prozentigen Kleisterlösung und verdünnter Natronlauge, so erhält man ein nach wenigen Stunden erstarrendes kolloides System, das sich für die Untersuchung des Einflusses der von einer Q.-Q.-L. ausgesendeten Strahlen auf den Kleister und andere Verbindungen durchaus eignet.

Über die Befestigung der Bleischablone orientiert Textfig. 4. Es werden zwei Zinkdrähte in der in der Textfigur angegebenen Form gebogen und in die Schale eingehängt, worauf die Schablone, eventuell mit aufgebogenen Ecken, auf sie derart aufgelegt wird, daß die Buchstaben durch die Drähte möglichst nicht zerschnitten werden.

Bei dem in Fig. 9 der Taf. I dargestellten Experiment wurde mit der offenen Schale an den Brenner der Q.-Q.-L. des Physikalischen Institutes unserer Hochschule bis auf 10 *cm* herangerückt.

Unter diesen Verhältnissen war die Lichtintensität auch dieser kleinen Q.-Q.-L. so bedeutend, daß schon nach 1^h-Bestrahlung der erzielte Effekt mit der Jodprobe nachweisbar war: Völlig konform



Textfig. 4.

P = untere Hälfte einer Petrischale, *Kies* = Kieselsäure und *Dr* = Draht zum Halten der *Bl* = Bleischablone.

mit den auf p. 186/7 erörterten Erfahrungen über die Hydrolyse technischer Stärke war die in den Buchstabenarealen befindliche Kleisterlösung außerstande, die Blaufärbung mit J zu geben. Zu Versuchen mit mit JK versetztem Kieselgeel bin ich bisher nicht gekommen. Solche und ähnliche Versuche anderer Art sind vorgenommen. Denn etwas hatte die Methodik bereits gezeigt, daß in einer Kieselsäureplatte vollständig lokalisierte photographierbare Effekte hervorrufbar sind, womit sie die Eignung für die anschauliche Vorführung von durch Strahlungen bewirkten chemischen Veränderungen erwiesen hatte.

IV. Verhalten von an Anthokyan und an Karotin reichen Pflanzenorganen im Strahlenbereiche der künstlichen Höhensonne.

Schon Kluyver¹ hat sowohl Anthokyanbildung wie Anthokyanzerstörung als Folge der Bestrahlung von Pflanzen mit einer kleinen Q.-Q.-L. feststellen können. So »hatte« »sich einen Tag nach der Bestrahlung auf der beleuchteten Seite Anthokyan gebildet«,² allerdings an »den geschützten Stellen«. Es »befand sich in tiefer liegenden Schichten.« Sonst zeigte sich nach Kluyver (p. 1168) das Anthokyan im allgemeinen dem ultravioletten Lichte gegenüber unempfindlich,² nur bei der Bestrahlung der Blattunterseite von *Begonia discolor* verschwindet gleichzeitig mit dem Absterben der Epidermiszellen das Anthokyan.« Nach Ursprung und Blum (l. c., p. 400), die sich nicht auf Kluyver's einschlägige Beobachtungen beziehen,³ sind gefärbte Blumenblätter von *Viola* empfindlicher für die UV.-Bestrahlung als die weißen. Gerade umgekehrt verhielten sich die Blüten von *Dianthus*. Bei *Acchyranthes* hinwiederum waren überhaupt keine Differenzen im Verhalten zu den UV.-Strahlen bemerken. Wenn man daher von der Feststellung Ursprung's und Blum's absieht, wonach bei *Acchyranthes* und *Colus* das Anthokyan die Wirkung der UV.-Strahlen auf Permeabilitätsänderungen erleichtert, bieten die wenigen Angaben der beiden Autoren über die Wirkung ihrer kleinen Q.-Q.-L. auf das Anthokyan kein eindeutiges Bild.

Um so verlockender erschien es daher, auch bezüglich des Anthokyans mit der neuen Bach'schen Höhensonne eigene Erfahrungen zu sammeln.

¹ Kluyver A. J., Beobachtungen über die Einwirkung von ultravioletten Strahlen auf höhere Pflanzen. Sitz.-Ber. d. kaiserl. Akad. d. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Kl., CXX. Bd., 10. Heft, Abt. I, 1911, p. 1137, bes. 1151 1161.

Von mir gesperrt.

³ Obwohl sie in anderer Verbindung Kluyver's Ergebnisse anderer Art anführen.

Obwohl bisher nur mit wenigen, allerdings sehr gut geeigneten Versuchspflanzen gearbeitet werden konnte, haben die einschlägigen Experimente doch bereits einwandfrei ergeben, daß die in einer k. H.-S. gebotene strahlende chemische Energie im wesentlichen zerstörend, zum mindesten schädigend auf anthokyanhaltige Zellen einwirkt.

Es lassen sich in dieser Hinsicht eine ganze Reihe klassischer Beispiele anführen, wie: die Blüten von *Primula obconica* Hance var. *grandiflora*, der violett blühenden Akelei (*Aquilegia vulgaris* L.), die roten Blumenblätter von *Paeonia officinalis* L., der Pfingstrose, die violetten von *Iris florentina*, die der verschiedenen rot blühenden Varietäten der Rose, die Laubblätter verschiedener *Begonia*-Arten, speziell deren Blattunterseiten, die Blätter des Rotkohls, die Schaubblätter der Euphorbiacee *Poinsettia pulcherrima* u. a. m.

Alle diese Objekte lassen sich zu anschaulichen Vorlesungsversuchen über die Schnelligkeit des Verlaufes der photochemischen Leistungen der k. H.-S. bei biologischen Vorgängen, besonders der Farbstoffbeeinflussung durch die UV.-Strahlen der k. H.-S., verwenden.

I. *Primula obconica* (siehe Taf. II, Abb. 25): sechs bis acht Blüten werden neben- und untereinander in zwei Reihen gelegt und mit einer gemeinsamen, mit relativ kleinen Buchstabenstanzen versehenen Z.-Sch. — in unserem Fall mit der Wortfolge: »*Navicula minuscula*« — bedeckt, bei der womöglich einer der Buchstaben oder mehrere ganz oder teilweise mit einem Deckgläschen abgedeckt werden. Nach einer Bestrahlung von 3 Min. (!) kann bereits der Versuchserfolg demonstriert werden. Bei längerer Bestrahlung (10, 20 bis 25 Min.) erscheint er noch wesentlich verstärkt: Man sieht, ausgenommen an jenen Stellen, wo die Deckgläschen als UV.-Strahlenschirme gewirkt hatten, die Buchstaben in blauer Farbe auf rosa oder intensiver rotem Grund. Beim Aufenthalt in der feuchten Kammer vertieft sich der Versuchserfolg schon nach $\frac{1}{4}$ h oder $\frac{1}{2}$ h bis 1 Tag. Beläßt man die Blüten 2 bis 4 Tage im feuchten Raum, so diffundiert das Anthokyan aus den blau gewordenen Buchstabenarealen völlig und die Buchstaben erscheinen rein weiß in rosa oder dunkler roter Umgebung.

Dieser Versuch gestattet also zu zeigen, daß bei 36 cm Distanz der Objekte von der Lampe die UV.-Strahlen der k. H.-S.

1. eine typische Verfärbung der anthokyanhaltigen Zellen auslösen;
2. daß, da der Farbstoff blau erscheint und nach den landläufigen Erfahrungen ohne Zutat von Chemikalien diese Verfärbung nur eintritt, wenn der saure Zellsaft mit den Alkalien des Protoplasmas in Berührung kommen kann, was selbst wieder den Eintritt der Permeabilität des Plasmas voraussetzt, die UV.-Strahlen das Plasma der anthokyanhaltigen Zellen im Sinne einer Permeabilitätsänderung beeinflussen, also wohl schwer geschädigt oder getötet haben. Damit erscheint aber
3. neuerdings bewiesen, daß die UV.-Strahlen zunächst die dem Brenner während der Bestrahlung zugekehrt gewesene Epidermis und, wie der beim späteren Aufenthalt im feuchten Raum beim Liegen der Blüten auf der von der Lampe abgekehrt gewesenen Epidermis feststellbare Austritt des Anthokyans aus dem Buchstabengebiete zeigt, auch die abgewendet gewesene untere Epidermis und damit die ganze Korollendicke durchschlagen haben müssen. Endlich wird
4. gezeigt, daß es, da Glas auch von Deckglasdünne das Auftreten der Beschriftung selbst bei einer Bestrahlungsdauer von 25 Min. verhindert, die Strahlen $< 300 \mu\mu$ sein müssen, denen die Anthokyan zerstörende Wirkung zukommt.

II. Prächtige Herbarexemplare lassen sich von den bestrahlt gewesenen Blumenkronenblättern rot blühender Paeonien herstellen, da die durch die UV.-Strahlen getroffen gewesenen Areale wie die Buchstabenflächen sofort eine leichte, beim nachträglichen Aufenthalt im feuchten Raum eine immer satter werdende goldgelbe, haltbare, wohl als Nekroseverfärbung zu deutende Farbe erhalten (siehe Abb. 24 untere Reihe und Abb. 27 der Taf. II).

Diese Verfärbung tritt im ganzen Querschnitt des Blumenkronenblattes auf und beweist wieder die durchschlagende Wirkung der UV.-Strahlen $< 300 \mu\mu$. Denn sie sind es auch hier wieder, die scheinbar ausschließlich im Sinne der Zerstörung des Anthokyans wirksam sind. Objektträger und Deckgläschen verhindern die Zerstörung, was durch die direkte Auflage der Gläschen auf die

Blumenblätter (siehe Abb. 27, Blatt 4, der Taf. II) oder durch Abdecken von Buchstaben und Ziffern und dem Entstehen von Stützungsbildern belegt werden kann (siehe Abb. 24 und 27 der Taf. II).

Die Unterschiede im Verhalten der unter I. und II. angeführten gefärbten Objekte gegenüber den UV.-Strahlen ebenso wie gegen Ammoniak, das ohne jeden Übergang bei *Paenonia* eine ähnliche goldgelbe Farbe auslöst wie die UV.-Strahlen, und gegen Salzsäure lassen übrigens den Schluß zu, daß hier zwei verschiedene Sorten des Farbstoffes ihre Brauchbarkeit für Versuche über die Wirkung von UV.-Strahlen auf Anthokyane dokumentieren.

III. Die violetten Blütenblätter von *Iris florentina* (siehe Abb. 34 der Taf. II) werden mit Schablonen mit und ohne Glasplatten- und Deckgläsenaufgabe, beziehungsweise nur mit einzelnen Objektträgern und Deckgläschen bedeckt, den UV.-Strahlen $\frac{1}{2}^h$, 25, 20 oder 10 Min. ausgesetzt. Erfolg: In den bestrahlten Gebieten sofort sichtbare Zerstörung des Anthokyans, die beim Aufenthalt in der feuchten Kammer immer deutlicher wird. Nach 1 bis 2 Tagen Verweilens im feuchten Raum sind alle bestrahlt gewesenen Partien restlos entfärbt und der ausgetretene Farbstoff hat in großen violetten Flecken das Filtrierpapier, auf dem die Blumenblätter lagen, gefärbt. Am dritten Tag werden die Blätter schmierig und zerfallen.

IV. Die Sporne der violett blühenden Akelei zeigen nach der Bestrahlung von etwa 25 Min. sofort weißliche Buchstabenstellen, die in der feuchten Kammer nach einem Tag noch klarer weiß auf Violett hervortreten (siehe Abb. 34 untere Reihe der Taf. II).

V Bei den Rosenvariatäten gab es solche, die sich wie die Pfingstrosen-Blumenkronenblätter verhielten und eine haltbare goldgelbe Färbung der bestrahlt gewesenen Flächen, z. B. der Buchstaben, zeigten. Dabei genügte eine Bestrahlungsdauer von 3 Min. Eine Rose, die eine karotengelbe untere Epidermis von sattrot gefärbtem Mesophyll und einer ebenso indischroten oberen Epidermis überlagert zeigte, war nach 15, beziehungsweise 25 Min. Bestrahlung in den bestrahlten Flächen gelb. Hier wurde das Karotin der unteren Epidermis infolge der Zerstörung des Anthokyans in den oberen, der Q.-Q.-L. der k. H.-S. näher gelegen gewesenen Geweben sichtbar.¹

VI. Ideale Demonstrationsobjekte sind weiter die Unterseiten der Laubblätter von Begonien. Nach 25 Min. Bestrahlung ist schon die Zerstörung des Anthokyans in den ungeschützt den UV.-Strahlen exponiert gewesenen Stellen nachweisbar und mit freiem Auge zu sehen. Nach 24 bis 48^h Aufenthalt im feuchten Raum bieten sich, wiederholt tief eingefressen wie die auf p. 186 erwähnte »Jod-schrift auf Kartoffeln«, infolge der Diffusion des Anthokyans aus den geschädigten Zellen und infolge des Sichtbarwerdens des Chlorophylls in den Mesophyllzellen grün im roten Grunde die Buchstabenfolgen »Licht« und wegen der schützenden und abfiltrierenden Wirkung der Deckgläser und Objektträger die von ihnen geschützt gewesenen Flächen sattrot auf grünem Grunde dem Beobachter dar (siehe Abb. 24 der Taf. II).

Bei kleinblättrigen Begonien scheint nach sehr kurzer Bestrahlung eine auf Anthokyanbildung deutende Rötung der Buchstaben vorzukommen, doch sind meine diesbezüglichen Versuche noch nicht ausreichend genug. Als feststehend kann ich nur erklären, daß bei 25 Min.-Bestrahlung solcher dünn- und kleinblättriger Varietäten die Anthokyanzerstörung durch das ganze Laubblatt hindurch besorgt wird, die einschlägigen Experimente also wiederum die große Durchschlagskraft der UV.-Strahlen gezeigt haben.

VII. Die Schaubblätter der in Glashäusern gezogenen Euphorbiacee *Poinsettia pulcherrima* Graa sind nur einige Zellagen dick und besitzen sehr zartwandige Epidermen. Ursprünglich chlorophyllgrün, werden sie erst rosa und schließlich infolge Ausbildung von Anthokyan in beiden Epidermen scharlachrot.² Setzt man nun diese Blättchen nach Bedeckung mit ausgestanzten Z.-Sch. durch bloß $\frac{1}{2}^h$ der Bestrahlung

¹ Hortensienblüten sind unter den Typus *Paenonia*-Blumenblätter in ihrem Verhalten zur UV.-Bestrahlung zu subsumieren. Nur ist der auftretende Farbstoff hellbraun.

Veronica-Blüten zeigten merkwürdigerweise bisher keine Beeinflussung durch UV.-»Licht«. Eine systematische Überprüfung des Verhaltens verschiedener Anthokyane gegen UV.-Strahlen ist vorgenommen.

² Fr. Rumph, Gartenlexikon 1890, Verl. Paul Parey. Nach Rumph sind es eben die scharlachroten Brakteen dieser mexikanischen Euphorbiacee, die ihr die Beliebtheit verschaffen.

durch die k. H.-S. aus, so ist die »Zerstörung des Anthokyans« sofort nach Beendigung des Versuches durch den Farbumschlag der bestrahlt gewesenen Flächen von Scharlachrot in Blau festzustellen, ein Erfolg, der sich bei 24^h Aufenthalt der Blätter in der feuchten Kammer noch vertieft. Es handelt sich hier offenbar wieder wie bei den Blüten von *Primula obconia* um direkte Tötung oder zum Tode führende Schädigung der bestrahlt gewesenen Zellen, wodurch der saure vom Anthokyan gerötete Zellsaft mit dem alkalischen Plasma in Berührung kommt und sich somit blauviolett verfärbt (siehe Abb. 32 und 37 der Taf. II). Daß diese das Anthokyan direkt oder indirekt zerstörende Wirkung den UV.-Strahlen $< 300 \mu\mu$ auch hier wieder zuzusprechen ist, beweisen nun die in der Farbenphotographie¹ (Abb. 37 der Taf. II) ober der Mitte zur Darstellung gebrachten, sowohl von oben wie von unten bestrahlt gewesenen Schaublättchen der *Poinsettia pulcherrima*, auf die entweder Blechschablonen mit Objektträgerauflage oder nur Objektträger und Deckgläschen vor dem Beginn der Bestrahlung gelegt wurden. Nach $\frac{1}{2}$ h Bestrahlung war wieder sofort die Wirkung dieser Maßnahme in Form einer Abstutzung der Buchstaben (z. B. des O) oder der Ziffern (z. B. der 1) und im Auftreten scharlachroter, scharf umrissener Deckgläschen-, beziehungsweise Objektträgerbilder im Schaublatt zu erkennen. Ein Aufenthalt in der feuchten Kammer vertiefte diesen Versuchseffekt noch ziemlich stark am Tage darauf. Doch änderte in der Folge ein weiteres Verweilen der Blätter durch eine volle Woche in der feuchten Kammer an dem Ergebnis nichts Wesentliches. Durch Versuche dieser Art war nun auch für dieses Anthokyan erwiesen, daß es die durch Glas selbst von Deckglasdünn abfiltrierbaren, also die UV.-Strahlen $< 300 \mu\mu$ sind, denen die Fähigkeit der Zerstörung des Anthokyans zukommt.

VIII. Ein recht geeignetes Versuchsobjekt zur Überprüfung der zerstörenden Wirkung der UV.-Strahlen der k. H.-S. auf das Anthokyan ist endlich das Rotkraut. So stellt Abb. 26 der Taf. II ein äußeres Blatt des Rotkrauts dar, das nach Bedeckung mit der Zinkschablone »Licht« am 16. X. 1930 der k. H.-S. meines Institutes durch $\frac{3}{4}$ h bei rund 32 cm Entfernung von der Lampe ausgesetzt gewesen war. Nach dreitägigem Aufenthalt im Dunkeln im feuchten Raum erschienen die anthokyanhaltigen Zellen beider Epidermen getötet, so daß der Farbstoff aus ihnen diffundierte und die subepidermalen schwach chlorophyllhaltigen Zellen in dem Buchstabenareale sichtbar wurden.²

Ein durch reichliche Karotinbildung ausgezeichnetes Versuchsobjekt, der Paradiesapfel, *Solanum Lycopersicum*, in seinem Verhalten bei Bestrahlung mit der künstlichen Höhensonne.

Am 16. X. 1930 wurden in 32 cm Distanz von der k. H.-S. durch $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ h acht grüne Paradiesäpfel nach Abdeckung mit mit Ziffern versehenen Zinkblechschablonen der Bestrahlung durch die k. H.-S. ausgesetzt. Beim Ausreifen im feuchten, beziehungsweise trockenen Raum im Dunkeln zeigten die so behandelten Früchte erst nach etwa 8 Tagen, im Licht früher, die unmittelbar nach der Beendigung der Bestrahlung überhaupt nicht oder kaum andeutungsweise bemerkbare schädigende Induktionswirkung der UV.-Strahlen, indem überall in den unbestrahlt gebliebenen Partien die Farbstoffbildung auftrat, während sie bei allen Paradiesäpfeln in den bestrahlt gewesenen Stellen völlig ausblieb. Auf diese Weise hoben sich die Ziffern in mattem Grauweiß ungemein scharf vom rot gefärbten Untergrund ab (vgl. Abb. 31 der Taf. II).

Am 19. XII. 1930 der k. H.-S. bei 32 cm Distanz $\frac{3}{4}$ h nach Bedeckung mit Schablonen exponierte rote Paradiesäpfel zeigten bis zum 23. XII. keine Verfärbung in den bestrahlten gegenüber den unbestrahlt gewesenen Flächen. Auch die mikroskopische Untersuchung ließ Differenzen bei diesen roten Paradiesäpfeln nicht erkennen. Dagegen zeigte die Betrachtung im Strahlenbereich des Fluoreszenzansatzes der k. H.-S. goldgelbe Fluoreszenz der exponiert gewesenen Flächen auf rotem Grunde.³

¹ Die leider aus pekuniären Gründen nicht farbig reproduziert werden konnte.

² Zur photographischen Aufnahme wurde das Blatt in ein größeres Gefäß mit planparallelen Wänden in Wasser gegeben, worin es sich noch etwa 14 Tage unverändert hielt.

³ Bei den Versuchsobjekten vom 16. X. 1930, die einem Westfenster liegen gelassen worden waren, traten in den bestrahlt gewesenen und offenbar getöteten Partien Pilze auf, von denen einer mit violett gefärbten Fruchtkörpern besonders dadurch interessant wirkte, weil er die Ziffern für die makroskopische Betrachtung zur Gänze violett färbte, so daß sie sich scharf von dem roten Grund der übrigen Frucht abhoben. Auf das Problem der Reaktion des Karotins des Paradiesapfels auf die Bestrahlung durch die k. H.-S. genauer einzugehen, fehlte bisher die Zeit.

V. Nekroseverfärbungen, hervorgerufen durch die Strahlen der künstlichen Höhensonne.

Bekanntlich hat bereits 1911 (p. 1143/5, Kluver das lokalisierte Auftreten von Nekroseverfärbungen in der unteren Epidermis von *Aucuba Japonica*-Blättern nach 8^h Bestrahlung derselben in 35 cm Distanz durch seine kleine Q.-Q.-L. beobachten können. »Nach Entfernen der Schablone trat bereits das Wort Licht deutlich hervor, doch nahm bis zum nächsten Tag die Intensität der braunen Farbe noch wesentlich zu.« Ähnlich die Schablone vermochte auch ein Stückchen Epidermis (p. 1144/5) die schädigende Wirkung der UV-Strahlen aufzuhalten, so daß nach 5^h Bestrahlung mit der Q.-Q.-L. bei 35 cm Distanz nur die Umgebung um die geschützte Stelle die Verfärbung zeigte. »Dabei war die untere Blattepidermis noch geeigneter für die Versuche als die obere« (p. 1147). Eigene, die Schutzwirkung der Epidermis überprüfende Versuche haben (p. 1147) gezeigt, daß bei einem Blatte, das, abgesehen von der Nachtzeit, »während dreier Tage« »je 8 bis 10 Stunden« »also insgesamt 28 Stunden« »bestrahlt« worden war, »die Wirkung auf die Epidermis beschränkt« blieb,¹ »also die tote Epidermis die ultravioletten Strahlen genügend absorbierte.« »Nur an sehr wenigen Stellen war ein Absterben der nächstliegenden Parenchymzellen« zu bemerken, wobei »eine Desorganisation der Chlorophyllkörner nicht zu konstatieren war¹ und nur die braune Farbe des Zellinhaltes eine Tötung verriet«.

Ich habe nun frisch gepflückte jüngere und ältere Blätter einer großen baumartig entwickelten panaschierten *Aucuba Japonica* in Schatzlar mit in nasses Filtrierpapier eingewickelten Stielen durch ausgestanzte Zinkblechschablonen hindurch bei etwa 35 cm Distanz nur $\frac{1}{2}$ bis 1^h der Einwirkung der k. H.-S. im Schatzlarer Krankenhause ausgesetzt und war in der Lage, teils sofort, teils 12 bis 24^h später bei den in Wasser mit ihren Stielen eingetauchten, beziehungsweise auf Wasser schwimmenden Blättern nicht nur in der direkt bestrahlten unteren Epidermis das Wort »Licht« und die von der Schablone nicht mehr bedeckt gewesenen Partien — ähnlich wie Kluver nach 8^h Bestrahlung —, sondern auch das L und i in der oberen abgekehrten Epidermis vollständig scharf abgegrenzt in dunkelbrauner bis schwarzer Farbe auftreten zu sehen, woraus zu schließen ist, daß die Strahlenwirkung durch die ganzen Blätter durchgeschlagen haben muß. Bei Bestrahlung der Blätter von der oberen Epidermis aus war gewöhnlich ein Effekt auf der abgekehrten unteren Epidermis nicht mehr sichtbar, die Durchschlagskraft der Strahlen durch die derbere obere Epidermis war also wohl stärker gehemmt.²

Spezielle auf die Art der diese Nekroseverfärbungen auslösenden Strahlen abzielende, im November 1930 im eigenen Institute mit der neuen k. H.-S. durchgeführte Versuche haben in Bestätigung der einschlägigen von Kluver mit seiner kleinen Q.-Q.-L. gesammelten Erfahrungen erwiesen, daß es wieder die durch Glas abfiltrierbaren, also die Strahlen $< 300 \mu\mu$ sind, die nach der nur $\frac{1}{2}$ ^h dauernden Bestrahlung mit der k. H.-S. in 2 bis 3 Tagen die Nekroseverfärbungen auslösen. (Besonders schön war ein Versuch, bei dem das Wort »Licht« unten mit einem Objektträger abgeschnitten war.)

Ganz ähnlich wie die der *Aucuba Japonica* verhielten sich nun auch noch die Blätter der Sonnenblume, *Helianthus annuus*, deren Epidermis nach $\frac{1}{2}$ ^h Bestrahlung mit der k. H.-S. eine braune Verfärbung zeigte. Das Auftreten dieser Bräunung kann durch Glas von Deckglasdünnigkeit verhindert werden (siehe Abb. 20 der Taf. I, unten), ein Beweis, daß auch für diese Nekroseverfärbung die UV-Strahlen $< 300 \mu\mu$ verantwortlich zu machen sind.

Aus diesen Versuchen geht also neuerdings hervor, daß

1. die Steigerung der Intensität der von der Q.-Q.-L. ausgehenden Strahlen, wie sie bei der derzeit so vollkommenen Ausführung der Q.-Q.-L. in der k. H.-S. erreicht wird und die zur Überprüfung der bisherigen Anschauungen über die Undurchlässigkeit verschiedener Gewebe für diese Strahlen

Von mir gesperrt. Vgl. auch den Kleindruck auf p. 167.

Daß die angeführte Deutung zutreffend gewesen sein dürfte und nicht etwa die bei längerer Bestrahlungszeit bis an die Lebensgrenze sich steigernde Temperaturerhöhung unter der k. H.-S. die Ursache der Schwärzung auf der abgekehrten Epidermis war, geht daraus hervor, daß nicht die ganze abgekehrte Epidermis schwarz wurde, sondern nur den einzelnen Buchstaben entsprechende Partien derselben, die notwendigen Vorsichtsmaßnahmen gegen Temperaturerhöhung vorausgesetzt.

Auch Ursprung und Blum haben (p. 398) die Widerstandsfähigkeit der oberen gegenüber den unteren Epidermen verschiedener Pflanzen bei Bestrahlung ganzer Blätter bald von oben, bald von unten feststellen können und gesehen, daß Agavenblätter z. B. bei Bestrahlung von oben entschieden weniger litten.

geradezu herausfordert, einen derartigen Grad erreicht hat, daß die Strahlen durch die ganze Dicke eines so derben Blattes wie *Aucuba Japonica* zu dringen vermögen¹ und daß

2. parallel zu dieser Intensitätssteigerung der Strahlen auch der Versuchserfolg wieder in viel kürzerer Zeit erreicht wird als bisher.²

Als ideale Versuchsobjekte, die gleichzeitig eine interessante Beziehung zwischen der Anlage zur Anthokyanbildung in Blüten und der Fähigkeit der Laubblätter zu Nekroseverfärbungen aufzuzeigen scheinen, sind die rot blühenden Varietäten der Georginen, *Dahlia variabilis* W. (Abb. 29 der Taf. II), und die violett blühenden der Akelei, *Aquilegia vulgaris* L. (Abb. 33 der Taf. II). Macht man nämlich vergleichende Untersuchungen mit den Laubblättern der weiß (w.) und der rot blühenden (r.) Varietäten von *Dahlia*, so sieht man bei beiden das Auftreten von Nekroseverfärbungen nach $\frac{1}{2}^h$ Bestrahlung durch die k. H.-S. sofort nach der Beendigung des Versuches. Bei (w.) erscheinen sie kaum andeutungsweise, bei (r.) ganz deutlich hellbraun. Bei 24^h Aufenthalt im feuchten Raume werden die Farben wesentlich vertieft. Doch kommt die Nuance der Farbe bei den (w.) Varietäten über das helle Braun eines Milchkaffees nie hinaus, während der Nekrosefarbstoff in den Laubblättern der (r.) Formen von *Dahlia* den Farbenton eines sogenannten »Schwarzen« oder von Virginiazigarren erreicht. Gerade diese Laubblätter sind, wie kaum ein anderes Versuchsobjekt, zum Nachweis des leichteren Durchtritts der UV.-Strahlen durch die untere Epidermis und deren raschere Dunkelfärbung und zur Vorführung der schützenden Wirkung von Glas (Objektträgern und Deckgläschen) vor dem schädigenden Einflusse der UV.-Strahlen geeignet (siehe Abb. 29 der Taf. II).

Der Nekrosefarbstoff, der als Folge der Einwirkung der UV.-Strahlen auf die Laubblätter der Akeleiarten entsteht, ist geradezu blau, wobei Nuancen vom Blau der Füllfeder- bis zum Schwarzblau der Neutraltinte beobachtet werden können, dunkle Farbtöne, die auf die violett blühenden Akeleisorten beschränkt erscheinen.

Wiederholt war es mir bei meinen Versuchen über die Vorgänge des herbstlichen Chlorophyllabbaues im Laubblatte nach vorgängiger UV.-Bestrahlung bei Akeleiblättern aufgefallen, daß sich im Buchstabenbereiche, abgesehen von der Chlorophyllerhaltung, auch eine Verfärbung der betreffenden Epidermiszellen ins Blauviolette einstellte, das sich besonders schön im Strahlenbereiche des Fluoreszenzanalysenansatzes der k. H.-S. mit strahlend violetter Farbe, oft mit scharfer hellblauer Zonenbildung bemerkbar machte (siehe p. 170). Besondere, zur Überprüfung dieser Gelegenheitsbeobachtungen sowohl im Herbst 1930 wie im Frühjahr 1931 durchgeführte Versuche mit Laubblättern weiß und violett blühender Varietäten von *Aquilegia* haben nun ergeben, daß bei $\frac{1}{2}^h$ Bestrahlung der Blätter von unten und oben in der unteren Epidermis wesentlich stärker als in der oberen und ganz generell in beiden Epidermen bei Blättern violett blühender (v.) Varietäten den Buchstabenausstanzungen der Z.-Sch. entsprechende, an Anthokyanneubildung anklingende, Nekroseverfärbungen in violetter Farbe einsetzten, wenn die Blätter, die sofort nach der Bestrahlung nichts zeigten — (w.) Varietäten — oder die erste Violettffärbung aufwiesen — (v.) Varietäten —, nach der Bestrahlung noch 2 bis 3 Tage im feuchten Raume aufbewahrt wurden (siehe Abb. 33 der Taf. II).

Auch diese Verfärbung³ kann durch Auflegen von Objektträgern und Deckgläschen verhindert werden (siehe Abb. 33 der Taf. II).

Als Versuchsobjekte, die in hervorragender Weise das raschere Auftreten der Nekroseverfärbung bei der Bestrahlung von der unteren Epidermis her zeigen, sind endlich noch die Blätter der Glyzinen, *Wistaria sinensis*, der Rosen, Abb. 35 der Taf. II, Weigelien, *Weigelia rosea* Lindl., und des wilden Weins, *Ampelopsis Veitschii*, Abb. 28 der Taf. II, zu nennen.

¹ Wird ja doch die untere Epidermis so durchlässig für UV.-Strahlen, daß man an Dangeárd's »Recherches sur la pénétration des rayons violets et ultraviolets au travers des divers organes de la plante« (Bull. Soc. de France 1914, Ref. Bot. Centralbl., 132, p. 321 [1916]) mit *Pteris serrulata* erinnert wird.

Einer meiner Schüler, Herr Dr. techn. Ing. Hans Freytag, hat auf meine Anregung hin die Erscheinungen der durch die Strahlung der k. H.-S. hervorgerufenen Nekroseverfärbungen mit Blättern und Früchten auf breiter Versuchsbasis untersucht und wird darüber demnächst berichten.

³ Die übrigens, wie ihr Verhalten gegen NH_3 und HCl bewies — die Farbe bleibt in diesen Reagenzien unverändert —, mit Anthokyanbildung nichts zu tun hat.

VI. Lignin und Vanillin im Strahlenbereiche der künstlichen Höhensonne.

1. Lignin.

Schon Wiesner¹ hat den Nachweis von der Zerstörung der Holzsubstanz im Sonnen-, Tages- und Gaslampenlicht erbracht. »In stark am Sonnenlichte gebräuntem Holzschliffpapier ist in der Regel«, sagt er (I, p. 389), »kein Koniferin durch Phenol-Salzsäure nachweisbar.« Im Vergleiche mit frischem Holze oder frischem, noch nicht vergilbtem Holzschliffpapier zeigt sich auch, »daß das Vanillin bei der Vergilbung stark abgenommen hat«.

Kluyver hat nun (I. c., p. 1159/1163) mit seiner kleinen Q.-Q.-L. von 220 Volt Nutzspannung, die durch regulierbaren Vorschaltewiderstand bei den meisten Versuchen bei einer Spannung von 100 Volt gehalten wurde, sowohl an Stengeln der Bohne, *Phaseolus multiflorus*, wie an Holzschliffpapieren und Hobelspänen, die lange genug (30, bezw. 60 u. 50 Stunden) der Einwirkung der UV.-Strahlung ausgesetzt waren, sehr deutliche Zerstörung der Holzsubstanz nachweisen können. Sogar mit der Phlorogluzin-Salzsäure-Probe war nach jener Bestrahlungszeit »keine Rotfärbung mehr zu erreichen. An der Grenze einer vergilbten Stelle« wurde die eine »Hälfte einer Faser noch rot gefärbt«, die andere nicht mehr, »Chlorzinkjod« färbte die belichteten Wände violett. Bei Hollundermark verhinderte »eine Bestrahlung von 24 Stunden, allerdings nur an der Oberfläche, die Holzstoffreaktion«.

Über meine eigenen Erfahrungen mit der k. H.-S. habe ich eingehend in III. meiner Arbeit »Photosynthese und Photolyse in ihrer Anwendung auf Hölzer« (vgl. p. 164) berichtet; wobei sich wieder ergab, daß die k. H.-S. bereits in $\frac{1}{2}$, beziehungsweise 1, $1\frac{1}{2}$, 2, 3 bis 6^h an Hobelspänen und Holzschliffpapier das leistet, was Kluyver mit seiner kleinen Q.-Q.-L. in 60 Stunden an Zerstörungseffekt am Holzstoff erreichte. Hier sei es mir nur gestattet, unter Hinweis auf Abb. 37 der Taf. II und deren Figurenerklärung auf die kontrastreichen Farbeffekte an mit der k. H.-S. bestrahlten und nicht bestrahlten Holz- und Holzschliffpapierflächen bei Behandlung mit den üblichen Holzstoffreaktionen zu verweisen. Besonders die Molisch'sche versagte in den bestrahlten Partien vollständig, so daß die Buchstaben weiß auf blau erschienen. Wenn dies in der Farbenphotographie mit der Buchstabenfolge »Navicula« nicht so deutlich hervortrat, so war dies auf die Schwierigkeit der Farbenphotographie zurückzuführen. Am besten gab die Farbenphotographie den Effekt der Wiesner'schen Anilinsulfatprobe, am schlechtesten die mit Wiesner's Phlorogluzin-Salzsäure erzielbaren Farbenunterschiede wieder.²

2. Vanillin.

Das Verhalten von mit Vanillin getränktem Filtrierpapier im Strahlenbereiche der k. H.-S.

Schon Kluyver hat p. 1164 im Hinblick auf den Umstand, daß die Rotfärbung mit Phlorogluzin und HCl auf im Holze (nach Grafe³) mit der Zellulose »in ätherartiger Bindung stehendes Vanillin«, dessen reichliches Vorkommen Holze vor kurzem K. Kürschner⁴ nachwies, »künstliches Vanillinpapier durch Tränken reinen schwedischen Filtrierpapiers in einer alkoholischen Vanillinlösung« dargestellt⁵ und es mit Lichtschablone bedeckt, der Bestrahlung durch die Q.-Q.-L. ausgesetzt.

»Nach 30 Stunden zeigte sich das Wort Licht tiefgelben Buchstaben auf dem weißen Papier.« Zwar bekam man (wahrscheinlich durch das Auslösen des Vanillins aus tieferen Schichten) noch eine rote Farbe mit Phlorogluzin-Salzsäure, aber die Vergilbung, meint Kluyver, »ist ohne weiteres ein Beweis dafür, daß das Vanillin jedenfalls teilweise irgendeine Umlagerung erfuhr«, die durch eine »allerdings nicht absolut schützende Wirkung eines gewöhnlichen Objektträgers« aufgehalten werden konnte. Heute wissen wir bereits, daß »alkoholisches oder in anderen organischen Mitteln gelöstes Vanillin«⁶

¹ Wiesner Jul., I. Über die Zerstörung der Hölzer an der Atmosphäre, Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien, Mathem.-naturwiss. Kl., 49. Bd., II. Abt., Jg. 1864, Heft 1 bis

Wiesner Jul., II. Untersuchungen über das rasche Vergilben des Papiers. Dingler's Polytechnisches Journal, 1886, 261. Bd., p. 386.

Wiesner Jul., III. Über den Einfluß des Gaslichtes auf das rasche Vergilben der Holzschliffpapiere. Ebenda, 1887, 266. Bd., p. 181.

² Vgl. hiezu die Fußnote 2 der p. 209.

³ Grafe V., Untersuchungen über die Holzsubstanz. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien, 1904, mathem.-naturwiss. Kl., Bd. 93, Abt. I, p. 294.

⁴ Kürschner K., Zur Chemie der Ligninkörper. Stuttgart. Verl. v. Ferd. Enke, 1925.

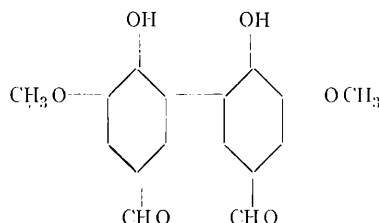
Die genaue Konzentration der Lösung hat Kluyver nicht mitgeteilt. Auch erinnert er in diesem Zusammenhang an Molisch's H. (Ein neues Koniferinreagens. Ber. d. Deutsch. bot. Ges., Bd. IV, 1886, p. 301) Bemerkung, daß künstlich dargestelltes »Koniferin- und Vanillinpapier die Reaktionen niemals so scharf zeigt wie gewöhnliches Holzschliffpapier.

⁶ Houben-Weyl, Die Methoden der organischen Chemie, II. Bd., 1922. Verl. Georg Thieme, Leipzig, »Belichten« von Houben J., p. 912 bis 1043, besonders p. 967.

Der in der bei Houben reproduzierten Formel unterlaufene Druckfehler wurde im Anschluß an K. Elbs' und H. Lerch's Arbeit »Über Dehydrodivanillin«, Ernst v. Meyer's Journal f. praktische Chemie, neue Folge, Bd. 93, Jg. 1916, p. verbessert.

im blauvioletten Lichte unter Gelbfärbung Dehydrodivanillin« liefert, während »bleibt«.

roten« Licht »klar und farblos«



Es war nun zu erwarten gewesen, daß die Zerstörung in gewöhnlichem Filtrierpapier aus alkoholischer Lösung aufgesaugten Vanillins durch die Bestrahlung mit der k. H.-S. in kürzerer Zeit zu erreichen sein würde, als sie Kluyver angibt. Die Abb. 36 der Taf. II zeigt den gelblichen Farbenton auf weißem Grunde hervortretenden Vergilbungserfolg nach Bestrahlung des vanillingetränkten Filtrierpapiers mit der k. H.-S. während $\frac{1}{2}$ h. In der gleichen Bestrahlungszeit wies das als Kontrolle dienende Filtrierpapier nur einen Hauch Vergilbung auf. Die Phlorogluzin-HCl-Probe oder gar Farbdifferenzen zwischen Beschriftung und bedeckt gewesenen Partien gab bei der Anwendung der Probe das betreffende künstliche Vanillinpapier nicht.¹

Zusammenfassung der Hauptergebnisse.

I. Eine im August, beziehungsweise Juni durchgeführte halbstündige Bestrahlung von *Tropaeolum*-Blättern und solchen von *Robinia Pseudacacia* und *Iris florentina* (siehe Abb. 15 der Taf. I und 30/35 der Taf. II) mit einer der modernen künstlichen Höhensonnen (k. H.-S.) Orig. Hanau durch eine durchstanzte Zinkblechschablone hindurch kann bereits zur Zerstörung des Chlorophylls in den bestrahlten Flächen, also im Buchstabenareale, im Sinne scharf umrissenen Auftretens deutlicher Xanthophyllgelbfärbung führen.

Diese Feststellung verdient um so größeres Interesse, weil mit einer Ausnahme — Bierry und Languier, die ihre Chlorophyll-Lösungen mit zwei Q.-Q.-L.² bestrahlten und bei dieser Behandlung Zersetzungserscheinungen wahrnehmen konnten — von allen Autoren, allen voran Kluyver, Schulze, dann von Stoklasa und Zdobnitzky, von Ursprung und Blum und vielen anderen gerade die Unangreifbarkeit des Chlorophylls durch UV.-Strahlen ausdrücklich hervorgehoben wird. In diesen Äußerungen wird außerdem stets betont, daß das Chlorophyll der UV.-Bestrahlung Widerstand leiste ohne Unterschied, ob es sich bei den betreffenden Experimenten der genannten Autoren handle um lebende Chlorophyllkörner, festes, gefälltes oder in Alkohol gelöstes Chlorophyll, und bei diesem wieder, gleichgültig, ob es in konzentrierten oder verdünnten Lösungen der UV.-Bestrahlung ausgesetzt wurde.

Mit Herbstblättern von *Tropaeolum majus* im Oktober und November durchgeführte halb- bis dreiviertelstündige Bestrahlungen mit einer neuen k. H.-S.³ ergaben, daß die Chlorophyllzerstörung wesentlich hinter der mit im Schatten entwickelten Sommerblättern erzielten zurückblieb. Der Verfasser führt diese Tatsache auf die derbere Ausgestaltung der Epidermen in den Blättern des Herbstes gegenüber denen des Sommers und den durch sie bedingten, den UV.-Strahlen entgegengesetzten größeren Widerstand zurück.

In allen jenen Fällen nun, wo bei diesen Herbstblättern die Chlorophyllzerstörung nicht sofort durch die gelblichgrüne Verfärbung der bestrahlten Areale nach der Bestrahlung zu bemerken war, konnte man sich von dem Eintritt der beginnenden Zersetzung des Chlorophylls im Strahlenbereiche des Analysenansatzes der Bach'schen k. H.-S. (A.-A. d. k. H.-S.) klar

Man vergleiche auch Beilstein's Handbuch der organischen Chemie, Bd. VIII, p. 542 (System Nr. 851), 1925, 4. Aufl., Berlin, Verl. Jul. Springer, weiter Giacomo Ciamician in P. Silber, Chemische Lichtwirkungen I, Ber. d. Deutschen Chem. Ges., Bd. 34/2, 1901, p. 1540, und II. Bd. 35/3, 1902, IV. Abt., p. 3596, die von Dehydrovanillin-Bildung sprechen.

¹ Da nach meinen Wiener Erfahrungen erst eine 10/0ige alkoholische, in Filtrierpapier aufgesaugte Vanillinlösung mit Phlorogluzin und Salzsäure deutliche Rotfärbung zeigt, derart konzentrierte Lösungen zu den eben geschilderten Versuchen aber bisher von mir nicht verwendet werden konnten, erscheint das Ausbleiben des Reaktionserfolges erklärt.

² Q.-Q.-L. = Quarzquecksilberlampen.

³ Nr. 104.220 im eigenen Institute.

überzeugen, da die bestrahlt gewesenen Partien in goldgelber Farbe auf samtrotem Untergrunde aufleuchteten.

Mit dieser Fluoreszenzfarbenganalyse gelang es nun auch dem Verfasser, die Bedeutung der Bestrahlung der chlorophyllhaltigen Zellschichten des Blattes durch die obere, beziehungsweise untere Epidermis für den Grad der Chlorophyllzersetzung dadurch anschaulich zu demonstrieren, daß von der Unterseite her bestrahlt gewesene Blätter — die gleiche Bestrahlungsdauer vorausgesetzt — die die beginnende Zersetzung des Chlorophylls verratenden Fluoreszenzercheinungen viel deutlicher zeigten als Blätter, die von der oberen Epidermis her bestrahlt worden waren (siehe Textfiguren 1 und 2 der p. 165).

Läßt man nun derart behandelte Blätter im Lichte oder Dunkeln unter feuchter Glasglocke oder in feuchter Glasschale stehen, so setzt unter gleichzeitigem Zurückgehen der im bestrahlten Gebiete durch die UV.-Strahlen eingeleiteten Zersetzung des Rohchlorophylls der Chloroplasten

II. nur in den von den UV.-Strahlen $< 300 \mu\mu$ nicht getroffen gewesenen Blattflächen in Übereinstimmung mit Molisch's seinerzeitigen Befunden über die Vergilbung der Blätter infolge der Abwanderung der Abbauprodukte des Chlorophylls im Dunkeln rascher als im Lichte die Vergilbung ein, so daß sich nun z. B. nach 2 bis 4 Tagen in den von UV.-Strahlen bestrahlt gewesenen Blattarealen die Buchstaben sattgrün von dem gelb gewordenen Subschablonengebiete abhoben, das sich selbst wieder oft sattkarotin- oder wenigstens sattxanthophyllgelb von der dunkelgrün gebliebenen Schablonenumrahmung abzeichnete (siehe die Photographien 1 bis 8 und 10 bis 12 der Tafel I und Abb. 37 der Tafel II).

Hiebei werden die mit Objektträgern und Deckgläschen bedeckt gewesenen Blattpartien gelb, woraus geschlossen werden muß, daß es vor allem die Strahlen $< 300 \mu\mu$ sind, die für die so anschaulich zutage tretende Verhinderung des Chlorophyllabbaues in den mit UV.-Strahlen bestrahlt gewesenen Blattflächen verantwortlich zu machen sind (siehe Abb. 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 12 der Taf. I).

Dabei dürfte es sich entweder um eine das Chlorophyll erhaltende Stauung organischer Substanzen im Sinne der Molisch'schen Interpretation der Stahl'schen Befunde der Chlorophyllerhaltung im herbstlich sich verfärbenden Laubblatte oder um die Zerstörung der schon p. 169 erwähnten »Chlorophyllase« durch die UV.-Strahlen handeln, die in von Schablonen, Objektträgern und Deckgläschen geschützten Blattflächen erhalten bliebe und so den Abbau des Chlorophylls und die gelbe Verfärbung der geschützt gewesenen Stellen besorgen könnte.

Wirft man nun solche Blätter, die also die grüne Beschriftung auf gelbem Grunde zeigen, in siedendes Wasser, entzieht ihnen mit Äthylalkohol die Farbstoffe und unterwirft sie den von Molisch in die botanische Literatur eingeführten makroskopisch darstellbaren Eiweißreaktionen, so werden die bestrahlt gewesenen Flächen mit der Millon'schen Probe ziegelrot (siehe Abb. 37 der Taf. II), mit Salpetersäure, beziehungsweise mit ihr bei nachheriger Einwirkung konzentrierten Ammoniaks hell- bis sattkanariengelb und mit der Biuretprobe bei richtiger Dauer der Einwirkung der Reagenzien violett.

Danach sind es also die Chloroplasten und deren protoplasmatisches, eiweißreiches Stroma, die die erwähnten Eiweißproben geben und die in den bestrahlt gewesenen Partien erhalten blieben, während folgerichtig in den von UV.-Strahlen nicht getroffen gewesenen Blattflächen das eiweißreiche Stroma des Chloroplasten abgebaut und völlig entfernt worden sein mußte. Das besagt aber, daß außer der oben erwähnten »Chlorophyllase« auch noch ein tryptisches, Eiweiß lösendes Ferment der Einwirkung der UV.-Strahlen in dem Sinne unterlegen gewesen sein mußte, daß die UV.-Strahlen der k. H.-S. besagtes tryptisches Ferment zerstört haben dürften.

Beachtenswert erscheint jedenfalls die Tatsache, daß auch nach einfachem Abbrechen von Blättern von Zierpflanzen, wie von *Calla palustris* L. oder von der Euphorbiacee *Poinsettia pulcherrima* Graa, bei Bestrahlung mit der k. H.-S. dem herbstlichen Chlorophyllabbau völlig analoge Erscheinungen ausgelöst werden können (siehe Abb. 11 der Taf. I und Abb. 37 der Taf. II). Auch an mit Schablonenbedeckung versehenen Blättern ganzer bewurzelter, ausgerissener Pflanzen von *Tropaeolum majus*, *Phaseolus vulgaris* und *Ph. multiflorus* zeigte sich nach deren Bestrahlung mit der

k. H.-S. am 1. Juli 1931 bei nachherigem Aufenthalte im feuchten Raume das Erhaltenbleiben des Chlorophylls im Buchstabenareale und dessen Abbau in den unbestrahlt gebliebenen Blattflächen.

III. Wurden die in Punkt I erwähnten *Tropaeolum*-Blätter nach dem Gelbwerden der durch die UV.-Strahlen der k. H.-S. getroffen gewesenen Blattflächen sofort nach der Bestrahlung in 96%igen Alkohol übertragen und nach dem Chlorophyll- und Xanthophyllentzug der Sachs'schen Jodprobe unterworfen, so gelingt sie nur in den bei der Bestrahlung gelb gewordenen Buchstaben (siehe Abb. 20 oben der Taf. I).

Mit Rücksicht auf R. Willstätter's und A. Stohl's Befunde über die Nichtanteilmahme der Karotinoide am Assimilationsvorgang dürfte aber wohl vorläufig die Erklärung dieser Erscheinung am besten in der Art zu geben sein, daß das Chlorophyll vor seiner Zerstörung durch die UV.-Strahlen zu beschleunigter Assimilationsleistung angeregt wurde, worauf erst seine Zerstörung im Sinne der Freigabe der Karotinoide einsetzte.

Jedenfalls mußte der Ausfall des durch Abb. 20 (oben) der Taf. I illustrierten Versuches aufgefaßt werden als ein Fall der Bildung autochthoner Stärke im Strahlenbereiche der k. H.-S. und führte hinüber in das erst 1917 von Ursprung so eingehend und erfolgreich bearbeitete Gebiet der Wirkung der UV.-Strahlen auf die CO_2 -Assimilation.

Eingehende vergleichende Untersuchungen, die mit einer drei Jahre benutzten k. H.-S. im Oktober 1929 im Kinderspital in Brünn, im September und Oktober des gleichen Jahres im Physikalischen Institute der deutschen technischen Hochschule in Brünn mit einer kleinen Q.-Q.-L. und im Oktober und November 1930 im eigenen Institute des Verfassers mit einer Bach'schen k. H.-S. modernster Konstruktion, und zwar in der Art unternommen wurden, daß die Versuchsblätter einerseits 1 Stunde nach dem Abreißen, andererseits nach 9^h Aufenthalt im Dunkeln seit der Abnahme von der Pflanze nach Bedeckung mit Blechschablonen mit und ohne Glas- (Objektträger- oder Deckglas-) Bedeckung der Bestrahlung durch die k. H. S. ausgesetzt und dann sofort in siedendes Wasser geworfen, durch warmen Alkohol vom Chlorophyll befreit und der Jodprobe unterzogen wurden, ergaben:

1. daß die Assimilationsleistung in der Tat den durch Glas auch von Deckglasdünne abfiltrierbaren Strahlen der k. H.-S. zukommt; 2. daß der Assimilationseffekt in $\frac{1}{2}$ ^h, $\frac{1}{4}$ ^h, ja in 15 bis 10 Min. erreicht sein kann; 3. daß bei den Versuchen mit der k. H.-S. des Kinderspitals in Brünn nur vorgängig belichtete Blätter, die noch stärkefrei oder schwach stärkehaltig waren, die in Fig. 18 der Taf. I dargestellten so anschaulich wirkenden Effekte lokalisierter Assimilation zeigten;

4. daß alle Versuche mit vorher 9^h verdunkelt gehaltenen *Tropaeolum*-Blättern bei Bestrahlung mit der gleichen k. H.-S. des Kinderspitals völlig negativ ausfielen. Der Verfasser vermutet daher im Hinblick auf seine in den Punkten IV, V und VI zu schildernden Ergebnisse, daß den offenbar sowohl im Sinne: Stärke → Zucker wie in dem: Zucker → Stärke wirkungsvoll eingreifenden UV.-Strahlen < 300 $\mu\mu$ die Fähigkeit der Stärke Kondensation nur dann zukommt, wenn bereits Zucker vorliegt, daß sie aber nicht eingreifen können, wenn die Synthese der CO_2 und des H_2O bis zum Zucker noch nicht vor sich gegangen ist.

Welche Gründe den Verfasser nun bewogen haben, die Interpretation Ursprungs und Blums ihrer von ihnen an Bohnenblättern erzielten an die des Verfassers erinnernden Ergebnisse auf seine Befunde nicht einfach zu übertragen, sondern abzulehnen, muß auf p. 177 bis 181 nachgelesen werden. Nur ein Argument sei auch hier eigens hervorgehoben: das Auftreten der Stärke in den exponierten Partien bei bloß $\frac{1}{2}$ ^h, ja 10 bis 15 Min. während der Bestrahlung durch die k. H.-S.

Danach erwiesen sich auch bei den geschilderten Versuchen des Verfassers, im Gegensatz zu ungünstigen Erfahrungen Ursprungs, die auch von Molisch für seine allbekannten Photographien im Blatte verwendeten Blätter von *Tropaeolum majus* als besonders geeignet. Blätter der Erdbeere und des Weins sind für derartige Versuche ungeeignet (vgl. p. 174 u. 177).

Parallelversuche mit Scheiben und Stücken lebender und getöteter, gekochter, beziehungsweise mit konzentriertem Ammoniak behandelter Kartoffeln haben

IV. ergeben: 1. daß nach $\frac{1}{2}$ ^h Bestrahlung mit der k. H.-S. sowohl bei den lebenden wie bei den durch Kochen in destilliertem Wasser getöteten Kartoffeln gerade die bestrahlt gewesenen, also die Buchstabenareale, durch die Jodprobe in blauschwarzer Farbe verfärbt hervortraten, nicht das übrige stärke- oder kleisterhaltige Parenchym. Das dabei fast stets beobachtbare korrosions-

artig vertiefte Aussehen der blauschwarz gefärbten Buchstaben (vgl. Abb. 17 der Taf. I) ist hierbei wohl auf den Verdampfungsverlust an Wasser im offenen Buchstaben- gegenüber dem bedeckt gewesenen Subschablonenareale zurückzuführen. Dabei ist der in den Abb. 17 und 21 der Taf. I dargestellte Jodstärkeprobenerfolg auch auf die durch Glas abfiltrierbaren UV.-Strahlen $< 300 \mu\mu$ zurückzuführen, wie die Kartoffelscheibe rechts in der Abb. 21 der Taf. I beweist. Sonst gleich behandelte, aber im Dunkeln gehaltene Kontrollkartoffeln werden gleichmäßig blau, mit NH_3 getötete geben, offenbar wegen des in ihnen auch nach dem Auswaschen mit destillierten Wasser vorhandenen NH_3 , ob bestrahlt oder nicht, durch einen Tag keine Reaktion mit Jod.

Analoge Erscheinungen wie bei Kartoffeln wurden auch an quergeschnittenen Rotkrautstrünken beobachtet.

Da zwischen diesen Ergebnissen des Verfassers und denen von Ursprung und Blum, die sie bei einem mit Bohnenblättern durchgeführten Versuche erzielten, eine gewisse Ähnlichkeit besteht, läge es speziell bei oberflächlicher Betrachtung nahe, die von den genannten Autoren im Anschlusse an Hertel's und Aguilions Befunde über die Zerstörbarkeit der Diastase durch Strahlen $< 300 \mu\mu$ für ihre an Bohnenblättern erzielten Resultate gegebene Erklärung — Ursache des Erhaltenbleibens der (autochthonen) Stärke um und außerhalb jener Blattpartie, die unter ein auf ein Bohnenblatt gelegtes Deckgläschen zu liegen kam, sei die durch die UV.-Strahlung bewirkte Zerstörung der Diastase und das Verschwinden der Stärke unter dem Deckgläschen ein Beweis für den Schutz, den die Diastase gegen die UV.-Strahlung durch das Deckglas erfuhr — kritiklos auf die vom Verfasser bei Kartoffeln gewonnenen Ergebnisse zu übertragen. Doch zeigt eine kurze Überlegung die Unmöglichkeit einer derartigen Schlußfolgerung. Im Falle der Kartoffeln und ihrer Reservestoffstärke kann nämlich von einem Erklärungsversuche, der etwa die Diastasezerstörung für das Erhaltenbleiben der Stärke und daher das Eintreten der Jodreaktion in den Buchstabengebieten verantwortlich machen wollte, schon deshalb keine Rede sein, da auch gekochte Kartoffeln das gleiche Verhalten zeigen. Bei diesen ist aber doch sicher die Diastase schon vor dem Einsetzen der UV.-Bestrahlung zerstört gewesen.

In scheinbarem Gegensatze zu diesen Beobachtungen an im Gewebeverbande befindlicher Stärke ließ sich V. besonders schön an Visitenkartenkartonen und an mit Kleisterlösungen getränkten Filtrierpapieren, die schon von Wiesner im Tages- und Gaslichte — bei dessen Verwendung innerhalb 4 Monaten! —, von Kluyver bei Bestrahlung mit seiner kleinen Q.-Q.-L. auch erst in 50^h erzielte Hydrolyse der für Füllung und Leimung verwendeten Stärke bereits nach $\frac{1}{2}$ ^h Bestrahlung mit der k. H.-S. als so weit vorgeschritten erweisen, daß sie durch die Jodprobe in der Art sinnfällig zur Darstellung gebracht werden konnte, daß sich die durch die Bestrahlung chemisch veränderten Buchstabenareale und die die Schablonen begrenzenden Kartonflächen gelblich bis gelb oder weißlich gegen die vom Jod sattblau gewordenen Subschablonengebiete abhoben (Abb. 22 der Taf. I). Dabei ließ sich einwandfrei zeigen, daß es die von Gläsern (Objektträgern, ja Deckgläschen) abfiltrierbaren Strahlen $< 300 \mu\mu$ sind, denen die hydrolytische Veränderung der technischen Stärke zuzuschreiben ist (siehe Abb. 19 und 23 der Taf. I). — Sehr anschaulich läßt sich die Hydrolyse der Stärke auch in einer mit einer 0.02^o/_oigen Kleisterlösung versehenen kolloiden Kieselsäure demonstrieren (siehe Abb. 9 der Taf. I).

Zur Klärung des zwischen den in IV und V behandelten Ergebnissen bestehenden scheinbaren Widerspruches im Ausfalle der Jodprobe bei Versuchen mit technischer und im Gewebe befindlicher Stärke, vornehmlich im Dezember 1930 unternommene umfangreiche vergleichende Experimente, bei denen die Scheiben lebender oder gekochter Kartoffeln, beziehungsweise Visitenkartenkartone in 2^o/_oigen JK-Lösungen durch durchstanzte Schablonen hindurch der Bestrahlung durch eine k. H.-S. modernster Konstruktion ausgesetzt wurden, ergaben, wie die Abb. 13 und 14 der Tafel I zeigen:

VI. in gleicher Weise bei den Kartoffeln wie bei den Visitenkartenkartons in den bestrahlten Arealen, also z. B. in den den Buchstabenstanzen entsprechenden Flächen, deutliche lokalisierte Jodstärkereaktion.

Da nun die Zinkblechschablonen 3 bis 8 mm von den Objekten entfernt waren, konnte dieser bei den Kartoffeln und den Kartonen in gleicher Weise auftretende lokalisierte Reaktionseffekt nicht dem von der Lampe entwickelten Ozon zugeschrieben werden, das ja Gelegenheit hatte, nach Absorption

durch die Flüssigkeit die Objekte überall, d. h. über die ganze Fläche hin durch freigemachtes Jod zu bläuen.

Der sehr naheliegende Gedanke, daß es sich im vorliegenden Falle um eine neue, botanische Hilfsmittel verwendende Ausführung des von Joh. Plotnikow beschriebenen Jodkaliumphotometers, gewissermaßen um ein Jodkaliumphotoskop handle, bei dem allerdings die H_2SO_4 bei den lebenden Kartoffeln vielleicht durch den sauren Zellsaft oder bei ihnen, den getöteten und den Kartonen eventuell durch die im destillierten Wasser absorbierte CO_2 ersetzt wäre, mußte aber auch rasch aufgegeben werden. Denn der gleiche lokalisierte Reaktionserfolg trat, wie Abb. 14 zeigt, bei den Kartonen, die ja die Stärke als Kleister, also in einer für Jodspuren reaktionsfähigeren Form führen als die lebenden Kartoffeln, auch dann ein, wenn die Visitenkarten zuerst, in destilliertem Wasser liegend, der Bestrahlung durch die k. H.-S. ausgesetzt wurden und nachher nach Abschütten des destillierten Wassers in einem anderen als dem Bestrahlungsraume mit 2% JK behandelt wurden. Da die Beschriftung auf ihnen sonach durch das JK gewissermaßen entwickelt werden konnte, mußten die Strahlen der k. H.-S. in der Bestrahlungszeit eine lokalisiert auftretende Substanz gebildet haben, die die Fähigkeit besitzt, JK unter Abspaltung des mit der Stärke nun unter Blaufärbung reagierenden Jods zu zerlegen. Neueste, im Mai 1931 durchgeführte Versuche mit frischen Kartoffelscheiben, beziehungsweise Kartonen, die, in destilliertem Wasser liegend, $\frac{1}{2}^h$ der Bestrahlung durch die k. H.-S. ausgesetzt worden waren und dann nach Abschütten des destillierten Wassers im Nebenraume mit einer Lösung von Ferrichlorid und Ferrizyankalium übergossen wurden, ließen die Buchstaben- und sonstigen bestrahlt gewesenen Areale in turnbullsblauer Farbe auf hellem (gelben, beziehungsweise weißem) Grunde hervortreten.

Welcher Art diese geheimnisvolle durch die Strahlen der k. H.-S. hervorrufbare Substanz ist, die aus JK das Jod und aus Ferrichlorid das Eisen entbindet und zur Reaktion kommen läßt, läßt sich heute mit Sicherheit noch nicht entscheiden. Denn die naheliegendste Annahme, es handle sich¹ um eine Wasserstoffsuperoxydbildung aus Wasser, wurde bisher durch Versuche mit während der bis $\frac{3}{4}^h$ dauernden Bestrahlung in Titansulfatlösungen liegenden Kartoffelscheiben, beziehungsweise Kartonen nicht gestützt.

Daß es nun wieder vornehmlich die durch Glas abfiltrierbaren Strahlen $< 300 \mu\mu$ sind, die diese durch den Effekt der Schablonenversuche geforderte Abspaltung einer lokalisiert adsorbierbaren oxydierenden Substanz bewirken, bringen die Photographien 13 und 14 der Taf. I überzeugend zur Darstellung. Doch geht besonders aus den 3 oberen Bildern der Abb. 14 hervor, daß auch durch Glas von Deckgläschen-, ja von Objektträgerdicke hindurch gehenden Strahlen, vermutlich UV.-Strahlen $> 300 \mu\mu$, die gleiche Fähigkeit zukommt wie den UV.-Strahlen $< 300 \mu\mu$, nur in wesentlich geringerem Grade.

Bei diesen Versuchen zeigte sich, daß auch (siehe Abb. 16 der Taf. I) bei lufttrockenen, der Bestrahlung durch die k. H.-S. ausgesetzt gewesenen Kartonen in gleicher Weise wie bei während der Bestrahlung in destilliertem H_2O gelegen gewesenen nachträglich durch JK die der Bestrahlung ungeschützt ausgesetzt gewesenen Flächen »zur Entwicklung« gebracht werden können, so daß der Karton nun gegenüber dem eben entbundenen Jod scheinbar das entgegengesetzte Verhalten zeigt wie bei der Darbietung freien Jods in Jodwasser, verdünntem Alkohol oder in JK (siehe Abb. 23 der Taf. I). Verwendet man nämlich gleich eine Lösung von freiem Jod, so werden durch das reichlich gebotene freie Jod sofort die vor den Strahlen der k. H.-S. geschützt gewesenen Flächen so satt gefärbt, daß dem Beobachter die bei lufttrockenen Kartons nur durch aus JK entbundenen Jod erzielbare überaus matte Bläuung gerade der ungeschützt bestrahlten Flächen entgeht.

Der in VI behandelte Nachweis der Entbindung einer oxydativ wirkenden lokalisiert adsorbierbaren Substanz als Ergebnis der Bestrahlung mit der k. H.-S. von in Wasser liegenden Kartonen und Kartoffeln und speziell der durch die Versuche mit Kartonen erbrachte Beweis für die Beteiligung der auch durch Glas durchgehenden, also auch im Sonnenlichte vorkommenden Strahlen an deren Produktion scheinen insbesondere im Hinblick auf die interessante von Molisch alljährlich in den Vorlesungsprojektionen vorgeführte Förderung der O-Entbindung bei der Assimilation von Wasser-

¹ Bei Bildung dieser oxydierend und reduzierend wirkenden Substanz.

pflanzen durch Zutat von H_2O_2 eine Brücke zu bilden zu der in Punkt III behandelten Assimilation im Strahlenbereiche der k. H.-S., speziell der Strahlen $< 300 \mu\mu$ (siehe Abb. 18 u. 20 der Taf. I).

Aus den unter Punkt I, II und III erwähnten Fällen der Einwirkung der k. H.-S. auf das Chlorophyll und seine autochthone Stärke geht aber auch

VII. hervor, daß die UV.-Strahlen bis zum Chlorophyllparenchym, ja bis zu den Chloroplasten vorgedrungen sein mußten und daß somit die Strahlen einer modernen künstlichen Höhensonne eine ganz andere, viel stärkere Durchschlagskraft für epidermale und andere Gewebe besitzen müssen als die der bisher in pflanzenphysiologischen Instituten üblich gewesenen kleinen Q.-Q.-L. Dabei wurde die in Punkt I erwähnte Methode der Steigerung der Fluoreszenzeffekte des in Zersetzung begriffenen Chlorophylls bei den von der Unterseite her von UV.-Strahlen getroffenen Blättern gegenüber solchen, die von der Oberseite her bestrahlt wurden, zu einer neuen und sinnfälligen Illustration der schon auf anderen Wegen gewonnenen Erkenntnis, daß die unteren Epidermen den UV.-Strahlen einen geringeren Widerstand entgegen zu setzen vermögen als die oberen.

Die eben erwähnte Durchschlagskraft der UV.-Strahlen einer modernen künstlichen Höhensonne kann nun auch noch anschaulich demonstriert werden. VIII. durch die schon nach $\frac{1}{2}$ bis 1^h Bestrahlung bei *Aucuba Japonica* induzierbaren und nach 2 bis 3 Tagen sichtbar werdenden Nekroseverfärbungen.

Bekanntlich hat Kluyver 1911 diese in den Epidermen von Aucubablättern auftretenden Verfärbungen eingehend studiert und als die kürzeste Bestrahlungszeit, in der seine Versuchsblätter seiner Q.-Q.-L. bei 35 cm Entfernung ausgesetzt werden mußten, um den Verfärbungserfolg zu zeigen, 5 bis 8^h ermittelt. Vergleichende Versuche des Verfassers mit k. H.-S. haben nun nicht nur gezeigt, daß $\frac{1}{2}$ bis 1^h UV.-Bestrahlung genügt, um den Nekroseerfolg auszulösen, beziehungsweise zu induzieren, sondern daß auch bei Bestrahlung der verkehrt liegenden Blätter, also in allen jenen Fällen, wo die UV.-Strahlen zuerst die untere, weichere Epidermis trafen, nicht nur in ihr allein die im Braunschwarzwerden der Buchstaben zutagetretenden Nekroseerscheinungen sichtbar wurden, sondern daß wiederholt ebenso scharf in der abgewendeten oberen Epidermis wenigstens einige der Buchstaben durch Braunschwarzwerden der unter ihnen liegenden Epidermispatrien hervortraten, gewiß ein Ergebnis, das zu dem Schlusse berechtigt, daß die UV.-Strahlen einer modernen k. H.-S. so wirksam sind, daß sie durch das ganze Blattgewebe von der einen bis zur gegenüberliegenden anderen Epidermis durchzuschlagen vermögen, und dies auch bei so derben Blättern, wie sie bei *Aucuba Japonica* vorkommen. Dabei sind es wieder die auch von Kluyver bei seinen Versuchen als wirksam erkannten durch Glas auch von Deckglasdünn abfiltrierbaren UV.-Strahlen $< 300 \mu\mu$, denen diese so rasch induzierbaren Verfärbungseffekte zuzuschreiben sind. Vergleichende Versuche mit Laubblättern verschiedener anderer Pflanzen haben zunächst noch ergeben, daß auch die obere Epidermis der Blätter der Sonnenblume (*Helianthus annuus*) durch lokale auf die Buchstaben beschränkte, scharf abgegrenzte Nekroseverfärbungen, und zwar in gelbbrauner Farbe reagiert, wobei wieder die durch Deckgläschen abfiltrierbaren Strahlen als die Verursacher dieser Nekroseverfärbungen zu gelten haben (siehe Abb. 20 der Taf. I).

Als ideale Versuchsobjekte für derartige Nekroseverfärbungen wurden noch erkannt: die grünen Laubblätter der Euphorbiacee *Poinsettia pulcherrima* Graa, die sofort oder 1 Tag nach der Bestrahlung tiefe Schwärzungen in den Epidermen der bestrahlt gewesenen Blattflächen zeigt. Blätter der Georginen (*Dahlia variabilis* W.), speziell von deren anthokyanhaltigen Varietäten (siehe Abb. 29 der Taf. II), Blätter des wilden Weines (*Ampelopsis Veitschii*) (siehe Abb. 28 der Taf. II), der *Weigelia rosea* Lindl., der Glyzinen (*Wistaria sinensis*) (siehe Abb. 35 der Taf. II), der Rosen (Abb. 35) und besonders der blaublühenden Varietäten der Akelei (*Aquilegia* sp.) (siehe Abb. 33 der Taf. II), weiter der Früchte des Apfels und der Blumenkronenblätter der Pfingstrose (*Paeonia officinalis*) (siehe Abb. 24 und 27 der Taf. II). Weniger gute Ergebnisse erzielt man mit den Laubblättern dieser Pflanze.

Bei Georginen-, Akelei-, Ampelopsis- und Glyzinenblättern läßt sich durch die Nekroseverfärbungen ganz besonders anschaulich die größere Empfindlichkeit der unteren Epi-

dermis gegen die UV.-Strahlen $< 300 \mu\mu$ vorführen.¹ Die untere Epidermis läßt in den von den UV.-Strahlen getroffenen Flächen eine viel sattere und rascher sichtbar werdende Dunkelbraun-, Blau-, beziehungsweise Rostbraunfärbung wahrnehmen. Georginenblätter zeigen die Braunfärbung sofort nach der Bestrahlung, die anderen auch, aber schwach, klar nach 1 bis 2 Tagen Aufenthalt im feuchten Raume. Als Bestrahlungsdauer genügt $\frac{1}{2}^h$.

Besonders beachtenswert ist der Unterschied in der Nekrosefärbung der Laubblätter bei farbigen und weiß blühenden Varietäten von Georgine und Akelei, indem die anthokyanhaltigen Sorten sattere Nekroseverfärbungen zeigen.

Bei den Blumenkronenblättern von Pfingstrosen tritt nach 35 Min. Bestrahlung mit der k. H.-S. unmittelbar nach deren Beendigung, nach 10 Min. Bestrahlung erst nach eintägigem Aufenthalt in der feuchten Kammer eine überraschend schöne goldgelbbraune Verfärbung in den ungeschützt gewesenen Stellen auf. Diese eine besondere Art von Anthokyan enthaltenden Blumenkronenblätter gehören nämlich zu den günstigsten Versuchsobjekten für die Demonstration einerseits der zerstörenden Wirkung der UV.-Strahlen $< 300 \mu\mu$ auf den Farbstoff und anderseits der Bildung von beim Liegen in der feuchten Kammer auftretenden Nekroseverfärbungen (siehe Abb. 24 unten und 27 der Taf. II) und werden so zum Bindeglied, das VIII. zu des Verfassers Versuchen über das Verhalten von Anthokyan im Strahlenbereiche der k. H.-S. hinüberführt.

Blumenkronen von *Primula obconica* sind nach des Verfassers Erfahrungen das Schulobjekt für die Demonstration der zerstörenden Wirkung der UV.-Strahlen auf den Farbstoff, beziehungsweise der schädigenden oder tötenden Wirkung der UV.-Strahlen auf das Protoplasma der anthokyanhaltigen Zellen. Schon 10 Min., ja 3 Min. Bestrahlung reichen aus, um sofort nach deren Beendigung die Buchstaben blau auf rotem Grunde erscheinen zu sehen.² Infolge der eingetretenen Permeabilität des geschädigten oder getöteten Plasmas diffundiert der bei Berührung mit dem Plasma blau gewordene Farbstoff beim Liegenlassen in der feuchten Kammer, so daß schließlich die Buchstaben rein weiß auf rotem Grunde erscheinen (siehe Abb. 25 oben der Tafel II). Ideale Versuchsobjekte, an denen die auch bei *Primula obconica*-Blüten (siehe 2. Blüte der 2. Reihe in Abb. 25) nachweisbare Schutzwirkung von Glas auch von Deckglasdünnwand demonstriert werden kann, sind die violetten Blumenkronenblätter von *Iris florentina* (siehe Abb. 34 der Taf. II), die Unterseiten von Laubblättern der Begonia-Arten (siehe Abb. 24 der Taf. II), Rosenblüten und die Schaubblätter der Euphorbiacee *Poinsettia pulcherrima* Graa (siehe Abb. 32 und 37 der Taf. II). Diese zeigten nach $\frac{1}{2}^h$ Bestrahlung blauviolett auf scharlachrot die Ziffern oder Buchstaben. Auch bei diesem Objekte sind die durch Glas abfiltrierbaren Strahlen für die Anthokyanzerstörung verantwortlich (siehe Abb. 37 der Taf. II). Laubblätter des Rotkohls zeigen nach $\frac{1}{2}^h$ Exposition vor der k. H.-S. das Anthokyan beider Epidermen im Buchstabengebiete der verwendeten Schablone völlig zerstört und das schwach chlorophyllhaltige Parenchym wird nach einigen Tagen, gelbgrünlich gefärbt, sichtbar (Abb. 26 der Taf. II).

Der durch seinen Karotinreichtum ausgezeichnete Paradiesapfel, *Solanum Lycopersicum* L. läßt unmittelbar nach der im unreifen noch grünen Zustande erfolgten Bestrahlung keine oder nur andeutungsweise durch die Bestrahlung verursachte Schädigungen wahrnehmen, dagegen zeigt sich 1 bis 2 Wochen später beim Aufenthalte im Dunkeln, im Lichte früher, nur dort Farbstoffentwicklung, wo die Frucht von den Strahlen der k. H.-S. nicht getroffen wurde, in den bestrahlt gewesenen Flächen aber nicht. Diese treten dann weißlichgrau auf sattrotem Grunde hervor (siehe Abb. 31 der Taf. II). Schon vor der Bestrahlung rote Paradiesäpfel lassen nach der Bestrahlung auch nach Tagen — auch bei mikroskopischer Kontrolle — keine Veränderung erkennen. Daß aber im Schablonen-, Ziffern- oder Buchstabengebiete auch in ihnen durch die Bestrahlung eine große Veränderung vor sich gegangen sein mußte, bewies das Verhalten solcher roter Paradiesäpfel im Strahlenbereiche des Analysenansatzes der k. H.-S. Da erscheinen die Buchstaben und Ziffern in goldiger Fluoreszenzfarbe auf samttrot leuchtendem Grunde. Dies beweist ähnlich wie die Ausführungen des Punktes I über die Zersetzung des Chlorophylls durch die Bestrahlung mit der k. H.-S.

¹ Vergl. Abb. 28, 29, 33 und 35 der Taf. II.

² Siehe Abb. 25 mittlere und untere Reihe, Taf. II.

IX. die Brauchbarkeit des Analysenansatzes (A. A.) der Bach'schen k. H.-S. zur präzisen Beantwortung einer Anzahl sich aufdrängender Fragen. So zeigt der bei der Bestrahlung in den Akeleiblättern auf die Buchstaben beschränkte (siehe Abb. 33 der Taf. II), also scharf lokalisiert auftretende Farbstoff auch im Strahlenbereiche des A. A. der k. H.-S. eine leuchtend hellviolette Fluoreszenzfarbe, wobei die Buchstaben mit strahlend hellblauen Zonen umsäumt erscheinen. Für diagnostische Zwecke erwiesen sich die vom A. A. der k. H.-S. durchgelassenen Strahlen auch brauchbar zur Erkennung bestrahlt gewesener und nicht bestrahlter Partien der im Punkt IV behandelten Kartone und Papiere, aber auch von Hölzern, Ergebnisse, die zu Liesegangs schönen Befunden an inkrustierten Zellstoffen und zu Klemms Studien an Papieren in Beziehung stehen,¹ auf die in Kapitel III meiner Arbeit über Photosynthese und Photolyse in ihrer Anwendung auf Hölzer ebenso wie auf die Bedeutung des A. A. der k. H.-S. zur Diagnostik von Varietäten des Amarantholzes und zur Diagnostik des Mahagoni- und Rosenholzes eingegangen worden ist. Was endlich die sozusagen in allen Punkten herausgearbeitete Überlegenheit der k. H.-S. über die bisher in pflanzenphysiologischen Instituten üblichen Q.-Q.-L. anlangt, so zeigte sie sich auch

X. in der rascheren Zerstörbarkeit des Lignins und Vanillins. In 6, 3, 2, 1, ja $\frac{1}{2}$ ^h Bestrahlungszeit war in dieser Hinsicht mit der k. H.-S. bereits erreicht, was Kluyver 1911 mit seiner kleinen Q.-Q.-L. erst in 60, beziehungsweise 30 Stunden erzielte (siehe Abb. 36 und 37 der Taf. II).

Was nun alle 10 Punkte dieser Zusammenfassung zu erzählen wissen, das ist die außerordentliche Steigerung der photolytischen und photosynthetischen Leistungen der modernen künstlichen Höhensonnen Orig. Hanau, von denen mir seit Oktober 1930 die Nr. 104.220 im eigenen Institute zur Verfügung steht und in Schatzlar dank der Liebenswürdigkeit des Herrn MUDr. Hans Havlicek für einen Großteil der in dieser Arbeit angeführten Experimente Nr. 37.365² zur Benutzung zur Disposition stand.

Und so sei es mir denn am Schlusse der Zusammenfassung der erzielten Ergebnisse gestattet, nochmals des Mannes zu gedenken, dessen unermüdlicher Tätigkeit und eiserner Energie die Entstehung der Arbeitstätte zu danken ist, in der ein großer Teil der aufgezählten Resultate erzielt wurde, der biologischen Station und des Bestrahlungsraumes des nach seinen Plänen völlig umgebauten und modernst ausgestatteten Bezirkskrankenhauses in Schatzlar bei Trautenau, Böhmen, meines ehemaligen Schülers und jungen Freundes, des Herrn Primarius MUDr. Hans Havlicek!

Ihm sage ich für die Erlaubnis, in dem von ihm geleiteten Krankenhause arbeiten zu dürfen, und für die Förderung meiner Arbeit durch Überlassung von Apparaturen in der Schatzlarer Arbeitszeit innigsten Dank!

¹ Doch mag auch hier betont werden, daß mit photographischen Negativen der Sonne exponiert gewesene Hölzer, z. B. Fichtenholz, im A. A. der k. H.-S. den in den Hölzern erzielten Photographien entsprechende UV.-Positive liefern.

Original Hanaus Quarzlampen Ges. Nr. 37.365 < 7·8/3·6 Amp. < 110/220 Volt. (Die abgehackelten Angaben bedeuten, daß diese bei meinen Versuchen nicht in Frage kamen.)

Abbildungserklärung.

Tafel I.

Die **Abbildungen**¹ 1 bis 8, 10 und 12 beziehen sich auf den Einfluß der von einer Bach'schen k. H.-S. ausgesandten UV.-Strahlen auf die Vorgänge der herbstlichen Verfärbung der Blätter (Bl.) der Kapuzinerkresse, *Tropaeolum majus*.

Abb. 1. Zwei während der Bestrahlung (w. d. B.) mit gemeinsamer Zinkblechschablone (Zb.-Sch.) bedeckt gewesene Blätter, von denen das linke (l.) von der oberen (o.), das rechte (r.) von der unteren (u.) Epidermis (E.) her bestrahlt worden war. Beide zeigten in den (w. d. B.) bedeckt gewesenen Partien nach 4tägigem Aufenthalt in der feuchten Kammer deutlichen Chlorophyllabbau (Chl.-A.), und zwar das (r.) stärker als das (l.). In allen (w. d. B.) den UV.-Strahlen ausgesetzt gewesenen Stellen blieb das Chlorophyll (Chl.) erhalten; vergleiche die Buchstaben (B.) und die (Zb.-Sch.)-Umrahmung (U.).

Abb. 5. Ein von (u.) bestrahltes, mit (Zb.-Sch.) (w. d. B.) bedeckt gewesenes Blatt nach 4tägigem Aufenthalt im feuchten Raume (f. R.). Das (Chl.) erscheint nur in den der Bestrahlung ausgesetzt gewesenen Blattflächen (B.; Zb.-Sch.-U.) erhalten. In den (w. d. B.) bedeckt gewesenen Partien trat typische Vergilbung auf. Der Buchstabe »t« war teilweise von einem benachbarten Versuchsblatte bedeckt gewesen, ebenso der untere Rand des Blattes. (L. o.) erkennt man die Begrenzung des die (Zb.-Sch.) ans Blatt anpressenden Gewichtes.

Abb. 2 bis 4, 6 bis 8, 10 und 12 sind Illustrationen der Bedeutung der Glas- [Objekträger- und Deckglas- (Objtr.-Dgl.-)] Bedeckung (Bed.) als Schutz gegen die durchs Glas abfiltrierbaren Strahlen $< 300 \mu\mu$ für die Erhaltung der Vergilbungsfähigkeit der Blätter.

Abb. 2. Zwei (Bl.), von denen das (l.) von der (u. E.), das (r.) von der (o. E.) her bestrahlt wurde, nachdem beide (Bl.) mit einer gemeinsamen (Zb.-Sch.) bedeckt worden waren. Dabei waren aus dem aus der (Zb.-Sch.) ausgestanzten Worte »Navicula« die Buchstaben »a-v-i-c-u« zur Hälfte mit einem (Objtr.) abgedeckt. Die Photographie zeigt deutlich, daß

1. bei dem von der (u. E.) bestrahlten (Bl.) der (Chl. A.) in dem (w. d. B.) geschützt gewesenen Partien viel weiter vorgeschritten erscheint als dem von der (o. E.) bestrahlten (Bl.);

¹ Es sei mir gestattet, Herrn Photographen W. Albrecht, wiss. Hilfskraft der Honorardozentur für technische Photographie an unserer Hochschule, für die überaus gelungenen Aufnahmen meiner Versuchsergebnisse zu danken. — Abb. 15, 17, 20, 21 sind Aufnahmen des Photographen Blažek aus Schatzlar. Auch ihm besten Dank. Für die Herstellung der Textfiguren bin ich Herrn Ing. G. Schoblik zu großem Danke verpflichtet.

daß in der ganzen (w. d. B.) von dem (Objtr.) bedeckt gewesenen (Bl.)-Fläche in beiden (Bl.) der (Chl.-A.) vor sich gegangen ist, daß sonach die vom Glas abfiltrierbaren Strahlen $< 300 \mu\mu$ für Verhinderung des Chl.-A. in dem bestrahlt gewesenen Buchstabenareale und der bestrahlt gewesenen (Zb.-Sch.)-Umgebung verantwortlich zu machen sind.

Abb. 3. Zwei *Tropaeolum*-(Bl.), (l.) von der (o. E.), (r.) von der (u. E.) her mit der k. H.-S. $\frac{1}{2}h$ bestrahlt und dann nach Wegnahme der (Zb.-Sch.) und des die Buchstaben »v-i-c-u« unten ganz und das folgende »l« unten teilweise abschneidenden (Objtr.) durch 2 bis 3 Tage im feuchten Raum belassen, zeigen:

1. wieder die stärkere Förderung des herbstlichen (Chl.-A.) in den bedeckt gewesenen Partien beim von der (u. E.) bestrahlten (Bl.);
2. überaus anschaulich die »Lösungszonen des Chlorophylls« den »i«-Punkt und den oberen Teil des »i« sowie um den Großbuchstaben N in dem von der (o. E.) bestrahlten (Bl.);
3. Lösungszonen des Chl. auch im Bereich der Buchstabenteile des »c, u, l« und des »a« von der (u. E.) bestrahlten (Bl.), endlich
4. die abfiltrierende Wirkung des Objekträgers für die den Chl.-A. behindernden Strahlen der k. H.-S. $< 300 \mu\mu$ — besonders schön und scharf im Buchstaben »l« unten.

Abb. 4. (l.): Ein mit (Objtr.) und (Zb.-Sch.) (w. d. B.) bedeckt gewesenes (Bl.), das bei vorzeitiger Unterbrechung des Aufenthaltes in der feuchten Kammer den Beginn des (Chl.-A.) im (Zb.-Sch.)-Gebiet zeigt. Man beachte, abgesehen von dem (Objtr.)-Einfluß, die überaus scharf hervortretenden gelben Lösungszonen im noch hellgrünen Grund.

(r.): (Objtr.)-(Dgl.)-Bedeckung und Auflegen eines Gewichtes haben die gleiche Wirkung wie Bedeckung mit (Zb.-Sch.). Sie halten die den (Chl.-A.) hemmende Wirkung der UV.-Strahlen $< 300 \mu\mu$ auf. Daher tritt auch in den von ihnen bedeckt gewesenen Partien sich scharf abhebende Gelbfärbung ein.

Abb. 6. Nachweis der fast quantitativen Abfiltrierung der den herbstlichen (Chl.-A.) behindernden Strahlen der k. H.-S. durch ein (Dgl.), wenn seine Wirkung durch die absorbierende Wirkung der oberen Epidermis bei der Bestrahlung von oben unterstützt wird. Die mit (Dgl.) bedeckt gewesenen Buchstaben und »c« sind nur mit Mühe zu erkennen.

Abb. 7. Der analoge Versuch bei Bestrahlung von der (u. E.): Die Bedeckung der Buchstaben »i« und »t« hat keine völlige Abschaltung der Strahlenwirkung zustande gebracht. Die Buchstaben »c« und »e« treten, wenn auch schattenhaft grün, aus dem durch herbstliche Verfärbung gelb gewordenen Untergrund hervor. Der i-Punkt und der rechte Teil des »c« sowie die Buchstaben »L-h« und »t«, die unbehindert der Strahlung der k. H.-S. ausgesetzt waren, sind jedenfalls unvergleichlich satter grün gefärbt als die vom (Dgl.) bedeckt gewesenen Partien der Buchstaben »i« und »t«.

Abb. 7 beweist somit, daß bei Bestrahlung mit der k. H.-S. von der (u. E.) her auch das Deckglas passierende — vermutlich UV-Strahlen $> 300 \mu\mu$ — eine, wenn auch schwache, den Chl.-A. behindernde Wirkung ausüben vermögen.

Abb. 8. *Tropaeolum*-(Bl.) mit deutlich hervortretenden, den (w. d. B.) verwendeten (Objtr. und Dgl.) entsprechenden, nach 2- bis 3tägigem Aufenthalt (f. R.) sichtbar gewordenen Vergilbungsflächen.

Abb. 10. *Tropaeolum*-(Bl.), die nun auch bei (Objtr.- und Dgl.)-Bedeckung die Bedeutung der Bestrahlung mit den UV-Strahlen der k. H.-S. von der (u. E.) — oben — beziehungsweise (o. E.) her — unten — zeigen. Der (Chl.-A.) ist im (Bl.) oben auch im vom (Objtr. und Dgl.) geschützten (Bl.)-Gebiete wesentlich weiter vorgeschritten als im (Bl.) unten. Ebenso treten oben die Buchstaben »P« und »D« infolge völliger Gelbfärbung des zugehörigen Sub-(Zb.-Sch.)-Gebietes grün gegen gelb wesentlich schärfer hervor als die Buchstaben »Z« und »T« im (Bl.) unten, das in den vor den UV-Strahlen geschützt gewesenen Flächen noch nicht völlig abgebautes (Chl.) zeigt. Sehr schön hebt sich auch im (Bl.) oben im unteren rechten Teil der durch den Blattstiel eines anderen Versuchsblattes hervorgerufene »UV-Schatten« vom bestrahlt gewesenen grün gebliebenen Blattgrund gelb ab.

Abb. 12. *Tropaeolum*-(Bl.), bei denen die (Zb.-Sch.) (l.) mit einem (Objtr.), (r.) mit einem (Dgl.) während der $\frac{1}{2}$ -B. abgedeckt worden war. Der Versuch zeigt wie Abb. 6, daß bei der Bestrahlung der (Bl.) von der (o. E.) her auch ein Glas von (Dgl.)-Dünne genügt, um der Behinderung des (Chl.-A.) durch die UV-Strahlen $< 300 \mu\mu$ der k. H.-S. wirksam zu begegnen.

Abb. 11. Darstellung eines dem in Abb. 2 wiedergegebenen Experiment mit *Tropaeolum*-(Bl.) völlig analogen Versuches mit Blättern von *Calla palustris*. Das von der (u. E.) her bestrahlte (Bl.) (l.) ließ nach 2tägigem Aufenthalt im (f. R.) in den vor den UV-Strahlen geschützt gewesenen (Bl.)-Flächen den (Chl.-A.) deutlich erkennen. Dies bedingt auch das scharfe Hervortreten der grün gebliebenen Buchstaben und (Bu.)-Hälften im (Bl.) (l.). Das (r.) zeigt dies alles nur andeutungsweise. Auch hier ist wieder, besonders gut im (Bl.) (l.), die Schutzwirkung des Objtr. gegenüber der den (Chl.-A.) verhindernden Wirkung der UV-Strahlen der k. H.-S. zu erkennen.

Abb. 9. Eine mit »Stärke«-Schablone bedeckt gewesene, mit einer 0.02prozentigen Stärkekleisterlösung ver-

sehene Kieselgallerte offener Petrischale zeigte nach 1^h Bestrahlung mit einer 68 Volt, 3.5 Ampere-Q.-Q.-L. des Physikalischen Institutes der D. Technischen Hochschule in Brünn in 5 cm Distanz bei Behandlung mit einer Jodlösung deutlich das Wort »Stärke« weiß auf sattblauem Grund.

Abb. 13 und 14. Nachweis der Entbindung einer Jod aus Jodkalium freimachenden Substanz als Folge der Bestrahlung mit der k. H.-S.

Abb. 13. Versuche mit Kartoffelscheiben (K.) in Petrischalen (P.-Sch.) 1 bis 9.¹

Abb. 14. Versuche mit Kartonen (Visitenkarten) (Vi.) in Petrischalen (P.-Sch.) 1 bis 6.

P.-Sch. 1, 4, 5 und 7 bis 9 der Abb. 13. Nachweis der Abfiltrierbarkeit der die Jodprobe auflösenden Strahlen durch Gläser.

P.-Sch. 1 (Abb. 13) (l.) (K.): Die zwei auf Glasringen aufgesetzt gewesenen Deckgläsern heben sich scharf von den unbedeckt gewesenen blauschwarz gewordenen (K.)-Flächen ab.

P.-Sch. 1 (r.) (K.): Besonders der (l.) Rand des (Objtr.)-»Schattens« hebt sich sehr scharf von dem tief blauschwarz gefärbten (l.) (K.)-Teil ab. Die (r.)-seitige Grenze des (Objtr.)-»Schattens« ist bei Lupenbetrachtung in der Originalphotographie besser zu sehen als mit freiem Auge.

P.-Sch. 4. Das überaus klar hervortretende weiße Kreuz auf schwarzem Grund ist so entstanden, daß über die beiden (K.) zwei in Kreuzform übereinandergelegte (Objtr.) derart schwebend befestigt worden waren, daß der im Bild quergestellte (Objtr.) auf zwei auf dem (P.-Sch.)-Rand aufliegenden Drahtstücken so aufgehängt war, daß auf ihn $\perp$ der zweite aufgelegt werden konnte. Die Distanz von den (K.) betrug mindestens 4 bis 5 mm. Schon 3 Min. nach Beginn der Bestrahlung war am 22. XII. 1930 die Blaufärbung der Stärke in den von dem (Objtr.)-Kreuz nicht geschützt gewesenen (K.)-Partien zu sehen. Beendigung des Versuches nach 1^h Bestrahlung. Die vollkommene Klarheit des weißen Kreuzes scheint zu beweisen, wie restlos die UV-Strahlen $< 300 \mu\mu$ von den zwei Objektträgern absorbiert werden.² Besonders lehrreich ist die Tatsache, daß auch die beiden zum Halten des (Objtr.)-Kreuzes verwendeten 2 mm dicken Drähte trotz der 4 bis 5 mm Distanz von den (K.) imstande waren, klare »UV-Schatten« zu werfen. Vgl. die beiden weißen Striche (l.) und (r.) in der Abb. der (P.-Sch.) 4.

P.-Sch. 5 zeigt die rechte Hälfte eines weißen Kreuzes. Diesmal lag über den (l.) Seiten der unteren und der oberen (K.) eine etwa 7 cm breite, 2 dm lange

¹ Zählung von (l.) nach (r.).

² Daß bei anderen Versuchsobjekten als (K.), etwa (Vi.), in denen oder an deren Oberfläche wenigstens die Stärke als Kleister vorhanden ist, der Nachweis von auch durch Glas hindurchgehenden J aus JK entbindenden Strahlen, vermutlich UV-Strahlen $> 300 \mu\mu$, gelingt, zeigt (P.-Sch. 3) der Abb. 14.

Uvetglasscheibe, die über den (P.-Sch.)-Rand übergriff. $\perp$ auf ihre Längsrichtung war der klar hervortretende (Objtr.) gelegt.

Die Photographie beweist, daß ebenso wie der (Objtr.) auch das die Strahlen bis etwa 290 μ durchlassende Uvetglas die das J aus JK entbindende Wirkung der von der k. H.-S. ausgehenden Strahlen verhindert.

P.-Sch. 7. Zwei bloß der Raumfrage wegen für die photographische Aufnahme nebeneinandergelegte, in getrennten P.-Sch. unter mit (Objtr.), beziehungsweise (Dgl.) teilweise belegten (Zb.-Sch.) in 20/0igem JK der Strahlung der k. H.-S. ausgesetzt gewesene (K.).

Die (l.) zeigt die erste Silbe des Wortes »Nitzschia«, wobei die Buchstaben »i« und »t« unten durch einen (Objtr.) zur Hälfte abgedeckt waren. Über der (r.) (K.) war die (Zb.-Sch.) »Licht« befestigt gewesen, wobei auf einem Teil des »c« und auf dem ersten Abstrich des »h« während der Bestrahlung ein (Dgl.) gelegen war.

P.-Sch. 2, 3 und 6. Schablonenversuche mit während der Bestrahlung in 20/0igem JK (2), beziehungsweise etwa 20/0igem JK (3, 6) gelegen gewesenen (K.).

2: am 22. XII. 1930 von 10 bis 11^h exponiert und um 13^h photographiert;

3 und 6: am 20. XII. 1930 nachm. 3/4^h exponiert und bis 22. XII. 13^h im Dunkeln aufbewahrt. Die lokalisierte Jodstärkeprobe hatte sich also von Samstag 7^h abends bis Montag 1^h nachm., also durch volle 42^h, in etwa der gleichen Intensität erhalten. Die sattere Färbung der Beschriftung in 3 und 6 gegenüber der in 2 erklärt sich aus der Lampendistanz und der mit ihr zusammenhängenden Strahlungsintensität. Sie war bei der Exposition am 20. XII. etwa 20 cm, am 22. XII. 36 cm.

P.-Sch. 8 und 9. In destilliertem H₂O der k. H.-S. exponiert gewesene (K.), die nachher zunächst mit 20/0igem JK erfolglos behandelt wurden. Bei weiterer Zutat von mit etwas freiem J verfarbtem 20/0igem JK traten in nicht ganz 1 Min. die »UV.-Schattenbilder« der zur Abhaltung der UV.-Strahlen < 300 μ über den (K.) befestigt gewesenen Glassorten hervor.

P.-Sch. 8 (l.) (K.): Der Objektträger-»Schatten« tritt scharf hervor.

(r.) (K.): Die zwei auf Glasringen aufgelegten (Dgl.) sind erkennbar. Daß auch in den vom Glas geschützt gewesenen Flächen, in diesem Fall eine schwächere Jodstärkeprobe zu sehen ist, erklärt sich daraus, daß vom Zeitpunkt des Zusatzes des Jodjodkaliums bis zur photographischen Aufnahme immerhin 1/2^h verging, so daß das J Zeit hatte, auch in den geschützt gewesenen und am Beginn der Jodprobe rein weiß gebliebenen Stellen die Stärke zu bläuen, zumal beim Transport zum Photographen ein stärkeres Schaukeln und Schütteln der Versuche unvermeidlich war.

P.-Sch. 9. Der dem Versuch in P.-Sch. 5 analoge Uvetglas-(Objtr.)-Versuch mit während der Exposition vor der k. H.-S. in destilliertem H₂O gelegenen (K.) bei nachheriger Behandlung mit J-KJ.

Das »Kreuz« kommt recht gut zum Vorschein. Bezüglich des Auftretens der Jodstärkeprobe im geschützten Gebiet vgl. die bei P.-Sch. 8 erwähnten vor der photographischen Aufnahme unvermeidlichen Schwierigkeiten.

Abb. 14. Versuche mit während der Exposition vor der k. H.-S. 1. in 20/0igem JK, 2. in destilliertem H₂O gelegen gewesenen (Vi.).

P.-Sch. 2, 3 und 6: Die der Photographie dunkler zur Darstellung gekommenen Versuche entsprechen der Serie 1, die übrigen der Serie 2.

P.-Sch. 2 und 3. Nachweis der abfiltrierenden Leistung von Gläsern für die über die Bildung einer oxydierenden Substanz führende J aus JK abspaltende Wirkung der UV.-Strahlen < 300 μ .

P.-Sch. 2. Der dem in P.-Sch. 1 der Abb. 13 analoge Glasringe-(Dgl.)-Versuch. Da auch innerhalb der Ringe eine wenn auch erst in der Photographie deutlich gewordene Bläue auftritt, die vom freien Auge gerade noch erkannt wurde, muß geschlossen werden, daß Glas von (Dgl.)-Dünne nicht mehr ausreicht, um die im erwähnten Sinne wirkenden Strahlen ganz abzufiltrieren.¹

P.-Sch. 3. Der dem der P.-Sch. 4 der Abb. 13 analoge (Objtr.)-Kreuzversuch. Wieder tritt der (Objtr.)-Kreuz-UV.-Strahlenschatten haarscharf ausgearbeitet auf dem Karton hervor. Wieder hat die photographische Platte wie bei P.-Sch. 4 der Abb. 13, die Durchlässigkeit von Glas auch von (Objtr.)-Dicke nachgewiesen, wovon das Auge kaum andeutungsweise etwas bemerkt. Man erkennt in der Photographie in der Mitte des (Objtr.)-Schattenkreuzes ein völlig weißes Quadrat, das zeigt, daß die doppelte (Objtr.)-Dicke in der Lage war, die hauptsächlich wirksamen UV.-Strahlen < 300 μ während der 1^h der Exposition ebenso quantitativ abzufiltrieren wie die zum Halten des Objektträgerkreuzes verwendeten Drähte. Gerade der auch durch den $\perp$ Bilde gestellten (Objtr.) hindurchgehende haarscharf gezeichnete Drahtschatten zeigt klar, daß bei 1^h Bestrahlung mit der k. H.-S. auch durch Glas von (Objtr.)-Dicke wahrscheinlich UV.-Strahlen > 300 μ hindurchgehen, die die Fähigkeit haben, entweder direkt oder über die Bildung einer oxydierenden Substanz J aus JK zu entbinden. Die im horizontalen (Objtr.)-Schatten (l.) und (r.) in der Originalphotographie sichtbar gewordenen Glasringe dienten zum Halten der Kartone unter der Flüssigkeit.

P.-Sch. 6. Licht-(Zb.-Sch.)-versuch mit einem in 20/0igem JK durch Glasringe unter der Flüssigkeit unterge-

¹ Das Versuchsergebnis könnte also aufgefaßt werden:

1. als eine neuartige anschauliche Darstellung der Lichtreaktion der UV.-Strahlen auf JK, an der auch durch Glas hindurchgehende Strahlen, vermutlich UV.-Strahlen > 300 μ , beteiligt waren, oder

2. als Nachweis der lokalisierten Bildung eines oxydierenden Stoffes durch die UV.-Strahlen <, beziehungsweise > 300 μ .

taucht gehaltenen (Vi.)-Karton. Das erklärt den hellen Ring rechts unten in der Photographie des (Vi.). Die Buchstaben erschienen deutlich dunkelblau im Gegensatz zu den in den Abb. 9 und 22 der Taf. I zur Darstellung gebrachten Hydrolysierungsergebnissen der technischen Stärke in Kieselgallerte, beziehungsweise (Vi.).

Die Doppelkontur der Buchstaben hängt mit einer durch eine leichte Erschütterung des Versuchstisches während der Exposition eingetretenen Schablonenverschiebung zusammen.

P.-Sch. 1, 4 und 5. Darstellungen von während der Exposition in destilliertem Wasser gelegen gewesenen und nachher mit 20%igem JK entwickelten (Vi.).

P.-Sch. 1. Der der P.-Sch. analoge (Dgl.)-Ringversuch. Die (Dgl.)-Grenzen kommen in diesem Fall sehr scharf heraus. Wieder sieht man innerhalb der Ringe eine schwache Jodstärkeprobe, wodurch wieder die Passierbarkeit gewisser, J direkt oder über die Bildung eines oxydierenden, Jod aus JK abspaltenden Stoffes freimachenden wohl UV.-Strahlen $> 300 \mu\mu$ durch Glas von (Dgl.) Dünne auch bei der neuen Versuchsanstellung nachgewiesen erscheint.

P.-Sch. 4. u. 5. (Zb.-Sch.)-Versuche mit nur in dest. Wasser während der Bestrahlung gelegen gewesenen (Vi.). P.-Sch. 4 mit der (Zb.-Sch.) »Navicula«, deren Buchstaben »v« und »i« während der Exposition mit einem (Dgl.) bedeckt gewesen waren. Dabei sind diese zwei Buchstaben bei der Entwicklung mit dem JK kaum sichtbar geworden.

P.-Sch. 5 mit (Zb.-Sch.) »Licht«. Die beiden hellen Ringe entsprechen den zum Festhalten der (Vi.)-Stücke unter dem dest. H_2O verwendeten Glasringen. Das völlig weiße Hervortreten dieser und die in den Darstellungen der P.-Sch. 4 und 5 feststellbare diffuse Färbung der (Vi.) durch J ist offenbar auf die unter den bis 8 mm von den (Vi.) entfernten (Zb.-Sch.) vorhandene diffuse Helligkeit und die dadurch bedingte Verteilung der chemisch wirksamen Strahlen der k. H.-S., eventuell auf Entbindung von Ozon zurückzuführen.

Abb. 16. 1^h der k. H.-S. exponierter mit zwei Objektträgern und einem über Eck gelegten, auf beiden (Objtr.) ruhenden Deckgläschen während der Exposition bedeckt gewesenen lufttrockenen Karton, der nach der Exposition der Behandlung mit 20%igem JK unterzogen wurde.

Die beiden Objektträger-UV.-Strahlen-»Schatten« treten infolge haarscharf begrenzender Blaufärbung der ungeschützt gebliebenen und daher bestrahlt gewesenen (Vi.)-Flächen hervor. Das (Dgl.) vermochte nicht mehr seine abfiltrierende Wirkung für die besonders chemisch wirksamen Strahlen durch Erzeugung eines (Dgl.)-UV.-Strahlenschattens zu erweisen, was nach den Photographien der P.-Sch. 1 und 2 der Abb. 14 durchaus verständlich ist. Das Interessante an diesem Versuche liegt in der Verwendung von lufttrockenen Kartonen und dem scheinbaren Gegensatz des durch Jodjodkalium entwickelten Bildes der Abb. 23 der Taf. I.

Abb. 19, 22 und 23 beziehen sich nämlich auf Versuche über die bereits nach $1/2^h$ nachweisbare hydrolytische Spaltung von Stärke durch die chemische Energie der UV.-Strahlung der k. H.-S. (Nr. 37.365), zw. bei technischer Stärke

a) in (Vi.): **Abb. 22 und 23;**

b) in mit (K.)-Stärkekleister vollgesogenem Filtrierpapier: **Abb. 19.**

Nach Bedeckung:

Abb. 23: links: mit einem Objektträger.

Mitte: Deckgläschen.

rechts: 8 mm dicken Gewichtssatzglase.

Abb. 22: Mit einer (Zb.-Sch.), die das Wort »Licht« gestanzt zeigte.

Dabei trat bei der nach der $1/2^h$ -Bestrahlung mit den UV.-Strahlen der k. H.-S. ausgeführten Jodprobe nur in den geschützt gewesenen Partien der (Vi.) satte Blaufärbung ein, während die vergilbten, bestrahlt gewesenen Flächen sofort nach dem Jodlösungszusatz dunkelgelb bis hellbraun erschienen.¹ Erst nach geraumer Zeit zeigt sich auch an diesen Stellen in tieferen Schichten des Kartons, bis wohin die chemische Wirkung der UV.-Strahlen nicht drang, flockig verteilte Blaufärbung.

ad b): **Abb. 19.** Versuchsanstellung und Versuchserfolg wie bei Abb. 23. Die Struktur des Filtrierpapiers kommt im Bilde deutlich zum Vorschein. Die von den (Objtr.) und (Dgl.) bedeckt gewesenen, durch J blau gefärbten Flächen erscheinen scharf begrenzt im Bilde.

Abb. 17 und 21. Den in P.-Sch. 2, 3, 6, 8 und 9 der Abb. 13 dargestellten analog ausgefallene Versuche mit frischen und gekochten Kartoffelscheiben aus dem Jahre 1929, bei denen durch Jodlösungen gerade die bestrahlt gewesenen Flächen der (K.) sattblau bis sattviolett gefärbt wurden, in scheinbarem Gegensatz zu den in Abb. 19, 22 und 23 wiedergegebenen Experimenten mit technischer Stärke (vgl. p. 185 -187).

Abb. 17. Man beachte die prächtigen Korrosionseffekte den Buchstabenrändern.

Abb. 21. Die in der Abb. dargestellten Kartoffelscheiben sind Versuchen mit lebenden und gekochten (K.) entnommen worden. Man beachte besonders die Wiedergabe des Deckglasschattens der (K.), ganz rechts im Bilde.

Jodlösungen färbten nach Wegnahme der (Dgl.) und (Zb.-Sch.) stets zuerst die Buchstaben und die Glasumgebung, viel später die geschützt gewesenen Flächen der (K.).

Abb. 18. Nachweis der Assimilation in von Glas abfiltrierbaren UV.-Strahlen der k. H.-S. (des Brünner Kinderspitals) bei herbstlichen vorbelichteten Blättern der Kapuzinerkresse, *Tropaeolum majus*.

a) Die Blätter der Reihe von (r.) zeigen klar die abfiltrierende Wirkung eines (Objtr.);

b) die der 3. Reihe von (r.) die abfiltrierende Wirkung eines (Dgl.).

Oben: Bei den »Licht«-(Zb.-Sch.) über den Buchstaben »i« und »c«. Nur der »i«-Punkt und der obere Bogen des »c«, die außerhalb des Deckglases zu

¹ Der Fleck im Gewichtssatzglasbild ist Fingerabdruck des Photographen.

liegen kamen, wurden außer dem »L« bei der Jodprobe blauschwarz. Die Buchstaben »h« bis »t« reichten bereits über das kleine Blatt hinaus.

Im unteren Blatte tritt die Silhouette des Deckglases entsprechend scharf hervor.

c) Das 4. Blattpaar von (r.) zeigt weitere Assimilationserfolge der UV.-Strahlen der k. H.-S.:

oben: bei einem noch stärkefreien vorbelichteten Blatte;

unten: bei einem schon stärkehaltigen vorbelichteten Blatte;

beide ohne Glaszwischenhaltung.

d) Das 1. Blatt links war, wie das zuletzt erwähnte, vor dem Experimente vorbelichtet und leicht stärkehaltig. Es war vor der Bestrahlung mit der (Zb.-Sch.) »Traubenzucker« bedeckt worden, wovon nur die erste Silbe auf das Blatt zu liegen kam. Den Assimilationseffekt zeigen die Buchstaben »a« und »u« deutlich, die Buchstaben »T«, und »b« nur andeutungsweise.

e) Das Blattpaar ganz rechts ist zusammengestellt aus zwei vorbelichteten stärkehaltigen Blättern, die bloß 15, beziehungsweise 10 Min. der k. H.-S. ausgesetzt waren. Im unteren trat¹ das »R« der verwendeten (Zb.-Sch.) durch die Stärkeprobe sattest gefärbt deutlich hervor; im oberen Blatte erkannte man¹ den durch die Jodprobe satt schwarzblau gefärbten Buchstaben »O« der verwendeten (Zb.-Sch.) gerade noch.

Gerade die sub e) erwähnten Versuche zeigen, daß wenige Minuten (10 bis 15) ausreichen, um bereits den Assimilationseffekt der von einer k. H.-S. ausgehenden Strahlen nachzuweisen.

Abb. 20. Oben: Bis 10^h vorm. an einem Augustmorgen im Schatten eines Steines befindliches vorbelichtetes Blatt der Kapuzinerkresse gab nach 1/2^h Bestrahlung mit der modernen k. H.-S. in Schatzlar nach der in Abb. 15 der Taf. I an einem Parallelblatte dargestellten, auch bei dem Blatte der Abb. 20 zuerst in dem Buchstabenareale beobachteten Zerstörung des Chlorophylls in den Buchstaben nach der Chlorophyll-extraktion die Sachs'sche Jodprobe in sattester Form.

Abb. 20. Unten: Braungelbe Nekroseverfärbung in der Epidermis eines 1/2^h mit der k. H.-S. bestrahlten Sonnenblumenblattes. Die Beschriftung tritt deutlich hervor. Daß auch diese chemische Wirkung den durch Glas abfangbaren Strahlen zukommt, wird durch das Auftreten der (Dgl.)-Silhouette in der Blattspitze erwiesen.

Abb. 15. Nachweis der Zerstörung des Chlorophylls bei 1/2^h Bestrahlung mit der k. H.-S. (Nr. 37.365) (in Schatzlar) bei drei Blättern von *Tropaeolum majus*: (l.) mit den (Zb.-Sch.) »R« und »O«, (r.) mit der (Zb.-Sch.) »Licht« nachgewiesen. Die Buchstabenfarbe war typisch xanthophyllgelb auf grünem Grunde.

Tafel II.

Die **Abb. 24 bis 27, 32 und 34** beziehen sich auf den Nachweis der Zerstörung des Anthokyans durch die UV.-Strahlen einer k. H.-S.

Abb. 24. Oben: *Begonia*-Blattunterseite: (l.) Deckgläschen-»Schatten«. Das (Dgl.) hat die anthokyanzerstörende Wirkung der Strahlen < 300 μ völlig verhindert; (r.) auch in dem mit der (Zb.-Sch.) durchgeführten Versuche hat das auf die Buchstaben »i« und »c« aufgelegte (Dgl.) die gleiche schützende Wirkung ausgeübt. Die Bestrahlungsdauer war 20 Min. Nach der Bestrahlung erscheint die UV.-Strahlenwirkung angedeutet. Nach 24^h Aufenthalt in der feuchten Kammer tritt der Effekt ideal zutage. Man beachte die auch in der Photographie angedeutete Erhabenheit der geschützt über die bestrahlt gewesenen Blattflächen.

Abb. 24. Unten: 1/2^h bestrahlte, mit (Zb.-Sch.) bedeckte gewesene Blumenkronenblätter der Pfingstrose, *Paconia*.

Die Buchstaben »Licht« traten sofort goldgelb auf rotem Grunde hervor. (Dgl.) — z. B. (l.) (u.) im L im 2. Blatte — halten die zerstörende Wirkung der UV.-Strahlen ab.

Abb. 25. Anthokyanzerstörung durch die UV.-Strahlen bei *Primula obconica*-Blüten. Bestrahlungsdauer: für die obere Reihe 3 Min., für die unteren Reihen 10 Min. Die Buchstaben erschienen sofort nach der Wegnahme der (Zb.-Sch.) bläulich bis blau auf rotem Grunde. Bei weiterem Stehen des Versuches in der feuchten Kammer wurden nach 24^h infolge der Diffusion des Farbstoffes die Buchstaben weiß.

Auch bei diesen Schulobjekten für die zerstörende Wirkung der UV.-Strahlen auf das Anthokyan zeigt sich

ein Deckglas befähigt, die schädigende Wirkung völlig auszuschalten, siehe die zur Hälfte abgedeckten Buchstaben »v«-»i«-»c« in der Blüte der 2. Reihe und die ebenfalls halb abgestutzten Buchstaben »u«-»l«-»a« in der 3. Blüte der 3. Reihe. Die verwendete (Zb.-Sch.) zeigte die Worte »Navicula minuscula« ausgestanzt.

Abb. 26. Äußeres Rotkrautblatt nach 3/4^h Bestrahlung mit der k. H.-S. nach 2- bis 3tägigem Aufenthalte im feuchten Raume: Die Buchstaben und die (Zb.-Sch.)-Umgebung tritt gelbgrünlich aus dem tiefvioletten Untergrunde hervor. Das Anthokyan ist den Buchstaben entsprechend beiden Epidermen zerstört.

Abb. 27. Versuche über die die Anthokyanzerstörung bewirkenden UV.-Strahlen der k. H.-S. < 300 μ mit Blumenkronenblättern der Pfingstrose. Die ersten 3 Blätter der oberen Reihe waren mit der (Zb.-Sch.) »Nitzschia« bedeckt, deren Mittelbuchstaben durch einen (Objtr.) in der oberen Hälfte abgedeckt worden waren.

Das letzte Blatt (r.) der oberen Reihe weist oben zwei (Dgl.) und unten einen (Objtr.) UV.-Schatten auf. Die ungeschützt gebliebenen, bestrahlt gewesenen Flächen waren goldgelb. Die ersten zwei Blätter der unteren Reihe waren mit der (Zb.-Sch.) »Licht« bedeckt worden, deren sämtliche Buchstaben zur Hälfte mit einem (Objtr.) abgedeckt gewesen waren.

Bei den nächsten zwei Blättern lag über dem (l.) unteren Teil des Buchstaben »L.« ein (Dgl.). Das letzte Blatt war vor der Bestrahlung mit der (Zb.-Sch.) »K.« abgedeckt worden.

¹ In der Originalphotographie.

Abb. 32. Nachweis der Zerstörung des Anthokyans im Schau-
blatte von *Poinsettia pulcherrima* Graa. sofort
nach der $\frac{1}{2}^h$ -Bestrahlung mit der k. H.-S. Die Ziffer
erschien blauviolett auf scharlachrotem Grunde.

Abb. 34. Der gleiche Nachweis in den Blumenkronen-
blättern von *Iris florentina* (oben), in dem Sporn der
Akelei-Blüten (unten);

(oben): (l.) Nachweis der schützenden Wirkung
eines Objektträgers

und Mitte (r.) Nachweis der schützenden Wir-
kung eines Deckgläschens,

(unten): man erkennt in jedem Sporn Buchstaben-
stücke.

Die Verfärbung der bestrahlten, beziehungsweise
ungeschützten Blumenkronenblattflächen sofort nach
der Bestrahlung sichtbar, viel schöner aber nach 24^h Auf-
enthalt in der feuchten Kammer. Schließlich waren die
Buchstaben völlig weiß auf violetterm Grunde infolge
des Austritts des Anthokyans, das als Unterlage ver-
wendete Filtrierpapier violett verfärbte, ein Beweis, daß
die UV.-Strahlen auch die entgegengesetzte Epi-
dermis für den Farbstoff permeabel gemacht haben,
also durch das ganze Blatt durchgeschlagen
haben mußten.

Alle in Abb. 24, 25, 27 und 34 dargestellten Ver-
suchsergebnisse mit (Objtr.) und (Dgl.) beweisen, daß
auch für die rasche Anthokyanzerstörung, bezie-
hungsweise die Tötung oder schwere Schädigung der
anthokyanhaltigen Zellen im Strahlenbereiche der
k. H.-S. die UV.-Strahlen $< 300 \mu\mu$ verantwortlich zu
machen sind.

Abb. 31. Ein grüner Paradiesapfel, der durch eine durch-
stanzte (Zb.-Sch.) hindurch $\frac{1}{2}^h$ der Bestrahlung der
k. H.-S. ausgesetzt worden war, zeigt nach 6 bis 8 Tagen
Aufenthalt im Dunkeln, rascher im Lichte, entsprechend
der verwendeten Stanze zunächst auf grünem, dann
auf satterem Grunde ungefärbt die geschädigten
Gewebeportionen.

Abb. 30. Beispiele für die Zerstörung des Chloro-
phylls durch eine $\frac{1}{2}^h$ -Bestrahlung von *Robinia*
Pseudacacia-Fiederblättchen mit der k. H.-S. Die Buch-
staben erschienen nach der Beendigung der Bestrahlung
sofort in gelber Farbe wie bei den *Tropaeolum*-Blätter-
Versuchen der Abb. 15 der Taf. I. Bei Blatt 1 und 3 er-
weist sich die Zerstörung des Chlorophylls weiter vor-
geschritten als bei Blatt 2 und 4, da jene von der Blatt-
unterseite, diese von der Blattoberseite her bestrahlt
worden waren.¹

Abb. 28, 29 und 33 sind Illustrationen von
Nekroseverfärbungen durch $\frac{1}{2}^h$ -Bestrahlung der
Blätter mit der k. H.-S.

Abb. 28 bei *Ampelopsis Veitchii* } nach 2- bis 3-tägigem
Abb. 29 bei *Dahlia variabilis* (rote Varietät) } Aufenthalte im
Abb. 33 bei *Aquilegia* sp. (violette Varietät) } feuchten Raume.

¹ In der Reproduktion gingen die in der Original-
photographie deutlich hervortretenden Unterschiede zwischen
dem Gelb der Buchstaben und dem Grün der Blättchen fast
völlig verloren.

Alle Photographien zeigen 1. die sattere und
daher auch kontrastreicher hervortretende Nekrosever-
färbung bei der Bestrahlung von der unteren
Epidermis her und werden damit zu einer neuartigen
Illustration der Schutzwirkung der oberen Epidermis
dieser Pflanzen gegen die Wirkung der UV.-Strahlen.

2. Das Ausbleiben der Nekrosefärbung bei
Abdeckung der (Zb.-Sch.)-Buchstaben durch
Gläser (Objtr.) und (Dgl.), womit wieder bewiesen ist,
daß auch für die Nekroseverfärbungen die UV.-
Strahlen $< 300 \mu\mu$ verantwortlich zu machen sind.

Die Verfärbungen traten bei den genannten drei
Pflanzen sofort nach der $\frac{1}{2}^h$ -Bestrahlung auf, vertieften
sich aber noch wesentlich bei 2- bis 3-tägigem Aufenthalte
im feuchten Raume. Bei Akeleiblättern (Abb. 33) er-
schien der Nekrosefarbstoff in den unteren Epi-
dermen der Laubblätter der blau blühenden Varietäten
deutlich blau. Die Verfärbung trat im Herbst konform
zu den Erscheinungen des herbstlichen Chlorophyll-
abbaues auf, war aber auch im Mai und Juni nach
2- bis 3-tägigem Aufenthalte der $\frac{1}{2}^h$ bestrahlt gewesenen
Blätter im feuchten Raume feststellbar.

Abb. 35 unten: Nekroseverfärbungen in den Fieder-
blättchen der Glyzine und im Rosenblatte, erzielt
durch eine $\frac{1}{2}^h$ Bestrahlung mit der k. H.-S.

Das Terminalblättchen zeigt die Wirkung der Ab-
deckung des »N« durch ein (Dgl.), das (l.) erste obere
Blättchen den abfiltrierenden Einfluß sowohl eines
(Dgl.) wie eines (Objtrs.) auf die UV.-Strahlen $< 300 \mu\mu$,
die die Nekroseverfärbungen bedingen.

Man beachte auch wieder die leichtere Angreifbar-
keit der unteren Epidermen der Fiederblättchen durch die
UV.-Strahlen. Beim Rosenblatt ist der Erfolg des
(Objtr.-Dgl.)-Versuches am rechten Blättchen zu
sehen.

Abb. 35 oben: Der zu dem in den Abb. 15 und 30 dar-
gestellten analoge Chlorophyll-Zerstörungs-
erfolg bei Blättern von *Iris florentina*.²

Abb. 36. Mit einer alkoholischen Vanillinlösung getränkte
Filtrierpapiere zeigen nach $\frac{1}{2}^h$ -Bestrahlung deut-
liche Zerstörung des Vanillins in den bestrahlten
Flächen, wofür wieder die Strahlen $< 300 \mu\mu$ verantwor-
tlich zu machen sind (vgl. den Glasring-»Schatten« links
im unteren Bilde).

Abb. 37. Eine leider wegen der großen Auslagen nur
dunkel wiedergegebene Farbenphotographie der
verschiedenen Wirkungen der k. H.-S.

I. Die Anthokyanzerstörung bei den Schau-
blättern der *Poinsettia pulcherrima*. Die wie abgeschnitten
aussehenden Ziffern 1 und Buchstaben (O.) sind unten mit
Objektträgern bedeckt gewesen.

Zwei Blättchen zeigen sattet die von über die
Spitze orientiert gewesenen (Dgl.) (oben) und von quer-
gelegten (Objtr.) (unten) vor der zerstörenden Wirkung
der UV.-Strahlen geschützt gewesenen Blattflächen. Glas
von (Dgl.)-Dünne und (Objtr.)-Dicke filtrierte eben

Auch in dieser Photographie ging bei der Reproduktion
der Kontrast zwischen den gelben Buchstaben »Licht« und dem
Grün des Blattes fast völlig verloren.

die das Anthokyan zerstörenden schädigenden UV-Strahlen quantitativ ab.

II. Ein die hemmende Wirkung der UV-Strahlen auf den herbstlichen Chlorophyllabbau (Chl.-A.) zeigendes Blatt der Kapuzinerkresse (Herbar-exemplar)¹ und ein die gleiche Wirkung auf den (Chl.-A.) zeigendes frisches Laubblatt einer aus dem Glashause ins Laboratorium übertragenen *Poinsettia pulcherrima*. [Das Blatt mit der (Zb.-Sch.) 9.] Beim Kapuzinerkressenblatt beachte man wieder die abfiltrierende Wirkung des (Dgl.) auf die UV-Strahlen $< 300 \mu\mu$.

III. In der Schale in der Mitte: die mit einem mit (Dgl.) und (Objtr.) bedeckt gewesenen Kapuzinerkressenblatte sofort nach Auftreten des (Chl.-A.)-Effekts in den während der Bestrahlung geschützt gewesenen Bl.-Flächen nach der Farbstoffextraktion durchgeführte Molisch'sche Eiweißprobe mit Millon's Reagens.

IV. Mit Holzschliffpapieren und Hobelspanen nach 3^h Bestrahlung mit der k. H.-S. durchgeführte Wiesner'sche Reaktionen mit Phlorogluzin und Salzsäure und Anilinsulfat und die gleichfalls die Buchstaben klar hervortreten lassende Molisch'sche Koniferinprobe mit Thymol und konzentrierter HCl.

Die fürs menschliche Auge sehr klaren Unterschiede in der Färbung der Beschriftungs- und der (Zb.-Sch.)Gebiete bei Anwendung der Molisch'schen Probe und der Wiesner-

schen Phlorogluzin-HCl-Reaktion vermochte die Farbenphotographie nicht befriedigend herauszuarbeiten. In dem blau gewordenen Holzschliffpapier oben unterschied man nur mit Mühe in der Originalfarbenphotographie die fast weiß gewesenen Buchstaben und las das Wort »Navicula«. Ebenso erkannte man mit freiem Auge (leichter mit Lupe) im Papier (l.) unten hellrot auf Dunkelrot das Wort »Licht«. Im Holzspan (l.) oben waren die beim Präparat vor der Aufnahme feststellbaren Differenzen zwischen den der UV-Strahlung exponiert gewesenen Buchstabenarcalen und den Sub(Zb.-Sch.)flächen bei der Farbenphotographie überhaupt nicht zu erkennen.

Dagegen hat die Farbenphotographie die Farbdifferenzen in den Anilinsulfatproben (r.) noch viel klarer herausgearbeitet, als sie für das freie Auge in den Originalen zu sehen waren; (r.) oben: Holzhobelspan mit (Zb.-Sch.) »Nitzschia«; (r.) unten: Holzschliffpapier mit (Zb.-Sch.): »Licht«.

Auch die Chlorophyllfarbe des *Tropaeolum*-Blattes war zu stark ins Olivgrüne verändert und das den (Chl.-A.) nach dem Abschneiden im Laboratorium zeigende *Poinsettia*-Laubblatt war im (Zb.-Sch.)Gebiete schon viel klarer gelb gefärbt, als es das Bildchen mit der Nr. 9 zeigte.

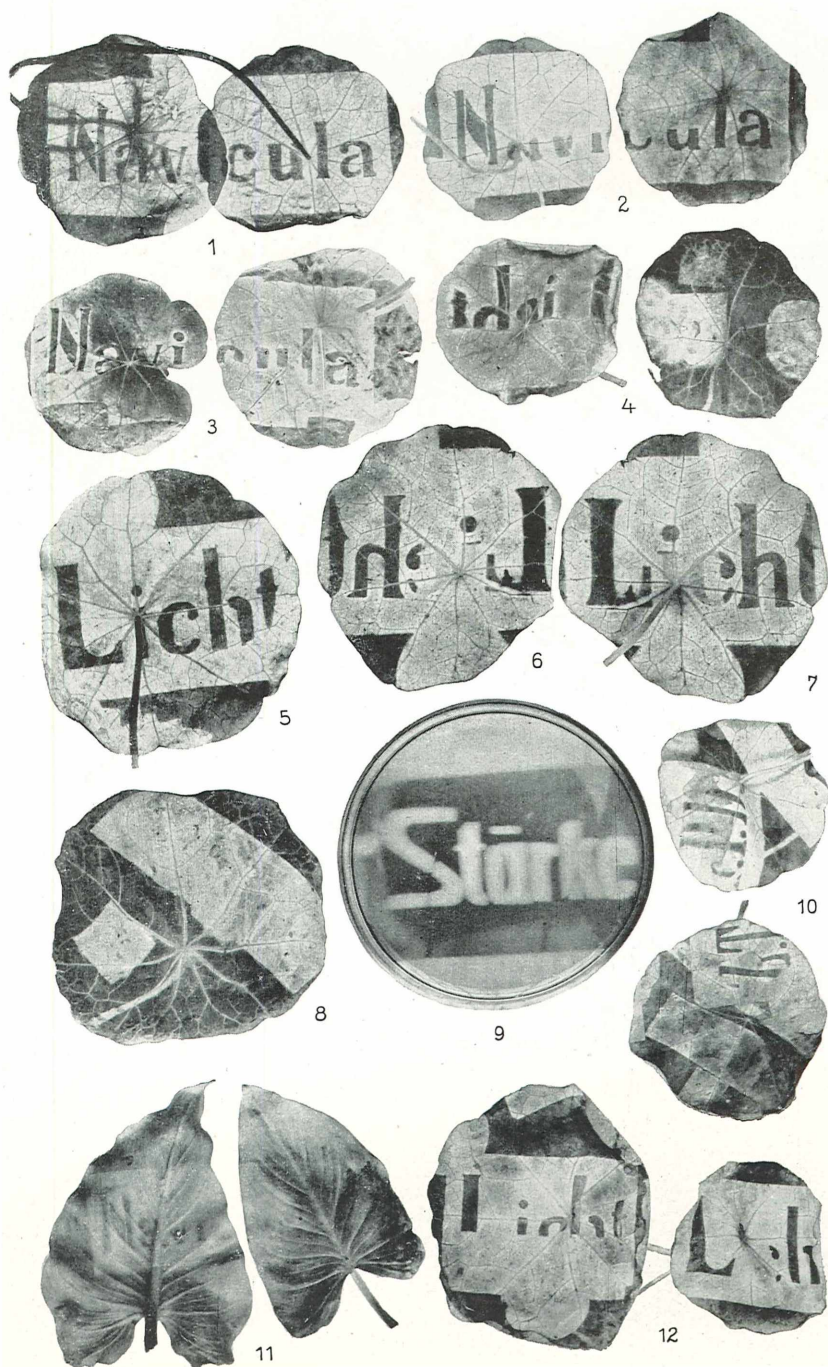
Völlig naturgetreu waren die Farben bei den *Poinsettia*-Schaublättern und der Wiedergabe der Eiweißprobe in der Mitte unten ausgefallen.¹

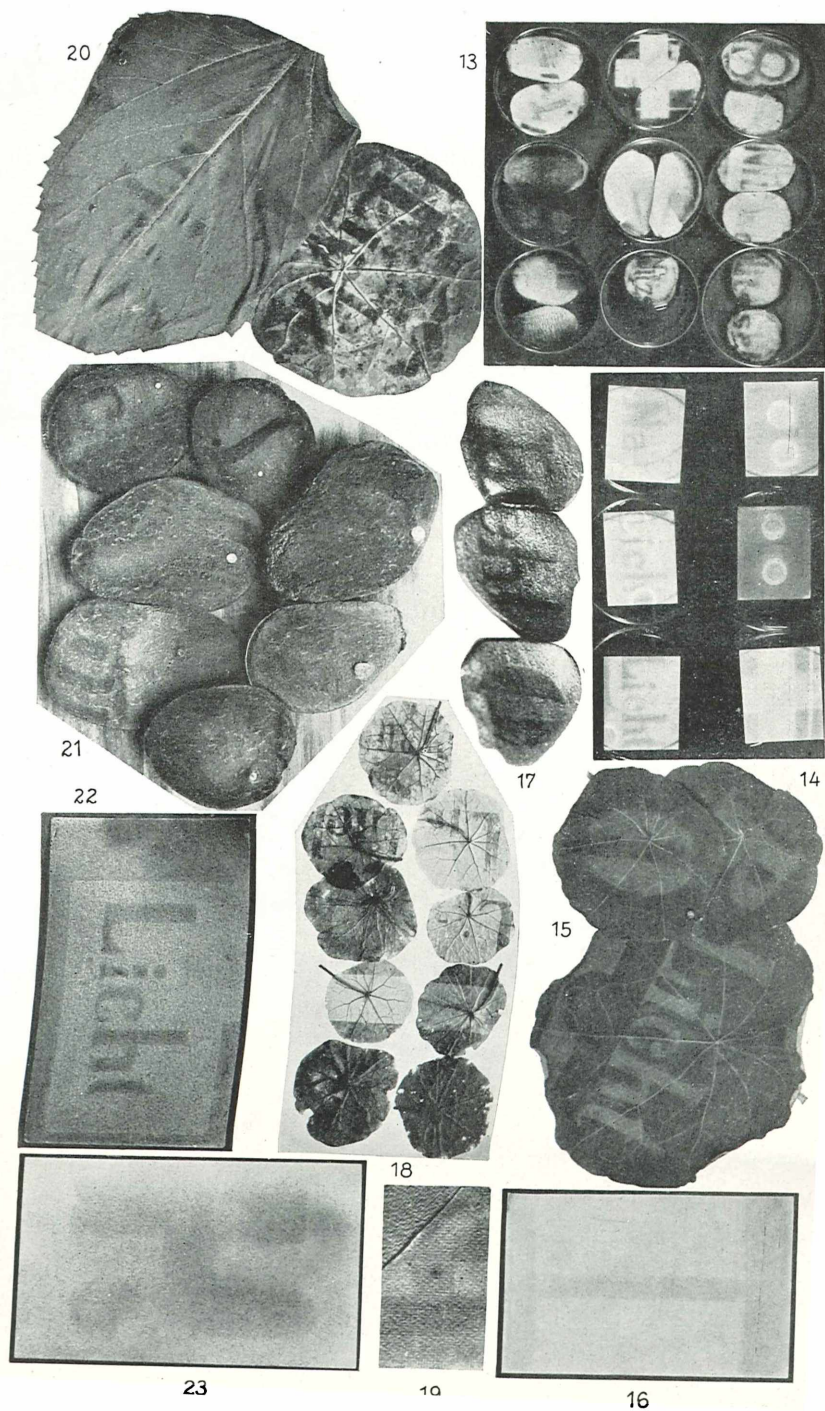
² Leider gingen bei der dunklen Reproduktion der Farbenphotographie die Effekte mit der Molisch'schen Holzstoffprobe am Filtrierpapier (oben) und die mit Wiesners Phlorogluzin-Salzsäureprobe am Holzspan und Holzschliffpapier (l.) völlig verloren.

¹ Das Blatt war nach Erzielung des Versuchserfolges am lebenden Blatte gepreßt worden. Die Verfärbung des Chlorophylls beim Trocknen hat die etwas olivgrüne Färbung der grün gebliebenen Partien mit bedingt.

11

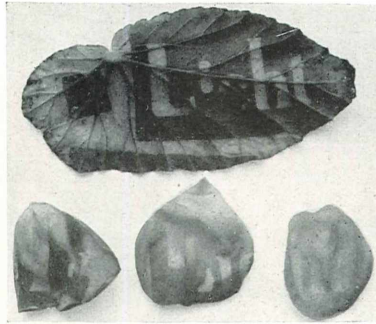
Richter O., Neue Beiträge zur Photosynthese und Photolyse.



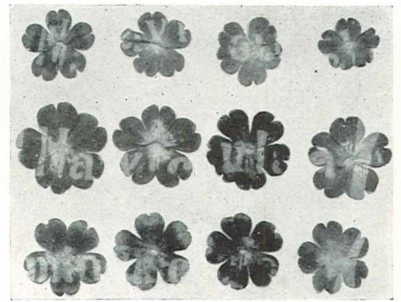


Richter O., Neue Beiträge zur Photosynthese und Photolyse.

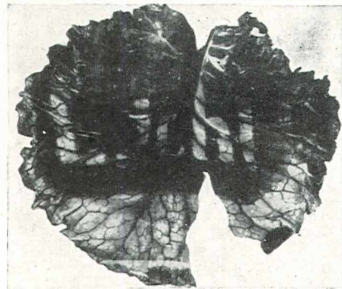
24



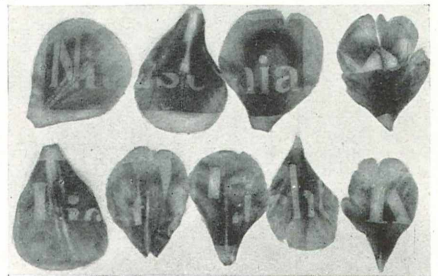
25



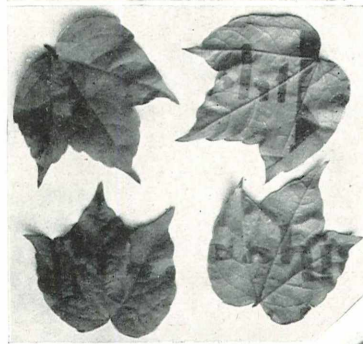
26



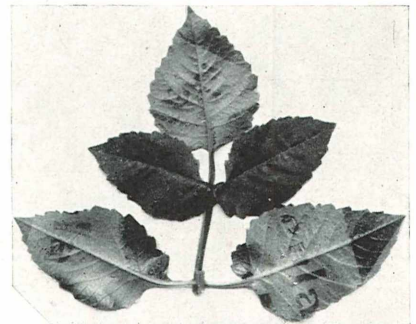
27



28



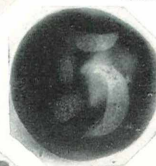
29



30



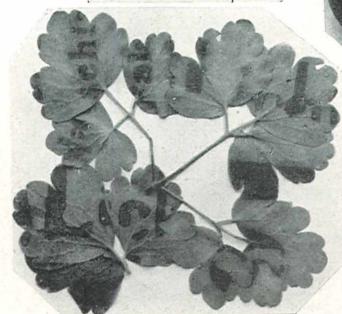
32



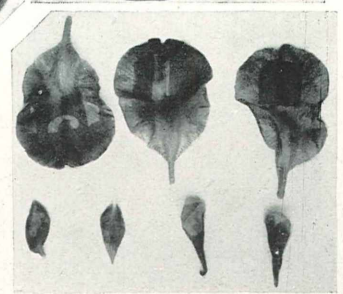
31



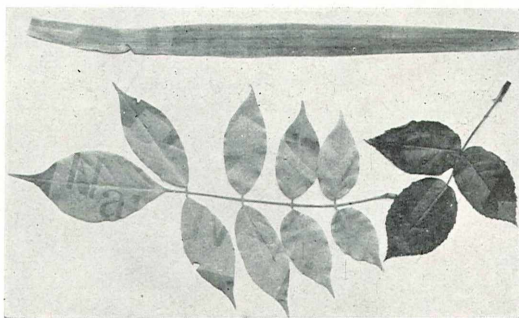
33



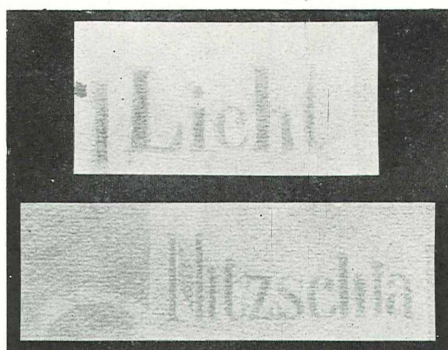
34



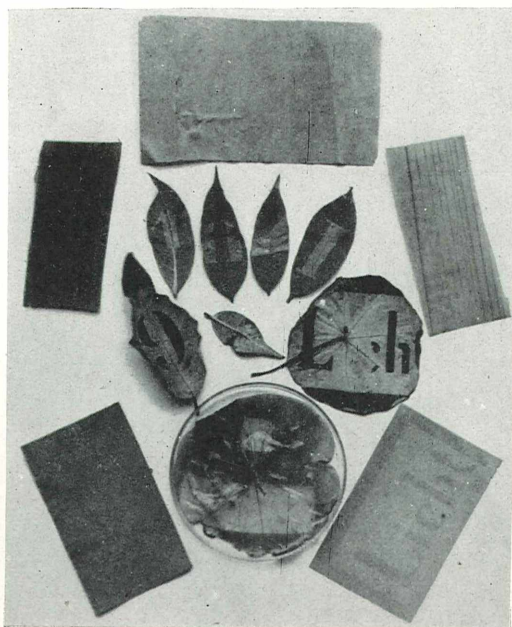
Tafel II.



35



36



37

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Denkschriften der Akademie der Wissenschaften.Math.Natw.Kl.
Frueher: Denkschr.der Kaiserlichen Akad. der Wissenschaften. Fortgesetzt:
Denkschr.oest.Akad.Wiss.Mathem.Naturw.Klasse.](#)

Jahr/Year: 1934

Band/Volume: [103](#)

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

Artikel/Article: [Neue Beiträge zur Photosynthese und Photolyse, vornemlich an der
lebenden Pflanze. \(Mit 4 Textfiguren und 2 Tafeln\). 163-209](#)