

# Wasser als Entwickler von Blutphotographien.

**Photographien in mit natürlichem oder in mit dest. Wasser und Salzlösungen verdünntem Schweineblut oder in mit reinen Blutfarbstoffen getränkten Filtrierpapieren u. Leinenwaren und Vitamin C oder Wasser als deren Entwickler.**

Von

O. RICHTER, Brünn.

Aus dem Institute für Botanik, Warenkunde, technische Mikroskopie und Mykologie der Deutschen technischen Hochschule in Brünn, Nr. 109.

In den Jahren 1935/36 und 1936/37 ist es mir geglückt<sup>1)</sup>, den Nachweis zu erbringen, daß Blut- oder Blutfarbstoff-Papiere bezw. gestärkte oder durch Waschen entstärkte mit Blut getränkte Leinwandstücke, die in der Weise hergestellt wurden, daß in der Dunkelkammer Filtrierpapiere oder Leinwandstreifen in frisches oder altes schon stinkendes Schweineblut oder in mit dest. Wasser bezw. mit 0·1% Lösungen von Eisenchlorid, Eisensulfat, Kobaltchlorür, Kobaltnitrat, Natronlauge oder Vitamin C in dest. Wasser im Verhältnisse 1:1 vermisches Schweineblut oder aber in relativ konzentrierte (2, 3 bis 4%) wäßrige Lösungen von Merck'schen Haemoglobin eingetaucht und nachher in der Dunkelkammer getrocknet wurden, zur Herstellung von Positiven verwendbar sind, wenn man sie unter kontrastreichen Negativen genügend lang der Sonnen- oder Tageslichtbestrahlung aussetzt und sie nachher — abgesehen von den Vitamin C- bzw. den mit Salz-, Leitungswasserzusätzen oder Natronlauge-Zutat versehenen Schweineblut-Papieren und Stoffen, die nur mit destilliertem Wasser bezw. Leitungswasser nachbehandelt zu werden brauchen — mit sehr verdünnten wäßrigen Lösungen von Vitamin C (Ascorbinsäure) entwickelt. (Siehe Abb. 1, 2 und 3).

<sup>1)</sup> Richter O. „Blutfarbstoff- und Blutphotographien“. Vortrag gehalten am 22. Oktober 1936 im Naturforschenden Verein in Brünn. Inhaltsangabe im Bd. 1936 der Verhandlungen des Naturforschenden Vereins.

Richter O. Vitamin C als Entwickler von Blutphotographien, Photographien mit Blutfarbstoffen und mit Schweineblut. Photographische Korresp. 1937, Nr. 4/5.

In diesem Zusammenhange wurde außer Haemoglobin auch das Haematin und Haemin, diese in Lösungen von 96% Aethylalkohol in Filtrierpapier aufgesogen und nach dem Trocknen in analoger Weise behandelt.

Der Weg zu diesen Ergebnissen war ein ziemlich großer Umweg, dessen einzelne Stationen hier zunächst ganz kurz Erwähnung finden mögen.

Bereits in den Jahren 1932/35 ließ sich am Chlorophyllkorn zeigen<sup>2)</sup>, daß die UV-Strahlen die Fähigkeit besitzen, ein das Chlorophyllstroma, die aus Eiweiß bestehende Grundsubstanz des Chlorophyllkorns, auflösendes Agens, also — ganz allgemein ausgedrückt — ein eiweißlösendes Ferment zu stärkster Entwicklung anzuregen.

Dadurch wurde der Gedanke ausgelöst, eine reichlich zu Gebote stehende Flüssigkeit, die hinreichende Mengen von Eiweiß enthält, die Milch, mit ihrem Kasein und Parakasein in ihrem Verhalten unter der künstlichen Höhensonne (k. H. S.) 104 . 220 des Institutes für Botanik etc. der deutschen techn. Hochschule in Brünn zu untersuchen. Setzt man eine Petrischale mit Milch, nachdem man sie durch eine passende Versuchsanordnung mit einer über ihr freischwebenden, auf zarten Aluminiumdrähten ruhenden durchstanzten Zinkblechschablone (Zblsch.) bedeckt hatte, in Handspanndistanz (23—25 cm) vom Brenner der (k. H. S.) durch  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  Stunde der Wirkung der UV-Strahlen aus, so sieht man nach dem Abdrehen des UV-Brenners in wasserklaren Buchstaben (Bu) die Stanzen-(Bu) auf der Milch und zwar in bei vorsichtig mit der Schale durchgeführten Bewegungen unverrückbaren und unzerstörbaren Distanzen von einander.

Stellt man ein Milchagar in der Weise her, daß man 3—5 cm<sup>3</sup> frischer oder pasteurisierter, aber nicht sterilisierter Milch mit 9 cm<sup>3</sup> einer 18<sup>0</sup>/<sub>100</sub> sterilisierten Agar-Agar-Lösung in dest. Wasser in eine sterilisierte Petrischale gießt und zusammenschüttelt, so daß eine reinweiße Scheibe entsteht, und bestrahlt man diese Scheibe gewissermaßen eines entsprechend modifizierten Hastings'schen Agars<sup>3)</sup> nach Entfernung des Petrischalendeckels durch eine darüber befestigte durchstanzte (Zblsch.) mit UV-Strahlen  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  Stunde, so sind bei  $\frac{1}{2}$  Stunden-Bestrahlung sofort, bei  $\frac{1}{4}$  Stunden-Bestrahlung entweder sofort oder nach Stehenlassen der wieder mit Glasdeckel geschlossenen Petrischale am Tage darauf die (Bu) wie „Fettpapier“-(Bu) im undurchsichtigen weißen Agar zu sehen.

Hastings-Milchagar wird bekanntlich ähnlich wie die Gelatine zum Nachweis der exogenen tryptischen, eiweißlösenden Fermente der verschiedensten Organismen benutzt — ich<sup>4)</sup> habe selbst auch auf diese Art im Jahre 1909 das eiweißlösende von der von mir absolut rein gezüchteten farblosen Diatomee *Nitzschia putrida* Benecke ausgeschiedene Ferment durch die erzeugten Kasein-Lösungszonen nachgewiesen. —

<sup>2)</sup> Richter O. Neue Beiträge zur Photosynthese und Photolyse vornehmlich an der lebenden Pflanze. Denkschr. d. Akad. d. Wiss. in Wien, mathem. naturw. Kl. 103. Bd. (1932) p. 165 u. 172—174.

Richter O. Induktion der Zerstörung und Erhaltung des Chlorophylls sowie der Assimilation durch UV-Strahlen  $< 300 \mu$  bei Verwendung sehr starker Quarzquecksilberlampen. Sitzb. d. Akademie der Wiss. in Wien, math.-naturw. Kl. Abt. I. 144. Bd., 3 u. 4. H. 1935 S. 157.

<sup>3)</sup> Hastings E. G. Milchagar als Medium zur Demonstration der Erzeugung proteolytischer Enzyme. Ref. C. f. B. u. P., 1903, II. Abt. S. 384.

<sup>4)</sup> Richter O. Zur Physiologie der Diatomeen (II. Mitt.). Die Biologie der *Nitzschia putrida* Benecke. LXXXIV. Bd. d. Denkschriften der Akad. d. Wissensch. in Wien, Math. naturw. Klasse 1909 S. (657) 1 hes. S. (699) 43.

Wenn also nach erfolgter UV-Bestrahlung die (Bu)-Folgen durchscheinend geworden sind wie diese von Organismen bewirkten Lösungszone, muß angenommen werden, daß durch die UV-Strahlen der (k. H. S.)  $< 300 \text{ m}\mu$  — Glas-[Objekträger (Obj.) und Deckglas (Dgl.)]-Auflage verhindert den Effekt vollständig, oder fast vollständig — eine potenzierte Auswirkung eines in der Milch vorhandenen tryptischen Fermentes ausgelöst wurde.

Auf diese Weise war es demnach möglich, auf einem ganz neuen Wege in die bestehende Streitfrage nach dem Vorhandensein eines eiweißlösenden Fermentes in der Milch selbst einzugreifen und Stützen für jene Ansicht zu bringen, die das Vorhandensein eines solchen Fermentes postuliert.

In Verfolgung dieses Nachweises der Förderung tryptischer Fermente durch UV-Strahlen einer (k. H. S.) nach der praktischen Seite hin, bestrahlte ich noch nicht durchgelegene, innen weiße, in Scheiben geschnittene Olmützer Quargeln während 15—30 Minuten (') in Handspannendistanz (23—25 cm) vom Brenner der (k. H. S.) durch durchstanzte (Zblsch.) hindurch, wobei sich zeigte, daß auf diese Weise auch die eiweißlösenden Bakterien des Käses zu einer derart intensiven Eiweißlösung angeregt werden, daß am Tage nach der erfolgten UV-Bestrahlung die (Bu) im quarigen Teile des Käses glasklar zu sehen sind, so daß man durch die Käsescheibe Druck ohne Weiteres lesen kann. Damit scheint, nebenbei bemerkt, ein rasches Reifungsverfahren für Käse und die Erklärung für dieses Verfahren gegeben, das nun in entsprechender Weise an das Dr. Körbers<sup>5)</sup> über „Schnellkäse durch Kurzwellen“ unmittelbar anschließt.

Von der Milch und von dem Studium ihres Verhaltens unter der (k. H. S.) — es sei hier nur noch erwähnt, daß im Subschablonegebiete (S. G.) der UV-bestrahlten Milch Buttertröpfchenbildung eintritt, so daß die hellgewordenen (Bu) schließlich durch Zusammenfließen der Tropfen sozusagen von einem Butter-„See“ umgeben sind, der den (Bu) präzise ausweicht — war nur mehr ein kleiner Schritt zum Versuch der

## UV-Beschriftung von mit Blut getränkten Filterpapieren.

Zu den ersten orientierenden Versuchen benutzte ich eben vom Schlachthof gebrachtes, frisches, korallrotes Schweineblut, das ich etwa 2—5 mm hoch in Kristallisierschalen goß und in das ich die Filterpapiere eintauchte und sie am Schalenrande abstreifte, um das überschüssige Blut zu entfernen. Hierauf wurden die so hergestellten nassen Blutpapiere auf Messingdrahtnetze aufgelegt und erhielten auf beiden Enden Auflagen von je 1—2 (Obj.) als Stützen der durchstanzten (Zblsch.), auf die nun die (Zblsch.) vorsichtig aufgelegt wurden, die somit nirgends mit dem Blutpapier in direkte Berührung kommen konnten.

Das auf einen Holzrahmen adjustierte Messingdrahtnetz hatte bei dieser Art von Versuchsanstellung nur den Zweck, das Ankleben des Blutpapiers auf der Unterlage zu verhindern, was besonders bei längerer Exposition bei Glasunterlage nicht selten eintrat.

Wie meine vergleichenden Untersuchungen gezeigt haben, sind aber derart lange zum Festkleben der Blutpapiere führende Expositionszeiten zur Gewinnung einer einwandfrei erkennbaren UV-Beschriftung überhaupt nicht notwendig.

<sup>5)</sup> Dr. Körber: „Schnellkäse durch Kurzwellen“, Vortrag, gehalten in der Wiener Biophysikalischen Gesellschaft, Radionachrichten auf S. 44 des Radio-Wien-Hefes 27 vom 31. März bis 6. April 1935, Bd. 1.

Denn die UV-Schrift steht bereits nach 1'-Bestrahlung mit der (k. H. S.) auf dem feuchten Blutpapier, wenn die Handspannen-  
distanz vom Brenner eingehalten wird. Das Bestrahlungsoptimum  
sind 15', bei deren Anwendung die tiefdunkelroten (Bu) vom  
Korallrot des (SG.) besonders schön abstechen.

Je länger bestrahlt wird, desto dunkler werden die (Bu), desto heißer  
wird aber auch das Papier und bei  $\frac{3}{4}$  Stunden-Bestrahlung ist der Augenblick  
erreicht, wo bei auf Glasplatten adjustierten Blutpapieren das Ankleben am  
Glase stattfindet, so daß man die Versuchspapiere überhaupt nicht mehr vom  
Glase herunter holen kann.

Bei 15'-Bestrahlung ist die erzielte Temperatur höchstens  
50° C, wie eine große Reihe von Temp.-Ablesungen bewiesen  
haben. Die Dunkelfärbung des Blutes in den (Bu) spricht für dessen  
Reduktion durch die UV-Strahlen  $< 300 \text{ m } \mu$ , denn  
besondere Experimente mit (Dgl.)- oder (Obj.)-Auflage  
haben ergeben, daß in diesen Fällen die teilweise bedeckt  
gewesenen (Bu) bis zur Glaskante dunkel waren und hier  
wie abgeschnitten aussahen. Bei Verwendung von (Dgl.)  
als UV-Schirme setzten sich allerdings die (Bu) schatten-  
haft in den vom (Dgl.) bedeckt gewesenen Raum  
fort, womit bewiesen war, daß auch durch Glas von (Dgl.)-Dünne  
durchgehende, also wohl UV-Strahlen  $> 300 \text{ m } \mu$  die  
Reduktionserscheinungen im Blute auszulösen  
vermögen, allerdings in viel geringerem Maße als die  
UV-Strahlen  $< 300 \text{ m } \mu$ .

Daß in den UV-bestrahlten Arealen wirklich Reduk-  
tionserscheinungen auftreten, wurde an naß bestrahlt  
gewesenen und dann getrockneten Blutpapieren, bei denen die  
(Bu)-Folge fast schwarzrot, das (SG) aber leicht bräunlichrot  
aussieht, mithilfe der Leuchtbakterienmethode gezeigt.

Bekanntlich leuchten Leuchtbakterien (LB) nur bei Gegenwart  
von freiem Sauerstoff (O). Legt man nun UV-beschriftete Blut-  
papiere in eine brillant leuchtende Leuchtbakterienbouillon (LBB)  
und wartet, bis der beim Eintragen des Blutpapiers in die  
Bouillon bzw. beim Aufschütten der (LBB) auf das in einer  
Petrischale liegende Filtrierpapier mitgerissene Luft-O von den  
(LB) wieder veratmet ist und das zartsilbrige, kaum sichtbare  
Leuchten der (LBB) einsetzt, was in etwa  $\frac{1}{2}$  Stunde erreicht ist,  
so bemerkt man, daß das (SG.) einfach nicht zum Er-  
löschen zu bringen ist. Hier wird O weiter an die  
(LB) abgegeben. Die (Bu) aber bleiben absolut finster,  
auch wenn man die Petrischale nun leicht schwenkt. Durch dieses  
Schwenken tritt neuerlich etwas Luft - O zu und nun sieht man  
die Schrift dauernd schwarz im prächtigen Mond-  
scheinglanze des (SG.).

Dabei wurde dem möglichen Einwande, es handle sich bei diesem  
Versuche bloß um eine einfache Kontrast- und Lichtabsortionswirkung durch  
die düsteren (Bu) in folgender Weise begegnet: Die Schale mit der (LBB),  
in der sich das UV-beschriftete Blutpapier befand, wurde weitere 2—3, ja

4 Tage stehen gelassen, wobei bei jedem Besuche in der Dunkelkammer mit dem dunkel adaptierten Auge jedes Mal beim neuen Schwenken der Petrischale die gleichen Erscheinungen, also die Dunkelschrift im Mondscheinglanze des (SG.) festzustellen war. Falls nun am 3. und 4. Tage nach dieser Feststellung das elektrische Licht in der Dunkelkammer aufgedreht, bezw. durch einen Türspalt Tageslicht eintreten gelassen wurde, ergab sich, daß durch die (LBB) das gesamte Blut, auch das in den (Bu) lokalisiert gewesene in den 3—4 Tagen herausgelöst worden war.

Da nach dem Abdrehen der elektrischen Lampe bezw. dem Schließen der Türe u. bei neuerlicher Anpassung des Auges das Dunkelschriftphänomen im hellen (SG.) neuerlich wahrzunehmen war, mußte somit die den (LB) den notwendigen O in den (Bu-Flächen) entziehende Substanz am Filtrierpapier, am Serum oder sonst an etwas, was von den (Bu) übrig geblieben war, haften geblieben sein.

Vergleichende Versuche mit unbestrahlten und bestrahlten Filtrierpapieren und Kartonen, die also nicht mit Blut beladen waren, ergaben bei Behandlung mit (LBB) in der Dunkelkammer, daß reine UV-bestrahlte oder nicht bestrahlte, im Licht- oder im Dunkeln gelegen gewesene Filtrierpapiere die (LB) der (LBB) jedesmal zum Leuchten anregen und zwar auf ihrer ganzen Oberfläche. Ob dieser Leuchteffekt durch in und zwischen den Baumwollhaaren zurückgehaltene Luft oder ein anderes Chemikal ausgelöst wird, ist schwer zu sagen.

Umso beweisender sind nach diesen Feststellungen die Versuche mit der Dunkelschrift im leuchtenden (SG.) in Blutfiltrierpapieren.

Vergleichende Versuche wurden, wie gesagt, endlich noch mit UV-bestrahlt gewesenen rein weißen Kartonen durchgeführt, die in (LBB) eingesenkt und in der Dunkelkammer mit gut dunkel adaptierten Auge beobachtet wurden. In diesen Fällen sieht man zunächst nur die (Bu) hell — leuchtend im nicht leuchtenden (SG.). — Diese Beobachtung entspricht durchaus den von mir<sup>6)</sup> 1932 veröffentlichten Erfahrungen über die Bildung einer oxydierenden Substanz in den UV-bestrahlten Arealen von Kartonen und deren Nachweis durch die Blaufärbung der (Bu)-Folgen durch, aus 2% Jodkalium seitens der oxydierenden Substanz entbundenes Jod. —

Nach 1, 2 bis 3-tägigem Stehenlassen der Petrischale mit dem in (LBB) liegenden Karton ist das Leuchten bis auf einen zarten Lichtschimmer im (SG.) fast erloschen. Die (Bu) erscheinen wegen der durch die UV-Bestrahlung im Karton auch gebildeten<sup>6)</sup>, aber erst jetzt zur Geltung kommenden reduzierenden Substanzen<sup>7)</sup>, deren Nachweis mir seinerzeit<sup>8)</sup> mit einem Gemisch von Ferrichlorid und Ferrizyankallium durch Turnbullsblaufärbung, neustens<sup>9)</sup> mittels Kaliumpermanganat durch Braun- und mit im Finstern gehaltenem Silbernitrat durch Schwarzfärbung gelang, dunkel im matt leuchtenden (SG.).

Schwenkt man nun die Schale, so daß der atmosphärische O zur (LBB) zutreten kann, so beginnt das (SG.) silbern zu leuchten. Senkt man jetzt die Schale, sodaß die (LBB) vom Karton abfließt und damit der Luft-O mit dem untergetaucht gewesenen Karton und den darauf befindlichen (Bu) in Berührung kommt, so kann man der Reihe nach folgende Vorgänge beobachten: Die Dunkelheit der (Bu) wird immer geringer. Auf einmal sind die (Bu) verschwunden, einfach nicht mehr zu sehen. Und wenige Sekunden später steht die

<sup>6), 7), 8)</sup> Richter O. Neue Beiträge zur Photosynthese etc. I. c. 1932, S. 172—174.

<sup>9)</sup> Richter O. Der mikrochemische Nachweis der Zystolithen nach H. Molisch — ein Mittel zum Nachweis von durch UV-Strahlen hervorgerufene Reduktionserscheinungen an Zystolithen. Molisch-Festschrift, Mikrochemie 1936.

ganze (Bu)-Folge wie eine in Gold-(Bu) vorbereitete „Reklameschrift“ leuchtend in einem fast dunkel erscheinenden, weil mattleuchtenden (SG.).

Nun wird die Petrischale wieder ruhig auf den Tisch gestellt, so daß die (LBB) den Karton wieder überflutet. Effekt: Verlöschen der „Reklameschrift“, Verschwinden der (Bu), Dunkelschrift im mattglänzenden (SG). Die Schale wird wieder so schräg gestellt, daß die Luft zu den (Bu) zutreten kann. Effekt: Anzünden der (Bu), Verschwinden der (Bu) im Gleichglanz mit dem des (SG.) goldige „Reklameschrift“ u. s. f.

Dieses „Anzünde“- und „Auslösch“-Spiel ist nach Belieben oft wiederholbar und beweist, daß man die (LB) nun nicht mehr bloß zum Nachweis direkt zutretenden freien O verwenden kann, sondern daß sich dieses von Beijerinck<sup>10)</sup> und besonders von Molisch<sup>11)</sup> empfohlene und ausgearbeitete Reagens auf O auch zum Nachweis des an Oxydasen gebundenen Sauerstoffs verwenden läßt.

Analog wie die Blutpapier-(LBB)-Experimente fielen Versuche mit UV-beschrifteten 2% ClNa-Asparaginsäure-Blutagar-Platten aus, die mit (LBB) überschichtet worden waren. Auch in diesen Fällen erscheint die Schrift dunkel im leuchtenden (SG), während UV-beschriftete mit (LBB) überschichtete blutfreie Kontroll-Agar-Platten gerade die Schrift leuchtend im Dunkeln (SG.) zeigen.

Auf diese Art war es mir möglich, unter Ausschaltung aller denkbaren Einwände für feucht UV-bestrahlt gewesene Blutpapiere und für Blutagarscheiben auf mikrobiologischem Wege den Nachweis zu erbringen, daß durch UV-Strahlen im feuchten Zustande beschriftete Blutpapiere und Blutagarscheiben in den bestrahlten Partien, den (Bu), Reduktions-, in den unbestrahlt gebliebenen (SG.) aber Oxydationserscheinungen zeigen.

Von großem Interesse war es natürlich noch, zu überprüfen, wie sich denn Filtrierpapiere unter der (k.H.S.) verhalten würden, die mit bereits schwarzbeersaftfarbigem Blute getränkt worden waren. Entgegen der Erwartung, daß die (Bu) durch die UV-Bestrahlung noch schwärzer und die (SG.) so schwarzrot bleiben würden, wie die Papiere am Versuchsbeginne waren, erschienen, während die (Bu) bereits nach  $\frac{1}{4}$  Stunde UV-Bestrahlung tief dunkelrot geworden waren, die (SG.) nach Beendigung der UV-Bestrahlung ebenso korallenrot, wie die der mit frischem Schweineblut getränkten Filtrierpapiere. Darnach kommt es also im (SG.) zu einer Reoxydation des Blutes bei Bestrahlung mit der (k.H.S.).

<sup>10)</sup> Beijerinck M. W. Les bactéries lumineuses, dans leurs rapports avec l'oxygène. T. XXIII. S. 416 bis 427 (1889). Zit. nach 11) S. 124, vgl. auch Bot. Zentrbl. Bd. XCVI. 1904, S. 298.

<sup>11)</sup> Molisch H. Leuchtende Pflanzen. Eine physiologische Studie. 2. Aufl., Jena 1912. Verl. v. G. Fischer.

Ob diese Reoxydation infolge der Bildung einer direkt im (SG.) beim Aufenthalt des Blutpapiers unter der (k.H.S.) entstehenden oxydierenden Substanz einsetzt oder ob die zu postulierende oxydierende Substanz, wie in den bestrahlten weißen Karton in den von den UV-Strahlen getroffenen Blutpapierflächen, also den (Bu), während der Bestrahlung entsteht und nach ihrer Bildung vom Entstehungsorte ins (SG.) auswandert, ist ebenso schwer zu sagen wie, was die Substanz eigentlich ist. Nur eines kann heute bereits sicher behauptet werden, daß sie Ozon nicht sein kann. Denn bei der oben (S. 75) geschilderten luftigen Versuchsanordnung könnte das eventuell gebildete Ozon nicht auf das (SG.) beschränkt bleiben und müßte auch in den (Bu) und in ihnen geradezu umso energischer wirken, da es in ihrem Bereiche zu den unter ihnen liegenden Flächen am direktesten Wege und am ungehindertesten zutreten könnte.

Der Nachweis, daß Rinder- und Kalbsblut sich im Wesentlichen genau so verhält wie Schweineblut, war Gegenstand einer anderen Versuchsserie.

Im Hinblick auf die Kompliziertheit der Zusammensetzung des natürlichen Blutes, die die Ergründung des Wesens der Erscheinung ganz besonders erschwerte, wurde zu eingehenden Versuchen mit reinen Blutfarbstoffen übergegangen. Denn die Fragen, die sich bei den Versuchen mit natürlichem Blute aufdrängten, lauten ja doch: „Was reagiert eigentlich derart präzise im Blute? Ist es der Blutfarbstoff? Ist es das Blutserum? Veranlaßt erst dieses die Reduktion am Blutfarbstoff?“

Die zu den Versuchen herangezogenen Blutfarbstoffe waren (1) Haemoglobin in wässriger Lösung und (2) Haematin und (3) kristallisiertes Haemin in alkoholischen Lösungen<sup>12)</sup>.

(1) — Filtrierpapiere sind rot wie Schweine- oder Rinderblut.

(2) — Filtrierpapiere sind kaffeebraun.

(3) — Filtrierpapiere erschienen kaum gefärbt, da von (3) nur verhältnismäßig wenig zur Verfügung stand.

Feuchte (1)-Filtrierpapiere verhielten sich bei der UV-Bestrahlung genau so wie feuchte mit Schweine- oder Rinderblut getränkte Filtrierpapiere. Darnach war also der Farbstoff im Blute die Substanz, der die Beschriftungsreaktion zuzuschreiben war.

Feuchte (2)-Filtrierpapiere wurden in den (Bu) tiefbraun und blieben im (SG.) kaffeebraun.

Von den (3)-Papieren stand zu wenig Material zur Verfügung, um genügend klare Farbdifferenzierungen bei den naß bestrahlten Papieren angeben zu können.

<sup>12)</sup> (1) und (2) waren Merck-Präparate, (3) war in der Lehrkancel für organische Chemie unserer Hochschule (Vorstand Prof. Dr. L. Auschütz) hergestellt worden.

Gerade diese Versuche mit den (2)-Papieren gaben aber wieder der Vermutung Raum, daß die dunklere (Bu)-Färbung nur von einer stärkeren Konzentration des alkohollöslichen Farbstoffes herrühren und durch die raschere Verdampfung des Alkohols in den offenen, direkt bestrahlten und damit auch rascher erwärmten (Bu)-Arealen bedingt sein konnte, da in die Flächen stärkerer Verdampfung kapillar neuer alkoholgelöster Farbstoff aus dem (SG) nachgesogen worden sein mochte.

Durch diese Überlegung war ein neuer Fragenkomplex aufgerollt und heischte Antwort, denn bisher hatte ich durchwegs nur mit nassen Blut- und Blutfarbstoffpapieren gearbeitet.

Ich möchte aber gleich hier bemerken, daß die bisherigen Ergebnisse auch weiterhin jeder kritischen Betrachtung standhalten. Ist es mir ja doch mittels der UV-Strahlen gelungen, bereits in 1 Minute (!) den Bestrahlungseffekt in Form einer zarten Beschriftung nachzuweisen, wo von einem durch Abdampfung ausgelösten Farbstoffzustrom gar keine Rede sein kann.

Doch blieb die Forderung bestehen nach Aufklärung des Verhaltens völlig getrockneter Blut- und Blutfarbstoffpapiere im Strahlenbereiche einer künstlichen Höhensonne.

Nach  $\frac{1}{4}$  Stunde UV-Bestrahlung wurden die (1)-Filtrierpapiere blaugrün, die (2)-Filtrierpapiere chlorophyllgrün, die (3)-Filtrierpapiere spurenhafte chlorophyllgrün, bei längerer Bestrahlungszeit weißlich. UV-bestrahlte Blutpapiere erschienen in den (Bu) graugrün bis grau.

Dazu sei betont, daß natürlich die chlorophyllgrüne Farbe der (Bu) in den (2)- und (3)-Papieren mit dem Chlorophyllfarbstoff nichts gemeinsam hat als die Ähnlichkeit der Grünnuance der Farbe. Der alkoholische Extrakt des Farbstoffs zeigt keine Fluoreszenz und nicht die charakteristische Absorptionslinie zwischen den Fraunhoferschen Linien B u. C im Rot u. s. f. Chlorophyll enthält ja bekanntlich Magnesium, der Blutfarbstoff aber Eisen im Molekül.

Die bisher unbekanntem durch die UV-Strahlen einer (k. H. S.) in 1—15' aus den Blutfarbstoffen erzielbaren Grünfarbstoffe sind nun aber nach weiteren mit Auflage von Deckgläsern (Dgl.) und Objektträgern (Obj.) als UV-Strahlenschirmen durchgeführten Versuchen, wobei wenigstens unter den Dgl. die Farbenveränderungen nach den kurzen Versuchszeiten wenn auch spurenhafte zu sehen waren, und nach einer anderen Versuchsserie auch im durch Glas hindurchgegangenen Sonnen- und Tageslichte erzielbar, nur dauert es selbst bei schönem Mai- oder Juniwetter an einem, an Nachmittagen



sonnenbestrahlten Westfenster bei Horizontallage der Papiere und (Zblsch.)-Belag 2—3 Tage, um den geschilderten Farbenumschlag zu erreichen.

Nun lag nach den Untersuchungen mit den feuchten Blutpapieren der Analogieschluß nahe, daß auch die erzielten Grünfarbstoffe Reduktionsprodukte der Blutfarbstoffe seien und daher wieder oxydierbar sein dürften. Die Überlegung, daß im Organismus Ascorbinsäure oder Vitamin C in direkter oder indirekter Weise in die verschiedenen biologischen Reoxydations-Prozesse einzugreifen scheint<sup>13)</sup>, führte mich nun zu meinem „Entwickler“, der aber auch durch Ferrizyankalium, Mischungen von Ferri- und Ferrozyankalium, Wasserstoffsperoxyd, ja sogar Leitungs- oder dest. Wasser ersetzt werden kann, nur vermag das Vitamin C z. B. das Blaugrün der durch die UV-Bestrahlung im Haemoglobinpapier erzeugten (Bu) bereits in 1, 2, 3, 4 bis 5' in ein prächtiges Gelbbraun zu verwandeln, während z. B. stehendes dest. Wasser für die Erreichung des gleichen Effektes rund 1—2 Stunden benötigte. Bei diesem Farbenwandel kommt wieder die (Obj.)- und (Dgl.)-Abschirmung in einzigartig schöner Weise zur Geltung.

Bei (Dgl.)-Schirmen ist aber auch wieder nach längerer Exposition unter der (k. H. S.) nach der Entwicklung mit Vitamin C eine Fortsetzung der gelbbraun gewordenen (Bu) im vom (Dgl.) bedeckt gewesenen Gebiete feststellbar und zwar wesentlich kontrastreicher, weil ja vom Vitamin C der gesamte von UV-Strahlen nicht getroffen gewesene Farbstoff-Anteil des (SG.) aus diesem herausgelöst wird, so daß das Papier bis auf die braun gewordenen (Bu) reinweiß erscheint. Es muß also auch aus diesen Versuchsserien gefolgert werden, daß wohl auch UV-Strahlen  $> 300 \text{ m } \mu$ , die durch Glas durchgehen, die beschriebenen Vorbedingungen für die Reduktionserscheinungen und die damit verbundenen Farbenumschläge auszulösen vermögen.

Das Chlorophyllgrün der Haematinpapiere (2) bleibt im Vitamin C-Bad unverändert erhalten. Dafür wird das Kaffeebraun des (SG.) durch die Ascorbinsäure-

<sup>13)</sup> Richter — Anschütz. Chemie der Kohlenstoffverbindungen, 2. Bd. 1. Hälfte, S. 558 (12 a, Leipzig 1935) vertreten die Ansicht, daß „die reduzierende Eigenschaft und zahlreiche Gewebeversuche (7. physiol. Ch. 217, I. Naturw. 1933, 236)“ „auch dafür sprechen, daß das Vitamin C in die Oxydo-Reduktionsprozesse des Organismus eingreift“.

Vgl. auch K. Weber: „Fluorescenzlöschung mit Ascorbinsäure“, Radiologica, 2. Bd., 1938, H. 1-2, S. 57, bes. S. 59: Die Ascorbinsäure besitzt „auch die Fähigkeit, bei photochemischen Autoxydationen fluoreszierender Stoffe als Sauerstoffüberträger zu dienen“. (Sperrung von mir).

Einwirkung rosarot. Die Haemin-Papiere (3) enthielten für derartige Versuche zu wenig Farbstoff. Dagegen waren sie ebenso wie die (2)-Papiere zum Nachweis der Demaskierung des organisch gebundenen Eisens durch die UV-Bestrahlung mit Hilfe der Molisch'schen Eisenprobe mit 2% Ferrozyankalium und 4% Salzsäure vorzüglich geeignet. Denn sofort nach dem Zusatz der Salzsäure tritt die Berlinerblauschrift klar hervor, wenn man die UV-beschrifteten Papiere der Reaktion unterzieht. Die Haemoglobin-Papiere (1) geben die Eisenprobe nicht, woraus zu folgern ist, daß im Haemoglobin das Eisen fester gebunden sein muß als im Haematin und Haemin.

Ein besonders instruktiver Versuch mit einem Haemoglobin-Papier war der folgende: Es lag am geschlossenen Westfenster meines Institutes und zwar ohne Glasschirm, da ja die auftretenden Strahlen ohnehin durch die Glasscheiben des Fensters gegangen waren. Die verwendete durchstanzte (Zblsch.) zeigte die (Bu)-Folge „Navicula“<sup>14</sup>).

Auf diesem „Navicula“-Papier sieht man nämlich heute noch die (Bu)-Folge: „vicula“ in blaugrüner Farbe in rotem Grunde. Das Rot ist das seit Mai 1936 noch unverändert erhaltene Haemoglobin des (SG.) des dem Sonnen- und Tageslichte ausgesetzt gewesenen (1)-Papiers (in der Photographie erschien das [SG.] dunkelgrau). Das Blaugrün ist der nach 3-tägiger Tages- und Sonnenlichtbestrahlung in den (Bu)-Gebieten ausgelöste Farbeneffekt (in der Photographie erschien er hellgrau).

Die (Bu): „Na“ hatte ich auf ihrem zugehörigem Filtrierpapier-Abschnitt abgeschnitten und in Vitamin C-Lösung zur „Entwicklung“ gegeben. Diese beiden (Bu) zeigten nach 2' eine goldgelbbraune Farbe, während das rote Haemoglobin des (SG.) von der Ascorbinsäurelösung aus dem Filtrierpapier quantitativ herausgelöst worden war. Auf schneeweißem Grunde standen also nach dem Trocknen die gelbbraunen (Bu): „Na“ auf dem Filtrierpapierstückchen und sind auch heute noch nach fast zwei Jahren so zu sehen (in der Photographie wurden sie tief dunkelbraun auf weißem Grunde).

Bei der Vitamin C-Entwicklung der beschrifteten (1)-Filtrierpapiere zeigten sich bei diesen (Zblsch.)-Bestrahlungs-Versuchen besonders nach UV-Bestrahlung beim Einlegen der Papiere in die Ascorbinsäure oder in dest. Wasser die (Bu)-Folgen weiß wie Schnee infolge

<sup>14</sup>) In den Jahren 1903—9 gelang es mir, absolute Reinkulturen von braunen und farblosen Diatomeen zu gewinnen, deren Physiologie ich daraufhin, darunter auch ihr Verhalten zum Lichte studieren konnte. Aus dieser Zeit stammen diese (Zblsch.) mit den etwas apperten (Bu)-Folgen: „Nitzschia“ und „Navicula“, die mir noch immer gute Dienste leisten. [Vgl. Richter O., Reinkulturen von Diatomeen, Ber. d. deutsch. bot. Ges. Jg. 1903, Bd XXI H. 8 und Zur Physiologie der Diatomeen (I. Mitteilung) Sitz. Ber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien, Math. naturw. Kl. Bd. CXV., Abt. 1, Jänner 1906].

der Ausbildung von Unmassen von Gasblasen, wobei sich die Schrift scharf von dem ebenso plötzlich glasklar infiltrierten (SG.) abhob. Um welches Gas es sich in diesem Falle handelt, konnte bisher mit Sicherheit nicht festgestellt werden. Es wäre am ehesten an Wasserstoffsuperoxyd- oder Sauerstoff- ( $2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ ) Bildung als nach der UV-Bestrahlung ausgelöster Entwicklungseffekt zu denken. Von den (Bu) abgetriebene Gasbläschen verpuffen bei Annäherung eines brennenden Zündhölzchens mit leichtem Knall. Ist das Gas verschwunden, was etwa nach 5' Liegen im Vitamin C-Bad der Fall ist, so erscheinen die (Bu) auch schon gelbbraun gefärbt.

Auch die graue bis graublaugrüne UV-Beschriftung, die wie oben erwähnt, auf in getrocknetem Zustande der UV- oder der Tageslicht- bzw. Sonnen-Bestrahlung ausgesetzten Blutpapieren entsteht, verändert sich im Vitamin C-Bad ganz ähnlich wie die blaugrüne der (1)-Papiere ins Gelbbraune bis Braune oder Sattbraune, wobei die dunkeln Farbtöne besonders dann auftreten, wenn dem Blute vor der Bestrahlung Eisen- oder Kobaltsalze zugesetzt worden waren.

Auch löst die Ascorbinsäure ebenso wie bei den (1)-Papieren das Haemoglobin des (SG.) in diesem Falle das unter der (Zblsch.) unbestrahlt gebliebene Blut quantitativ.

Damit war ich nun in den Stand gesetzt, überzugehen zur Herstellung von

## **Photographien mit Blutfarbstoffen und mit natürlichem Blute.**

Neben Haemoglobin bevorzugte ich zunächst für die Herstellung der Positive unter den natürlichen Blutsorten das Schweineblut, weil es sich unter den von mir bisher geprüften Blutarten als das leichtest flüssige und für die Aufsaugung in Filtrierpapiere am besten geeignete Blut erwiesen hatte. Auch läßt es sich sehr gut mit dest. Wasser, Eisen- und Kobaltsalzen mischen und ergibt dabei wieder leicht aufsaugbare lackfarbene Flüssigkeiten. Vom Haemoglobin hat man sich eine relativ konz. wässrige Lösung (1, 2 bis 3%) in dest. Wasser herzustellen. Nun taucht man das Filtrierpapier oder, wie neuere Versuche gezeigt haben, ein Stück Leinen in diese Lösung oder das vorbereitete Schweineblut bzw. in die Schweineblutmischung mit Wasser oder Salzlösungen, nachdem man die betreffenden Flüssigkeiten in Kristallisierschalen oder Glaswannen von geeignetem Ausmaße ausgeschüttet hat, so daß die Filtrierpapiere oder Leinenstücke in den Glasgefäßen bequem Platz haben und der ganzen Fläche nach untergetaucht werden können, läßt Papier oder Leinen sich völlig ansaugen, streift am Glasschalende den Überschuß der Farbstofflösung ab und hängt die korallrot erscheinenden Papiere und Leinenstücke am besten, nachdem man ihren oberen Rand mit Messing- oder Eisenklammern gefaßt hat, auf Drahtseilen zum Trocknen auf. Färben und Trocknen von Papier und Leinen soll in der Dunkelkammer erfolgen, da das Trocknen im lichten Raum die Farbstoffe bereits derart verändern kann, daß kontrastreiche Photographien damit nicht mehr zu erzielen sind. Am Tage nach dem Aufhängen der rot gefärbten Papiere bzw. Leinenstücke sind sie rauschtrocken und zur Verwendung als „Kopierpapier“ geeignet. Auch jetzt ist ihre Farbe noch korallrot, wenn auch etwas weniger leuchtend als beim Eintauchen in die Farbstofflösung am Vortage. Mit diesen Papieren und Stoffen verfährt man nun so wie mit Zelloidinkopierpapieren

Man legt auf sie recht kontrastreiche photographische Negative und setzt sie nach Auflage von Gewichten auf deren Ecken oder nach deren Befestigung auf ein mit schwarzem Papier bedecktes Brett mit Reißnägeln oder nach Einspannen der Negative samt den Blutfarbstoffpapieren bzw. Stoffen in photographische Kopierrahmen am sonnigen Westfenster des Institutes dem Tages- bzw. Sonnenlichte aus. Nach 2—3 sonnigen Tagen im Mai, Juni, Juli oder August kann man die Exposition als beendet ansehen.

Nach der Entfernung der Negative sieht man bei mit Haemoglobin gefärbten Papieren oder Stoffen ein Blaugrün-Rot-, bei Verwendung von Blut als Imprägnierungsflüssigkeit ein Graugrün-Rot-Positiv, in denen alle unter den lichten Stellen des Negativs gelegen gewesenen Flächen des (1)-Papiers oder Stoffs blaugrün, bei den Blutwaren graugrün bis blaugraugrün geworden waren, alle unter den dichten Stellen des Negativs gelegen gewesenen Flächen aller präparierter Waren aber rot geblieben sind.

Nach Eintauchen dieser Farbstoff-Positive in Vitamin C-Lösung in dest. Wasser — man sprüht eine Spur von Kriställchen der Ascorbinsäure in rund 200 cm<sup>3</sup> Wasser — erfolgt in 1—5' bei (1)-Papieren und Stoffen, in 5—10' bei Blutpräparaten die Entwicklung der endgültigen hell- bis dunkelbraunen Photographien, die bei Blut-Eisensalz-Waren ganz besonders sattbraun ausfallen (vgl. die Abb. 1—3). Dabei zeigen kurz nach dem Eintauchen in den Entwickler die stark belichtet gewesenen Stellen des Positivs zunächst Gasentwicklung, ehe sie braun werden.

Ein Vergleich der Haemoglobin- und der Schweineblut-Positive auf Filtrierpapieren ergab, daß die Schweineblut- viel feiner nuanciert sind als die Haemoglobin-Positive, so daß diesbezüglich in der Tat die Vermutung naheliegt, daß im natürlichen Blute, vielleicht im Serum, Substanzen vorhanden sind, die einen differenzierteren Angriff der Lichtenergie der Sonne ermöglichen. Ist ja doch von M. Spiegel-Adolf und Z. Oshima<sup>15)</sup> gezeigt worden, daß durch Zusatz von Alkalien eine wesentliche Sensibilisierung der Blutfarbstoffe für UV-Strahlen auch für solche, die durch Glas durchgehen, stattfindet.

Nun bewirken aber UV-Strahlen, besonders diejenigen, die  $< 300 \text{ m } \mu$  sind, wie ich<sup>16)</sup> seinerzeit bei meinen Versuchen der Blumenbeschriftung durch UV-Strahlen zeigen konnte, Alkalibildung, so daß ohne Weiteres auch an eine Sensibilisierung des natür-

<sup>15)</sup> M. Spiegel-Adolf und Z. Oshima: Physikalisch-chemische Untersuchungen an bestrahlten Proteinen VI. Biochem. Zeitschr. 208. Bd., 1—3. H., 1929, S. 32—44 bes. 43.

<sup>16)</sup> Vgl. Richter O.: „Licht-Schrift in Blumen“, „Eine Verwendungsmöglichkeit der künstlichen Höhen Sonne im Gärtnereibetriebe“ Die Gartenwissenschaft 7. Bd., 5. H. 1933, S. 528—532.

lichen Blutes durch bei der Bestrahlung einsetzende Alkalibildung gedacht werden kann.

Von besonderem Interesse sind endlich noch jene Versuche, die mit 1 Monat im August 1936 gestandenem, stinkend gewordenem Schweineblute ausgeführt wurden, denn auch Filtrierpapiere, die mit solchem Blute getränkt waren, erwiesen sich zur Herstellung von bei der Entwicklung in Ascorbinsäure eine sepiabraune Farbe annehmenden Positiven geeignet, deren Farbe der alter Gemälde ähnelt.

Bei diesen Versuchen der Herstellung von Photographien stellten sich auch einige Überraschungen ein, die des Interesses wegen hier auch kurz vermerkt seien und von denen einige durch die Zunahme der Lichtintensität im Laufe des Jahres erklärt erscheinen, andere aber noch einer völlig befriedigenden Erklärung harren. Es ist dies

1. das Bläßgelbwerden der Haemoglobinpapiere vor der Exposition, wenn sie, wie das zunächst geschah, im lichten Vorbereitungsraume zum Trocknen aufgehängt worden waren. Hier setzte die Lichtwirkung eben schon beim Trocknen ein und die nachherige Exposition unter dem photographischen Negativ gab flauere Positive wie ein vorbelichtetes Zelloidinpapier. Die Abhilfe gegen die Entstehung solcher flauer Positive war die Verlegung der Prozeduren des Eintauchens und des Trocknens der Farbstoffpapiere in die Dunkelkammer. Mit dieser Maßnahme war auch überwunden.
2. Die anfangs beobachtete Verminderung der Güte der Positive mit zunehmender Lichtintensität im Verlauf des Jahres. Ich hatte eben anfangs mit der Sorglosigkeit des mit den dem Erfolge drohenden Gefahren noch nicht vertrauten Experimentators gearbeitet.

#### U n a u f g e k l ä r t b l i e b e n :

3. Das mitunter beobachtbare Entstehen von Negativen auf der dem photographischen Negativ zugekehrten Seite des Filtrierpapiers, während das Positiv in dem Ascorbinsäurebad durch den Glasschalenboden hindurch auf der vom Negativ abgewendeten Seite des Filtrierpapiers zu sehen war.
4. Die Gewinnung von Diapositiven im Filtrierpapier, die mit konz. wäßriger  $MgCl_2$ -Lösung und Glycerin haltbar zu machen waren, so daß ich noch heute, also nach  $1\frac{3}{4}$  Jahren, diese Filtrierpapiere als Diapositive verwenden kann.

Haematin-Papiere geben Chlorophyllgrün-Braun-Positive, die im Vitaminbad zu Chlorophyllgrün-Rosa-Positiven umgewandelt werden, richtige Positive für Farbenblinde.

Was nun noch die biologische Seite der Resultate anlangt, so hält Primararzt Dr. Hans Havlicek aus Schatzlar diese meine Ergebnisse für Modellversuche der Melanogenbildung beim Abbrennen. Ich versuche sie als Modellversuche für eine im Sonnen- und Tageslichte periphär stattfindende Reoxydation des Blutes zu deuten, die dann beim gesunden

im Sonnenbade liegenden, auf dem Felde und in der Sonne arbeitenden Menschen als Zutat zur Reoxydation des normalen Blutkreislaufes das bekannte Wohlbehagen und Erfrischungs-Gefühl bedingen mag.

Weiter wurde auch mit einem in neuerer Zeit von K. Gleu und K. Pfannstiel<sup>17)</sup> sowie W. Specht<sup>18)</sup> angegebenen Reagens auf Haemin der Versuch gewagt, einen etwas genaueren Einblick in den Vorgang der photochemischen Reaktionen des Blutes und der Blutfarbstoffe zu gewinnen.

Die zu untersuchende Blutphotographie — ich hatte hiezu ein mit 1 Monat lang stehen gelassenem und stinkend gewordenem Blute hergestelltes Blutfiltrierpapier verwendet, das als mit Vitamin C entwickelte Photographie von August 1936 bis März 1937 in meiner Schublade aufbewahrt worden war — wurde also mit dem aus  $\frac{1}{10}$  g Leuchsubstanz, 5 g Soda calc. und  $15 \text{ cm}^3$  3% Wasserstoffsuroxyd auf  $100 \text{ cm}^3$  dest. Wasser bestehenden Reagens in der Dunkelkammer beim Licht einer schwachen elektrischen Lampe übergossen und darauf sofort die elektrische Lampe abgedreht. Was sich nun dem erstaunten Auge bot, muß man gesehen haben. Förmlich plastisch trat aus dem Filtrierpapier dem Beobachter in bläulichgrünem bis bläulichweißem Lichte das Gesicht der photographierten Persönlichkeit entgegen und schien sich gewissermaßen aus der schwarzen Umgebung herauszuheben. — Nach Auswässern der Photographie vom Luminol-Gemisch ist sie noch immer, wenn auch schwächer braun zu sehen.

Sehr schön wirken auch UV-bestrahlte Haemoglobin- bzw. Blutpapiere nach Aufgießen des Gleu-Pfannstiel-Specht'schen Reagens. In diesen Fällen leuchtet zunächst das Subschablonengebiet und die Buchstabenfolge bleibt dunkel. Nach  $\frac{1}{4}$  —  $\frac{1}{2}$  Stunde verblaßt dieses Leuchten und die (Bu) beginnen mit der Lichtaussendung, so daß eine Zeitlang das ganze Filtrierpapier silbern glänzt. Nach einer weiteren  $\frac{1}{4}$  Stunde verblaßt das (S G.) und die (Bu) leuchten allein, freilich wesentlich schwächer als das (S G.) am Versuchsbeginne geleuchtet hatte. So bleibt die Leuchtschrift bis volle 2 Stunden nach Versuchsbeginn erhalten. Dann kann der Versuch als beendet angesehen werden. Auch bei UV-bestrahltem Haematinpapier leuchtet nach Aufgießen der Luminol-Mischung das (S G.), während die (Bu)-Folgen dunkel bleiben.

<sup>17)</sup> K. Gleu und K. Pfannstiel: „Benzisooxazolone — 4 — carbonsäure und Indazolone — 4 — carbonsäure“ und „Über 3 — Amino-phthalsäure-hydrazid“ im *J. prakt. Chem. N. F.* Band 146, 129, 137 (1936). „Diese Arbeiten geben Aufschluß über die Reindarstellung des 3 — Amino-phthalsäure-hydrazidchlorhydrats, des sog. Weißhydrazids als Leuchsubstanz, die Isomerieverhältnisse des Hydrazids und den Vorgang der Leuchtreaktion“. Vgl. 18.

<sup>18)</sup> Dr. habil. W. Specht: „Die Chemilumineszenz des Hämins, ein Hilfsmittel zur Auffindung und Erkennung forensisch wichtiger Blutspuren“. *Angewandte Chemie*, 50. Jahrg. Nr. 8, S. 155/156. Berlin, 20. Februar 1937.

Betrachtet man nun die (Bu) des Haemoglobin-Papiers bei elektrischem oder Tageslichte, so sind sie wie durch die Vitamin C - Behandlung durch das Luminol-Reagens bis sattbraun geworden, nachdem sie doch blaugrün gewesen waren, ehe das Luminol aufgegossen worden war. Versucht man die einzelnen Komponenten des Reagens, so rufen sowohl die Soda wie das  $H_2 O_2$ , nicht aber die Leuchtsubstanz die (Bu)-Braunfärbung hervor. Doch vermag keine Komponente des Reagens allein den Leuchteffekt hervorzurufen, ebensowenig wie das Leuchten von nur 2 Komponenten des Reagens ausgelöst werden kann.

Wird die Luminol-Mischung auf UV-bestrahltes Blut-Agar gegossen, so sieht man in der Dunkelkammer gerade die (Bu)-Folge nach dem Abdrehen des elektrischen Lichtes in blauweißgrünem Glanze auf dunklem (SG.) leuchten, wodurch wieder gezeigt wird, daß zwischen im feuchten Zustande UV-bestrahltem Blute und solchem, das in trockenem Zustande UV-bestrahlt wurde, ein ganz grundlegender Unterschied besteht.

Nehmen wir nun für die Deutung unserer Versuche mit Luminol die Gleu-Pfannstiel-Specht'sche Ansicht, Luminol sei Reagens auf Haemin als Grundlage, so muß aus den Haemoglobin- u. Blutpapier-Experimenten geschlossen werden,

1. daß, da die blaugrünen (Bu) mit Luminol nicht zu leuchten vermögen, die Haeminkomponente des Haemoglobins durch die UV-Strahlen zerstört worden sein muß;
2. daß, da die (Bu) in diesen Papieren während des Braunwerdens zu leuchten anfangen, und nach erfolgter starker Braunfärbung lange (2 St.) leuchten, Haemin im Luminol-Reagens rückgebildet worden sein muß;
3. daß, da sich trocken UV-bestrahlt gewesene Blutpapiere gegen Luminol ganz analog verhalten wie die Haemoglobinpapiere, auch bei ihnen eine Zerstörung des Haeminanteils des Blutes durch die UV-Strahlen stattfindet, der vermutlich durch Reoxydation die analoge Regeneration erfährt;
4. daß, da auch mit Vitamin C entwickelte Photographien in mit Blut, ja sogar mit stinkendem Blute getränkt gewesenen Filtropapieren durch das Luminol-Reagens im Dunkeln zu strahlendem Leuchten zu bringen sind und die hellst leuchtenden sepiabraunen Partien des Positivs den durch das Tages- und Sonnenlicht zunächst ins Blaugraugrüne veränderten, also zerstörten, unter den lichten Stellen des Negativs gelegen gewesenen Flächen entsprechen, in diesen Fällen der Haeminanteil

des Blutes auch durch das Tages- und Sonnenlicht zunächst zerstört und dann durch das Vitaminbad wieder regeneriert worden sein dürfte.

Damit ist durch die Chemolumineszenzerscheinungen, die das Luminol auslöst, der erste Einblick in die chemischen Umsetzungen, die durch das Licht, vor allem durch dessen UV-Strahlen, im Blute ausgelöst werden, ermöglicht worden.

Die braunen (Bu)-Folgen stellen sonach Haemin-Schriften und die braunen Photographien Haemin-Positive dar.

Das Licht zerstört also in im trockenen Zustande den UV-Strahlen exponierten Blutpapieren den Haeminanteil des Blutes und der Blutfarbstoffe. Ganz anders verhält sich das im feuchten Zustande bestrahlte Blut, wie insbesondere die Blutagar-Versuche bewiesen. Das Luminol-Gemisch läßt, auf die UV-bestrahlte Agar-Scheibe aufgeschüttet, gerade die schwarzroten (Bu)-Folgen hellst aufleuchten als Beweis dafür, daß in diesen Fällen gerade im (Bu)-Areal der Haemin-Anteil sitzt und hier wenigstens nach dem Glanz der Luminiszenzerscheinungen zu schließen, vielleicht zu stärkster Anreicherung gekommen ist.

---

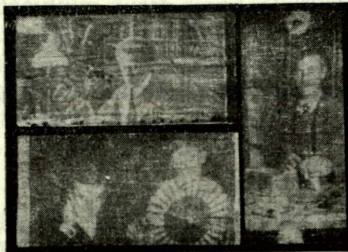
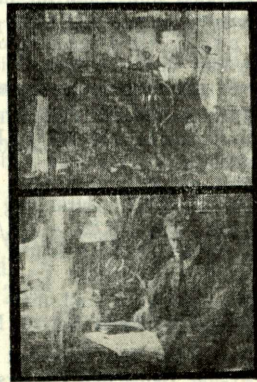
Den Abschluß meines Berichtes über meine Untersuchungen über Blutpapier- und Blutfarbstoffpapier-Photographien sollen endlich erst am 24./4. — 29./4. 1937 gemachte Beobachtungen an den eingangs erwähnten Blutpapieren bilden, die, wie dort erwähnt, derart hergestellt worden waren, daß 0.1% Lösungen von Eisenchlorid, Eisensulfat, Vitamin C, Kobaltchlorür, Kobaltnitrat und einfaches dest. Wasser, Leitungswasser, bezw. 0.1% Natronlauge mit frischem Schweineblut im Verhältnis 1:1 zusammengewaschen, gemischt und dann in die Filtrierpapiere bezw. Leinen-Stoffe aufgesaugt und nach dem Trocknen unter photographischen Negativen dem Tages- und spärlichen Sonnenlichte des vorjährigen regnerischen April durch 14 bezw. 5 Tage ausgesetzt worden waren.

Zur Entwicklung der auf ihnen durch das Licht hervorgerufenen Positive konnte auf Vitamin C-Zusatz zum Wasser verzichtet werden.

Destilliertes ebenso wie Wasserleitungs-Wasser ohne jeden weiteren Zusatz besorgten die Entwicklung, der besonders bei vorgängigem Eisenchlorid- und Kobaltchlorür- bzw. Kobaltnitrat-Zusatz zum Blute tief braunwerdenden Positive (vgl. Abb. 1—3).



Die Entscheidung, ob Sonnen- und Tageslicht aus dem Blute unter den lichten Stellen des Negativs eine unlösliche Komponente ausfällt und auf die Papier- bzw. Stoff-Faser auflastet und dem Wasser nur die Aufgabe zufällt, den löslichen Blutanteil aus den unter den dichten Stellen des Negativs gelegen gewesenen Papier- bzw. Stoff-Flächen herauszulösen, oder ob das Wasser überdies ähnlich, wie ich dies 1937 für im trockenen Zustande UV-beschriftete Haemoglobin-Papiere nachgewiesen habe, imstande ist, auch bei bloß vom Tages- und Sonnenlichte getroffenen Blut-Papieren Reoxydationserscheinungen auszulösen, muß künftigen Untersuchungen vorbehalten bleiben. Ich hielt mich nur für verpflichtet, von dieser Beobachtung Mitteilung zu machen, da sie es vielleicht ermöglichen wird, vom Vitamin C als Entwicklungsflüssigkeit ganz absehen zu können, was für einen eventuellen technischen Ausbau dieser Beobachtungsreihe von entsprechender Bedeutung werden könnte. Alle meine seither - bis April 1938 - durchgeführten Versuche haben gezeigt, daß man tatsächlich auf die Verwendung von Ascorbinsäure-Bädern zur Entwicklung von Blutpositiven ganz verzichten kann und daß Leitungswasser als Entwicklungsflüssigkeit ausreicht.



## Abbildungserklärung.

**Abb. 1.** Photographie auf unausgekochtem Leinenstoffe. Der frisch gekaufte mit Stärke reichlich belastete Leinenstoff war mit einer Mischung von 0·1%  $\text{FeSO}_4$  und frischem Schweineblute im Verhältnis 1:1 getränkt worden. Die Trocknung fand in der Dunkelkammer statt. Die Entwicklung erfolgte im Leitungswasser. Das Bild stellt den Verfasser als Rector magnificus der Deutschen technischen Hochschule in Brünn im Jahre 1927/28 dar.

**Abb. 2.** Photographien auf mit einer Mischung von 0·1% Kobaltchlorür und dest. Wasser und frischem Blute 1:1 getränktem, unausgekochtem Leinenstoffe nach Entwicklung mit Vitamin C (Expositionszeit vom 8./4. — 22./4. 1937).

**Oben:** Der jetzige Professor für Naturgeschichte am deutschen Gymnasium in Leitmeritz in Böhmen Phil. Dr. Rudolf Hieckel als Demonstrator am pflanzenphysiologischen Institute der Deutschen Universität in Prag unter H. Molisch.

**Darunter:** Der jetzige o. ö. Professor Dr. Karl Boresch der landwirtsch. Abteilung der deutschen technischen Hochschule in Prag und Tetschen-Liebwerd als Demonstrator Professor's Dr. H. Molisch.

**Abb. 3.** Photopgraphien auf ausgekochten Leinenstoffen. Links oben: Der gewaschene ausgekochte Leinenstoff war mit einer Mischung von 0·1%  $\text{CoCl}_2$  und frischem Schweineblut 1:1 getränkt und dann in der Dunkelkammer getrocknet worden. Das entstandene Positiv stellt wieder Professor Dr. Karl Boresch als Demonstrator von H. Molisch in Prag dar bei seiner Arbeit über die Gummibildung bei Bromeliaceen. Die Entwicklung erfolgte im Leitungswasser.

Für die übrigen Bildchen war der gewaschene ausgekochte Leinenstoff zuerst mit 0·1% Eisenchlorid ( $\text{FeCl}_3$ ) in dest. Wasser und nach dem Trocknen in der Dunkelkammer mit frischem Schweineblut getränkt und nach der 2. Trocknung in der Dunkelkammer der Tageslichtbestrahlung des verregneten Vor-Frühjahrs und Frühjahrs vom 10./2. — 7./4. 1937 am Institutswestfenster ausgesetzt worden. Die Entwicklung erfolgte im Leitungswasser.

**Links unten:** Die Söhne Hofrats Prof. Dr. Hans Molisch, Paul und Fritz bei der Elektrisiermaschine in der Prager Zeit von Hofrats Molisch Entwicklung.

**Rechts:** Der Laborant des pflanzenphysiologischen Institutes der Prager Deutschen Universität zur Zeit der Direktion Herrn Hofrates Dr. H. Molisch.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1937

Band/Volume: [69](#)

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

Artikel/Article: [Wasser als Entwickler von Blutphotographien Photographien in mit natürlichem oder in mit dest. Wasser und Salzlösungen verdünntem Schweineblut oder in mit reinen Blutfarbstoffen getränkten Filtrierpapieren u. Leinenwaren und](#)

Vitamin C oder Wasser als deren Entwickler. 73-90