

phoreseversuche konnte dies bei verschiedenen Weinen bestätigt werden. In der Zone der Unterschönung wanderte die Trübung im Stromfeld stets zur Anode, in der Zone der Überschönung zur Kathode. Eine weitere Bestätigung der obigen Auffassung des Schönungsvorganges ließ sich auf folgendem Wege erbringen: Nach Endosmoseversuchen verschiedener Autoren<sup>7)</sup> sind die kolloiden Teilchen einer Agarlösung stets, auch im sauersten Medium, negativ geladen. Wenn die durch zu hohen Gelatinezusatz verursachte Trübung eines Weines in der Überschönungszone positive Ladung trägt, muß sie durch Agarlösung rückschönbar sein. Tatsächlich ist dies auch der Fall, und es tritt bei steigenden Zusätzen von Agarlösungen zu überschöntem Wein wieder wie bei der Schönung Klärung innerhalb eines durch Trübungszonen begrenzten Bereiches auf.

Es konnte also durch die vorstehend kurz geschilderten Untersuchungen neben einer Reihe praktisch wertvoller Ergebnisse ein klares Bild über den Verlauf des Schönungsvorganges selbst gewonnen werden. Das Schwergewicht liegt bei ihm nicht auf der Bildung einer ausfallenden Gelatine-Gerbstoffverbindung, die vielmehr eine sekundäre Erscheinung von untergeordneter Bedeutung und nur mechanischer Mitwirkung bei der Klärung sein dürfte. Maßgebend für den Schönungs-

verlauf ist zunächst Ladungssinn und Ladungsgröße der beiden Komponenten, ferner der Einfluß der Elektrolytionen der Lösung auf die in den Grenzflächen der Teilchen wirksamen Ladungen. Da dieser Einfluß von der Oberflächenentwicklung der Teilchen abhängig ist, sind ausschlaggebende Faktoren für die Klärung jedenfalls die Dispersitätsverhältnisse der Trübung und der Gelatineteilchen. Das verschiedene Verhalten einzelner Gelatinen und verschiedener Weine, die eigentümlichen Erscheinungen des Zeiteinflusses auf neutrale und saure Gelatinelösungen, die wechselnde Zusammensetzung des Schönungstrubs usw. werden durch diese Auffassung des Schönungsvorganges leichter verständlich. Vorherrschend sind bei der Schönung jedenfalls elektrisch bedingte Adsorptionsercheinungen.

[A. 134.]

#### Literatur:

- <sup>1)</sup> H. Trunkel, Biochem. Ztschr. 26, 458, 493 [1910].
- <sup>2)</sup> W. Menz, Ztschr. physikal. Chem. 66, 129 [1909].
- <sup>3)</sup> R. E. Liesegang, Kolloidchemie, S. 72 [1926].
- <sup>4)</sup> R. Ellis, Ztschr. physikal. Chem. 89, 145 [1914].
- <sup>5)</sup> F. Powis, ebenda 89, 91, 186 [1914].
- <sup>6)</sup> R. Zsigmondy, Kolloidchemie, S. 163, [1925].
- <sup>7)</sup> L. Michaelis, Die Wasserstoffionenkonzentration, S. 233 [1927].

## Zur Geochemie des Lebens.

Von Dr. E. HERLINGER, Berlin-Dahlem.

(Eingeg. 4. Juni 1928.)

Energieträger des Lebensprozesses. — Der Bau einfacher Regulatoren. — Die geochemischen Voraussetzungen für regulative Funktionen. — Differenzierung unter den Regulatoren. — Lagerstättenbildung bei seltenen Regulatoren durch organogene Anhäufung.

Geochemische Überlegungen führen zu einigen neuen, interessanten Gesichtspunkten über die Gestaltung des Lebens auf der Erde.

Es besteht offenbar ein enger *Zusammenhang zwischen der Existenzmöglichkeit und der Ausbreitung der Lebensvorgänge mit der Verteilung und Wanderung der Elemente auf der Erdkruste*. Diese Beziehungen sind wechselseitig. Die Elementverteilung beeinflusst die Lebensprozesse, und diese wirken mit bei der Ansammlung und Zerstreuung der Elemente über die Erdoberfläche.

Im nachstehenden sollen einige qualitative Betrachtungen über diese Zusammenhänge mitgeteilt werden, soweit diese sich auf die Grundfragen zurückführen lassen:

Hat die Verteilung der Elemente und ihr elementarer Bau einen Einfluß auf die Häufigkeit und Möglichkeit von Lebensprozessen?

Bei diesen Überlegungen kann man sich auf verschiedene Erfahrungen stützen. Über die Verteilung und absolute wie relative Häufigkeit der Elemente auf der Erdkruste sind die wichtigsten Daten mit hinlänglicher Genauigkeit bekannt, und ebenso weiß man Bescheid über die wesentlichsten Beziehungen zwischen den einzelnen Elementen und dem Lebensprozeß. Von vornherein ist klar, daß die Lebensprozesse eng verknüpft sind mit einem hinreichenden Vorrat an den „lebenswichtigen“ Elementen, daß z. B. für viele Lebewesen ein Sauerstoffminimum vorgeschrieben ist. Die mit solchen Fragen zusammenhängenden Komplexe, wie überhaupt die morphologisch-physiologische Seite der Fragestellung sollen hier keine Behandlung finden, da von W. Ver-

nadsky und seinen Mitarbeitern hierüber interessante Arbeiten vorliegen<sup>1)</sup>.

Als Ausgangspunkt für die hier zu behandelnden Fragen möge die Erfahrung dienen, daß im lebenden Körper die verschiedenen isolierbaren Substanzen eingeteilt werden können nach ihren wesentlichsten Funktionen als Heiz- oder als Vorratsstoffe, als Regulatoren des allgemeinen Lebensprozesses und schließlich als Regulatoren und Träger bestimmter Lebensfunktionen. Für unsere geochemischen Betrachtungen wollen wir dabei als für den Lebensprozeß charakteristisch ansehen, daß bei ihm ein *maximaler Stoffumsatz* innerhalb eines abgeschlossenen Systems (dem Körper des einzelnen lebenden Individuums) bei einer *minimalen Schwankung bzw. Veränderung der Energieabgabe* an die Außenwelt stattfindet.

Reaktionskinetisch betrachtet, müssen die zahlenmäßig und in energetischer Hinsicht überwiegenden Reaktionen im lebenden Körper mit großer Wahrscheinlichkeit zu solchen Stoffen führen, die sowohl leicht auf als auch leicht abgebaut werden können, damit der Bedingung einer minimalen Schwankung der Energieabgabe Genüge geleistet werden kann. Damit ist aber von vornherein festgelegt, daß als Träger der Lebensprozesse in energetischer Hinsicht nur einige, wenige Elemente überhaupt in Frage kommen können.

Diese Elemente müssen auf der Erdkruste verhältnismäßig häufig und gleichzeitig gut zugänglich sein (geochemische Voraussetzungen), sie müssen sich leicht

<sup>1)</sup> Zum Beispiel V. Vernadskij, Études Biogéochimiques. I. Sur la Vitesse de la Transmission de la Vie dans la Biosphère; II. La Vitesse Maximum de la Transmission de la Vie dans la Biosphère. Bull. Acad. Sciences Leningrad [russ.] 1926, 727 bis 744; 1927, 241—254.

und mit möglichst vielen anderen Elementen verbinden und durch geeignete Reaktionsführung von ihnen ebenso leicht abtrennbar sein (biochemische Voraussetzungen). In Übereinstimmung mit diesen Vorbedingungen ist in der Tat festzustellen, daß die danach in der Hauptsache in Frage kommenden Grundstoffe *Sauerstoff, Schwefel und Wasserstoff als Träger der Lebensprozesse* vorhanden sind. Diese drei Elemente erfüllen nicht in demselben Umfang die gestellten Anforderungen. Würden diese Grundstoffe in elementarer Form vorliegen, so würden die Reaktionsverhältnisse am günstigsten beim Sauerstoff, am ungünstigsten beim Schwefel liegen. (Hieraus kann mit gewissen Einschränkungen ein Schluß auf die realen Verhältnisse gezogen werden.) Die Reaktionen mit letzterem Grundstoff verlaufen im Verhältnis zu den Umsetzungen mit elementarem Sauerstoff und elementarem Wasserstoff bedeutend leichter in einer der beiden Richtungen als in der anderen. Infolgedessen laufen sich die Reaktionen leichter tot. Außerdem liegt bei den Elementen Sauerstoff und Wasserstoff noch ein gewisser Vorteil in ihrem normalerweise gasförmigen Aggregatzustand. Gase sind wesentlich leichter aufzunehmen. Kurzum, allein diese, recht summarischen, Überlegungen machen es vom Wahrscheinlichkeitsstandpunkt aus verständlich, wenn der weitaus größere Teil der Lebensprozesse begründet ist auf Umsetzungen mit dem Element Sauerstoff, ein geringerer Teil auf Reaktionen mit dem Grundstoff Wasserstoff und schließlich ein noch beträchtlich geringerer Anteil auf Bildung und Zerfall von Schwefelverbindungen.

Im wesentlichen kommt es somit bei unseren Überlegungen darauf an, einen Zusammenhang zu finden zwischen den Verbindungen der einzelnen, vorhin aufgezählten Stoffgruppen im Körper, wie Regulatorsubstanzen, Vorratsstoffen usw., und den verschiedenen Elementgruppen, wobei wir in den Vordergrund stellen können die Frage nach ihrer Verbindungsfähigkeit mit dem Element Sauerstoff.

Vom chemischen Standpunkt aus kann man sich hier nur die Frage vorlegen, ob man es in der Hauptsache mit atomspezifischen Eigenschaften zu tun haben wird, oder ob im wesentlichen mit Funktionen des Ionenbaues zu rechnen ist. Im ersteren Falle würde folgen, daß jedes Element prinzipiell eine andere Bedeutung im Stoffwechsel der lebenden Substanz besitzt, während beim Zutreffen der zweiten Möglichkeit mit analogen Funktionen der gleichartig gebauten Ionen zu rechnen ist.

Von vornherein läßt sich hierüber am ehesten eine Auskunft gewinnen beim Studium derjenigen Stoffe, die wir als Regulatoren der Lebensprozesse ansehen müssen. Von diesen hängt aber auch weiterhin die Existenzmöglichkeit und Verbreitung lebendiger Substanz ab, so daß es wohl ohne weiteres zu verstehen ist, wenn in der vorliegenden Betrachtung diesen Körpern das Hauptaugenmerk geschenkt wird.

Sehen wir davon ab, daß bei den meisten Lebewesen ein Regulationsmechanismus an sich schon dadurch besteht, daß ihre Lebensprozesse gleichzeitig auf zwei verschiedenen Lebensprinzipien beruhen, die in einem gewissen Antagonismus zueinander stehen, wie Sauerstoff- und Wasserstoffstoffwechsel oder Schwefel- und Reduktionsprozesse (alle Variationsmöglichkeiten sind in der Natur realisiert!), so finden wir z. B. bei den höher organisierten tierischen Lebewesen als wesentlichsten Regulator Blutflüssigkeiten. Man macht nun bei diesen die etwas überraschende Beobachtung, daß als wirksames Prinzip in der Hauptsache gleichartig

gebaute hochkomplexe Wernersche Koordinationsverbindungen vorhanden sind, die sich meistens nur dadurch unterscheiden, daß sie verschiedene Schwermetallionen locker, aber zentral gebunden enthalten. So spielt im Hämoglobin das oxydierbare und reduzierbare Eisenion die gleiche Rolle wie im Häemocyanin das Cu-Ion. Beide Ionen regulieren die Stoffwechselprozesse in der gleichen Weise, indem sie entsprechend ihrer Konzentration zunächst oxydiert und dann bei Sauerstoffbedarf im Organismus reduziert werden. Wir können also die vorhin aufgeworfene Frage dahin beantworten, daß offenbar, wenigstens bei den einfachen regulativen Substanzen, bestimmte Ionen Gruppen an bestimmte Stoffgruppen (in physiologischer Hinsicht) gebunden sind.

Dies ist bereits vor mehreren Jahren von H. G. Grimm vermutet worden<sup>2)</sup>. Es ist vom chemischen Standpunkt durchaus naheliegend und in der Tat auch gefunden worden, daß die Schwermetallionen des Fe, Cu, Mn und Vd in Blutflüssigkeiten bzw. analogen Medien die Rolle der Regulatoren des Sauerstoffverbrauches ausüben. Es sind dies alles Ionen gleichen Baues mit sehr starken positiven und koordinativ stark wirkenden Valenzen.

In der Kristallochemie hat sich bei der röntgenographischen Untersuchung von Koordinationsverbindungen gezeigt, daß die in der ersten und zweiten Koordinationsphäre gebundenen Komponenten vom Zentralion in nahezu gleicher Entfernung abstehen. Infolgedessen liegt die Bedeutung der koordinativen Bindung des Sauerstoffs an das Eisen im Hämoglobin oder an das Kupfer im Häemocyanin darin, daß die mit dem einzelnen Sauerstoffatom an das gleiche Zentralatom gebundenen organischen Radikale selbst auch auf dieses abstoßende oder anziehende Kräfte ausüben. Sie stufen gewissermaßen die Eisen- oder Kupfervalenz zum Sauerstoff feiner ab. Da nun diese hochkomplizierten Gebilde durch das Feld der Umgebung, also auch durch die herrschenden Wasserstoffionen und überhaupt durch die Lösungsgenossenkonzentration in ihrem Feinbau abgeändert werden können, muß man erwarten, daß die Sauerstoffaufnahme-fähigkeit des Hämoglobins usw. vom Medium mitreguliert wird, so daß die primitive valenzchemische Reaktion des Additions-Wiederabgabeprozesses beim Sauerstofftransport sehr fein regulierbar wird. Mit anderen Worten kann man das Bisherige etwa so ausdrücken, daß die einfachen Regulationsmechanismen, wie sie im Hämoglobin und seinen Analoga vorliegen, Moleküle voraussetzen, die sowohl gut addieren wie auch das Addierte wieder leicht abgeben. Diese Ionen müssen auch nach stattgefundener Reaktion den Sauerstoff in relativ stabiler Bindung festhalten. Hierfür sind die Schwermetallionen des Cu-Fe-Typus besonders geeignet. Ihr Auftreten im lebenden Organismus in Form hochkomplexer Koordinationsverbindungen ist auf Grund kristallochemischer Überlegung deutbar als „Sensibilisierung“ des Regulationsmechanismus.

Vergleicht man nun theoretisch die Brauchbarkeit der verschiedenen *Schwermetallionen als Träger des Regulationsprinzipes*, so ist wohl ohne weiteres klar, daß dasjenige Ion wahrscheinlichkeits-theoretisch am häufigsten diese Rolle ausüben wird, bei dem Oxydation und Reduktion nahezu gleich gut durchführbar sind. Man kann vermuten, daß im Laufe der Erdgeschichte sich diejenigen Ionen als Lebensträger bei der Mehrzahl der Organismen immer mehr durchsetzen, die dieser Wahr-

<sup>2)</sup> Habilitationsthese von H. G. Grimm.

scheinlichkeitsforderung am besten Genüge leisten. In der Tat kann man feststellen, daß bis zu den Selachiern Hämocyaninblut vorhanden ist, während die genetisch höher entwickelten Tiere Hämoglobin besitzen. In Übereinstimmung mit der chemischen Erwartung gewinnt also das besser geeignete Eisenion im Laufe der Erdgeschichte eine größere Verbreitung als das Kupferion. Absolut und relativ genommen, besitzt heute das Eisen eine überragende Stellung. Es ist interessant, daß das Mangan, das schließlich in diesem Zusammenhang zu betrachten ist, sowie die anderen Ionen neben Eisen und Kupfer stark zurücktreten.

Neben diesen chemischen Gesichtspunkten sind die geochemischen nicht zu vernachlässigen. W. Wernadsky<sup>3)</sup> hat nach dem geochemischen Verhalten mehrere Elementgruppen unterschieden: Edelgase, neutrale, zyklische, disperse und stark radioaktive Elemente sowie die seltenen Erden. Für den Stoffwechsel der Erdkruste kommen die Elemente der zyklischen und der dispersen Gruppe in der Hauptsache in Frage.

Zu den zyklischen Elementen gehören nach Wernadsky solche, die im Laufe der Erdgeschichte eine Wanderung von ihren primären Lagerstätten weg über oft mannigfache Zwischenstufen nach sekundären Lagern vornehmen, ohne dabei ihre mittlere Konzentration so zu verringern, daß sie praktisch für den technischen Gebrauch verlorengehen. Die dispersen Elemente machen ebenfalls eine Wanderung in der Erdkruste durch, wobei sie jedoch allmählich über diese zerstreut (dispergiert!) werden, so daß sie der Ausbeutung allmählich zu Verlust gehen. (Siehe Tabelle 1 und 2.)

Tabelle 1.

H, Be?, B, C, N, O, F, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ge?, As, Se, Sr, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Te, Ba, W, Au?, Hg, Tl, Pb, Bi, (-J?).

Tabelle 2.

Disperse Elemente.

Li, Sc, Ga, Br, Rb, Y, In, J, Cs.

Geochemisch ist nicht bloß die Zugehörigkeit eines Elementes zu einer der aufgezählten Gruppen bedeutsam, sondern auch die in der Erdkruste aufgespeicherte Menge derselben. In Tabelle 3 ist deshalb ein Überblick über die ungefähre Zusammensetzung der Eruptivgesteine an der Erdoberfläche wiedergegeben.

Tabelle 3.

Durchschnittliche Zusammensetzung der Silicathülle (Eruptivgesteine) nach V. M. Goldschmidt.

A. Hauptbestandteile:		B. Nebenbestandteile:	
SiO <sub>2</sub> . . . . .	59,09%	0,01—0,1%	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	15,35%	Mn, F, Cl, S, Ba, Cr, Zn, C, V,	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + FeO . . . . .	6,88%	Ni, Sr	
MgO . . . . .	3,49%	0,001—0,01%	
CaO . . . . .	5,08%	Li, Cu, Ce, Co, B, Be	
Na <sub>2</sub> O . . . . .	3,84%	0,0001—0,001%	
K <sub>2</sub> O . . . . .	3,13%	Th, U, Zn, Pb, As	
H <sub>2</sub> O . . . . .	1,14%	0,00001—0,0001%	
TiO <sub>2</sub> . . . . .	1,05%	Cd, Sn, Hg, Sb, Mo	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,30%	0,000001—0,0001%	
	99,35%	Ag, Bi	
		0,0000001—0,000001%	
		Au	
		0,000000001—0,000000001%	
		Ra	

Anm.: Für eine große Anzahl seltener Elemente können noch keine zahlenmäßige Angaben gebracht werden.

Für unsere Überlegungen folgt aus diesen Zusammenstellungen zweierlei. Einmal, daß die in der

lebendigen Substanz wirksamen Regulatoren ihren Elementarbestand aus der Gruppe der zyklischen Elemente entnehmen, und dann, daß die regulativ wirksamen Substanzen in beträchtlich verschiedener Konzentration in der Erdkruste angereichert sind.

Daß die Regulatoren zu den zyklischen Elementen gehören, ist im Prinzip zu erwarten, da die lebende Substanz sie erst während ihrer Wanderung in bzw. auf der Erdkruste (oder wie Wernadsky sagt „Biosphäre“) aufnimmt. Bei dieser Wanderung der Elemente (nach Wernadsky „migration“) gelangen diese in einer charakteristischen Konzentration zur Aufnahme im lebenden Körper. Diese Aufnahmekonzentration bei der Resorption durch den Organismus ist maßgebend für den Einfluß der Regulationselemente auf die Gestaltung des Lebensprozesses. Wie nun bekannt ist, daß z. B. elementarer Stickstoff nur von ganz bestimmten Bakterienarten unmittelbar in den Stoffwechselkreislauf eingeführt werden kann, so ist anzunehmen, daß auch alle übrigen Elemente nur in besonderer Form ohne weiteres dem lebendigen Organismus einverleibt werden können. Hieraus ist zu schließen, daß die der lebendigen Substanz zugänglichen Mengen von in geeigneter Form befindlichen Elementen maßgebend sind für die Gestaltung der Lebensprozesse. Berücksichtigt man dies, so werden die Konzentrationen der Elemente Fe und P vergleichbar mit denen des Cu, man muß sogar annehmen, daß P infolge der Art seiner primären Vorkommen beträchtlich geringere Aussicht hat auf eine Aufnahme im Organismus als Cu. Ebenso muß nach diesen korrigierenden Überlegungen unter Beachtung neuerer Resultate von G. Lunde-Oslo und Wilke-Dörfurt u. a. das Element Jod entschieden zu den zyklischen biogeochemisch dem Phosphor nahestehenden Elementen gerechnet werden.

Es zeigt sich also, daß die regulativ im lebenden Organismus tätigen Elemente verhältnismäßig in geringer Konzentration vom Körper aufgenommen werden. Es ist nun interessant, daß diejenigen Elemente, die in der höher organisierten Zahl in Stoffen aufgespeichert sind, die wie die P-, J-, S- und auch manche N-Verbindungen in speziellen Organen eine differenzierte Regulation des Stoffwechsels (eine Feinregulation) bewirken, im Verhältnis zu den vorhin behandelten Regulatoren wesentlich seltener in resorbierbarer Form bzw. in geringerer Konzentration in der Natur vorkommen. Es steht das gut mit der Vorstellung im Einklang, daß die regulativ wirksamen Substanzen nur in sehr geringer Menge anwesend sein dürfen, da sonst durch diese ein pathologischer Ablauf des Lebensprozesses eintritt (Homöopathische Medizin). Mit der differenzierten Regulation des Lebensprozesses steht demnach auch eine verschiedene Aufnahmekonzentration der Regulatoren beim Eintritt in den Organismus in Verbindung. Dies führt nun zu der Anschauung, daß das Vorhandensein und die Fortdauer von Lebensprozessen primär von zwei Faktoren abhängt:

1. von dem Vorhandensein einer hinreichenden Menge regulativ wirksamer Elemente in aufnahmefähiger Form (bestimmte chemische Verbindungen),
2. von einem je nach der Organisation des lebenden Individuums verschiedenen, aber innerhalb bestimmter Intervalle festgelegten Konzentrationsverhältnis aller resorbierbaren Regulatoren.

Die Organisation des Lebens hat es schließlich verstanden, durch Schaffung von Vorratsstoffen im Organismus die Konzentrationsschwankungen der in erreichbarer Aufnahmenähe befindlichen Regulatoren bis zu einem bestimmten Grade auszugleichen. Es liegt nahe,

<sup>3)</sup> V. Wernadskij, La Geochimie, Librairie Felix Alcan, Paris 1924. Deutsche Ausgabe demnächst bei Akadem. Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig.

anzunehmen, daß diejenigen Elemente, die nur außerordentlich selten in resorbierbarer Form dem lebenden Körper zur Verfügung stehen, in besonders großen Umfang (relativ genommen!) gespeichert werden. In der Tat ist dies festzustellen. Die Elemente Jod und Phosphor erfahren im lebenden Organismus eine solche Anreicherung, daß die wirtschaftlich zur Ausnutzung gelangenden Lagerstätten mit verschwindender Ausnahme organogenem Ursprung zugeschrieben werden. Ebenso wird Stickstoff und auch Schwefel in beträchtlichem Umfange organogen angereichert.

Fassen wir unsere, qualitativ zu nehmenden, Überlegungen zusammen, so finden wir, daß die Verbreitung der Lebensprozesse verknüpft ist mit dem Bau und der Verteilung der Elemente in der Erdkruste. Je nach dem Bau schon der elementaren Ionen kommen diesen bestimmte Funktionen im Lebensprozeß zu. Ausschlag-

gebende Bedeutung besitzen die regulativ wirksamen Ionen der Fe-Cu-Gruppe bei den Sauerstofflebewesen, und hier macht sich die geochemische Verteilung der Elemente wesentlich bemerkbar. Je nach der Bedeutung des speziellen Regulators ist für ihn eine mittlere Aufnahmekonzentration vorgeschrieben. In den Speichersubstanzen des lebenden Organismus werden die selteneren Regulatoren angehäuft. —

Diese Überlegungen zeigen also im wesentlichen die große Abhängigkeit des Lebensprozesses von den regulativ wirksamen Ionen und deren Konzentrationsverhältnis während ihrer Wanderung in der Erdkruste. Die selteneren, zyklischen Elemente sind es, von denen die Verbreitung der Organismen abhängt<sup>4)</sup>. [A. 157.]

<sup>4)</sup> Anm.: Auf die spezielle Fragen erschöpfenden Untersuchungen Wernadskys und seiner Mitarbeiter in Bull. Acad. Sciences Leningrad [russ.] sei besonders hingewiesen.

## Über das Verhalten von Fetten und Ölen im ultravioletten Lichte.

VON MAX HAITINGER, HANS JÖRG † und VIKTOR REICH<sup>1)</sup>.

Pharmazeutisch-chemisches Universitätslaboratorium Wien und Agriculturnchemisches Laboratorium der höheren Bundes-Lehr- und Bundes-Versuchsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in Klosterneuburg.

(Eingeg. 10. Juni 1928.)

### I. Beobachtungstechnik.

Als Lichtquelle wurde für die im folgenden beschriebenen Versuche die Analysenquarzlampe der Hanauer Quarzlampengesellschaft verwendet. Beide Fensterchen derselben waren mit 1,3-mm-UViolglas abgedeckt, welche für ultraviolette Strahlen bis zu 2800 Å. E. durchlässig sind<sup>2)</sup>.

Alle Beobachtungen wurden sowohl im durchfallenden als auch im auffallenden Lichte gemacht; im letzteren Falle sowohl auf schwarzer als auch auf weißer Unterlage; hierzu verwenden wir schwarzlackiertes Blech bzw. Filtrierpapier möglichst geringer Eigenfluoreszenz. (Schleicher-Schüll Nr. 602 hart.) Die Beobachtung im Streiflichte (Beobachtungsrichtung senkrecht zur Auffallrichtung des Lichtes) deckt sich im allgemeinen mit den Beobachtungen im auffallenden Lichte auf schwarzer Unterlage, zeigt aber oft intensivere Farben.

Außer dieser direkten Beobachtung wurden auch die von zweien von uns (Haitinger, Reich) gelegentlich der Studien über das Verhalten von Trauben- und Obstwein und Pflanzensäften überhaupt im ultravioletten Lichte<sup>3)</sup> benutzten Methoden herangezogen und erweitert; dieselben seien hier kurz angeführt:

1. In vielen Fällen gelingt es, den fluorescenten Stoff durch Behandlung mit Lösungsmitteln aus den Stoffgemischen herauszulösen. Hierzu dürfen natürlich nur solche Lösungsmittel verwendet werden, welche selbst nicht fluorescieren. Äther, reiner Petroläther, Amyl-

alkohol<sup>4)</sup> und Chloroform sind von den üblichen Lösungsmitteln die geeignetsten. Äthylalkohol darf seiner bläulichen bis blaugrauen Fluoreszenz halber nicht direkt als Lösungsmittel verwendet werden; durch Destillation in Glasgefäßen bis auf etwa 10% kann derselbe leicht fluoreszenzfrei gemacht werden; der Rückstand fluoresciert intensiv blau.

2. Der fluorescente Stoff wird oft von Cellulose dauernd adsorbiert; wir verwenden hierzu gewöhnliches Filtrierpapier, während O. Gerngroß und G. Sandor<sup>5)</sup> zu dem gleichen Zwecke sterile Verbandwatte benutzen. So fluoresciert beispielsweise ein verdünnte Salicylsäure eingetauchter Filtrierpapierstreifen blaulila. Bei Stoffgemischen erhält man unter Umständen reine Farbtöne erst nach Ausschüttlung in einem der vorher genannten Lösungsmittel.

3. Beim kapillaren Aufstieg der Proben selbst — sofern sie flüssig sind — oder deren Lösung bzw. deren Ausschüttlungen in frei aufgehängtem und in die Flüssigkeit 2 cm tief eingetauchtem Filtrierpapierstreifen von etwa 20 cm Länge und ¼ cm Breite zeigen sich oft bei gewöhnlichem Lichte nicht erkennbare, unter der Lampe aber durch ihre Färbung charakteristische Zonen. Die Zonenbildung tritt gewöhnlich nur dann ein, wenn die Flüssigkeit ihre maximale Steighöhe erreicht hat, und ist erst nach vollkommener Trocknung der Streifen wahrnehmbar; sie ist unter der Quarzlampe noch nach Monaten zu erkennen, wenn auch mit verminderter Farbintensität oder veränderten Farben, sofern die Streifen im Dunkeln aufbewahrt werden. Im Tageslicht verblassen sie rascher, wie wir überhaupt in mehreren Fällen ein Nachlassen der Fluoreszenz unter dem Einflusse des Lichtes konstatieren konnten. Niemals konnten wir dagegen eine Veränderung in der Richtung wahrnehmen, daß die Fluoreszenz unter dem Einflusse des Tageslichtes oder des ultravioletten Lichtes (ob filtriert oder unfiltriert) zunimmt, was z. B. G. Popp bei einzelnen Ölen beobachtet hat<sup>6)</sup>. Auch P. W. Dank-

<sup>1)</sup> Wir erfüllen eine traurige Pflicht, wenn wir unserem lieben Freunde, Herrn Dr. Hans Jörg, der als Opfer seines Forschungseifers einen so tragischen Tod gefunden hat, für seine Treue und intensive Mitarbeit ins Grab hinein danken. Ein junger, hoffnungsvoller Forscher, der gewiß namentlich auf den Grenzgebieten zwischen Physik und Chemie Großes geleistet hätte, ist mit ihm dahingegangen. V. R.

<sup>2)</sup> Nähere Details über die Lampe können der Monographie von L. J. Busse entnommen werden. (Solluxverlag Hanau.)

<sup>3)</sup> Allg. Wein-Ztg. 44, 6, 7, 18, 22. Wein u. Rebe 9, 507—515; 10, 30—33.

<sup>4)</sup> Über die Verwendung von Amylalkohol als Lösungsmittel vgl. auch F. M. Litterscheid, Ztschr. Unters. Lebensmittel 54, Heft 3.

<sup>5)</sup> Collegium 681, 12, 21 [1927].

<sup>6)</sup> Ztschr. Unters. Lebensmittel 1926, Heft 1 u. 2.