

Deutsche Medizinische Wochenschrift

Begründet von Dr. Paul Börner

HERAUSGEBER:

Geh. San.-Rat Prof. Dr. Schwalbe

Berlin-Charlottenburg, Schlüterstraße 53

VERLAG:

GEORG THIEME / LEIPZIG

Antonstraße 15

Nummer 35

Freitag, den 1. September 1922

48. Jahrgang

Aus dem Pharmakologischen Institut in Bern.

Ueber die therapeutische Bedeutung des Chlorophylls.

Von Prof. Dr. Emil Bürgi.

Vor einigen Jahren habe ich auf die pharmakologischen Wirkungen und die therapeutische Verwertbarkeit des Blattgrüns aufmerksam gemacht^{1) 2)}. Ich ging dabei von der vielfach behaupteten und bis zu einem gewissen Grade auch bestehenden chemischen Verwandtschaft des Chlorophylls mit dem roten Blutfarbstoff aus. Aus ihr ließ sich ohne große Schwierigkeit die Annahme ableiten, daß das Blattgrün bzw. seine Bestandteile im tierischen und menschlichen Organismus zum Aufbau von Hämoglobin verwendet würden, und es wurde in meinen ersten Publikationen auf ähnliche Ansichten bekannter Forscher hingewiesen^{3) 4)}. Ausgedehnte Untersuchungen am Tier⁵⁾ sowie am Menschen bestätigten meine Anschauung und führten zu der Empfehlung eines Chlorophyllpräparates (Chlorosan) für die Behandlung von Chlorose und Anämie, aber auch von Schwächezuständen verschiedener Art, da ich neben der blutbildenden auch eine allgemein belebende Wirkung des Chlorophylls, die sich vornehmlich aus der Vermehrung des allgemeinen Stoffumsatzes, der Verbesserung des Appetits und der Anregung der Herzstätigkeit ergab, konstatiert hatte. Ich verschwieg dabei aber nicht, daß mir diese Vielseitigkeit der Wirkung zunächst nicht gerade sympathisch schien, weil sie begreiflicherweise Anlaß zu einer teilweisen Diskreditierung einer von mir doch als wertvoll erkannten Therapie geben konnte.

Eine ganze Anzahl von klinischen und experimentellen Arbeiten, die seit meiner ersten Publikation über das Chlorophyll erschienen sind, und die zum Teil aus meinem Laboratorium, zum Teil von anderen Autoren herkommen, zwingen mich nun zu einer Neugestaltung meiner ursprünglichen Anschauungen und zu einer kurzen Darlegung des gegenwärtigen Tatbestandes. Ich darf dabei wohl vorwegnehmen, daß sich meine Angaben über die Wirkung des Blattgrüns im großen und ganzen bestätigt haben, daß aber meine Auffassung über die Wirkungsart dieser Substanz einer gewissen Revision bedarf.

Aus meinen Ausführungen geht hervor, daß ich dem Blattgrün zunächst einmal „substituierende“ Eigenschaften zugeschrieben habe. Mit anderen Forschern nahm ich an, daß die Pyrrolkomplexe dieser Substanz direkt zur Regeneration des Hämoglobins verwertet würden. Immerhin machte ich schon in meiner zweiten Publikation⁶⁾ auf die verhältnismäßig geringe Menge Chlorophyll aufmerksam, die bei der Chlorophylltherapie vom menschlichen Organismus als Ersatz benutzt werden konnte, und ich sprach, um hier meine eigenen Bedenken zu beschwichtigen, von einem „Substitutionsreiz“, d. h. ich stellte die Hypothese auf, daß eine Substanz, die vom Organismus zum Aufbau verwendet wird, gleichzeitig einen Reiz auf die betreffenden Organe ausübe, der zu einer besseren Ausnutzung etwa sonst noch vorhandenen Materials führen müsse. Nachträglich stellte sich aber heraus, daß ich die in dem von mir angegebenen Präparate vorhandene unabgebaute Chlorophyllmenge überschätzt hatte. Aus meiner Kontroverse mit W. Löffler^{7) 8)} sind die einzelnen Werte bis zu einem gewissen Grade erkennbar. Wenn man den absoluten Gehalt eines Präparates an reinem Chlorophyll bestimmt, wie Löffler, so bestimmt man natürlich einen geringeren Wert, als wenn man auch noch die Abbauprodukte dazu rechnet, wie ich das aus guten Gründen getan habe. Wir werden aus den weiteren Ausführungen sehen, daß die hier etwa noch bestehenden Differenzen, wie ich übrigens immer hervorgehoben habe, vollkommen bedeutungslos sind.

Wenn man einmal festgestellt hat, daß ein im Handel befindliches Chlorophyllpräparat in der üblichen Dosis genommen, beträchtlich weniger Blattgrün enthält, als eine Spinat- oder sogar als eine Salatmenge, wie sie einer gewöhnlichen Mahlzeit entspricht, und wenn man ferner weiß, daß einer medikamentösen Behandlung mit größeren Mengen Blattgrün unüberwindliche, materielle Schwierig-

keiten entgegenstehen, dann kann man leicht dazu kommen, den Wert einer solchen Therapie überhaupt in Frage zu ziehen. Ich selber habe zu wiederholten Malen betont, daß meine Mitteilungen über die Bedeutung des Blattgrüns rein wissenschaftlichen Charakter hätten und es mir vollkommen gleichgültig sei, in welcher Form der Mensch diese Substanz zu sich nehme, ob in Form von grünen Gemüsen oder z. B. von Chlorosan; immerhin machte ich auf die schlechte Resorption des Chlorophylls aus den grünen Gemüsen und auf ihren wechselnden Gehalt in diesem Körper aufmerksam. Auf die sehr mangelhafte Ausnutzung des Blattgrüns aus den grünen Gemüsen habe ich also wiederholt hingewiesen; die Untersuchungsergebnisse meiner Mitarbeiter^{1) 2)} zwingen mich nun aber geradezu zu sagen: „Eine Chlorophylltherapie kann mit grünen Gemüsen überhaupt nicht durchgeführt werden.“

Die erwähnten Arbeiten beschäftigten sich alle mit der Frage der Chlorophyllresorption. Es war schon lange bekannt, daß, wenn grüne Gemüse als Nahrungsmittel genommen werden, das in ihnen vorhandene Blattgrün zum weitaus größten Teile wenig verändert durch den Stuhl ausgeschieden wird. Man kann allerdings annehmen, daß kleine Quantitäten nach ihrer Resorption etwa in der Galle auftreten und dadurch wieder in den Chymus gelangen; außerdem hat zuerst Hopkins, und nach ihm haben andere Autoren gezeigt, daß nach einer Einnahme von grünen Gemüsen gelegentlich ein rotfluoreszierender Stoff im Urin erscheint, der zuerst als Hämatoporphyrin angesehen wurde, jetzt aber mit einem etwas allgemeineren und richtigeren Namen als Porphyrin bezeichnet wird. Es kann wohl kein Zweifel darüber bestehen, daß diese Substanz ein Abbauprodukt des Chlorophylls darstellt. Bei Tieren, die viel frisches grünes Gras fressen, bildet sie einen ziemlich konstanten Bestandteil des Harns. Doch ist sie immer nur in ganz kleinen Quantitäten vorhanden, die selten ein klares Spektrum geben. Da nun eine quantitative Bestimmung des Chlorophyllgehaltes im Stuhl, weil kleine Quantitäten wie erwähnt nach ihrer Aufnahme ins Blut wieder in der Galle erscheinen oder direkt ins Darmlumen ausgeschieden werden können, und weil das Blattgrün im Darne etwas abgebaut zu werden pflegt, über die stattgehabte Resorption keinen brauchbaren Aufschluß geben kann, orientierten sich meine Mitarbeiter durch die Beobachtung der Porphyrinausscheidung im Urin über die Aufnahmefähigkeit des Organismus für das in verschiedener Form verabreichte Blattgrün. Man durfte wohl mit Recht auf eine weitgehende Parallelität der Porphyrinausscheidung und der Chlorophyllresorption schließen, also annehmen, daß von der aufgenommenen Blattgrünmenge immer ein prozentual ziemlich gleichbleibender Anteil durch den Urin eliminiert wird. Ein solcher Schluß schien hier zum mindesten ebenso berechtigt wie bei anderen Stoffen, bei denen er immer gezogen wird. Aus den Arbeiten meiner drei Mitarbeiter (Hofstetter, Godinho und Kitahara), sowie aus Versuchen von v. Traczewski und von mir geht nun in erster Linie hervor, daß selbst bei Einnahme von sehr viel Chlorophyll in Form von grünen Gemüsen (Spinat, Grünkohl und Salat) kein oder sehr wenig Porphyrin im Harn erscheint. Kitahara fand nach einer Mahlzeit von 500–800 g gekochten Spinates oder Grünkohles (das Gewicht ist immer auf das frische, nicht zubereitete Gemüse bezogen) kein Urinporphyrin. v. Traczewski und ich beobachteten bei Einnahme gleicher oder kleinerer Mengen von Spinat und Salat hier und da eine sehr wechselnde und etwas verschleppte Porphyrinausscheidung, die immer sehr unbedeutend war und oft ganz fehlen konnte. Bei Einnahme von nur wenig extrahiertem Chlorophyll traten die Porphyrine dagegen regelmäßig auf; Godinho fand sie bei Gebrauch von reinem Phäophytin, Kitahara, wenn er reines Chlorophyll verwendete, Hofstetter bei Patienten, die Chlorosan erhalten hatten. Nach Hofstetter genügten 6 Chlorosanpastillen, 2–3 Tage genommen, um den Porphyrinnachweis zu leisten, nach Kitahara eine einmalige Gabe von 10 Pastillen. Der Urin der Kaninchen, die mit frischem Gras gefüttert wurden, enthält beständig kleine Mengen Porphyrin, eine geringe Zugabe von extrahiertem Chlorophyll zu der zugleich chlorophyllreicheren Nahrung genügt jedoch, um die Porphyrinausscheidung ganz beträchtlich zu steigern. Die folgende tabellarische Zusammenstellung kann über die Ausscheidungsverhältnisse am raschesten orientieren.

^{1) 2)} Hofstetter, siehe vorläufig die Auszüge der Dissertationen der medizinischen Fakultät Bern 1920–1922. — ³⁾ Godinho. ebenda. — ⁴⁾ Kitahara. ebenda.

¹⁾ Schweiz. Korr. Bl. 1916 Nr. 15. — ²⁾ Ther. Mh. 1918. Januar u. Februar. — ³⁾ E. Abderhalden, Lehrbuch der physiologischen Chemie. — ⁴⁾ Franz Müller, Handbuch der Biochemie I, S. 724. — ⁵⁾ Bürgi und v. Traczewski. Biochem. Zschr. 98, N. 256. — ⁶⁾ Ther. Mh. 1918, S. 42. — ⁷⁾ Schweiz. Korr. Bl. 1918 Nr. 46 u. 48; 1919 S. 879 u. 1553. — ⁸⁾ Schweiz. Rdsch. f. M. 1919 S. 69 u. 350.

Form der Chlorophyllaufnahme	Eingenommenes Chlorophyll in mgr	Porphyriausscheidung im Urin
Spinat gekocht 100–500 gr.	{ 175–875 } { (90–430) }	0 oder schwach positiv
Grünkohl gekocht 100–500 gr.	84–420	0 oder schwach positiv
Chlorosan 10 Pastillen	125	sehr stark positiv
Reines Chlorophyll	50–1000	positiv bis stark positiv

Ich habe in diese Tabelle absichtlich die Chlorophyllwerte eingesetzt, die W. Löffler sowohl für die hier erwähnten Gemüse wie auch für das Chlorosan angegeben hat. Es sei auch noch ausdrücklich hervorgehoben, daß für die Bildung von Porphyrinen wahrscheinlich nur das unabgebaute Chlorophyll in Betracht kommt. Der Chlorophyllgehalt von Spinat ist, wie ich durch eine neuere Untersuchung von kompetentester Seite weiß, gelegentlich nur halb so groß als der oben nach Löffler angegebene. Ich habe diese neuen Zahlen in Klammer gesetzt.

Die Ergebnisse, welche wir erhalten haben, waren nach Individualität und Disposition etwas verschieden. Godinho erhielt z. B. eine sehr verschleppte Porphyriausscheidung, die sich über Wochen hinzog, Kitahara fand dagegen die Porphyrine nach Einnahme von extrahiertem Chlorophyll nur einen Tag lang in seinem Urin, auch erhielt er bei Einnahme von grünen Gemüsen gar keine Reaktion, trotzdem er große Quantitäten genossen hatte, v. Traczewski und ich fanden sie dagegen im gleichen Falle schwach positiv. Eines geht aber aus all diesen Versuchsreihen mit Gewißheit hervor, daß nämlich bei Einfuhr von grünen Gemüsen fast keine Porphyrine erscheinen, ihre Ausscheidung aber sehr beträchtlich ist, wenn viel geringere Chlorophyllmengen in Form von extrahiertem Blattgrün aufgenommen werden. Diese Feststellung läßt nur eine Deutung zu: Das in den grünen Gemüsen zum größten Teil von Zellulosewänden eingeschlossene Chlorophyll wird bei der Verdauung nicht frei und kann daher vom Organismus nicht oder kaum verwendet werden. Die quantitative Bestimmung des Blattgrüngehaltes verschiedener Gemüse gibt uns daher nicht den geringsten Aufschluß über ihren Wert als Chlorophyllspender. Man sieht, daß extrahiertes Chlorophyll 10- bis 80mal mehr leistet als Gemüsechlorophyll und daß eine Therapie mit dem letzteren daher gar nicht durchzuführen ist. Eine andere Betrachtungsweise, die auf den absoluten Gehalt der Medikamente und der Gemüse an Chlorophyll abstellt, ist, wie ich schon mehrmals zu sagen Gelegenheit hatte, zum mindesten unphysiologisch, so rührend einfach und überzeugend sie auch einem primitiven Denken erscheinen mag.

Zweifellos läßt sich also eine richtige Chlorophylltherapie nur mit extrahiertem Blattgrün, also nur medikamentös und nicht diätetisch durchführen. Wenn man aber sieht, mit wie kleinen Mengen Chlorophyll bei einer solchen Behandlung überhaupt gerechnet werden muß, dann steht man gleich vor der viel schwerer zu beantwortenden Frage, in welcher Weise man sich die Wirkung dieses Körpers zu denken hat. Ausgehend von den von mir schon oft erwähnten Ansichten v. Nenckis, denen u. a. Abderhalden¹⁾ und Franz Müller²⁾ gefolgt sind, betrachtete ich das Chlorophyll zunächst als ein sogenanntes Substitutionsmittel, das vom Organismus zum Aufbau des Hämoglobinkomplexes verwendet werden kann. Wie die prothetische Gruppe des Blutfarbstoffes, enthält es Pyrrolringe in eigenartiger Bindung, und man schien zu der Annahme berechtigt, daß das Pyrrol der Aminosäuren (Pyrrolidinkarbonsäure, Tryptophan) für den Aufbau dieser Komplexe nicht immer ausreichen dürfte.

Schon in meiner ersten Publikation über die Chlorophylltherapie³⁾ erwähnte ich die Möglichkeit, daß das Blattgrün eventuell auch anders als substituierend wirken könne, und in meiner zweiten Arbeit über denselben Gegenstand kam ich, gestützt auf Berechnungen, zu dem Ergebnis, daß die Substanz nicht nur als Anbaumaterial dienen könne, sondern auch einen Reiz auf die hämopoetischen Organe ausüben müsse. Um beide Ansichten einheitlich zu gestalten, sprach ich von einem „Substitutionsreiz“, indem ich annahm, daß eine Substanz, welche vom Körper zum Aufbau verwendet wird, die aufbauenden Organe gleichzeitig zur Verwendung etwa sonst noch vorhandenen Materials anregen könne. Diese Auffassung schien auch durch verschiedene auf anderen Gebieten gefundene Tatsachen gestützt und mithin als Hypothese berechtigt. Eine reine Substitutionstheorie ist nicht mehr haltbar, weil die in Betracht fallenden Chlorophyllmengen viel zu klein sind; sie kann für die Beurteilung des Wertes grüner Gemüse noch viel weniger Geltung haben als für die Erklärung der Wirkung extrahierten Chlorophylls, weil — wie meine Ausführungen gezeigt haben — von den großen Blattgrünmengen, die in den ersteren enthalten sind, beinahe nichts resorbiert wird. Dagegen läßt sich denken, daß die Substitution neben einer anderen Art der Wirksamkeit noch eine gewisse Rolle spielt. — Ich habe von Anfang an hervorgehoben, daß dem Chlorophyll neben der blutbildenden noch eine allgemein belebende Eigenschaft innewohne. Diese Behauptung stützte sich zunächst auf klinische Beobachtungen. Patienten, die extrahiertes Chlorophyll, vornehmlich in Form von Chlorosan gegeben, zu sich nahmen, rühmten ganz allgemein die Zunahme des Appetits und die Vermehrung des Kraftgefühls und des Wohlbefindens; und diese Angaben erhielten wir nicht nur von Anämischen,

bei denen man die belebende Wirkung des Chlorophylls aus der Verbesserung des Blutbildes hätte erklären können, sondern auch von Kranken mit normalem Blutbefund — und von Gesunden. Dennoch hätten wir die Behauptung, das Blattgrün habe allgemein belebende Eigenschaften, nicht aufgestellt, wenn sie sich nicht auch experimentell hätte beweisen lassen. Da sich aber aus zahlreichen Tierversuchen eine den Grundumsatz steigernde sowie die Herz- und Peristaltik anregende Wirkung des Chlorophylls ergab, war der Schluß, das Blattgrün übe auf die Zellen im allgemeinen einen belebenden Einfluß aus, gerechtfertigt — ja einfach gegeben. In der neueren Zeit hat dann Königsfeld¹⁾, unabhängig von uns, den Nachweis geleistet, daß der N-Umsatz des Menschen durch Chlorophyllzufuhr — er verwendete eisenfreies Chlorosan — merklich gesteigert wird. Ich möchte nun nicht etwa behaupten, daß jedes Organ oder gar jede Zelle ohne Ausnahme durch das Chlorophyll erregt werde, die Stoffwechselversuche geben aber doch mit den andern erwähnten Ergebnissen klinischer und experimenteller Natur zusammen das Recht, von einer Belebung im allgemeinen zu reden.

Von besonderem Interesse scheinen mir die Experimente und klinischen Erfahrungen über die erregende Herzwirkung des Blattgrüns zu sein, die nun als sichergestellt angesehen werden kann. Die überaus zahlreichen Fälle von Herzkrankheiten, die ich mit Chlorophyll behandeln lassen konnte, wurden ausnahmslos während der ganzen Behandlungszeit perkussorisch und auskultatorisch genau untersucht, der Blutdruck bei jeder Konsultation gemessen und die Herzarbeit außerdem mit dem von v. Traczewski und mir angegebenen Flammenkardiographen registriert. Ich habe über diese Fälle sowohl in meinem Artikel über das Chlorophyll in den Therapeutischen Monatsheften²⁾, als auch in einer ersten Mitteilung über die Flammenkardiographie³⁾ referiert, und einer meiner Schüler wird demnächst eine eingehende Darstellung des ganzen Gebietes geben. Wir erhielten besonders günstige Resultate bei Arteriosklerotikern; der Blutdruck nahm ab, das Kardiogramm wurde klarer, die subjektiven Beschwerden verschwanden. Ähnlich günstige Resultate erzielte man auch bei verschiedenen Fällen von Herzschwäche, die auf Digitalis nicht mehr oder sogar schlecht reagierten. Die Wirkung trat niemals sogleich ein, sie war erst nach Ablauf einer etwa achtägigen Behandlung sichtbar und steigerte sich dann zusehends. Ich gab immer sehr kleine Dosen, durchschnittlich nur dreimal eine Chlorosanpastille pro Tag, da ich bei größeren Gaben, die ich anfangs auch versucht hatte, häufig leichte Aufregungszustände beobachtet hatte. Die Resultate waren so eindeutig, daß ein Zweifel an der günstigen Wirkung des Chlorophylls auf das Herz nicht mehr aufkommen konnte. Selbstverständlich will ich nun nicht etwa behaupten, das Chlorophyll sei als Herzmittel der Digitalis ebenbürtig oder gar überlegen. Eine genauere Prüfung wird wohl klarlegen, daß die Indikationen für die zwei Herzmittel verschieden sind. Ich glaube nicht, daß man mit Blattgrün ausgesprochene, akut auftretende Kompensationsstörungen heilen könne wie mit Digitalis, wohl aber habe ich gesehen, daß das Chlorosan bei chronischen Herzstörungen, bei denen eine Veränderung der Muskulatur angenommen werden konnte, fast jedesmal vorzüglich wirkte.

Die ersten experimentellen Arbeiten über die Herzwirkung des Chlorophylls führte C. F. v. Traczewski aus. Er verwendete Chlorophyllinkalium und arbeitete ausschließlich an dem im intakten Kreislaufe schlagenden Froschherzen, dessen Kontraktionen nach der Engelmanschen Suspensionsmethode kontrolliert wurden. Das Präparat wurde subkutan gegeben. Es trat regelmäßig eine deutliche Vermehrung der Hubhöhe ein. v. Traczewski unterließ jedoch eine Veröffentlichung seiner Resultate, weil er vorher gerne noch mit anderen Chlorophyllpräparaten gearbeitet hätte und die Frage, ob Photosensibilität vorliege oder nicht, noch nicht entscheiden zu können glaubte. Im letzten W.S. publizierte dann Mijadera⁴⁾, der unabhängig von uns auf dem Laboratorium von Prof. Bickel über die Herzwirkung des Chlorophylls gearbeitet hatte, Resultate, welche die von v. Traczewski gewonnenen bestätigten und gleichzeitig infolge der zweckmäßigen von ihm angewendeten Methodik einwandfreier waren. Mijadera ließ das in Oel gelöste Chlorophyll direkt auf das schlagende Herz tropfen. Oleum olivae allein hatte keine Wirkung, chlorophyllhaltiges Oel verlangsamte dagegen die Frequenz des Herzschlages und vermehrte häufig die Hubhöhe. Die Angaben Mijaderas brachten unsere eigenen Untersuchungen wieder in Fluß. Auf meine Veranlassung studierte Yoshiike⁵⁾ die Chlorophyllwirkungen am isolierten Froschherzen nach der bekannten Straubischen Methode. Die Resultate waren von eindeutiger Klarheit. Das normal schlagende Herz wurde durch Zusatz von Spuren Chlorophyll zu etwas größeren Exkursionen veranlaßt, Herzen, die sich in Ringerlösung bis oder nahezu bis zum Stillstand ermüdet hatten, wurden zu normalen, ja übernormalen Kontraktionen gebracht und schlugen in dieser zweiten Periode länger als in der ersten. Ähnliche Ergebnisse erhielt Yoshiike, wenn er das Herz durch kaliumfreie Ringerlösung, durch destilliertes Wasser, Baryumchlorid, Chloralhydrat oder Digalen stark schädigte. Regelmäßig wurde es durch etwas Chlorophyll wieder zu der normalen Tätigkeit zurückgebracht. Die außerordentlich zahlreichen, oftmals wiederholten und variierten Versuche wurden sowohl

¹⁾ u. ²⁾ A. A. O. ³⁾ A. a. O.

¹⁾ Zschr. f. d. ges. exper. M. 26, S. 216. — ²⁾ A. a. O. — ³⁾ Schweiz. Rdsch. f. M. 1918 Nr. 19–21. — ⁴⁾ B. kl. W. 1921 S. 1159. — ⁵⁾ In Druck gegeben.

mit Chlorophyllkalium und -natrium, als auch mit Phäophytin (magnesiumfreies Chlorophyll) und mit unverändertem Chlorophyll ausgeführt. Dieses letztere wurde zum Teil in Azeton- oder in Alkohol gelöst, zum Teil in kolloidaler Lösung verwendet. Die gewöhnlich gebrauchte wirksame Konzentration war 1:20000. Kontrollen mit entsprechend verdünntem Alkohol bzw. Azeton zeigten, daß die Wirkung einzig und allein dem Chlorophyll zuzuschreiben war. Da die Chlorophyllsalzlösungen eine geringfügige Alkaleszenz hatten, ließen wir Natron- bzw. Kalilaugeauflösungen von gleicher, stärkerer oder schwächerer Konzentration auf das Froschherz einwirken und konnten durch diese und andere Anordnungen zeigen, daß der erregende Einfluß lediglich den Chlorophyllen zukommt und bei unseren Versuchen keine Ionenwirkung störend eingegriffen hatte. Bei einem durch Sauerstoffmangel stark ermüdeten Herzen war die Wirkung von in Alkohol gelöstem Chlorophyll ganz besonders stark. Die gleiche Alkoholkonzentration hatte vorher ungünstig gewirkt.

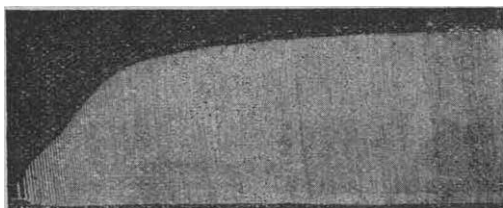
Man kann wohl mit Recht verlangen, daß klinische Beobachtungen, die infolge der Kompliziertheit der Verhältnisse oft vieldeutig sind, durch einfache Experimente am Tier nachkontrolliert werden; ebenso ist die Ablehnung einer therapeutischen Maßnahme am Menschen begründet, wenn sie sich nur auf Tierversuche stützt. Die Herzwirkung des Chlorophylls ist aber klinisch und experimentell ausreichend untersucht, die beiden Untersuchungsarten ergänzen sich und bewährten sich gegenseitig. Doch ist eine weitere Ausdehnung der klinischen Beobachtungen und der Experimente am Tier, zu denen ich durch meine Mitteilungen anregen möchte, wünschenswert, vor allem, um die therapeutischen Indikationen für das Chlorophyll als Herzmittel noch etwas schärfer zu ziehen. Ich gebe hier zwei der von Yoshijke erhaltenen Kurven wieder.

Kurve 1.



Kurve 1 zeigt die Erholung einer durch Ermüdung minimal gewordenen Herzaktion nach Chlorophyllzusatz zu der Nährlösung

Kurve 2.



Kurve 2 die Wiederbelebung eines Herzens, das eine längere Zeit zu schlagen aufgehört hatte, durch Zusatz der gleichen Substanz.

Ließen wir Gitalin und Chlorophyll gemeinsam auf das Froschherz einwirken, so war der Effekt deutlich gesteigert, und zwar gleich stark, ob wir nun das Gitalin oder das Chlorophyll zuerst zusetzten.

Die Peristaltik des isolierten Darmes wurde durch Chlorophyll ähnlich, wenn auch schwächer, beeinflusst wie die Kontraktionen des Herzmuskels. Auch diese experimentelle Tatsache steht mit den am Menschen gemachten therapeutischen Erfahrungen in Uebereinstimmung. Das Chlorosan hat eine leicht abführende Wirkung.

Meine Behauptung, das Chlorophyll habe allgemein belebende Eigenschaften, hat sich also am Tier und am Menschen mit aller wünschenswerten Sicherheit bestätigen lassen, einesteils durch seine den Grundumsatz und den N-Stoffwechsel vermehrende Wirkung, andernteils durch seinen erregenden Einfluß auf das Herz und den Darm. Die Frage aber, in welcher Weise diese belebende oder anregende Eigenschaft zu erklären sei, ist bei dieser Substanz ebenso schwer zu beantworten wie bei allen anderen Stoffen, die Arzneiwirkungen auslösen. Königsfeld betrachtet das Chlorophyll als einen photosensibilisierenden Körper, wir haben daran auch gedacht¹⁾, aber Mijadera konnte nicht konstatieren, daß das stark belichtete Herz auf Blattgrün stärker reagierte als das vor Licht geschützte — und diese Angabe bezeichnet vorläufig den einzigen Versuch, der diese Hypothese zu beurteilen sucht. Die Tatsache, daß das Chlorophyll auf ein asphyktisches Herz besonders günstig einwirkt, könnte an ein Eingreifen der Substanz in den Prozeß der inneren Atmung denken lassen. Aber auch eine solche Annahme bleibt vorderhand Vermutung, und wenn wir rein sachlich bleiben wollen, müssen wir uns mit der Tatsache, daß das Chlorophyll erregende Eigenschaften besitzt, begnügen und auf eine tiefergreifende Erklärung verzichten. Ebenso unmöglich ist es, die Frage zu beantworten, welchen Abbau-

produkten des Chlorophylls die eigentliche Wirkung zukommt. Wie wir sahen, haben unverändertes Blattgrün, Phäophytin und Chlorophylline prinzipiell denselben Einfluß auf das Herz. Die vorhandenen quantitativen Unterschiede können vorläufig ausreichend aus der verschiedenen Löslichkeit erklärt werden. Im Urin erscheinen nach Chlorophyllaufnahme Porphyrine. Diese sind dementsprechend auch im Blute vorhanden, und vielleicht kommen hauptsächlich sie im Organismus zur Wirkung.

Jedenfalls aber scheint es nun berechtigt, die belebende Wirkung des Blattgrüns als den eigentlichen oder doch wesentlichen Grund für seine blutbildende, d. h. hämoglobinaufbauende Kraft zu betrachten, wobei wir die Möglichkeit, daß es gleichzeitig auch substituierend wirkt, bestehen lassen können. Weiß man doch bis auf den heutigen Tag nicht genau, ob das Eisen als blutbildendes Mittel nur substituierend, nur erregend oder substituierend und erregend wirkt. Das letztere scheint mir nach der vorhandenen Literatur jedenfalls das Wahrscheinlichste. Auch hier dürften die Tatsachen selbst ungleich bedeutungsvoller sein als die Frage, nach welcher Theorie sie zu erklären sind. Für die günstige Wirkung des Chlorosans bei sekundären Anämien und Chlorosen besitzen wir außer meinen eigenen Beobachtungen die Angaben von Friolet und Guillermin¹⁾, von Friedrich²⁾, das auszeichnende Urteil von Prof. Schleich³⁾ und neuerdings die gewissenhaft ausgeführten und von objektiver Seite kontrollierten Ergebnisse, die soeben im Lancet (2. Märznummer) veröffentlicht worden sind. Die meisten der genannten Autoren untersuchten die Wirkung des Chlorosans sowohl bei sekundären Anämien wie bei Chlorosen und bestimmten während der ganzen Dauer der Behandlung nicht nur den Hämoglobingehalt, sondern auch die Zahl der Erythrozyten. Ihre Ergebnisse waren bei beiden der genannten Krankheitstypen durchaus günstige. Auch Löffler⁴⁾ fand das Chlorosan bei sekundären Anämien wirksam; zu seiner abweichenden Meinung über den Wert dieser Behandlung bei Chlorosen habe ich mich schon an anderer Stelle eingehend geäußert und überlasse die Beantwortung aller noch vorhandenen Fragen einer weiteren experimentellen und klinischen Erforschung sowie einer vorurteilslosen Einschätzung der zahlreichen, bereits veröffentlichten Ergebnisse.

Die etwas vielseitigen therapeutischen Indikationen für das Chlorophyll erklären sich aus seinen Grundeigenschaften ausreichend, ja sie ergeben sich aus ihnen von selbst. Ich habe sie schon in meiner ersten Publikation über Chlorophyll und Chlorosan angegeben, und die weiteren Untersuchungen meiner Schüler sowie anderer Autoren haben an ihnen nichts zu ändern vermocht.

Selbstverständlich muß aber ein Chlorophyllpräparat, wenn es therapeutisch verwendet werden soll, wirklich auch aufgeschlossenes Blattgrün enthalten. Es ist notwendig, das hervorzuheben, weil ich außer dem Chlorosan kein Mittel kenne, von dem man das mit guter Ueberzeugung sagen darf. Wenn zu einem Gemenge von verschiedenen Substanzen etwas Blattpulver gegeben worden ist, so wurde es dadurch, pharmakotherapeutisch gesprochen, noch nicht zu einem Chlorophyllpräparat; denn die Spuren Blattgrün, die ihm zwar innewohnen, werden, wie oben angeführt wurde, nicht resorbiert. Meine Untersuchungen über die Resorbierbarkeit des Blattgrüns, sowie meine Ansichten über den höheren Wert der Drogen, den reinen aus ihnen gewonnenen Substanzen gegenüber⁵⁾ bewogen mich, extrahiertes, aber nicht etwa chemisch reines Chlorophyll für die Therapie zu empfehlen, also eine Substanz, die aus den Zellulosewänden gelöst, aber in ihren natürlichen, stofflichen Beziehungen gelassen wurde. Die Ergebnisse, die andere Autoren so gut wie ich, gestützt auf diese Auffassungen, mit dem Chlorosan erhalten haben, geben mir die Berechtigung, auch hierin an meiner ursprünglichen Darstellung festzuhalten.

¹⁾ Siehe Schweiz. Korr. Bl. 1916 letzte Seite der Abhandlung.