

Über die Wirkung des Lichtes auf belebte Wesen.

Von

Privatdozent Dr. Walther Hausmann.

Vortrag, gehalten den 12. November 1913.

Mit 2 Abbildungen im Texte.

Die strahlende Energie des Lichtes gehört zu jenen äußeren Einflüssen, denen die meisten belebten Wesen während eines sehr großen Teiles ihres Daseins ausgesetzt sind.

Da ist nun zunächst die Frage zu beantworten: Ist das Licht eine Lebensnotwendigkeit für diese Lebewesen, verhält es sich mit ihm etwa so wie mit dem Sauerstoffe, der für die weitaus überwiegende Menge der Organismen unbedingt nötig ist?

Feststehend ist jedenfalls, daß eine kontinuierliche Belichtung — im Vergleich zur Kontinuität des Sauerstoffbedürfnisses — weder für das Tier noch für die Pflanzen überhaupt nur in Frage kommt, denn alle Lebewesen verbringen ja einen großen Teil ihres Daseins im Dunkeln und die eingangs aufgerollte Frage müssen wir in dem Sinne zu beantworten versuchen, ob eine dauernde Lichtentziehung imstande ist, lebende Wesen zu vernichten. Denn aus einer solchen Zerstörung des Lebens, welche mit Entziehung des Lichtes in Zusammenhang stünde, könnte man die Lebensnotwendigkeit des Lichtes ableiten.

Ganz allgemein läßt sich eine Antwort hier ohne weiteres nicht geben, denn es hängt davon ab, um welche Organismen es sich handelt.

Betrachten wir zunächst die tierischen Lebewesen. Da steht es nun zweifellos fest, daß es Tiere gibt, die ihr Leben verbringen, ohne von einem Lichtstrahl getroffen zu werden; ich erinnere Sie an die Maulwürfe, die Engerlinge und an alle Höhlentiere. Auch in Meerestiefen, in welche kein Lichtstrahl dringt, finden sich zahlreiche tierische Lebensformen.

Wir sind auch in der Lage, über eine ganze Reihe von Beobachtungen über ziemlich lange dauernde Lichtentziehung am Menschen zu verfügen. Vor allem existieren Beobachtungen von Nordpolexpeditionen, in denen die Frage des Einflusses der Dunkelheit auf den Menschen genau untersucht worden ist.

Gestatten Sie mir, Ihnen aus dem Reisebericht zweier Forschungsreisenden kurz einige Daten mitteilen zu dürfen. So schreibt Kjellmann von der schwedischen Polarexpedition im Jahre 1872/73 folgendes über das Aussehen der Expeditionsteilnehmer, als das Tageslicht wieder erschien: „Wir erinnerten mit unseren gelbblassen, schlaffen, abgemagerten, mit Bart bedeckten Gesichtern nicht an dieselben Menschen vom Sommer her — so klar und deutlich trat der Einfluß der Dunkelheit hervor.“ In dem Berichte des Arztes, den Kjellmann anführt, heißt es: „Die Einwirkung der unerträglichen Finsternis zeigte sich etwas verschieden bei den verschiedenen Individuen. Bei einigen entstand Schläfrigkeit, Gleichgültigkeit und Mattigkeit, bei anderen eine auffallende Irritabilität des Gemütes mit einer im allgemeinen starken Verstimmtheit, einige klagten

über Schlaflosigkeit in der Nacht und über große Müdigkeit am Tage und bei allen ohne Ausnahme bestand ein mehr oder weniger ausgeprägter chloroanämischer Zustand. Bei der Rückkehr der Sonne war die herrschende Gesichtsfarbe blaß, an gelbgrün grenzend wie bei Pflanzen, die in einem dunklen Raum mit ungenügendem Lichte aufgezogen worden sind.“

Über ähnliche Beobachtungen hat Gyllenkreutz berichtet. Gewiß ist bei diesen Beobachtungen daran zu denken, daß es sich nicht ausschließlich um Lichtentziehung gehandelt hat. Es kamen in diesem Fall sicher noch Mängel in der Ernährung sowie ganz besonders die Kälte hinzu. Sie werden sich, meine Damen und Herren, gewundert haben, daß von der blassen Hautfarbe der Polarfahrer die Rede war, welche die Polarnacht überstanden hatten. Die Kälte an sich ist es demnach nicht, welche die Rötung der Haut bei jenen Berufsklassen ausbildet, welche sich viel der kalten Luft aussetzen müssen. Wir werden später ausführlich davon zu sprechen haben, daß hauptsächlich das Licht diese Hautfärbungen bedingt, wohl aber können wir mit Sicherheit sagen, daß die Kälte die Färbung der Haut durch Licht zweifellos begünstigt.

Abgesehen von den eben erwähnten Ergebnissen liegen noch gewerbehygienische Untersuchungen über den Einfluß allerdings nicht ständiger Verdunklung auf den Menschen vor. Es ist dies die Beobachtung der sogenannten Photographen-Anämie. Personen, die in Fabriken beschäftigt sind, in welchen photographische

Platten bei schwachem roten Lichte hergestellt werden, sollen oft anämisch sein. In das Verzeichnis der gewerblichen Erkrankungen, die vom englischen Workmens Compensation Act (1906) entschädigt werden, ist im Jahre 1907 auch die Anämie der im Dunklen arbeitenden Photographen aufgenommen worden, wenn es auch der englischen Kommission nicht gelungen ist, dieselbe sicher festzustellen. Nennenswert ist diese Anämie sicher nicht.

Carozzi in Mailand hat in der letzten Zeit über Untersuchungen berichtet, die er an 21 Arbeiterinnen einer photographischen Plattenfabrik ausgeführt hatte. Die Arbeiterinnen waren mit dem Einpacken und Zuschneiden der Platten beschäftigt. Von den untersuchten Frauen arbeiteten 9 im Dunkeln seit 1 — 5 Jahren

4	"	"	"	6 — 10	"
4	"	"	"	11 — 15	"
weitere 4	"	"	"	16 — 33	"

Der Gesundheitszustand war bei allen ein guter. Carozzi sagt, daß der bei einigen von den Frauen konstatierte geringe Anämiegrad ein nicht ausgeprägter war, als er bei vielen Arbeiterinnen anderer Gewerbe zu finden ist.

Ich habe in diesem Zusammenhange absichtlich nicht von den Bergarbeitern gesprochen. Hier sind andere Schädigungen, insbesondere von Anchylostomum duodenale hervorgerufene Blutarmut sehr oft beobachtet worden, so daß man nie mit Sicherheit sagen kann, auf welche Ursache der Gesundheitszustand der Bergleute zurückzuführen ist.

Experimentelle Untersuchungen über Lichtentziehung bei höheren Tieren haben, wie es scheint, keine bedeutende Abweichung von der Norm ergeben. Ganz anders steht aber die Sache, wenn Organismen ungezählte Generationen hindurch im Dunkeln gelebt haben. Als schönstes Beispiel möchte ich Ihnen hier einen Grottenolm zeigen, den ich der besonderen Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. Kammerer verdanke.

Der Grottenolm bewohnt die unterirdischen Gewässer des Karstgebirges, wohin kein Lichtstrahl dringt, und man vermutete schon immer, daß — wie Kammerer sagt — die ewige Finsternis, in die er geriet, zwei seiner auffallendsten Eigentümlichkeiten verschuldet habe: 1. den Mangel an Farbstoff, 2. die Verkümmerng der Augen, welche tief unter der Haut verborgen liegen und dem Tiere höchstens gestatten, Hell und Dunkel zu unterscheiden, nicht aber Formen damit zu erkennen.

Sie haben hier also ein deutliches Beispiel, wie der Aufenthalt im Dunkeln ein Tier umgestalten kann. Daß es sich um eine Umgestaltung handelt, können wir wohl daraus schließen, daß es gelingt, den farblosen und blinden Grottenolm wieder gefärbt und wieder sehend zu machen, wenn man ihn ins Helle versetzt. Dies hat ebenfalls Kammerer in seinen wunderschönen Versuchen gezeigt.

Auf die Bildung des Hautfarbstoffes bei dem Grottenolme werde ich weiter unten zu sprechen kommen. Hier möchte ich nur bemerken, daß es Kammerer durch Aufziehen junger Tiere im roten Licht gelungen

ist, innerhalb einiger Jahre die Ausbildung eines ganz gut ausgebildeten Auges zu erzielen, und es ist auch einwandfrei nachgewiesen worden, daß diese Grottenolme mit den wohlausgebildeten Augen auch sehen konnten. Dieser Nachweis gelang dadurch, daß man an die Außenseite des Glasgefäßes, in dem sich die Tiere befanden, Regenwürmer hielt. Der Olm schnappte gierig danach und stieß dabei mit der Schnauze an die Trennungswand an. Im Gegensatz hiezu brachte es nach Kammerer kein kümmeräugiger Olm je so weit, auf eine nicht bei ihm im Wasser befindliche und darin sich bewegende Beute zu reagieren, obschon Exemplare von solcher Zahmheit darunter waren, daß sie die Nahrung ohne weiteres aus der Hand nahmen und mit über dem Wasserspiegel emporgerecktem Kopf um Futter bettelten.

Rekapitulieren wir das bisher Gesagte, so ergibt sich: Dauernder Lichtabschluß wird vom Menschen, von höheren und niederen Tieren, von sehr vielen Lebewesen sicher durch ein Lebensalter ihrer Art vertragen. Das Licht kann demnach als Lebensnotwendigkeit im Sinne von Sein oder Nichtsein nicht in Betracht kommen. Viele Tiere jedoch, die schon viele Generationen hindurch im Dunkeln leben, zeigen eine Reihe von Erscheinungen, die mit großer Wahrscheinlichkeit auf den Lichtabschluß zurückgeführt werden muß. Die Anpassung an die Dunkelheit erfolgt in dem Sinne, daß diese Organismen zum Leben im Lichte dann nicht mehr tauglich sind.

Wie verhält es sich nun mit der Pflanze? Hier liegen die Verhältnisse ganz anders und es läßt sich mit völliger Sicherheit sagen, daß das Licht eine Lebensnotwendigkeit für den ungestörten Ablauf der Lebensvorgänge einer großen Reihe von Pflanzen bildet. Eine der wichtigsten Eigenschaften der grünen, Chlorophyll besitzenden Pflanzen besteht darin, daß sie die Kohlensäure der Atmosphäre zu verwerten vermögen. Diese Kohlensäureassimilation der grünen Pflanzen ist aber an das Licht geknüpft, ohne Licht kann die Pflanze keine Kohlensäure assimilieren, ohne Licht ist sie nicht imstande, die strahlende Energie der Sonne in chemische Spannkraft umzuwandeln. Ich kann es mir nicht versagen, Ihnen die wundervollen Worte zu wiederholen, die der geniale Heilbronner Arzt Julius Robert Mayer, der Entdecker des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft, über die Wirkung des Blattgrüns im Licht ausgesprochen hat: „Die Natur hat sich die Aufgabe gestellt, das der Erde zuströmende Licht im Fluge zu erhaschen und die beweglichste aller Kräfte, in starre Form umgewandelt, aufzuspeichern. Zur Erreichung dieses Zweckes hat sie die Erdkruste mit Organismen überzogen, welche lebend das Sonnenlicht in sich aufnehmen und unter Verwendung dieser Kraft eine fortlaufende Summe chemischer Differenzen erzeugen.“

Diese Organismen sind die Pflanzen. Die Pflanzenwelt bildet ein Reservoir, in welchem die flüchtigen Sonnenstrahlen fixiert und zur Nutznießung geschickt, niedergelegt werden.“

Doch gibt es auch pflanzliche Lebewesen, welche nicht imstande sind, die Kohlensäure der Luft fruchtbringend zu verwerten. Für diese ist selbstverständlich das Licht zum Leben nicht in dem Sinne notwendig wie für die chlorophyllführende Pflanze. Wir sehen also auch in dem Verhalten gegen das Licht, wie die Tier- und Pflanzenwelt ganz allmählich ineinander übergeht.

Lassen Sie mich nun, meine Damen und Herren, versuchen, einige Wirkungen des Lichtes auf belebte Wesen näher zu betrachten. Ich möchte hier zunächst die Beziehungen des Lichtes zu den natürlichen Farbstoffen, den Pigmenten der Tiere und der Pflanzen erörtern. Die Farbstoffe sind in der Natur sehr verbreitet. Ich erinnere Sie an das eben schon besprochene Blattgrün, das Chlorophyll, und an den roten Farbstoff des Blutes, an das Hämoglobin.

Abgesehen von diesen beiden Farbstoffen, gibt es noch unzählige andere, die uns in der Natur auf Schritt und Tritt begegnen. An dieser Stelle interessieren uns nun vor allem zwei Fragen:

1. Ist die Entstehung der natürlichen Farbstoffe in irgend einer Weise an das Licht gebunden?

2. Vermögen solche oder andere natürliche Farbstoffe dann im Lichte Wirkungen auszuüben, die ihnen im Dunkeln nicht zukommen? Und wenn diese zweite Frage zu bejahen ist, so wäre dann zu erörtern, welche Wirkungen des Lichtes durch diese Farbstoffe vermittelt werden.

1. Pigmentbildung.

Den experimentell klarsten Fall bildet, wie schon erwähnt, wohl die Pigmentbildung des farblosen Grottenolmes, wenn er dauernd dem Tageslichte ausgesetzt wird (Kammerer). Wenn man einen farblosen Grottenolm, wie Sie ihn hier sehen, durch einige Monate hindurch in das Tageslicht bringt, so wird er allmählich grau, bis dann nach langer Dauer — etwa 1 — 2 Jahren — aus dem farblosen Tiere ein dunkelschwarzes geworden ist. Sie sehen, daß also auch die Körperoberfläche dieses Tieres, geradeso wie wir es von den Augen des Grottenolmes beschrieben haben, durch das Licht wieder für den Gebrauch im Licht brauchbar gemacht wurde. Ich werde gleich später die Erklärung für diese Behauptung erbringen.

Von Interesse ist es, daß der Bauch des Grottenolmes, auch wenn das Tier am Rücken noch so dunkel geworden ist, immer viel heller bleibt, ein Verhalten, welches wir auch sonst im Tierreich sehr oft beobachten können.

Die Pigmentierung farbloser Höhlentiere nach Überführung in das Licht ist übrigens auch an anderen Höhlentieren beobachtet worden.

Doch, meine Damen und Herren, wir brauchen lange nicht so weit zu gehen, wenn wir Pigmentbildung bei tierischen Lebewesen-im Lichte beobachten wollen. Die besten Objekte sind wir selbst und jeder von Ihnen wird bei sich Pigmentbildung beobachtet haben, wenn er

sich auf einem Berge oder auch an der See einer starken Belichtung ausgesetzt hat: die Haut eines jeden von Ihnen wird schon einmal sonnenverbrannt gewesen sein. Allerdings ist die individuelle Empfänglichkeit der Haut in dieser Beziehung eine sehr bedeutende (siehe unten).

Wie kommt es nun zustande, daß man gerade in der Höhe so stark abbrennt, weshalb wirkt die Sonne dort oben so ganz besonders intensiv?

Hier muß ich nun mit einigen Worten auf das eingehen, was wir Licht nennen. Sie wissen, daß man die Lichtstrahlen durch ein Prisma in eine ganze Reihe von Komponenten zerlegen kann. Die am allerstärksten durch das Prisma abgelenkten Strahlen sind die, welche uns am meisten interessieren. Das sind jene Strahlen, die noch außerhalb der violetten schon sehr stark gebrochenen Strahlen liegen, das sind die kurzwelligen, die ultravioletten Strahlen. Man hat sie auch die chemischen Strahlen genannt, weil sie die weitaus stärksten chemischen Wirkungen zu entfalten vermögen. Diese Strahlen sind es nun, denen die Sonne im Hochgebirge ihre ganz ungemein starke Wirkung verdankt. Je tiefer unten in der Atmosphäre wir uns befinden, um so mehr ultraviolette Strahlen werden verschluckt; daher kommt es, daß besonders in staubreichen Städten die Sonnenstrahlen einen ganz ungleich geringeren Anteil an ultraviolettem Licht besitzen.

Der geniale dänische Forscher Finsen hat die Bedeutung der ultravioletten Strahlen für die Entstehung des Pigmentes genau studiert. Er setzte seinen Arm den

konzentrierten Strahlen einer starken Bogenlampe aus, die sehr ultraviolettreiche Strahlen aussendete. Gewisse Partien seines Armes bemalte er mit Tusche, andere bedeckte er mit durchsichtigen Glasplatten, noch andere mit Platten aus Bergkristall. Die Tusche läßt überhaupt keine Lichtstrahlen durch, das Glas verhindert den Durchtritt der am stärksten wirksamen ultravioletten Strahlen, die Bergkristallplatte endlich läßt die ultravioletten Strahlen passieren.

Unmittelbar nach der Bestrahlung war, abgesehen von einer geringen Rötung, nichts zu konstatieren. Das wissen Sie ja auch aus eigener Erfahrung, daß der Sonnenbrand nicht sofort entsteht, daß einige Stunden zu seiner Ausbildung nötig sind, ganz im Gegensatz zu den Wirkungen, welche etwa durch strahlende Wärme ausgeübt werden. Als Finsen seinen Arm dann nach einigen Stunden beobachtete, da zeigte sich folgendes: Die Hautstelle unter der Tusche war ganz weiß geblieben, die Haut, die von der Glasplatte geschützt war, ebenfalls, nur jene Partien, die sich unter der Bergkristallplatte befanden, die waren ebenso gerötet wie die ungeschützte Haut, ein klarer Beweis, daß die ultravioletten Strahlen die Ursache der Entzündung gewesen waren.

Nach einigen Tagen betrachtete Finsen seinen Arm wieder, da zeigte sich, daß die nach dem ersten Versuche nicht entzündeten Hautpartien selbstverständlich unverändert waren, daß aber jene Anteile der Haut, die entzündet gewesen waren, nunmehr pigmentiert erschie-

nen. Nun belichtete er seinen Arm nochmals ohne besondere Vorbereitungen. Und nun stellte sich heraus, daß die pigmentierten Stellen sich nicht mehr entzündet hatten, es zeigte sich, daß das Pigment, welches durch die erste Belichtung entstanden war, die Haut vor der schädlichen Wirkung der zweiten Belichtung geschützt hatte. Durch diesen Versuch Finsens ist 1. die Frage beantwortet, daß das Licht ohne Mitwirkung von Wärmestrahlen imstande ist, Pigmentierung zu erzeugen, und es ist 2. nachgewiesen worden, daß das gebildete Pigment die Haut vor schädigenden Wirkungen der Belichtung zu schützen vermag.

Das Pigment wirkte in diesem Falle etwa wie ein Kleidungsstück, es verschluckte die chemischen Strahlen des Lichtes, bevor sie zu den empfindlichen Schichten der Haut zu gelangen vermochten. Ganz analog verhält es sich, wenn man etwa vor einer Gletscherpartie die Gesichtshaut mit irgendeiner lichtundurchlässigen Salbe bestreicht oder sich durch Schleier — am besten solcher von roter Farbe — zu schützen versucht.

Auf diese Funktion des Pigmentes der Menschen hat wohl zuerst Unna im Jahre 1885 hingewiesen; man hat ja auch die Pigmente der farbigen Menschenrassen in diesem Zusammenhange erklären wollen. Jedenfalls steht es fest, daß jene Völker, die einer exquisit starken Bestrahlung ausgesetzt sind, meist stark pigmentiert erscheinen und daß die Angehörigen der weißen Rassen unter ebensolchen Bedingungen ebenfalls Pigment bilden.

Ganz allgemein läßt es sich aber nicht sagen, daß im Tierreich intensive Belichtung mit stärkerer Pigmen-

tierung parallel gehen muß. Ich erinnere Sie da nur an die Farben vieler Wüstentiere.

Für den Menschen steht es jedenfalls fest, und zwar auch für solche derselben Rasse, daß die Fähigkeit der Farbstoffbildung im Lichte große individuelle Verschiedenheiten aufweist. Auf diese Verhältnisse hat besonders in letzter Zeit Rollier aufmerksam gemacht. Es ist dies der bekannte Arzt, der in seinen Sanatorien in der französischen Schweiz in Leysin so ganz ungeahnte Erfolge bei Behandlung von Gelenkstuberkulosen und ähnlichen tuberkulösen Affektionen durch das Licht erzielt hat. Rollier, der unter anderem uns auch gelehrt hat, die Belichtung langsam zu steigern, ohne daß es zur Entzündung der Haut kommt, macht nun ganz besonders darauf aufmerksam, wie verschieden stark die Pigmentierungsfähigkeit der einzelnen Organismen ist, und er hat auch gemeint, daß jene Kranken, die rascher abbrennen, auch eine gesteigerte Heilungstendenz besitzen.

Mit wenigen Worten möchte ich noch darauf hinweisen, daß die Bildung oder vielleicht besser gesagt, die Vollendung des Blattgrüns der Pflanzen ebenfalls in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle an gleichzeitige, wenn auch ganz schwache Belichtung geknüpft ist.

2. Pigmentwirkung.

Wir haben vorhin, meine Damen und Herren, eine Funktion der Pigmente kennen gelernt, die des Licht-

schutzes. Und es erhebt sich nun die Frage: Ist das alles, was die Pigmente können? Es ist doch eigentlich anzunehmen, daß Substanzen, die in so ungeheurer Menge und Vielfältigkeit bei fast allen belebten Wesen sich im Lichte finden, doch irgend etwas — wenn ich sagen darf — Aktives zu leisten haben, ganz abgesehen von irgendwelchen Beziehungen zum Sehakte, die außerhalb unserer Betrachtungen liegen. Es scheint, als wäre dies in der Tat der Fall. Ich muß Sie nun bitten, mir für kurze Zeit in das Gebiet der photographischen Technik zu folgen, da wir nunmehr einen neuen Begriff in unsere Betrachtungen einführen müssen, den der Sensibilisierung. Es ist dies ein Gebiet, dessen Ausbau insbesondere auf den grundlegenden Forschungen des Hofrates Eder in Wien basiert.

Es war einer der Hauptmängel der früheren photographischen Platten, daß sie sich nur für beschränkte Bezirke des Spektrums lichtempfindlich verhielten. Im Jahre 1873 entdeckte nun Vogel, daß verschiedene Farbstoffe imstande sind, die lichtempfindlichen Silber-salze, und um diese handelt es sich ja hier, auch für andere Strahlen (rot, orange, gelb) empfindlich zu machen. Vogel hat diese Farbstoffe als Sensibilisatoren — Empfindlichmacher — bezeichnet. Diese Entdeckung, der wir die orthochromatischen Platten verdanken, hat zu einer großen Umwälzung in der praktischen Photographie geführt.

Der Auffindung von photographischen Sensibilisatoren stellte sich später die Sensibilisierung lebender Wesen gegen das Licht durch Hermann von Tapppeiner an die Seite.

Gelegentlich einer Untersuchung über die Wirkung eines Farbstoffes, des salzsauren Akridins auf Aufgußtierchen hatte ein Schüler v. Tappeiners ganz verschiedene Resultate erhalten. Einmal blieben die Tiere in der betreffenden Lösung dieses Farbstoffes am Leben, ein anderes Mal starben sie sehr rasch, und zwischen diesen beiden Extremen fanden sich alle möglichen ganz inkonstanten Übergänge. Schließlich wurde erkannt, daß das Resultat davon abhing, ob Licht auf die Infusorien in der Farbstofflösung eingewirkt hatte oder nicht. Und da stellte es sich heraus, daß, wenn man die in Frage stehenden Infusorien, die sich in der Lösung des Farbstoffes befanden, dem Lichte aussetzte, sie rasch zugrunde gingen, während sie im Dunkeln am Leben blieben. Es war demnach gelungen, durch den Farbstoff die kleinen Lebewesen derartig gegen Licht empfindlich zu machen, daß sie einer Belichtung erlagen, einer Belichtung, die für normale Tiere dieser Art ganz unschädlich ist. Auf nähere Details kann ich hier leider nicht eingehen, ich möchte nur gleich auch bemerken, daß man durch derartige Farbstoffe nicht nur Infusorien, sondern alle möglichen Lebewesen, ja auch Warmblütler lichtempfindlich zu machen vermag.

Es lag nun die Frage nahe, wie sich die tierischen und pflanzlichen Farbstoffe in dieser Beziehung verhalten. Und da konnte ich nun feststellen, daß ein tierischer Farbstoff, das Hämatoporphyrin, zu den intensivsten optischen Sensibilisatoren gehört, die wir überhaupt kennen. Ich möchte mich hier darauf beschränken, Ihnen nur von der Wirkung dieses Farbstoffes auf Warm-

blütler zu berichten. Wenn man diesen Körper einer normalen Maus unter die Haut spritzt, so macht das dem Tier gar nichts, es lebt ruhig weiter, vorausgesetzt, daß man es im Dunkeln beläßt. Setzt man jedoch ein derartiges Tier den Sonnenstrahlen aus, so entwickelt sich rasch folgendes Krankheitsbild. Die Tiere kratzen sich heftig, wälzen sich am Boden des Gefäßes, sehr oft werden alle zugänglichen Körperteile wütend benagt. Nach wenigen Minuten röten sich die Ohren, ebenso auch die Schnauze. Die Tiere sind lichtscheu, oft verkleben die Augenlider, doch geht diese Erscheinung häufig sehr rasch zurück. Nach einiger Zeit werden die Tiere matt, manchmal tritt Atemnot auf und die Mäuse verenden. Vom Beginne der Belichtung bis zum Eintritte des „Lichttodes“ vergehen bei diesen akut verlaufenden Fällen der Belichtungs-krankheit in der Regel einige Stunden. Von Interesse ist, daß bei Tieren, die nach kurzer Belichtungsdauer einen schwer affizierten Eindruck machen, alle Symptome wie mit einem Schlage verschwinden, wenn man sie aus dem hellen Lichte ins Dunkle bringt. Natürlich gelingt dies nur, wenn die krankhaften Veränderungen nicht zu weit vorgeschritten sind.

Bei den nicht so stürmisch verlaufenden Fällen trat die ungemein starke Wassersucht der Haut bei den belichteten Tieren in den Vordergrund. Der Kopf erscheint mächtig gedunsen, der Nasenrücken ist stark gewölbt, die Augen liegen tief unter der Oberfläche, Brust-, Rücken- und Bauchhaut sind manchmal ganz ungemein stark geschwollen. Fig. 1 zeigt eine Maus, die nach der

Einverleibung von Haematoporphyrin im Dunkeln gehalten wurde. Sie macht einen ganz normalen Eindruck. Fig. 2 gibt dasselbe Tier wieder nach eintägigem Aufenthalte im zerstreuen Tageslicht. Man hat kaum mehr den Eindruck, als ob das ein Tier derselben Spezies



Fig. 1.



Fig. 2.

wäre. Auch wenn es gelingt, ein derartiges Tier am Leben zu erhalten, so fallen die Ohren des Tieres direkt ab und charakteristische haarlose Stellen treten auf.

Wie verhalten sich nun Pflanzenfarbstoffe? Insbesondere das Chlorophyll? Schon vor Jahren haben Becquerel sowie Eder nachgewiesen, daß man photographische Platten mittels Chlorophyll lichtempfindlich zu machen vermag. Später konnte ich zeigen, daß die Sensibilisierung lebender Wesen, wie wir eben beim Haematoporphyrin studiert hatten, auch durch Chlorophyll ohne weiters gelingt. Die Versuche sind ungemein einfach auszuführen. Man nimmt irgendein grünes Blatt

her, verreibt es mit Alkohol und bekommt so den grünen, wunderschön rot fluoreszierenden Auszug. Wenn man nun diese Flüssigkeit zu den oben besprochenen Aufgußtierchen zusetzt, so kann man sie im Licht in kürzester Zeit töten, während sie im Dunkeln am Leben bleiben. Und es hat sich ferner zeigen lassen, daß das bisher reinst vorliegende Präparat des Blattgrüns vielleicht der stärkste biologische Sensibilisator ist, den wir bisher überhaupt kennen gelernt haben.

Sie werden mich fragen: Das ist ja alles ganz schön und gut, aber was haben denn diese Versuche eigentlich mit der Wirkung des Lichtes auf belebte Wesen zu tun? Ich glaube Ihnen hierauf die Antwort nicht schuldig bleiben zu müssen.

Was zunächst die tierischen Lebewesen betrifft, so kann ich Ihnen allerdings nicht über ganz sichergestellte physiologische Daten berichten, wenn wir auch bei jeglicher Lichtwirkung auf den tierischen Körper von nun ab auf die Mitwirkung solcher photobiologischer Sensibilisatoren rechnen müssen.

Ganz sichergestellt aber scheint mir die Mitwirkung derartiger optischer Sensibilisatoren bei einer Reihe von Erkrankungen zu sein, wenn derartige Farbstoffe mit der Nahrung eingeführt wurden.

So ist schon seit langer Zeit in der landwirtschaftlichen und tierärztlichen Literatur darauf hingewiesen worden, daß Rinder, Schweine, Schafe etc., welche Buchweizenpflanzen (*Polygonum fagopyrum* s. *Fagopyrum esculentum*) oder Buchweizenkörner fressen,

unter ganz typischen Erscheinungen erkranken können, wenn sie den Sonnenstrahlen ausgesetzt werden, während diese Tiere im Dunkeln vollkommen gesund bleiben. Als exquisite Lichtkrankheit ist der Fagopyrismus besonders dadurch charakterisiert, daß er nur die nicht pigmentierten Tiere ergreift. Dunkel gefärbte Tiere bleiben verschont, bei den gefleckten Tieren ist der von den Autoren beobachtete Buchweizenausschlag nur auf die nicht pigmentierten Körperstellen lokalisiert, während die dunklen Hautstellen intakt bleiben. Auch die Verunreinigung weißer Hautstellen durch Staub und Schmutz genügt, um einen gewissen Schutz gegen die Lichtstrahlen bei Tieren zu gewähren, die Buchweizen gefressen haben. Zum Zustandekommen der Buchweizenkrankheit scheint eine relativ große Lichtintensität nötig zu sein. Der Aufenthalt im Freien bei trüber Witterung genügt nicht, um die Symptome entstehen zu lassen.

Von größtem Interesse ist es, daß die Buchweizenfütterung eine Lichtempfindlichkeit bedingt, die noch ziemlich lange nach dem Aussetzen dieser Nahrung anhält. Man hat die Krankheit noch 3 — 4 Wochen nach der letzten Verabreichung des Buchweizens sich ausbilden sehen, wenn die Tiere sich in der Zwischenzeit im dunklen Stalle befanden oder nur bei trübem Wetter die Weide begingen. Deshalb wird auch in der Regel einige Wochen vor dem Weidebeginn die Buchweizenfütterung von erfahrenen Landwirten eingestellt, denn nur so ist es mit Sicherheit möglich, die Tiere vor dieser Erkrankung zu bewahren.

Sehr wichtig ist auch eine Mitteilung Wymans, die Darwin mitteilt.

Wymann hatte auf seine an einige Farmer in Florida gerichtete Frage, woher es komme, daß alle ihre Schweine schwarz seien, die Antwort erhalten, daß die Schweine die Farbwurzel (*Lachnanthes*) fräßen, diese färbe ihre Knochen rosa und mache außer bei den schwarzen Varietäten derselben die Hufe abfallen; die Farmer wählen sogar nur die schwarzen Glieder eines Wurfes zum Aufziehen aus, weil sie allein Aussicht auf Gedeihen geben.

Ich brauche Ihnen kaum zu sagen, daß es sich in den beiden hier mitgeteilten Beobachtungen wohl um die oben erwähnten „Lichtüberträger“ gehandelt hat.

Und wie steht es mit der Bedeutung dieser Körper für die Pflanze?

Schon vor langer Zeit ist darauf hingewiesen worden, daß das Chlorophyll in der Pflanze nach Art eines Sensibilisators in der photographischen Technik wirkt (vgl. bes. Molisch). Mir persönlich scheint es wahrscheinlicher, daß das Blattgrün seine Wirksamkeit in der Pflanze in der Art eines photobiologischen Sensibilisators ausübt, wenn überhaupt ein Unterschied zwischen beiden Arten von Sensibilisatoren besteht.

Jedenfalls aber müßte sich die photodynamische Wirkung des Chlorophylls nur in ganz ungemein abgeschwächter Form im Chloroplasten der Pflanze abspielen, denn derart deletäre Wirkungen, wie etwa der alkoholische Chlorophyllextrakt im Reagenzglas bei Belichtung

auszuüben vermag, wären mit dem Ablaufe der normalen Lebensfunktionen der Pflanze völlig unvereinbar. Doch wäre es möglich, daß das Chlorophyll, welches im Chloroplasten seine giftigen Eigenschaften im Lichte nicht voll entfalten kann, hier Reizwirkungen ausübt, welche die photosynthetische Assimilation grüner Pflanzen auslösen. Es ist ja eine bekannte Tatsache, daß viele Gifte — und als ein solches müssen wir wohl das Chlorophyll im Lichte auffassen — in großer Verdünnung anregend und reizend zu wirken vermögen, während sie in größerer Konzentration töten können.

Daß übrigens auch das Licht an sich zerstören kann, das lehren die berühmten Untersuchungen Finsens, der es vermochte, die an sich sehr beträchtliche bakterientötende Wirkung des Lichtes durch geeignete Quarzsammellinsen derart zu konzentrieren, daß es gelingt, Bakterien innerhalb weniger Sekunden zu töten und hiedurch auch im erkrankten Gewebe, insbesondere bei Tuberkulose der Haut, die segensreichsten Wirkungen zu entfalten.

Es war mir, meine Damen und Herren, nur möglich, Ihnen einige Stichproben von dem zu geben, was das Licht vermag. Aber ich glaube, Sie haben auch aus diesen Ausführungen, die von dem, wenn ich so sagen darf, Standpunkte der Pigmentlehre aus gemacht waren, entnehmen können, welche große Bedeutung dem Lichte zukommt.

Von der Betrachtung der natürlichen Farbstoffe und ihrer Beziehungen zum Lichte ausgehend konnte ich Ihnen sagen, daß die Verwertung der Kohlensäure der Luft durch die grüne Pflanze nur im Lichte vor sich geht, ich konnte Ihnen mitteilen, daß eine Reihe von Krankheiten durch das Licht zustande kommen, und ich habe weiter Ihnen zum Schluß andeuten können, daß die bakterientötende Wirkung des Lichtes zu den für uns vielleicht segensreichsten Wirkungen des Lichtes gehört.

Eine viel größere Menge aber hochinteressanter Probleme, wie etwa der Einfluß des Lichtes auf Wachstum der Pflanzen, auf Bewegung von Lebewesen und vieles andere habe ich Ihnen nicht mitteilen können, denn es würde vieler Stunden bedürfen, um Ihnen einen Überblick über das neue Wissensgebiet zu geben, auf dem jeder Tag uns neue Errungenschaften bringt, einen Überblick über das neue Wissensgebiet der Lichtbiologie.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: [54](#)

Autor(en)/Author(s): Hausmann Walther

Artikel/Article: [Über die Wirkung des Lichtes auf belebte Wesen. 1-24](#)