

Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Thiere

Bd.: 11. 1875

Bonn 1875

Anat. 38 o-11

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11312820-5

(Physiologisches Laboratorium in Bonn.)

Ueber die Phosphorescenz verwesender Organismen.

Von

E. Pflüger.

In meiner Abhandlung über die thierische Phosphorescenz der lebendigen Organismen¹⁾ hatte ich darauf hingewiesen, dass die Leuchtmaterie verwesender Organismen in ihrem Gesamtverhalten so sehr mit der der lebendigen Geschöpfe übereinstimme, um die Vermuthung zu rechtfertigen, dass es sich auch hier um Licht lebendiger Organismen handle, die auf todtten schmarotzen. Ich habe nun den Gegenstand etwas genauer untersucht und erlaube mir die Ergebnisse mitzutheilen.

Der geeignetste Ausgangspunkt schien mir die Phosphorescenz der todtten Seefische, obwohl für mich in Bonn die Schwierigkeit vorhanden ist, dass man diese Fische bei wärmerer Temperatur nicht kaufen kann.

Die wichtigsten und für die Phosphorescenz der todtten Fische charakteristischen Thatsachen sind folgende:

Der Fisch leuchtet niemals wenn er absolut frisch ist. Es ist bereits von Réaumur hervorgehoben worden²⁾, dass die Phosphorescenz sich erst mit beginnender Fäulniss einstelle; nie sollen die Fische am ersten Abend leuchten³⁾; am zweiten aber fangen gewöhnlich die Augen zuerst zu leuchten an, und diess dehnt sich

1) E. Pflüger, Die Phosphorescenz der lebendigen Organismen und ihre Bedeutung für die Principien der Respiration. Archiv für die ges. Physiologie. Bd. 10. pag. 275.

2) Réaumur in Mém. de l'academ. de Paris 1723, pag. 198. 287. — Ehrenberg, Das Leuchten des Meeres in Abhandlungen der Akademie der Wissensch. zu Berlin. 1834, p. 423.

3) Martin, Schwed. Abhandl. XXIII. 224 u. Plac. Heinrich, Phosphorescenz. Nürnberg 1820, pag. 365.

allmählig über das ganze Thier aus. Ich kann diess aus eigener Erfahrung bestätigen. Um das Phänomen gut zu beobachten, verfährt man so, dass man einen frischen Schellfisch in eine Schaale mit etwas ihn bespülender Seesalzlösung von 3 % einlegt und ruhig in einen kühlen Keller stellt. Er wird zuverlässig und ausnahmslos von Abend zu Abend immer stärker leuchten. Wie lange das Leuchten anhält, hängt von der Temperatur ab, welche die stinkende Fäulniss hervorruft, da das Leuchten in dem Maasse abnimmt, als diese sich stärker ausbildet. Ich kann hierin also nur die Angaben aller anderen Forscher bestätigen, wie die von Hulme¹⁾ Plac. Heinrich²⁾ u. s. w.

Nichts desto weniger will ich doch hervorheben, dass die Fische noch recht schön leuchten können, wenn der Geruch, der von ihnen kommt, bereits einen beträchtlichen Grad von Fäulniss anzeigt.

Wenn man einen solchen stark phosphorescirenden Fisch in der Dunkelheit betrachtet, so sieht er ganz transparent aus, als ob er durch und durch aus leuchtender Materie bestehe. Diess ist aber keineswegs der Fall. Denn sobald man mit einem Messer die leuchtende Oberfläche hinreichend gut abkratzt, kömmt man auf dunkelen Grund an allen Stellen. Es leuchten mit einem Worte nur die Oberflächen, welche mit der Luft in Berührung stehen. Da wo der Fisch fest auf einer nicht porösen Unterlage aufliegt, leuchtet er durchaus nicht, wovon man sich jederzeit schön überzeugt, wenn der Fisch in einem Becherglase z. B. aufbewahrt worden ist. Ueberall da, wo seine Haut dem Glase ganz prall längere Zeit angelegen hat, sodass die Luft abgeschlossen war, erscheint er dunkel. Bereits Martin hat dies beobachtet³⁾. Wenn man also einen leuchtenden Fisch durchschneidet, so phosphoresciren die Schnittflächen nicht, wohl aber beginnt jede Schnittfläche im Laufe einiger Stunden zu leuchten⁴⁾. So erzählt Pl. Heinrich folgenden in vielfacher Beziehung interessanten Fall aus seiner eigenen Erfahrung. Einmal wurde das Gerippe eines bei der Tafel aufgezehrten Fisches sammt den noch anklebenden Ueberbleibseln in die Küche zurück-

1) Hulme, übersetzt in Gilbert's Annalen XII, 192 u. 292.

2) Plac. Heinrich, Ueber die Phosphorescenz der Körper. Nürnberg 1820, pag. 371.

3) Martin in Gilbert's Annal. XII, p. 129 u. 292, u. Plac. Heinrich a, a. O. p. 367.

4) Pl. Heinrich a. a. O. p. 368.

gebracht, wo er zu Nachts stehen blieb. Als man die Lichter wegschaffte, verbreitete das Gerippe so einen Schimmer, dass es allgemeinen Aufsehen erregte. Da nun nach den Erfahrungen von Hulme das Sieden der Fische die Lichtentwicklung für immer vernichtet, so hebt Pl. Heinrich offenbar richtig hervor, dass derlei Fische bei der Zubereitung im Wasser nie zum Sieden erhitzt werden, damit sie nicht zerfallen. Da nun der betreffende Kabliau merklich dick war, so konnte die eventuell vorhandene Siedhitze bei Weitem nicht ins Innerste dringen, weshalb Heinrich glaubt, dass »der Leuchtstoff, der am Gerippe haftete, nicht zerstört worden sei«¹⁾.

Betrachtet man irgend eine leuchtend gewordene Oberfläche bei Tageslicht genauer, so ist sie immer mit einer trübweisslichen »Schleim«-Schicht überzogen, welche zuweilen eine beträchtliche, d. h. 2—4 Mm. Dicke besitzen kann. Es ist aber darum nicht gesagt, dass, wenn man diesen Schleim möglichst abgeschabt, der Grund gar nicht mehr leuchte, obwohl diess allerdings der gewöhnliche Fall ist. Es kommt vor, dass man noch Schichten des festen Grundes abtragen muss, um auf dunkle Masse zu stossen.

Gleichwohl ist es dieser »Schleim« oder doch Bestandtheile desselben, welche die Fähigkeit der Phosphorescenz besitzen.

Die wichtigste Thatsache ist nun, dass dieses Leuchten an die Gegenwart des Sauerstoffs gebunden ist, worauf obige Bemerkungen bereits hinweisen.

Scherer und Osiander haben an leuchtenden Schellfischen experimentirt und gelangten ebenfalls zu dem Resultate, dass der Leuchtprocess mit der atmosphärischen Luft in genauer Beziehung stehe²⁾. Gärtner³⁾ spricht in demselben Jahre auf Grund seiner Untersuchungen seine Ansicht dahin aus, dass das Leuchten des faulen Holzes und der faulen Fische mit dem animalischen Respirationprocess Aehnlichkeit habe.

Robert Boyle⁴⁾ brachte leuchtende Fische unter die Luft-

1) Pl. Heinrich, a. a. O. p. 369.

2) Scherer's Journal der Chemie 1799, p. 589.

3) Bemerkungen und Versuche über das leuchtende faule Holz von Herrn D. Carl Friedrich Gärtner in Calw, in Scherer's allgemeinem Journal Bd. III, p. 27.

4) Bericht über Boyle's Versuche aus den Philosophical Transactions Bd. II, 1667 in D. Lorenz Crell's Chem. Archiv. Bd. I, p. 15 (1783).

pumpe und zeigte, dass das Licht im Vacuum verschwindet und bei Zutritt der Luft wieder erscheint. Sogar dann, wenn die leuchtenden Fische im Vacuum ihr Licht verloren hatten und 24—43 Stunden darin blieben, erhielten sie das Licht beim Contact mit der atmosphärischen Luft wieder. Aehnliche Versuche, die im Wesentlichen zu denselben Ergebnissen führten, sind dann noch von Hulme und Placidus Heinrich ausgeführt worden¹⁾.

Ich habe mich auch durch besondere Versuche von der Abhängigkeit der Phosphorescenz vom Sauerstoff in einer Weise überzeugt, die ich sogleich mittheilen will, weil sie in mancher Beziehung lehrreich ist.

Ich nahm also in ein Reagensglas das stark leuchtende Salzwasser, in dem ein phosphorescirender Fisch lag, und bemerkte, zu meinem Erstaunen, dass das Leuchten im Laufe von einigen Secunden da im Innern des Reagensglases erlosch, wo von aussen meine warme Hand anlag. Ausserordentlich schnell, d. h. im Laufe von etwa einer Minute, wird kaltes leuchtendes Wasser dunkel, wenn man das Reagensglas ganz mit der Hand umfasst und es so erwärmt. Nur die Oberfläche der Flüssigkeit leuchtet immer. Man sieht also, dass bei etwas höherer Temperatur der Sauerstoffverbrauch sich so rasch vollzieht, dass die Diffusionsgeschwindigkeit des Sauerstoffs nicht ausreicht, um die tieferen Schichten der Flüssigkeit zu erreichen, weil er auf seinem Wege dahin verzehrt wird. Erschütterte man das Reagensglas, so dass die Oberfläche Wellen schlägt, so dringt der Sauerstoff etwas tiefer. Schüttelt man stärker, so erreicht das Licht endlich wieder den Boden, um bald allmählig wieder zu verschwinden, um so schneller, je höher die Temperatur ist.

Nun brachte ich einen Draht in die Flüssigkeit und rührte, als sie vollkommen dunkel geworden war, um, so aber, dass ich dadurch keine Luft hineinführte, weshalb ich den Theil des Drahtes, der in der Flüssigkeit war, die Oberfläche eines Kegels beschreiben liess, dessen Spitze da lag, wo der Draht mit dem freien Niveau der leuchtenden Lösung zusammentraf. Dieses Rühren hatte nun gar keinen Einfluss auf das Licht. Das Innere der Flüssigkeit blieb dunkel. Wenn ich aber den Draht aus der Flüssigkeit heraus zog und einige Zeit frei an der Luft hielt, so dass die ihn benetzende

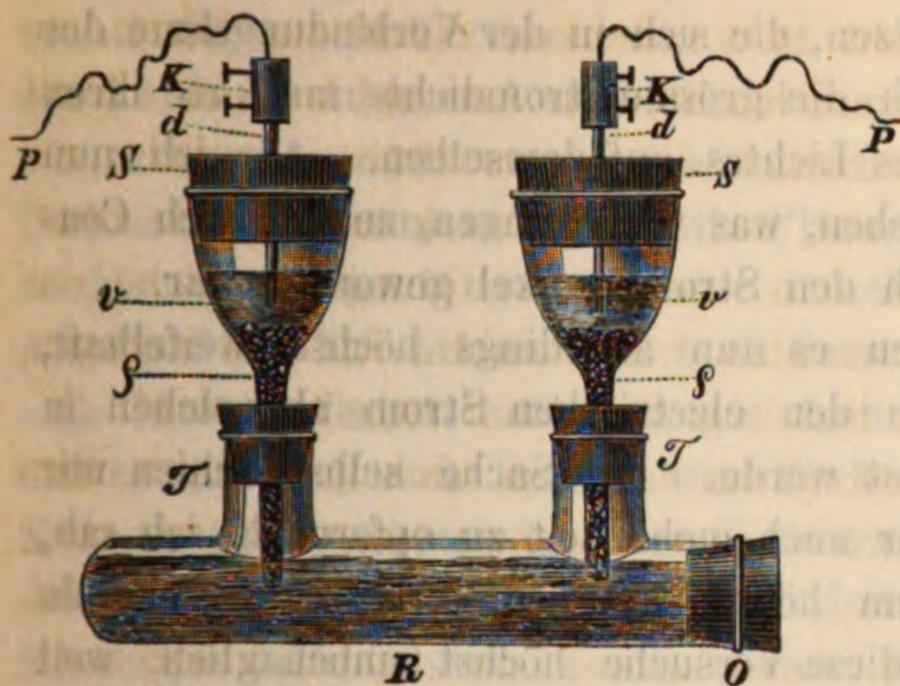
1) Pl. Heinrich, a. a. O. pag. 390. 391.

Flüssigkeit sich wieder mit Sauerstoff sättigen konnte, und ich nun aufs Neue diesen Draht in die dunkle Salzlösung führte, so umgab sich derselbe mit einer leuchtenden Atmosphäre, die schnell wieder verschwand, weil natürlich die Sauerstoffmenge, welche am Drahte eingeführt worden war, nur gering sein konnte. Diess überzeugte mich also zunächst, dass die Erschütterungen, welche das Leuchten des Wassers hervorrufen, diess zunächst dadurch erzeugen, dass der sich oxydirenden Substanz Sauerstoff zugeführt wird.

Von dem Sauerstoffverbrauche habe ich mich noch durch einen andern Versuch vergewissert. Ein Hämatinometer wurde mit einer so verdünnten Lösung von krystallisirtem Hämoglobin gefüllt, dass bei spectroscopischer Untersuchung die beiden Absorptionsbänder des Oxyhämoglobins als deutliche schwarze Streifen erschienen. Darauf wurden einige Cubikcentimeter leuchtendes Salzwasser hinzugegeben und das Ganze in der Brütmaschine einige Minuten erwärmt. Die Oxyhämoglobinstreifen waren total verschwunden und das Stokes'sche Reductionsband vorhanden. Als ich dann ein wenig schüttelte, waren auch die beiden Absorptionsbänder des Oxyhämoglobins aufs Neue zurückgekehrt. Die Wärme allein bringt in Oxyhämoglobinlösungen den Sauerstoff bekanntlich erst nach sehr langer Zeit zum Verschwinden.

Nachdem ich durch die beschriebenen Versuche mich überzeugt hatte, dass ungemein kleine Sauerstoffmengen ausreichen, um, in leuchtfähiges Wasser gebracht, eine Lichtverstärkung zu erzielen und wie jeder feste oder auch flüssige Körper eine Phosphorescenz dadurch anregt, dass er dem Wasser Sauerstoff zuführt, wurden mir die Versuche verdächtig, durch welche Pfaff und Andere mit Hülfe des electricen Stromes Seewasser leuchtend gemacht haben. Denn da am positiven Metallpole Sauerstoff entwickelt wird, begreift sich das Leuchten wohl. Die Versuche müssen also mit unpolarisirbaren Electroden angestellt werden. Ich verfuhr also folgendermassen:

Eine Glasröhre R besass zwei seitliche Tubuli (TT), in welche gute Korkstopfen wasserdicht passten. Jeder Korkstopfen bei T war von dem Rohre des Trichterchens V durchbohrt. Die Trichterröhre ρ war ganz mit Thon ausgestopft, der mit künstlicher Seesalzlösung angeknetet war. Die Trichter (VV) wurden mit concentrirter Lösung von Zinksulfat gefüllt. Diese Trichterchen (VV) waren oben durch die Korkstopfen (SS) geschlossen und jeder Kork-



stopfen von dem amalgamirten mit Klemme (KK) versehenen Zinkdrahte (d d) durchbohrt. Das Leuchtwasser erfüllte das Rohr R, welches bei O zugestopft war. Durch PP wurde der Voltaische Strom unter Vermittlung eines Commutators zugeführt. Die Schliessung und Oeffnung des Kreises geschah mit Hülfe eines

Quecksilbernäpfchens, in welches die Zuleitungsdrähte tauchten.

Wiederholt habe ich den Versuch mit 1 bis 8 Elementen (kleine Grove's) angestellt. Nicht eine Spur von Wirkung sah ich. Es schien mir nur, als würde das Leuchtwasser schneller dunkel; in einer solchen Röhre dunkelt es fortwährend auch ohne Strom, weshalb es gut ist, den Versuch so anzustellen, dass in der horizontal gehaltenen Röhre über dem Wasser eine Luftschicht ist.

Die Schläge des Magnetelectromotors ergaben auch kein positives Resultat.

Nun wollte ich mich mit polarisirbaren Electroden überzeugen, die aus Platindrähten bestanden. Ich goss Leuchtwasser auf den Tisch aus in sehr dünner Schicht und berührte mit beiden Polen dasselbe, um einen Strom von einem Grove zuzuführen. Rings um beide Platinpole erschienen heller leuchtende kreisförmige Zonen. Darauf entfernte ich die Batterie und tauchte die Spitze eines einzelnen Platindrahtes, der also mit gar keiner electricen Vorrichtung in Verbindung stand, in das Leuchtwasser auf dem Tisch. Der Umkreis der Spitze leuchtete jetzt auch, und zwar andauernd, obwohl ich den Draht ruhend hielt. Auch ein einziger Kupferdraht that dasselbe.

Es muss dieses Leuchten wohl durch eine Begünstigung der Diffusion des Sauerstoffs bedingt sein, den die Drahtoberfläche condensirt und vielleicht an der Benetzungsstelle mit der Flüssigkeit wieder abgiebt. Ich weiss wenigstens keine bessere Erklärung.

Ich nahm nun den Strom stärker. Sofort erschienen schwarze Zonen um die Platinpolspitzen, die sich in der Verbindungslinie der beiden Pole fortsetzten, d. h. die grösste Stromdichte markirte ihren Weg durch Verlöschung des Lichtes auf demselben. Als ich nun Licht ansteckte, um zuzusehen, was vorgegangen, zeigten sich Coagulate überall, wo es durch den Strom dunkel geworden war.

Diese Versuche machen es nun allerdings höchst zweifelhaft, dass dieses Leuchten durch den electricischen Strom als solchen in erheblicher Weise beeinflusst werde. Die Sache selbst schien mir nicht wichtig genug, um ihr noch mehr Zeit zu opfern, da ich sah, dass es sich schliesslich um höchst delicate Verhältnisse handeln dürfte. Ausserdem sind diese Versuche höchst unbehaglich, weil man sie in absoluter Finsterniss anstellen muss, da das phosphorische Wasser nicht stark genug leuchtet, um die einzelnen Apparate erkennen zu können.

Eine eigenthümliche Erfahrung, welche ich machte, möge hier noch eine Stelle finden. Ich hatte in einem Becherglase Leuchtwasser, das aber nicht durchsichtig war, wie man sich bei Tageslicht oder Lampenlicht überzeugen konnte. Ich steckte nun, ohne die Richtung des Stromes zu kennen, zwei Platindrähte, die als Pole der Volta'schen Batterie dienten, in das Leuchtwasser und zog sie, da ich nichts Auffallendes bemerkte, wieder heraus. Einer der Poldrähte leuchtete nun und war mit schaumiger trüber Leuchtmasse bedeckt, der andere Poldraht war dunkel und blank. Ich drehte den Strom mit dem Pohl'schen Gyrotropen um. Sofort wurde der vorher finstre Pol leuchtend und es hatte sich schaumige Leuchtmaterie auf ihm dick festgesetzt, während der andere Pol seine Leuchtmaterie fast ganz verloren hatte. Bei öfterer Wiederholung immer derselbe Effect. Ich zündete nun Licht an und sah zu meinem Erstaunen, dass der Pol, welcher mit Leuchtmaterie bedeckt, die Kathode war, während der Sauerstoffpol, weil er blank blieb, also frei von Leuchtmaterie, dunkel erschien. Die kleinen Partikelchen der Flüssigkeit müssen also in der Richtung des Stromes zum negativen Pole getrieben werden, um sich an ihm anzuhängen und die Wasserstoffentwicklung bringt offenbar hinreichende Bewegung hervor, um den Zutritt von soviel Sauerstoff zu ermöglichen, um entschiedenes Leuchten zu vermitteln, wozu nur sehr wenig Sauerstoff nothwendig ist. Denn ich habe gesehen, dass ein ganz mit dunklem Leuchtwasser erfülltes und zugekorktes Reagens-

glas in seiner ganzen Masse plötzlich leuchtend gemacht werden konnte durch eine Luftblase von etwa 1—2 Mm. Durchmesser. Als das Licht bei ruhigem Stehen des Glases nach einigen Augenblicken wieder verschwunden war und ich durch Umkehren des Glases das Luftbläschen nochmals durch die Flüssigkeit aufsteigen liess, bezeichnete es seinen Weg durch eine denselben umgebende leuchtende Atmosphäre. Es enthielt also noch Sauerstoff. Als ich den Versuch öfter wiederholt hatte, erregte dann die Blase kein Licht mehr und es entstand auch keines, wie stark ich auch durch Klopfen u. s. w. die Flüssigkeit in ihrem Innern erschüttern mochte.

Diese Thatsachen weisen also auf eine wegen der so geringen Menge der festen Substanz mit grosser Energie sich oxydirenden Materie hin, von der es mir, wie ich bereits früher aussprach, wahrscheinlich war, dass sie lebendig sei.

Siedehitze zerstört das Leuchten unwiederbringlich ¹⁾; Gefrieren bewirkt Erlöschen; nach Hulme kehrt es beim Aufthauen wieder; andere Beobachter wie Michaelis ²⁾ sagen, dass einmal gefrorenes Wasser nie wieder leuchte. Wahrscheinlich ist Beides richtig, wie bei dem lebendigen ausgeschnittenen Muskel, der unter Beachtung gewisser Vorsichtsmaassregeln einfrieren und wieder aufthauen kann, ohne dass seine Erregbarkeit vernichtet wird.

Was die chemischen Einwirkungen betrifft, welche die Leuchtsubstanz sofort vernichten, so fand ich, dass die Mineralsäuren, nämlich Chlorwasserstoff, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Salpetersäure, ferner die ätzenden Alkalien, wie Kaliumhydroxydlauge, Ammoniaklösung u. s. w. das Licht im Moment vernichten.

Hulme hebt den vernichtenden Einfluss aller mineralischen und vegetabilischen Säuren mit Einschluss des Schwefelwasserstoffs hervor, ferner der ätzenden alkalischen Erden, wie des Aetzkalkes und verdorbener thierischer Stoffe.

Das Leuchten wurde befördert durch verdünnte Lösungen von neutralen Salzen der Alkalien, wie Chlornatrium, schwefelsaures Natron, phosphorsaures Natron, salpetersaures Kali, von denen es bekannt ist, dass sie der lebendigen Zellsubstanz nicht schädlich

1) Hulme in Gilbert's Annal. XII. 129 u. 292 u. Plac. Heinrich a. a. O. p. 367.

2) G. A. Michaelis, Ueber das Leuchten der Ostsee nach eigenen Beobachtungen etc. Hamburg 1830. p. 35.

sind; auch Lösungen von Zucker und Honig wirken nach Hulme günstig, ebenso nach meinen Erfahrungen Eiweiss.

Dahingegen zerstören die Salze der schweren Metalle, von denen es bekannt ist, dass sie Eiweiss coaguliren und das Leben vernichten, das Leuchten; so fand ich es für Quecksilberchlorid, Bleiacetat und Silbernitrat.

Ich prüfte ferner mit denjenigen Reagentien, welche Gährungen und Fäulniss vernichten durch Tödtung der lebendigen Fermente. Alkohol macht das leuchtende Wasser augenblicklich dunkel, ebenso einige Tropfen einer Lösung von Carbonsäure. Chinin wirkte in sehr verdünnter Lösung sehr energisch auf die Intensität der Lichtentwicklung, so dass die Phosphorescenz im Laufe von 15—30 Minuten nur noch kaum zu erkennen war. Auch Strychnin schwächte die Lichtentwicklung, obwohl viel weniger als Chinin. Recht kräftig wirkt auch die Blausäure. Ich bediente mich der officinellen 2procentigen Lösung. Eigenthümlich bei der Wirkung der Blausäure ist die starke Schwächung des Lichtes und trotzdem das lange Andauern desselben. Schütteln mit Luft verstärkt das Leuchten des mit Blausäure versetzten phosphorescirenden Wassers sehr wenig.

Da concentrirte Salzlösungen Fermente unwirksam machen, so ist es interessant, dass man auf diese Weise, wie bereits Hulme festgestellt hat, das Leuchten aufheben kann. Ein gleiches berichtete schon Canton¹⁾. Doch scheint bei nicht zu langer Einwirkung der concentrirten Salzlösung das Ferment nicht zerstört zu werden, da bei hinreichendem Verdünnen das Leuchten wieder erscheint.

Wenn man alle diese Thatsachen übersieht mit Rücksicht auf diejenigen Umstände, welche das Leuchten begünstigen oder vernichten resp. beeinträchtigen, so liegt die Vermuthung nahe, dass das Leuchtende lebendige Materie sei, wie ich das bereits früher ausgesprochen habe.

Ich kann deshalb nicht umhin auf eine merkwürdige Aeusserung aufmerksam zu machen, welche der scharfsinnige Prof. C. H. Pfaff in seiner Vorrede zu Michaelis' Schrift »Ueber das Leuchten der Ostsee« bereits (p. 6) 1830 gethan hat.

»Worin liegt jene unbekannte Kraft, durch welche gerade das

1) Canton, Experiments to prove that the Luminousness of the Sea arises from the Putrefaction of its animal substances. Philosophical Transactions Vol. 59. p. 448.

gesalzene Meer eine so grosse Menge von Thieren zu so reichen Quellen des Lichtes macht? Die Beantwortung dieser interessanten Frage hängt ohne allen Zweifel aufs innigste mit einer näheren Erforschung der Producte der fortschreitenden Fäulniss der Seethiere, namentlich der Seefische, die bekanntlich sich eben dadurch wesentlich von den Landthieren und den gewöhnlichen Süswasserfischen unterscheiden, dass jene auf einer gewissen Stufe ihrer allmählichen Zersetzung durch Fäulniss eine starke Phosphorescenz zeigen, die an den letzteren nicht zum Vorschein kommt. Aber eben mit Fäulniss ist überall in der organischen Schöpfung Entstehung von Infusorien innig verbunden. Hier ist also noch ein wichtiges Glied für die Theorie der Phosphorescenz in der organischen Welt zu ergänzen«.

Auch Michaelis selbst kommt zu der Ueberzeugung, dass das Leuchten des Meerwassers — abgesehen von den grossen Leuchtthieren — im genauen Verhältniss zur Menge der Infusorien steht, welche sich im Wasser finden¹⁾. Er erklärt ferner²⁾, es sei ihm sehr wahrscheinlich, dass die leuchtenden Infusorien grossentheils ihren Ursprung faulenden Substanzen verdanken, da sie nirgends häufiger sind, als gerade da, wie im Fischerlegger bei Kiel und im kleinen Kiel, wo faulende animalische und vegetabilische Dinge sich in Menge finden, weiter hinaus in der See aber offenbar seltner werden. Sobald aber die Gährung bei heissem stillen Wetter »faulicht« werde und ein übler Geruch von Schwefelwasserstoff sich entwickle, verschwinde durch Tödtung der kleinen Organismen das Leuchten auf einige Zeit.

Sehr scharfsinnig sagt Michaelis: »Die Reaction, welche durch die Wärme, Electricität, mechanische und chemische Einwirkung hervorgerufen wird, ist nämlich immer ein und dieselbe, allein dem Grade und der Dauer nach verschieden. Sie hat also hierin durchaus den Charakter einer thierischen Reaction, dass nämlich bei der grössten Mannigfaltigkeit der Reize eine einfache constante Rückwirkung erfolgt, die allein durch das Gesetz des thierischen Organismus, nicht durch chemische Verwandtschaften u. s. w. bedingt erscheint. Aber auch darin zeigt sich der thierische Ursprung der Erscheinung, dass die Gifte, die dem Leben allenthalben feind-

1) Michaelis, Leuchten der Ostsee. p. 32.

2) Michaelis a. a. O. p. 33.

lich sind, ganz besonders schnell und kräftig die Reaction hervorrufen, und danach fast augenblicklich zerstörend wirken«¹⁾.

Als Michaelis sich mit der Leuchtsubstanz der todten Fische beschäftigte und Hulme's Versuche wiederholte, gelangte er wegen des ganz identischen Verhaltens dieser Materie mit der Leuchtsubstanz des Meerwassers zuerst auch zu der Ansicht, »es möchten sich Thierchen in der Substanz der Fische, die immer Feuchtigkeit genug zu ihrer Erhaltung hat, oder in dem Salzwasser, in welches das Fleisch getaucht wird, bilden«²⁾.

Michaelis untersuchte nun die Leuchtmaterie der todten Fische mikroskopisch, konnte aber keine Spur von Thieren entdecken. »Die leuchtende Masse erschien zum Theil feinkörnig, zum Theil in kleinen Tropfen, die sich auf den Grund des Wassers senkten, und die ich ihrem Ansehen nach für Tröpfchen von Fett halten möchte, welcher Annahme jedoch ihre specifische Schwere widerspricht«³⁾. Sodann warnt ihn der Umstand, auch bei dem leuchtenden Schleim todter Fische lebende Organismen als Ursache des Leuchtens anzunehmen, dass gerade »die trockne Oberfläche des Fisches allein leuchtet und dass nach Hulme Lösung von neutralen Alkalisalzen von 12 % das Leuchten noch nicht vernichten«⁴⁾.

Die Frage scheint ihm aber noch nicht erledigt und er bezeichnet sie weiterer Untersuchung werth.

Als ich im Werke von Placidus Heinrich⁵⁾ die von mir⁶⁾ in meiner früheren Abhandlung bereits erwähnte Thatsache kennen lernte, dass in der Fleischbank zu Padua zur Osterzeit 1592 leuchtendes Lammfleisch beobachtet wurde, dass ein damit in Berührung stehendes Stück Bockfleisch gleichfalls leuchtete, dass der Glanz silberweiss gerade wie der leuchtende Fischschleim sei, dass das Licht nicht bloss auf dem Fleisch, sondern auch auf dem Fett zu beobachten war, dass ferner alle Beobachter angeben, es sei die leuchtende Stelle immer mit einem Schleime überzogen, der sich leuchtend an die Finger hänge, wenn man ihn berühre, zweifelte

1) Michaelis, Leuchten der Ostsee. p. 34.

2) Michaelis a. a. O. p. 43.

3) Michaelis, Leuchten der Ostsee. p. 44.

4) Michaelis a. a. O. p. 43.

5) Pl. Heinrich, Phosphorescenz. p. 382.

6) E. Pflüger a. a. O. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. X. p. 292.

ich kaum mehr, dass die leuchtende Materie einen lebendigen, deshalb von einem eiweissreichen Gewebe auf ein anderes übertragbaren und hier weiter wachsenden Organismus darstelle. Ich schritt deshalb dazu, durch Experimente die Keime von Seefischen auf Süßwasserfische zu übertragen.

Zu dem Ende ist es wichtig zu betonen, dass mit Salzlösung befeuchtete Süßwasserfische im Allgemeinen keine Phosphorescenz zeigen, so dass die wenigen beobachteten Fälle wohl nur auf einer stattgehabten Infection beruhen.

Canton¹⁾ stellte sich künstliches Seewasser her, dessen spezifisches Gewicht gleich dem des natürlichen gemacht wurde. Verschiedene Flussfische wie der Weissfisch, Karpfe, Schleihe, Aal u. s. w. wurden in künstliches Seewasser gelegt, und so der Fäulniss überlassen. Aber es entstand kein bemerkbares Licht. Nur ein Stück Karpfen machte das Wasser sehr leuchtend, obwohl die Oberfläche des Fisches nicht im geringsten phosphorescirte²⁾.

Sehr eingehende Untersuchungen über das Leuchten der Süßwasserfische sind von Placidus Heinrich angestellt.

Er sagt, dass wenn man unsere Zeitschriften, vorzüglich die oberflächliche Sammlung unterhaltender Versuche eines J. B. Porta etc. durchblättere, man glauben solle, dass Nichts zuverlässiger sei, Nichts leichter darzustellen, als die Phosphorescenz der inländischen Fische. Eine schwache Auflösung von Kochsalz oder eine künstliche Nachahmung des Meerwassers sei alles, was man dazu fordere. Lege man aber selbst Hand an, so sehe man sich häufig getäuscht, in dem unter **hundert** Versuchen kaum **Einer** nach Wunsch gelingt und der zu oft wiederholte Satz: *pisces sale conditi lucent* finde sich durch die Erfahrung widerlegt. Er polemisiert gegen *Dessaignes*, der das Leuchten der Süßwasserfische durch Salzzusatz als eine gewöhnliche Erscheinung bezeichnet hat³⁾.

Placidus Heinrich untersuchte:

Muraena Anguilla, den Aal,

Gadus Lota, die Rutte,

1) John Canton, Experiments to prove that the luminousness of the Sea arises from the Putrefaction of its Animal Substances. Philosophical Transactions. Vol. 59. p. 446. 1769.

2) Canton a. a. O. p. 448. Anmerkung.

3) Placidus Heinrich, Phosphorescenz. p. 378.

Perca fluviatilis, den Barsch,
Perca Lucioperca, den Schiel,
Silurus Glanis, den Wels,
Salmo Fario, die Forelle,
Esox Lucius, den Hecht,
Cyprinus Barbus, die Barbe,
Cyprinus Carpio, den Karpfen,
Cyprinus Tinca, die Schleie,
Cyprinus Alburnus, den Weissfisch¹⁾.

Pl. Heinrich berücksichtigte zur Erzeugung der Phosphoreszenz die Temperatur, die Feuchtigkeit der Fischhaut, benutzte verschiedene Salzlösungen von verschiedenster Concentration und machte zahllose Combinationen und Abänderungen der Versuche.

Aber nur einmal gelang es ihm einen Hecht zur Phosphorescenz zu bringen. Nachdem derselbe am 13. Dec. 1814 Nachmittags geschlachtet, wurde er ausgenommen, mit frischem Wasser abgewaschen, seiner Schuppen beraubt, dann mit Kochsalz kräftig in- und auswendig eingerieben und so in einen Speisebehälter von 12° Temperatur auf einer flachen Schüssel hingelegt. Den 14. Abends leuchtete er schon, den 15. noch schöner, am 16. und 17. Abends stand er in seiner schönsten Lichtperiode. Er übertraf an Helligkeit sogar einen von Heinrich beobachteten Schellfisch. Das Licht war weisslich, ruhiger glänzend, erstreckte sich vom Kopf bis zum Schweif durch alle Theile. Der Hecht schwitzte (!) und eine schleimige Feuchtigkeit lagerte sich auf der ganzen Oberfläche, die man mit den Nägeln der Finger wegwischen und womit man die ganze Hand schön leuchtend machen konnte. Hierbei war der Fisch noch gut und äusserte keine Spur von Fäulniss. Zwar steht auch hier wieder wie in fast allen Fällen die Erwähnung des schleimigen Ueberzuges, von dem Heinrich meint, dass er aus dem Fische »ausgeschwitzt« sei. Später wiederholte Heinrich denselben Versuch, aber ohne allen Erfolg²⁾.

Ausserdem beobachtete derselbe Forscher nur noch einmal bei einem sehr grossen 40 Pfund schweren Wels (*Silurus Glanis*), der auch mit Salz eingerieben worden war, ein spurweises, kaum bemerkbares Leuchten.

1) Placidus Heinrich a. a. O. p. 388.

2) Placidus Heinrich a. a. O. p. 380.

»Dieses ist uun der ganze Erfolg meiner vielen Bemühungen«, klagt Heinrich. »Aus mehr als dreissig Proben gelang eine einzige vollständig, eine andere kaum zur Hälfte, alle übrigen ganz und gar nicht«.

Die Versuche Canton's und Heinrich's zeigen also, dass Süsswasserfische nur ausnahmsweise leuchten, wobei das bemerkenswerth ist, dass es gar nicht immer dieselben Süsswasserfische sind, welche diese Ausnahme machen, sondern jeder beliebige Süsswasserfisch scheint unter Umständen leuchtend werden zu können. Denn Pl. Heinrich beobachtete das Leuchten zweimal: am Hecht und dann am Wels, Canton am Karpfen, ich kann gleich hinzufügen, dass ich einmal das Leuchten an einer mit Salzwasser feucht erhaltenen Schleie beobachtet habe.

Da diese Thatsache darauf hinweist, dass das Leuchten gar nicht von der Natur des Fisches abhängt, sondern von verschiedenen Umständen, denen der Süsswasserfisch ausgesetzt wird, will ich noch einer interessanten hierher gehörigen Erfahrung von Ehrenberg gedenken.

Ehrenberg¹⁾ hatte 1822 in Ambukohl von Fischern mehrere grosse Nilfische gekauft; einen derselben, einen mehr als Fuss langen Panzerfisch, *Heterotis nilotica*, benutzte er zur Untersuchung des Skelets und präparirte das Fleisch von den Gräten ab. Am Abend war dieses fast schon ausgetrocknet, von der Hitze übelriechend geworden und es wurde deshalb in einige Entfernung vom Zelte verlegt. Am Abend des zweiten Tages war dieses Skelet hell phosphorescirend, wie Ehrenberg nie etwas ähnliches gesehen hatte. Er sagt, er habe diese Erscheinung weder bei Flussfischen noch bei Seefischen wieder beobachtet und fügt hinzu, »vielleicht weil wir, um den üblen Geruch zu vermeiden, Arsenikseife darüber strichen«. Diess erklärt allerdings das Ausbleiben des Leuchtens in höchst charakteristischer Weise. Ehrenberg fragt offenbar mit Unrecht: »Wäre diess also der Nilfisch *Dilychnos* des Strabo, dessen Augen im Tode leuchten?«

1) Ehrenberg, Das Leuchten des Meeres. Neue Beobachtungen nebst Uebersicht der Hauptmomente der geschichtlichen Entwicklung dieses merkwürdigen Phänomens in den Abhandlungen der Königlichen Academie der Wissenschaften zu Berlin. (Aus dem Jahre 1834.) p. 532.

Ich gehe nun zur Beschreibung meiner Experimente über, die von den ansteckenden Eigenschaften der Leuchtmaterie handeln.

Als Material zur Gewinnung der ursprünglichen Keime gebrauchte ich frische Schellfische (*Gadus Aeglefinus*) und inficirte folgende Süßwasserfische: 1) Aal (*Anguilla vulgaris*), 2) Schleie (*Cyprinus Tinca*), 3) Karpfen (*Cyprinus carpio*), 4) Barbe (*Barbus fluviatilis*), 5) Weissfisch (*Cyprinus leuciscus*). Ausserdem inficirte ich Pferdefleisch und flüssiges schwach angesäuertes Hühnereiweiss.

Die Ausführung des Experimentes geschah folgendermaassen. Es wurde eine 3procentige Auflösung von Seesalz bereitet und die ganz frischen Süßwasserfische einzeln in je eine mit dieser Seesalzlösung gefüllte Schaale desselben über Nacht eingelegt, damit ihre Haut und ihr Körper sich möglichst mit Seesalz in richtiger Concentration durchtränken möge. Auch der frische Schellfisch lag während derselben Zeit in einem Gefäss und war von einer kleinen Menge der gleichen Seesalzlösung umspült.

Darauf durchschnitten wir am Morgen jeden in seiner Seesalzlösung liegenden Süßwasserfisch in zwei Hälften, gewöhnlich eine vordere und eine hintere und brachten jede Hälfte mit etwas Salzlösung allein für sich in je eine Schaale und stellten sie in einen tiefen dunkeln kühlen Keller. Diese eine Hälfte des Süßwasserfisches war also mit dem Seefische in keine Berührung gekommen. Die anderen Hälften der Süßwasserfische wurden nur einmal in der Salzlösung, in welcher der Seefisch lag, ab gespült und wohl auch etwas an ihm gerieben, dann wieder von ihm entfernt. Es versteht sich von selbst, dass dadurch die Oberfläche des Süßwasserfisches keine bemerkbare Veränderung erlitt, vor Allem also keinen dicken Schleimüberzug erhielt. So wurde von allen Süßwasserfischen eine Hälfte inficirt, dann jede getrennt für sich in eine Schaale gebracht und auch in den Keller gestellt. In gleicher Weise verfuhr ich mit dem Pferdefleisch.

Das Resultat war: dass stets der Seefisch früher zu leuchten anfang, als irgend ein anderer Körper und zu einer Zeit, in der an den anderen Fischen noch keine Spur einer Phosphorescenz zu sehen war, auf das Glänzendste leuchten konnte. Dann aber — also nach 2, 3 Tagen begannen ausnahmslos alle Theile der Süßwasserfische, die mit dem Seefische in Berührung gekommen waren erst schwach an verschiedenen Stellen, die wie leuchtende Flecken aussahen, zu leuchten, während alle nicht inficirten Fische absolut — mit einer

einzigsten oben erwähnten Ausnahme — dunkel blieben. Die Phosphorescenz wuchs bei den Süßwasserfischen von Tag zu Tag und wurde am stärksten ausgebildet, wenn man die freie Oberfläche des Fisches, also den Theil, der mit dem atmosphärischen Sauerstoff in unmittelbarer Berührung stand, dadurch gut feucht erhielt, dass man eine Glasglocke über den Fisch deckte. So habe ich bei einer Schleie die Phosphorescenz mit einer Kraft auftreten sehen, dass das ganze Thier aussah, als ob es von Silber sei und von hellem Mondesglanz beschienen wäre. Man kann also durch Infection die Süßwasserfische zu gerade so starkem Leuchten bringen, als man das jemals in maximo an den Seefischen zu sehen Gelegenheit findet. Wenn ich nun diese Süßwasserfische genauer an den Stellen, wo sie am stärksten leuchteten, untersuchte, waren sie von einer oft sehr dicken Lage eines trübweisslichen Schleimes bedeckt, der die Eigenschaft der Phosphorescenz darbietet und in jeder Beziehung sich genau so wie die Leuchtmaterie des Seefisches verhält. Da die Süßwasserfische auch dann, wenn sie später ebenso stark als der Seefisch leuchten, doch noch ganz dunkel sind, wenn der Seefisch schon deutlich, ja stark phosphorescirt, so weist diess bestimmt darauf hin, dass nicht Leuchtstoff einfach vom Seefisch abgewischt und dem Süßwasserfisch angeheftet ist. Denn in dem Maasse als der Süßwasserfisch leuchtend wird, mehrt sich der leuchtende Schleim auf seiner Oberfläche, d. h. er wächst, bis diejenige Menge leuchtender Organismen sich ausgebildet hat, welche nothwendig sind, um bei ihrer ungeheuren Kleinheit ein evidentes Licht zu erzeugen. Die von uns oben beschriebenen Versuche mit Leuchtwasser beziehen sich vorzugsweise auf solches von Süßwasserfischen gewonnene.

Die von mir erzählten Beobachtungen von dem zuweilen beobachteten Leuchten von Süßwasserfischen erklären sich also sehr einfach aus einer Infection. Man braucht sich nur zu denken, dass auf dem Fischmarkt wie z. B. bei uns in Bonn ein Fischhändler soeben einen Seefisch zerschnitten und angefasst hat und dann einen Süßwasserfisch mit derselben Hand dem Käufer überreicht, oder dass auf einer Wage erst ein Seefisch, dann der Süßwasserfisch beim Verkaufen gewogen worden ist, um zu begreifen, wie leicht eine solche Infection sich vollzieht.

Bei dem Versuche Ehrenberg's mit dem leuchtenden Nilfisch erfahren wir, dass er auch an Seefischen operirt hat, wodurch

eine Infection seiner Instrumente, besonders der Pincetten, deren rauhe Greifspitzen sich schwierig vollkommen reinigen lassen, begreiflich wird. Es wäre indessen widersinnig behaupten zu wollen, dass es keine leuchtende mikroskopische Organismen auf dem Continente geben könne, die nicht aus dem Meere stammten. Was nun trotzdem für den Ursprung aus dem Meere spricht, ist die Nothwendigkeit einer Seesalzsolution für die Entwicklung des Leuchtens, die stets offenbar identische Beschaffenheit der schleimigen Leuchtmaterie und das stets silberweisse Licht.

Wenn es sich also um Licht lebendiger Materie handelt, so sollte man glauben, dass das Mikroskop den nothwendigen Aufschluss ertheilen werde. Bereits Michaelis, der, vertraut mit den Leuchterscheinungen, auf den Schluss kam, dass auch das Leuchten todter Fische durch mikroskopische Organismen bedingt sei, untersuchte den Schleim, fand aber kein Infusorium und Nichts als eine sehr feinkörnige Masse¹⁾. Aus seiner Beschreibung ersehe ich, dass er den Schleim zwar gut gesehen, aber mangelhaft untersucht hat.

Nach erneuter Untersuchung mit dem Mikroskope bei stärkster Vergrößerung (Zeiss F), kann ich nur bestätigen für die Leuchtmaterie des Schellfisches sowie der Süßwasserfische, was ich bereits früher über die Leuchtmaterie vom Kabliau (*Gadus morrhua*) bemerkt habe²⁾.

Bringt man fein und vorsichtig vertheilt den Schleim auf das Objectglas, so stellt er sich als eine protoplasmaähnliche Masse dar, die eine sehr regelmässige feine Granulirung zeigt, also aus Körnchen zu bestehen scheint, die in einer klaren Gallerte liegen. Bewegungserscheinungen sind kaum deutlich zu sehen. Versenkt man sich in das Bild, besonders wo die Schleimschicht möglichst dünn ist, so macht es den Eindruck, als ob das Ganze ein Filz unendlich feiner, blasser, mit knotigen Anschwellungen versehener Fäserchen sei. Diese knotigen Anschwellungen, die das Licht stärker brechen und an verschiedenen Stellen in verschiedener Grösse erscheinen, entsprechen den Körnchen des Schleimes. — Da Max Schultze das Einlegen des frischen Leuchtorganes von *Lampyrus splendidula* so ausgezeichnete Dienste leistete, indem die Leuchtsubstanz sich

1) Michaelis, Leuchten der Ostsee. p. 44.

2) Pflüger, Ueber die physiologische Verbrennung in den lebendigen Organismen. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. X. p. 293.

sich intensiv schwarz färbte, hoffte ich auch hierdurch einige Anhaltspunkte zu gewinnen. In der That bräunt sich der leuchtende Schleim sofort. Aber die einzelnen Körnchen sind so unendlich fein, dass sie durchsichtig bleiben und nur hier und da als evident schwarze Theilchen erscheinen, sonst aber nur einen schwach bläulichen Anflug darbieten, der mich indessen überzeugt hat. Die klare Substanz zwischen den Körnchen wird sicher nicht geschwärzt, wohl aber der Schleim in toto bei makroskopischer Betrachtung, so dass man, weil oft die Leuchtsubstanz aus Nichts als diesen »Körnchen in Schleim« besteht, zugeben muss, dass die Schwärzung durch die Körnchen bedingt ist.

Es wurde nun die frische Leuchtmaterie in Seesalzlösung von 3% auf dem Objectglase vertheilt. Jetzt ist das Bild ein ganz anderes. Denn überall, wo die Körnchen getrennt liegen, ist das intensivste Leben zu sehen. Zahllose feine rotirende, wirbelnde, hin und her schießende Punkte sind zu beobachten, welche in allen Richtungen das Gesichtsfeld durchkreuzen. Schlängelnde, winzige stabförmige Körper, rasch sich contrahirende Kügelchen von verschwindender Kleinheit bewegen auch viele Körnchen secundär, die sich vielleicht selbst nicht spontan bewegen, aber die Molecularbewegung darbieten. Liegt das Deckglas länger, so werden die Bewegungen schwächer, wahrscheinlich wegen des verbrauchten Sauerstoffs; denn hob ich das Deckglas, so dass Luft an den Tropfen kam und senkte es wieder, so war auch das Gewimmel und Getümmel wieder mit alter Lebhaftigkeit da. Wenn man so die einzelnen bewegten Körnchen betrachtet, die sehr oft biscuitförmig zu zwei, drei in zierlicher Form wie kleine Zellchen aneinanderhängen, so kann man nicht zweifeln, dass das Alles lebendige Materie ist. Die Systematik würde diese Formen grösstentheils zu den Schizomycetes (Spaltpilzen) zählen. Es sind besonders Gallertstöcke, ähnlich der *Zooglöea cholerae*, dann *Sporonema gracile*, *Leptothrixketten*, *Vibrionen* und *Bakterien*, die sich bemerkbar machen.

Nachdem es mir somit als fast gewiss schien, dass diese kleinen Organismen der Schizomyceten die eigentlich leuchtende Materie seien, stellte ich Filtrationsversuche an, weil ich glaubte, dass diese winzigen Körnchen schwedisches Filtrirpapier durchdringen würden. Selbst als ich doppelte derartige Filtra benutzte, blieb das Filtrat leuchtend. Die das Filtrum nicht durchsetzende Masse leuchtete allerdings stärker, aber das Filtrat zeigte doch noch eine

sehr schöne Phosphorescenz. Dasselbe sah im Tageslicht weisslich opalisirend aus und bestand unter dem Mikroskope untersucht aus Nichts als klarer Salzlösung, in welcher die Körnchen der Schizomyceten in Menge enthalten waren. Hiermit ist denn auch der Beweis geliefert, dass nicht etwa die von mir zuweilen beobachteten Krystalle, oder Fetttropfen und andere Körper die Ursache des Leuchtens sein können. Da nun unzweifelhaft die Zersetzung die Ursache des Leuchtens ist, und ebenso sicher durch die als Fermente wirkenden Schizomyceten hervorgerufen wird, so muss man schliessen, dass diese Organismen entweder selbst leuchten, oder einen Stoff secerniren, welcher phosphorescirt oder die Zersetzung eines anderen Stoffes veranlasst, die mit leuchtender Oxydation verbunden ist. Wenn es gelänge, dachte ich mir, ein Filtrirpapier zu finden, welches nur die Flüssigkeit, nicht die Körnchen durchlässt, so würde der Beweis zu liefern sein. Denn Salzwasser, welches von diesen Organismen abflösse, müsste einen Theil des das Leuchten primär oder secundär bedingenden Secretes durch das Filter mitnehmen und leuchtendes Filtrat erzeugen, das frei von geformten Bestandtheilen wäre.

Ich untersuchte mit verschiedenem Filtrirpapier und fand nach mehren vergeblichen Bemühungen schliesslich in der Buchhandlung des Herrn Henry in Bonn ein sehr feines dickes dichtes ungeleimtes Druckpapier, welches gar nicht sehr langsam das Leuchtwasser durchliess und ein vollkommen klares und absolut nicht mehr leuchtendes Filtrat lieferte. Während des Filtrirens beobachtete ich im Dunkeln, wie das von dem Papierfilter an dem Inneren der Trichterröhre ablaufende Wasser absolut keinen Schein mehr gab, während das Papierfilter selbst natürlich durch und durch zu leuchten schien. Ich habe diesen Versuch wiederholt mit demselben Erfolg angestellt und zwar mit Leuchtwasser vom Schellfisch (*Gadus Aeglefinus*), Maifisch (*Alausa vulgaris*) und inficirten Süswasserfischen.

Mit Hülfe der fractionirten Filtration ist also der Beweis geliefert, dass die kleinen lebendigen Zellchen der Schizomyceten das Leuchtende sind.

Bei den nicht inficirten mit Seesalzlösung imbibirten Süswasserfischen fand ich auf der Haut auch oft eine schleimige Masse, die nicht leuchtete, aber mikroskopisch wenig verschieden von der phosphorescirenden sich erwies. Bei der Kleinheit dieser Organis-

men ist es begreiflich, dass eine Erkennung mikroskopischer Unterschiede trotz wirklicher Speciesdifferenz nicht immer erreichbar sein wird.

Diese Versuche enthalten zugleich einen starken Grund dafür, dass auch die Schizomyceten nicht durch *generatio aequivoca*, sondern aus Keimen entstehen.

Wenn es sonach wohl nicht mehr zu bezweifeln ist, dass die Keime der phosphorischen Schizomyceten, wie ich sie nunmehr nennen will, mit dem Seefische aus dem Meere stammen, so müssen solche auch in diesem vorhanden sein.

Nun behaupten allerdings fast alle Beobachter, dass Filtration des Meerwassers (offenbar mit gewöhnlichem Papier) ein nicht leuchtendes Filtrat gebe. Nach den genauen historischen Forschungen von Ehrenberg sollen Baster und Forskål diesen Versuch zuerst 1757, 1760, 1762 mit Erfolg angestellt haben¹⁾. Es ist sehr wahrscheinlich, dass im offenen Meere nicht überall solche Massen dieser winzigen Leuchtpünktchen sich vorfinden, um einen merklichen Erfolg zu bedingen. Wohl scheint dies aber in der Nähe von Küsten unter Umständen, die mit Verwesung thierischer Leichen verbunden sind, dennoch vor zu kommen, da Jos. Mayer 1785 berichtet, dass das Filtrat von leuchtendem Wasser, welches er aus dem adriatischen Meere entnommen, phosphorescirt habe, wenn auch schwächer als vorher²⁾. Obwohl Michaelis behauptet, dass man dem leuchtenden Meerwasser bei Kiel durch Filtration seine Leuchtkraft nehmen könne, geht doch ganz klar aus seinen Angaben hervor, dass diess ihm oft misslungen ist, bis er ein besonderes Papier fand, welches die kleinen Körperchen wirklich zurückhielt.

Die wichtige Stelle lautet:

»Dass dem Wasser als solchem die leuchtende Kraft nicht zukomme, beweiset ganz unbestreitbar der Versuch des Filtrirens. Geht man dabei nur mit gewöhnlicher Vorsicht (!!!) zu Werke und wählt zum Filtrum ein feines Druckpapier (!!!), so hat das klar durchlaufende Wasser auch jede Spur jener Eigenschaft verloren«³⁾.

Das heisst doch offenbar, dass gewöhnliches sonst genügen-

1) Ehrenberg, Das Leuchten des Meeres u. s. w. in Abhandlungen der Acad. der Wissensch. zu Berlin 1834. p. 427. 551.

2) Ehrenberg a. a. O. p. 435.

3) Michaelis, Leuchten der Ostsee a. a. O. p. 29.

des Filtrirpapier die leuchtenden Theilchen durchlässt, da feines Druckpapier nirgend sonst als Filtrirpapier gebraucht wird. Man erkennt sofort, dass dieses von Michaelis untersuchte Seewasser sich genau wie das von mir von leuchtenden Fischen untersuchte verhielt.

Michaelis untersuchte das auf dem Filter Bleibende mikroskopisch und fand hier verschiedene Formen grösserer Infusorien, denen er Leuchtkraft zuschreibt. Neben diesen Infusorien zeichnet nun Michaelis eine Menge feiner Körnchen ab, welche sehr wohl Schizomyceten sein können.

Natürlich werden sich ausgedehntere Schleimmassen, welche solche Stöcke der phosphorischen Schizomyceten darstellen, bei bewegtem Wellenschlag nicht ausbilden können, wohl aber bei ruhigem Meer und reichlicher Menge faulender Substanz, da wir es mit paraitischen Organismen zu thun haben.

Sehr interessant ist der Bericht von Michaelis über das Verhalten der die Wasseroberfläche bedeckenden leuchtenden Schleimschicht bei Beginn eines Gewitters. »Die ersten grossen Tropfen eines Gewitterregens bei windstillem Wetter lassen plötzlich Tausende von kleinen, blassen Flämmchen auf der Oberfläche erscheinen gleich Irrlichtern. Darnach verbreitet sich über die ganze Fläche ein milchichter Schein, welcher erst verschwindet, wenn das Regenwasser völlig mit dem Salzwasser gemischt ist. Dies ist die gewöhnlichste Art nicht mechanischer Erregung«¹⁾. Da Michaelis dies Phänomen nicht verstanden hat und mir die Sache nach meinen Versuchen mit der Leuchtmaterie klar ist, so will ich sie kurz erklären. Wenn man leuchtendes Wasser in irgend einem Gefässe bei nicht zu niedriger Temperatur ruhig hinstellt, verschwindet sehr bald alles Licht durch Verbrauch des Sauerstoffs. Nur die Oberfläche in sehr dünner Schicht bleibt wegen des fortwährenden Contactes mit der atmosphärischen Luft leuchtend. Weil diese leuchtende Schicht aber sehr dünn, so ist das Licht schwach. Sobald man nun irgendwie die Oberfläche erschüttert, so dass Sauerstoff mit vielen Theilen des Wassers in Berührung kommt, leuchten diese bewegten Theile stark auf. Ich habe ja oben gezeigt, dass blosser Bewegung des dunklen Leuchtwassers durchaus kein Licht erzeugt. Wenn nun eine zolldicke leuchtende Gallertlage

1) Michaelis, Leuchten der Ostsee. p. 20.

das Meer bei ruhigem Wetter bedeckt, wie es ja Michaelis beschreibt, so wird in dieser der Sauerstoff verbraucht und jeder aus der Luft kommende mit Sauerstoff gesättigte Regentropfen muss ein sofortiges Aufleuchten bedingen.

Von dem Vorkommen leuchtenden »Schleimes« im Meere reden nun sehr viele Beobachter.

Im Jahre 1708 meldet der jesuitische Missionar Bourges in den *Lettres édifiantes* p. 359 über das allgemeine Meeresleuchten bei Brasilien und Malabar in Indien. Er constatirte, dass immer dann das meiste Leuchten zu beobachten sei, wenn das Meer auf seiner Oberfläche schleimig erscheine ¹⁾. Schon Valmont de Bomare hatte 1769 mitgetheilt in einem *Dict. d'hist. nat.* (Article: *Mer lumineux*), dass er am 19. Juli 1762 in Languedoc sich mit dem Spanier Ortez im Meere gebadet und dabei ein starkes Leuchten beobachtet habe. Er fand aber keine Thiere, sondern nur schleimige Massen ²⁾.

Patrin ³⁾ hat auf einer Seereise von Petersburg nach Frankreich das Meer leuchten sehen. Er untersuchte das Wasser, fand aber Nichts als Schleim, der zwischen den Fingern gerieben leuchtete.

Dessaignes stellt in seiner Preisschrift über die Phosphorescenz den Satz auf, dass es ein durch Schleim bedingtes Meeresleuchten gäbe. Er meint aber, dass dieser Schleim von Leuchtthieren secernirt worden sei ⁴⁾.

Tilesius beobachtete in der Nähe von Banka gelblichen Schleim in Form von Streifen, der des Nachts leuchtete, und auf Tuckey's Expedition nach dem Congo-Flusse sah man im Golfe von Guinea, dass das allgemeine Leuchten des ruhenden Wassers von Schleim bewirkt werde ⁵⁾.

Sehr wichtig sind selbstverständlich die Untersuchungen Ehrenberg's über denselben Gegenstand. Er beobachtete auf dem ganzen Wege von Tor bis Moileh jenseits des Meerbusens von Akabah

1) Ehrenberg, *Leuchten des Meeres* a. a. O. p. 422 u. *Philosoph. Transact.* vol. 59 (1769) p. 452.

2) Ehrenberg a. a. O. p. 428.

3) Patrin im Artikel: *Mer* im *Nouveau Dictionnaire des sciences naturelles*.

4) Dessaignes. Uebersetzung als Anhang in *Pl. Heinrich.* p. 423.

5) Gilbert's *Annalen* 1819 p. 317.

und an allen Inseln dieses Meerbusens immerfort das prachtvolle funkensprühende Leuchten des Meeres. Er liess an verschiedenen Orten im hohen Meere, kurz vor dem täglichen Einlaufen in den Hafen, Wasser schöpfen, in der Meinung, er werde es mit Infusorien oder kleinen Medusen erfüllt finden. Aber beim starken Umrühren waren meist am Abend nur wenige Leuchtpunktchen sichtbar, während das Meer, aus dem es geschöpft wurde, zu **brennen** schien. **Thiere** fand Ehrenberg **nie darin**. Obwohl er meint, dass die Seekrankheit vielleicht einige Schuld an seinen schlechten Resultaten gehabt habe, hebt er doch hervor, dass er oft mit grosser Sorgfalt untersucht und nichts als schleimige Theilchen oder Kügelchen habe finden können¹⁾.

Noch weit umständlicher und specieller verfolgte Ehrenberg das Leuchten im Hafen von Tor, wo er fünf Monate lang im Zelte und einem Corallenhause einheimisch war. Das Besuchen der Corallenriffe und das Anlegen von Magazinen lebender Corallen gab ihm vielfach Gelegenheit, das Leuchten zu beobachten. Alle Arten von Corallen ohne Ausnahme und alle Fuci, sowie das Seegrass leuchtete bei Tor. Ein Ruderschlag am Abend auf einem Corallenriffe sprühte zahllose Funken. Er sah hier zuweilen, dass die in dem Uhrglas oder beim Durchsehen aufgefangenen Körperchen kleine Krebschen waren. Einzeln beobachtet leuchteten sie aber nicht, wenn sie gereizt wurden. Ohnerachtet eines elfmonatlichen Aufenthaltes am rothen Meere und obwohl er das Phänomen unausgesetzt beobachtete, ja beim eigenen Sammeln und Beobachten von mehr als 100 Arten von Corallenthieren und Tausenden verschiedener Meereskörper, von denen er alle Nächte umgeben war, sah er doch niemals ein selbständiges Leuchten der grösseren. Das Resultat seiner Untersuchungen am schwarzen Meere blieb, dass es im Meerwasser eine nicht eben fein vertheilte, schleimartige, zersetzte organische Substanz gebe, welche das Leuchten bedinge, und dass mit dieser alle übrigen Körper zufällig theilweise besetzt und zuweilen vielleicht eingehüllt werden. Diese Substanz bildete nach Ehrenberg nie einen zusammenhängenden Schleim oder eine Haut, sondern nur kleine Flocken. Dies erklärt sich leicht aus der Wellenbewegung, die die Haut zerreisst. Nie hat Ehren-

1) Ehrenberg, Ueber das Leuchten des Meeres. Abhandlung d. Acad. d. Wissenschaften zu Berlin. 1834, p. 533.

berg, so hebt er ausdrücklich hervor, sich überzeugen können, dass hier bei diesem Leuchten ein mikroskopisches lebendes Thierchen ganz für sich die Ursache des Leuchtens war¹⁾.

Als dann später Ehrenberg in der Nordsee die kleinen leuchtenden Medusen kennen lernte und sah, dass auch abgerissene Fetzen derselben leuchteten, wurde er an seiner früheren Ansicht über die Ursache des Leuchtens im rothen Meere irre und meinte, es möchte die schleimige Materie von zerrissenen aber noch lebendigen Theilen von Medusen hergerührt haben. Aus leuchtendem Seewasser, welches in einem Cylinderglase stand, schöpfte Ehrenberg oft 10—12 Noctiluken, so erfüllt war das Meer und das Glas davon und seine directen Versuche über das selbständige Leuchten gezählter einzelner Thiere belaufen sich bei mehr als 30 jener auf über 200 der letzteren. In dem Seewasser bestand das Leuchtende aus kleinen Gallertkügelchen von der Grösse eines Stecknadelknopfes, der leicht platzte, sodass Ehrenberg meint, er möchte es wohl im rothen Meere mit solchen zerplatzten Thieren immer zu thun gehabt haben²⁾. Hierzu wurde er gedrängt durch die Analogie des Leuchtens der lebendigen Thiere mit seinem im rothen Meere beobachteten Schleime, den er für nicht lebendig ansah und deshalb den Ausweg sucht, ihn für lebenden Rest lebendiger Organismen zu erklären³⁾.

Nun ist es doch offenbar ganz unglaublich, dass ein in dem Maasse erfahrener, mit Mikroskop ausgerüsteter Beobachter bei elfmonatlicher fortgesetzter Untersuchung des leuchtenden Seewassers niemals etwas Anderes als zerfetzte Thiere aus dem Meere geschöpft haben sollte, da er in der Nordsee in jedem Glase Mengen grösserer Noctiluken und Oceanien sammeln und untersuchen konnte.

Hätte Ehrenberg den Gedanken gefasst, dass der »Schleim« im rothen Meere auch lebendig sei, so würde er ihm nicht dadurch, aller Beobachtung zum Trotz, haben Leben verschaffen wollen, dass er ihn für den lebendigen Rest zerrissener Thiere erklärte. Es scheint mir hiernach, dass diese werthvollen Untersuchungen Ehrenberg's das Vorkommen schleimartiger Massen im Meere beweisen, welche stark leuchten und keine grösseren Organismen enthalten.

1) Ehrenberg, a. a. O. pag. 534.

2) Ehrenberg, a. a. O. pag. 544.

3) Ehrenberg, a. a. O. pag. 547.

Ehrenberg¹⁾ gesteht selbst offenbar widerwillig ein: »Es sind nun aber auch wirklich nicht wenige Beobachter darin einverstanden, dass es im Meere, besonders auf der Oberfläche, in heissen Erdzonen und nahe den Küsten einen schon dem blossen Auge sichtbaren leuchtenden, sonst nicht organisirten Schleim gebe, der sich auch an sehr verschiedene Seekörper hänge.« Weil aber Ehrenberg den leuchtenden Schleim für »anorganisch« hält, meint er, es liesse sich »das Bedenken nicht entfernen, dass doch eigentlich keine, selbst der neuesten Beobachtungen des unorganischen leuchtenden Schleimes so detaillirt angestellt und überzeugend berichtet ist, dass aller Zweifel wegfallen könnte.«

Da ich nun gezeigt habe, dass der Schleim lebendig ist und die Untersuchungen Ehrenberg's und vieler Anderer ganz evident das Vorkommen des leuchtenden bei schwächerer Vergrösserung scheinbar nicht organisirten Schleimes beweisen, so glaube ich, dass man an dessen wirklicher Existenz kaum zweifeln darf.

Sehr belehrend in dieser Frage ist noch der Bericht von Michaelis²⁾.

Dieser Forscher bezeichnet es als auffallend, dass die Oberfläche des Meerwassers viel stärker als die Tiefe bei ruhigem Wetter leuchtet, besonders nach mehren warmen, völlig windlosen Tagen. Mir erscheint das sehr interessant und characteristisch.

In einer solchen Zeit bemerke man nämlich schon am Tage eine besondere gelbe Trübung des Wassers, welche das zu anderen Zeiten krystallhelle Element dem gelben Flusswasser ähnlich mache. Genauere Untersuchung zeige sogleich, dass diese Trübung allein von einer oberflächlichen Schleimschicht herrührt, welche das Wasser einige Linien oder Zoll (!!) hoch bedeckt, und sich auf einem leinenen Tuche in grösserer Menge auffangen lässt. Rühre man eine Stelle um, so vertheile sich der lockere Schleim, der keinen zähen Zusammenhang habe, vollkommen im Wasser und liesse es wieder klar erscheinen. Dieser Schleim leuchtet nun sehr stark.

Sehr bezeichnend sind nun noch die Angaben von Michaelis³⁾, dass nur im September und October bei günstiger Witterung die Ansammlung der leuchtenden Materie an der Oberfläche zu erwarten

1) Ehrenberg, a. a. O. pag. 555.

2) Michaelis, Leuchten der Ostsee, pag. 24.

3) Michaelis, ebendas.

sei. Denn während des Sommers hat sich natürlich das organische Leben immer reichhaltiger entwickelt.

Michaelis hebt hervor, dass die leuchtenden Infusorien ihren Ursprung grossentheils den faulenden Substanzen verdanken (p. 33 a. a. O.), dass sie deshalb nirgends häufiger als gerade im Fischerlegger seien, und im kleinen Kiel, wo faulende animalische und vegetabilische Dinge sich in Menge finden, sehr häufig sind, aber weiter hinaus in der See offenbar seltener werden (a. a. O. p. 34). Der kleine Kiel geht nach Michaelis bei heissem, stillen Wetter zuweilen plötzlich in eine faulichte Gährung über, in welcher er viel Schwefelwasserstoff entwickelt (a. a. O. p. 34). Danach ist das Leuchten auf einige Zeit verschwunden. Von dem Wasser dieses kleinen Kieles sagt er nun, dass es gewöhnlich einen allgemein verbreiteten hellen Schein zeige, in dem sich nur schwer einzelne Punkte unterscheiden lassen (a. a. O. p. 33).

Die Farbe des Lichtes bezeichnet Michaelis im Mondlicht bläulich. Sehr interessant ist Michaelis' Beobachtung¹⁾, dass Erschütterung des leuchtenden Schleimes auf dem Wasser ein prachtvolles Aufleuchten »mit schillernden Farben des Regenbogens« hervorlockt. Leider gibt er nicht die Bedingung an, durch welche dieses merkwürdige Phänomen erzeugt wird, bei dem es sich offenbar um eine Refractionserscheinung handelt. Das von den toten Fischen kommende Leuchtwasser hat ebenfalls milchweisse Phosphorescenz.

Meyen²⁾ sagt, dass er auf seinen Seereisen mehrmals Gelegenheit gehabt den leuchtenden Schleim zu beobachten; er zeichne sich durch die weniger helle, fast milchweisse, in's Bläuliche fallende Farbe aus, sei selten auf offener See zu sehen, häufiger aber in den Häfen der Tropengegenden.

Der leuchtende Schleim tritt offenbar zuweilen im Meere in gewaltigen Massen auf und erzeugt merkwürdige Phänomene. So berichtet Godeheu de Riville³⁾, dass er an der Küste von Malabar das Meer einmal von dem Ansehen einer beschneiten Fläche durch diese weisse Phosphorescenz gesehen habe. Dieselbe Erscheinung beobachtete an derselben Stelle Capitän Horsburg⁴⁾. Es

1) Michaelis, a. a. O. pag. 24.

2) Meyen, Ueber das Leuchten des Meeres. Nova acta Academiae Caes. Leop. Car. natur. curios. Tom. XVI. Supplem. pag. 131.

3) Memoires des sav. estrang. T. 3 u. Gilbert's Annal 61, pag. 23.

4) Gilbert's Annalen 61, pag. 23.

war Mitternacht, der Himmel von Wolken bedeckt und die See besonders finster; auf einmal wurde sie rings umher weiss und gleichsam flammend; eine Erscheinung, welche mit dem Funkeln und Glühen des Meeres, das er zu anderen Zeiten unweit der Linie wahrgenommen, nichts gemein hatte, sondern aus einem gleichförmigen milchähnlichen Weiss bestand, das ungefähr 10 Minuten lang sichtbar blieb. Diese Erscheinung soll in der See um die Molukkischen Inseln ziemlich häufig vorkommen.

Macartney¹⁾ gibt einen anderen hierher gehörigen Bericht, aus dem hervorzugehen scheint, dass allerdings auch etwas grössere Organismen, nach Tilesius Salpen, in solchen Massen zusammen vorkommen können, dass sie, wenn sie nicht beunruhigt werden, das sogenannte Schneemeer erzeugen.

Die Zahl der Zeugen für das sehr häufige Vorkommen eines mit weissem Lichte phosphorescirenden Schleimes von grösserer oder geringerer Ausdehnung in der Nähe von Küsten, liesse sich leicht weiter vermehren.

Ich glaube, es kann auf Grund der mitgetheilten Beobachtungen vieler Forscher als mindestens höchst wahrscheinlich bezeichnet werden, dass in dem Meere besonders an Küsten und Häfen, wo in Verwesung begriffene organische Reste abgestorbener Organismen sich finden, eine schleimige Masse gefunden wird, die mit dem auf todtten Fischen entwickelten lebendigen leuchtenden Schleime identisch oder doch oft nahe verwandt ist.

Hieraus leitet sich die Ursache des Leuchtens der Seefische mit Leichtigkeit in der Weise ab, wie ich es gethan habe, als durch dem Fische anhaftende Sporen von Meerschizomyceten bedingt.

Es erklärt sich ferner ohne Weiteres, warum auch andere todte Seethiere, wie Crustaceen, Austern²⁾, Seesterne³⁾ u. s. w. ebenfalls bei der Verwesung leuchten.

Wenn man nun ferner meine Infectionsversuche in Betracht zieht, und erwägt, dass die Seefische ein so verbreitetes Nahrungs-

1) Macartney, referirt von Gilbert in Gilbert's Annalen Bd. 61, pag. 24.

2) Pl. Heinrich, Phosphorescenz a. a. O. pag. 378 und Hermbstädt Bemerkungen über das Leuchten organischer Körper im Leben und nach dem Tode derselben im Magazin für die Naturkunde Jahrgang II. Berlin 1808, pag. 252.

3) Tiedemann, Physiologie I. pag. 486.

mittel bilden, von dem sich die Küchen- oder Marktabfälle an den verschiedensten Orten finden, wenn man ferner in Anschlag bringt, dass Seefische in den Flüssen zu Zeiten in grossen Schaaren aufsteigen und oft, in vielen Exemplaren zu Grunde gehend, an den Ufern, wie wir das hier am Rhein z. B. mit den Maifischen sehen, ausgestossen werden, so begreift man wohl, dass Sporen der leuchtenden marinen Schizomyceten an manchen Orten Gelegenheit zur Entwicklung finden, wo ihr Vorkommen nicht gewöhnlich ist und deshalb Aufsehen erregt. Es sei deshalb hier darauf aufmerksam gemacht, dass die Maifische (*Alausa vulgaris*), welche ich in Bonn aus dem Rhein erhielt, ohne inficirt worden zu sein, nach Abwaschung mit einer künstlichen Seesalzlösung immer auf das Herrlichste leuchteten. Ende Mai habe ich sogar noch diese Phosphorescenz beobachtet, obwohl die Thiere sich dann doch wahrscheinlich schon längere Zeit in diesem Wasser befunden haben.

Dass also die verschiedenste von den Menschen gebrauchte thierische Nahrung gelegentlich leuchtet, erscheint leicht verständlich. Besonders ist die Entwicklung des leuchtenden weiss phosphorescirenden Schleimes sehr bemerkenswerth. Deshalb liest man bei Gmelin: dass bei faulenden thierischen Körpern vor der Fäulniss eine Zersetzung zu erfolgen scheine, deren Product ein »Schleim« sei¹⁾. Auch andere Forscher berichten das Gleiche. Ich will nicht versäumen, hier noch die Thatsachen anzugeben, die ein vorzüglicher Beobachter, nämlich W. Hankel, über die Phosphorescenz des Fleisches mittheilt²⁾.

Die Beobachtung W. Hankel's bezieht sich auf leuchtendes Schweinefleisch. Das Leuchten ging nicht vom Fleische selbst aus, sondern von kleinen schmierig (!) aussehenden Massen, vorzugsweise leuchteten die an der Oberfläche mit der Luft in Berührung stehenden Partien. Organismen konnten als Ursache der Phosphorescenz nicht nachgewiesen werden. Aether, Alkohol und Kalilauge zerstörten das Leuchten schnell. Bei sehr niedriger, dem Gefrierpunkt des Wassers naher Temperatur war die Phosphorescenz sehr schwach

1) Ehrenberg a. a. O. pag. 498.

2) W. Hankel, Notiz über phosphorisches Leuchten des Fleisches. Leipz. Ber. 1861, pag. 5—12; Erdmann J. LXXXIII, 153—161; Poggend. Annal. CXV, 62—70; Presse scient. 1862, 2. pag. 26—29. — Fortschritte der Physik im Jahre 1861 (Physic. Gesellsch. zu Berlin) 1863, pag. 269.

und bei 42° R. verschwand sie. Im Vacuum erlosch das Licht, obwohl es bei sehr geringem Drucke noch bemerkbar blieb. Ozonisirte Luft brachte keine Vermehrung der Phosphorescenz hervor.

Gelegentlich hat man leuchten sehen: faulende Cadaver von Säugethieren¹⁾, faulen Käse¹⁾, Vogeleier²⁾ (wahrscheinlich verdorbene), Vogelfett (Eulenfett)³⁾, junge Frösche (Hulme)⁴⁾, die mit Seesalz bestrichen worden waren, was bezeichnend genug aber nur ein Mal gelang, ferner todte Cicaden in Südfrankreich⁵⁾.

An die Leuchterscheinungen, die ich hier behandle, reihen sich noch die höchst interessanten Beobachtungen über phosphorescierenden Harn und Schweiss des Menschen.

Die Fälle von leuchtendem Harn sind sehr selten und die von leuchtendem Schweiss noch viel seltener.

Guyton-Morveau⁶⁾ theilt zunächst einen Brief des Dr. Jurine aus dem Novemberhefte 1813 der Bibliothèque médicale mit, die mir nicht zu Gebote steht.

In diesem Briefe erzählt Dr. Jurine, dass er in einem Winkel eines öffentlichen Spazierganges urinirt und, da es 10 Uhr Abends und dunkle Nacht gewesen, bemerkt habe, dass der Urin, nach Maassgabe wie er abfloss, leuchtend wurde, sodass die Bretter der Thüre, auf die er fiel, an einigen Stellen mit dem sanften Scheine leuchteten, der den Johanniswürmchen eigen ist und dass die in dem Winkel angehäuften Baumblätter mit leuchtenden Punkten von der Grösse einer sehr kleinen Linse bedeckt waren. Dieses Licht dauerte ungefähr 30 Secunden lang in seiner ganzen Kraft, nahm dann ab und verschwand ganz. Jurine sagt, er sei darum nicht durch die Erscheinung überrascht gewesen, weil er von einem Freunde — dem Professor Pictet in Genf — gehört habe, dass er auch vor einiger Zeit phosphorescirenden Urin entleert habe. Jurine hebt dann weiter hervor, dass in den beiden folgenden Jahren fast um dieselbe Zeit sein Urin eben so phosphorescirt habe. Er fügt hinzu, dass er nach innerlichem Gebrauch von Phosphor

1) Hermbstädt, Magazin d. Berl. naturf. Freunde. II, pag. 249. 252.

2) Ehrenberg a. a. O. pag. 563.

3) Linné, Abhandlungen d. schwedischen Academie von 1746 u. 1752.

4) Pl. Heinrich a. a. O. p. 498.

5) Journal d'hist. nat. II, pag. 31. — Ehrenberg a. a. O. pag. 440.

6) Ueber einige Fälle von Ausströmen phosphorescirenden Urins, in Gilbert's Annalen Bd. 49, p. 291, 1815.

niemals an dem entleerten Urin ein Leuchten habe beobachten können.

Leider fehlt bei diesem Falle jede nähere Angabe über den Gesundheitszustand und die sonstigen Eigenschaften des Urines.

Dr. Guyton zu Autun theilt dann brieflich an Guyton-Morveau noch folgende auch an sich selbst gemachte Beobachtung mit, die wichtiger als die vorige ist.

Guyton liess Abends 9 Uhr an einer Mauer Harn und bemerkte zu seinem »grossen Erstaunen«, dass so wie der Urin gegen die Mauer schlug, er leuchtend wurde und ein weissliches sanftes Licht umher verbreitete, das fast sogleich wieder verschwand. Die Erscheinung dauerte so lange Zeit, als der Urin gegen die Mauer sprang und er glaubte zu bemerken, dass das Leuchten um so stärker war, je schneller der Strahl floss. Beim Ausfliessen aus der Harnröhre soll noch keine Phosphorescenz bemerkbar gewesen sein. Sie entstand aber, wie Guyton meint, durch den Stoss. Wichtig ist die Bemerkung, dass er keine Wärme, keinen Reiz und keine besondere und ungewohnte Empfindung in der Harnröhre fühlte, die eine ausserordentliche Schärfe des Urins verrathen hätte¹⁾. Guyton behauptet endlich noch, dass er vollkommen gesund gewesen sei.

Die wichtigste mir bekannt gewordene Beobachtung, welche ein Licht auf die Natur des Leuchtens wirft, ist die von J. Cn. Driessen²⁾, Phil. Doct., an sich selbst gemachte.

Das erste Mal bemerkte Driessen die Erscheinung am letzten October 1812, als er sich auf einer Reise befand; das zweite Mal im Januar 1813, und das dritte Mal endlich im Mai 1813. In allen diesen Fällen war es leider nicht möglich, den abfliessenden Urin aufzufangen und einer Untersuchung zu unterwerfen. Die beiden ersten Male war das phosphorescirende Vermögen des Urins so stark, dass nicht nur der ganze Strahl ein helles Licht verbreitete, sondern dass auch die Mauer, gegen welche der Urin stiess, und der Erdboden, zwei bis drei Minuten lang ein sehr starkes weissliches Licht von sich gab, wie auch alle die Stellen, auf wel-

1) Guyton-Morveau a. a. O. pag. 293.

2) J. Cn. Driessen, Phil. Doct., Beobachtungen von Ausleerungen leuchtenden Urines. (Der physik.-chem. Gesellsch. zu Gröningen vorgelegt) in Gilbert's Annalen Bd. 59, pag. 262.

chen sich etwas Urin befand. Das dritte Mal aber war das Licht viel weniger bemerklich, dauerte auch nur einen Augenblick, obgleich die Dunkelheit dieselbe war, wie bei den beiden ersten Malen.

Driessen sagt nun, wie die anderen Beobachter, dass er zu den verschiedenen Zeiten, als er jene Erscheinung an sich bemerkte, vollkommen gesund gewesen sei. Aber sein Urin habe doch eine geraume Zeit vor und nach jener Phosphurie nicht seine gewöhnliche Beschaffenheit gehabt.

1. »Zuweilen war er vollkommen hell und ganz farblos, wie reines Regenwasser, mehrentheils aber sogleich bei dem Lassen **trübe und milchig** von Farbe.

2. »Alsdann fiel langsam ein weisser **kreideartiger Bodensatz** nieder, der sich auch an die Wände des Gefässes als eine weisse Rinde ansetzte. Nach dem Niederfallen dieses Bodensatzes war der Urin selbst hell, wenig gefärbt und nach einigen, bisweilen schon nach ein bis zwei Stunden überzog er sich an der Oberfläche deutlich mit einer Haut, wie mit einem Salzhäutchen.

3. »Jener pulverige, weisse Bodensatz war bald in grösserer, bald in geringerer, zuweilen in beträchtlicher Menge vorhanden.

4. »Dieses Pulver löste sich weder in kochendem, noch in kaltem Wasser auf, wurde aber in Säuren ohne Aufbrausen fast (!) ganz aufgelöst und

5. »in einer solchen Auflösung bewirkte sauerkleeaures Kali einen weissen Niederschlag.« Diesen Reactionen zu Folge schliesst Driessen mit Recht auf phosphorsauren Kalk als Ursache der Trübung.

6. »Das Urinlassen geschah immer reichlich und ohne Beschwerde, bisweilen aber mit einem Gefühl von **Schärfe** in der Harnröhre (!).

7. »Gewöhnlich fehlte der besondere, dem Harn eigenthümliche Geruch (!); auch die Farbe fehlte bisweilen oder war wenigstens schwach.

8. »Nicht oft habe ich während jener Zeit freie Säure im Harn entdecken können, aber mehrmals fand ich einen etwas ammoniakalischen (!!!) Geruch.

9. »Dieser trübe und milchige Urin war zu jener Zeit sehr schäumend, doch kann ich nicht bestimmt sagen, ob zugleich mit dem Urin Luft aus der Harnröhre gekommen sei.«

Nach Ermittlung dieser sehr werthvollen Thatsachen gelangt

Driessen noch zu der Erkenntniss, dass der Harnstoff bereits in der Blase oder Niere sich zersetzt und Ammoniak geliefert habe. Weiter aber muss die Reduction der Phosphorsäure zur Erklärung herhalten, worin wir ihm nicht weiter folgen wollen.

Klar ist also, dass es sich hier um eine in der Blase stattfindende Ammoniakgährung handelt, woraus auf die Gegenwart von Fermenten ohne weiteres geschlossen werden darf.

Demnach sind in diesen Fällen leuchtende Fermente in die Blase gelangt, weshalb es wichtig ist zu bemerken, dass alle Beobachter, die eine Nachricht über die Farbe des Lichtes geben, dasselbe als weisslich bezeichnen, wie es überall auf in Zersetzung begriffener todter Materie beobachtet wird. Wo ich selbst auf den verschiedensten Fischen u. s. w. das Licht gesehen habe, fand ich es immer ganz weiss.

Da das Vorkommen von Fermenten im lebendigen Körper ja durch zahlreiche Beispiele belegt ist, so hat meine Erklärung keine Schwierigkeit. Die Art, wie von Aussen so kleine Organismen eindringen, ist leicht zu verstehen, selbst wenn man einen eingeführten Katheder dafür verantwortlich machen sollte.

Mit Rücksicht auf die Frage, ob die leuchtenden Organismen in dem Harne lebensfähig bleiben können, erinnere ich an die Versuche des L. Spallanzani, durch welche er feststellt, dass frischer menschlicher Harn ein sehr günstiges Menstruum zur Erhaltung der Leuchtmaterie sei, wenn auch Milch sich als noch vorzüglicher erweise¹⁾. Der Grund der günstigen Wirkung des Harnes liegt unzweifelhaft in seinem Reichthum an Chloriden. Denn überall wird die auf Leichen oder in Zersetzung begriffener Materie wachsende Leuchtsubstanz durch die Gegenwart von Chlornatrium wesentlich gefördert, wo nicht bedingt. Alle Beobachter stimmen hierin überein²⁾ und ich muss nach meinen Erfahrungen mich ihnen anschliessen.

Auch dass der Strahl des Urines erst dunkel aus der Harn-

1) Des Abbate Lazzaro Spallanzani etc. Reisen in beide Sicilien etc. Aus dem Italienischen. Leipzig 1796. Bd. 4, p. 175.

2) Patrin, Nouveau Dictionnaire d'histoire naturelle. Vol. 20. Art. Mer. p. 169. — Plac. Heinrich, Phosphorescenz pag. 378 u. flgde. — Carl Fr. Gärtner in Scherer's Journ. d. Chemie. Bd. III. 1799, pag. 12. — John Canton in Philos. Transact. Vol. 59, (1769) p. 448. — Hulme, Uebersetzung in Gilbert's Annalen pag. 129 u. 292. — Dessaignes in Ehrenberg a. a. O. pag. 478. — u. s. w.

röhre kam und beim Aufstossen auf die Mauer leuchtend wurde, ist leicht zu verstehen.

Ich habe bekannlich im Anschluss an die Untersuchungen Planer's gezeigt, dass der Blasenbarn keinen oder doch nur Spuren freien Sauerstoffs enthält und wir wissen, dass unsere Schizomyceten nur bei Gegenwart freien Sauerstoffs stärker leuchten. Sobald also der wegen seines fast vollkommenen Sauerstoffmangels nicht bemerkbar leuchtende Harnstrahl gegen eine Wand zerstiebt, kommen die einzelnen Theile der Flüssigkeit mit der Luft in die ausgiebigste Berührung und leuchten auf, wie es unser Leuchtwasser im Reagensglase that, wenn man es etwas so rüttelte, dass die Wassertheilchen mit der Luft in innigere Berührung kamen. — Sobald dann die Unterlage, d. h. die poröse Mauer oder der Boden den leuchtenden Organismen ihr Salzwasser entzogen hat, hören sie auf zu leuchten, weil dieses ihr Lebenslement ist.

Ich glaube, sonach das Leuchten des Harnes in befriedigender Weise erklärt zu haben.

Mit dem leuchtenden Schweisse wird es sich wohl ähnlich verhalten.

Geheimrath Hermbstädt¹⁾ kannte einen Bauern in Thüringen, der so oft leuchtete, als er stark schwitzte. Vorzüglich stark leuchtete derselbe aber unter den Armen, jedoch in ruhigem Zustande nur schwach, glänzte aber wie leuchtender Phosphor, wenn er seinen Körper im Dunkeln mit den Händen rieb. Er dünstete dabei einen ganz eigenthümlichen Geruch aus. Hermbstädt behauptet curiöser Weise, dass in diesem Geruch das Dasein eines wirklichen Phosphors fast (!) nicht zu verkennen war. Ja selbst der vom Körper getrennte Schweiss leuchtete noch im Dunkeln fort, vorzüglich dann, wenn solcher »gerieben« wurde; »er war aber nicht zur Entzündung zu bringen«. Hermbstädt meint, dass Phosphor die Ursache des Leuchtens sei, und durch seine Einhüllung in die Materie des Schweisses vor der wirklichen Entzündlichkeit geschützt sei. Was es aber mit dem durch Hermbstädt behaupteten Phosphorgeruch für eine Bewandniss hat, geht daraus hervor, dass er

1) Bemerkungen über das Leuchten organischer Körper im Leben und nach dem Tode derselben vom Geheimen-Rath Hermbstädt, in der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin, Magazin für die neuesten Entdeckungen in der gesammten Naturkunde. Jahrg. II. 1808, pag. 251.

auch den bekannten Geruch der im ersten Stadium der Zersetzung begriffenen leuchtenden Seefische als dem des Phosphorwasserstoffes sehr ähnlich bezeichnet¹⁾).

Diese Beschreibung des Geheimen Rathes Hermbstädt ist recht dürftig, sodass man nur wenige Anhaltspunkte zur Bildung eines Urtheiles hat.

Einen anderen, wichtigen Fall phosphorescirenden Schweisses berichtet Joh. Friedr. Henkel²⁾).

Ein guter Freund Henkel's, der ein grosser Liebhaber vom Salze war, und oft von der Gicht geplagt wurde, tanzte einmal so heftig, dass er fast ohnmächtig wurde. Er entkleidete sich im Dunkeln und fand, dass das ausgezogene Hemd ungemein leuchtete. Die hinzugerufene Gesellschaft sah eben dasselbe sehr deutlich. Man fand bei Licht im Hemde »solche röthliche Flecken, als man zuweilen in den Windeln der Kinder bemerkt«. Man bemerkte auch einen starken »harnhaften« Geruch, doch mehr so, »wie alter eingemachter Sauerkohl«. Henkel sagt, er leite die Erscheinung vom häufig genossenen Salze her, das durch die Säfte vorher bearbeitet und durch die heftige Bewegung noch mehr verändert worden sei. Es verlohnt sich also nicht, auf Henkel's Speculationen weiter einzugehen.

So viel geht aus diesem Berichte aber klar hervor, dass wir es bei Henkel's Freund mit einer intensiven Gährung zu thun haben, die nach unseren heutigen Kenntnissen durch Organismen bedingt ist. Es ergibt sich ferner aus der Beschreibung, dass diese Gährung durch grobe Unreinlichkeit bedingt ist, weil ein reinlicher Mann keinen wie alten Sauerkohl riechenden Schweiss absondert.

Wenn man nun erwägt, dass das Vorkommen von verschiedenen thierischen und pflanzlichen Parasiten auf den Haaren und in der Haut eine sichere Thatsache ist, so dürfte auch die Möglichkeit zugegeben werden, dass leuchtende Schizomyceten sich einmal

1) Hermbstädt, a. a. O. pag. 255.

2) Acta physico-medica Academiae Naturae Curiosorum Volumen IV. Norimb. 1737, pag. 332. — Hieraus referirt in Lorenz Crell's »Neues chemisches Archiv« Bd. II, pag. 291 (1784). — Das Citat ist falsch in Leonhardi's »Neue Zusätze etc.« zu Macquer's chymischem Wörterbuche Bd. II, pag. 23. Leipzig 1792. — Auch Driessen (Gilbert's Ann. 59, pag. 267) citirt nach Leonhardi ebenso falsch.

unter besonderen begünstigenden Verhältnissen einbürgern, die natürlich, so lange die Haut trocken ist, mehr oder weniger ruhen und bei Durchfeuchtung mit dem salzigen Scheweisse aufleben. Diess wird nach Betrachtung der Verhältnisse des leuchtenden Harns noch begreiflicher, da der Schweiss meiner Ansicht nach eine Art Haut-harn ist. Ich wenigstens halte es nicht für richtig, wie es hier und da geschieht, die Schweissdrüsen zu den Respirationsorganen zu zählen, da sie doch im Wesentlichen Hautnieren sind. Schon W. Kühne¹⁾ hat die in Betracht kommenden Analogien hervorgehoben.

Wenn wir somit das Vorkommen der leuchtenden Schizomyce-ten im Harne plausibel machen konnten, dürfte einer gleichen An-nahme für den Schweiss als Hautharn kein Bedenken entgegen-
stehen.

Für das vollkommene Verständniss der bis dahin betrachteten Thatsachen ist schliesslich noch eine Berücksichtigung des leuchten-
den Holzes nöthig.

Denn Placidus Heinrich hat die Methoden kennen gelehrt, mit Hülfe deren jedes frische Holz leuchtend gemacht werden kann. Da nun die vorliegenden Thatsachen sehr entschieden darauf hin-
weisen, dass auch diese Phosphorescenz durch lebendige Materie be-
dingt ist und die Constanz des Leuchtendwerdens die Behauptung
zurückweist, dass zufällig Sporen phosphorischer Meer-Schizomyce-
ten mit dem Holze in Berührung gekommen seien, so bedarf diese
interessante Naturerscheinung noch einer kurzen Besprechung.

Was mich bestimmt zu glauben, dass es sich auch hier um
Licht lebendiger Materie handelt, ist mit einem Worte die absolute
Analogie aller Umstände, durch welche das Leuchten des Holzes
gefördert oder vernichtet wird, mit denjenigen Umständen, von
welchen das Leben abhängt.

Schon Meidinger nahm leuchtende Insecten als Ursache der
Phosphorescenz des Holzes an²⁾. Gärtner³⁾ vermochte indessen
mit Hülfe einer »ziemlich starken« Vergrösserung (1799!) nichts

1) W. Kühne, Physiologische Chemie. 1868, pag. 435.

2) Meidinger, Beschäftigungen der Gesellschaft naturforschender
Freunde. Bd. III, pag. 149 ff.

3) Carl Friedrich Gärtner in Calw, Bemerkungen und Versuche
über das leuchtende faule Holz, in A. N. Scherer's Allgemeinem Journal
der Chemie. 1799, pag. 8.

Heterogenes auf oder in dem Holze zu entdecken, wohl aber hebt er in Uebereinstimmung mit andern Forschern hervor, dass leuchtendes Holz einen starken Modergeruch besitze, der in Allem dem der Pilze ähnlich sei¹⁾. Placidus Heinrich²⁾ erwähnt ebenso ausdrücklich den »pilzartigen Geruch« des leuchtenden Holzes. Dasselbe meldet Fourcroy³⁾, sowie Dessaignes⁴⁾ von dem schimmlichen Geruch des leuchtenden Holzes spricht. Kortum⁵⁾ gelangt auf Grund seiner Versuche zu dem Schlusse, dass nicht äusserer Lichtreiz, sondern Feuchtigkeit und ein eigener Grad von »Gährung« zur Phosphorescenz des Holzes nöthig sei. Man bemerke, dass diess 1794 gesagt wurde.

Die wichtigsten Thatsachen sind nun:

1. Die Phosphorescenz ist nicht an wirklich faulem Holze zu sehen, ebenso wenig wie an ganz faulen Thierleichen und findet sich an den Theilen des Holzes, »wo die grösste Menge von Saft und Nahrungsstoff vorkommt«⁶⁾.

2. Das Leuchten geschieht nur bei Gegenwart von Sauerstoff unter Absorption desselben und Bildung von Kohlensäure⁷⁾. Hier ist neben andern guten Forschern besonders Dessaignes⁸⁾ zu erwähnen, der mit Stickstoff, Wasserstoff, Kohlensäure und Vacuum

1) C. F. Gärtner a. a. O. p. 8.

2) Pl. Heinrich, Phosphorescenz. 1820. p. 316.

3) Fourcroy *Système des connaissances chimiques* T., VIII. p. 222 u. Pl. Heinrich. p. 350.

4) Dessaignes, *Journal de Physique* 1809. Juliheft p. 25—35. Deutsch als Anhang in Pl. Heinrich a. a. O. p. 422.

5) Banquier Kortum, *Resultate einer Reihe electricischer Versuche etc.* in *Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte*, herausgegeben von Lichtenberg und J. H. Voigt. Gotha 1794. Bd. 9. St. 2. p. 19 f.

6) Pl. Heinrich a. a. O. p. 316.

7) Carl Wilhelm Böckmann, *Beobachtungen und Versuche über das Leuchten des faulenden Holzes in Gasarten und tropfbaren Flüssigkeiten* in *Scherer's Allgem. Journ. d. Chemie*. Bd. II. p. 9 u. 17. — Kortum, *Ueber die Phosphorescenz vegetabilischer in Fäulniss gehender Körper*, in *Joh. Heinr. Voigt's Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde etc.* Bd. II. Weimar 1800. p. 67. — C. F. Gärtner, *Scherer's Allg. Journ. der Chemie*. Bd. III. 1799. p. 24. — Pl. Heinrich a. a. O. p. 330 u. figde. — Dessaignes, *Von der freiwilligen Phosphorescenz*, Uebersetzung in Pl. Heinrich. p. 418. aus dem *Journal de Physique* 1809. Juliheft. p. 25—35.

8) Dessaignes, Uebersetzung in Pl. Heinrich a. a. O. p. 420.

experimentirt, sowie die Grösse der Gasänderung in atmosphärischer Luft bestimmt hat.

3. Das Leuchten geschieht nicht unter -2° bis -4° R. ¹⁾. (Pl. Heinrich, Robert Boyle, Hulme) und verlischt über 45° R. sofort (Böckmann²⁾ und Gärtner³⁾), der letztere Forscher sagt, dass 50° R. das Leuchten schnell unwiederbringlich zerstört.

4. Mechanisches Reiben des Holzes zerstört das Leuchten! Das ist einer der merkwürdigsten Versuche, welcher für organisirte Materie spricht. Es ist schwer zu begreifen, wie eine sich oxydirende Materie durch Quetschung der Fähigkeit, sich mit Sauerstoff zu verbinden, beraubt werden könnte. Diese Thatsache ist von Carl Friedrich Gärtner⁴⁾ festgestellt.

5. Der elektrische Funke tödtet die leuchtende Substanz des Holzes (Kortum⁵⁾).

6. Vorsichtiges Trocknen bei nicht hoher Temperatur bringt das Licht zum Verschwinden, Anfeuchten zum allmählichen Wiederscheinen⁶⁾.

7. Schwefelwasserstoff und Ammoniak vernichten das Leuchten⁷⁾ sehr schnell und auch die Kohlensäure scheint specifisch giftig zu wirken⁸⁾.

Vernichtend wirken Säuren⁹⁾ wie Chlorwasserstoff, salpetrige Säure, Salpetersäure, Schwefelsäure, Essigsäure.

Verdünnte Lösungen der neutralen Alkalisalze wie Natriumchlorid, Kaliumnitrat sind günstig, concentrirtere beeinträchtigen die Leuchtfähigkeit. Die vorliegenden Angaben sind dürftig¹⁰⁾.

1) Pl. Heinrich a. a. O. p. 326.

2) Böckmann a. a. O. p. 20.

3) C. F. Gärtner a. a. O. p. 11.

4) C. F. Gärtner a. a. O. p. 9.

5) Kortum, Mag. für das Neueste aus der Physik u. Naturgeschichte von Lichtenberg und Voigt. 9. Bd. 2. St. p. 19.

6) Kortum, Magaz. von Lichtenberg und Voigt. Bd. 9. St. 2. p. 19. — Pl. Heinrich a. a. O. p. 323. — C. F. Gärtner, Scherer's Allgem. Journ. der Chemie Bd. III. p. 9. — u. s. w.

7) Böckmann a. a. O. p. 16 u. 18.

8) Böckmann a. a. O. p. 17.

9) Böckmann a. a. O. p. 18. — Pl. Heinrich a. a. O. p. 329.

10) Pl. Heinrich p. 330. — C. F. Gärtner a. a. O. p. 12.

Verlöschend wirken ferner Weingeist und Aether¹⁾.

Dessaignes sagt, dass »Alkohol, Aether, Kalkwasser, Schwefelauflösungen, verdünnte Säuren, die Alkalien und die geschwächten Neutralsalze dieselbe Kraft auf leuchtendes Holz oder leuchtende Fische ausüben«²⁾.

8. Zuweilen tritt deutlich am leuchtenden Holze eine Anhäufung gallertiger Materie auf, wie Dessaignes³⁾ berichtet.

9. Wenn man leuchtendes Holz in das Wasser legt, so entwickelt sich nach einiger Zeit (20 Tagen) eine grauweisse flockige Masse, die allmählig zu Boden sinkt, um neuen derartigen Ansammlungen auf dem Holz Platz zu machen.

Dessaignes, der dieses berichtet, sagt, dass diese Substanz ihm die Eigenschaften des Eiweisses zu haben schiene und bei diesem Versuche einen thierisch-stinkenden Geruch verbreitete.

Dessaignes hatte gleichzeitig mit einem anderen Stück nicht leuchtenden Holzes von demselben Stock, der das leuchtende geliefert hatte, einen Parallelversuch gemacht, der nichts Analoges ergab. Dessaignes nennt den Leuchtstoff, den er als klebrig bezeichnet, un suc glutino-extractif⁴⁾.

Offenbar sind alle Beobachter derselben Ansicht, wenn sie die Sache auch wie bei den Fischen in sonderbare Ausdrücke fassen. Es wird z. B. sehr oft gesagt, dass die Leuchtmaterie in den Organismen, z. B. den todtten Fischen oder dem Holze enthalten sei und allmählig ausschwitze, was offenbar eine durch theoretische Betrachtungen gefälschte Darstellung der Thatsache ist, dass die freien Oberflächen sich oft mit einer schleimigen Schicht überziehen, in der ich also unbedingt Pilze zu erkennen glaube.

10. Keiner von allen den älteren Beobachtern, deren Schriften ich gelesen, spricht trotz aller Gründlichkeit mit einer Silbe von der Farbe des Lichtes des phosphorescirenden Holzes. Placidus Heinrich sagt zwar, er habe viele Stücke vor sich ausgebreitet gehabt, die wie Diamanten und Smaragde geleuchtet hätten. Er scheint mir aber hier die Pracht des Schauspieles in dichterischer

1) Böckmann a. a. O. p. 21. — Pl. Heinrich a. a. O. p. 328.

2) Dessaignes, Journ. de Physique. 1809. Juliheft. p. 25—35, deutsch in Pl. Heinrich a. a. O. p. 419.

3) Dessaignes a. a. O. p. 422.

4) Dessaignes a. a. O. p. 421.

Weise zu schildern und nicht zu bedenken, dass er in dem Leser ein falsches Bild des thatsächlichen Verhaltens leicht hervorrufen kann.

Aus diesem Grunde habe ich mich selbst bemüht, leuchtendes Holz zu erhalten und mich überzeugt, dass es eine weisse Phosphorescenz hat. In neuester Zeit ist aber auch die Qualität des Lichtes gründlicher spectroscopisch von Friedrich Ludwig untersucht worden.

Die jüngeren Forscher, welche sich speciell mit diesem Gegenstande beschäftigt haben, stimmen nun fast alle darin überein, dass das Leuchten des Holzes durch phosphorische Pilze bedingt sei.

In der Zeitschrift »Ausland« 1872 Nr. 22 berichtet ein anonymer Autor, dass das Leuchten des Holzes durch einen Pilz bedingt sei. Dieser lasse sich ohne seine Leuchtkraft einzubüssen, von dem Holze abschaben und selbst auf ein anderes übertragen. Sein Leuchten sei von dem Lebensprocesse abhängig und höre sofort auf, wenn er selbst durch den Einfluss von Hitze oder Gasen getödtet oder ihm auch nur der nothwendige Grad von Feuchtigkeit entzogen werde. Dieser Pilz siedele sich übrigens auch auf anderen faulenden Pflanzentheilen unter dem Einflusse der Feuchtigkeit, dumpfer Luft und einer mässigen Temperatur an, ja sogar auf sich zersetzenden animalischen Stoffen und mache dieselben leuchtend¹⁾.

Analoges berichtet R. Hartig²⁾ mit Rücksicht auf *Rhizomorpha fragilis* Roth., welche nach dieses Forschers Untersuchungen als Mycelkörper zu *Agaricus melleus* L. gehöre, — dem sogenannten Hallimasch, Erzeuger der Wurzelfäule der Nadelhölzer. Die junge *Rhizomorpha* hat einen dem reifen Fruchtlager gleichen Geruch und phosphorescirt auf weite Entfernungen hin deutlich. (Bot. Jahresber. 1873. p. 49.)

Solche phosphorescirende Pilze finden sich nach Hartig auch an den abgestorbenen Bäumen von Laub- und Nadelhölzern, selbst an verbauten Hölzern, wobei das weisse Mycel schleimige Zersetzung des Holzkörpers veranlasst. Dieses Mycel riecht sehr angenehm wie der *Agaricus melleus* und phosphorescirt stark³⁾. (Jahresber. p. 549.)

1) Ueber diesen Aufsatz ist ein Referat im botanischen Jahresbericht (1873), sowie im Archiv für Pharmacie. 1873. Bd. 203. 2. Heft. p. 186.

2) R. Hartig, Wichtige Krankheiten der Waldbäume. Berlin 1874. — Botan. Jahresber. 1873. p. 49.

3) R. Hartig, Vorl. Mittheilungen über den Parasitismus von Aga-

Uebrigens spricht Hartig schon im Jahre 1855 von der »allgemeinen Ansicht«, dass »das Leuchten weissfaulen Holzes — — nicht von der Holzfaser selbst ausgeht, sondern von den in allen diesen Zersetzungsständen die Räume der Holzfasern und Holzröhren mehr oder weniger ausfüllenden Pilzbildungen«¹⁾.

Eine recht gründliche Untersuchung über die Ursache des Leuchtens faulen Holzes hat in neuerer Zeit Dr. Friedrich Ludwig geliefert²⁾.

Er gelangt auf Grund seiner Experimente und mikroskopischer Untersuchungen zu dem allgemeinen Satze, dass Holz niemals leuchtet an solchen Stellen, wo keine Pilze sind, dass phosphorescirende Mycelien immer an den leuchtenden Stellen nachgewiesen werden können und dass die Mycelien nach der Isolirung von dem Holze weiter leuchten, während das letztere dunkel ist³⁾.

Letzterer Versuch gelingt begreiflicher Weise nur, wenn das Holz nicht total von den Pilzen durchwachsen ist. F. Ludwig kommt deshalb zu dem Schlusse: »Die Phosphorescenz des Holzes hat stets ihren Ursprung in den lebenden Zellen von Pilzmycelien«⁴⁾.

Ich habe mir auch herrlich weiss leuchtendes Holz von verschiedenen Bäumen verschafft und dasselbe von Pilzfäden durchsetzt gefunden; aber in den Holzzellen fanden sich auch reichliche Schaaren beweglicher Schizomyceten. Abbürsten dieses sehr stark phosphorescirenden Holzes in Salzwasser machte das letztere nicht leuchtend, so dass ich es dahin gestellt sein lassen muss, ob auch auf Pflanzen phosphorische Schizomyceten schmarotzen, welche die schleimige Beschaffenheit des Holzes erzeugen. Es ist wohl nicht zu bezweifeln, dass das Leuchten des Holzes durch andere und zwar einheimische Organismen erzeugt wird. Da nach Placidus Heinrich alles Holz in die feuchte Erde eingegraben in einer bestimmten Verwe-

ricus melleus und dessen Rhizomorphen. — Botan. Zeitung 1873. p. 295.

»Vorläufige Mittheilung über Parasiten der Waldbäume«. Bot. Zeitung 1873. p. 353. — Siehe auch L. König. Ueber eine neue Fichtenkrankheit. Landwirthsch. Zeitschr. f. Westphalen u. Lippe 1873. Nr. 46.

1) Bot. Zeitung. XIII. Bd. p. 148.

2) Ueber die Phosphorescenz der Pilze und des Holzes. — Inauguraldissertation der philosophischen Facultät zu Göttingen etc. vorgelegt von Friedrich Ludwig aus Schleusingen. (14. März 1874.)

3) F. Ludwig a. a. O. p. 12, 17, 18.

4) F. Ludwig a. a. O. p. 21.

sungsperiode leuchtend wird und in der freien Natur Wurzeln von Pflanzen in allen Stadien der Zersetzung stets im Boden vorkommen, so enthält derselbe stets leuchtendes Leben.

Somit dürfen wir zum Schlusse den Satz aussprechen, dass alle Phosphorescenz verwesender Organismen leuchtende Respiration lebender Parasiten ist.

Für eine Theorie der physiologischen Phosphorescenzen wird man folgende Hauptgesichtspunkte festzuhalten haben:

1. Die Lichtintensität ist immer ganz ausserordentlich schwach und deshalb die Phosphorescenz nur in absoluter Dunkelheit bei durch längeres Verweilen im Dunkeln sehr reizbar gewordener Retina gut zu bemerken. Die Retina ist aber in solchem Falle ein Reagens von fast unendlicher Empfindlichkeit.

2. Die Lichtentwicklung ist durch einen Verbrennungsprocess bedingt.

3. Es gibt nach unseren jetzigen Kenntnissen keine lebendige Zellsubstanz, welche durch Ueberosmiumsäure so stark geschwärzt wird, wie die Leuchtzellen (*Lampyrus*). Nirgends liegen also die den Sauerstoff bindenden Atome in der lebendigen Zellsubstanz so dicht wie in der Leuchtsubstanz.

4. Wenn einzelne in einer (relativ) grossen zusammenhängenden Masse (Leuchtzelle) zerstreute Atome verbrennen und hierbei eine sehr hohe Temperatur (Weissglühhitze) erlangen, so wird eine merkbare Temperatursteigerung der ganzen Masse nicht eintreten, wenn die durch die Verbrennung erzeugte Wärmemenge einen sehr kleinen Bruchtheil einer Wärmeeinheit beträgt. Denn eine selbst sehr hohe Temperatur einer bestimmten Summe von Molecülen vermag eine endliche Masse nicht merkbar zu erwärmen, wenn das Gewicht dieser Molecüle gegen das Gewicht der Gesamtmasse fast verschwindend klein ist, besonders wenn wie hier die specifische Wärme der Gesamtmasse ausserordentlich gross ist, und wenn diese Gesamtmasse in der Zeiteinheit durch Leitung und Strahlung fast ebenso viel Wärme verliert als sie durch Oxydation gewinnt.

5. Die physiologische Phosphorescenz wird nicht durch Insolation hervorgerufen und ebenso wenig durch Wärme oder Electricität bei Abwesenheit von Sauerstoff, weshalb man keine Berechtigung hat, die durch mässige (über 50°) Erwärmung eintretende Licht-

entwicklung mancher Diamanten und des Flussspathes zur Erklärung heranzuziehen.

6. Es ist denkbar, dass der Lichtäther in den chemischen Molecülen chemisch gebunden (Berthollet¹) und verdichtet wird, um bei chemischen Metamorphosen resp. Zersetzungen oder auch anderen Zustandsänderungen wieder entladen zu werden und dann Erschütterungen des alle Theile der Materie durchdringenden Aethers zu erzeugen. Eine Stütze dieser Hypothese würde es sein, wenn die Angaben von Canton und Osann wahr sind, dass mässige Erwärmung einen immer im Dunkelen gehaltenen Chlorophan u. s. w. nicht beliebig oft zur Phosphorescenz anzuregen vermöge. Wenn durch wiederholte Erwärmung der Körper die Fähigkeit **durch Erwärmung** zu phosphoresciren verloren hat, soll er diese Fähigkeit durch Bestrahlung mit Sonnenlicht wieder gewinnen²). Immerhin bleibt Punkt 6 eine unsichere These.

Ueber den Einfluss des Auges auf den thierischen Stoffwechsel.

(Einleitung zu der folgenden Abhandlung.)

Von

E. Pflüger.

In meiner Abhandlung über die Theorie des Schlafes³) gelangte ich zu dem Schlusse, dass der Erregungszustand des Gehirnes, den wir »Wachsein« nennen, wenigstens zum Theil durch die Summation der Sinnesreize unterhalten werde. Ich stellte ferner den Satz auf, dass der wache Zustand des Gehirnes eine continuirliche Erregung fast aller centrifugalen Nerven und also eine Steigerung des Stoffwechsels bedinge. Als Stütze für diesen allerdings noch nicht mit hinreichender Strenge bewiesenen Satz erscheinen folgende Thatsachen:

1) Berthollet, Essai de Statique chimique Par. I. pg. 257 u. 259.

2) Biot. Physik. Deutsche Bearbeitung von Fechner. Bd. V, p. 258. 259.

3) Arch. f. d. ges. Phys. Bd. X. p. 468.