

Über Meerleuchten.

Von

Dr. Emil v. Marenzeller.

Vortrag, gehalten den 5. December 1888.

Das Leuchten des Oceans, sagt Alexander von Humboldt, gehört zu den prachtvollen Naturerscheinungen, die Bewunderung erregen; unter den Tropen ist es ein majestätisches Schauspiel. — Unsere Phantasie begreift und billigt dieses Urtheil. Die Nacht, die Ruhe, das Bewusstsein der unendlichen Ausdehnung der Wasserfläche müssen das Gemüth des Beschauers doppelt empfänglich machen für den geheimnisvollen Zauber. Man vertieft sich, von Staunen ergriffen, in die Erscheinung, man geht in ihr förmlich auf. Kein Gefühl der Beängstigung stört diese Empfindung; denn die Gewalten, die da entfesselt sind, sind harmlos. Das Licht zündet nicht, dem Feuer wohnt keine Kraft inne. Bald aber regt sich in dem nimmer zufriedenen Menschen das Verlangen, in das Wesen, die Ursache dieser in ihrem Gegensatze so befremdenden Erscheinung einzudringen. Sein Gemüth ist befriedigt, nun tritt der Verstand in seine Rechte. Der Mensch will genießen, aber mit einem Auge, das durch Wissen geschärft ist. So kam es, dass seit Jahrhunderten ernste Männer, ihre Zahl geht gleichfalls nach Hunderten, dem Meerleuchten ihre Aufmerksamkeit zugewandt, und dass heute eine umfangreiche Literatur über diesen Gegenstand existiert. Die Einen begnügten sich mit einer ans Begeisterung grenzenden Schilderung der Erscheinung,

und ihr Lohn war nicht selten Zweifel oder gleichgiltige Zurückhaltung. Wiewohl seit 1541, in welchem Jahre der berühmte Seefahrer Don Juan de Castro seine Beobachtungen über das Leuchten des Rothen Meeres in der Nähe des in letzter Zeit vielgenannten Massauah im Drucke veröffentlichte, die Nachrichten nicht mehr ins Stocken geriethen, hat doch die Pariser Akademie der Wissenschaften noch im Jahre 1703 einen eingesandten Bericht über ein durch vierzehn Nächte bei Cadix beobachtetes prachtvolles Meerleuchten nur mit großer Verschämtheit in ihre Schriften unter dem wunderlichen Titel: „Fiction d’une lumière brillante qu’on a cru voir pendant quinze nuits à la mer de Cadix“ aufgenommen. Andere und nicht immer die, welche mit eigenen Augen gesehen, versuchten zu erklären. Ich will einige dieser längst überwundenen Ansichten mittheilen. Die Flüchtigkeit, mit welcher ich dieselben berühre, steht im grellen Widerspruche zu der Zähigkeit, mit welcher manchmal daran festgehalten wurde. Das Meerwasser bestünde aus Süßwasser und unbiegsamen Salzmolekülen, welche zwischen den Wassertheilchen schweben. Die ersteren sind leicht zu erschüttern, springen mit großer Kraft aus dem Wasser heraus und entzünden dasselbe oder erzeugen Funken wie Feuersteine, wenn sie aufeinander prallen oder mit Felsen zusammenstoßen. Als man den Phosphor im thierischen Körper entdeckte, suchte man die Erscheinung auf die Anwesenheit dieses Stoffes im Meere, das so viele organische Reste enthält, zurück-

zuführen. Später sagte man, das Seeleuchten beruhe auf Insolation, auf der Bestrahlung der Wasserflächen durch die Sonne, das Wasser gebe während der Nacht gewissenhaft das Licht wieder zurück, das es tagsüber aufgenommen. Auch die Elektrizität wurde herangezogen, freie Elektrizität des Wassers, Elektrizität erzeugt durch Reibung der Wassertheilchen an sich oder an fremden Körpern, Schiffkielen, Rudern u. s. w. Abenteuerliche Erklärungen waren die Annahme von emporsteigenden entzündlichen Gasblasen, Leuchten durch Spiegelung der Wellen u. a. m. Eine große Rolle wurde auch durch lange Zeit dem Schleime zugeschrieben, der das Meer mit einer fischlaichähnlichen, öligen oder milchigen Decke überziehen soll. Ich werde darauf noch zurückkommen. Alle diese Theorien fußten auf der falschen Basis, dass man das Meer selbst als Quelle des Lichtes ansah. Erst allmählich lernte man, den Kern aus der Schale zu lösen. Das Phänomen des Meerleuchtens, welches mit dem Charakter eines Elementarereignisses auftritt, also scheinbar abhängig von Kräften, die wir nicht berechnen können, beruht einzig und allein auf der Fähigkeit zu leuchten, welche zahlreiche im Meere lebende Organismen besitzen, wie beispielsweise am Festlande unser Johanniswürmchen. Man kannte zwar schon von altersher diese Eigenschaft bei einigen größeren Seethieren, allein es war unmöglich, diesen vereinzelt auftretenden Lichtern die gleichmäßige Beleuchtung des Meeres auf weite Strecken zuzuschreiben. Dass dieses Geschäft auch von Thieren

besorgt werde, und zwar von solchen, die durch ihre ungeheure Zahl ersetzen, was ihnen an Größe abgeht, wurde erst nach häufiger Anwendung des Mikroskops und verlässlicher Methoden klar.

Welcher Art sind die Geschöpfe, die im Meere leuchten, und wie bringen sie dies zuwege?

Bevor ich diese zwei Fragen beantworte, will ich es versuchen, eine Vorstellung von dem Schauspiele selbst zu geben, das so Viele zu einem Aufgebote des Scharfsinnes und des Wissens veranlasste.

Das Aufblitzen vereinzelter Lichtpunkte, hervorgerufen durch einen hineingeworfenen Stein, durch Schütteln des herausgeschöpften Wassers, durch die Bewegung der Ruder und des Bootes, ist überall an der See leicht und häufig zu beobachten. Aus dieser kümmerlichen Alltagsbeleuchtung wird eine prächtige Illumination mit allen möglichen Effecten, wenn sich die Zahl der Flämmchen ins Unendliche vermehrt. Wir haben so dann die eine Art des Meerleuchtens vor uns, wobei die dunklen Wassermassen von ungezählten Mengen leuchtender Körper verschiedener Größe durchsetzt sind, deren funkelndes Licht aufflammt und wieder zu erlöschen scheint. Man sieht einzelne Funken, manchmal ein förmliches Funkensprühen, Sterne, Lichtkegel, feurige Ketten, glühende Kugeln. Die Farbe des Lichtes ist zu meist weiß mit bläulichen Tinten oder grünlich. In den wärmeren Meeren mit ihrer in unglaublicher Üppigkeit entfalteten Thierwelt steigert sich die Wirkung, und sie erreicht ihren Höhepunkt, wenn der Himmel mit dunklen

Wolken bedeckt ist. Eine andere Art des Meerleuchtens, welche man vorzugsweise an den Küsten oder doch in ihrer Nähe beobachtete, während die erstere ebensogut auch in hoher See auftritt, besteht darin, dass das Wasser selbst in eine gleichmäßig leuchtende Masse verwandelt zu sein scheint wie etwa das Firmament bei Wetterleuchten. Eine wenn auch nur leicht bewegte See ist dabei immer die Bedingung. In unseren Breiten würde man von dieser Erscheinung etwa folgendes Bild haben. Wir stehen an einer Küste der Nordsee oder des Mittelmeeres und blicken hinaus auf die See. Ein matter weißer Schimmer ist über dieselbe ausgebreitet. Jede Welle aber, die herankommt, hat einen Saum schwachbläulichen Lichtes, der weißer und heller wird, wenn sie an den Felsen des Strandes brandet, und verläuft sie endlich zu unseren Füßen im Sande der Düne, so erscheint sie wie glühendes, geschmolzenes Blei oder Silber, auf dem zahllose weiße oder grünliche Funken blitzen. Wir werfen einen Stein in die Flut, und das aufspritzende Wasser gleicht dem Funkenregen, den der Hammer des Schmiedes weißglühendem Eisen entlockt. Ein eingetauchter Stab verwandelt sich in Silber, die benetzte Hand wird leuchtend oder wie mit Diamanten besäet. Unsere Schritte hinterlassen im Sande, den die Welle eben bespülte, feurige Spuren, und die vor uns in Sprüngen flüchtenden Sandflöhe (kleine Krebschen) gleichen, durch das Wasser leuchtend gemacht, Miniaturraketen. Ein Dampfer, der eben heimwärts zieht, wühlt mit seinem

Vorderbuge zwei Phosphorwogen auf und zieht einen feurigen Schweif nach sich wie ein Meteor.

Das Meerleuchten kann natürlich nur von Thieren ausgehen, die an oder nahe der Oberfläche des Wassers schwimmen, und diese werde ich ins Auge fassen. Damit ist jedoch nicht gesagt, dass nur ihnen Leuchtkraft zukommt. Man hat auch unter den Grundbewohnern Leuchtthiere zahlreich angetroffen, von der Ebbegrenze bis in die tiefsten Abgründe, wohin das Netz des Forschers gedrungen. In einem Büschel Algen, die man sich nahe der Küste heraufholen lässt oder die der Sturm frisch an den Strand geworfen, wird man in der Dunkelheit verschiedenfarbiges Licht aufflammen sehen, das man leicht auf seine Quelle zurückführen kann. Meist sind es Würmer.

Die leuchtenden Oberflächenthierchen gehören den verschiedensten Abtheilungen des Thierreiches an. Ich werde mich vorzüglich mit den Leuchtbläschen und den von dem italienischen Zoologen Paolo Panceri eingehend untersuchten Quallen oder Medusen und Feuerwalzen beschäftigen. Es wurden aber auch beobachtet: Radiolarien, geißeltragende Urthiere, einige Würmer, Krebse, Flügelschnecken, Kielschnecken, Kopffüßer oder Tintenfische und Fische. Sicherlich werden auch die Jungen vieler dieser Thiere zu dem Glanze der nächtlichen Herrlichkeit beitragen.

Die Leuchtbläschen (*Noctiluca miliaris* Sur.), welche in den Kreis der Urthiere (Protozoën) gehören, sind kleine Bläschen von $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{5}$ bis 1 mm Durchmesser mit

höchst einfacher Organisation. Entsprechend der Mittellinie und der Bauchfläche des Thierchens findet man in einer seichten Einsenkung die lange spaltförmige Mundöffnung. Unmittelbar vor ihr steht eine sehr kleine zarte Geißel und weiter nach vorne, wo die Einsenkung beginnt, ein größerer beweglicher Fühlfaden. Das Innere ist von einer klaren Flüssigkeit und einer der Mundspalte anliegenden Anhäufung jener Grundsubstanz thierischer und pflanzlicher Organismen, welche Plasma genannt wird, erfüllt. Dieses Centralplasma enthält einen Zellkern und entsendet zahlreiche verzweigte und bewegliche Stränge gegen die Außenwand, an deren Innenfläche sie ein feines Maschenwerk bilden. Das Plasma und seine Ausläufer enthält Fetttropfen und lichtbrechende gelbliche und röthliche Körnchen, die dem Ganzen eine bräunliche Färbung geben. Leuchtbläschen wurden vorwiegend längs der Küsten in allen Meeren gefunden. Es ist aber noch nicht sichergestellt, ob es sich immer um die am häufigsten untersuchte *Noctiluca miliaris* handelt, oder ob mehrere Arten existieren. Ihre große Fruchtbarkeit erklärt das Auftreten in ungeheuren Massen an gewissen Orten und zu gewissen Zeiten, so an nördlich europäischen Küsten besonders in den Sommer- und Herbstmonaten. Da sie specifisch leichter sind als das Wasser, so bleiben sie an der Oberfläche und sammeln sich als eine gelatinöse Schichte an, deren Mächtigkeit von 3 bis 50 mm angegeben wird. Wenn sie nur 3 mm betragen würde, so kämen auf ein Quadratmeter Fläche 3 bis 81 Millionen

Thierchen. Die von mir eingangs erwähnten älteren Angaben über einen das Meer bedeckenden Schleim als Ursache des Seelichtes beziehen sich zum größten Theil auf unsere Leuchtbläschen. Jüngst erst hatte C. Fr. W. Krukenberg Gelegenheit, milchige Trübungen und blutrothe Färbung des Rothen Meeres, bedingt durch diese Thierchen, zu beobachten. Ist das Wasser nicht bewegt, leuchten sie nicht. Ein Gefäß mit Leuchtbläschen in Meerwasser bleibt vollkommen dunkel, solange es ruhig steht. Schüttelt man jedoch dasselbe oder rührt man den Inhalt mit einem Glasstabe, so erstrahlt er sofort im bläulichen oder grünlichen Lichte, das einige Secunden anhält und sodann wieder erlischt. Süßwasser, Säuren, Alkalien, Alkohol erzeugen denselben Effect. Wiederholt man diese Reize rasch oder lässt sie lang einwirken, so schwächt sich das Licht bald ab, wird weißlich und beständig. Dies ist stets eine dem Tode des Thieres vorangehende Erscheinung. Untersucht man ein Leuchtbläschen unter dem Mikroskope bei stärkerer Vergrößerung, so findet man, dass die ganze Körperoberfläche leuchtet, und dass das scheinbar einheitliche Licht aus zahlreichen leuchtenden Punkten, die vielleicht den erwähnten gelblichen Körnchen entsprechen, zusammengesetzt ist. Die Leuchtkraft der Leuchtbläschen an sich ist nicht bedeutend, erst die Ansammlung ungeheurer Massen steigert die Wirkung. Eine 15 mm breite und 20 mm hohe Säule von Leuchtbläschen in einer Glasröhre ließ nur dann die feinen Ziffern einer Taschenuhr erkennen,

wenn diese unmittelbar daran gehalten wurde. Die Leuchtbläschen erzeugen das allgemein gleichmäßige Meerleuchten, das ich oben zu beschreiben versuchte. Das Auge vermag eben nicht wegen der Kleinheit des Objectes und wegen des Auftretens in dichten Schichten dem secundenlangen Aufblitzen des Lichtes der einzelnen Individuen zu folgen. Auch mögen sich viele infolge der Wellenbewegung in dem Zustande wiederholter Reizung befinden, also mit weißlichem und constantem Lichte leuchten. Man begreift, dass man die Quelle des Lichtes in ganz anderen Ursachen suchte, solange man unsere Thierchen noch nicht kannte. Am nächsten in der Gesamtwirkung kommen die Kranzthierchen, winzige, den Infusorien ähnliche geißeltragende Urthiere (*Ceratium*-Arten), deren eigentlicher, mit drei hornartigen Fortsätzen versehener Körper etwa 0.05 mm groß ist, wenn sie in großer Zahl auftreten. Ein schönes durch sie veranlasstes Meerleuchten im Golfe von Neapel beschrieb Ehrenberg. Derartige mikroskopische Leuchtthiere wie die Leuchtbläschen oder Kranzthierchen haben manchen dem Meere entnommen Thieren oder Pflanzen zu dem Ruhme, Licht zu entwickeln, verholfen, wenn sie in Vertiefungen haften blieben. Sie weben auch das bläuliche Lichtgewand, in das Delphine oder Fische, die sich über die leuchtenden Fluten erheben, gehüllt scheinen.

Anders verhält es sich mit den Medusen oder Quallen, Feuerwalzen, Krebschen und anderen leuchtenden Seethieren. Weil sie durchaus größer sind, auch

nicht in so ungeheuren Mengen erscheinen, und weil ihr Licht nur selten von dem ganzen Körper, sondern meist nur von bestimmten kleinen Stellen ausstrahlt, so kann man das Aufblitzen und Erlöschen der Lichtquellen einzeln wahrnehmen.

Unter den Quallen müssen wir Schirmquallen, Röhrenquallen und Rippenquallen unterscheiden. Der Körper aller besteht aus einem durchsichtigen Gallertgewebe. Die Schirmquallen haben durchschnittlich die Form eines Schirmes oder einer Glocke. In der concaven Unterseite liegt die Mundöffnung, welche direct in die Leibeshöhle führt. Von diesem Magenöhle genannten Raume strahlen vier oder mehrere Canäle in die Peripherie des Schirmes aus. Mundöffnung und Magenöhle befinden sich oft in einer wie der Klöppel einer Glocke vorragenden, von vier oder acht Lappen umgebenen Verlängerung. Am Rande des Schirmes stehen Fühlfäden und Sinnesorgane, die Randkörper. Die Röhrenquallen sind complicierte Thierstöcke, an welchen das Princip der Arbeitstheilung sehr schön zur Geltung kommt. Die Rippenquallen sind seitlich symmetrische Thiere von meist ovaler Form, durch acht Reihen kammförmig angeordneter beweglicher Schwimmplättchen an der Außenseite besonders ausgezeichnet.

Die Leuchtkraft der Schirmquallen ist schon seit langem bekannt. Bereits der römische Naturforscher Plinius thut ihrer Erwähnung. An den Gestaden des Mittelmeeres und des Rothen Meeres heißen sie See-

lichter oder Seelaternen. Jedoch nicht alle Arten leuchten. Ebenso ist der Sitz der Lichtentwicklung verschieden. Bei einigen, so bei der kleinen, 10 mm breiten und 20 mm hohen Kegelqualle (*Pandaea conica* Les.) sind es die Randkörper. Wenn man die Temperatur des umgebenden Wasser erhöht oder einen elektrischen Strom durchleitet, sieht man einen Kranz leuchtender Punkte im Scheibenrande. Bei der Leuchtqualle des Mittelmeeres (*Pelagia noctiluca* Pér. et Les.), einer Art, deren Schirm einen Durchmesser von 60—80 mm bei einer Höhe von 40—50 mm hat, leuchtet die ganze äußere Oberfläche, doch erst nach Einwirkung eines Reizes. Berührt man eine Leuchtqualle oben im Mittelpunkte des Schirmes, so erscheint sogleich ein grünliches Licht, das sich sehr rasch wellenartig fortpflanzt. Nimmt man sodann die Qualle in die Hand und bewegt sie hin und her, so nimmt die Lichtintensität noch zu. Die Handfläche wird klebrig und leuchtend. Ebenso nehmen Wasser und Milch, in welche eine solche Qualle getaucht wird, Leuchtstoff auf. Man glaubte deshalb, dass die Qualle einen leuchtenden Schleim absondere. Unter dem Mikroskope ergibt sich aber, dass dieser Schleim Gewebselemente enthält, welche von der Oberfläche des Thieres stammen. Man kann sich leicht davon überzeugen, dass diese abgefallenen Zellen die Träger des Lichtes sind, wenn man eine Leuchtqualle möglichst sorgfältig abreibt. Gibt man sie sodann in süßes Wasser, das sonst als starker Reiz wirkt und wie bei dem Leuchtbläschen das Licht constant macht, so

bleibt sie bis auf einzelne vertiefte Stellen, die noch ihre Bedeckung behielten, vollkommen dunkel. Diese Zellen enthalten außer ihrem Kerne zahlreiche feine, das Licht stark brechende stroh- bis orangegelbe Körnchen, die den Eindruck fettiger Substanzen machen.

Von den Röhrenquallen wurden *Diphyes*-, *Abyla*-, *Eudoxia*-, *Praya*-Arten in großen Mengen angetroffen. Auch bei diesen leuchtete die Oberfläche.

Sehr kräftig ist das von den Rippenquallen erzeugte Licht. Seine Farbe ist nach den Arten verschieden, gelbroth, grünlich oder bläulich. Der Sitz des Lichtes ist in Zellen von Canälen, welche unter den acht mit Schwimmlättchen versehenen Rippen liegen. Es entsteht gleichfalls nur auf Reiz. Berührt man eine Rippe an irgend einem Punkte, so breiten sich von da längs derselben Lichtwellen nach beiden Polen aus. Ein gleichzeitiges Aufblitzen aller acht Rippen kann man erzielen, wenn man beispielsweise ein Exemplar der ovalen Mützenqualle (*Beroë ovata* Eschsch.), einer bis zu 160 mm langen Rippenqualle des Mittelmeeres, rasch aus einer Hand in die andere nimmt. Infolge Diffusion des Lichtes scheint die ganze Qualle zu leuchten, und das bläuliche Licht ist so stark, dass man die Gesichtszüge seines Nachbars deutlich erkennen und feinen Druck lesen kann. Im Verlaufe einer Minute wiederholt sich dieses Aufblitzen etwa vierzig- bis fünfzigmal. Dann ist die Leuchtkraft erschöpft, und es bedarf einer Viertelstunde der Ruhe, bis das Leuchten wieder hervorgerufen werden kann. Süßes Wasser macht auch

das Licht der Rippenquallen constant. An den Arten der Gattung *Beroë* hat man eine von anderen leuchtenden Seethieren nicht bekannte, sehr merkwürdige Eigenthümlichkeit beobachtet. Sonnenlicht oder künstliches Licht, selbst das schwache Licht des Mondes wirken hemmend auf ihre Leuchtkraft. Waren sie nur kurze Zeit solchem Lichte ausgesetzt, so reagieren sie, in einen dunklen Raum gebracht, auf keinen irgendwie gearteten Reiz. Erst nach geraumer Zeit erlangen sie die alte Fähigkeit zu leuchten wieder.

Kein marines Leuchtthier kann sich aber in der Großartigkeit des Effectes mit den Feuerwalzen messen. Eine Feuerwalze ist nicht ein Individuum, sondern ein aus vielen Einzelwesen zusammengesetzter Thierstock von cylindrischer Gestalt. Der Cylinder ist hohl, an dem einen etwas verjüngten Ende geschlossen, an dem andern abgestutzt und offen, vollkommen durchsichtig und von der Consistenz eines Knorpels. An der äußeren Oberfläche bemerkt man größere lanzettliche und kürzere rundliche Hervorragungen. Hier findet man die Mundöffnung der einzelnen Mitglieder dieser Colonie, welche senkrecht auf die Längsachse des Cylinders angeordnet sind. Der Mund, der bei der Feuerwalze des Mittelmeeres (*Pyrosoma giganteum* Les.) 6.5—11 mm langen, sackförmigen Individuen führt in einen weiten gegitterten Kiemensack, in dessen Grunde der Darm beginnt, welcher zu einer in den centralen Hohlraum des Cylinders mündenden Auswurfsöffnung führt. Auch die anderen Organe der Feuerwalzen,

welche mit den weiter unten zu erwähnenden Salpen in den Kreis der molluskenähnlichen Thiere (*Molluscoidea*) gehören, zeigen eine viel höhere Entwicklung als bei den bisher in Betracht gezogenen Formen. Das Licht geht bei jedem Individuum jederseits von einem vor dem Kiemensacke, also nicht weit hinter dem Munde gelegenen Organe aus, das aus einer Anhäufung rundlicher Zellen besteht. Der Inhalt derselben zeigt die Zusammensetzung aus einem Fettstoffe und einem Eiweißstoffe. Schon die Embryonen besitzen Leuchtorgane. Eine bei 370 mm. lange Feuerwalze, so groß wird beiläufig *Pyrosoma giganteum*, besteht aus circa 15.000 Individuen. Das würde 30.000 Lichtpunkte geben. Es sind aber in tropischen Meeren Feuerwalzen bis über ein Meter Länge gefunden worden. Trifft nun ein Schiff bei dunkler Nacht und guter Brise ganze Scharen solcher Thierstöcke, die durch die Erschütterung des Wassers zu gesteigerter Lichtentfaltung angeregt werden, und je nachdem sie nahe der Oberfläche oder tiefer schwimmen, bald als weißglühende Eisenstäbe, bald als rundliche glühende Massen erscheinen, deren Contouren mit denen ihrer Nachbarn zu großen Lichtflecken zusammenfließen, so kann man sich die Überraschung vorstellen, welche dieses phantastische Bild dem empfänglichen Theil der Bemannung bringen muss. Es wird so hell, dass man eine Fliege auf dem Segel ausnehmen könnte, dass man kleinen Druck zu lesen oder die das Schiff begleitenden Haifische weit in die Tiefe zu verfolgen imstande ist. Reizt man eine

Feuerwalze an irgend einem Punkte, so pflanzt sich das Licht von der gereizten Stelle über den ganzen Cylinder fort, wie sich bei einem Feuerwerke die ganze Front entzündet, wenn der Zündfaden irgendwo in Brand gesetzt wird. Ein plötzlicher starker Stoß, die Berührung mit den Händen oder Reiben erzeugen dieselbe Wirkung. Das Licht von *Pyrosoma giganteum* ist hellbläulich. Bei einer anderen Art, bei *Pyrosoma atlanticum* Pér. et Les., soll es anfangs roth sein, dann durch Rosenfarben, Orangegebl, Grün ins Bläuliche wechseln. Bringt man eine Feuerwalze in süßes Wasser, so erstrahlt sie nach wenigen Minuten in blendendem Lichte, und dieses Licht bleibt stundenlang constant, bis zum Tode des Thieres. Alkohol und Äther erregen die Feuerwalzen gleichfalls, kommen aber diese Substanzen mit den Leuchtorganen selbst in Berührung, so erlischt das Licht sofort. Presst man eine Feuerwalze durch ein Tuch, so wird die anfangs leuchtende Flüssigkeit bald dunkel, setzt man aber süßes Wasser hinzu, so entsteht von neuem ein lebhaftes Licht. Auch rasch getrocknete Stücke der Feuerwalzen können selbst nach längerer Zeit durch Wasserzusatz wieder leuchtend gemacht werden.

Die Salpen, cylindrische oder tonnenförmige, glashelle, gallertige oder knorpelige Thiere von ähnlichem Bau wie die Individuen der Feuerwalzen und oft ansehnlicher Größe, kommen einzeln oder zu Ketten vereinigt oft in so ungeheuren Mengen vor, dass das Meer einem Gemenge von Schnee und Wasser gleicht;

allein die Angaben über ihr Leuchtvermögen sind widerspruchsvoll und unbestimmt. Einige Reisende berichten, dass diese Thiere ganze Strecken des Meeres mit mattem bläulichem Lichte beleuchten, andere sind viele Stunden durch Legionen hindurchgefahren, ohne eine Lichtentwicklung bemerkt zu haben. Möglicherweise leuchten einige Arten, andere nicht. Es liegen auch Angaben vor, dass nur von einem bestimmten Punkte des Körpers, dem Eingeweideknäuel, Licht, und zwar dunkelrothes Licht ausgegangen sei. Dieses Licht könnte jedoch auch von dem Leuchtstoffe anderer Leuchtthiere herrühren, die als Nahrung gedient.

Auch kleinen Krebschen wird von mehreren Seiten ein großer Antheil an dem Meerleuchten zugeschrieben. Sie sollen manchmal in Millionen vorkommen und die Erscheinung des Funkensprühens veranlassen. Die verlässlichsten Nachrichten liegen über einige Centimeter lange Krebse aus der Ordnung der *Schizopoden* vor. Bei diesen sind die Leuchtorgane, welche als kleine halbkugelige Gebilde an den Augenstielen, zu Seiten des Rückenpanzers und an der Bauchfläche des Schwanzes auftreten, förmliche physikalische Apparate. Sie enthalten eine als Condensor wirkende Linse und werden durch Muskeln bewegt. Das Licht ist wie bei anderen Leuchtthieren intermittierend. Ähnliche und noch complicirtere, sogar mit einem Reflector versehene Leuchtorgane kennt man von Fischen.

Wenn bisher in allen Fällen des Meerleuchtens Thiere als Ursache erkannt und bezeichnet wurden, so

ist doch das Capitel der leuchtenden Organismen im Meere (ich gebrauchte früher diesen Ausdruck absichtlich statt „leuchtende Thiere“) nicht als erschöpft zu betrachten, seitdem wir wissen, dass es Leuchtbacillen gibt, und dass die Keime derselben im Meere zu suchen sind. Wir sind gegenwärtig bereits so sehr daran gewöhnt, die Mikroorganismen an den verschiedensten Erscheinungen betheiligt zu sehen, dass wir uns kaum wundern, wenn ihre Thätigkeit auch in der Frage des Meerleuchtens zur Erörterung kommt. Man wusste schon seit langem, dass todte Seefische oder andere Seethiere leuchtend werden können, aber erst der Professor der Physiologie an der Universität Bonn E. Pflüger erkannte 1875 die Ursache in der Anwesenheit von Spaltpilzen. Solche leuchtende Fische waren an der Oberfläche von einer 2—4 mm dicken weißlichen Schleimschichte bedeckt, und übertrug man von diesem Schleime auf andere Fische, auch auf Süßwasserfische, die unter gewöhnlichen Umständen nie leuchten, so trat nach einiger Zeit die Lichterscheinung auch an diesen auf. Der mit einer schwachen Salzlösung abgespülte Schleim wurde durch ein dichtes Filtrierpapier filtriert und es zeigte sich, dass eine vollständig klare und lichtlose Flüssigkeit durchgieng. Damit war erwiesen, dass die Mikroorganismen selbst leuchten. Die natürliche Schlussfolgerung war, dass zugleich mit den Fischen die Keime der Leuchtbacillen dem Meere entnommen wurden, aber es fehlte noch der directe Beweis. Im verflossenen Jahre wurde auch dieser erbracht. Stabs-

arzt B. Fischer, Docent der Hygiene an der Universität Kiel, erzog aus von ihm in der Nähe der westindischen Insel St. Croix gesammeltem Meerwasser, das nicht leuchtete, mit Hilfe der üblichen Methoden einen stäbchenförmigen Mikroorganismus, der ein weißlich-bläuliches Licht ausstrahlte. Er nannte denselben *Bacillus phosphorescens*. Die Übertragung des Bacillus auf lebende Fische wurde ohne Erfolg versucht. Fischer hat auch den Bacillus der leuchtenden todten Fische der Kieler Bucht untersucht und gefunden, dass er eine andere Art sei. Um sich den Anblick eines leuchtenden Seefisches zu verschaffen, braucht man nur nach den Angaben dieses Forschers einen der auch bei uns jetzt häufig auf den Märkten vorkommenden Schellfische zwischen zwei Tellern bei einer Temperatur von 15°C aufzuwahren. Schon in den ersten 24 Stunden beginnen mehr minder zahlreiche Stellen zu leuchten, und allmählich besetzen die Leuchtbacillen die ganze Oberfläche. Das grünliche Licht ist kräftiger als das des westindischen Bacillus. Man kann auch durch Zumischen der Culturen oder des leuchtenden Schleimes Seewasser oder andere Lösungen, so dreiprocentige Lösungen von Kochsalz und Bittersalz oder eine einprocentige Lösung von Chlormagnesium in großen Mengen leuchtend machen und sich so in seinen vier Wänden ein bescheidenes Surrogat des Meerleuchtens verschaffen. Ein solches Wasser leuchtet anfangs in seiner ganzen Masse. Nach Verlauf von 24 Stunden ist es dunkel geworden, aber Umrühren ruft das Licht von neuem

hervor, bis es endlich für immer schwindet. Vor wenigen Monaten berichtete auch der französische Physiologe Raphael Dubois, auf dessen wichtige Arbeiten über das thierische Licht ich noch zu sprechen komme, dass es ihm gelang, zwei Arten von Leuchtbacillen zu cultivieren. Beide stammten aus dem Meere, die eine Art (*Bacillus pholas*) aus der Wand der Athemröhre einer Bohrmuschel, die andere Art (*Bacterium termo*) von der Oberfläche des Schirmes der Leuchtqualle (*Pelagia noctiluca*). Angesicht dieser Thatsachen kann man die bereits von Pflüger ausgesprochene Vermuthung, dass auch im Meere, besonders in der Nähe der Küste oder in Häfen, wo sich Reste abgestorbener Organismen vorfinden, Mikroorganismen die Veranlassung zu Lichterscheinungen geben können, nicht ohne weiters von sich weisen, und der bereits in das Reich der Mythe verwiesene „leuchtende Schleim“ kommt wieder zu Ehren. Dass sich die lichtentwickelnden Stäbchen in reinem Seewasser nicht vermehren, haben Versuche ergeben. B. Fischer selbst hat im indischen Ocean östlich von der Insel Sokotra ein Meerleuchten beobachtet, dessen Veranlassung wohl Bacillen gewesen sein mögen, da keine Leuchtthiere nachzuweisen waren. Leider wurde jedoch keine diesbezügliche Untersuchung vorgenommen. Da es sich hier um einen vollkommen verbürgten Fall von Meerleuchten ohne Anwesenheit von Leuchtthieren handelt, so will ich die Beschreibung der Erscheinung wörtlich wiedergeben: Nachdem sich an den beiden vorausgegangenen Tagen die Meeresoberfläche

mit Quallen derart bedeckt gezeigt hatte, dass das Schiff förmlich seinen Weg durch ein Meer von Quallen nahm, trat mit Eintritt der Dunkelheit, wenige Minuten nach Sonnenuntergang die Erscheinung plötzlich ein. Nicht nur in der Umgebung des Schiffes, sondern so weit das Auge reichte, bildete die Wasseroberfläche eine einzige gleichmäßig leuchtende Masse, welche ein mildes bläulichweißes Licht ausstrahlte. Dabei hatte die Oberfläche etwas eigenthümlich Verschwommenes. Der Horizont, der sich bei dem klaren Sternenhimmel scharf hätte absetzen müssen, war nicht zu unterscheiden. Die Contouren der Wellen, selbst die von solchen in unmittelbarer Nähe des Schiffes konnte man, auch wenn man sich über die Bordwand lehnte, so dass man nur wenige Meter davon entfernt war, nicht erkennen, während das von ihnen verursachte Geräusch deutlich zum Ohre drang. — Möglicherweise, meint Fischer, lieferten die Quallen die zur Vermehrung der Bacillen nöthige organische Materie.

Ich will nur die naheliegende zweite Frage zu beantworten versuchen: Wie bringen die leuchtenden Organismen das Leuchten zustande? Dieses Thema ist, wie sich ergeben wird, dem Zoologen entwachsen, der seine Aufgabe erfüllte, indem er die leuchtenden Arten, sowie den Sitz der Lichtentwicklung feststellte und gewisse Eigenthümlichkeiten mit relativ groben Mitteln ergründete.

Für das Verständnis des thierischen Lichtes war eine im Jahre 1880 erschienene Arbeit des Professors

der Chemie an der Universität Lemberg, B. Radziszewski, über die Phosphorescenz der organischen und organisierten Körper von großer Bedeutung. Er stellte ein der Qualität und dem Verhalten im Spectroskope nach mit dem thierischen identisches Licht künstlich dar. Und dieses Licht hat sogar die merkwürdige Eigenschaft, in gleicher Weise auf organische Reize (Anstoßen oder Schütteln der Versuchsflüssigkeiten) zu reagieren wie das thierische. Zahlreiche im lebenden Organismus vorkommende Stoffe, wie Lecithin, Fette, Cholesterin, Spermacet, Wachs, ätherische Öle, Gallensäure, Traubenzucker u. a. leuchten bei sehr niedriger Temperatur, wenn sie sich in alkalischer Reaction mit activem Sauerstoff chemisch verbinden. Es wird eine langsame Oxydation eingeleitet. Das Leuchten ist eine Folge der Temperaturerhöhung bei dem Zusammentreffen der Sauerstoffatome mit den Atomen der verbrennlichen Körper. Bewegung wirkt vortheilhaft, weil dadurch der active Sauerstoff in directe Verbindung mit den zu oxydierenden Substanzen kommt. Das Leuchten dauert solange, bis der Vorrath an activem Sauerstoff erschöpft ist. Man versteht nun die auf mechanischen Reiz eines Leuchtthieres auftretenden Erscheinungen, das wiederholte Aufblitzen des Lichtes, das endliche Versagen und das abermalige Leuchten nach einer Ruhepause. Der Reiz leitet nur die nöthige Bewegung ein. Man versteht ebenso, warum ein Fisch schon kurze Zeit, nachdem er aus den Fluten gezogen wurde, nicht nur äußerlich, sondern auch in der ganzen Dicke seines

Fleisches leuchten kann: das Fett ist in Oxydation begriffen. Wenn man mit Radziszewski annimmt, dass sich neben den Stoffen auch die zum Leuchten nöthigen Bedingungen in den Leuchtthieren vorfinden — er stützte sich nur auf fremde Beobachtungen — so ist die Erscheinung erklärt. Das hinderte nicht, dass vor kurzem von R. Dubois, welcher den amerikanischen Leuchtkäfer zum Gegenstande sehr eingehender Studien gemacht hatte, eine neue Theorie über die Entstehung des Lichtes bei diesen Thieren aufgestellt wurde. Bald darauf konnte er dieselbe auch auf ein leuchtendes Seethier ausdehnen. Er hatte den Leuchtstoff der Bohrmuschel (*Pholas dactylus* L.) untersucht und sah eine ganze Reihe von Reactionen in ähnlicher Weise ablaufen. Die Leuchtkraft der in weichem Gestein an den Küsten des Mittelmeeres und atlantischen Oceans lebenden Muscheln war schon den Alten bekannt. Man war der Ansicht, dass das ganze Thier leuchte, bei genauerer Untersuchung ergab sich jedoch, dass das Licht nur von dem vorderen Contour des Mantels, von zwei dreieckigen Stellen vor dem Eingange in die vordere Athemröhre und von zwei parallelen Streifen innerhalb dieser selbst ausgehe. Die den Leuchtstoff enthaltenden Zellen sind sehr zart, fallen leicht ab oder entleeren ihren Inhalt. Dieser mischt sich mit dem Schleime, welchen das Thier absondert, und so entsteht eine leuchtende Flüssigkeit, die den ganzen Körper umhüllt und sich der Umgebung, dem Wasser, den Händen mittheilt. Wenn man die leuchtenden Stellen aus-

schneidet und trocknet, kann man selbst nach Wochen durch Eintauchen in destilliertes Wasser das Licht in wenigen Secunden wieder hervorrufen. War aber das Präparat zuvor gekocht, so blieb das Wasser ohne Wirkung. Dubois filtrierte die leuchtende Flüssigkeit, welche das Thier auf mechanische Reizungen so reichlich von sich gibt, und überließ das noch immer leuchtende Filtrat sich selbst. Das Licht nimmt nach und nach ab und verschwindet endlich gänzlich. Gösser nun diese lichtlose Flüssigkeit auf eine gekochte Muschel, in welcher das Licht für immer erloschen schien, so leuchteten sogleich alle jene Stellen auf, die ich als Sitz des Lichtes bezeichnete. Dieser Versuch wurde noch in einer anderen Weise gemacht. Die filtrierte leuchtende Flüssigkeit wurde in zwei Glasröhren gefüllt, das Licht in der einen durch Aufkochen rasch vernichtet, das Erlöschen in der zweiten abgewartet. Mischt man nun den dunklen Inhalt beider Glasröhren, so entsteht wieder Licht. Was geht hier vor? Dubois nimmt an, dass die lichterzeugende Substanz ein in Wasser löslicher, in der Hitze gerinnbarer, nicht organisierter Eiweißstoff ist, wie z. B. die Diastase des Malzes, welcher als Ferment die Zerlegung eines anderen Stoffes unter Lichtentwicklung bewerkstelligt. Derartige Fermente haben unter anderem auch die Eigenschaft, mit fast unbegrenzter Dauer leistungsfähig zu sein. Setzt man also dem getrockneten Mantel Wasser zu, so beginnt wieder die Thätigkeit des Fermentes: die den Leuchtstoff enthaltenden Stellen leuchten. In der gekochten

Muschel, in der gekochten leuchtenden Flüssigkeit wurde das Ferment zerstört, die Substanz, welche es zerlegt, bleibt jedoch erhalten. In der leuchtenden Flüssigkeit hingegen, welche man sich selbst überließ, bis sie zu leuchten aufhörte, blieb das Ferment erhalten, dagegen wurde der Stoff, auf welchen es einwirkt, unter Lichtentwicklung verbraucht, erschöpft. Indem man den Fermentationsprocess in Gang bringt, den in der gekochten Muschel und in der gekochten leuchtenden Flüssigkeit vorhandenen Substanzen das in der erschöpften Flüssigkeit noch enthaltene Ferment zuführt, stellt sich sogleich das Licht wieder ein. Dubois nennt das Ferment von *Pholas dactylus* Luciferase und den von ihm dargestellten Stoff, auf welchen es wirkt, Luciferine. Einige zum Theile schon bekannte Thatsachen, welche bei den Untersuchungen von Dubois an dem Leuchtkäfer und der Bohrmuschel zutage traten, sind von großer Tragweite für die Beurtheilung des ganzen Processes. Aus dem Umstande, dass das Filtrat, welches noch leuchtete, keine lebenden Zellen mehr enthielt, dass getrocknete Leuchtorgane nach Wochen wieder zur Lichtentwicklung gebracht werden können — dasselbe ist auch bei der Feuerwalze der Fall — ergibt sich, dass die chemische Reaction, deren Resultat Licht ist, ganz unabhängig von dem Leben des Thieres ablaufen kann. Der Antheil des Leuchtkäfers, der Bohrmuschel, der Feuerwalze und wahrscheinlich aller anderen Leuchthiere würde lediglich darin bestehen, die Elemente und anderweitigen Bedingungen dieses Processes zu

schaffen. Was Radziszewski aus seinen leuchtenden Substanzen für das thierische Licht deducierte, was Dubois direct beobachtete, entzieht den Ansichten anderer Forscher, welche das Nervensystem für die Lichtentwicklung verantwortlich machten, dieselbe mit der Entwicklung thierischer Elektrizität verglichen, oder weil die Thiere äußeren Reizen Folge leisten, den Leuchtstoff für reizbares, lebendiges Eiweiß, Protoplasma erklärten, jeglichen Boden. Mag man dem activen Sauerstoff oder einem als Ferment wirkenden Eiweißkörper die lichterzeugende Kraft zuschreiben, mag man Oxydation oder Fermentation annehmen, das thierische Licht ist nur die Nebenerscheinung eines chemischen Processes in Stoffen, deren Natur uns noch zum größten Theile unbekannt ist.

Auch das Licht der Leuchtbacillen ist als Folge einer chemischen Reaction im kleinsten Raume aufzufassen. Es scheint jedoch, dass sie ganz von der Thätigkeit des lebenden Organismus abhängig ist, denn alles, was das Leben des Bacillus günstig oder nachtheilig beeinflusst, steigert oder schwächt das Licht ab.

Wie wir in den Leuchtthieren Licht aufblitzen sehen, auf wenige Secunden die Dunkelheit erhellend und dann wieder verschwindend, so kamen und giengen im Laufe der Zeiten die Ansichten über das Meerleuchten und seine letzten Ursachen. Hoffen wir, dass die Wissenschaft bald eine Leuchte aufstellen wird, die an ewiger Dauer mit der ewigen Schönheit der Erscheinung wetteifert.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1889

Band/Volume: [29](#)

Autor(en)/Author(s): Marenzeller Emil Edler von

Artikel/Article: [Über Meerleuchten. 135-161](#)