

Nr. 7.

1887.

Sitzungs - Bericht
der
Gesellschaft naturforschender Freunde
zu Berlin
vom 19. Juli 1887.

Director: Herr EWALD.

Herr v. MARTENS zeigte ein lebendes Exemplar von *Unio tumidus* vor, bei welchem die eine Schalenhälfte nahe den Wirbeln in der Ausdehnung von 8—10 mm vollständig durchbrochen ist, so dass die Rückenhaut bloss liegt und die Pulsation des Herzens durch augenblickliches Hervordrängen derselben in der Lücke zu sehen ist.

In diesem Zustande wurde die Muschel vor etwas mehr als 14 Tagen im Schlachtensee (Grunewald, zwischen Berlin und Potsdam) gefunden, und sie hat seitdem, in oftmals erneuertem Wasser aufbewahrt, keine Veränderung gezeigt, weder einen Anfang zum Verschluss der Lücke durch Absonderung einer neuen Schalenschicht, noch merkliche Abnahme ihrer Lebensthätigkeit; eines von beiden könnte man als Folge dieses Zustandes erwarten, aber die Beobachtungszeit scheint hiefür noch zu kurz zu sein. Sie befand sich am angegebenen Orte in Gesellschaft zahlreicher anderer lebender Stücke, welche auch bedeutende Abreibung und Verdünnung in der Wirbelgegend zeigten, aber ohne dass es bei diesen zu einer völligen Durchbrechung und Lücke in der Schale gekommen wäre; und zwar zeigt die Art der Zerstörung bei all diesen Stücken, eine glatte Fläche mit wenig bestimmten, keineswegs

vortretenden Rändern bildend, augenscheinlich, dass sie auf mechanischer Abreibung beruht, im Gegensatz zu chemischer Abnutzung oder vielleicht auch Zerstörung durch eindringende mikroskopische Organismen, mit unebener Grubenbildung und steilen buchtigen Rändern, wie sie an den Schalen von Süßwassermuscheln in kohlenstoffreichen Gebirgsbächen (Flussperlenmuscheln) oder in Humussäure enthaltendem Torfwasser häufig auftritt. Bei der vorliegenden Muschel hat vielleicht ein einzelner kräftiger Stoss im Wasser die durch allmähliche Abreibung schon ganz dünn gewordene Schale durchbrochen, da die Ränder etwas gezackt sind und sie nahe der Stelle gefunden wurde, wo die Kähne für Vergnügungsfahrten anlegen.

Herr v. MARTENS zeigte ferner einige Süßwassermuscheln aus Guatemala vor, aus der Sammlung des Herrn Dr. OTTO STOLL in Zürich stammend, welche in Grösse, Skulptur und auffälliger Form an nordamerikanische Arten erinnern.

Die hohe Artenzahl, bedeutende Grösse und erstaunliche Formenmannichfaltigkeit der nordamerikanischen Arten der Gattung *Unio* ist seit lange bekannt und in neuerer Zeit hat man ähnliche ausgezeichnete Arten auch aus dem östlichen Asien, namentlich Japan, China und Siam kennen gelernt. Namentlich auch eine auffallende Oberflächenskulptur, Höcker, Warzen oder Falten, ist bei manchen dieser ostasiatischen Arten ganz ebenso wie bei nordamerikanischen vorhanden; bei den europäischen recenten Arten zeigt sich eine solche dagegen nur im ersten Jugendzustande, aber da in hohem Grade; dagegen finden sich in den Tertiärablagerungen Europas und des westlichen Sibiriens auch erwachene Unionen mit auffälliger Skulptur. Es scheint, als ob in dieser Beziehung, wie auch in einigen andern, die Thier- und Pflanzenwelt im ganzen Umkreis der nördlichen gemässigten Zone in einer gewissen vorzeitlichen Periode mehr übereinstimmend gewesen wäre, wie sie es jetzt noch im hohen Norden rings um den Pol ist, und als ob die Scheidung in eine alt- und neuweltliche (palaearktische und nearktische) später eingetreten sei und zwar so, dass gerade in Nordamerika sich mehr beim Alten erhalten hat und Ost-

asien auch jetzt noch Mehreres mit Nordamerika gemeinsam behalten hat, während in beiden Gebieten neue Formen aus Süden eindringen und so den Unterschied vergrösserten, z. B. unter den Säugethieren *Myoxus* und *Erinaceus* in der alten Welt, *Didelphys* in Amerika. Von diesem Gesichtspunkt aus ist es von einigem Interesse zu verfolgen, wie weit die auffälligen Unionenformen Nordamerika's nach Süden reichen, da in Südamerika diese Gattung nur durch wenige und in keiner Weise ausgezeichnete Arten vertreten ist, dagegen andere ausschliesslich südamerikanische Gattungen dafür auftreten. Nach den Sammlungen des Herrn STOLL nun tritt Guatemala hierin noch ganz auf die Seite von Nordamerika, entschieden mehr als in Bezug auf die Landschnecken: es findet sich daselbst im Rio de las Salinas (Provinz Peten), *Unio Nicklinianus* LEA, über 14 cm lang und 10 hoch, mit auffälligen vom Wirbel nach unten und hinten herablaufen Falten, recht ähnlich dem nordamerikanischen *U. complanatus* BARNES sowie dem chinesischen *Cumingi* LEA; ferner ebenda die zwei nachstehend beschriebenen neuen Arten, von denen die erste durch warzige Skulptur und annähernd kreisförmigen Umriss mit einigen nordamerikanischen und chinesischen Arten übereinstimmt, aber stärker seitlich zusammengedrückt ist als irgend eine dem Vortragenden bekannte Art.

Unio percompressus n.

Testa trigono-orbicularis, percompressa, subaequilatera, crassa, rugis concentricis rudibus plus minusve granosis sculpta, intus purpurea, rarius albicans; margo anticus primum concavusculus dein convexe rotundatus; margo dorsalis posterior primum leviter descendens, ventralis leviter sinuatus; vertices prominuli, antrorsum incumbentes; dentes cardinales validi, verticaliter elongati, multisulcati; dentes laterales modice longi, leviter arcuati. Long. 96—114, alt. 88—90, diameter 28—38 mm. Vertices in $\frac{1}{3}$ — $\frac{2}{7}$ longitudinis siti. Hab. Rio de las Salinas prov. Peten Guatemalae.

Unio microdon n.

Testa transverse elliptica, modice convexa, valde inaequilatera, solida, concentrice leviter striatula, intus albida; margo

anticus supra et infra subaequaliter rotundatus, margo dorsalis posterior leviter convexus, posticus obtuse rostratus, ventralis rectilineus; vertices subplani; dentes cardinales parvi, tuberculiformes, in valva dextra unus, subtetragonus, apice leviter crenatus, in valva sinistra duo, anterior subtrigonus, laevis, posterior compressus, acie distincte crenulata; dentes laterales elongati, leviter arcuati. Long. 93—107, alt. 50—57, diameter 29—34 mm. Vertices in $\frac{1}{5}$ — $\frac{2}{9}$ longitudinis siti. Hab. cum praecedente.

Herr C. JESSEN theilte Bedenken wider die Undulationstheorie mit.

Untersuchungen über die Beziehungen der Farben auf das Auge und die künstlerischen Anschauungen des Geistes haben mich wider meinen Wunsch, wie ich gestehe, genöthigt, mich mit den Theorien der Farben lange und eingehend zu beschäftigen. Die Resultate sind derart, dass ich dieselben hier zu weiterer Prüfung vorlege. Für meine Untersuchungen habe ich dabei keinen Anhalt gefunden.

Allgemein herrschend ist die sogenannte Undulationstheorie, ja in manchen Lehrbüchern wird diese ohne weiteres als eine auf Thatsachen begründete, einwandfreie Theorie behandelt. Aber unwiderlegt sind noch immer die wohlbegründeten Einwürfe NEWTON's wider die, innerhalb einzelner, primitiv-einfacher Lichtstrahlen angeblich ununterbrochenen und doch nebeneinander nirgends gleichzeitigen, noch gleichmässigen Wellenbewegungen eines stofflosen und doch gleichartigen Stoffes, Aether benannt. Auch sind dieselben denn doch zu gewichtig, um durch blosses akademisches Todtschweigen, so beliebt das auch gegenwärtig ist, für hinfällig erachtet zu werden. Mindestens sollten weder in den Schulen noch anderswo Lehrbücher auftreten, welche diese Undulation für etwas anderes ausgeben, als für eine Hypothese, welche auf unbewiesenen, unbeweisbaren, ja selbst unglaublichen Annahmen beruht.

Hier indessen soll von diesen physikalisch-mathematischen Verhältnissen nicht die Rede sein, sondern nur davon: steht diese Undulationstheorie wirklich in Ueberein-

stimmung mit den natürlichen Farbenercheinungen? Lassen sich dieselben wirklich alle daraus ableiten?

Die Physiker legen dieser ihrer Theorie lediglich einzelne Erscheinungen des strahlenden Lichtes zu Grunde. Die Maler aber und wer sonst um die Natur der Farben sich kümmert, ziehen alle natürlichen Farbenercheinungen in Betracht. Vielen Physikern scheinen diese letzteren Beobachtungen weniger bekannt zu sein. Wer nicht blindlings einer Hypothese folgen will, wird es für nöthig erachten, alle That-sachen zusammen zu stellen, welche auf seine Annahme Licht werfen können. Der blosse Umstand, dass eine gewisse Gruppe von Erscheinungen sich durch eine Hypothese erklären lässt, genügt doch nicht, um letztere für unerschütterlich und noch weniger, um sie für allumfassend und allein gültig zu erklären.

In wie weit diese Erwägungen bei dem Studium der Farben von Bedeutung sind, dürfte die zunächst folgende Darlegung der thatsächlichen Verhältnisse zeigen. Für diese berufe ich mich auf HELMHOLTZ' Darstellung, soweit es die Theorie und darauf bezügliche Untersuchungen betrifft.

1. Die natürlichen Farben zerfallen in zwei Hauptgruppen. Strahlfarben werden von Lichtstrahlen, welche durch einen (mehr oder weniger) durchsichtigen Stoff fallen, an Körperoberflächen flüchtig hervorgerufen und verschwinden oder verändern sich, sobald diese Strahlen schwinden oder ihre Helligkeit und Richtung zum Körper ändern. Die Körperfarben dagegen haften permanent an bestimmten Stoffen, erscheinen zwar je nach der Beschaffenheit der darauf fallenden Lichtstrahlen in etwas abweichenden Nüancen, bewahren aber als solche ihre Farbe unverändert. Ueber die Natur dieser Körperfarben und ihren Zusammenhang mit der chemischen Körperzusammensetzung ist so gut wie nichts bekannt.

2. Die allgemeinste Lichtquelle ist das Sonnenlicht. Früher galt dasselbe als das reinste Licht und erhielt deshalb den Namen weisses Licht. Jetzt weiss man, dass es, wie alles Licht, aus Verbrennung herrührt, und dass jeder verbrennende Stoff dem Lichte eine verschiedene Färbung ertheilt.

3. Rein weisses Licht und rein weisse Farben giebt es nach heutiger Kenntniss nicht. Auch die weissesten Lichte, wie die der Sonne, der Elektrizität, des Gases, des Wasserstoffes zeigen, mit einander verglichen, verschiedene Färbungen, einen Stich, wie man sagt, hier ins Gelbe, dort ins Blaue u. s. w.

4. Die wahre Natur des Lichtes meinte man vor etwa zweihundert Jahren durch Zerlegung des „rein weissen“ Lichtes in seine Strahlfarben erkennen zu können; man verwendet dazu seitdem vorzugsweise das Prisma und studirte dessen Farbenercheinungen: die sogenannten Spectralfarben.

5. Die fortgesetzten Studien haben ergeben, dass das Auftreten von Strahlfarben in (ganz oder halb) durchsichtigen Stoffen stets denselben Gesetzen folgt, deren Erkenntniss zu den wichtigsten praktischen Folgerungen geführt hat.

6. Auf dieselben Beobachtungen wurde gleichzeitig die sogenannte Undulationstheorie aufgebaut, welche angeblich die Natur und Entstehungsweise aller Farben darstellen soll. Die Physiker haben sich gewöhnt, in den Formeln dieser Theorie die Erscheinungen der Strahlfarben auszudrücken. Diese Theorie hat keine andere thatsächliche Grundlage als die räumliche Vertheilung der Spectralfarben im Spectrum. Diese auf Beobachtung und Messung fest gegründete Thatsache ist aber von genannter Theorie völlig unabhängig und sie ist es allein, welche zu den bedeutendsten praktischen Resultaten geführt hat.

Manche Physiker verfallen, wie es scheint, in den ganz unbegründeten Irrthum: wer die Undulationstheorie bekämpfe, könne die thatsächlichen Beobachtungen am Spectrum und ihre Folgerungen nicht annehmen. Die folgenden Sätze werden das Gegentheil beweisen, denn es wird gezeigt werden, dass diese Theorie den Erscheinungen der Farben im Spectrum durchaus nicht genügt.

7. Weiss nennen wir alles Lichte, worin wir keine Farbe unterscheiden können. Jede Farbe in ihrer grössten Helligkeit erscheint so, und wird so genannt. Dass elektrisches Licht für sich allein als weiss, neben Gaslicht als blau angesehen wird, zeigt die beschränkte Natur unseres Sehvermögens.

8. Bei grosser Helligkeit verliert nemlich das Auge die Fähigkeit Farben zu unterscheiden und wird durch zu grosse Helligkeit ganz geblendet, d. h. seine Nerven werden dadurch verletzt und eine Zeitlang dienstunfähig.

9. Bei Dunkelheit verliert das Auge ebenfalls zuerst die Fähigkeit Farben zu unterscheiden, dann bei grösserer Dunkelheit die Fähigkeit überhaupt etwas zu erkennen.

10. Die Bezeichnung Weisses Licht bedeutet bei den Physikern keineswegs das, was sonst weiss genannt wird, sondern sie entspricht dem Grau der Maler und diese Benennung sollten die Physiker billigerweise annehmen. Denn wie alle Farben, so geht auch Grau bei seiner höchsten Helligkeit in Weiss über und dieses Weiss meinen die Physiker, wenn sie von weissem Lichte sprechen. Indess verstehen sie unter demselben Namen auch ein helles Grau, wie ja HELMHOLTZ ausdrücklich erklärt, sein Weiss entstände, wenn man zwei geeignete Spectralfarben unter der nöthigen Abdämpfung, d. h. also Verdunkelung der einen Farbe übereinander wüf. Eine feste Grenze zwischen Weiss und Weiss-Grau giebt es ja nicht.

11. Jede Farbe, die graue nicht ausgeschlossen, liegt also zwischen einem Punkte grösster Helligkeit, welcher weiss genannt wird, und einem Punkte grösster Dunkelheit, welcher schwarz genannt wird, und geht in Abtönungen oder Schattierungen allmählig von dem hellsten zum dunkelsten Tone über.

12. Diese Abtönungen oder Helligkeitsstufen entsprechen den Abstufungen des Schalles völlig. Beiderlei Reihen werden von dem Sinne nur in ihren Mittelstufen wahrgenommen, können aber in ihren Endstufen über die Sinneseindrücke hinaus durch ihre Wirkungen dargestellt und so nachgewiesen werden. Auf beide Sinne wirken diese Abstufungen gleicher Weise in ihren höchsten oder hellsten Punkten reizend und überreizend, in ihren tiefsten Punkten beruhigend, abstumpfend oder selbst abschreckend. Nur sind die Empfindungen des Auges viel heftiger als die des Ohres.

13. Ohne diese offenkundigen Verhältnisse zu beachten, halten die Physiker ihre etwa zwei Jahrhunderte alte Hypothese hartnäckig fest, nach der nicht die Helligkeits-

grade, sondern die einzelnen Farbentöne mit den Tönen des Schalles parallelisirt werden. Naturgemäss aber können dieselben nur mit den Klangfarben, d. h. mit dem, jedem tönenden Körper neben der Tonhöhe zukommenden und eigenthümlichen, Klange (Timbre), zusammengestellt werden.

14. Für ihre Versuche lassen die Physiker einen schmalen Lichtstreifen auf ein Glasprisma fallen und beobachten, dass durch dies Prisma hindurch graues Licht tritt, welches an beiden Rändern einen farbigen Saum zeigt. Wird dann der Lichtstreifen genügend verschmälert, bis das graue Licht der Mitte verschwindet, so stossen die Farbensäume in der Mitte aneinander und bilden eine ununterbrochene Fläche, das sogenannte: Spectrum. Die Farbensäume gehen von dem Hellgrauen (Weiss der Physiker) einerseits durch Gelb und Orange zu Ziegelroth (Roth der Physiker) und Dunkel-Braunroth, Ultraroth genannt; andererseits durch Gelb und Grün zu Blau und Dunkelblauviolett, Ultraviolett genannt. Die Endfarben Ultraroth und Ultraviolett sind so dunkel, dass sie kaum sichtbar sind und sich in Schwarz verlieren. Diese sogenannten dunklen Strahlen sind durch ihre chemischen Wirkungen nachweisbar. Der hellste Punkt liegt inmitten des Gelb.

15. Die also künstlich hergestellte Farbenreihe nennen die Physiker die Zerstreung eines einfachen Strahles des weissen (richtiger: grauen) Lichtes, ohne Beweis und betrachten diese Reihe als die Vertreter aller Naturfarben.

16. Dagegen sehen die Maler in dem Spectrum keineswegs eine Zusammenstellung aller Farben. Vielmehr erscheint ihnen das, was die Physiker Roth nennen, nur als ein Ziegelroth, d. h. genau genommen, ein in Braun übergehendes Orange, ein Gemisch von Gelb, Roth und Schwarz oder Blau. Auch HELMHOLTZ hat wie später ausgeführt wird, erklärt, dass das Carminroth und Purpur im Spectrum fehle. Dieses Carminroth stellt aber das eigentliche Roth der Maler dar, wenn man nicht etwa sagen will, dies echte Roth sei noch um eine kleine Nüance minder blau und läge unmittelbar an der Grenze des Carmins gegen das Spectralroth hin. Auch das sogenannte Ultraroth ist ein Braun oder dunkles Braunroth.

17. Ferner aber stimmen alle Maler, und wer sich sonst mit den Farben der Natur beschäftigt, in der Erklärung überein, dass die Farben durchaus nicht in eine einfache Reihe mit zwei auslaufenden Enden, wie die Licht- und Schall-Abstufungen gebracht werden können, sondern dass sie eine in sich geschlossene Reihe, einen Farbenring oder Farbenkreis bilden, in welchem nirgends eine Lücke existirt.

18. Man kann nun die Spectralfarben nach den Gesetzen des Farbenkreises in folgender Weise anordnen.

Namen der Farben:		Grad der Helligkeit:	
Weiss	oder	Gräu	hellster Ton
röthlich-gelb		gelb-grünlich	recht hell
orange		grüngelb	mittel hell
ziegelroth		grün	mässig hell
roth	} ultraroth	grünblau	etwas dunkel
purpur		blau	mässig dunkel
rothviolett		indigoblau	mittel dunkel
		blauviolett	sehr dunkel
Dunkelviolett oder Schwarz.			ganz dunkel.

19. Die Spectralfarben haben jede ihr besonderes Maass von Helligkeit, so dass die mittleren am hellsten sind, die Endfarben aber in Dunkelheit völlig verschwinden. In der Natur kann ja freilich jede Farbe mit soviel Licht verbunden sein, dass sie ins Weisse übergeht, aber auch die Maler bringen die Farben nach dem Helligkeitsgrade ihres Mitteltones in zwei Reihen, neben denen als dritte Reihe die Abstufungen von Grau auftreten, in folgender Weise:

Warme Farben	Farblos	Kalte Farben
weiss	weiss	weiss
gelb	sehr hellgrau	gelb
röthlich gelb		grünlich gelb
orange	hellgrau	grüngelb
ziegelroth		grün
roth	mittelgrau	blaugrün
purpur	dunkelgrau	blau
violett	schwarzgrau	schwarzblau (indigo)
schwarz	schwarz	schwarz.

20. Dass aber das Spectralroth durch Roth (Carminroth bei HELMHOLTZ) und Purpur in Violett und so in Blau übergeht, ebenso wie andererseits durch Orange in Gelb, läugnen die Physiker nicht, ja HELMHOLTZ hat dies mit gewohnter Gewissenhaftigkeit und Sorgfalt an den Spectralfarben selbst (s. pag. 117) bestätigt.

21. Die Maler nennen die Farben der ersten Reihe mit Recht: Warme, d. h. das Auge reizende, erwärmende; und die letzte Reihe: Kalte, d. h. das Auge abkühlende, beruhigende Farben. Die grauen Töne gelten ihnen nicht für wahre Farben, schon deshalb, weil beim Kupferstich u. s. w. ihre sämmtlichen Farben in die einfache Reihe der grauen Töne umgesetzt werden können und müssen.

22. Im Spectrum finden sich ja ausser den Spectralfarben, und ganz unabhängig von denselben die jedem Stoffe eigenthümlichen FRAUENHOFER'schen Linien, so zwar, dass jeder Elementarstoff beim Verbrennen einige ihm, und nur ihm, eigene Linien an ganz bestimmten Stellen zeigt. Die hier offenbaren Zeichen von dem Zusammenhange der Stoffnatur mit den Körperfarben sind uns aber noch völlig unverständlich. — Die Theorien nehmen darauf, so viel ich weiss, gar keine Rücksicht und keine Erklärung ist bisher ausgesprochen worden.

23. Ohne Zweifel ist es Aufgabe der Physik die Ursachen zu ergründen, welche für jede einzelne Spectralfarbe den ihr zukommenden Platz und Helligkeitsgrad, sowie das Verschwinden der Enden in Dunkelheit bestimmen. Indess daran fehlt es noch.

Nachdem nun in diesen drei und zwanzig Sätzen alle hier erforderlichen Thatsachen in sicherer und unparteiischer Fassung zusammengestellt sind, ist es möglich zu der Undulationstheorie überzugehen.

Diese Hypothese nimmt an, dass alle Farben durch Schwingungen eines Lichtäthers entstehen. Wirkliche Beweise, dass ein solcher Aether existirt oder auch nur möglich ist, giebt es, wie gesagt, nicht. Die „Schwingungen“ nimmt man an, weil der Schall aus wirklichen Körper-Schwingungen

hervorgeht. Einen anderen Grund für diese Annahme giebt es nicht.

Die Verschiedenheit der Farben soll wesentlich darin bestehen, dass jeder einzelnen Farbe ein andere Anzahl von Schwingungen innerhalb desselben Zeitraumes entsprechen soll. Die Verschiedenheit in der Zahl dieser Schwingungen beruht lediglich auf der Stelle, welche jede Farbe in der Reihe der Spectralfarben einnimmt. Denn diese Zahl wird lediglich aus der Stelle berechnet, welche von jeder Farbe in dem Spectrum eingenommen wird. Weil aber alle Farben desselben ineinander ohne sichere Grenzen übergehen, so hat HELMHOLTZ seine genauen, hier folgenden Zahlen nicht auf den Ort der Farben selbst begründet, sondern auf den der FRAUNHOFER'schen Linien A bis R, welche im Spectrum erblickt werden. Von diesen gehören B bis H den deutlichen Farben, A dem Ultraroth, L bis R dem Ultraviolett an. Da es für den vorliegenden Zweck nicht auf die genaueste Zahl der Schwingungen, sondern lediglich auf die Verhältnisse dieser Zahlen der einzelnen Farben zu einander ankommt, so habe ich aus HELMHOLTZ' Zahlen (Physiolog. Optik 1867, pag. 236) für die einzelnen Farben folgende Zahlen als den Umfang ihrer Abtönung angenommen und daraus die bestehenden Mittelzahlen gezogen.

Umfang	Mittelzahl	
7617—7000	7308	Ultraroth
7000—6564	6782	Roth
6564—6000	6282	Orange
6000—5600	5800	Gelb
5600—5100	5350	Grün
5100—4700	4900	Cyanblau
4700—4291	4496	Indigblau
4291—3929	4110	Violett
3929—3108	3518	Ultraviolett.

Hiernach verhalten sich die Endzahlen

aller Farben 7617 : 3108, wie 20 : 7, oder 3 : 1,

der deutlichen 7000 : 3929, wie 7 : 4, oder 2 : 1.

Nach einer beliebten Annahme entsprechen alle Spectralfarben zusammen nur einer einzigen Oktave von Tönen. Ob-

gleich HELMHOLTZ es der Mühe werth erachtet hat, diese Octave unter Zuziehung der Ultrafarben auf anderthalb Octaven (18 halbe Töne) auszudehnen, so gestehe ich doch, dass ich darin nichts sehen kann, als ein Gedankenspiel. Es drückt sich meines Erachtens darin nur das dunkle Gefühl aus, dass jede Farbe einen ihr eigenen Charakter besitzt, so wie man dies den einzelnen Tönen eines Accordes zuschreiben kann. Diese Verschiedenheit ist aber weder aus der Spectralreihe noch überhaupt aus einer reihenförmigen Anordnung der Farben erklärbar. Deshalb scheint es auch werthlos, auf weitere hieran geknüpfte Andeutungen einzugehen. Ausserdem beruht ja die Undulationstheorie darauf, dass das weisse Licht alle Farben enthalte, und dass alle seine Theile in dem Spectrum enthalten seien, schliesst somit andere unbekannte Farben aus. Ferner ist aber zu berücksichtigen, dass für neue, etwa unsichtbare Farben auch in dem Farbenkreise, der ja nach Aller Ansicht alle Farben umschliesst, auch erst wieder Platz geschaffen werden müsste. Gegenwärtig bleibt daher doch wohl nichts übrig, als die Zusammenstellung der unendlichen Reihe der Schalltöne mit der festumschriebenen abgeschlossenen Reihe der Farbentöne als unberechtigt völlig aufzugeben.

Auch die Behandlung der Spectralfarben als eine zusammenhängende Reihe bedarf sicher der Begründung, denn das „weisse“ Licht fällt in der Mitte ein und die gelbe Farbe, welche doch die hellste ist, liegt in der Mitte. Weshalb wird denn nun nicht das Spectrum betrachtet als zusammengesetzt aus zwei Hälften von Gelb zu Roth einerseits, von Gelb zu Blau andererseits?

Doch ich wende mich zu dem schwersten und Haupteinwurfe, welchen ich zunächst in einigen Sätzen entwickle, um nachher die Gegen Gründe besonders zu behandeln:

A. Es ist längst bekannt, dass zwei im Spectrum nicht zuweit auseinander stehende Farbentöne, in geeigneter Weise gemischt, den mitten zwischen ihnen liegenden Ton geben. HELMHOLTZ hat dies als eine ganz allgemeine Eigenschaft aller Spectralfarben nachgewiesen.

B. Ganz ebenso lassen sich auch die Spectralfarben des einen Endes: Blau, Violet, mit denen des anderen Endes: Roth, Orange, Gelb mischen und geben dann echtes Roth (Carminroth bei HELMHOLTZ), Rosa oder Purpur.

C. Seine Beobachtungen hierüber hat HELMHOLTZ (Phys. Opt. pag. 279) in folgende Tabelle zusammengestellt:

D. Wenn HELMHOLTZ diese Mischfarben zum Theile einfache, zum anderen Theile zusammengesetzte nennt, so beruht diese Unterscheidung nicht auf Beobachtung, sondern ist nur ein Nothbehelf für seine Theorie, wie später gezeigt werden wird. Denn die „einfachen“ lassen sich ebensogut wie die „zusammengesetzten“ durch Mischung zweier anderer Spectralfarben bilden.

Dass die aus zwei übereinander geworfenen Spectralfarben „gemischten“ oder „zusammengesetzten“ Farben viel weniger gesättigt erscheinen als die mischenden Farben, dürfte sich doch wohl aus der wiederholten Reflection und der nöthigen Abtönung erklären. So lange es aber an der nöthigen Aufklärung über die Vertheilung des Lichtes im Spectrum und namentlich über die auffallende Verdunkelung in den Endfarben fehlt, kann man hieraus doch keine Folgerung ziehen. Die Grade der Sättigung, welche doch in aller-nächster Beziehung zur Helligkeit bestehen, werden ohne Zweifel davon auch berührt werden.

	Aus:	I. Violet	II. Indigblau	III. Cyanblau	IV. Blaugrün	V. Grün	VI. Grüngelb	VII. Gelb
mit:								
<i>Spt Roth</i>		Purpur	dk Rosa	wss Rosa	Weiss	wss Gelb	Goldgelb	Orange
<i>Orange</i>		dk Rosa	wss Rosa	Weiss	wss Gelb	Gelb	Gelb	
<i>Gelb</i>		wss Rosa	Weiss	wss Grün	wss Grün	Grüngelb		
<i>Grüngelb</i>		Weiss	wss Grün	wss Grün	Grün			
<i>Grün</i>		wss Blau	Wasserblau	Blaugrün				
<i>Blaugrün</i>		Wasserblau	Wasserblau					
<i>Cyanblau</i>		Indigblau						

dk = dunkel
Spt = Spectralroth
wss = weisslich

E. Wenn die Existenz jeder einzelnen Farbe nach der Undulationstheorie auf der ihr zukommenden Schwingungszahl beruht, so muss die Schwingungszahl einer durch Mischung entstandenen, also gemischten, Farbe einerseits der Schwingungszahl der gleichen Spectralfarbe gleich sein, andererseits mitten zwischen den Zahlen der beiden mischenden Farben stehen. Weiss aber muss die Mittelzahl der ganzen Spectralreihe tragen.

F. Dies stimmt nun auch ungefähr mit den Ergebnissen überein, wenn man die Unsicherheit in der Begrenzung der einzelnen Farben und die sonstigen Schwierigkeiten einer genauen Bestimmung der beobachteten Farbennüancen dabei berücksichtigt. Aus den eben pag. 117 mitgetheilten Mischungen von Spectralfarben, lassen sich nemlich unter Anwendung der pag. 115 von mir aufgestellten Mittelzahlen ungefähre Schwingungszahlen berechnen. Es ergeben sich darnach aber folgende Schwingungszahlen (wobei die römische Zahl die Kolonne bezeichnet) für:

1. Weiss		
aus dem ganzen Spectrum	5363	} 5405
„ allen deutlichen Farben	5405	
„ 4 Mischungen I 4844, II		
5148, III 5591, IV 5955	5384	
2. Indigblau, I	4505	4291—4700
3. Weissl. Blau, I	4780	} 4700—5100
4. Wasserblau, I 4618, II 4926		
und 4810	4785	
5. Blaugrün, III	5125	} 5100 -- 5600
6. Grün, II 5036, III 5350, IV		
5450 und 5237	5268	
7. Grüngelb	5575	} 5600—6000
8. Gelb, V 5831, VI 5928	5880	
9. Weissl. Gelb, IV 5704, V 6066	5885	} 6000—6564
10. Goldgelb, VI	6179	
11. Orange VII	6291	
12. Weissl. Rosa, I 4955, II 5389,		} (4955—6000)
III 5841	5395	

13. Dunkel Rosa, I 5168, II 5739 5454 }
 14. Purpur, I. 5446 } (5100—5820).

G. Diese Zahlen bieten manches Interessante. Zunächst fällt Weiss nicht, wie es doch müsste, mitten in Gelb, sondern mitten in Grün. Es deutet dies auf eine bedeutende Verschiebung der Farben durch die Berechnung, worauf ich später zurückkomme und ist wohl geeignet HELMHOLTZ' Beobachtung, dass er aus Gelb und Blau kein Grün habe mischen können, zu erklären und in ihrer allgemeinen Bedeutung zu erschüttern. Ausserdem fällt die Zahl für 7. Grüngelb fast in 8. Gelb hinein. Ferner zeigt der Grad der Sättigung keinen Einfluss auf die Schwingungszahlen: Weissliches Gelb und Grün, Blau, Rosa stimmen mit den gesättigteren Farben völlig überein.

H. Für die gegenwärtige Untersuchung bilden indess die genau ebenso berechneten Schwingungszahlen von Purpur und Rosa den Hauptpunkt. Diese Farben fallen unter sehr verschiedene Schwingungszahlen, scheinen aber unter einander nur durch grössere oder geringere Sättigung verschieden ausgefallen zu sein. Ihre Zahlen entsprechen, nach den obigen Mittelzahlen berechnet, denen von Gelb, Grün und Grünblau von 4955—5842; nach den Grenzwerten der Mischfarben berechnet, reichen sie einerseits über Gelb bis in Orange und andererseits bis in Cyanblau, wie folgendes Schema ergibt:

Ultraroth von 7000 bis 7617		
Spt Roth — 7000	?	Echtes (Carmin) Roth
Orange — 6564	(6050)	} Purpur und Rosa
Gelb — 6000	5842	
Grün — 5600	5739	
Cyan — 5100	5461	
Indig — 4700	5168	
Violett — 4291	(4765)	Purpurblau
Ultraviolett 3929 von 3108.		

J. Dass diese Zahlen die richtigen sein müssen, ergibt sich auch aus der Stellung dieser Rothen Farben im Farbenkreise (Satz 17 und 18). Setzt man nemlich in denselben die

Schwingungszahlen aus dem Spectrum ein, und erwägt dabei, dass an jedem Umkreise der Ausgangspunkt auch zugleich der Endpunkt sein muss, so ergibt sich: dass die stets zunehmende Reihe der Schwingungszahlen des Spectrum nur höchstens den halben Umkreis im Farbenkreise bilden, während die zweite Hälfte desselben den bis zum Ausgangs- und Endpunkte wieder ebenso abnehmende Zahlen zeigen muss.

K. Hierdurch ist erwiesen, dass Purpur und reines Roth ebenso gut, und genau auf dieselbe Weise Bestandtheile des grauen (oder weissen) Lichtes sind, wie alle Spectralfarben.

L. Somit müsste der eine Halbkreis aufsteigende, der andere absteigende Schwingungszahlen enthalten. Mit Ausnahme der beiden Endzahlen müssten dabei alle Zahlen zweimal vorkommen. Jede Zahl bezeichnet dann zwei ganz verschiedene Farben.

M. Die beobachteten echten Rothe und Purpüre entsprechen ihrer Ausdehnung nach mindestens zwei der aufgeführten Farben und dürften, wenn das, in den von HELMHOLTZ erzielten Mischfarben noch nicht vertretene, echte Roth hinzukommt, für die von Violett bis zum Spectralroth fehlenden Zahlen völlig ausreichen. Durch sie wird also die grade Linie des Spectrums in eine Kreislinie umgewandelt.

N. In dem allgemein angenommenen Farbenkreise stehen Roth und Purpur genau da, wo HELMHOLTZ dieselben nachgewiesen hat; nemlich zwischen Gelbroth und Violettblau.

O. Hierdurch ist bewiesen, dass das Spectrum keineswegs alle Farben des grauen (weissen) Lichtes zeigt, sondern nur etwa drei Viertel derselben.

P. Der anerkannte Farbenkreis (s. auch HELMHOLTZ, Phys. Optik pag. 282 ff.) ist durch das oben gegebene Schema völlig correct gebildet. Die eine Hälfte desselben nehmen die bekannten Spectralfarben ein von 3929 Schwingungen aufsteigend zu 7000, die zweite Hälfte Roth und Purpur, von Spectralroth d. h. von Gelbroth wieder hinabsteigend zum Anfangspunkte, also von 7000 zu 3929, wie das jeder Kreis verlangt. In der Gegend der beiden dunklen Ultrafarben bietet sich je eine Lücke dar, welche am Spectralroth durch das echte (Carmin-) Roth, am Violett wohl durch ein Purpurblau

und Rothviolett ausgefüllt werden wird. Beide sind natürlich unter HELMHOLTZ' gemischten Farben nicht vertreten, weil sie zu einer ihrer Mischfarben den Purpur verlangen.

Q. Dass aber andererseits die ganz lichtarmen Theile des Spectrums, welche man eben Ultrafarben nennt, als solche keinen Platz im Farbenkreise finden können, bedarf keines Wortes. Sie müssen auf irgend eine Weise aufgehellt werden, ehe man mit Sicherheit entscheiden kann, was eigentlich ihren Inhalt bildet, und ob nicht etwa die in ihnen enthaltenen FRAUENHOFER'schen Linien vielleicht grade dem Purpur und Roth angehören.

R. Die rothen Farben bilden keineswegs nur ein Zehntel des Farbenkreises, um dem Blau drei Zehntel zu überlassen, wie in NEWTON's Schema (HELMH. Phys. Op. pag. 282), sondern ein Viertel desselben, und wenn man ihre Ausläufer mit einrechnet, weit über ein Drittel. Wenn aber die Maler das Roth schlechthin als die eigentliche oder einzige Farbe bezeichnen, so entbehrt das keineswegs einer Begründung. Von der Fleischfarbe, diesem zarten Gemische von Weiss, Grün, Gelb und Roth bis zum dunklen Violett des Veilchens bildet sie das eigentlich färbende, denn daneben mag man recht wohl das Gelb als Vertreter des Lichtes, das Blau als Vertreter der Dunkelheit charakterisiren. Deshalb ist für die Malerei eine Theorie, welche das Roth aussen vor lässt, wie alle auf die Spectralfarben allein begründeten Theorien, völlig nutzlos und unbegreiflich.

S. Der Versuch, die geschlossene, d. h. kreisförmige Reihe der Farben in eine, an beiden Enden unbegrenzte Längsreihe zu zwingen, bildet das Wesen der Undulationstheorie. Dieser Versuch ist an und für sich ebenso unlogisch, wie unausführbar. Die in sich zurücklaufende Reihe der Farben giebt keinen Anhalt für eine, in einer Richtung verlaufende Zahlenreihe, und findet in einer solchen keine Erklärung für die Verschiedenheiten ihrer Bestandtheile.

T. Die Hypothese der Undulation erfüllt nicht die Hauptbedingung einer wissenschaftlich brauchbaren Theorie der Farben, nemlich die: eine Verbindung zu bilden, zwischen verschiedenen, unter sich unabhängigen Beobachtungen. Sie

ist lediglich auf die Vertheilung der Farben im Spectrum begründet und enthält keine andere Thatsache.

U. Die geometrische Betrachtung des Spectrums genügt für sich allein genau eben so gut, wie die Undulationstheorie, zur Erklärung der Erscheinungen der Lichtbrechung. Letztere Theorie ist daher für die Erklärung der Farben überflüssig und werthlos.

V. Da die Lichtbrechung eine einzelne Erscheinung des farbigen Lichtes ist, die Lichtbrechung im Spectrum aber nicht einmal alle Farben enthält, so kann sie nicht für sich die alleinige Grundlage für die Erkenntniss der Natur der Farben geben, sondern muss ihre eigene Erklärung erst aus der (noch fehlenden) Erkenntniss der Natur des Lichtes erhalten.

Die Bedenken, welche das Fehlen des Purpurs und echten Rothes im Spectrum hervorrufen, hat meines Wissens bisher einzig HELMHOLTZ erkannt, und daher versucht, dieselben im Voraus abzuwehren und zu verhüten. Im Allgemeinen galt den Physikern ihr Spectralroth als ein durchaus genügender Vertreter des Roth, und sie vernachlässigten, ja verstanden wohl kaum Göthes bestimmten Nachweis, dass dasselbe nur ein Gelbroth sei, dass das Roth also fehle.

Es ist eine kühne, ja fast möchte man sagen, überkühne Hypothese, durch welche HELMHOLTZ die Undulationstheorie hier zu retten gesucht hat. Denn sie scheint in diese Theorie eine mindestens eben so grosse Bresche zu legen, wie meine Folgerungen. Ausserdem entbehrt sie der Rücksichtnahme auf die Stellung der Farben in dem Farbenkreise, welche darnach mindestens ebenso unvereinbar mit der Spectraltheorie bleibt wie bisher.

Während nemlich nach der Undulationstheorie alle Farben und darunter auch das Roth als Spectralfarbe Erzeugnisse der Zerlegung des einzig und allein zusammengesetzten weissen (grauen) Lichtes gelten, erblickt HELMHOLTZ eine ebensolche zusammengesetzte Farbe in dem Purpur (welcher Name das echte oder Carminroth mit umschliesst). Die Spectralfarben aber nennt er, wie gesagt, einfache.

In dieser Darstellung liegt viel Ueberraschendes und Unverständliches. Sieht man darin nur einen Versuch, die Un-

dulationstheorie um jeden Preis aufrecht zu erhalten, so wird freilich Manches begreiflich, wenn auch nicht erklärt. Schon die Scheidung des „einfachen“ Spectralrothes vom „zusammengesetzten“ Purpur ist unmöglich, denn eine sichere und scharfe Grenze zwischen dem Spectral- oder Ziegelroth und dem echten Roth und Purpur ist nicht herzustellen, sondern wie alle Farben des Kreises gehen sie, als unmittelbar neben einander liegende, in einander über. Dasselbe gilt auch an dem anderen Ende von dem „einfachen“ Blau und dem „zusammengesetzten“ Purpur, welche durch das Violett genau ebenso an einander gebunden sind.

Ferner erklärt HELMHOLTZ (Phys. Op. pag. 279), wie schon gesagt, ausdrücklich von denselben Spectralfarben, welche er „Einfache Farben“ genannt hat: „Wenn man zwei einfache Farben mischt, die im Spectrum weniger von einander entfernt sind als Complementärfarben, so ist die Mischung eine der dazwischen liegenden (einfachen) Farben“.

Genau dasselbe berichtet er ebenda nach seinen eigenen Versuchen vom Purpur. Derselbe entsteht darnach bei der Mischung der Spectralfarben (durch Uebereinanderwerfen der Bilder) aus den Endfarben, wie oben pag. 117 dargestellt worden ist. Aber er hat auf diese Weise auch die sonst als einfache und Grundfarben angesehenen Farben: Gelb aus Grün oder Grüngelb und Orange, Indigblau aus Violett und Cyanblau zusammengesetzt. In wie fern verdienen denn nun alle diese Farben den Namen einfache? offenbar nur, weil die Theorie das weisse Licht eine zusammengesetzte Farbe nennt.

Wenn HELMHOLTZ Gelb und Blau dann, weil sie sich als Mischfarben herstellen lassen, nicht als Grundfarben gelten lassen will, sondern statt deren Violett und Grün vorschlägt und daneben nur Roth bestehen lässt, so verführt ihn eben nur das Fehlen des echten Rothes im Spectrum dazu. Denn natürlich Violett und gelbrothes Spectralroth lassen sich nur aus dem fehlenden echten Roth oder Purpur mischen. Daraus aber werden sie sicher hervorgehen.

Endlich erklärt er, dass im Spectrum aus Gelb und Blau sich Grün kaum mischen lasse, weshalb Gelb keine Grundfarbe sein könne. Gleichwohl ist doch eine solche weisslich-

grüne Mischung in der Liste pag. 117 aufgeführt, während gesättigtere aus grünlichen Tönen hervorgegangen sind. In-
denn ergibt sich aus der Liste, dass alle Mischungen mit Gelb
und seinen Nachbartönen ins Weisse oder Weissliche fallen,
und zwar offenbar deshalb, weil ja Gelb, nach dem Ausschluss
des weissen (grauen) Lichtes der hellste Ton im Spectrum ist,
während die übermässig dunklen Endtöne Roth und mehr noch
Indig und Violett ebenso natürlich dunklere oder, wie HELMHOLTZ
es auch bezeichnet, gesättigtere Farben hervorbringen. Hier
thut also wieder noth, die Ursachen der Verdunklungen, welche
sicher nicht aus dem weissen Licht abzuleiten sind, eingehend
zu studiren. Andererseits bedarf es ebenso sehr der Aufklä-
rung, wo das im weissen (grauen) Lichte enthaltene echte
Roth (Carminroth) mit dem Purpur denn im Spectrum geblie-
ben ist? Ist dasselbe beim Durchgange durch das Prisma ein-
fach ausgefallen? Das könnte man behaupten, aber bewiesen
wird es durch nichts, sondern im Gegentheile, es lässt sich
mit viel mehr Wahrscheinlichkeit vermuthen, dass es entweder
in allen Spectralfarben vertheilt steckt, oder dass es ganz in
den dunklen Ultrafarben enthalten ist und sich nur wegen
mangelnder Helligkeit nicht zeigen kann. Dass Indig und
Violett kein reines Blau sind, sondern einen Theil Purpur ent-
halten, wird man ebensowenig leugnen können, als dass das-
selbe in dem Ultraroth, dem Spectralroth und Orange steckt.
Vielleicht aber steckt grade in Ultraviolett die grösste Menge
des Roth. Fasst man nun alles zusammen, so erreicht das
Roth seine Grenzen einerseits kurz vor der Mitte des eigent-
lichen Blaus und andererseits kurz vor der Mitte des Gelbs.

Wenn man aber wie die Physiker das Spectral-Gelbroth
als echtes Roth ansieht, so ist es ganz correct, die anderen
Grundfarben auch nach derselben Richtung hin zu verschieben,
denn die Grundfarben sollen zusammen sich zu Weiss (Grau)
ergänzen. Wird Roth in Rothgelb verschoben, so muss also
Gelb in Grün und Blau in Rothblau d. h. Violett geschoben
werden, dann steckt also die nöthige Menge von Gelb in Roth-
gelb und Grün, die von Blau in Grün und Violett, die von
Roth in Violett und Gelbroth.

Man gewinnt daher durch HELMHOLTZ Vorschlag, diese drei

Farben als Grundfarben anzusehen, sicher nichts. Gelb aber ist als Grundfarbe um deshalb durch keine andere zu ersetzen, weil es die grösste Menge von Helligkeit enthält, welche durch jede Zumischung Einbusse erleidet.

Wenn nun HELMHOLTZ dem Purpur eine Zusammensetzung zuschreibt, wie dem grauen (weissen) Lichte, welches vom Spectrum ausgeschlossen ist, so könnte man dafür noch anführen, dass die Contrast- oder Complementärfarbe der hellsten, im Spectrum vorhandenen Farbe des Gelb, genau in der Gegend des Purpurs zwischen Blau und Roth fallen muss. Man könnte also Purpur als den Gegensatz von Weiss oder mindestens von Gelb ansehen. Indess wirklich stichhaltig dürfte diese Ansicht doch nicht sein. Wenn also einmal den Physikern möglich werden sollte, ein umgekehrtes Spectrum herzustellen, nemlich eins, wo das schwarze Licht d. h. die Dunkelheit in der Mitte ihren Platz hätte, statt an den Enden, so würde Purpur darin wahrscheinlich ebenso vorwalten, wie in dem jetzigen Spectrum das Gelb. Ein solches Spectrum dürfte folgende Form annehmen:

Violett-Purpur

Indig	Echt Roth
Blau	Ziegelroth
Grünblau	Rothorange
Grün	Orange
Grünlich-gelbweiss	Röthlich-gelbweiss

Gewissermassen kann man also Purpur dem Weiss, indess richtiger doch dem Gelb entgegensetzen. Das wäre aber auch wohl alles, was sich für ein Zusammenstellen von Purpur mit dem Grau (Weiss) sagen liesse. Denn andererseits verhält sich ja Purpur, wie oben gezeigt, genau als eine „einfache“ Spectralfarbe, und wieder ist es HELMHOLTZ, dem man diesen Nachweis zu danken hat.

Unter diesen Umständen dürfte die im Farbenkreise ohnehin gesicherte Stellung des Purpur und des Roth der einzig richtige Platz für diese Farben sein. Von den in sie übergehenden Farben: Orange und Violett sind sie so wenig loszulösen, so wenig durch bestimmte Grenzen zu sondern, dass es

unmöglich scheint, ihnen eine selbstständige Stellung anzuweisen. Daher steht vielleicht zu hoffen, dass auch HELMHOLTZ diese durch Heranziehung des Farbenkreises gewonnene Ansicht als nicht unrichtig anerkennen wird, obschon dieselbe freilich mit der Undulationstheorie, wie sie jetzt vorgetragen wird, unvereinbar sein wird.

Aber auch die Hypothese, wodurch HELMHOLTZ die Theorie zu halten gesucht hat, bietet so viele Schwierigkeiten, namentlich auch für die physische Construction, dass sie kaum ihren Zweck: diese Theorie aufrecht zu erhalten, erfüllen dürfte. Ohnehin hat die Undulationstheorie ja allerdings als Phantasie, d. h. als eine von den Thatsachen unabhängige Geistesvorstellung den Werth allerfeinster Annahmen und anscheinender Besiegung grosser thatsächlicher Bedingungen und Schwierigkeiten, indess doch nur auf unbeweisbarer Grundlage, welche keinen sicheren Stand gewährt.

Als NEWTON sich weigerte, an einen Lichtäther zu glauben, war ihm sicher in Erinnerung, dass DEMOKRIT seine Atomentheorie nicht hat durchführen können, ohne den Atomen in dem „leeren Raume“ den nöthigen Spielplatz anzuweisen. Weil aber die Physiker später diesen „leeren Raum“ als eine Unmöglichkeit proclamirt hatten, mussten diejenigen, welche gleichwohl die Phantasie von Atomen aufrecht erhalten wollten, diesen Atomen für ihre nöthigen Umstellungen und Bewegungen doch wieder einen Spielraum zuerkennen. Da belegten sie DEMOKRIT's leeren Raum mit dem Namen „Aether“, und siehe, die alte Phantasie hatte neues Leben erhalten. Aber wie TYNDALL sehr richtig bemerkt, der Naturphilosoph darf es beklagen, wenn ihm die Beobachtung und ihre consequente Verfolgung eine Lieblingstheorie einreisst, welche doch den Naturforscher bisher nur in angenehmer Täuschung gehalten hat.

Herr **KORSCHOLT** sprach über die Bedeutung des Kernes für die thierische Zelle.

Wie ausgezeichnet gekannt der Zellkern auch in morphologischer Hinsicht ist, so wenig wissen wir doch von seiner physiologischen Bedeutung. In neuerer Zeit war man beson-

ders geneigt, die Bedeutung des Kernes in seinem Einfluss auf die Vorgänge der Zellvermehrung zu suchen. Aus den auffallenden Umgestaltungen, welche der Kern bei der Theilung der Zellen erleidet, schien hervorzugehen, dass er hierbei eine directe Einwirkung auf das Zellplasma ausübt, dass der Theilungsprozess der Zelle vielleicht vom Kern aus geleitet wird. FLEMMING weist noch neuerdings ¹⁾ wieder darauf hin, wie die Spindelfasern der Kernfigur nach Ablauf der Theilung wahrscheinlich in das Zellplasma übergehen und wie sich durch diesen Vorgang ein Einfluss des Kernes auf die Zelle erklären lasse. Er sieht darin den Weg, auf welchem die gesammte Zelle den Einflüssen der im Kern enthaltenen Vererbungstendenzen zugänglich gemacht werden könnte.

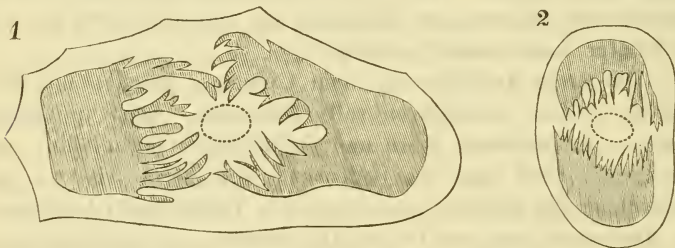
Wie verschieden sich diese Vorgänge auffassen lassen, geht daraus hervor, dass von anderer Seite vielmehr dem Zellplasma der Hauptantheil an dem Vollzug der Zelltheilung zugeschrieben wurde. Von dem Zellplasma geht nach dieser Ansicht der Anstoss zur Theilung aus und der Kern ist erst in zweiter Linie daran betheiligt.

Die erste Autorität auf dem Gebiete, welches uns hier auf kurze Zeit beschäftigen soll, FLEMMING, weist in seinem Buch: „Zellsubstanz, Kern und Zellbildung“ darauf hin, wie wenig wir noch über die Bedeutung des Kernes wissen, und bezeichnet ihn dort als „ein Organ von räthselhafter Function.“ — Da es mir nun von Wichtigkeit scheint, alle Beobachtungen zu sammeln, welche geeignet sind, auf die Bedeutung des Zellkernes einiges Licht zu werfen, so fühle ich mich veranlasst, die folgenden Daten mitzutheilen. Auf einige derselben habe ich schon gelegentlich früherer Arbeiten nebenbei aufmerksam gemacht, möchte sie hier aber nochmals in den Kreis meiner Betrachtung ziehen, da sie mir für das Verständniss der Function des Zellkernes von besonderer Bedeutung scheinen.

Es handelt sich zuerst um die eigenartige Bildung des Chitins der sogen. Eistrahlen zweier Wasserwanzen (*Nepa* und *Ranatra*). Die Eischale von *Nepa* und *Ranatra* trägt an ihrem

¹⁾ Neue Beiträge zur Kenntniss der Zelltheilung. Archiv mikrosk. Anatomie, 1887.

oberen Pol feine, haarförmige Anhänge, die „Strahlen“. In dem einen Falle (*Nepa*) sind deren 7, in dem anderen (*Ranatra*) nur 2 vorhanden. Die Bildung dieser Strahlen geht durch die Thätigkeit eigenthümlich modificirter Epithelzellen vor sich, und zwar sind es bei *Nepa* 7, bei *Ranatra* (entsprechend der Zahl der Strahlen) nur 2 Paar von Epithelzellen, welche die Strahlen entstehen lassen. Auf die hierbei statthabenden complicirten Bildungsvorgänge¹⁾ kann ich nicht eingehen, es interessirt uns hier nur die merkwürdige Form der Kerne. Die Kerne der beiden zu einer „Doppelzelle“ vereinigten Epithelzellen haben sich nämlich ganz ausserordentlich vergrössert, wobei sie ihre ovale Gestalt verloren und pseudopodienartige Fortsätze erhalten haben. Diese Fortsätze beider Kerne sind auf einander zu gerichtet und umschliessen einen freien Raum, in welchem späterhin die Bildung des Chitins vor sich gehen soll. Die Figur 1 zeigt eine solche Doppelzelle von *Nepa*, Figur 2



eine andere von *Ranatra*. Der punktirte Kreis im Innern deutet die Stelle der Chitinbildung, resp. den Querschnitt des späteren Strahles an.

Welche Bedeutung ist nun dieser auffallenden Gestaltung der Kerne zuzuschreiben? Ich finde keine andere, als dass auf diese Weise der Kern direct in die Thätigkeit der Zelle eingreift, welche in diesem Falle eine secernirende ist. Der Kern übt einen gewissen Einfluss auf die Abscheidung der

¹⁾ Die betr. Vorgänge sind eingehend behandelt in den Arbeiten: „Zur Bildung der Eihüllen, Mikropylen etc.“ Nova Acta Leop. Carol., Bd. 51, No. 3, und „Ueber einige interessante Vorgänge bei der Bildung der Insecteneier“. Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. 45.

chitinösen Substanz aus. Das geht daraus hervor, dass die Kernfortsätze direct gegen den Ort der Abscheidung hin gerichtet sind, während sie im übrigen Umfang des Kernes fehlen. Die Fortsätze sind an ihren äussersten Enden nicht deutlich conturirt, sondern schwimmen geradezu in der Substanz der Zelle, was ebenfalls auf eine innige Contactwirkung zwischen Kern und Zelle hinweist. Ausserdem bleiben die Fortsätze der Kerne nur so lange erhalten, als die Thätigkeit der Zelle dauert, d. h. wenn die Chitinbildung beendigt ist, verschwinden auch die Pseudopodien. Anhalt genug, dass die Kerne zur secernirenden Thätigkeit der Zelle in Beziehung stehen.

Den Doppelzellen von *Nepa* und *Ranatra* sind schon dem äusseren Ansehen nach gewisse Drüsenzellen des Geschlechtsapparates von *Branchipus* ähnlich, die bereits von SPANGENBERG, NITSCHKE und CLAUS¹⁾ beschrieben wurden und die ich im frischen Zustande, wie auf Schnitten studirte. Es legen sich immer je zwei Zellen dicht aneinander, und in dem Raum, welcher sodann von ihren Kernen umschlossen wird, findet die Abscheidung des Secrets statt. Die Kerne sind auch hier sehr voluminös und liegen dem Orte der Secretion dicht an, was mir ebenfalls auf eine Betheiligung an der Thätigkeit der Zellen hinzudeuten scheint.

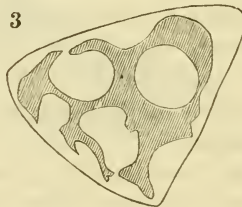
Nachdem ich die eigenthümlich gestalteten Kerne von *Nepa* und *Ranatra* kennen gelernt hatte, sah ich mich danach um, welcher Art von Zellen die anderweitig bereits bekannten verzweigten Zellkerne angehören und es stellte sich dabei heraus, dass besonders Zellen mit secernirender Function sehr voluminöse und in vielen Fällen sogar verzweigte Kerne haben, die sich ähnlich wie bei *Ranatra* und *Nepa* beinahe durch die ganze Zelle verbreiten. Desgleichen ist dies der Fall in den Kernen mancher Malpighi'schen Gefässe und vor Allem in denen der Spinndrüsen von Insektenlarven. Verzweigte Kerne

¹⁾ Zur Kenntniss von *Branchipus stagnalis*. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 25, Suppl. — Ueber den Geschlechtsapparat von *Branchipus Grubei*, am gl. Orte — CLAUS: Untersuch. über die Organisation und Entwicklung von *Branchipus* und *Artemia*. Arb. aus dem Zool. Institut zu Wien, 1886.

kommen selbst bei Wirbelthieren noch vor, und auch hier sind es Drüsenzellen, welche sie enthalten, Hautdrüsen von *Chelonia*.

Ganz exquisite Formen verzweigter Kerne treten uns aber in den Drüsenzellen von *Phronimella* und in den Nährzellen der Insecten entgegen. Betrachten wir zunächst die ersten etwas näher. Die betr. Drüsen liegen nach der Schilderung PAUL MAYER'S¹⁾ in dem 6. und 7. Brustfusspaar des Krebses und besitzen Kerne, die sich in reicher Verästelung durch die ganze Zelle erstrecken. So ist es aber nicht immer der Fall. Bei jungen Thieren nämlich sind die Kerne dieser Zellen oval und ganzrandig, erst später erhalten sie Einbuchtungen und verzweigen sich. Die Verästelung der Kerne geht hier noch viel weiter, als dies z. B. in der Figur 3 der Fall ist. Die Function der Drüsen sucht P. MAYER darin, dass ihr Sekret bei der Aushöhlung der Tönnchen, in welchen die Phronimiden leben, eine zersetzende Wirkung ausübt.

Die Nährzellen der Insecten, von denen in Figur 3 eine



der Eiröhre von *Bombus* entnommene dargestellt ist, zeigen ein ähnliches Verhalten wie die Drüsenzellkerne von *Phronimella*, indem sie in der Jugend eine runde Gestalt haben und erst mit der Zeit und dem Wachsthum der Zelle sich durch die letztere verbreiten, wie ich dies schon früher gezeigt habe²⁾. Auch die Nährzellen haben eine secernirende Function. Obwohl dies neuerdings gelegnet worden ist, ist es mir nach

¹⁾ Carcinologische Mittheilungen. Mittheil. der Zoolog. Station in Neapel, 1. Bd.

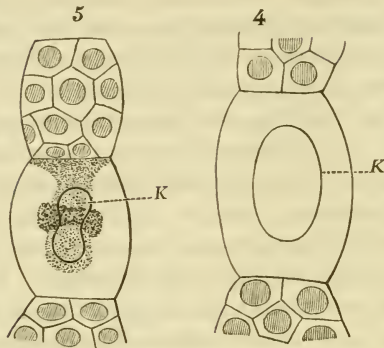
²⁾ Dargestellt in den Figuren 44—48, Taf. XXI. meiner Arbeit über die Eibildung der Insecten. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 43.

meinen Beobachtungen zweifellos, dass die Nährzellen eine Substanz abscheiden, welche sodann von der Eizelle assimilirt wird. Eine der weiterhin mitzutheilenden Thatsachen spricht ebenfalls für diese Bedeutung der Nährzellen.

Es ist höchst auffällig, dass die voluminösen Kerne, welche welche wir in dem Vorhergehenden kennen gelernt haben, gerade in Zellen mit secernirender Function vorkommen. Dies dürfte darauf hinweisen, dass für solche Zellen die Kerne von ganz besonderer Bedeutung sind, dass sie einen gewissen Einfluss auf die Thätigkeit der Zelle ausüben. In dieser Vermuthung werden wir noch mehr bestärkt durch die Thatsache, dass die Kerne nicht schon anfangs den bedeutenden Umfang und die aussergewöhnliche Form haben, sondern diese erst annehmen, wenn die Zellen in Function treten. So verhält es sich bei den Doppelzellen der Wasserwanzen, bei den Zellen der Speichel- und Spinndrüsen, und die gleiche Erscheinung zeigen die Drüsenzellen von *Phronimella*, sowie die Nährzellen der Insekten. Erst wenn die Thätigkeit der Zelle beginnt, verbreitet sich der Kern in der Zelle. Indem er Ausbuchtungen und Verzweigungen erhält, vergrößert sich seine Oberfläche, und damit wird die Contactwirkung zwischen Zellkern und Zellkörper erhöht.

Auf eine Antheilnahme des Kernes an der Thätigkeit der Zelle lässt sich auch noch in anderen als den angeführten Fällen schliessen. Ich habe hier zunächst die Bildung der Insekteneier im Auge. Das Verhältniss des Kernes zu dem in der Bildung begriffenen Ei ist in vielen Fällen ein sehr auffallendes. Betrachten wir in der Eibildung von *Dytiscus* ein concretes Beispiel. Die Keimbläschen der jungen Eier haben einen so bedeutenden Umfang, dass sie einen grossen Theil der Eizelle einnehmen. In der umstehenden Figur 4 ist ein solches Keimbläschen (K) dargestellt, das von ganz enormem Umfang ist. Späterhin tritt das Volumen des Keimbläschens im Verhältniss zu demjenigen der Eizelle zurück, und bei dem ziemlich reifen Ei ist es verschwindend klein, so dass es sich kaum auffinden lässt.

Ich kann mir diese Differenz im Umfang des Keimbläschens bei dem in der Entstehung begriffenen und bei dem



reifen Ei nicht anders erklären, als dass der Eikern auf die assimilirende Thätigkeit der Eizelle von Einfluss, ja möglicher Weise an dieser theilhaftig ist. Dafür spricht weiterhin eine Beobachtung, die ich bereits vor längerer Zeit (ebenfalls an *Dytiscus*) machte und die schon früher mitgetheilt wurde.¹⁾ Man bemerkt nämlich vielfach, wie in dem Ei vom Nährfach her eine Zone von hellen Körnchen gegen das Keimbläschen hinzieht und dieses umlagert (Fig. 5). Das Keimbläschen selbst kann dabei eine bisquitförmige Gestalt annehmen, und dann sieht man, wie die Anlagerung der Körnchen in einer mittleren Zone ganz besonders stark ist. Die Figur 5 stellt zwei Nährfächer und das dazwischenliegende Eifach mit dem bisquitförmigen Keimbläschen (K) dar.

Auch diese Erscheinung ist nicht anders zu deuten, als dass der Eikern eine anziehende Wirkung auf die Körnchen ausübt und sie dadurch um sich ansammelt. Dies aber kann wiederum nur die Bedeutung haben, dass er sich an der Ernährung der Eizelle theilhaftig.

Auf dieselbe Ursache dürften auch die Erscheinungen zurückzuführen sein, welche STUHMANN von verschiedenen

¹⁾ E. KORSCHULT: Die Entstehung und Bedeutung der verschiedenen Zellenelemente des Insekterovariums. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 43, pag. 569. – A. BRASS: Die Organisation der thierischen Zelle, Heft II.

Insekten, z. B. *Silpha* und *Necrophorus* schildert.¹⁾ Das Keimbläschen ist ausserordentlich umfangreich und entsendet Fortsätze durch das ganze Ei. Es scheint amöboid beweglich zu sein. Amöboide Beweglichkeit des Keimbläschens von *Dytiscus* beobachtete ich übrigens schon früher, und es ist mir wahrscheinlich, dass auch sie die Bedeutung einer Antheilnahme des Kernes an der Thätigkeit der Zelle hat. Die Bildung zarter Fortsätze am Umfang des Keimbläschens, wie sie bei *Dytiscus* auftreten, dürfte auf die gleiche Weise zu erklären sein.

Ich möchte an dieser Stelle auch auf die mehrfach beobachtete amöboide Beweglichkeit der Furchungskerne hinweisen. WEISMANN²⁾, welcher dieselbe an Eiern von *Rhodites rosae* beobachtete, erklärt dieselben für „Ernährungsbewegungen“ des Kernes. Er glaubt, dass der sich bewegende Kern Nahrung aus dem Plasma zieht, weshalb man auch bemerkt, dass er an Umfang zunimmt. Ebensowohl wie als Ausdruck einer Eigenernährung des Kernes kann dieses Verhalten der Embryonalkerne auch als eine Antheilnahme an der Thätigkeit der Zelle aufgefasst werden, oder in diesem Falle als eine Beeinflussung der Zelle durch den Kern. Eine solche Beeinflussung der Eimasse durch den Kern nehmen wir ja überhaupt bei den Entwicklungsvorgängen und zumal bei den frühesten derselben an. Wenn sich der Kern nun zu bewegen vermag, wird ihm dadurch die Einwirkung auf die verschiedenen Theile der Zelle erleichtert werden.

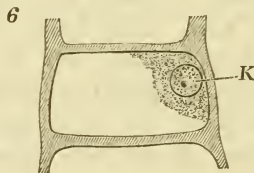
Für die uns hier interessirenden Fragen sind auch die von BRASS gemachten Mittheilungen (l. c.) von Wichtigkeit. BRASS schreibt dem Eikern eine Aufnahme von flüssiger Substanz aus dem Zellplasma zu, die sich dann im Kern als mehr oder weniger feste, geformte Substanz wieder ausscheidet. Mir scheint, dass man eine Aufnahme von Zellsubstanz in den Kern ohne Weiteres zugeben wird, wenn man daran denkt, dass auch der Zellkern wächst und dass dazu eine

¹⁾ Die Reifung der Arthropoderms. Ber. d. naturf. Gesellsch. zu Freiburg i. Br., Taf. V, Fig. 32–39.

²⁾ Beiträge zur Kenntniss der ersten Entwicklungsvorgänge im Insekten-Ei. Festschrift für Henle, 1882.

Vermehrung seiner Substanz nöthig ist. — BRASS hat dann weiterhin eine directe Aufnahme fester Substanz nach Amöben-Art, d. h. durch Umfliessen der betreffenden Festkörper von Seiten des Kerns dargestellt. Der Kern ist dabei amöboid beweglich. Wie der Kern Substanz aufnimmt, kann er auch solche abscheiden. Wir sehen aus diesen Angaben, dass BRASS dem Kern noch andere vegetative Verrichtungen zuschreibt als die blosse Einflussnahme auf die Vorgänge der Zelltheilung. In ähnlicher Weise, indem er den Kern sozusagen als Ernährungsorgan der Zelle hinstellt, spricht sich SCHMITZ ¹⁾ über die Natur des Kernes aus. Er glaubt, dass die Function des Zellkerns in der Bildung von Proteinsubstanz (etwa aus Kohlenhydraten und anorganischen Substanzen) zu suchen ist.

Doch es bleiben mir nach dieser Abschweifung noch einige Fälle augenscheinlicher Antheilnahme des Kernes an der Thätigkeit der Zelle zu schildern übrig. Der eine von ihnen ähnelt den von *Dytiscus* erwähnten Vorgängen. Dargestellt ist er in Figur 6. Dieselbe zeigt ein Eifollikel von *Nepa* im Längs-



schnitt. Das Keimbläschen (K) liegt, wie vielfach bei den Insekten, der Follikelwand ziemlich dicht an, und es ist umgeben von einer Ansammlung heller Körnchen, ganz ähnlich wie bei *Dytiscus*, nur dass die Körnchen hier nicht den Nährzellen, sondern vielmehr dem Epithel entstammen. Wie die Abgabe der Nährsubstanz von Seiten des Epithels erfolgt, ob in fester oder flüssiger Form, berührt uns hier nicht, genug, dass wir sehen, wie das Keimbläschen sich dem Ort der Neubildung von Eisubstanz möglichst genähert hat. Dies Verhalten und

¹⁾ Untersuchungen über die Structur des Protoplasmas und der Zellkerne der Pflanzenzellen. Sitzungsber. d. niederrhein. Gesellschaft in Bonn, 1880.

die Umlagerung des Keimbläschens mit den Körnchen lässt darauf schliessen, dass es auch hier auf die Thätigkeit der Eizelle von Einfluss ist.

Ein ganz ähnliches Verhalten konnte ich an den Kernen des Follikelepithels der Insekten constatiren. Ich bemerkte, wie die Kerne zur Zeit der Bildung des Dotters und der Eischale der Innenfläche, d. h. also der Oberfläche des Eis dicht anlagen, später aber, wenn das Chorion ziemlich vollendet war, in die Mitte der Zelle zurückwichen. Auch dies deutet darauf hin, dass, wie der Eikern bei der Aufnahme von Substanz, die Epithelkerne bei der Abscheidung derselben von Bedeutung sind.

Wenn ich alle die betrachteten Erscheinungen nochmals überblicke, so scheint mir daraus zweifellos hervorzugehen, dass der Kern wirklich an der Thätigkeit der Zelle Antheil nimmt, und zwar sowohl an der abscheidenden wie an der aufnehmenden. Ueber die Art und Weise, in welcher der Einfluss des Kernes auf die Zelle geübt wird, lässt sich zur Zeit nichts sagen. Ob es nur eine Art Contactwirkung ist, oder ob eine Abgabe von Substanz durch den Kern stattfindet, müssen weitere Untersuchungen lehren. Mit Untersuchungen über das Verhalten des Kernes in verschiedenartigen Zellen beschäftigt, hoffe ich selbst über diese Frage noch weitere Aufschlüsse geben zu können.

Zum Schluss möchte ich nur noch hervorheben, dass ganz neuerdings auch von Seiten einiger Botaniker die Bedeutung des Kernes für die Zelle in einer neuen Weise geschildert wird. KLEBS¹⁾ z. B. beobachtete, wie gewisse Verrichtungen der Zelle von der Anwesenheit des Zellkerns abhängen. Er brachte *Zygnema*-Fäden in eine Zuckerlösung, wobei sich die Plasmakörper der Zellen in zwei Theile zerlegten. Von den beiden Hälften ist die eine mit, die andere ohne Kern, und beide zeigen ihrem weiteren Verhalten nach auffallende Verschiedenheiten. Die mit Kern versehene umgibt sich mit einer neuen Zellhaut, die Chlorophyllkörper vermehren sich in ihr, und sie wächst in die Länge, während die kernlose Hälfte

¹⁾ Ueber den Einfluss des Kernes in der Zelle. Biolog. Centralblatt, 1887, No. 6.

niemals eine neue Zellhaut bildet und auch nicht wächst. Sie geht nach einiger Zeit zu Grunde. Das beweist also, dass der Kern in gewissem Zusammenhang mit der Thätigkeit der Zelle steht und dass bei seinem Fehlen gewisse Verrichtungen der letzteren nicht von statten gehen können.

Die von KLEBS angestellten Versuche erinnern an diejenigen von GRUBER und NUSSBAUM ¹⁾, durch welche gezeigt wurde, wie abgetrennte Stücke von Infusorien sich nur dann wieder zu vollständigen Thieren ausbilden können, wenn sie den Kern oder Theile desselben enthalten. Anderenfalls vermögen sie wohl eine Zeit weiter zu vegetiren, gehen aber schliesslich zu Grunde.

Eine Reihe von Thatsachen, welche einen Einfluss des Kernes auf die Zelle erschliessen lassen, theilte HABERLANDT vor Kurzem mit. ²⁾ Dieselben lassen sich kurz dahin zusammenfassen, dass bei Neubildungen an Zellen die Kerne zu den Stellen, wo diese stattfinden, in möglichst nahe Beziehung treten, indem sie direct an dieselben hinrücken oder sich durch Plasmastränge mit ihnen in Verbindung setzen. So ist es beispielsweise der Fall bei localen Verdickungen der Zellhaut oder bei Ausstülpungen, welche die Zelle zum Zweck der Bildung von Haaren erfährt. Diese Vorgänge erinnern an diejenigen, welche ich oben von den Kernen des Follikel-epithels beschrieb. — HABERLANDT erklärt sich die von ihm beobachteten Erscheinungen dadurch, dass der Kern als Träger des die Entwicklung beherrschenden Idioplasmas sich den Orten der Neubildung soviel als möglich nähert, um mit der Verringerung der Entfernung auch seine Einwirkung auf die Bildungsvorgänge zu einer um so intensiveren zu machen.

Herr F. E. SCHULZE demonstirte eine lebende *Tethis fimbriata* L., welche aus dem Golfe von Triest stammt und von dem hiesigen Aquarium entliehen war.

¹⁾ Zur Physiologie und Biologie der Protozoen. Bericht der naturforschenden Gesellsch. zu Freiburg i. Br., 1886. — Ueber die Theilbarkeit der lebenden Materie. Archiv f. mikrosk. Anatomie, 1886.

²⁾ Ueber die Lage des Kerns in sich entwickelnden Pflanzenzellen. Berichte der deutschen botan. Gesellschaft, Heft vom 17. Juni 1887.

Auf dem Rücken der über handgrossen Nacktschnecke finden sich zwei Längsreihen frei vorragender, baumartig verästelter, farbloser Kiemen und mit diesen alternirend grosse, glatte, auffällig gefärbte Rückenpapillen, welche leicht abgeplattet sind und am freien Ende in zwei oder einen Zipfel auslaufen.

Diese Rückenpapillen nehmen ebenso wie die zwischenstehenden Kiemen von vorn nach hinten zu allmählich an Grösse ab, und enthalten, wie durch BERGH und SPENGLER schon vor Jahren überzeugend nachgewiesen wurde, gleich den Rückenpapillen vieler anderer Nudibranchier die letzten blinden Endzweige der Leberschläuche.

Merkwürdiger Weise wurden die sehr leicht abfallenden Rückenpapillen der *Tethys* von einzelnen Zoologen, und so noch jüngst von LACAZE DUTHIERS für parasitäre Würmer gehalten.

Herr DAMES bemerkte im Anschluss an seine, in der Maisitzung gemachte Mittheilung über *Titanichthys*, dass dieser Name schon für einen placodermen Fisch von NEWBERRY vergeben wurde. Daher wird für die in unseren Sitzungsberichten pag. 69 beschriebenen Zähne der Gattungsname *Gigantichthys* in Vorschlag gebracht.

Als Geschenke wurden mit Dank entgegengenommen:

Jahresbericht des königl. geodätischen Instituts, April 1886—April 1887.

Leopoldina, XXIII., 9. — 10. 1887.

Monatl. Mittheilungen aus dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften, V., 1.—3. Frankfurt a. O., 1887—88.

Societatum Litterae, No. 3—5. Frankfurt a. O., 1887.

Jahresbericht und Abhandlungen des naturwissensch. Vereins in Magdeburg. 1886.

Jahreshefte des naturwissensch. Vereins für Lüneburg, X. 1885—87.

- Abhandlungen der naturf. Gesellschaft zu Görlitz, XIX. 1887.
10. Bericht des botanischen Vereins in Landshut. 1886—87.
Jahresbericht der Königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. Prag 1886 u. 1887.
Sitzungsberichte der Königl. böhmischen Gesellschaft d. Wissenschaften. Prag, 1885 u. 1886.
Abhandlungen der Königl. böhmischen Gesellschaft d. Wissenschaften, VII., 1. Prag, 1886.
Jahresbericht der Königl. ungar. geologischen Anstalt. Budapest, 1885.
Mittheilungen aus dem Jahrbuche der Königl. ungarischen geologischen Anstalt, VII., 6.; VIII., 5. Budapest, 1887.
Földtani Közlöny, XVII., 1.—6. Budapest, 1887.
Sapiski Kiewskajo Obschtschestwa Estestw., VIII., 2. 1887.
Bollettino delle pubblicazioni Italiane, 36.u.37. Firenze, 1887.
Atti della Società Toscana di scienze naturali, Proc. verbali, V. 1887.
Bulletin of the Museum of Comparative Zoology. XIII., 4. 1887.
ERNST, A., La exposicion nacional de Venezuela en 1883. Caracas, 1886.
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin](#)

Jahr/Year: 1887

Band/Volume: [1887](#)

Autor(en)/Author(s): Ewald

Artikel/Article: [Sitzungs - Bericht der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin vom 19. Juli 1887 105-138](#)