
ANNALEN DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1832, ERSTES STÜCK.

- I. *Ueber das Entstehen des Organischen aus einfacher sichtbarer Materie, und über die organischen Molecülen und Atomen insbesondere, als Erfahrungsgegenstände, nebst Betrachtungen über die Sehkraft des menschlichen Auges;*

von C. G. Ehrenberg.

Es hat Physiker gegeben, welche die Größe der Elementartheilchen der Körper für gar nicht so sehr klein hielten, daß sie den menschlichen Sinnen unerreichbar wären, und es hat Chemiker gegeben, welche die Wechselverbindungen der Urstoffe oder einfachen Materien, bis zur Bildung lebendiger Organismen zu verfolgen für möglich gehalten, ja sogar in die Reihe der Erfahrungen gestellt haben. Andere haben einen eigenen Gährungsprocess zu erkennen geglaubt, dessen Product die Bildung kleiner Thier- und Pflanzen-Körper sey und den man mit dem Namen der Infusionsgährung belegt hat. Die Wahrscheinlichkeit der Erlangung organischer Körper auf chemisch-synthetischem Wege hat sich in der neuern Zeit dadurch besonders verbreitet, weil man einzelne organische Producte auf chemischem Wege ganz gleichartig synthetisch darzustellen gewonnen hatte und galvanische Pro-

cesse oder Haarröhrchen-Wirkungen wahrnahm, welche gewissen organischen Erscheinungen sehr ähnlich, vielleicht ganz gleich sind. Da dieser Gegenstand einer der interessantesten und wichtigsten der menschlichen Forschungen ist, und Hoffnung zu großen, nahe liegenden Resultaten gegeben hat, so dürfte es, um die Forschungen auf dem richtigen Wege zu erhalten, nützlich seyn, im Kreise der Physiker und Chemiker auf einige physiologische Untersuchungen aufmerksamer zu machen, welche ich in der Academie der Wissenschaften zu Berlin vorgetragen, und im vorigen Jahre in einer zoologischen Schrift bekannt gemacht habe, deren Mittheilung auch bereits auszugsweise in auswärtigen physikalischen Journalen erfolgt ist, die ich aber, des richtigen Ausdruckes halber, lieber selbst in ein physikalisches Gewand einzukleiden versuchen will.

I. Beitrag zur Critik der *Generatio aequivoca*.

Ich habe mich seit einer langen Reihe von Jahren damit beschäftigt, die Bedingungen der *Generatio spontanea* der organischen Körper zu verfolgen. Zu diesem Zwecke war es nöthig, diejenigen organischen Körper, deren Entstehen man einer *Generatio primitiva* oder *spontanea* zuschreibt, in ihren Lebensverhältnissen und besonders in ihren Anfangszuständen genau zu beobachten.

I. Pilze.

Durch sorgfältige Untersuchungen der Pilze und Schimmel, deren systematisches Resultat ich im Jahre 1818 in einer Inaugural-Dissertation, unter dem Titel: *Sylvae mycologicae Berolinenses*, bekannt machte, entdeckte ich zuerst im Jahre 1819 das wirkliche Keimen der Pilz- und Schimmelsamen, welches man zwar in der neueren Zeit hie und da hypothetisch angenommen und beschrieben hatte, wofür aber die für dasselbe angeführten Versuche und wirklichen Erfahrungen des verdienstvollen flo-

rentiner Botanikers Micheli vom Jahre 1718 keinen genügenden Beweis abgaben. Derselbe sah nämlich zwar Pilze da aufgehen, wohin er vermeintlichen Samen absichtlich gestreut hatte, allein bekanntlich finden sich auch oft genug dergleichen da, wo kein Same absichtlich hingestreut wurde, und so blieb es für jeden sorgfältigen Forscher zweifelhaft, ob, ungeachtet der von Micheli angegebenen Vorbereitungen, aus den hingestreuten sogenannten Samen jene Pilze wirklich entstanden waren, oder ob Beides, das vermeintliche Säen und das Entstehen von ähnlichen Pilzen, in Zeit und Ort blofs deßhalb coincidirt, weil die Bedingungen der *Generatio spontanea* daselbst mit befördert wurden. Je wichtiger und einflussreicher die Folgerungen waren, welche man auf diese Beobachtungen stützen konnte, desto schärferer Kritik mußten dieselben unterworfen werden. Das wirkliche Beobachten des Keimens einzelner Samen und deren Wachstums konnte allein den mit der Verbreitung der Idee einer *Generatio spontanea* nothwendig wachsenden Zweifel an der Richtigkeit jener Beobachtung heben, und dieß hatte niemand versucht. Ich verfolgte damals diese Idee durch genauere Beobachtungen, als Micheli gemacht hatte, und war glücklich genug, sowohl den Gegenstand zu ergründen, als auch die Bedingungen aufzufinden, unter denen die Beobachtung des wirklichen Keimens der Schimmelsamen sich in jeden beliebigen 48 Stunden leicht wiederholen läßt.

Diese Erfahrungen theilte ich im Jahre 1820 im Auszuge deutsch in der Regensburger Flora oder botanischen Zeitung, 2ter Theil, pag. 535, umständlich aber in einem lateinischen Schreiben (*De Mycetogenesi epistola. Necessio ab Esenbeck scripsit Ehrenberg. Nova Acta Nat. Cur. Vol. X.*) dem Herrn Präsidenten der Leopolds-Academie zu Bonn mit. Ich habe daselbst Abbildungen der Pilzsamen, ihres Keimens und ihrer allmäligen Entwicklung bis zur Vollendung und neuen Samenbildung

gegeben, und dieselben Erfahrungen sind bereits mehrfach von Anderen (siehe Fr. Nees von Esenbeck in der Flora od. bot. Zeitung 1820, pag. 531, und Schilling in Kastner's Archiv X. pag. 429. 1827, letzterer giebt die Beobachtung im Jahre 1827 für seine Entdeckung aus) wiederholt worden. Mit dieser Beobachtung wurde die Tendenz der Pilze und Schimmel zu einer cyclischen Entwicklung festgestellt, und die Nothwendigkeit einer *Generatio primitiva* von ihnen so weit wie bei den übrigen Pflanzen entfernt. Diese kleinen, sich dem gewöhnlichen Gesichtskreise entziehenden Körper traten in die Reihe der übrigen größeren Naturkörper so ein, daß das Wunderbare ihres oft räthselhaften Erscheinens sich auf eine nöthige Feinheit der Beobachtung, und deren unüberwindliche Schwierigkeit in der freien Natur zurückweisen läßt, während ein Stückchen faules Holz und eine einzelne faule Birne, etwas Hausenblase dergl. als Saatboden den *Cyclus* der Entwicklung dieser organischen Formen im Zimmer klar vor Augen zu haben gestatten.

Fortgesetzte Beobachtungen der kleinsten Organismen haben mich später immer mehr in der Ansicht bestärkt, daß nicht nur bei allen diesen Formen, neben der vermeintlichen *Generatio spontanea*, eine cyclische Entwicklung durch Beobachtung zu erreichen ist, sondern dieselben nöthigen mich sogar auszusprechen, daß alle bisher für die *Generatio spontanea* sprechenden Beobachtungen und Erfahrungen viel zu wenig umsichtig und tadellos sind, als daß sie eine Beweiskraft haben könnten, und daß mithin die Idee von einer fortbestehenden *Generatio primitiva* organischer Körper, wenn sie den Werth eines Erfahrungsgegenstandes haben soll, von Neuem erst durch schärfere Beobachtungen zu erweisen ist.

2. Eingeweidewürmer.

Da sich außer den Pilzen und Schimmeln die Idee der *Generatio primitiva* besonders noch auf das unerklär-

liche Entstehen der Eingeweidewürmer und der Infusions-thiere stützt, so waren es besonders diese Formen, denen ich meine Aufmerksamkeit späterhin widmete. In den Jahren 1820 bis 1826 und im Jahre 1829 sammelte ich auf meinen Reisen in Africa, Westasien und Sibirien möglichst viele geographische Beobachtungen aller existirenden kleinsten Organismen, und durch die zahllose Menge meiner vorurtheilsfreien, so viele Jahre unter den verschiedensten Verhältnissen fortgesetzten Beobachtungen gewann ich desto mehr Abneigung gegen die Idee der Generatio spontanea, je mehr ich eine weit schärfere Einsicht in eine tiefe Organisation dieser sogenannten organischen Schlufsformen, Molecülen oder kleinsten organischen Wesen erhielt, welche die Nothwendigkeit ihrer primitiven Entstehung beseitigt, und dieser ganz andere Möglichkeiten und Wirklichkeiten gegenüberstellt.

Bei Beobachtung der Eingeweidewürmer fand ich überall die ganze Einrichtung fast aller dieser Thiere so überwiegend für die Fortpflanzung durch Eier gestaltet, dafs ich ihrem engen Verhältnifs zu den inneren Theilen lebender Thierkörper und der daraus hervorgehenden gröfsen Schwierigkeit der directen Beobachtung ihrer cyclischen Entwicklung weit leichter die Ursache des scheinbar Abweichenden und Räthselhaften in ihrem Entstehen zuschreiben mochte, als einer ganz eigenthümlichen Naturkraft, welche nur da wirke, wo die menschlichen Beobachtungen gehindert sind, und die Sinne nicht hinreichen. Deutlich ausgebildete, nie fehlende Begattungs- und Fortpflanzungsorgane, deren Entwicklung die der andern organischen Systeme meistens überwiegt, deutet bei den Eingeweidewürmern offenbar auf eine vorherrschende cyclische Entwicklung, wie sie die gröfseren Organismen zeigen, deutlich hin, und macht ihre Generatio primitiva, für welche nichts als die Schwierigkeit der Beobachtung spricht, sehr unwahrscheinlich. Das Erscheinen von Eingeweidewürmern im Innern organischer Körper ist mir

bei den vielen, oft rohen animalischen Gentissen, welche mit dem Chylus und der Milch anfangen, nicht auffallender und räthselhafter geworden, als die verhältnißmäßige Seltenheit jener parasitischen Organismen bei ihrer so enorm großen Prädisposition zur Vermehrung durch Eier. Zwar, findet man Thierkörper, und ebenso menschliche Leichname, nur selten ohne alle Würmer, besonders wenn man sehr eifrig darnach sucht; man findet sie aber eben so selten damit so überfüllt, wie man es nach der augenscheinlichen Productivität dieser, willkürlich gar nicht zu beschränkenden Thiere erwarten sollte. Es muß also für die Entwicklung der Hunderte und Tausende von Eiern, welche man oft bei jedem einzelnen dieser Parasiten findet, große, meist nicht zu überwindende Schwierigkeiten geben. Ich möchte daher die ältere Meinung, daß die Eier der Eingeweidewürmer durch die Saftcirculation in alle Theile des Körpers getrieben würden, nur da aber sich entwickeln, wo die besonderen Bedingungen diesem günstig sind, nicht verwerfen. Der geringere Durchmesser der feinsten Gefäße, durch welche sie zu gehen hätten, scheint mir keine wichtige Schwierigkeit abzugeben, weil diese, wie man bei jeder Entzündung sieht, sich leicht und schnell erweitern, sobald sie gereizt werden, und als ausgeschiedene Körper mögen jene Eier wohl, wie jeder dem Organismus fremde Körper, reizend einwirken, und von den Mündungen der einsaugenden Gefäße aufgenommen und mit verstärkter Thätigkeit durch dieselben weiter befördert werden, wie man dies mit Quecksilber, Eiter und anderen Stoffen schon als Erfahrungssatz ausgesprochen hat. Vielleicht sind sogar diese Eier der Entozoen und ihre Fortschaffung durch das Gefäßsystem ein bisher unbeachteter großer Krankheitsstoff, welcher einen Theil der, unter dem Namen der Skropheln begriffenen Erscheinungen bedingt. In Körpern, welche der Entwicklung von Würmern besonders günstig sind, giebt es nothwendig eine unzählbare Menge von ausge-

schiedenen Eiern jener Parasiten, die, sobald sie nicht in den Darumkanal oder die sogenannten ersten Wege ausgeschieden werden, als fremde Körper Störungen hervorzubringen müssen. Geschieht die Aufsaugung ganz oder vorzugsweise durch die Lymphgefäße, so bedingt dies auch ihren vorzüglichen oder alleinigen Einfluß auf dasselbe System. Stockungen in den Lymphgefäßen, besonders aber in deren Geflechtern, den sogenannten Drüsen, die zu localen Lymphcongestionen, Entzündungen und krankhaften Erscheinungen von mancherlei Art führen, sind auf diese Weise sehr leicht begreiflich, und gewiß verdienen diese, nicht der Speculation, sondern der Wirklichkeit angehörenden Dinge die Aufmerksamkeit der medicinischen Wissenschaft. Tausende von Eiern der Eingeweidewürmer, deren Existenz in vielen Körpern nicht zu leugnen ist, müssen, da sie sich selten in so großer Menge entwickeln, durch die Schwierigkeit ihres Gelangens an die, für ihre Entwicklung geschickten Orte und Verhältnisse, untergehen während nur einzelne, oft gar keine, dergleichen wirklich erreichen. Ein solches Verhältniß der Zahl der Eingeweidewürmer und ihrer Eier zum Organismus größerer Thierkörper findet sich auch wirklich. Häufig sieht man bei Thieranatomieen eine kleine Menge ganz ausgewachsener, mit zahllosen Eiern erfüllter Würmer ohne alle junge Brut in ihrer Nähe, und ich war, bei der sehr bedeutenden Menge meiner Zergliederungen thierischer Körper (ich habe allein aus Afrika die Eingeweidewürmer von 196 Thier-Arten mitgebracht, die ich alle selbst, von manchen 40—50 Individuen, anatomirt habe), oft verwundert, nur wenig lebende Thiere vorzufinden, obwohl diese mit Eiern ganz angefüllt waren. So habe ich durch mühsame Beobachtung immer fester bei mir die Ansicht begründet, daß es viel wunderbarer sey, wie die große Productivität der Entozoen durch die lebenden Organismen so sehr beschränkt werde, als wie es möglich sey, daß lebende Wür-

mer sich in denselben aufhalten und, rücksichtlich ihrer Verbreitung, der gewöhnlichen oberflächlicheren Beobachtung entziehen. Ein ganz anderes Verhältniß bieten dem Beobachter die Epizoen dar, obwohl diese meist von den Thieren willkürlich beschränkt werden können. Die, ihre cyclische Entwicklung begünstigenden Umstände überwiegen meist das sie Beschränkende, und der aufmerksame Beobachter verfolgt mit Leichtigkeit die Bildung und Entwicklung ihrer zahllosen Eier. Aber auch bei den Entozoen bildet nicht die geringe Gröfse das Hinderniß der genauen Beobachtung der Entwicklung, sondern nur allein ihr unzugänglicher Aufenthalt im Innern der lebenden Thierkörper.

3. Infusionsthierchen.

Anders verhält sich die Schwierigkeit der Beobachtung bei den Infusionsthierchen, dem zweiten Rückhalte der Generatio aequivoca; sie liegt in der geringen Gröfse derselben. Die gleichzeitig mit großem Eifer fortgesetzten, und bei jeder Gelegenheit wiederholten Untersuchungen der Infusorien zeigten mir zuerst die Nothwendigkeit einer genaueren Bestimmung der Formen, die ich durch Zeichnung und Messung derselben zu erreichen suchte. Diese scharfen und sehr häufig wiederholten Betrachtungen der Individuen liefsen mich häufig die entschiedensten Spuren einer gröfseren innern Organisation erkennen, als man bisher angeführt hatte. Schon im Jahre 1819 hatte ich bemerkt, dafs die Bewegung der zoologischen Monaden (*Monas pulvisculus*) keineswegs ein blofses Wälzen durch Veränderung des Schwerpunkts sey, wie man es darzustellen pflegte, sondern ich erkannte an dem Abstofsen sehr kleiner Körperchen des getrübbten Wassers, und an einem sichtbaren Strudel am Vordertheile des Thierchens die Anwesenheit von rudern den Wimpern, welche sogar zuweilen an sich deutlich wurden. Einiges von diesen Beobachtungen habe ich schon im Jahre 1820 in einem

Zusatze zu dem Aufsätze meines Freundes Herrn Friedrich Nees von Esenbeck in der Regensburger botanischen Zeitung, 2ter Theil, pag. 535, mitgetheilt. Mein Freund und nachmaliger Reisegefährte Dr. Hemprich war oft Zeuge meiner Beobachtungen und Versuche, und hat auch in seinem *Grundrisse der Naturgeschichte* 1820, pag. 289 bis 291, den damaligen Standpunkt meiner Kenntnisse summarisch angegeben (vergleiche die Vorrede, pag. viii). Ich selbst wollte jene Erfahrungen noch nicht weiter im Einzelnen öffentlich aussprechen, weil ich einerseits sah, daß sie einer großen Vervollkommnung fähig waren, andrerseits besaß ich damals nur ein sehr unvollkommenes, hölzernes, nürnbergger Microscop (*Compositum*), zum Preise von 2 Friedrichsd'or, welches ich, meiner Einsicht und Bedürfnis gemäß, künstlos verstärkt hatte, dasselbe zwar, womit ich bereits das Keimen der Schimmel-Samen entdeckt hatte, welches aber den Wirkungen der damals bekannten kunstreicheren Microscope bei weitem nachstehen mußte. Jene Beobachtungen erschienen meinem Freunde durch oftmalige Anschauung jedoch schon so bestätigt, daß er nicht anstehen wollte, die Hauptsache in sein Handbuch aufzunehmen. Vom Jahre 1820 an beobachtete ich in Afrika mit einem Hofmannschen Microscop aus Leipzig, zum Preise von circa 10 Thalern, welches bei stärkeren Vergrößerungen ein besseres Bild gab; und vom Jahre 1824 benutzte ich daneben ein englisches Microscop von Bleuler, zum Preise von ungefähr 100 Thalern, welches noch stärkere Vergrößerungen gestattete. Mit diesen Instrumenten verfolgte ich jene Critik der Generatio primitiva immer sorgfältiger, und je schärfer meine Beobachtungen wurden, desto mehr erkaltete ich gegen die Idee des plötzlichen Gerinnens von Urstoffen zu einem Organismus. Nie hatte ich in der Reihe von Jahren, worin ich schon jene Beobachtungen zuweilen täglich fortgesetzt hatte, auch nur einmal das plötzliche Entstehen der, von mir speciell gekannten

kleinsten organischen Körper aus Schleim, Pflanzenzellen u. s. w. gesehen, noch viel weniger aber hatte ich das allmähliche Ausbilden von plötzlich entstandenen Elementargrenzen (Umrissen) von Entomostratis und anderen größeren Thierchen beobachtet, welches eine wunderliche Täuschung des Herrn Fray gewesen ist, der die Bälge und Fragmente der todten kleinen Thiere für Entwürfe und Anfänge neuer Generationen gehalten hat *). Auch die in Afrika fortgesetzten Beobachtungen machten mir immer wahrscheinlicher, daß die Entstehung der kleinsten Organismen ebenfalls eine cyclische sey, denn obwohl die Umstände nicht erlaubten, die Structurbeobachtungen der Infusorien daselbst zu ihrer Vollendung zu führen, so ergab sich doch eine durch Zeichnung und Messung festgestellte, immer klarere Wiederholung der gleichen Formen und durchaus nicht die grenzenlose Variation derselben, welche aus der Idee einer Verwandlung zerstörter organischer Stoffe in unbestimmte Elementarformen des Lebens zu erwarten gewesen. So rückten, mit immer festerer Basis, die Beobachtungen weiter. Corti's Beobachtung, daß die Eier einiger Infusorien (*Brachionus*) beim Auskriechen des Jungen platzen und eine leere Eihaut, ein wahres Chorion zurücklassen, hatte ich schon frühzei-

*) *Essai sur l'origine des corps organisés et inorganisés par Fray. Paris 1817, pag. 71. »J'ai vu des monocles des poly-pes des vers et d'autres animaux, qui n'étaient encore qu'ébauchés; la forme extérieure était jetée, mais l'intérieur n'avait pas reçu tous les globules actifs qui devaient le constituer. Ces esquisses étaient encore immobiles.«* Dieß erinnert an die bekannten alten aegyptischen Frösche, welche nach der Ueberschwemmung dort entstehen sollen, und eine Zeit lang nur erst vorn ausgebildet herum hüpfen, während der Hintertheil noch Schlamm ist. Jene Zeit hat sich geändert, denn wer dergleichen Frösche heut zu Tage sieht, bleibt, auch in Egypten, nicht mehr mit heiligem Schauer in Entfernung davor stehen, sondern faßt sie an und findet, daß unter dem Schmutz des Hintertheils sich mehr als Umrisse verbergen. So ist mir selbst es am Nil ergangen, wohin ich freilich schon als Skeptiker kam.

tig gemacht, ohne den ersten Beobachter zu kennen, und ich hatte sogar bemerkt, daß die Eier an zarten Fäden hingen, an welchen sie von den Thierchen, wie bei den Krebsen herumgetragen werden. Auch den vollkommenen Darmkanal erkannte ich durch den Wirbel der Mundöffnung und durch die Ausleerungen der Afteröffnung, und sah auch nach natürlichen Anfüllungen zuweilen seinen ganzen Verlauf bei Räderthieren. Später sah ich bestimmte Spuren von schönroth gefärbten Augen bei den Räderthieren und Brachionen, und ich erkannte immer deutlicher einen Kau-Apparat bei allen Formen und bei einigen freie Muskeln. Im Jahre 1827 waren meine Ansichten über die Structur der Räderthiere so weit entwickelt, wie ich sie auf der 3ten und 6ten Tafel der Phytozoen meiner *Symbolae physicae* dargestellt habe. Dieselbe Decade der Kupfertafeln wurde von mir im Jahre 1828 der Versammlung der Naturforscher zu Berlin fertig, nur ohne Text, vorgelegt. Bory de St. Vincent's Nomenclatur hatte ich auf den Tafeln, obwohl ich sie nicht billigte, nur deshalb angewendet, weil ich vor vollendeter Reife meiner eigenen Beobachtungen Neuerungen für schädlich, für unnütze Mehrung der Synonyme hielt. Das Lob der Chevallier'schen Microscope nach Selligues Angabe, welche bei mäßigem Preise gröfsere Wirkungen hervorbrächten, als die gewöhnlichen, veranlafste mich zum Ankauf eines solchen im Jahre 1828, und ich suchte mit demselben jenem physiologischen Ziele, das ich seit 10 Jahren bereits unermülich verfolgt hatte, wieder einen Schritt näher zu kommen. Eine Revision der Infusorien zeigte mir nicht nur, daß meine früheren Beobachtungen keine Täuschung waren, sondern bestätigte dieselben und vermehrte meine Anschauungen ihrer deutlichen grofsen Organisation. Besonders überzeugte ich mich, daß die vermeinten Augenspuren bei einigen Räderthierchen, Rotifer und Brachionous, sehr bestimmt und beständig waren. Schon eingeübt in

dieses neue Instrument, benutzte ich dasselbe auf der im Jahre 1829 mit Herrn Alexander von Humboldt unternommenen Reise nach Sibirien sehr eifrig. Die große Reihe der auf dieser Reise gemachten genauen Beobachtungen, Zeichnungen und Messungen erlaubte mir, nach meiner Rückkehr in Berlin, fruchtbare Vergleichen mit meinen früher in Leipzig, Berlin, Afrika und Arabien gemachten Beobachtungen, und da ich nicht mehr die Besorgnis hegen durfte, daß die Vertheidiger und Beobachter der *Generatio aequivoca* mit wirksameren Instrumenten versehen gewesen, da ich vielmehr schon eine höchst merkwürdige Reihe von Structur-Details der kleinsten Wesen gewonnen hatte, wie sie nie von Jemand erwähnt war, so wurde mir allmählig die Wahrscheinlichkeit einer durchgreifenden großen Organisation auch der Infusorien und sogenannten Elementar-Moleculen, so wie ihrer cyclischen Entwicklung und vieler Mißgriffe der früheren Beobachter, zur Ueberzeugung. Ich erkannte besonders das große Mißverhältniß zwischen den Erzeugungs- und Structur-Angaben derer, welche die *Generatio primitiva direct* beobachtet zu haben meinen, und die das plötzliche Entstehen organischer Körper aus Urstoffen, oder sein allmähliges Bilden beobachtet zu haben behaupten, ohne den zusammengesetzten inneren Bau derselben erkannt zu haben, während ich, der ich seit einer Reihe von Jahren immer tiefere Einsicht in den Organismus der, als organlos oder unvollkommen entwickelt angegebenen, kleinen Formen erhielt, nie ein plötzliches oder allmähliges Entstehen derselben aus Moleculen, Schleim, Pflanzenzellen u. dergl. belauschen konnte. Sehr bekräftigend wirkte auf mich eine Vergleichung meiner, unter den verschiedensten geographischen Verhältnissen gesammelten Beobachtungen über die Glockenthierchen (*Vorticella Convallaria* und andere Arten dieser Gattung), und eine deshalb von Neuem vorgenommene, angestrenzte Betrachtung ihrer allmählichen individuellen Veränderung

brachte mir Klarheit in eine ganze Reihe sehr verschiedener Formen, in denen ich einen festen Cyclus von einander abstammender Gestalten erkannte. Diese, mit Ueberzeugung erkannte Thatsache, bei den so einfach erscheinenden, sehr kleinen Formen, regte mich an, meine Beobachtungen immer sorgfältiger auf diesen Punkt zu lenken, und gab mir ein bestimmtes Vorgefühl naher interessanter Resultate. Große Organisation und cyclische Entwicklung der Moleculen waren mir klar vorsehwebende Wahrheiten, deren gründlicher Beweis möglich war. Ich suchte nur nach Mitteln der Darstellung. Glücklicher war der Gedanke, welcher mir die, schon öfter von mir vergeblich, aber ohne Consequenz, geprüften farbigen Nahrungsstoffe eben da in das Gedächtniß rief. Im Vertrauen auf Erfolg, that ich verschiedene Farbestoffe in das Wasser der Infusorien, und erwartete die Aufnahme derselben in ihre Ernährungsorgane. Die ersten Versuche mit gewöhnlichen Tuschfarben schlugen fehl, obwohl ich sehr verschiedene Farbestoffe gewählt hatte. Meine Ueberzeugung des günstigen Erfolgs war jedoch schon so stark, daß ich nicht mehr der Organisation der Thierchen den Grund des Mißlingens zuschrieb, sondern den unpassenden Farbestoffen. Andere Versuche mißlangen wieder. Einmal aber bemerkte ich beim Experimentiren einen weißlichen Bodensatz auf der kleinen Glasplatte, wo ich Tuschfarbe zum Infusorienwasser mischte, und da bekanntlich die verkäuflichen Deckfarben mit Bleiweiß vermischt sind, so wählte ich reine Farben, und zwar solche, die ich als der thierischen Organisation am wenigsten widerlich vermuthete. Für dergleichen Farbestoffe hielt ich nun Indigo, Carmin und Saftgrün, da sie sämmtlich rein organischen Ursprungs sind. Mit diesen begann ich die Versuche von Neuem. Hiermit war auch der Schlüssel gefunden. Alle Infusorien, auch die kleinsten, füllten sich sehr bald mit den Farbestoffen an. Die Trübung des Wassers durch Farbe liefs mich noch viel deutli-

cher als Trübungen durch Schlamm, welche ich früher zur Beobachtung der Wimpern benutzt hatte, neben dem Daseyn dieser Wimpern auch eine einzelne Stelle des Körpers erkennen, wohin der durch die Wimpern erregte Strudel die kleinen Nahrungstheilchen führte, und wo dieselben in den inneren Körper aufgenommen wurden. Im Innern ließen sich, bei der Durchsichtigkeit aller dieser Thierchen, sehr deutlich, entweder ein ausgebildeter einfacher Darmkanal, oder scharf umschriebene, blasige, magenähnliche, gefärbte Behälter erkennen. Bei stark angefüllten Thierchen konnte ich eben so deutlich an anderen Körperstellen, meist am Hintertheile, Ausleerungen der überflüssigen Stoffe durch eine besondere Afteröffnung wahrnehmen. So waren denn diese Spuren der Organisation der kleinsten Wesen nicht mehr nutzlose Andeutungen von Organen, sondern sehr deutlich fungirende wirkliche Organe: Wimpern, Mund, Darm, Afteröffnung. Dieser zwar lange vorbereitete und gleichsam abgezwungene, aber in solcher Deutlichkeit unerwartete Erfolg war in seinen Resultaten zu reich, als daß ich nicht noch mit größter Spannung einerseits mich hätte sogleich bemühen sollen, alle in meiner Nähe vorkommenden Infusorienformen, die ich schon vielfach beobachtet hatte, und deren Abbildungen ich besaß, mit diesem Mittel zu prüfen, ihre Ernährungsorgane anschaulich zu machen, und deren Form zu verzeichnen und festzustellen, andererseits waren offenbar mit den so nachgewiesenen Organen die Organismen keineswegs abgeschlossen. Die Eier, Muskeln und Augen der Räderthierchen machten auch bei den übrigen die Existenz ähnlicher Systeme wahrscheinlich. Ich habe deshalb mit der angestrengtesten Beharrlichkeit nicht nur alle Infusorienpecies der Umgegend Berlins rücksichtlich ihrer Ernährungsorgane auf jene Weise einzeln revidirt, sondern ich habe mich auch bemüht, mehr Klarheit und Uebersicht in die Gesamtorganisation dieser kleinen Wesen zu bringen. So erkaunte ich mit viel größerer Be-

stimmtheit das wahre Verhältniß der freien Bewegungsmuskeln, den ganzen Verlauf des Darmes, den Verlauf und die Form weiblicher und männlicher Fortpflanzungsorgane, die große Allgemeinheit schönrother Augenpunkte, regelmäßig verlaufende Spuren von Gefäßen, und überdies noch kleine drüsige Körper und Fäden im Innern, welche dem Character von Nerven gar nicht widersprechen. Im Schlunde aber unterschied ich Zähne von einer solchen Deutlichkeit, daß diese allein, wären sie früher entdeckt worden, hingereicht haben würden, die Vollkommenheit der übrigen Organisation nach dem Typus größerer Thiere annehmlich zu machen. — Bei den kleinsten Infusorien, welche bisher immer als homogene Kügelchen betrachtet wurden, erkannte ich außer deutlichem inneren Magen und zuweilen deutlichem Darmkanale mit Mund und Afteröffnung ebenfalls, wenigstens bei einer Gattung (*Euglena*), augenähnliche rothe Punkte. Von besonderem Einfluß wurde aber die bei andern gewonnene Aufklärung über ihre Fortpflanzungsorgane. Ein netzförmiges, körniges, die Zwischenräume des blasigen Darmkanals ausfüllendes, sehr feines Wesen sah ich durch die Afteröffnung ausscheiden, was sich als ein Eierlegen gar zu bestimmt characterisirte. Die Thiere wurden dabei kleiner, faltig und eckig veränderten mithin auffallend ihre Form, schwammen aber munter weiter. Einen gleichen Character schien mir die alte, auch von mir oft wiederholte Beobachtung des plötzlichen theilweisen Zerfließens kleinerer Infusorien, während der Fortdauer ihrer lebendigen Bewegungen, in feine Körner, zu haben, und ich suchte Analogien bei den Schildläusen (*Coccus*), bei denen der Tod des Mutterthieres dem Auskriechen der Jungen vorausgeht, und bei den Bandwürmern (*Taenia*), deren hintere Körpertheile sich *nach*, zuweilen vielleicht schon *bei* dem Gebären ab- und auflösen, während der Vordertheil weiter fortlebt. Endlich bestätigte und fand ich bei diesen kleineren Infusorien eine vierfache Fortpflanzungsweise, durch Eier,

Gemmen, Quertheilung und Längstheilung, während bei den Räderthieren nur Eier oder lebendige Junge aus Eiern geboren werden. Die kleinsten von mir beobachteten Monaden, welche noch deutlich innere Ernährungsorgane angefüllt zeigten, waren $\frac{1}{1000}$ einer Linie im Durchmesser groß. Diese Messung ist mit einem Dollond'schen Glas Micrometer gemacht, welches $\frac{1}{1000}$ Zoll direct angiebt. Die Körnchen des Eierstocks der beobachteten gebärenden kleineren Infusorien verhielten sich in ihrer Größe zum Mutterthiere wie 40 zu 1, oder wie 80 zu 1. Die Eier der Räderthiere verhalten sich gewöhnlich wie 3 oder 4 zu 1. Auf solche Weise und nach den angezeigten Vorbereitungen wurde es mir möglich, die Lehre von den Infusionsthierchen mit einem Male weit vollständiger und richtiger festzustellen, als sie bisher vorhanden war, und die bei der Durchsichtigkeit dieser Körper so leicht anschaulichen Färbungen der Ernährungsorgane konnten leicht rasche Theilnahme an den gewonnenen Resultaten erwecken. Diese Darstellung der Infusorienwelt habe ich in einer academischen Abhandlung in Berlin vorgetragen, und von derselben sind im Jahre 1830 vorläufig 100 Exemplare meist durch den Buchhandel verbreitet worden. Die besonderen Abdrücke führen den besonderen Titel: *Organisation, Systematik und geographisches Verhältniß der Infusionsthierchen*, von C. G. Ehrenberg. Berlin 1830. In dieser mit 8 Kupfertafeln versehenen Schrift in Folio theilte ich die sogenannten Infusionsthier nach ihrem Organismus in zwei scharf geschiedene Thierklassen, deren eine sich durch Vielzahl der Magenellen auszeichnet, die ich deshalb die der *Magenthierchen* oder *vielmagige Infusionsthier* (*Polygastrica*) genannt habe, deren andere sich durch Räderorgane und einfachen Darm auszeichnet, welche ich daher als Klasse der *Räderthierchen* (*Rotatoria*) bezeichnet habe. Das dort mitgetheilte Gesamtergebnis meiner Beobachtungen besteht in folgenden 15 Sätzen:

1) Alle Infusorien sind organisirte und zum Theil, wahrscheinlich alle, hochorganisirte Thiere.

2) Die Infusorien bilden zwei ganz natürliche Thierklassen nach ihrer Structur, lassen sich nach der Structur wissenschaftlich abtheilen, und erlauben keine Vereinigung ihrer Formen mit größeren Thieren, so ähnlich sie auch oft erscheinen.

3) Die Existenz von Infusorien ist in 4 Welttheilen und im Meere nachgewiesen, und sie bilden die Hauptzahl, vielleicht die Hauptmasse, der thierisch belebten Organismen auf der Erde.

4) Einzelne Arten sind in den entferntesten Erdgegenden dieselben.

5) Die geographische Verbreitung der Infusorien auf der Erde folgt den schon bei andern Naturkörpern erkannnten Gesetzen. Nach Süden hin giebt es in andern Weltgegenden stellvertretende abweichende Formen mehr, als nach Westen und Osten, aber sie fehlen nirgends, auch betrifft die climatische Verschiedenheit der Form nicht bloß die größeren.

6) Das Salzwasser der sibirischen Steppenseen zeigt keine auffallend abweichenden eigenthümlichen Infusorienformen.

7) Das Meerwasser nährt andere und größere Formen als das Flufswasser, viele aber sind dieselben; bei keiner der bekannten übersteigt die Körpergröße eine Linie.

8) Im Wasserdunst der Atmosphäre, der sich als Regen und Thau niederschlägt, beobachtete ich nie, auch wohl sonst nie jemand *mit Sicherheit* lebende Infusorien (einige neue Versuche hierüber sind von mir angeführt).

9) In den Tiefen der Erde, wo atmosphärische Luft, aber wohl kaum ein Minimum von reflectirtem Lichte Zutritt hat, finden sich Familien derselben Infusorien, wie auf der Oberfläche.

10) Die directen Beobachtungen für die Generatio

primitiva mangeln, wie es nun scheint, sämmtlich der nöthigen Schärfe. Dieselben Beobachter, welche das plötzliche Entstehen der kleinsten Organismen aus Urstoffen gesehen zu haben meinen, haben die sehr zusammengesetzte Structur dieser Organismen ganz übersehen. Ein arges Mißverhältniß ist hier nicht zu verkennen, und die Täuschung liegt an Tage. Das Mißverhältniß mag weniger der Uebereilung der Beobachter zur Last fallen, als der Unzulänglichkeit der benutzten Instrumente oder dem Mangel an Uebung in deren Gebrauch. Beobachtungen über das Entstehen krebserartiger Thiere und Insecten aus Urstoffen sind die Nachklänge einer veralteten Zeit, wo die Raupen aus den Blättern wuchsen.

11) Die Idee, als hinge der Mensch, wenn auch nur zum Theil, vom Willen ihn zusammensetzender Infusorien ab, wird durch die Beobachtung beseitigt, daß die Infusorien sich ihre Nahrung suchen müssen, Eier legen und sich nie bleibend und wachsend verbinden. (Zwar vereinigen sie sich zuweilen zu Haufen, diese lösen sich aber wieder in Individuen auf.)

12) Die Entwicklung aller von mir hinlänglich beobachteten Infusorienformen ist cyclisch, ganz bestimmt, nur zuweilen sehr formenreich, daher täuschend, und verlangt eine genaue Betrachtung.

13) Die Resultate meiner Beobachtungen erinnern lebhaft an den alten physiologischen Satz: *Omne vivum ex ovo*. Nie sah ich nämlich, bei zwölfjähriger angestrebter Beobachtung, das plötzliche Entstehen eines ausgebildeten Infusoriums aus Schleim oder Pflanzenzellen, wohl aber unzählige Male das Gebären der Eier und das Ausschlüpfen der Jungen aus den größern von diesen. Auf solche Erfahrungen gestützt, bin ich der Meinung, daß diese Thiere durch *Generatio primitiva* nicht gebildet werden, sondern aus Eiern entstehen. Ob nun die frei herum liegenden Eier nur zum Theil das Product des Gebärens,

zum Theil aber das Product einer Generatio primitiva sind, ist noch nicht reif zur Entscheidung *).

14) Die activen Bewegungen und Contractionen bei Pflanzen und ihren Theilen, besonders bei Algen, sollten, wenn sie auch infusorielle oder thierische Bewegungen genannt würden, nicht die Idee von Thierheit erwecken. Innere Ernährungsorgane und nachzuweisende bestimmte Mundöffnung zur Aufnahme selbst fester Stoffe scheiden die scheinbar einfachsten Thiere von den Pflanzen. Nie, auf vielfache Versuche, habe ich einen beweglichen Algensamen die geringste feste Nahrung zu sich nehmen gesehen, und so unterscheidet sich die fruchtbare Alge von der sie umschwärmenden Monade, wie der Baum vom Vogel.

15) Endlich lenke ich darauf die Aufmerksamkeit, dafs die Erfahrung eine Unergründlichkeit der *organischen* Schöpfungen dem kleinsten Raume zugewendet zeigt, wie die Sternwelt dem grössten, deren nicht naturgemäße Grenzen die optischen Hülfsmittel ziehen. Bis an das Walten der Urstoffe mögen sich Hypothesen wagen, der Erfahrung kann es noch nicht vorliegen. Die Milchstrafse der kleinsten Organisation geht durch die Gattungen Monas, Vibrio, Bacterium, Bodo.

In einem neueren Vortrage vom Jahre 1831, welcher in wenigen Tagen gedruckt erscheinen wird, und wozu die Kupfertafeln schon vollendet bereit liegen, gebe

*) Dieser letztere Satz, des Restringirens der Generatio primitiva auf die Eibildung, scheint mir durch meine folgenden Beobachtungen der Entwicklung und überraschend großen Vermehrung der Infusorien eine Abänderung zu erleiden, indem es nun vielmehr wunderbar erscheint, warum man nicht weit mehr Infusorien-Eier im Wasser und überall findet, da zur Bildung einer unberechenbaren Zahl auf gewöhnlichem Wege Grund genug ist.

ich über denselben Gegenstand folgende hauptsächlichliche Zusätze aus meiner späteren Erfahrung:

Bisher hatte ich bei den Magenthierchen (*Polygastrica*) nur die Bewegungsorgane, Ernährungsorgane und den Eierstock beobachten können. Bei einer einzigen Gattung der ganzen Klasse hatte ich Spuren von Augenpunkten gefunden, nämlich bei der Gattung *Euglena*. Neuerlich habe ich dergleichen Augenpunkte in derselben Klasse häufiger gefunden, so daß jetzt 7 augenführende Gattungen genannt werden können, welche 16 Arten umfassen. Unter diesen Formen befinden sich augenführende Monaden, welche $\frac{1}{7}$ einer Linie im Durchmesser groß sind. Somit sind auch die Spuren eines isolirten Nervensystems bis zu den Monaden nachgewiesen.

Ferner habe ich den ersten Versuch gewagt, die beiden Klassen der Infusorien nach ihren inneren Organen weiter abzutheilen. Das Ernährungssystem giebt in jeder der beiden Klassen nur 4 Verschiedenheiten. Die *Polygastrica* zerfallen danach in *Aenutera* (darmlose), *Cyclocoela* (kreisdarmige), *Orthocoela* (geraddarmige) und *Campylocoela* (krummdarmige). Die Rädertiere zerfallen in *Trachelogastrica* (langschlundige ohne Magen), *Coelogastrica* (langdarmige ohne Magen mit kurzem Schlunde), *Gasterodela* (magenführende), *Trachelocystica* (blasenführende). Der Darm der letztern ist sehr eigenthümlich.

Die Rädertierchen allein haben sich, den fortgesetzten Beobachtungen zufolge, nach ihren Kauorganen so eintheilen lassen, daß sie zuerst in 3 Gruppen zerfallen: *Agomphia* (zahnlose), deren giebt es nur sehr wenige, *Gymnogomphia* (freizahnige), diese bilden die überwiegende Mehrheit, *Desmogomphia* (Haftzahnige). Die mit freien Zähnen zerfallen in 2 große natürliche gleiche Abtheilungen, nämlich in *Monogomphia* (einzahnige) mit einem Zahne in jedem Kiefer, und in *Polygomphia* (vieltahnige). Die Haftzahnigen (*Desmogomphia*), deren Zähne nicht frei, sondern auf einer Knorpelplatte angeheftet sind,

zerfallen ebenfalls in 2 natürliche Abtheilungen, nämlich in *Zygomomphia* mit paarweisen Zähnen, und in *Lochogomphia* mit reihenweisen Zähnen, so daß folgendes Schema entsteht:

<i>Agomphia.</i>	<i>Gymnomomphia.</i>	<i>Desmogomphia.</i>
I.	II.	V.
	III.	IV.
		<i>Monogomphia. Polygomphia. Zygomomphia. Lochogomphia.</i>

Ueber die Anwendbarkeit dieser organischen Verschiedenheiten für die Systematik habe ich mich dort erklärt.

Endlich habe ich in derselben Mittheilung meine Beobachtungen über die Entwicklung und Vermehrung der Individuen bei den Infusorien, besonders in Rücksicht auf die Zeit, niedergelegt. Das Resultat dieser sehr angestregten Beobachtungen halte ich für eins der einflussreichsten aus der ganzen Reihe dieser Mittheilungen. Ein einzelnes Individuum von *Hydotina senta*, eines von mir in der ersten Abhandlung sehr umständlich beschriebenen und abgebildeten Rädertierchens, habe ich 18 Tage lang einzeln beobachtet, und da es schon erwachsen war, als ich es isolirte, und da es nicht vor Alter starb, sondern zufällig umkam, so ist die Lebensdauer über 20 Tage festzusetzen. Ein solches Individuum aber ist in je 24 bis 30 Stunden, wenn die Umstände ganz günstig sind, einer 4fachen Vermehrung fähig. Es kann in jener Zeit 4 Eier, von der ersten Eierstocksthätigkeit an, bis zum Auskriechen der Jungen, entwickeln. Diese 4fache Vermehrung in der Zeit eines Tages giebt aber, wenn kein Hinderniß eintritt, und das einzelne Thierchen in 10 Tagen 40 Eier legt, in der 10ten Potenz (also am 10ten Tage) eine Million Individuen von einer Mutter, und am 11ten Tage 4, am 12ten 16 Millionen u. s. w. Obwohl diese Productivität der Rädertierchen die größte ist, welche in der Natur bisher beobachtet wurde, und die der Insecten bei Weitem übertrifft, so erreicht sie noch bei Weitem nicht die der polygastrischen Infusorien. An *Paramaecium Aurelia*, welches $\frac{1}{2}$ Linie groß und ebenfalls in mehrere

Tage langer Lebensdauer von mir mit Sicherheit beobachtet worden ist, habe ich durch einfache Queertheilung binnen 24 Stunden die *Verachtfachung eines Individuums* beobachtet, was also die Möglichkeit des Doppelten jener Vermehrung geben würde. Da aber diese Thiere aufser der Theilung auch sich durch Eier vermehren, und diese Eier nicht einzeln, sondern massenweise ausgeschieden werden, da sie ferner nebenbei Gemmen bilden, so er giebt sich hieraus eine mögliche, so ungeheure Vermehrung einzelner Individuen binnen 48 Stunden, dafs das Zählen aufhören und man von Zahllosem sprechen kann *). Wer kann sich aber unter solchen Umständen noch wundern, wenn Flüssigkeiten binnen doppelter oder dreifacher Tagesfrist von dergleichen Thierchen wimmeln? Wird man sich nicht vielmehr wundern müssen, dafs es oft nicht geschieht? Einer *Generatio aequivoca* bedarf es zur Erklärung solcher Erscheinungen nun nicht mehr, sie gehören unter die durch Erfahrung und Beobachtung erreichbaren, und wo etwas Wunderbares in dieser Art angeregt wird, muß der Beobachter sich sehr vorsehen, dafs die Schuld der Oberflächlichkeit sich von ihm wende. Wenn ich daher in meinem ersten academischen Vortrage die *Generatio aequivoca* der Infusorien nur noch auf die Eier derselben anwendbar zu halten nachgegeben, so scheint mir jetzt durch die gewonnenen Entwicklungs- und Vermehrungsbeobachtungen der Individuen die Nothwendigkeit einer solchen Hypothese und selbst ihre Wahrscheinlichkeit wegzufallen. Ich glaube vielmehr allerdings, dafs die *Generatio primitiva als fortdauernder Erfahrungsg-*

*) Diese schnelle und grofse Vermehrungsfähigkeit der Infusorien dürfte wohl auch in so fern für analysirende Chemiker der Berücksichtigung bedürfen, als sie bei organischen Substanzen, z. B. einigen Farbestoffen, leicht in der kürzesten Zeit von Einfluß werden können. Siedehitze oder Zusatz von etwas Alkohol schlagen die Infusorien sogleich nieder, und dann erst können sie durch Filtriren mit einiger Sicherheit als Schleim entfernt werden. Rasches Operiren ist Gewinn.

gegenstand dem Todeskampfe unterlegen habe. Es kann hierauf nicht meine Absicht noch meine Aufgabe seyn, alle dahin einschlagenden räthselhaften Dinge, deren es freilich noch genug und bedeutende, besonders in Rücksicht auf Geologie, giebt, aufzulösen, indem diese meist subjectiv, seltner objectiv sind, allein ich will hiermit auf die Beachtung *des unendlich Kleinen* als eines Hauptsatzes für alle Zweige der Naturwissenschaften hinleiten, von dem ich vielleicht später auch meine specielleren Ansichten entwickeln kann.

II. Beitrag zur Critik der Atome und Molecülen als Erfahrungsgegenstände.

Die Atomistiker haben in der neuesten Zeit theils durch die sinnreichen Theorien zur Erklärung der Lichterscheinung, theils durch die ebenso sinn- und fruchtreichen Atomenrechnungen der Proportionslehre in der Chemie ein nicht zu verkennendes practisches Uebergewicht über die mehr bei sich selbst eine grössere Befriedigung und Belohnung findenden Dynamiker erhalten, und so ist es gekommen, das man in der Lehre von den kleinsten Theilen der Körper ziemlich kühn geworden ist. Man hat sich nicht begnügt, die Atomen als ideale Einheiten oder als unendlich kleine Gröfsen zu betrachten, sondern versucht, für die einzelnen oder für gewisse kleinste Gruppen derselben einen Ausdruck einer naheliegenden Endlichkeit, und deren Gröfse geradehin festzustellen und durch Zahlen zu bezeichnen. Ja es scheint wenig zu fehlen, das nicht in unseren Tagen kühne theoretisirende Practiker verführt werden möchten, die materiellen Grundtheile der Körper ernstlich ergreifen, festhalten und mit ihnen bis zu dem Organischen hinauf bauen und scherzen zu wollen.

Newton schon hat die Elementartheile der Farben an den Körpern ziemlich grofs und sinnlich annehmen zu

können geglaubt. Er sagt: »könnte man die Microscope so verstärken, daß sie die Gegenstände auf einem Fuß Entfernung mit Deutlichkeit 500- oder 600mal größer zeigten, als wir sie mit bloßen Augen sehen, so möchte ich glauben, daß wir einige der größten Elementartheile, welche die Farben bilden, erkennen würden. Ja mit einem Microscope, welches 3000- bis 4000mal vergrößert, würden wir vielleicht alle entdecken können, bis auf die, welche die schwarze Farbe bilden.« Nehmen wir auch an, daß Newton die natürliche Gesichtsschärfe des menschlichen Auges richtig beurtheilt habe, so würden seine Elementartheilchen, wie aus meinen folgenden Mittheilungen hervorgeht, doch für die rothe Farbe nicht unter $\frac{1}{10000}$ einer Linie im Durchmesser betragen, und zwischen dieser Größe und der von $\frac{1}{100000}$ würden sich alle Farbelemente bis auf die schwarzen finden. Es ist aber wahrscheinlich, daß Newton sich die Gesichtsstärke des Auges weniger scharf und daher jene Elementartheilchen noch ansehnlich größer vorstellte. Hierbei darf jedoch, wie schon Herschel in der Optik bemerkt, nicht übersehen werden, daß Newton die Farbelemente wohl von den Atomen unterschied, wie es die späteren Physiker gethan haben, obschon er es nicht ausdrücklich sagt. In jener Stelle spricht Newton nicht von Atomen, sondern von färbenden Partikeln. *Traité d'Optique* (1704) *Liv. II. Part III. Edit. française* 1720, pag. 357.

Die kleinen Größen, deren man sich zur Erklärung der Lichterscheinungen in der Undulationstheorie bedient, geben eine große Bestimmtheit in der Rechnung, können aber doch nur als hypothetische, nicht als wirklich erwiesene Größen angesehen werden, da die ganze Theorie, wenn sie auch große Wahrscheinlichkeit für sich hat, erst der vollendeten Bestätigung bedarf. Die kleinsten dabei durch scharfe Rechnung nachzuweisenden Längen einer Lichtwelle betragen etwas mehr als $\frac{1}{100000}$ eines Zolles oder etwa $\frac{1}{10000}$ einer Linie. Da nun die Aethertheilchen wenigstens bedeutend kleiner seyn müssen als

ihre Wellenbewegungen, so liegt in jener Zahl eine zwar willkürliche, aber doch ausgesprochene Grenze für das Maximum derselben, die einen Ausdruck für ihre Kleinheit giebt. Wollte man dazu aus der Gewichtslosigkeit sehr großer condensirter Licht- und mithin Aethermassen auf die Kleinheit der Elementarkörperchen als wägbare Gegenstände schließen, so würde man die Grenze jenes Maximi noch bedeutend weiter hinausschieben können. Diefs alles sind jedoch, selbst wenn sie sich in Zahlen bestimmt aussprechen ließen, hypothetische Größen.

Die farbigen Erscheinungen zwischen Gläsern, die sich fast berühren, erlauben ebenfalls einen Schluß auf die Größe der sogenannten Elementartheile der Farben. Den kleinsten Zwischenraum, welchen die weiße Farbe giebt, hat schon Newton auf $\frac{1}{170000}$ eines Zolles festgesetzt, was etwas mehr als $\frac{1}{140000}$ einer Linie ist, und Haüy hat durch die verschiedene Lichtbrechung des Glimmers berechnet, daß ein Glimmerblättchen, welches dieselbe Wirkung wie jene Luftschicht giebt, $\frac{1}{300000}$ eines Millimeters oder $\frac{1}{200000}$ einer Linie stark seyn müsse.

Bei den unorganischen festen Körpern sowohl, als den organischen, stellten Robert Browns microscopische Messungen von den Jahren 1827 und 1829 die Größe der kleinsten zu beobachtenden Theilchen, die er in selbstthätiger Bewegung und von rundlicher Form sah, auf $\frac{1}{200000}$ bis $\frac{1}{300000}$ Zoll oder $\frac{1}{20000}$ bis $\frac{1}{23000}$ Linie im Durchmesser fest. *Brief account of microscopical observations by R. Brown 1828 und Additional remarks on active molecules by R. Brown 1829 pag. 3**).

J. F. W. Herschel sagt in seiner Optik 1829 (deutsche Uebersetzung pag. 680), daß er Körper durch ein Amicisches Microscop unter 3000maliger Vergrößerung des Durchmessers gesehen, wobei doch aber noch gar nicht daran zu denken gewesen, daß der Gegenstand sich seiner Auflösung in Atome nur nähere.

Sehr ansehnliche Größen hat jedoch den organischen

*) Auch dies. Ann. Bd. XIV. (90) p. 294.

Elementartheilen Herr Dumas, der Chemiker, zugetheilt. Aus eigenen Beobachtungen lehrte derselbe im Jahre 1825, dafs man die Elementarkügelchen todter organischer Massen mit Hülfe guter Microscope sehen und zählen könne, dafs sie durch einfache Verbindung und durch Vermehrung der Masse mit wachsender Zahl immer gröfsere und mehr organisirte lebendige Körper bilden, deren erste Formen die Infusorien wären, und die ein electricischer Schlag wieder in die Elementartheile aufzulösen vermöge, wobei sie die Form einer Himbeere annähmen (*un aspect framboisé*). *Diction. class. d'hist. natur. Article Generation*, p. 195. Einer der Herausgeber der *Annales des sciences naturelles*, welcher sich nicht nennt, setzt daselbst, *T. V*, pag. 80, 1825, die Gröfse der Elementartheilchen aller organischen Substanzen auf $\frac{1}{300}$ Millimeter = $\frac{1}{675}$ Linie Durchmesser fest. An eben dem Ort, pag. 81, glaubt der Verfasser, dafs es nach dem jetzigen Stande der Chemie möglich sey, auf synthetischem Wege eine künstliche organische Materie darzustellen, und sagt: »Erhielte man auf diese Weise Infusionsthierchen, so wäre die Bonnetsche Erzeugungstheorie damit umgestofsen.«

Eine bestimmte chemisch-microscopische Erklärung erschien auch von Herrn Koelle in Kastner's Archiv f. Naturlehre XII, p. 348, 1827. Er sagt: Zymom besteht aus microscopischen Kügelchen, und bildet mit Glyadin den Kleber (pag. 350). Zymom ist der Stoff, aus dem, durch Zusammentreffen geeigneter Umstände, die niedrigsten Gebilde des organischen Lebens entstehen (pag. 352). Milch- und Blutkügelchen sind Zymom; Gallerte, Käsestoff, Stärke, Zucker u. s. w. enthalten Zymom (pag. 350). Kieselerde nimmt zuerst vegetabilische Bildung an, und aus dem dadurch herangebildeten Zymom entsteht dann weiter das thierische Leben (pag. 358). Der Pflanzenstoff kann unmittelbar in ein Infusorium verwandelt werden (pag. 360). Aus Zymom können bei zusammentreffenden günstigen Umständen verschiedene Arten der

Infusorien, diese oder jene Bildung, hervorgehen (p. 358). Das erste Infusorium, das niedrigste thierische Geschöpf, ist ein belebtes Zymonkugelnchen (pag. 358). Zymon ist in gewisser Beziehung ein Ei (pag. 360). Eidotter besteht einzig aus Zymon mit Schleim verbunden (p. 357). Diefs ist keine Hypothese, sondern Thatsache (p. 361).

Dafs der Anfang vieler Organismen eine Wirkung der Fäulnis oder Gährung und also ein rein chemischer Procefs sey, ist eine uralte Meinung, und es konnte nicht fehlen, dafs sie nicht verfeinert wiederkehrte. Herr Gruithuisen hat im 8ten Bande von Gehlens Journal der Physik 1809, pag. 519, die Bildung der kleinsten Organismen als einen besondern Act der Gährung bezeichnet, und nennt, neben der *weinigten* und *Essiggährung*, die *Infusionsgährung*, welche Organismen bilde. In früher Zeit mochte man sich die Autochthonen so entstanden denken, später wurden meist nur die Insecten und das Unkraut der Gährung überlassen, seit man aber deren Lebensweise und Fortpflanzung besser beobachtet hat, findet man diese Entstehung auch bei den Insecten und gröfsern Pflanzen weder mehr nöthig noch zulässig. So ist denn die Gährung auf die schwieriger zu beobachtenden Infusorien und Pilze gekommen, von denen wir sie aber, den mitgetheilten Beobachtungen zufolge, ebenso zurückweisen müssen.

Herr Berzelius, welcher in seinem classischen Lehrbuch der Chemie sich über denselben Gegenstand auszusprechen hatte, aber keine eigenen Beobachtungen darüber mittheilt, hält sich daselbst an die von andern Beobachtern angegebenen Thatsachen, dafs todt organische Materie mit Wasser übergossen, Infusorien erzeuge, und findet Professor Hornschuchs Idee nicht unwahrscheinlich, dafs die *prima germina rerum*, wofür dieser die Infusorien ansieht, durch verschiedene äufsere Einflüsse sich in sehr verschiedenartige andere Körper ausbilden könnten. Andererseits ist er Dumas und Milne Edwards

Darstellungen in der Lehre von den organischen Atomen gefolgt, und die durch seine chemische Proportionenlehre so nützlich und glänzend einflussreich gewordenen anorganischen Atome sind, je nach der Fähigkeit des Auffassenden zum Abstrahiren, mehr oder weniger ideale Einheiten, deren Anwendung in der Theorie noch eine lange Zeit hindurch von dem entschiedensten Werthe für die practische Entwicklung der Chemie zu seyn scheint. *Thierchemie*, übers. von Wöhler pag. 6, und *Chemie* III. Bd. pag. 31 und 179.

Ganz neuerlich hat der bekannte Physiker Herr Munk in Heidelberg einige nach Art der älteren, freilich nicht tief eingehende Untersuchungen über das Verhalten der organischen Körper in Infusionen mit einem Plöfselfchen Microscop selbst angestellt, wodurch er zu dem Resultate gekommen zu seyn glaubt, das ein Uebergang der organischen Materie vom Pflanzenleben zum Thierleben, und umgekehrt statt finde. *Isis* 1831, p. 1083.

Die in den Handbüchern der Physik endlich angeführten Beispiele der großen Theilbarkeit und Dehnbarkeit verschiedener Körper sind meist nur scheinbar kleine Größen. Ein Goldschlägerblättchen hat etwa 10^{-6} bis 10^{-7} Linie Dicke, so dünne es auch erscheint.

Hiermit habe ich keine Zusammenstellung der Meinungen der Chemiker und Physiker über die Atome geben, sondern nur einige derselben und die mir bekanntesten und bestimmtesten Angaben von direct beobachteten und berechneten Größen der kleinsten Körpertheile in das Gedächtnis rufen wollen, um daran die Resultate der neueren Beobachtungen zu knüpfen, welche ich mittheile und einen Maassstab für dieselben darzureichen. Die neuesten theoretischen Angaben geben für die endlichen letzten Theilchen der Körper keine allzu große Kleinheit an, und R. Browns directe microscopische Beobachtungen nähern sich jenen Angaben schon sehr.

Die herrschende Meinung, das man Infusionsthier-

chen oder Schimmel machen könne, wenn man nur Wasser auf todte organische Substanzen gieße, muß ich zuerst als durch die ganze lange Reihe meiner Beobachtungen vollständig widerlegt erklären. Die Erscheinung ist sehr täuschend, das muß man zugeben; aber betrachtet man genau, so zeigen sich bald diese, bald jene Infusorienformen bei der gleichartigsten Behandlung, und ich habe es nie in meiner Gewalt gehabt, bestimmte Formen durch bestimmte Infusionen zu erlangen, obwohl dies in allen Handbüchern feststeht, und allen früheren Beobachtern gelungen ist. Vielmehr giebt es, meinen Resultaten zufolge, gewisse, aber doch nur eine kleine Anzahl an meisten verbreiteter und also gemeinster Formen, deren Eier oder Individuen in allen Flüssigkeiten, selbst in einigen, vielleicht aber nur in schadhafte Pflanzentheilen einzeln vorhanden seyn mögen, und von denen sich denn bald die einen, bald die andern, je nachdem Eier oder einzelne Individuen davon im Wasser waren oder hineingebracht wurden, stark vermehren. Auch Herr Blainville spricht sich im *Dict. des sc. naturelles Art. Zoophytes* gegen die Generatio aequivoca bei Infusionen mit Erfahrung aus. Oft genug habe ich mir unsoust Mühe gegeben, in kleineren Wasserbehältern (Gläsern) irgend eine Art von organischen Körpern durch eigene Entwicklung zu erziehen, obwohl das gleiche Wasser in andern daneben stehenden sich bald damit erfüllte. Außer dem Erkennen dieses Irrthums der Infusionsgährung, welche sowohl als Factum sich als solcher ergibt, als auch durch die beobachtete Entwicklung der Formen erkannt wird, haben meine Beobachtungen, rücksichtlich der kleinsten organischen Theile, mich folgende kleinste Größen als wirklich existirend und mit den Sinnen wahrnehmbar erkennen lassen.

Mit einer optischen Vergrößerung von nahe an 800-mal im Durchmesser ließen sich mir zoologische Monaden oder thierische Organismen deutlich unterscheiden,

welche auf die oben angezeigte Weise mit gefärbten Nahrungsstoffen innerlich erfüllt waren und willkührliche Bewegung hatten, aber deren ganzer und größter Durchmesser des Körpers nur $\frac{1}{300}$ bis $\frac{1}{400}$ einer pariser Linie war *). Diese kleinste Thierform habe ich mit dem Namen *Monas Termo* bezeichnet und mit ihr das gleichnamige Wesen, welches Otto Fr. Müller unter den Infusorien verzeichnet erklärt. Bei den größeren Individuen dieser Thierform ließen sich bis 6, bei den kleinsten bis 4 durch Indigo blau gefärbte innere Behälter oder Magen erkennen, und dieselben nahmen zuweilen noch nicht die Hälfte des ganzen Raumes im Thierchen ein. Ein solcher Magen der *Monas Termo* ist daher, wenn das Thierchen nur $\frac{1}{300}$ einer Linie groß ist, und man nur 4 Magen, die die Hälfte desselben erfüllen, also nicht das Kleinste, berücksichtigt, $\frac{1}{1200}$ einer Linie groß, mithin schon 5mal kleiner als die kleinsten der von Hrn. R. Brown beobachteten Moleculen. Am Vordertheil dieser Thierchen sieht man, wie bei allen Monaden, ein gewaltsames Abstoßen noch kleinerer Körperchen, als sie selbst sind, sobald diese in die Nähe kommen, daher haben jene wahrscheinlich einen Kranz von 10—20 Wimpern um die vordere Mundöffnung, wie *Monas Pulvisculus* und besonders die übrigen noch etwas größeren Monaden. Ferner, giebt man den einzelnen Farbetheilchen, womit sich die Magen alhnällig füllen, auch keine große Zahl, so ist es doch aller Wahrscheinlichkeit zuwider, daß nicht jeder sich durch eine Mehrzahl von Farbetheilchen fülle. Ist aber jeder Magen nur durch 3 Farben-Atome oder Farbenpartikelchen gefüllt, welche, der beim Wälzen sichtbaren Rundung wegen, wenigstens anzunehmen seyn werden, so giebt das schon einen Beweis für die Existenz von materiellen, frei im Wasser schwimmenden Farbetheilchen der rothen und dunkelblauen Farbe, die $\frac{1}{36000}$

*) Daß mein Micrometer ein Glasmicrometer ist und $\frac{1}{10000}$ Zoll direct mißt, habe ich bereits oben erwähnt.

einer Linie, oder $\frac{1}{432000}$ eines Zolles im Durchmesser haben, und berechnet man dieselben Gegenstände nach dem kleinsten von mir wirklich beobachteten Thierchen, die $\frac{1}{1000}$ Linie groß waren, und zuweilen auch 4 Farbpunktchen im Hintertheile des Körpers enthielten, so betragen jene letzten Theilchen, welche durch das Auge bei einer Vergrößerung von 800mal zwar nicht mehr einzeln unterschieden, aber als körperlich erkannt werden, $\frac{1}{432000}$ einer Linie, oder $\frac{1}{376000}$ eines Zolles, was die R. Brownschen Moleculen beinahe 20mal an Kleinheit übersteigt. Die oben genannten durchsichtigen, unsichtbaren, aber an ihrer Wirkung wahrnehmbaren Wimpern um den Mund derselben Monaden mögen wohl auch von einer Feinheit seyn, welche der letzt erwähnten nahe kommt, denn wären sie nicht feiner als $\frac{1}{333000}$ einer Linie oder das Multiplum von 48 mit meiner Vergrößerung 800, so wäre, aufser der Durchsichtigkeit, kein optischer Grund, warum ich sie bei jener Vergrößerung nicht sehen könnte, wie aus dem folgenden Abschnitt erhellen wird. Ich will noch auf die Feinheit anderer Theile dieser *lebenden, organischen* Wesen aufmerksam machen. Die kleinen Monaden-Magen erscheinen isolirt im Körper und scharf ungrenzt. Bei größeren Infusorien, die $\frac{1}{48}$ einer Linie im Durchmesser und darüber haben, erkennt man diese inneren Behälter als deutliche häutige Blasen, welche beim Zerdrücken oder Zerfließen des Thieres oft isolirt zum Vorschein kommen, die man sogar für besondere Infusionsthier, innere Monaden, gehalten hat. Bei der gleichen Erscheinung der aufgenommenen Nahrungsstoffe der kleinsten Monaden haben wir keinen Grund, eine andere Einrichtung der Ernährungsorgane anzunehmen, mithin sind die scharf begrenzten Farbe-Punkte im Innern des Monaden-Körpers als kleine gefüllte häutige Blasen oder Magen anzusehen. Nun ist aber bei den größten gleichgebildeten Infusorien, wenn zwei solcher Magen einander berühren, zu erkennen, dafs

die Dicke der Magenwand gegen den Durchmesser des Magens ganz außerordentlich gering ist, daß die erstere selten bemerkbar ist, und daß die Haut fast nur eine mathematische Kugelfläche um den Inhalt bildet. Kaum wird man daher ein größeres Verhältniß, wie das von 20 zu 1, bei den kleinsten annehmen können. Nimmt man aber auch die Dicke der Magenwand nur als $\frac{1}{10}$ des Durchmessers vom Magen an, so beträgt dieselbe bei den $\frac{1}{10}$ Linie großen Individuen der *Mouas Termo*, wo die Magen als $\frac{1}{8}$ der ganzen Körperlänge meßbar erscheinen, also $\frac{1}{80}$ einer Linie im Durchmesser führen, $\frac{1}{800}$ einer Linie oder $\frac{1}{8000}$ eines Zolles; und da wir Gründe haben, in diesen Magenwänden Gefäße zu suchen, so ergibt sich eine Ferne der organischen Atome, die ich, weil sie rein hypothetisch wird, übergehe, und der künftigen directen Forschung überweisen muß. Mit noch stärkeren Gründen lassen sich viel kleinere andere Größen wahrscheinlich machen. Meinen vorn bereits mitgetheilten Beobachtungen zufolge, giebt es im Körper der viehnagigen Infusionsthierchen ein feinkörniges, durch die Eindrücke der vielen kleinen Magen scheinbar oder wirklich netzförmiges Wesen, welches den Darmkanal und ganzen Verdauungsapparat umhüllt, und theils beim Zerfließen einzelner Formen, theils bei andern durch den After ohne Nachtheil für die Fortdauer ihres Lebens ausgeschieden wird. Diese wahrnehmbare Substanz habe ich für den Eierstock gehalten. Die Körnchen dieses Eierstocks verhalten sich bei *Kolpoda Cucullus* zum Mutterthier wie 40 zu 1, bei andern wie 80 zu 1, und sie scheinen mit der abnehmenden Körpergröße, weil sie dann nicht mehr an sich sichtbar sind, an Feinheit zuzunehmen. Ist es nun wahrscheinlich, daß nur die Durchsichtigkeit und unzureichende Kraft der Microscope uns verhindert, einen ähnlichen Eierstock bei den sonst so ähnlich organisirten Monaden direct aufzufinden, so darf man nicht übersehen, daß es junge, noch im Ei eingeschlossene oder eben dem

dem Ei entschlüpfte Monaden geben mag, die im Durchmesser ihres ganzen Körpers nur $\frac{1}{80000}$ bis $\frac{1}{30000}$ einer Linie haben, und auch Magen besitzen, welche dann im gleichen Verhältniß $\frac{1}{40000}$ bis $\frac{1}{60000}$ einer Linie im Durchmesser hielten. Die Wände dieser Monaden-Magen werden aber nur $\frac{1}{4000000}$ bis $\frac{1}{6000000}$ einer pariser Linie im Durchmesser haben u. s. w. Ferner habe ich Augenrudimente gesehen bei Monaden, denen ich den Namen *Microglena monadina* gegeben, und welche $\frac{1}{97}$ einer Linie im Durchmesser haben. Diese oft brennendrothen Augenpunkte erscheinen bei größeren Infusorien als ein feinkörniges rothes Pigment, dessen Körnchen aber vielleicht erst von viel feineren Pigmentkörnchen eingehüllte kleine Linsen sind u. s. w., und wenn ich auch weniger die Feinheit dieser Theile besonders hervorheben will, so ergibt doch die Existenz von Augen, man mag sie für noch so rudimentarisch halten, eine Möglichkeit, dafs auch bei den kleinsten dergleichen vorhanden seyn können, und hilft auf nicht so nahe Endlichkeit der organischen Moleculen mit hinleiten, ja dürfte sogar einen nützlichen Wink für die Betrachtungen über die Elemente der Farben *) und die Theorie des Lichtes geben.

Ich darf endlich eine directe Beobachtung nicht verschweigen, welche mich darin bestärkt hat, dafs die

*) Rücksichtlich der Farbenerscheinungen bei starken achromatischen Vergrößerungen will ich doch beiläufig erwähnen, dafs ich bei einigen sehr kleinen, schöngrün gefärbten, kugelförmigen Infusorien von $\frac{1}{120}$ — $\frac{1}{200}$ Linie Größe, namentlich auch bei *Microglena volvocina* immer bei 400 und 800 Vergrößerung einen brennendrothen Ring um das Thierchen sehe. Dieser Ring ist ganz offenbar ein Spectrum opticum, aber wie zu erklären? Vielleicht ist das Thierchen sehr dicht und fein behaart, und vielleicht bewirkt diese Behaarung durch Lichtbrechung oder Schillern jene nur in der Peripherie sichtbare Erscheinung. Andere ähnliche, ebenfalls schön grüne Thierchen zeigen nie einen rothen Ring. Uebrigens ist dieses Roth ganz dem gelblichen schönen Roth ähnlich, welches das Pigment der Augen bei Räderthieren und Magenthieren zeigt.

kleinen, organischen, scheinbar hypothetischen Größen große Berücksichtigung wirklich verlangen. Durch die Güte des Herrn Professors Enslin, welcher in Berlin an den Zelten eine eigene Einrichtung zur öffentlichen Benutzung eines Sonnenmicroscops besitzt, habe ich mit demselben mehrere Beobachtungen angestellt. Bei Betrachtung von stark mit Indigo angefüllten *Monas atomus* erkannte ich zwischen denselben herumirrende Schatten kleiner Monaden, welche $\tau\sigma\sigma\tau$ einer Linie bei weitem nicht erreichen konnten, und die ich mit der stärksten Vergrößerung des Chevallierschen Microscops in demselben Wasser gar nicht unterschied, wobei wohl ihre Durchsichtigkeit einen Grund mit abgeben mochte. Mögen diese Thierchen nun Brut der *Monas atomus* oder selbstständige Arten noch unerkannter Infusorien seyn, so folgt doch aus der Beobachtung, daß $\tau\sigma\sigma\tau$ einer Linie nicht die Grenze der organischen Wesen für die Beobachtung ist. Deshalb nannte ich auch schon jene in thierischen Aufgüssen sich leichter vermehrende kleinste Monade, welche der *Monas Termo* gleicht, pag. 94 meiner Abhandlung von 1830, *Dämmerungs-Monade*, weil von hier aus sich durch verstärkte Sehkraft leicht ein neues Organismensystem eröffnen kann.

Diese Berechnungen möge man nicht verwerfen, weil sie spielend erscheinen; sie haben in sich den Ernst, daß sie auf Naturanschauung gegründet sind, nicht aber einer grundlosen Speculation angehören. Sie zeigen offenbar eine Unergründlichkeit des organischen Lebens in der Richtung des scheinbar kleinsten Raumes, und wäre das Wort Unendlichkeit zu viel für die bisherigen Erfahrungen, so möge das von mir absichtlich gebrauchte Wort Unergründlichkeit, den Vorwurf der Uebertreibung von mir wenden und den Gesichtspunkt begründen, welchen die physikalischen, chemischen und physiologischen Forschungen unserer Zeit, sollen sie mit neuer Kraft fruchtbar werden, zu nehmen, und welche Abwege sie zu vermeiden haben.

III. Versuche, die Sehkraft des Auges und die letzte Kraft der Microscope zu beurtheilen.

An die vorgetragenen Mittheilungen schliesse ich zur Erläuterung und Bekräftigung derselben einige Betrachtungen über die Kraft des menschlichen Auges und über das Vertrauen und die Hoffnungen, welche wir auf microscopische Beobachtungen und optische Instrumente gründen dürfen. Noch hat sich, so viel mir bekannt ist, immer kein festes Maass für die letzte mögliche Kraft der Microscope feststellen lassen. Herr Amici hat in einem Briefe an Herrn Baron von Zach im Jahr 1821 (*Ferrussac. Bullet. des sc. mathem., pag. 221*) die Sehgrenze nach der Kraft des Auges berechnet und angegeben, daß ein Zwischenraum von $\frac{1}{2}$ Zoll in 28 Fufs Entfernung für das bloße Auge unsichtbar werde. Neuerlich sind die Gesichtswinkel für die verschiedenen Farben von Herrn Plateau berechnet worden, aber ein auf Microscope Bezug habendes Resultat aus dergleichen Beobachtungen ist mir nicht bekannt. Ich will versuchen, meine auf anderem Wege gemachten Erfahrungen über die Sehgrenze durch Microscope ohne alle Ansprüche darzulegen, und es würde mich sehr erfreuen, wenn sie einen nicht ganz nutzlosen Beitrag für diesen Theil des Wissens lieferten.

Bei der vielfachen Gelegenheit, welche ich hatte, wissbegierige Leute zu beobachten, denen es angenehm war, die wunderbare Structur der Infusorien durch eigene Betrachtung bei mir kennen zu lernen, fand ich zu meiner Verwunderung die Verschiedenheit der Sehkraft der einzelnen bei Weitem übereinstimmender, als ich es erwartete und als man gemeinlich ausspricht. Hatte ich einmal den so zarten Gegenstand in den richtigen Sehpunkt des Instruments eingestellt, oder hatte ich die bloßen Augen auf ein sehr kleines Object aufmerksam gemacht, so

sahen 15 bis 20 Personen, welchen ich zuweilen gleichzeitig diese Dinge demonstrirte, vollkommen gleich und mit gleicher Klarheit dasselbe, was ich selbst sah; selten nahmen sie eine andere, höchst unbedeutend verschiedene Entfernung des Objects vom Auge nach ihrem Bedürfnis. Um ganz sicher zu seyn, nicht durch Höflichkeit oder Scham von solchen getäuscht zu werden, die etwas nicht zu sehen nicht gern eingestehen wollen, habe ich oft die gesehenen Gegenstände von den Beobachtern aufzeichnen, oder mir unständig beschreiben lassen, wodurch ich mit Ueberzeugung erfuhr, daß sie vollkommen dasselbe und eben so scharf sahen, was ich gesehen hatte, und meistens ohne daß es in erstern Falle nöthig war, das Microscop zu verändern. Diese an einer großen Zahl von Personen mit den verschiedensten Sehweiten aufmerksam fortgesetzte Beobachtung machte mir wahrscheinlich, daß es eine ziemlich feste allgemeine Grenze für das Sehvermögen des ungetrübten und gesunden menschlichen Auges gebe, welche einen Schluß auf die höchste Kraft der Microscope erlauben müsse. Ich stellte hierauf viele Beobachtungen an, um auszumitteln, in wie weit die Differenzen myopischer und presbyopischer Augen auf den allgemeinen Ausdruck jener Kraft einen Einfluß haben, und habe mich vielfach überzeugt, daß die nicht seltene Meinung, als sähen myopische Personen mehr oder schärfer als andere, ungegründet ist. Das Resultat meiner Erfahrung ist ein Doppeltes:

1) Es scheint eine Normalkraft für das Auge der Menschen in Rücksicht auf das Sehen der kleinsten Theile zu geben, und die Abweichungen von derselben scheinen viel seltener zu seyn, als man gewöhnlich glaubt.

Es kann nur von solchen die Rede seyn, die in irgend einer Entfernung überhaupt deutlich zu sehen vermögen. Unter mehr als 100 Personen, die ich beobachtet habe, waren die in den gewöhnlichen Sehverhältnissen am schärfsten sehenden nicht fähig, mehr zu unterschei-

den, als ich selbst sah, und die sich für schwachsichtig oder fernsichtig haltenden waren gewöhnlich fähig, dasselbe zu sehen, was ich sah, nur bedurften sie einer bestimmteren Anweisung und besonders beim Sehen mit bloßem Auge meist einer etwas größeren Annäherung oder Entfernung des Gegenstandes von ihrem Auge als ich.

2) Die kleinste für das natürliche menschliche Auge gewöhnlich erreichbare \square Gröfse beträgt sowohl für die weiße Farbe auf schwarzem Grunde, als für die schwarze Farbe auf weißem oder lichthellem Grunde $\frac{1}{36}$ einer pariser Linie im Durchmesser. Möglich ist noch, durch größte Lichtcondensirung und Spannung der Aufmerksamkeit die Gröfsen zwischen $\frac{1}{36}$ und $\frac{1}{45}$ einer Linie, aber nur ohne Schärfe und zweifelhaft zu erkennen *).

Dies ist die Grenze der Kraft des natürlichen menschlichen Auges für farbige Körper, die jeder leicht, wie ich sie geprüft habe, nachprüfen kann, indem er auf sehr weißes Papier sehr feine schwarze Stäubchen, z. B. von trockner Tinte, Tuschen u. dergl., bringt, und die kleinsten davon mit sehr feiner Spitze aufnimmt und auf ein Glas-Micrometer legt, welches wenigstens $\frac{1}{36}$ Linie direct an giebt. Sonne und Lampenlicht erlauben auch leicht, mit oder ohne Spiegel, die schwarzen Körperchen dergl. auf dem Glas-Micrometer im Lichtgrunde zu betrachten. Körper, welche kleiner sind, als die angegebenen, können, ungeachtet aller Anstrengung, nicht einzeln, aber noch in einfacher gerader Reihe mit bloßem Auge erkannt werden. Befinden sich ferner dergleichen mehrere in gröfser Nähe und in mehrfacher Reihe beisammen, so machen sie einen gemeinschaftlichen Eindruck auf unser Auge und täuschen uns, als sähen wir einen gröfseren einfachen

*) Dafs $\frac{1}{45}$ zu behaupten, der Mühe nicht lohnen würde, versteht sich wohl. Die nächsten der Mühe werthen Verhältnisse wären $\frac{1}{60}$ oder $\frac{1}{72}$ Linie, und darüber habe ich keine Erfahrungen machen können, dafs sie von irgend jemand gesehen würden.

Körper oder Fläche *) Die gewöhnliche Entfernung, welche gute Augen, wenn sie diese kleinsten Körper erkennen wollen, beobachten, fand ich durch Messung 4 bis 5 Zoll, manchmal 6 Zoll, welches letztere die gewöhnliche Entfernung für sehr scharfsichtige ist. Myopische Personen nähern dieselben Gegenstände nur selten mehr als 4 Zoll, noch seltener 3 Zoll u. s. w., und werden meist dann den übrigen gleich. Jemand, dessen schärfste Sehweite 4 Zoll ist, kann durch grössere Annäherung des Auges an den Gegenstand nicht seine Sehkraft erhöhen, sondern empfindet Schmerz und sieht undeutlich. Hat man das Object einmal fixirt, so kann man es bedeutend mehr entfernen, ohne dasselbe aus dem Auge zu verlieren. Ich selbst kann $\frac{1}{4}$ einer Linie auf 12 Zoll Entfernung schwarz auf weiss nicht sehen, aber habe ich es auf 4—5 Zoll Entfernung aufgesucht, so kann ich es bis auf 12 Zoll entfernen und sehe es noch deutlich. Diese Erscheinung beruht auf der bekannten Kraft des Auges, sich nach der Ferne etwas zu accommodiren. Oft erkennt man auch kleine Gegenstände in grösserer Ferne, sobald man auf ihren Ort aufmerksam gemacht ist, oder wenn sie sich bewegen. Aehnliche Erscheinungen geben ein Luftballon am hellen Himmel und ein Schiff am Horizonte, leicht sieht man sie, sobald man aufmerksam gemacht ist, aber die Fähigkeit der schnellen Orientirung beruht auf Gewohnheit und auf Gesichtsschärfe, ohne einen Schluss auf die Sehkraft im Allgemeinen zu erlauben. Wenn jemand von Gesichtseindrücken lebhafter erregt wird, als ein anderer, so orientirt er sich schneller, aber er sieht deshalb nicht mehr als ein anderer, der sich, weil er diese Eindrücke weniger lebhaft aufnimmt,

*) Ich bin gewohnt, auf diese Weise sehr feine Wimpern der Infusorien zu erkennen. Sobald sie bewegt werden, bilden sie eine kleine scheinbare Fläche, welche sichtbar ist; sobald sie aber ruhen, ist oft ihre Feinheit so gross, dass die Sehkraft sie mit dem Microscope nicht erreicht.

langsamer orientirt. Ich bediene mich oft des Mittels, sehr kleine Gegenstände erst mit der Lupe zu suchen, wenn ich sie mit bloßem Auge erkennen will, um ihnen etwa eine andere Lage mit einer feinen Spitze zu geben. Auch diese Erscheinung ist nur für das Orientiren rücksichtlich des Ortes der Körper, und befördert nur die Schnelligkeit dieses Orientirens. Myopische Augen orientiren sich immer leichter, weil sie weniger zerstreut werden, indem ihr Gesichtsfeld ein kleineres ist. Wahrscheinlich ist endlich noch eine höhere Potenz der absoluten Sehkraft des menschlichen Auges hinzuzufügen, das ist die für das Erkennen leuchtender Körperchen. Kleine im Finstern leuchtende Körper erscheinen bekanntlich immer viel größer, als sie sind und diese, sie mögen nun selbstleuchtend oder Licht rückstrahlend seyn, können leicht bei viel geringerer Größe als $\frac{1}{38}$ Linie, je nach der Lichtstärke, das menschliche Auge noch afficiren. Ich habe nie Gelegenheit gehabt, selbst leuchtende Größen zu beobachten, die von so kleinem Durchmesser wirklich waren, so daß ich auf eine Grenze in dieser Hinsicht aufmerksam machen könnte. In wie weit die Astronomie hierbei Thatsachen liefert, die sich mit Genauigkeit berechnen und übertragen lassen, berühre ich nicht, denn wenn nicht die Messung der Lichtstärke ein Anhalten giebt, was immer nur ein durch die herrschende Lichttheorie bedingtes, hypothetisches wäre, so kann wohl bei dem Mangel an directer Kenntniß, sowohl der Größe als der Entfernung jener Himmelskörper, kein sicherer Schluß gezogen werden. Licht rückstrahlende Körper lassen sich allerdings prüfen, allein das aus meiner Erfahrung hervorgegangene Resultat ist nicht von besonderem Einflusse für die optischen Instrumente. Metallglanz, welcher ein sehr kräftiger Lichtreflex ist, läßt sich nach meinen an Goldstäubchen gemachten Beobachtungen mit bloßem Auge bei gewöhnlicher Tageshelle bis auf $\frac{1}{100}$ einer Linie erkennen, also doppelt so weit als Farben;

allein dieselbe glänzende Fläche erscheint bei 380maliger Vergrößerung schon matt und uneben, und das Körperchen wirkt nur wie ein schwarzes, oder wird durchsichtig mit lauchgrüner Farbe. Die farbige Durchsichtigkeit des Goldes scheint bei einer Dicke von $\frac{1}{1000}$ einer Linie erst einzutreten, und ist offenbar nicht Folge von Porosität. Flüssige Metalle würden vielleicht die kleinsten erreichbaren Größen bilden, aber wenn man auch durch Microscope wird den Lichtreflex der Multipla der Vergrößerung mit 100 u. s. w. sehen können, so werden doch die Umrisse so kleiner Körper desto mehr unerkant bleiben, je stärker ihr Lichtreflex zum Verhältniß ihrer Größe ist. Den allerletzten quadratischen Lichtreflex giebt wahrscheinlich der Diamantstaub auf schwarzem Grunde im concentrirten Sonnenlichte; jedoch habe ich ihn noch nicht beobachten können *).

Anders verhält es sich mit Linien. Undurchsichtige Fäden von $\frac{1}{100}$ Linie Dicke erkennt man gegen Licht mit bloßen Augen. Spinnenfäden messen $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{1000}$ Linie; Fäden der Seidenraupe $\frac{1}{100}$. Letztere sind im Cocon doppelt.

Das Resultat dieser Erfahrungen ist nun folgendes:

*) Die feinsten Goldtheilchen erhielt ich durch Abschaben vergoldeten Messings. Durch Feilen von reinem Golde erhielt ich nur weit gröbere Theilchen.

Die Dicke der Goldblättchen, deren man sich zum Vergolden bedient, ist für das bloße Auge vollkommen unsichtbar, wie die Schneide sehr scharfer Messer. Werden sie erkannt, so liegt dieß an Ungleichheiten des gebogenen Randes und ist Gesichtstäuschung.

In der grauen Quecksilbersalbe bildet das Quecksilber, wenn sie gut bereitet ist, fast gleichförmige Kügelchen von circa $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{1000}$ Linie Durchmesser, die durch den Fettüberzug verhindert werden, sich zu verbinden. Diese *feinsten* Quecksilberkügelchen sind mit bloßem Auge auch bei Sonnenschein nicht zu erkennen, sondern bilden mit dem weißen Fette eine graue Farbe. Größere Kügelchen kann man darin oft sehen. Der Fettüberzug mag wohl den Metallglanz schwächen.

Die optischen Instrumente können an farbigen Quadrat-Theilen einer Linie deutlich nur die Multipla ihrer Vergrößerungskraft mit der Zahl 36 oder höchstens, aber schon undeutlich, bis zur Zahl 48 erkennen lassen. Für Linien und Licht-Eindrücke liegt die Grenze viel weiter, und wird durch die Intensität des Lichtes bestimmt.

Das sorgfältigste Microscop mit 100maliger deutlicher Vergrößerung erlaubt demnach mit aller Anstrengung nie, kleinere \square Größen zu sehen, als Körperchen von $\frac{1}{3600}$ bis $\frac{1}{4800}$ Linie Durchmesser. Sind aber nicht alle Umstände am günstigsten vereint, wie es gewöhnlich statt findet, so wird man bedeutend ansehnlichere Größen nicht mehr erkennen. Eine 400malige deutlichste Vergrößerung giebt die Möglichkeit des Unterscheidens von \square Größen, die $\frac{1}{14400}$ bis $\frac{1}{19200}$ einer Linie im Durchmesser haben, oder beinah das Doppelte der Länge einer Lichtwelle in der Undulationstheorie betragen. Mit 1000maliger Vergrößerung wird man \square Körper sehen können, welche $\frac{1}{36000}$ bis $\frac{1}{48000}$ einer Linie groß sind, und man würde schon die Newtonschen Elemente der rothen Farbe erkennen müssen, oder sich überzeugen, daß sie nicht existiren. Mit 3000maliger Vergrößerung, wie sie Amici's Microscope geben sollen, würde man noch $\frac{1}{72000}$ bis $\frac{1}{96000}$ einer Linie unterscheiden, mithin fast alle Newtonschen Farbelemente erkennen müssen; man würde aber noch nicht die Dicke der Wände eines Monadenmagens an sich erkennen, sondern auf deren Anwesenheit nur noch aus der Wirkung des Zusammenhaltens der Speisetheilchen schließen müssen.

Abgesehen von den so wichtig gewordenen Amici'schen Verbesserungen der Microscope, die leider noch zu kostbar sind, ist durch die von Selligue bei den zusammengesetzten Microscopen angegebene, bei einfachen Microscopen aber und in anderen Verhältnissen schon vor ihm angewendete Methode des vortheilhaften Combinirens mehrerer einfacher achromatischer Objectiv-

linsen, welche von Chevalier in Paris und Ploesl in Wien mit so ausgezeichnete Geschicklichkeit und Erfolg ausgeführt worden, ein Feld für die Mechanik aufgeschlossen, wodurch es mit Benutzung der übrigen Hilfsmittel möglich zu werden scheint, die Sehkraft des Auges durch Vernehrung der deutlichen Vergrößerung noch sehr zu verstärken, und je mehr wir durch den rühmlichen Wett-eifer der ausgezeichneten, oft so ganz wissenschaftlichen Mechaniker und Optiker unserer Zeit einer raschen Ausbildung der optischen Hilfsmittel entgegen sehen, desto mehr dürfte es wohl die Pflicht des Beobachters seyn, sich über seine Ansichten und Bedürfnisse, Unkenntniß des practischen Details offen und gern eingestehend, auszusprechen.

Es sind, wie es am Tage liegt, bei mechanischen Entdeckungen und Fortschritten für Mechaniker besonders 2 Dinge im Auge zu halten. Einmal zweckmässigste Behandlung des Gegenstandes mit Liebe ohne Rücksicht auf Kostbarkeit, und zweitens Vereinfachung der entdeckten Verbesserungen und möglichste Verringerung der nöthigen Kostbarkeit durch dieselbe zur Vervielfältigung ihrer Anwendung. Es ist freilich nicht zu verlangen und nicht zu wünschen, daß Männer, welche fähig sind, bleibende Kunstwerke zu liefern, ihre Zeit mit Vereinfachung der Mechanik bei denselben verbringen, allein es sollte ihnen wohl mehr, als es zu geschehen scheint, die Anregung anderer zur Vereinfachung ihrer Entdeckungen und Vervielfältigung der einfachsten Formen, die nicht nur die neue Methode, sondern die größste Kraft enthalten, zur ausgebreitetsten Nützlichkeit nahe liegen, und daß eigne Genugthuung, Ehre, Gewinn und Nutzen sich nicht gleichzeitig erringen ließen, ist kaum zu fürchten. Die stärkste Wirkung, jedoch mit einiger Unbequemlichkeit, habe ich bei dem besten Ploesl'schen Microscope beobachtet, welches die hiesige Academie der Wissenschaften besitzt. Ein noch besseres, bestes Amicisches Microscop

fehlt in Berlin gänzlich, oder ist mir nicht bekannt, obwohl es sehr wünschenswerth wäre, dafs die Prüfung eines solchen den hiesigen Forschern nicht unzugänglich wäre. Sehr erfreulich ist, dafs in Berlin, neben den früheren, leider nicht weiter ausgedehnten, äufserst sorgfältigen und erfolgreichen Bemühungen des Herrn Oberbergraths Schaffrinsky, auch die Herren Pistor und Schiek, deren grofse wissenschaftliche Genauigkeit allseitig anerkannt ist, sich dazu verstanden haben, ihre Sorgfalt auch auf Microscope zu verwenden, und die daraus hervorgegangenen sind bereits, wie ich mich überzeugt habe, so vorzüglich, dafs sie an Kraft meinem Cavalier'schen wenig nachgeben, und an gleichzeitiger Bequemlichkeit offenbar vorzüglich sind. Hierbei bemerke ich, dafs Klarheit der Microscope bei kleinen Vergrößerungen, so grofs sie auch sey, kein Vorzug mehr, sondern eine nothwendige Bedingung und Eigenschaft beim Character der Güte ist, und dafs Vorzüglichkeit sich nur auf gröfste Deutlichkeit und Bequemlichkeit bei *den stärksten* Vergrößerungen beziehen kann. Die Herren Mechaniker und weniger geübte Beobachter sind hierüber oft im Irrthum, und glauben durch Klarheit geringer Vergrößerungen die stärksten ersetzen zu können. Da nach Herrn Herschel's Angabe Amicische Microscope 3000mal klar vergrößern, so sollte es wohl das Streben der Optiker seyn, nicht blofs die Form und Methode der Amicischen Microscope nachzuahmen, sondern besonders jene mögliche Eigenschaft der stärksten deutlichen achromatischen Vergrößerung möglichst zu vervielfältigen und zu vereinfachen. Zum gewöhnlichen Studium der feineren Organisation alles Organischen bedarf es zu unserer Zeit einer klaren achromatischen Vergrößerung von wenigstens 300- bis 400mal im Durchmesser. Microscope, die weniger vergrößernde Kraft haben, sind, ungeachtet aller Kunst, Schönheit und Klarheit, Studirenden und öffentlichen Anstalten nicht zu empfehlen. Kostbare Schraubenmicrometer, mehr als 3

oder 4, zusammen und einzeln brauchbare, achromatische Objectlinsen, Reverberationsapparate und Glasprismen sind meist unnöthig, nur in sehr beschränkten Fällen nützlich und in keinem richtigen Verhältniß ihrer Kostbarkeit und Wirkung, dagegen sind verschiedene, besonders feine Glasmicrometer und verstärkende besondere Oculargläser und doppelte Spiegel ein wesentliches Hülfsmittel und Bedürfnis für fleißige und genaue Beobachter.

Von den Sonnenmicroscopen kann ich nicht umhin, mir einen sehr wichtigen Erfolg zu versprechen, wenn dieselben mechanisch weiter ausgebildet würden. Die, welche ich zu sehen Gelegenheit hatte, lassen sich gewiß bedeutend verbessern und in ihrer Wirkung verstärken.

Ich schliesse mit Wiederaufnahme der Bemerkung, das es, abgesehen von allem Unorganischen, schon im Reiche der organischen Körper, deren Bestandtheile oder Molecülen man allgemein für die größten hält, direct nachzuweisende Gröfsen giebt, welche $\frac{1}{160000}$ einer Linie im Durchmesser haben, und indirect andere, die weniger als ein Sechsmilliontheil einer pariser Linie im Durchmesser haben mögen; das die oft ausgesprochenen Ideen von Atomen, als Erfahrungsgegenständen, viel zu wenig zart sind; das endlich die Kraft der Microscope, die wir jetzt besitzen, im Maximum nicht mehr beträgt, als um undurchsichtige lange Fäden von $\frac{1}{1400000}$ Durchmesser und Quadratflächen oder Kugeln von $\frac{1}{143000}$ einer Linie deutlich zu erkennen, das sie mithin für die letztern 40mal verstärkt werden muß, um dem Bedürfnisse zu genügen, die kleinsten aus einfachen Schlußfolgerungen als existierend hervorgehenden *Theile organischer Körper* direct zu erreichen, das aber an sichtbare, oder einst erreichbare einfache Materie oder materielle Urbestandtheile nicht zu denken ist.

Zur Erläuterung der vorgetragenen Thatsachen dient die beigehende Kupfertafel.

T a f e l I.

Fig. I. ist die Darstellung der *Monas Termo*, des kleinsten der bekannten Infusionsthier, nachdem es mit Indigo genährt worden. Die mit *a* bezeichnete Gruppe ist unter einer Vergrößerung von 380mal im Durchmesser gesehen, und die kleinsten Individuen sind $\frac{1}{1000}$ einer pariser Linie groß. Die mit *b* bezeichnete Gruppe ist 800mal vergrößert. Man sieht überall schwarzblaue, scharfbegrenzte Punkte, welche die angefüllten kleinen Magen bezeichnen.

Fig. II. sind 3 Individuen der größern Infusorienform *Kolpoda Cucullus*, welche $\frac{1}{3}$ groß und 380mal vergrößert ist. II. *b.* ist ein mit vielen kleineren gefüllten Magen versehenes Thier, welches sich der überflüssigen Nahrung entledigt. II. *a.* hat 2 Magen mehr angefüllt, und dasselbe Individuum ist in II. *c.* im Act des Gebährens dargestellt. Das Geborne nach jenem Acte zeigt * im Wasser ausgebreitet, während das Thier weiter schwamm. Weit vollständiger ist diese Entwicklung auf der dritten Tafel meiner academischen Schrift dargestellt. Die 3 Individuen zeigen bei † den Mund, bei †† den After, und zwischen beiden das zungenförmige Zwischenstück.

Fig. III. sind 4 Individuen der *Microglena volvocina* einer augenführenden Form der Monadenfamilie von $\frac{1}{200}$ Größe, 380mal vergrößert. Der dunkle Punkt ist nicht ein gefüllter Magen, sondern ein schönrothes Auge. Der ganze mittlere Theil oder der Körper der Thierchen ist schöngrün, und der angedeutete äußere Ring um den Körper ist ebenfalls von leichtem Schönroth, aber nur ein Spectrum opticum, von dem ich gesprochen habe. Vielleicht nämlich rührt er von sehr dichter feiner Bebaarung her. Wäre es bloß die Ergänzungsfarbe des schönen Grün, so würde sie bei andern ähnlichen grünen Thierchen auch erscheinen. Beim Wälzen des Thieres bleibt der rothe

Rand sich gleich, und die Oberfläche erscheint außerdem grün, obwohl diese grünen Theile durch die wälzende Bewegung beständig in die Stelle des rothen Randes gebracht werden.

Fig. IV. Darmkanal der Infusorienform *Leucophrys patula*, woraus der bei den kleineren Infusorien weniger deutliche Zusammenhang der kleinen Speisebehälter deutlich wird.

Fig. V. eine der größten und gemeinsten Formen der Magenthierchen, *Paramaecium Aurclia*, $\frac{1}{2}$ ''' lang, 380-mal vergrößert, nach Anfüllung einer Mehrzahl, bei weitem aber noch nicht aller ihrer Magen in Fig. *a.*, welche auch das reihenweise Behaartseyn deutlich macht. Bei † ist die längliche Mundöffnung, wohin der durch die Wimpern erregte Strudel alle Speisetheilchen führt, und wo dieselben in's Innere übergehen. Bei †† ist die Afteröffnung, welche bei Ausleerungen deutlich wird. Fig. *b.* ist ein kleineres Individuum mit anliegenden Haaren, welche dadurch unsichtbar werden. Es hat keine undurchsichtigen Nahrungsstoffe aufgenommen. Bei † ist ebenfalls der Mund zu erkennen.

Fig. VI. eine gemeine Form der Räderthierchen, *Brachionus urceolaris* von Müller, Größe $\frac{1}{2}$ ''' , Vergrößerung 380. Fig. *A.* ist ein mit 7 Eiern beladenes Individuum mit ausgestrecktem Sporn vom Rücken gesehen.

† und †† sind auskriechende Junge mit der Eischeale.

a. ein frisch ausgekrochenes, schon ganz entwickeltes Junges.

* ist der Sporn im Nacken des Thieres, wahrscheinlich das Reizorgan für das Geschlechtssystem (*Clitoris*).

B. ist ein durchsichtigeres, durch ein Glimmerblättchen etwas gedrücktes, gleichartiges Thierchen mit eingezogenem Sporn, vom Rücken gesehen.

aaa. sind die 3 Stirntheile mit zwischen liegenden 2 Borsten.

bb. sind die beiden Räderorgane.

- c c.* ist die Schaale oder der Panzer, wie Schildkröten-schaale.
- d.* das Schwanzglied mit beweglicher Zange am Ende.
- e e.* sind die Muskeln des Räderorgans.
- f.* ein rothes Auge im Nacken.
- g.* der Schlundkopf mit den 2 5zähligen Kiefern.
- h.* Magentheil des Darmes, zwischen welchem und dem Schlundkopfe der dünne Schlund befindlich.
- i.* eigentlicher Darm oder Dickdarm.
- k.* Afterstelle.
- ll.* männliche Samenbehälter.
- m.* männlicher Ejaculations-Muskel.
- n.* Eierstock mit einem größeren Ei.
- o o.* 2 freie Seitenmuskeln im Innern, welche das Einziehen des Thieres in die Schaale bewirken.
- p p.* 2 Schwanzmuskeln, welche die Bewegungen des Schwanzgliedes hervorbringen, und an der Basis desselben frei und stumpf anfangen.
- q q.* 2 Drüsen am Magen, welche sich mit der Pancreas-Drüse vergleichen lassen.

Das Nervensystem ist bei dieser Form nicht deutlich zu sehen, eben so das Gefäßsystem, woran die, obwohl durchsichtige Schaale hindern mag. Bei nackten Rädertieren läßt es sich oft deutlich nachweisen. Bei *Hydatina senta* habe ich es in meiner Schrift abgebildet.

Fig. VII. ist ein Schlundkopf mit 6zähligen Kiefern von *Notommata clavulata*, einem andern Rädertierchen.

Z u s ä t z e.

1) Rücksichtlich der Samenthierchen, welche mancher für so wichtig bei der Entscheidung über die Frage der primitiven Entstehung der Entozoen halten könnte, und deren oben nicht Erwähnung geschehen, beuerke ich

nur, daß diese Körper jedem animalischen Wesen, bei dem sie bisher gefunden sind, methodisch eingepft werden, und gar nichts Wunderbares, nur allerdings noch vieles Dunkle enthalten, was durch erhöhte Kraft der Microscope sich schon allmählig wird erhellen lassen.

2) Ueber die Wahrnehmung der kleinsten glänzenden Körper habe ich nachträglich noch einige Resultate zu erhalten Gelegenheit gehabt. Durch Zerdrücken von kleinen Quecksilberkügelchen auf einem Glasmicrometer erhielt ich leicht kleinere Kügelchen von $\frac{1}{1000}$ bis $\frac{1}{2000}$ Linie Durchmesser. Im Sonnenschein konnte ich den Lichtreflex und also die Existenz nur solcher Kügelchen mit bloßem Auge erkennen, die $\frac{1}{2000}$ einer Linie im Durchmesser hatten, kleinere afficirten mein Auge weder im Sonnenschein noch bei der Chevallier'schen Reverberations-Lampe. Zu bemerken fand ich aber dabei, daß die eigentlich glänzende Stelle der Kugel nicht mehr als $\frac{1}{2000}$ einer Linie im Durchmesser hatte. Spinnfäden von $\frac{1}{2000}$ Durchm. lassen sich noch am Glanze erkennen.

3) Neuerlich habe ich auch mit Diamantstaub einige Versuche angestellt und gefunden, daß eine kleine Diamantfläche von $\frac{1}{1000}$ Linie Durchmesser allerdings ein weit lebhafteres Licht dem bloßen Auge darbietet als eine Quecksilberkugel von gleichem Durchmesser. Kleinere Diamantstäubchen mit gutem Glanze habe ich noch nicht auffinden können, indem die kleinsten Theilchen zwar Körperchen von $\frac{1}{1000}$ bis $\frac{1}{2000}$ Linie Durchmesser darboten, aber auch unter dem Microscope keinen Glanz erkennen ließen. Vielleicht lag es jedoch an der Behandlung.

Das Resultat dieser nachträglichen Beobachtungen ist, daß flüssige Metalle, da immer nur ein kleiner Theil ihrer kuglichen Oberfläche stark glänzt, zwar sehr kleine Lichttheilchen bemerkbar machen, daß aber im Verhältniß weit kleinere Blättchen, besonders Diamantblättchen, immer wenigstens eben so deutlich zu erkennen seyn werden, als bedeutend größere Metallkügelchen. Ob sich das Verhältniß 1 zu 3 erhalten wird, muß weitere Beobachtung lehren. Linienförmige Lichttheilchen bilden die letzte Grenze der Sehkraft, und die leuchtenden oder lichtrückstrahlenden Körperchen die Fixsterne der microscopischen Welt.