

Es möge hier genügen, durch einen Versuch das Factum festgestellt zu haben, daß Combinationstöne unabhängig vom menschlichen Ohre entstehen können. Einen anderen Nachweis derselben Thatsache, der in mancher Beziehung noch lehrreicher ist, habe ich mittels einer eigenthümlichen Form der Sirene erhalten. Das neue Instrument und die damit auszuführenden Versuche behalte ich mir indessen vor in einem anderen Aufsätze im Zusammenhange zu beschreiben.

---

## II. *Neue Beobachtungen und Versuche über eine eigenthümliche, noch wenig bekannte Reactions-thätigkeit des menschlichen Auges;* *von Dr. J. J. Oppel.*

---

Auf einer Schweizerreise begriffen, wanderte ich am Abende des 13. Juli 1853 von dem westlichen Ende der Stadt *Schaffhausen* aus am rechten Ufer des Rheins hinab nach dem kaum eine kleine Stunde entfernten Dörfchen *Neuhausen*, um das allbekannte und vielgepriesene Wunderwerk der Gegend, den Rheinfall, in Augenschein zu nehmen.

Gleich beim Austritte aus der Stadt, oder vielmehr noch bei den letzten zu ihr gehörigen Landhäusern und Gärten, wo man den Fluß unmittelbar zur Linken hat, fesseln den Blick des Wanderers die mächtig brausenden und schäumenden *Stromschwellen*, — von den Anwohnern die „*Lechen*“ (Lächen?) genannt, — die, durch zackige, bis zur Wasseroberfläche emporreichende Felsblöcke hervorgerufen, den Lauf des Stromes beunruhigen, und bei günstigem Wasserstande durch ihren in der That schon recht imposanten Anblick gleichsam auf das großartigere Schauspiel bei Neuhausen und Lauffen vorbereiten.

Feuerflammen, Wasserfälle, Meereswogen bieten durch

ihre nimmer rastende Beweglichkeit dem Auge des Menschen, welches sich ja vorzugsweise zum Lebendigen hingezogen fühlt, ein leicht zugängliches, recht zu Tage liegendes Analogon von Thätigkeit und *Leben* in der unorganischen Natur, und darin liegt auch ohne Zweifel die Grundursache des eigenthümlichen, durch die Kunst nie nachzuahmenden *Reizes*, den die Betrachtung jener einfachen Naturerscheinungen gewährt, und durch welchen sie das nicht zu sättigende Auge ohne Vergleich länger zu fesseln vermag, als der Anblick eines noch so reizenden und erhabenen, aber unbeweglich starren Bildes. So hatten auch wir eine gute Weile an der das Ufer einfassenden Balustrade gestanden und dem stürmischen Wogen der Wassermassen zugesehen, als mich mein Begleiter, eben im Begriffe, die unterbrochene Wanderung fortzusetzen, auf eine seltsame Bewegung des *Erdbodens dicht vor unsern Füßen* aufmerksam machte. Ich blickte hin und war in der That überrascht, den Sand und die kleinen Steinchen, welche unsern vollkommen wagrechten und ebenen Pfad bedeckten, in lebhafter, unruhiger Bewegung von der Rechten zur Linken dem Ufer des Flusses zueilen zu sehen. Die Bewegung erstreckte sich auf einen Streifen von nur einigen Zollen in der Breite und einigen Füssen in der Länge, war jedoch nach allen Seiten hin nicht scharf abgegränzt, sondern gleichsam verlierend, so dafs sich die *mittleren* Theile des erwähnten Streifens rascher zu bewegen schienen, als die Ränder und die beiden Enden desselben. Dabei bemerkte das Auge sehr bald, dafs, der anscheinenden Eile ungeachtet, die einzelnen Steinchen und Erdschollen eigentlich nicht vom Platze kamen und namentlich auch ihre relative Lage nicht merklich veränderten, so dafs es fast aussah, als würden sie von einem Maulwurfe, oder einem ähnlichen darunter befindlichen Thiere beunruhigt, dessen Weg dem Flusse zugewendet sey; — ein Gedanke, dem wir wirklich auf einen flüchtigen Augenblick Raum gaben. Es genügten indess wenige Sekunden zur Feststellung der Ueberzeugung, dafs hier eine blofse

*optische Täuschung* obwalte, ohne Zweifel veranlaßt durch die unmittelbar vorhergegangene andauernde Betrachtung des bewegten Wassers.

Wir wiederholten den Versuch sofort noch einige Male mit gleich günstigem Erfolge. Als wir z. B., nach abermaliger längerer Betrachtung jener Stromschnellen den Kopf umwendend, die fensterreiche Fassade eines zu unserer Rechten befindlichen Gartenhauses anblickten, schien sich die mittlere Fensterreihe (die des ersten Stockes) ziemlich rasch von der rechten nach der linken Hand zu verschieben, während die des Erdgeschosses und des zweiten Stockes ruhig blieb, nicht anders, als ob die diese Fensterreihen verbindende Wand des Hauses aus einem lederartig dehnbaren Stoffe bestände, welcher, oben und unten festgehalten, in seinem mittleren Theile durch irgend eine unsichtbare Macht nach der Linken fortgezogen würde. Dasselbe zeigte sich an den sonst ganz ruhigen Wölkchen des Horizontes und an mancherlei andern Gegenständen, auf welche wir die Blicke lenkten. Doch dauerte die scheinbare Bewegung immer nur einige Sekunden lebhaft fort, und verschwand, nachdem sie *ganz allmählich* langsamer und unmerklicher geworden.

Es lag auf der Hand, daß hier eine entoptische Erscheinung (im weiteren Sinne dieses Ausdrucks) vorliege, die im Allgemeinen als eine *Reactionsthätigkeit des Auges in Bezug auf bewegte Netzhautbilder* bezeichnet werden kann, und vermöge welcher dasselbe, wenn es eine Zeit lang dem Eindrucke eines solchen in beharrlicher, gleichartiger Bewegung begriffenen Bildes ausgesetzt gewesen, den unmittelbar darauf wahrgenommenen *ruhenden* Bildern eine *Bewegung im entgegengesetzten Sinne* ertheilt, — so daß die Erscheinung vollkommen analog derjenigen wäre, welche in Bezug auf Farbenempfindung die bekannten complementär gefärbten Spectra oder Nachbilder, desgleichen die Lichtcontrasten in Bezug auf Qualität und Intensität der Strahlen darbieten, und dieselbe demnach in die große Klasse der auch bei den Empfindungen des Gehörorgans, wie über-

haupt bei allen sinnlichen Wahrnehmungen vorkommenden *Contrastwirkungen* zu rechnen ist <sup>1)</sup>).

Wir unterliessen nicht, die Beobachtung noch auf derselben Reise bei jeder ihr günstigen Gelegenheit zu wiederholen und zu prüfen. So betrachteten wir unter Anderm noch an demselben Abende eine Weile ruhig die

- 1) Es fiel mir dabei sogleich eine bereits in den dreissiger Jahren in unserm hiesigen physikalischen Vereine zur Sprache gebrachte, aber freilich, wie es scheint, später nicht bewährte eigenthümliche Beobachtung eines der thätigsten und geistreichsten Mitglieder dieses Vereins, des durch seine Forschungen auf dem Gebiete der strömenden Elektrizität bekannten verstorbenen Professors Dr. Neeff ein, die sich, wie Derselbe sich damals ausdrückte, »auf die Entdeckung *complementärer Figuren* in dem Sinne, wie es *complementäre Farben* gebe«, bezog. Neeff wollte nämlich damals die Beobachtung gemacht haben, dafs, wenn er das Auge eine Zeit lang ruhig auf die das Licht seiner Lampe reflectirenden, wellenförmig erhöhten und vertieften Streifen einer *glänzenden Metallplatte* (wohl ohne Zweifel seiner neben ihm stehenden goldnen Tabaksdose) und dann plötzlich auf eine wenig beleuchtete Stelle des Tisches richtete, das dadurch im Auge hervorgerufene Spectrum im *entgegengesetzten Sinne*, d. h. *rechtwinklich* zu den vorher betrachteten Lichtlinien, *gestreift erscheine*. Ich erinnere mich deutlich, dafs ich bereits damals die mich in hohem Grade interessirende Beobachtung auf alle erdenklichen Weisen, *aber stets ohne Erfolg*, zu wiederholen versuchte, dafs vielmehr die Streifen des Spectrums (welches ich bei der grossen Empfindlichkeit meiner Augen von jedem Jalousieladen, ja sogar von Notenlinien hervorzurufen vermochte) stets genau *dieselbe* Lage hatten, wie die des betrachteten Gegenstandes, — so dafs ich mir die Möglichkeit dachte, der sonst so scharfsichtige Beobachter könne vielleicht gar, indem er erst die etwa zu seiner Linken neben ihm stehende Metallfläche und dann die zur Rechten befindliche Fläche des Tisches betrachtete, die dabei unvermeidliche *Wendung seines Kopfes* (welche ziemlich 90° betragen mochte) übersehen haben, — ich mich aber doch damals, als junger Mensch, der eben erst im Begriffe stand, die Universität zu beziehen, nicht berufen hielt, einer wissenschaftlichen Autorität, wie Neeff war, zu widersprechen. Freilich wollte Dieser den Versuch auf mannichfache Weisen *modificirt*, namentlich auch, wie er sich ausdrückte, durch Betrachtung einer einzigen intensiven Lichtlinie *»simplificirt«*, — und dabei stets das gleiche Resultat gefunden haben: — doch scheint er, da der Sache meines Wissens nirgends mehr Erwähnung geschehen, späterhin selbst davon zurückgekommen zu seyn.

herabstürzenden Wasser des berühmten Rheinfalls selbst, und sahen dann, den Blick auf das gegenüber liegende Schlöfchen *Lauffen* richtend, dessen Fenster sich in schräger, etwas gebogener Linie eine Zeit lang *in die Höhe winden*. Ob die ursprüngliche (*anregende*) Bewegung eine wirkliche, oder nur scheinbare gewesen, macht, wie anderwärts, und wie auch hier vorauszusehen, im Erfolge keinen Unterschied. Als wir z. B. in der Kajüte des Dampfbootes, welches uns von Schaffhausen nach Friedrichshafen brachte, an der schmalen, flussartigen Stelle des Bodensees bei Constanx, durchs Fenster die scheinbar rasch vorüberlaufenden Gegenstände des benachbarten Ufers, und gleich darauf irgend eine Stelle des vor uns befindlichen Tisches fixirten, schienen sich die Adern des Holzes deutlich, wie wenn der Tisch mit einer dehnbaren Haut bedeckt wäre, eine Weile in entgegengesetztem Sinne zu verschieben. Doch wollte z. B. die entsprechende Beobachtung im *Eisenbahnwagen* zwischen Basel und Heidelberg uns *nicht* gelingen, wohl ohne Zweifel, weil dem Auge durch die fortwährenden Erschütterungen des Wagens das erforderliche ruhige, ich möchte sagen *regungslose* Fixiren eines Punktes zu sehr erschwert ward.

Es stellten sich nämlich überhaupt in Folge der erwähnten, wie der später von mir angestellten Beobachtungen *folgende sechs Bedingungen* als zum sicheren Gelingen des Versuchs unerläßlich heraus:

1) Die betrachtete Bewegung muß gleichmäfsig und in gleicher Richtung andauern;

2) Sie muß im Ganzen eine ziemlich schnelle, darf jedoch *nicht so rasch* seyn, daß sie dem Auge das Unterscheiden der einzelnen bewegten Punkte unmöglich macht; — (was natürlich nicht von der absoluten, sondern nur von der *Winkelgeschwindigkeit* in Bezug auf die Stellung des Auges, also auch namentlich von der *Entfernung* der Letzteren von dem bewegten Gegenstande abhängt);

3) Sie muß eine gute Weile, — d. h. durchschnittlich wohl *eine Minute* lang, im Allgemeinen bis *beinahe* zur Er-

müdung des Auges (welche Dauer freilich für verschiedene Augen ziemlich verschieden seyn wird) betrachtet werden;

4) Das Auge muß dabei, so wie beim darauffolgenden Fixiren eines ruhenden Bildes, *selbst in (relativer) Ruhe*, und darf namentlich nicht durch zufällige Bewegungen des Körpers oder Kopfes unregelmäßig erschüttert seyn;

5) Der zu fixirende ruhige Gegenstand muß eine durch Abwechselung der Farben oder der Schattirung seiner Theile *mannichfach modificirte Oberfläche* darbieten, (wie dieß durch das Beispiel der Steinchen, Grashalme und sonstigen Ungleichheiten eines Weges, oder der von Fenstern, Thüren etc. unterbrochenen Wand eines Hauses, oder der bald helleren, bald dunkleren Adern einer Holzfläche etc. hinlänglich erläutert wird: — er darf nicht eine gleichförmige, zusammenhängende, aus ununterscheidbaren Theilen bestehende Fläche bilden);

6) Sowohl beim Betrachten des bewegten, wie des ruhenden Bildes muß das Auge unverrückt *einen bestimmten Punkt* fixiren, und darf sich also namentlich nicht verleiten lassen, im ersteren Falle der Bewegung mehr oder minder *zu folgen*, oder den Umrissen des bewegten Bildes entlang hin und her zu schweifen.

In dem nothwendigen Zusammentreffen dieser Bedingungen, und *namentlich* in der letzterwähnten, — deren Erfüllung uns bei der ursprünglichen Wahrnehmung zu Schaffhausen durch einzelne hervorragende Felszacken, oder sich stets an gleicher Stelle von Neuem bildende Schaumgipfel der Wogen *zufällig* erleichtert war, — liegt ohne Zweifel die Ursache, daß die an sich so leicht zu machende Beobachtung, — die wir für eine ganz *neue* hielten, obgleich sie dieß, wie ich aus einem Aufsatz von Plateau (Diese Annal. Bd. LXXX (1850) S. 290 später ersah, nicht ist, — nicht ohne Vergleich *häufiger gemacht wird* und im Ganzen noch so wenig bekannt zu seyn scheint (wie sie denn Allen, denen ich sie mündlich mittheilte, neu war und auch in den physikalischen Handbüchern nicht erwähnt zu werden pflegt).

Ich überzeugte mich indessen später, daß sich die Gelegenheit zu der fraglichen Beobachtung nicht so gar selten findet. So wiederholte ich dieselbe, beispielsweise, mehrmals bei dem Eisgange unseres Flusses (des Mains), indem ich das Auge standhaft auf irgend einen zwischen den treibenden Eisschollen sichtbaren unbeweglichen Punkt (auf die Spitze einer kleinen Insel oder eines Eisbrechers der Brücke etc.) richtete. Ein andermal rief ich dieselbe Augentäuschung dadurch hervor, daß ich, in gleichmäßig raschem Schritte einen durch Getreideäcker führenden Pfad verfolgend, während des Gehens den Blick eine Zeit lang in unveränderter Richtung festhielt und die Aehren oder Halme der benachbarten Saatfelder gleichsam an ihm vorüberlaufen liefs. Das Festhalten der Richtung des Auges ist freilich in diesem Falle ohne irgend eine *äußere* Beihilfe nicht ganz leicht; — doch bietet sich eine solche z. B. in dem über der betrachteten Landschaft aufgehenden Monde, dessen Bild gleichsam die Spitzen der Halme streift, oder auch in dem am fernen Horizonte mächtig emporragenden Gipfel eines Berges, den man nur recht fest ins Auge zu fassen braucht, um dann beim plötzlichen *Stillstehen* und Betrachten einer bestimmten Stelle des Bodens die scheinbare Bewegung des Letzteren aufs Unzweideutigste wahrzunehmen.

Nachdem ich so durch wiederholte Beobachtungen der beschriebenen Art die wesentlichen Erfordernisse zum Gelingen des Versuchs erkannt zu haben glaubte, war ich auf die Construction einer *Vorrichtung* bedacht, welche geeignet wäre, die Erscheinung jederzeit nach Willkühr hervortreten zu lassen.

Ich liefs mir in der Werkstatt des hiesigen geschickten Mechanikers Hrn. August Fritz einen Apparat anfertigen, der nach einigen, zum Theil von dem genannten Techniker selbst an die Hand gegebenen zweckmäßigen Abänderungen, den gestellten Forderungen aufs Vollständigste entsprach (und dem ich einstweilen den Namen eines *Antirheoskops* beilegte).

Die Einrichtung desselben, deren Beschreibung ich hier noch in möglichster Kürze beifügen will, ist so getroffen, daß mittels derselben sowohl eine wirkliche, als auch bloß scheinbare Fortbewegung zur Erregung der fraglichen Reactionsfähigkeit des Auges benutzt werden kann.

Ein etwa  $2\frac{1}{2}'$  langes und  $1\frac{1}{4}'$  breites starkes Brett bildet die Basis eines etwa 13" hohen, soliden Gestells oder Rahmens, dessen beide, auf den kürzeren Rändern des Brettes stehende, senkrechte Seitenstücke die horizontalen Drehungsaxen von *fünf Walzen* tragen. Letztere werden mittels der an ihrem einen Ende auf gleicher Axe befestigten Rollen oder Scheiben durch das keilförmige Eingreifen eines größeren Rades (ohne Zähne), dessen gleichfalls horizontale Drehungsaxe von dem einen jener Seitenstücke des Rahmens getragen wird, und dessen Durchmesser etwa  $10\frac{1}{2}"$  beträgt, in parallele oder gleichgerichtete Umdrehung versetzt. Die fünf Walzen sind außen mit weißem Papier bezogen und tragen auf dessen Oberfläche je zwei mit schwarzer, nicht glänzender Farbe (z. B. mit Tusche) gezeichnete *Spiralen* von je  $2\frac{1}{2}$  Windungen, so daß die der einen Spirale sich parallel zwischen denen der andern hindurchziehen, und alle Windungen oder Schraubengänge gleichweit von einander abstehen. Es besteht überdies eine jede der beiden erwähnten Schraubenlinien wieder aus *drei* Streifen, von denen der mittlere eine Breite (oder »Höhe«) von etwa  $1\frac{1}{2}"$ , und die beiden äußeren, von jenem durch einen  $\frac{1}{2}"$  breiten weißen Zwischenraum getrennten, eine Höhe von  $\frac{1}{2}"$  haben, während der weiße Zwischenraum, welcher einen dieser dreifachen schwarzen Streifen vom nächstfolgenden trennt, wiederum  $1\frac{1}{2}"$  mißt; — so daß die ganze Zeichnung ebenso gut als eine *weiße* auf *schwarzem* Grunde, wie als eine schwarze auf weißem Grunde betrachtet werden kann, und beide sich einander völlig gleichen. Die Walzen selbst liegen so dicht an einander, daß sich ihre Oberflächen *beinahe* berühren: doch muß, wegen der beabsichtigten gleichzeitigen und gleichgerichteten Umdrehung, jede *wirkliche* Berührung vermieden



werden, und die Cylinderfläche daher in der Richtung der Axe durchaus *geradlinig* seyn — und *bleiben*, weshalb die Walzen entweder aus Metall, oder (wie bei meinem Apparate) aus starker, genau cylindrisch gekrümmter Pappe (nicht aber aus *Holz*, welches sich leicht krumm zieht) gefertigt seyn müssen.

Durch die mittelst des beschriebenen gemeinschaftlichen Triebrades bewirkte Umdrehung der fünf Walzen wird nun in Bezug auf die gestreifte Oberfläche der Letzteren die bekannte optische Täuschung hervorgebracht, die man auch beim Umdrehen eines Bohrers, oder irgend einer andern cylindrischen, oder konischen Spirale wahrnimmt, daß nämlich das Auge die *drehende* Bewegung ganz übersieht und dafür nur eine *fortschreitende* im Sinne der Drehungsaxe erblickt, so daß die ganze oben beschriebene schwarz und weiße Zeichnung sich in horizontaler Richtung gleich den Wellen eines Stromes fortzubewegen scheint.

Um dabei auch *den* Umstand möglichst nachzuahmen, daß der mittlere Theil des Stroms sich schneller bewege, als die Ränder (wie dieß ja bei unserer ursprünglichen Beobachtung an den »Lechen« bei Schaffhausen der Fall war), wurden zwar die fünf Walzen selbst von *gleicher Dicke* (nämlich etwa  $2\frac{1}{2}''$  im Durchmesser), dagegen die am Ende ihrer Axen befindlichen concentrischen Scheiben oder Rollen, deren Ränder in das gemeinschaftliche Triebbad eingreifen, von *ungleicher* Größe gemacht, so zwar, daß die Durchmesser dieser Rollen, von der mittleren nach den beiden äußersten hin, von  $1\frac{3}{4}''$  auf  $2\frac{1}{8}''$  zunehmen, wodurch natürlich die in allen Theilen *gleichschnelle* Bewegung des Randes jenes Triebrades für die *Walzen* in eine ungleiche verwandelt, und somit die ungleich fortschreitende Bewegung der Wellen eines Stromes um so genauer wiedergegeben wird.

Damit ferner das Auge die fünf Walzen mit Bequemlichkeit gleichzeitig übersehen könne, sind dieselben so geordnet, daß sie an der vorderen, dem Beschauer zugekehrten Hälfte der Peripherie jenes Triebrades *über ein-*

*ander*, d. h., dafs ihre fünf Axen selbst in einer schwach gekrümmten, nach vornhin convexen Cylinderfläche liegen. Diese (metallenen) Axen sind, weil das erwähnte Eingreifen des Triebrades *ohne Zähne*, durch blofse keilförmige Ränder, eine ziemlich bedeutende und andauernde Reibung voraussetzt, mittelst starker Stahlfedern gegen den Rand jenes Rades angedrückt.

Das Letztere wurde bei den ersten Versuchen blofs mit der Hand (an einer einfachen Kurbel) umgedreht. Es zeigte sich aber bald, dafs auf diese Weise zwar die erforderliche *Schnelligkeit* der Bewegung sehr leicht, nicht aber die ebenso nothwendige *Gleichmäfsigkeit* derselben zu erreichen war. Da nämlich die Hand sich wegen der sogenannten »todten Punkte« auch bei aller angewandten Sorgfalt nie auf längere Dauer gleichmäfsig im Kreise bewegen läfst, so wurde dadurch auch die scheinbare Strömung der beschriebenen Wellenzeichnung auf den Walzen stets in eine mehr oder minder *ruckweise* erfolgende Bewegung umgewandelt, was sich für den beabsichtigten Effect nicht vortheilhaft erwies. Auch das hierauf versuchte Befestigen der Kurbel an eine der fünf *Walzen selbst* zeigte sich, theils wegen der vermehrten Reibung, theils auch wegen der dadurch bewirkten Ungleichheit der Letzteren in Bezug auf die andrückende Stahlfeder, als nicht praktisch; so dafs ich es vorzog, nach dem Rathe des Mechanikers das grofse Triegrad auf seinem Rande mit (zu seiner Fläche senkrechten) Stiften zu versehen und durch ein im oberen Theile des Rahmens angebrachtes kleines messingenes Getriebe, welches nun die Kurbel trägt, in Bewegung zu setzen.

Man mufs zwar jetzt die Letztere weit rascher umdrehen, als bei der ursprünglichen Einrichtung, allein die Ungleichheiten der Handbewegung sind dadurch auch auf weit kürzere Zeitintervalle zusammengedrängt und werden so für das Auge minder bemerklich.

Um endlich auch der oben erwähnten *sechsten Grundbedingung* zum Gelingen des Versuches, die sich als eine

sehr wesentliche herausstellte, in gehöriger Weise zu genügen und dem Auge gleichsam einen Haltpunkt darbieten, den es während der fortschreitenden Bewegung jener Wellen fixiren könne, ist auf dem vorderen Rande des als Basis dienenden Brettes ein *lothrechter Draht* von  $5\frac{1}{2}$ " Höhe angebracht, dessen oberes Ende, dicht vor der *mittleren* der fünf Walzen — und zwar auch der *Länge* nach vor deren Mitte — stehend, irgend einen kleinen, intensiv gefärbten Körper, im vorliegenden Falle ein flaches, rautenförmiges Holztäfelchen (in Gestalt der Spitze eines Blitzableiters) von kaum  $\frac{1}{2}$ " Breite und  $\frac{3}{4}$ " Höhe trägt, auf welches der Betrachter seinen Blick zu richten hat. Nun zeigt sich aber bei diesem, wie bei vielen ähnlichen optischen Versuchen, daß zu einem solchen *beharrlichen* Richten des Blickes auf einen bestimmten Punkt, namentlich mitten unter bewegter Umgebung, eine gewisse Selbstbeherrschung gehört, die nur durch einige Uebung erlangt wird und daher in der Regel nur dem mit solchen Untersuchungen schon vertrauteren eigen ist; — daß insbesondere auch hier, trotz des vorhandenen festen Punktes, das Auge des ungeübten Beobachters sich noch immer leicht verleiten läßt, diesen Punkt auf Augenblicke zu verlassen und dem *bewegten* Bilde zu folgen, wie denn überhaupt das *Bewegliche* stets mehr Reiz, gleichsam mehr Interesse für das Auge hat, als das Ruhende <sup>1)</sup>. Um daher auch in dieser Beziehung das Gelingen des Versuchs zu erleichtern, ist auch jener »feste Punkt«, — oder vielmehr der seine Stelle vertretende, stets in der Mitte des Gesichtsfeldes zu erhaltende kleine Körper, *selbst beweglich* eingerichtet. Es bildet nämlich der kaum erwähnte, die kleine Rautenfläche

1) So ist es ja z. B. eine leicht zu beobachtende Thatsache, daß *solche* indirect gesehene Punkte des Netzhautbildes, welche *sehr weit* von der Augenaxe entfernt liegen und sich überdies nicht durch besondere Intensität der Beleuchtung auszeichnen, ebendeshalb oft eine lange Zeit hindurch gar nicht zum Bewußtseyn kommen, — in dem Augenblicke aber, wo sich einer dieser Punkte *bewegt*, ganz *plötzlich* nicht nur die Aufmerksamkeit rege machen, sondern auch mit fast unwiderstehlicher Gewalt die Augenaxe auf sich lenken.

tragende verticale Draht die verlängerte Axe einer an seiner Basis befindlichen horizontalen Messingscheibe oder Rolle (von beinahe 2" Durchmesser), und diese Letztere wird durch einen sie in einer Rinne umschließenden Faden ohne Ende *in langsame Rotation versetzt*, — welcher Faden wiederum, von einer einwärts gerichteten Verlängerung der Axe des mehrerwähnten Triebrades herkommend und mittelst zweier kleinen Rollen aus seiner anfangs verticalen Richtung in die horizontale übergehend, *mit diesem Rade zugleich* (nur ohne Vergleich langsamer) bewegt wird. Es kommt hierdurch auf je 18 Umdrehungen der Kurbel, oder, was dasselbe ist, auf 3 Umläufe des großen Triebrades, je *eine* Umdrehung des kleinen, rautenförmigen Täfelchens, welches auf seiner einen Fläche intensiv hellgrün, auf der andern roth gefärbt ist, und so, durch jene langsame Bewegung bald diese, bald jene Seite nach vornhin kehrend, dem Auge eine hinlängliche Beschäftigung gewährt, um es trotz des Vorübereilens der benachbarten Wellenbilder dauernd zu fesseln <sup>1)</sup>).

- 1) Es ist dieß, beiläufig bemerkt, ein Kunstgriff, dessen ich mich in ähnlicher Weise schon seit vielen Jahren bei den allbekannten Versuchen über die gefärbten subjectiven Spectra bediene, bei welchen ja *auch* die Mehrzahl der ungeübten Beschauer — zwar die complementäre *Färbung* —, aber nicht die deutliche, scharfbegrenzte *Gestalt* des Bildes wiederfindet, — aus dem oben angedeuteten Grunde: weil es nämlich vielen Menschen schwer fällt, einen Gegenstand anders, als durch unstätes Umhereilen des Blicks *auf dessen Umrissen* zu betrachten, was gerade hier die Wirkung in so auffallender Weise stört. Ich erlaube mir deshalb bei dieser Gelegenheit die höchst einfache (von demselben Mechaniker Fritz dahier gefertigte) Vorrichtung kurz zu beschreiben, welche ich zur Erlangung scharf begränzter Nachbilder anzuwenden pflegte. Eine vierseitige, abgestumpfte Pyramide von Holz, deren quadratische Basis etwa 14" in Länge und Breite, und deren Höhe etwa 7" messen mag, ist um einen, auf einem horizontalen Brette von kaum größeren Dimensionen befestigten, senkrechten Holzzapfen *drehbar*, und mittels einer Feder und einer um den Zapfen geschlungenen Schnur (in höchst einfacher Weise) so eingerichtet, daß das bloße Ausheben eines an der Seite der unbeweglichen Basis befindlichen kleinen hölzernen *Hebels* hinreicht, den ganzen Pyramidenstumpf plötzlich um eine Viertelswendung in horizontalem Sinne umzudrehen und dann in der neuen Lage

Bei dem bis dahin beschriebenen Theile des Apparates ist es die *scheinbar fortschreitende* Bewegung der auf den Walzen befindlichen Spiralen, welche zur Erregung der in Rede stehenden Reactionsthätigkeit des Auges benutzt wird.

festzuhalten, so daß beispielsweise diejenige Quadratseite der Pyramidenbasis, welche vorher mit einer Seite der unbeweglichen Grundfläche coïncidirte, nunmehr auf ihr perpendicular steht, — d. h., kürzer ausgedrückt, daß je eine der vier schrägen, pultförmigen Seitenflächen der Pyramide mit der nächstfolgenden *vertauscht* wird. Die *erste* dieser zwei ihre Stellen wechselnden Flächen trägt (mittels einer unten hervorragenden schmalen Holzleiste) das *erregende Bild*, also z. B. ein auf Pappe geklebtes aufrechtes Kreuz, einen Ring, einen Halbmond etc. von intensiv orangegelbem (aber *nicht glänzendem*) Papier; — die *zweite* dagegen ist mit einer einfachen, bläsgrau bezogenen Pappe von gleicher Gestalt und GröÙe bedeckt, aus deren Fläche dann plötzlich, bei *unveränderter* Stellung des Beobachters, das complementäre, *blaue* Kreuz etc. zum Vorschein kommt. Um nun aber das für *beide* Fälle nöthige *Fixiren eines bestimmten Punktes* zu erleichtern, ist die Mitte *beider* schrägen Seitenflächen des Pyramidenstumpfs (und zwar sowohl das Holz, als die darauf zu legenden verschiedenen Pappscheiben) *durchbohrt*, und die Durchbohrung (von kaum  $1\frac{1}{2}$ ''' Durchmesser) von einem cylindrischen Messingstifte ausgefüllt, dessen vordere, eben abgefeilte Grundfläche mit der Vorderfläche der zu betrachtenden Bilder in gleicher Ebene liegt, und überdiß in zwei ganz kleine Halbkreise zerfällt, deren einer schwarz, der andere weiß gefärbt ist. Die in den inneren Raum der (*hohlen*) Pyramide hineinragende Verlängerung der beiden Messingstifte trägt dort einen einfachen hölzernen Handgriff, vermittelst dessen sie durch die Hand des Experimentators in beliebiger Richtung *langsam* umgedreht werden kann, — (zu welchem Zwecke die beiden andern, nicht benutzten Pyramidenflächen *fehlen*, so daß man bequem ins Innere der Pyramide hineinreichen kann). Das Auge des Betrachtenden erblickt auf diese Weise inmitten der angeschauten farbigen Figur, sowie auch ihres Nachbildes, einen runden, zur Hälfte schwarzen, zur Hälfte weißen *Punkt*, der sich *langsam umdreht*, und dessen Umdrehungen man den Beschauer z. B. *zählen* läßt, was seinem Auge eine hinlängliche Beschäftigung gewährt und dasselbe nöthigt, lange genug an gleicher Stelle zu verweilen. — Auch der ganz Ungeübte sieht auf diese Weise die complementären Spectra in erstaunenswerther Schärfe und Deutlichkeit ihrer Umrisse, welche Schärfe auch dann nicht merklich verliert, wenn er den Blick z. B. nach der *Wand* oder der *Zimmerdecke* richtet und dort die betreffende Figur in riesenhaftem Maafsstabe erblickt.

Um aber auch eine *wirklich fortschreitende* Bewegung in bequemer Weise dazu verwenden zu können, liefs ich an der *Rückseite* desselben Holzgestells, welches vorn jene Walzen trägt, noch eine zweite Vorrichtung anbringen. Diese besteht im Wesentlichen in einem um zwei *aufrecht stehende* Walzen laufenden Bande »ohne Ende«, von starkem Papier und etwa 10" breit. Die beiden hölzernen, auf ihrer Oberfläche etwas rauhen Walzen haben einen Durchmesser von etwa  $2\frac{1}{4}$ " und eine der Breite jenes Papierstreifens entsprechende Länge, überragen denselben jedoch, um sein Herabgleiten während der Drehung zu verhüten, oben und unten mittels eines schmalen, etwas erhabenen Randes, und stehen (mit ihren Axen) etwa 2' weit von einander ab. Das Papierband, welches leicht durch wiederholtes Anstreifen an jene hervorragenden Ränder verletzt werden könnte, ist durch eine schmale Einfassung von seidenem Bande dagegen geschützt. Seine ganze (nach Aufsen gewendete) Oberfläche ist mit einer in grünlichen, bläulichen und weifslichen Farben ausgeführten Zeichnung bedeckt, welche die Wellen eines Stroms (von *oben gesehen*) nachzuahmen sucht und, beim Umdrehen einer der beiden Walzen mittelst einer an ihrem oberen Ende befindlichen Kurbel, den Zwischenraum zwischen jenen fortwährend in gerader, horizontaler Richtung durchläuft. Um dabei den Papierstreifen bei etwaiger Dehnbarkeit desselben stets gleichmäfsig angespannt und die zu seiner Bewegung erforderliche Reibung an der Oberfläche der Walzen in der nöthigen Stärke zu erhalten, ist die Axe der einen dieser Walzen oben und unten in einem besonderen, *verschiebbaren Theile* des Rahmens befestigt, welcher durch eine starke Spiralfeder nach Aufsen gedrückt wird. Die nöthige Fixirung des Blickes ist auch hier durch ein dem oben beschriebenen ähnliches rautenförmiges, bunt gefärbtes Holzblättchen bewirkt, welches, gleich jenem auf einem etwa  $5\frac{1}{2}$ " hohen Drahte mitten vor dem bewegten Wellenstreifen stehend, mittels einer an der Basis befindlichen Messingrolle und eines sie umschlingenden, von der

Axe der einen verticalen Walze herkommenden Fadens in ganz langsame Rotation (um seine lothrechte Diagonale) versetzt wird.

Um endlich ein geeignetes *ruhendes* Object zu haben, welches der durch jene bewegten Bilder der einen oder andern Art angeregte Blick unmittelbar darauf fixiren soll, stelle ich in der Nähe des beschriebenen Apparates eine starke Pappe von etwa 28" Länge und 20" Höhe lothrecht auf, die auf ihrer vorderen, dem Beobachter zugekehrten Fläche irgend eine geeignete Zeichnung trägt. Ich wählte dazu, beispielsweise, das in weißer Farbe ausgeführte Bild einer mehrfachen, verlierenden Schicht leichter, kleiner Cirruswölkchen (jedes etwa von der Größe eines Zweithalerstücks) auf intensiv himmelblauem Grunde, und brachte, um auch hier die Richtung des Blickes auf einen bestimmten Punkt zu erleichtern, ungefähr in der Mitte der Pappe die Figur eines fliegenden Vogels, oder eines kleinen Luftballons (von kaum 1" Durchmesser, in abstechender Farbe ausgeführt) an, auf welche der Betrachtende *unverwandt* hinzusehen hat.

Die *Anwendung* des beschriebenen »Antirrheoskops« er giebt sich nach dem oben Gesagten ziemlich von selbst. Man läßt den Beobachter eine der zwei kleinen, farbigen Rautenflächen fixiren (und z. B. deren Umdrehungen *zählen*), während man die zugehörige Kurbel möglichst gleichmäßig in Bewegung setzt. Nach Ablauf etwa *einer Minute* hat er dann den in der Mitte jener weißen Cirruswölkchen (oder welche Zeichnung man sonst, nur stets mit Berücksichtigung der oben angeführten *fünften* Grundbedingung, gewählt haben mag) befindlichen *festen Punkt* (Luftballon etc.) eine Weile ruhig anzublicken, um dessen Umgebung einige Sekunden lang in der entschiedensten *Bewegung* begriffen zu sehen, deren Richtung der des vorher betrachteten Bildes entgegengesetzt ist.

Einen erheblichen Unterschied zwischen den Wirkungen bei Anwendung der nur scheinbaren und der wirklich fortschreitenden Bewegung konnte ich, — wie dies denn

auch kaum anders zu erwarten war, — nicht wahrnehmen; — obgleich sich im vorliegenden Falle bei der einen alle Punkte mit *gleicher*, bei der anderen mit unter sich *ungleicher* Geschwindigkeit fortbewegen. — Die Betrachtung der *Walzen* etc. ist freilich für das Auge etwas anstrengender, als die des bemalten Papierbandes; dagegen haben sie den Vorzug der gleichmäßigeren Bewegung.

Ein *sehr wichtiger* Punkt bei der Hervorrufung des besprochenen Phänomens ist, wie mir meine Versuche gezeigt haben, das Treffen der geeigneten *Geschwindigkeit* der ursprünglichen Bewegung (— also der Umdrehung der Kurbel). Denn die GröÙe des beabsichtigten Effectes nimmt, wenn man diese Schnelligkeit von einem Minimum an wachsen läßt, *Anfangs* deutlich mit derselben zu, — aber nur bis zu einer gewissen Gränze, von welcher an sie, bei noch größerer Drehungsgeschwindigkeit, ziemlich rasch wieder abnimmt. Dabei ist, wie oben bei der *zweiten* Grundbedingung schon angedeutet worden, die *Entfernung* des Betrachtenden von der bewegten Fläche nicht gleichgültig. *Je näher er sich bei derselben befindet, um so langsamer muß man umdrehen*, und die Nichtbeobachtung dieser Regel kann die GröÙe der gewünschten Wirkung *bis zur Unmerklichkeit* herabstimmen. Ich finde, daß (für *meine* Augen und die einiger Andern, mit welchen ich Versuche angestellt) bei einer Entfernung von einigen Fußsen (etwa 5 bis 6) die Anzahl von 40 bis 45 Umdrehungen der vorderen (mit horizontaler Axe versehenen) und die von 60 bis 70 Umdrehungen der oberen (verticalen) Kurbel in der Minute ziemlich als Maximum gelten kann. Doch wird sich die passende Geschwindigkeit bei Berücksichtigung der obigen allgemeinen Regel für jedes Auge am Leichtesten durch ein Paar Versuche ermitteln lassen.

Etwas ganz Aehnliches gilt auch in Bezug auf die zweckmäßigste *Dauer* der anregenden Bewegung. Auch hier scheint es ein Maximum zu geben, welches nicht ohne Minderung des Erfolgs überschritten werden darf, und welches noch ziemlich weit diesseits derjenigen Gränze zu lie-



gen scheint, bei welcher eine völlige Abstumpfung oder *Ermüdung* des Auges eintritt. Doch wird *diese* Dauer *ohne Zweifel* für verschiedene Augen innerhalb gewisser Grenzen verschieden seyn, wie sich ja ein gleicher Unterschied auch bei Hervorrufung der complementären Farbenspectra kund zu geben pflegt. (Für *mein*, freilich sehr reizbares Auge z. B. genügen, bei ganz *geringer* Entfernung von den fünf Walzen, schon 18 bis 20 ganz langsame Umdrehungen der Kurbel zur unverkennbaren Hervorrufung der fraglichen Reaction.)

Nicht minder wesentlich, als die Einhaltung der richtigen Schnelligkeit und Dauer der Bewegung, ist es endlich, daß beim Anschauen des ruhendes Bildes jede *wirkliche* Veränderung seiner Lage gegen das Auge, also namentlich jede zufällige Verschiebung oder Erschütterung des einen *oder des andern*, jede Bewegung des Kopfes, selbst bei unverwandtem Auge etc. sorgsam vermieden werde, weil der Eindruck einer solchen *wirklichen* Verschiebung des Netzhautbildes oder seiner Umgebung jedesmal, als ein bei Weitem stärkerer, den der zu beobachtenden *scheinbaren* Bewegung verdeckt und unmerklich macht.

Ich bemerke noch, daß man die aufgestellte Pappe mit der ruhenden Zeichnung zur Noth auch ganz entbehren kann, und statt ihrer Anwendung nur die Bewegung der beschriebenen Wellenfiguren *plötzlich zu unterbrechen* braucht, so daß die nunmehr stillstehenden Bilder *selbst* als ruhendes Object die in Rede stehende Erscheinung zeigen. Ich erinnere mich, daß bei den ersten angestellten Versuchen einige der Beobachter, welche versäumten, recht zeitig nach dem ruhenden Bilde hinüberzublicken, ausriefen, sie sähen die (nunmehr stillstehenden) Wellen rasch rückwärts gehen.

Daß ganz Aehnliches auch bei *nicht* paralleler, sondern divergenter (z. B. centrifugaler) Bewegung, wenigstens für manche Augen, stattfindet, zeigte mir eine bereits vor 5 bis 6 Jahren gemachte vereinzelte Beobachtung, (als Plateau's interessanter, in den Annalen Bd. LXXX (1850) S. 289 ff. beschriebener Versuch entweder noch nicht zur

Kenntniß des deutschen Publikums, oder wenigstens nicht zur meinigen gelangt war). Ich zeigte damals in dem hiesigen physikalischen Vereine eine kleine Sammlung optisch-chromatischer Vorrichtungen (meist Veranschaulichungsmittel zum Zwecke des Unterrichtes), und unter Anderm auch eine auf weiß bezogene Pappe gezeichnete *archimedische Spirale* aus rothen, auf beiden Seiten gelb gesäumten Linien vor, deren etwa 14 Windungen kaum  $\frac{1}{2}$  Zoll von einander abstehen, und die, mittels einer kleinen Vorrichtung in rasche Umdrehung versetzt, das täuschende Bild concentrischer, in centrifugaler (oder, bei entgegengesetzter Bewegung, in centripetaler) Bewegung begriffener, *kreisförmiger Wellen* darbietet. Als nun die sich z. B. fortwährend *vergrößernden* Wellen plötzlich stille standen, machte eines der anwesenden Mitglieder von freien Stücken die Bemerkung, dieselben *schienen ihm jetzt plötzlich wieder kleiner zu werden*, d. h. sich dem Centrum zu nähern.

Als ich später den erwähnten Plateau'schen Versuch kennen lernte, ahmte ich auch diesen, im Ganzen mit dem von seinem Urheber geschilderten Erfolge, nach. Nur fand ich, daß die von dem genannten Physiker ausdrücklich geforderten (und durch die zugehörige Abbildung veranschaulichten) *Modificationen* der Spirale im Vergleiche mit der vorher von ihm beschriebenen, — nämlich die *viel weiteren* Schraubengänge, der *vollständig schwarze* Grund und die *raschere Bewegung* — (siehe Annalen Bd. LXXX, S. 289) nicht nur nicht unumgänglich, sondern nach meinen Versuchen dem Erfolge nicht einmal förderlich sind. Ich fand vielmehr, daß man die nach Plateau's Zugeständnisse (a. a. O., S. 290) bei dem Versuche eintretende, sehr merkwürdige und lästige *Ermüdung* des Auges *dadurch* bedeutend mäßigen kann, daß man *erstlich* nicht Schwarz und Weiß, überhaupt nicht zwei zu sehr contrastirende Farben, sondern z. B. für die Spirallinie selbst ein blasses Graulichgelb, und für den Grund ein mäßig dunkles Grau, — und daß man zweitens eine *viel engere* Spirale mit weit zahlreicheren Windungen, als die Plateau'sche, anwendet,

die man auch *nur langsam* umzudrehen braucht. (Die erstere Bemerkung, in Betreff der Farben, läßt mich vermuthen, daß ich auch bei dem oben beschriebenen Walzenapparate besser gethan haben würde, statt Schwarz und Weiß ein blasserer und ein dunklerer *Grau* anzuwenden; denn auch hier ist, namentlich bei mehrfacher Wiederholung des Versuchs, die ermüdende Anstrengung des Auges sehr bemerklich). Am Besten gelang es mir mit einer Scheibe von 20" Durchmesser, welche 7 bis 8 Spiralwindungen enthält, so zwar, daß die bloßen Streifen eine Breite von  $\frac{1}{4}$ " haben und durch dunkelgraue Zwischenräume von 1" Breite getrennt sind: wenigstens war, wenn ich die Wirkung dieser Scheibe mit der einer andern, *genau* nach Plateau's Vorschrift angefertigten verglich, der Vortheil immer sehr entschieden auf Seite der ersteren. — Auch bei diesem Versuche bewährte sich übrigens der zwischen weißen Cirruswölkchen schwebende kleine Luftballon (oder Vogel) als ein sehr geeignetes ruhendes Object. Blickt man denselben, nachdem die Spiralscheibe etwa 100 Umdrehung mit *ganz mäßiger* Geschwindigkeit gemacht hat, ruhig an, so scheinen, wenn z. B. die wellenartige Bewegung der blassen Ringe eine *centripetale* gewesen, die weißen Wölkchen eine gute Weile von dem fixen Punkte aus *nach allen Seiten hin auseinander zu weichen* und sich zu vergrößern, — was in meinem Auge (aber freilich nicht in dem aller Andern, welche die Beobachtung mit mir machten) *genau die Wirkung* hervorbringt, als ob die ganze Masse jener Wölkchen in rascher Bewegung dem Auge *näher rückte* (ohne Zweifel, weil ihr Sehwinkel zu wachsen scheint), so daß die Pappe, welche die Zeichnung trägt, sich manchmal förmlich zu biegen oder zu wölben und ihr mittlerer Theil entschieden mehr und mehr hervortreten schien. Das entgegengesetzte Resultat liefert natürlich die umgekehrte Drehungsrichtung der Scheibe: die Wölkchen scheinen sich hinter dem kleinen Luftballon etc. in rascher Flucht *zurückzuziehen*. Auch die von Plateau angeführte scheinbare *Vergrößerung des Kopfes* einer Person konnte

ich mittelst der letztbeschriebenen Scheibe nach Belieben hervorrufen; nur muß man hierbei, wenn die Täuschung recht vollkommen seyn soll, nicht bloß beharrlich einen bestimmten Punkt des Gesichts, z. B. die Nasenspitze, fixiren, sondern auch eine ganz bestimmte *Entfernung* von demselben einhalten, weil sich sonst die scheinbare Vergrößerung leicht auch auf die nächste Umgebung jenes Kopfes (auf eine Stuhllehne etc.) erstreckt.

Was schließlicb die *Theorie* der in Rede stehenden Erscheinungen betrifft, so wage ich darüber um so weniger ein entschiedenes Urtheil auszusprechen, als dieselben offenbar *zum Mindesten* ebenso sehr dem Gebiete der Physiologie, wie dem der eigentlichen, rein physikalischen Optik angehören. Nur scheinen dieselben allerdings auch mir ein nicht unerhebliches Gewicht zur Entscheidung der *vielbesprochenen Streitfrage* in die Waage zu legen, ob nämlich die mehrerwähnten complementar gefärbten *Nachbilder* einer bloßen *Abstumpfung der Sensibilität* des Auges für den speciellen, andauernd empfangenen Farbeindruck und einem dadurch bedingten Hervortreten der von dem (dann freilich unumgänglichen (*objectiven Weiße*) noch übrigbleibenden Complementarfarbe, — oder aber, ob dieselben (wie Plateau will) einer *selbstständigen Reactions-thätigkeit* des Auges zuzuschreiben seyen, vermöge welcher dieses jedem *beliebigen* Gesichtseindrucke einen bei längerer Dauer wachsenden *Widerstand* entgegensetzt, und somit beim Aufhören des Eindruckes nur dadurch seinen normalen Zustand wieder zu gewinnen vermag, daß es, gleich einem Pendel oder einer Springfeder, die Ruhelage *nach entgegengesetzter Seite überschreitet etc.* (s. den mehrerwähnten Aufsatz Plateau's in diesen Annalen Bd. LXXX, S. 291 ff.) Wie sehr die hier geschilderte Beobachtung für *letztere* Ansicht spricht, braucht wohl nicht erst ausführlicher erörtert zu werden. Nur würde freilich demnächst die Frage entstehen, was man sich, *physikalisch* betrachtet, unter der „*Ruhelage*“ des Auges in Bezug auf bewegte Netzhautbilder vorzustellen habe — (doch wohl nicht

eine wirkliche Bewegung der feinsten Theilchen der Retina selbst nach bestimmter Richtung hin? —).

Ob andererseits vielleicht die Annahme zulässig sey, daß die (durch hundertfältige Beobachtungen als unbestrittene *Thatsache* dastehende) so genannte *Impressio remanens*, — die dann ohne Zweifel, nach Plateau'scher Auffassung, nur als die erste, noch *diesseits* der Ruhelage liegende *Halbschwingung* jener oscillatorischen Bewegung des Organs anzusehen wäre, — dabei in *der* Art eine Rolle übernehme, daß etwa das Auge, eine Zeit lang ein sich in gleicher Richtung fortbewegendes Spectrum bewahrend, die einzelnen Punkte der sofort angeschauten *ruhenden* Fläche durch bloße unwillkürliche *Vergleichung* mit diesem (nicht zum Bewußtsein gelangenden) bewegten Spectrum als ihre Lage ändernd erblickte, wage ich gleichfalls nicht zu entscheiden. Die Versuche, die ich zur Nachweisung eines solchen, etwa vorhandenen *bewegten Spectrums* angestellt, — indem ich unmittelbar nach dem Fixiren der rotirenden Spiralscheibe entweder eine völlig gleichfarbige und möglichst schattenlose Wand anblickte, oder auch die Augen plötzlich schloß, und sorgfältig mit den Händen bedeckte, — lieferten kein befriedigendes Resultat. Ich sah in beiden Fällen meistens *gar Nichts*, und nur im letzteren *zuweilen*, wenn z. B. die scheinbare Bewegung der Scheibe eine centrifugale gewesen, ein eigenthümliches, nur sehr kurz andauerndes und auffallend rasches, strahliges *Zusammenschrumpfen* des für einen flüchtigen Augenblick noch nicht *ganz* lichtlos gewordenen Gesichtsfeldes, — also in keinem Falle eine Fortdauer der vorher angeschauten Bewegung.

Noch muß ich endlich hinzufügen, daß es eine allbekannte und ganz alltägliche Erscheinung giebt, die wenigstens auf den ersten Blick als wesentlich gleichbedeutend mit der hier besprochenen erscheinen kann, und ohne Zweifel auch mit ihr in gewissem Zusammenhange stehen mag; ich meine die bekannte Wirkung des sogenannten *Schwindels*, in Folge deren die mehrmalige rasche Umdrehung des Kopfes nach plötzlichem Anhalten eine scheinbare entgegengesetzte

Drehung der ganzen sichtbaren Umgebung hervorruft. Dafs es hier die *Gesammtheit* aller gesehenen Objecte, und dort nur ein verhältnismäfsig schmaler *Streifen* ist, der sich zu bewegen scheint, würde sich ja einfach daraus erklären, dafs beim Umdrehen des Kopfes (oder vielmehr des ganzen Körpers) eben *alle* Netzhautbilder ihre Lage gegen die Augenaxe ändern, also *alle* in relativer Bewegung begriffen sind, — während in den oben beschriebenen Versuchen diese Bewegung nur einem verhältnismäfsig kleinen *Theile* des Gesichtsfeldes angehört. *Dieser* Unterschied wäre also nur ein scheinbarer. Dagegen scheint mir eine andere, *wirkliche* Nichtübereinstimmung zwischen jenen Versuchen und dem kaum erwähnten Schwindelssymptome *darin* zu liegen, dafs, abgesehen von seiner spontanen Entstehung in krankhaften Zuständen, die mehrmals wiederholte Umdrehung des Kopfes denselben Erfolg auch *ohne* wirkliche Verschiebung der Netzhautbilder, ja ohne alles *Vorhanden-seyn* derselben herbeiführt. Dann drehe ich mich (— und bei Andern wird's nicht anders seyn —) mit *fest verschlossenen* und überdies noch sorgsam mit der Hand bedeckten Augen fünf- oder sechsmal rasch im Kreise herum, so erblickt das im Momente des Stillstehens erst wieder geöffnete Sehorgan die ganze Umgebung in nicht minder lebhaftem Tanze begriffen, als wenn ich sie vorher mit offenem Auge angeschaut. Es liegt also hier ein rein physiologischer Vorgang vor, dessen genügende Erklärung einem für den Optiker minder zugänglichen Gebiete der Naturwissenschaften zugewiesen bleiben mufs.

---