

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes des Menschen und der Thiere

Müller, Johannes

Leipzig, 1826

VIII. Fragmente zur Farbenlehre, insbesondere zur Goetheschen
Farbenlehre

VIII.

F r a g m e n t e

zur

F a r b e n l e h r e,

insbesondere

zur Goetheschen Farbenlehre.

1. Die Farbenlehre vom Standpuncte der Physiologie.
2. Physiologische Farben.
Schwarze und weiße Bilder zum Auge. — Helligkeit und Dunkelheit der Blendungsbilder.
3. Physische Farben.
Bedingungen der Farbenentstehung. — Dioptrische Farben durch trübe Mittel. — Dioptrische Farben durch Refraction. — Achromasie und Hyperchromasie. — Achromasie des Auges.
4. Chemische Farben.
Verbreitung der Farben unter den Insecten. — Larven und vollkommene Insecten. — Klimatische Verbreitung. — Form und Farbe.

1. Die Farbenlehre vom Standpuncte der Physiologie.

Daß wir die Farben nicht aus dem elementarischen Lichte sich sondern lassen, und daß wir der Vorstellung nicht zugethan sind, welche das Licht als das Zusammengesetzte der Farben betrachtet, wird aus den bisherigen Untersuchungen nur allzuklar seyn. Vom Standpuncte der Physiologie, welche in diesen Dingen zuerst gehört zu werden verdient, haben wir Recht zu sagen: das Licht und die Farben sind nie ein sinnlich empfindbares Aeußeres, sondern immer ein sinnlich Empfundenes, die Energien der Sinnlichkeit selbst. So wie nun jedwede Art von äußerem (chemischen, galvanischen, electricischen, mechanischen) oder innerem organischen Reiz dem Sehorgane das ihm Immanente, Licht und Farben entlockt, so erregt insbesondere in diesem die Lichtempfindung dasjenige, welches wir äußeres elementarisches Licht nennen, dessen wesentliche Wirksamkeit außer den Gesetzen seiner Bewegung wir aber nicht kennen, indem uns fast nur die Reactionen organischer Körper gegen dasselbe in organischen Energien als Leuchten, Farben, Wärmeempfindung, Wachsthum, u. s. w. bekannt sind.

Die Farbe entsteht in dem Sehorgane auf gar leichte Weise durch Veränderung des Reizes, wie des Druckes, der Friction, und insbesondere immer, wenn sich das Auge aus starker Affection, welche es leuchtend empfunden hat,

bis zur Anschauung seiner eigenen Ruhe in dem sinnlich Dunkeln erhohlt.

Die Farbe entsteht auch durch Veränderung desjenigen Elementarischen, welches, wenn es das Auge nach den Gesetzen seiner Bewegung afficirt, Licht genannt wird. So wenig aber das sinnliche Licht diesem Elementarischen selbst zukommt, eben so wenig kommt ihm die Farbe als Sinnlichkeit zu. So viel nur können wir sagen: wenn wir durch jenes Elementarische die Empfindung der Farbe haben, so ist das Elementarische auch auf irgend eine Weise verändert. Und so sind wir denn vor allen physikalischen Excursionen über die Natur des Lichtes und der Farben auf unserm physiologischen Standpuncte bewahrt, und können der physikalischen Untersuchung nur die Grenzbestimmung geben, daß sie sich der Erörterungen und Controversen über die Natur des sinnlichen Lichtes und der Farben, welche Energieen der Sinne sind, enthalte, und nur die Bewegungsgesetze des Elementarischen untersuche, welches die Lichtempfindung erweckt, sofort auch die Veränderungen desselben bestimme, unter welchen es in dem Auge nicht die Lichtempfindung, sondern die Empfindung der Farbe als Energie des Sinnes erregt.

Ich habe mehrmal von Gegnern der Goethe'schen Farbenlehre gehört, daß man im Besitz gewisser noch nicht bekannter prismatischer Versuche sey, welche die Wahrheit der Newton'schen Theorie unbedenklich erweisen, die man aber bekannt zu machen billiges Bedenken trage.

Von prismatischen Versuchen aus kann aber in alle Ewigkeit nichts über die Natur des Lichtes und der Farben entschieden werden; denn diese sind nur dem Sinne, nie dem Elementarischen selbst immanent. Der Punct der Controverse kann immer nur der seyn, von welcher Art die Veränderungen des Elementarischen sind, unter welchen statt der Energie des Lichtes, die Energie der Farbe in

dem Sehorgane erweckt wird. Statt diese Veränderungen des Elementarischen in den Brechungsphänomenen genau zu bestimmen, hat die Physik etwas ihr ganz Fremdes und nie zu ihrem Vortheil ihr Gereichendes übernommen, nämlich die Veränderungen der sinnlichen Energien auf die Veränderungen des Elementarischen zu übertragen. Die Veränderungen des Elementarischen selbst, unter welchen es (gebrochen) in dem Auge statt Licht Farbe aufruft, sind aber so lange nicht zu ermitteln, als wir das, was verändert wird, das Licht seiner ihm selbst zukommenden Natur nach nicht kennen. Von dem Elementarischen kennen wir nichts, als die Gesetze seiner Bewegung in durchsichtigen und zugleich brechenden Medien.

Das ist nun gerade bei den Physikern das Unverzeihliche an der Goethe'schen Farbenlehre, daß sie sich als einfache ungekünstelte Darlegung der Phänomene von der Seite eines mit der freiesten und unbefangenen Sinnlichkeit begabten Menschen über die Theorie der Farbe enthebt und die Ueberzeugung hegt, daß über die Natur des den Sinnen selbst Angehörenden weiter nichts gesagt werden kann, als daß es eben gesehen, gehört wird, daß aber der Versuch einer Farbentheorie schon von einer in allem Beginnen irrigen Grenzbestimmung Zeugniß geben muß. Von dieser Seite ist der Goethe'schen Farbenlehre gar nicht beizukommen; sie hat das Wenigste versprochen, indem sie uns auf das Einfache hinweist, was wir selbst schon besitzen, aber in unrechter Erklärungssucht draußen setzen und suchen.

Ich meines Theils trage kein Bedenken, zu bekennen, wie sehr viel ich den Anregungen durch die Goethe'sche Farbenlehre verdanke, und kann wohl sagen, daß ohne mehrjährige Studien derselben in Verbindung mit der Anschauung der Phänomene selbst, die gegenwärtigen Untersuchungen wohl nicht entstanden wären. Insbesondere

scheue ich mich nicht zu bekennen, daß ich der Goethe'schen Farbenlehre überall dort vertraue, wo sie einfach die Phänomene darlegt und in keine Erklärungen sich einläßt, wo es auf die Beurtheilung der Hauptcontroverse ankommt. Und wenn ich auch in einzelnen Ausführungen und in den selbstständigen Ableitungen der Phänomene von einem Dritten, und namentlich, wo die Bewegungsgesetze des Lichtes zu wenig beachtet werden, mit dem genialen Urheber der Farbenlehre in bescheidener Bedenklichkeit nicht immer derselben Meinung seyn kann, so haben doch die Grenzstreitigkeiten, nach meinem Dafürhalten, gar keinen Einfluß auf die Ausführung des Grundgedankens gehabt, und können auch nur dort feindlich reizen, wo das Moment, worauf es allein ankommt, übersehen wird.

Wenn man aber bedenkt, daß gerade in diesen Außenseiten des Werkes das Meiste ausgesät war, was in den Augen eines bedächtig voranschreitenden, seine Schritte sichernden und der alten bequemen Farbentheorie anhänglichen Physikers Widerspruch erregen konnte, ja selbst, wie es in der Natur der Menschen liegt, zur falschen Beurtheilung des Ganzen bei Denen häufige Veranlassung geben mußte, welche an dem Einzelnen nur sich erfreuend und das Ganze aus dem Einzelnen beurtheilend, auch dieses jenem nicht zu opfern vermögen, so muß man wünschen, daß besonders in dem Abschnitte von den dioptrischen Farben der Vortrag eine mehr wissenschaftliche, unsern nunmehrigen mathematischen Kenntnissen von den Bewegungsgesetzen des Lichtes adaequate Gestalt erhalten hätte. Die Mathematik, als Begleiterin der Phänomene, kann zwar nie zur wahren Erkenntniß derselben, ihrer innern Natur nach, etwas Wesentliches beitragen; und in diesem Betracht kann die Farbenlehre auch der Mathematik entbehren. Aber ich bin überzeugt, daß der Urheber der Farbenlehre mit mehr Beachtung des mathematischen Theiles der Optik, auch

ohne von mathematischen Bestimmungen Gebrauch zu machen, jene Ausfaat für den Widerspruch und die feindliche Begegnung zum Theil vermieden haben würde.

Zu weiterer Förderung, Nachbringung des Fehlenden hat der Urheber der Farbenlehre selbst mehrfach und neuerlichst noch in den Nachträgen zur Chromatik aufgefordert. Der Freund des Wahren kann darin, wie er sich selbst ausdrückt, nicht sein Gegner werden. Nur im Bewußtseyn der früher erörterten Gründe, und in Folge dieses freundlichen Aufrufes erlaubt sich der Verfasser dieser Versuche die folgenden Bemerkungen; er freuet sich nicht an dem beiläufigen Irrthume in einem großen das Wahre erfassenden Ganzen, weil es ihm Gelegenheit giebt, scharfsinnig zu seyn, er fühlt sich nicht im Widerspruch mit der Natur, und liebt das einfache Wahre mehr als das complicirte Paradore. Nichts wünscht er so sehr, als daß diese Bemerkungen geeignet seyn möchten, zu zeigen, wie wenig der Gegenstand derselben bei der Beurtheilung der wesentlichsten Punkte der Farbenlehre Einfluß hat, wie sehr er Nebensache ist.

2. Physiologische Farben.

1.

Daß das Licht und die Farben dem Auge immanent sind, ist eine Grundansicht der Goethe'schen Farbenlehre, und dennoch finden wir den Urheber derselben, wenn von dem Verhältniß des Auges zum äußern Lichte die Rede ist, noch ganz auf dem Platonischen Standpuncte.

„Das Auge hat sein Daseyn dem Lichte zu danken. Aus gleichgültigen thierischen Hülforganen ruft sich das Licht ein Organ hervor, das seines gleichen werde;

und so bildet sich das Auge am Lichte, für's Licht, damit das innere Licht dem äußern entgegen trete. Hierbei erinnern wir uns der alten Ionischen Schule, welche mit so großer Bedeutsamkeit wiederholte: nur von Gleichem werde Gleiches erkannt, wie auch der Worte eines alten Mystikers:

Wär' nicht das Auge sonnenhaft,
wie könnten wir das Licht erblicken? u. s. w.

Gene unmittelbare Verwandtschaft des Lichtes und des Auges wird Niemand läugnen, aber sich beide als eins und dasselbe zu denken, hat mehr Schwierigkeit. Indessen wird es faßlicher, wenn man behauptet, im Auge wohne ein ruhendes Licht, das bei der mindesten Veranlassung von innen oder von aussen erregt werde. Wir können in der Finsterniß durch Forderungen der Einbildungskraft uns die hellsten Bilder hervorrufen. Im Traume erscheinen uns die Gegenstände wie am vollen Tage. Im wachenden Zustande wird uns die leiseste äußere Lichteinwirkung bemerkbar; ja wenn das Organ einen mechanischen Anstoß erleidet, so springen Licht und Farben hervor.“

2.

Die Unbestimmtheit leuchtet ein. Das Auge hat einmal Licht und Farbe ohne äußeres elementarisches Licht in sich, es bedarf dazu nicht des Gleichartigen, des äußern elementarischen Lichtes, sondern, wie wir sehen, nur des mechanischen Anstosses, der Einbildungskraft. Müssen wir nicht glauben, daß auch das äußere Licht dem Auge ein Ungleichartiges, ja in Hinsicht seiner Natur durchaus Gleichgültiges ist, da wir sehen, daß, von welcher Natur das äußere elementarische Licht immer ist, es so gut wie der mechanische Anstoß

Lichtempfindung in dem Auge hervorrufen muß, wenn es nur überhaupt das Auge afficiren kann.

3.

Der Urheber der Farbenlehre enthebt sich gleich Anfangs der Untersuchung über die Natur des Lichtes und der Farben, indem er uns nur umständlich zu zeigen verspricht, wie die Farbe erscheine. Dieß mit Recht, denn das Nothwendigste war Aufgabe, einfache Darlegung aller Phänomene der Farbenwelt von Seiten des Beobachters, frei von allen, die unbefangene Anschauung fesselnden, erklärungsüchtigen Operationen. Gleichwohl wird diese Unbestimmtheit in der Folge der Untersuchung wichtig, wo das Dunkle, das Schattige, als sinnlich Objectives und zur Verwirklichung der Farbe Mitwirkendes in Betracht kommt. Das Elementarische, welches in dem Auge Lichtempfindung und nach Maß seiner Einwirkung in der Breite lichte Bilder hervorrufft, kann äußerlich in seinen Bewegungen durch brechende Medien verändert werden, und der äußerlichen Veränderung entsprechen nothwendig räumliche Veränderungen des lichten Bildes in dem Sehorgane. Aber dem Dunkeln im Auge entspricht nicht wie dem Lichten ein äußeres Elementarisches; denn überall, wo das Elementarische das Auge nicht afficirt, schaut sich das Auge in seiner eigenen Ruhe dunkel an. Wenn es also dunkle Bilder nach Maßgabe der ruhenden Theile des Auges neben hellen Bildern der afficirten Theile des Auges giebt, so können zwar die hellen Bilder durch Veränderung des Elementarischen verändert werden, nicht aber die dunkeln Bilder, als welchen kein veränderbares äußeres Elementarisches entspricht. Diese Gedanken werden uns besonders wichtig für die Beurtheilung der von den dioptrischen Farben gegebenen Erklärung. Hier aber mögen wir noch eines an-

bern subjectiven Phänomenes gedenken, das uns eine andere Auslegung zu verdienen scheint.

Schwarze und weiße Bilder zum Auge.

4.

§. 15. „Wie sich die Netzhaut gegen Hell und Dunkel überhaupt verhält, so verhält sie sich auch gegen dunkle und helle einzelne Gegenstände. Wenn Licht und Finsterniß ihr im Ganzen verschiedene Stimmungen geben, so werden schwarze und weiße Bilder, die zugleich ins Auge fallen, diejenigen Zustände neben einander bewirken, welche durch Licht und Finsterniß in einer Folge hervorgebracht werden.“

§. 16. „Ein dunkler Gegenstand erscheint kleiner, als ein heller von derselben Größe. Man sehe zugleich eine weiße Rundung auf schwarzem, eine schwarze auf weißem Grunde, welche nach einerlei Zirkelschlag ausgeschnitten sind, in einiger Entfernung an, und man wird die letztere etwa um ein Fünftel kleiner, als die erste sehen. Man mache das schwarze Bild um so viel größer, und sie werden gleich erscheinen.“

5.

Ohne die Theilnahme des Markgebildes an dem Affecte über die unmittelbar von dem Lichte in Thätigkeit gesetzten Stellen hinaus läugnen, was mehrfache subjective Gesichterscheinungen verbieten, so hat das großer Scheitern der hellen Bilder auch seine objectiven Gründe. Die brechenden Medien des Auges sammeln zwar das von einzelnen Puncten des Objectes radial ausgehende Licht in der Vereinigungsweite der Bilder auch wieder zu einzelnen Lichtpuncten, und diese Sammlung ist um so bestimmter, das Bild um so reiner, je mehr die Entfernung der Netzhaut

von der Linse her aus physischen Gründen nothwendig bestimmten Vereinigungsweite des Bildes sich nähert. Indessen hat diese Wirkung der brechenden Medien doch auch ihre Grenzen, und die deutliche Begrenzung der Bilder ist überhaupt eine relative. Nicht leicht möchte von allen Punkten des Objectes auch eine entsprechende punctförmige Vereinigung des Lichtes im Bilde sich darstellen. Auch bei dem schärfsten Sehen werden sich, namentlich außer der Sehachse, an den Rändern des Bildes Zerstreuungskreise des Lichtes bilden, wodurch die Ränder erweitert werden müssen. Wenn nun das Auge, wo es dem Reize des äußern elementarischen Lichtes nicht ausgesetzt ist, im Zustande seiner Ruhe sich schattig, dunkel sieht, so kann auch nie eine Erweiterung des dunkeln Bildes statt finden. Die hellen Bilder auf dunkeln Grunde wachsen also aus objectiven Gründen auf Kosten der dunkeln Umgebung. Und so sind helle Bilder auf dunkeln Grunde größer, dunkle Bilder, von lichthem Rande umflossen, kleiner. Der größere Umfang der hellen Bilder wächst aber nothwendig mit der Größe der Zerstreuungskreise, oder mit dem undeutlichen Sehen.

Helligkeit und Dunkelheit der Blendungsbilder.

6.

Die Blendungsbilder erfordern nach den Untersuchungen von Goethe und Purkinje immer noch eine genauere Ordnung des Phänomenologischen. Die folgenden Bestimmungen kommen mit der Erfahrung überein.

Das Sehen begrenzter Bilder beruht allein darauf, daß das Auge in verschiedenen Theilen der Markhaut gereizt, in anderen ruhend ist. Das geschlossene Auge steht sich im Zustande der Ruhe ganz finster. Das vollkommen

amaurotische Auge hat aber nicht einmal die Empfindung seiner eigenen Ruhe, es hat keine Empfindung der Finsterniß vor dem Auge mehr. So ist uns auch bei geschlossenen Augen nur das Vor uns finster, und von dem, was hinter uns ist, haben wir selbst bei geschlossenen Augen nicht die Vorstellung des Finstern; sondern wir sind in Beziehung auf dieses empfindungslos. Da das Auge, wo es dunkel sieht, nicht afficirt wird, so können dunkle Bilder für sich auch nie Nachbilder erwecken.

7.

Die Umkehrung der Nachbilder beruht auf der Ungleichartigkeit eines neuen, das ganze Auge ergreifenden Lichteindrucks, oder auf der Ungleichartigkeit einer neuen Beleuchtung mit den in dem Auge gesetzten subjectiven Unterschieden der Nachbilder.

8.

In den folgenden Bestimmungen heißt das reine Nachbild, welches nach der Fixation eines Gegenstandes in dem geschlossenen Auge haftet, und nicht erst wieder durch eine neue Beleuchtung verändert worden.

9.

Das reine Nachbild eines hellen Gegenstandes in einem dunkeln Grunde ist in dem ruhenden und sich erhöhenden geschlossenen Auge hell.

10.

Das reine Nachbild eines sehr hellen blendenden Spectrums in einem minder hellen Grunde ist in dem geschlossenen Auge dunkel, weil die Retina an der geblendeten Stelle im Zustande der unvollkommenen Lähmung ist. Das Nachbild der minder hellen Umgebung behält im geschlossenen

nen Auge einen hellen Schimmer. Die überreizte Stelle erhöht sich aus dem Dunkeln zum Hellen in den subjectiven Blendungsfarben, in der von Goethe richtig angegebenen Abstufung.

11.

Das reine Nachbild eines lichten Grundes mit dunkeln Felde gleicht dem objectiven Bilde, wobei diejenige Stelle der Retina, welche ruhend dem dunkeln objectiven Felde entsprach, in ihrer Ruhe verharret.

12.

Alle reinen Nachbilder der geschlossenen, nicht beleuchteten Augen wechseln das Lichte mit dem Schattigen und dieses mit jenem, wenn die eröffneten Augen von einem lichten Grunde allgemein beleuchtet werden, oder wenn das intensive Tageslicht durch die geschlossenen Augenlieder durchscheint. Die Beleuchtung wirkt unter diesen Umständen auf die gereizten und ruhenden Theile des Auges gleichförmig; die inmitten des Nachbildes ruhenden also sich dunkel anschauenden Theile des Auges sind empfindlich für einen neuen Lichteindruck; der allgemeine Lichteindruck macht diese Stellen leuchtend, während er den gereizten Stellen gleichartig und gleichgültig ist.

13.

Ein dunkler Grund läßt das Auge in seiner Beruhigung, kehrt also die reinen Nachbilder der eröffneten Augen nicht um. Es ist also nicht gleichgültig, auf welchem Grunde man die Nachbilder der Lichteindrücke beobachtet, das Nachbild ist angetrübt nur auf dunkeln Grunde. Die Blendungsbilder, welche, wie man sagt, auf einen lichten Grund geworfen werden, werden complicirte Phänomene.

Ich habe diese Punkte hier beiläufig erörtern wollen, weil außer diesem Gesichtspuncte in den Phänomenen der Nachbilder immer noch einiger Widerspruch obzuwalten scheint.

3. Physische Farben.

Bedingungen der Farbenentstehung.

14.

Da das äußere Licht nur leuchtend ist, insofern es das Auge afficirt, und dann als Energie des Auges gesehen wird, so wollen wir, um die Energie des Auges, mit dem äußern Lichte als Reiz zu dieser Energie nicht zu verwechseln, dieses Äußere, von dem wir nur seine Bewegungsgesetze kennen, schlechthin das Elementarische nennen.

15.

Dasjenige Elementarische, welches, wenn es mit dem Auge in Berührung kommt, in ihm die Empfindung des Lichtes, als Energie des Auges aufruft, erweckt, unter gewissen Bedingungen verändert, in dem Auge statt der Empfindung des Lichtes die Empfindung des Farbigen, als Energie des Auges.

16.

Das Elementarische, was wir Licht nennen, erweckt die Empfindung des Lichtes als Energie des Auges nur dann, wenn es in gleicher Intensität mit den afficirten Theilen der Sehsubstantz in Berührung kommt.

17.

Das Elementarische, was wir Licht nennen, erweckt die Empfindung der Farbe als Energie des Auges dann, wenn das Licht die Sehsubstantz nicht gleichmäßig in allen Theilen afficirt, sondern über die in ihrer Ruhe sich sinnlich dunkel anschauenden Theile des Markgebildes zerstreut wird.

18.

Das Elementarische kann im Zustande sehr geringer Intensität in dem Auge die Empfindung des schwachen Lichtes ohne Farbenercheinung aufrufen, wenn es das Auge nur in allen Theilen gleichmäßig afficirt. Unter diesen Bedingungen entsteht die Empfindung des Grauen.

19.

Wenn aber das Elementarische nicht so sehr als geschwächt und verdünnt das Auge immer noch gleichmäßig afficirt, sondern über die in ihrer Ruhe sich dunkel sehende Netzhaut zerstreut wird, so entsteht nicht die Empfindung des Grauen, sondern die Empfindung des Farbigen als Energie des Auges.

20.

Die Entstehung der hellsten Farbe, des Gelben, als Energie des Auges, scheint bedingt: durch geringe Zerstreung des intensiv wirkenden Elementarischen auf der in der Ruhe sonst sich dunkel sehenden Netzhaut.

Die Entstehung des Rothten als Energie des Auges scheint bedingt: durch geringe Zerstreung des schwach wirkenden Elementarischen.

Die Entstehung der dunkelsten Farbe, des Blauen, als Energie des Auges, scheint bedingt: durch große Zerstreung des schwach wirkenden Elementarischen.

21.

Die Uebergänge des Einen und des Andern in Dran-

gen und Violett entstehen durch Steigerung der Bedingungen.

22.

Das Grüne, als Energie des Auges, scheint zu entstehen, wo die Bedingungen der hellsten und der dunkelsten Farbe zusammenkommen, geringe Zerstreuung des intensiven und große Zerstreuung des schwachwirkenden Elementarischen, also bei einer mittlern Zerstreuung und mittlern Intensität des Lichtes.

23.

Die Bedingungen zur Zerstreuung des Elementarischen sind in den trüben Mitteln und den brechenden Medien auf verschiedene Art gegeben.

Dioptrische Farben durch trübe Mittel.

24.

Helles Licht, durch ein trübes, halb durchsichtiges Mittel gesehen, erscheint nicht mehr in der Energie des Lichtes, sondern des Gelben und Rothens.

25.

Sehr geschwächtes Licht von dunkeln Gegenständen, durch trübe Mittel gesehen, erscheint nicht in der Energie des Grauen, sondern des Violetten und Blauen.

26.

Hier sehen wir also die simultane Verbindung des Affectes und der Ruhe durch die Zerstreuung dessen, was sonst die Empfindung des Lichtes erweckt, auf einem in der Ruhe sich dunkel anschauenden Organe, zu denselben Phänomenen. treiben, wie die successive Verbindung des Affectes und der Ruhe. Denn das von einem intensiven Lichteindrucke sich erhohlende Auge gelangt zur Ruhe oder Anschauung des Dunkeln erst durch das Abklingen der Blendungsfarben.

Dioptrische Farben durch Refraction.

27.

Die Bedingungen zur Zerstreung des Elementarischen sind aber auch in den brechenden Medien gegeben. Wenn ein dichtes durchsichtiges Medium unvollkommen bricht, so daß es kein reines Bild wirkt, sondern am Rande das Licht zerstreut über ein in der Ruhe sich dunkel anschauendes Organ, so entsteht ein Farbensaum.

28.

Daß ein deutliches Bild durch Vermittelung eines vollkommen brechenden Mittels im Auge oder auf jeder andern Fläche entstehe, ist Bedingung, daß die das Spectrum aufnehmende Fläche in der Vereinigungsweite des Bildes in Beziehung auf das brechende Medium sey. Diese Vereinigungsweite des Bildes wechselt nach der Entfernung des Gegenstandes von dem brechenden Medium und nach der Brechkraft oder Brennweite des letztern. So wird bei einer bestimmten Entfernung des Gegenstandes von einem brechenden Medium von bestimmter Brennkraft die Vereinigungsweite des Bildes für diese Bedingungen so gefunden, wenn man das Product aus der Brennweite der Linse in die Entfernung des Gegenstandes von der Linse durch die Differenz der Entfernung des Gegenstandes von der Brennweite dividirt.

29.

Convexe und concave Linsen bilden vergrößernd und verkleinernd, wenn das Spectrum in der Vereinigungsweite des Bildes ist, als schlechthin und vollkommen brechend keine Farbensäume um das vergrößerte oder verkleinerte Spectrum, weil es nicht zur Zerstreung des Lichtes kommt, vielmehr alles Licht in dem vergrößerten oder

verkleinerten Spectrum sich eben so sammelt, wie es vom Objecte ausgegangen. Wir heben diesen Punct besonders heraus, weil Goethe die Farbenerscheinung mit Unrecht als ein die Refraction immer begleitendes, von ihr unzertrennliches Phänomen betrachtet hat.

30.

Ist die das Bild aufnehmende Fläche außer der Vereinigungsweite des Bildes, so wird das von allen Puncten des Gegenstandes ausströmende Licht nicht wieder in sprechenden einzelnen Puncten des Bildes gesammelt. Es entstehen Zerstreuungskreise des Lichtes; und der Gegenstand wird undeutlich gesehen.

31.

Ist ein auf diese Art undeutlich gesehener Gegenstand lichtschattig, helldunkel, so erscheinen da, wo sich im Gegenstande Hell und Dunkel berühren, im Bilde farbige Säume, weil die Bedingungen der Farbenerscheinung erfüllt sind, weil das Elementarische über ein in seiner Ruhe sich dunkel anschauendes Sehorgan am Rande des Dunkeln zerstreut wird.

32.

Zur Erscheinung der Farbe durch Refraction gehören also zwei nothwendige Bedingungen:

1. Daß das Licht bei einem undeutlich gesehenen Bilde zerstreut werde.

2. Daß das Licht über ein in seiner Ruhe sich dunkel anschauendes Sehorgan zerstreut werde, oder undeutlich gesehene Grenze des Lichtes und Dunkeln.

33.

Es sey uns erlaubt, auch hier anzuzeigen, wo wir

mit der in der Goethe'schen Farbenlehre gegebenen Deutung nicht vollkommen uns befriedigen können.

Medien, welche das Licht brechen, können zwar die Grenzen des Lichts in den Bildern ausdehnen, nicht aber das Dunkle im Bilde zugleich erweitern. Denn dunkel ist Alles, wo die Netzhaut im Sehfelde sich selbst im Zustande der Ruhe sieht. Die Goethe'sche Vorstellung von der Bewegung des dunkeln Feldes über den hellen Grund, und dieses über jenes, wodurch an der Grenze die Farbensäume entstehen sollen, ist daher in diesem Sinne nicht beizubehalten. Das Licht kann zwar an der Grenze des Dunkeln, das wir in Beziehung auf das Auge das Affectlose nennen möchten, über die ruhenden Theile des Auges zerstreut werden, und es ist allerdings wahr, daß überall, wo dieses geschieht, Farbensäume entstehen, indem die Netzhaut den Unterschied desjenigen, welches einzeln Hell und Dunkel in ihr setzt, in demselben Orte gleichzeitig oder naheinander wirkend, in Farbenphänomene beschwichtigt, wohin die abklingenden Blendungsfarben und die dioptrischen Farbensäume gehören. Indem wir uns aber von der Goethe'schen Vorstellung, welche das Dunkle und Helle gegenseitig über einander wegführt, befreien, bleiben wir jedoch ganz und gar bei der Goethe'schen Darstellung der Phänomene selbst, und huldigen namentlich dem Goethe'schen Grundsatz, daß zur Farbenproduction Grenze des Dunkeln und Lichts nothwendige Bedingung sey.

34.

In der Verfolgung der dioptrischen Farben bis zu den prismatischen Phänomenen kann keine Methode naturgemäßer, zuverlässiger seyn, als die subjectiven dioptrischen Farben zu untersuchen, welche, ohne äußeres brechendes Medium, durch die brechenden Mittel unseres Auges unter gewissen Bedingungen nothwendig erscheinen. Es wird uns

hier zuvörderst der Grundsatz bestätigt, daß bei einem achromatischen Mittel die Farbenerscheinung erst dann eintrete, wenn das Bild nicht in der natürlichen Vereinigungsweite desselben aufgefangen wird.

35.

Sehen wir durch die brechenden Medien unseres Auges einen lichtschattigen Gegenstand an, während das Auge für das deutliche Sehen in größerer Ferne eingerichtet ist, so ist die Ordnung der Farben vom hellen Felde zum dunkeln Grunde oder vom hellen Grunde zum dunkeln Felde: Violett, Blau, Gelb, Roth.

36.

Sehen wir aber durch die brechenden Medien unseres Auges einen lichtschattigen Gegenstand an, während das Auge für das deutliche Sehen eines näheren Gegenstandes eingerichtet ist, so ist die Ordnung vom Hellen zum Dunkeln umgekehrt: Roth, Gelb, Blau, Violett.

37.

Da die Phänomene der subjectiven dioptrischen Farbensäume, welche das undeutliche Sehen bei jedem Menschen begleiten, schon in der Abhandlung über das natürliche Doppeltsehen umständlich vorgetragen worden, so haben wir hier nur auf diese Ausführung zu verweisen. Bei dieser Gelegenheit bedauern wir sehr, daß diese Urphänomene der dioptrischen Farben in der Goethe'schen Farbenlehre übersehen worden sind. Ohne Zweifel wären im andern Falle die Bedingungen der Farbenentstehung wohl noch richtiger angegeben worden.

38.

Diese Erscheinungen treten dann eben so gut ein, wenn wir uns äußerer Linsen bedienen, durch dieselbe durchsehen,

oder durch dieselben auf einer Wand un deutliche Bilder bewirken , deren an der Grenze des Dunkeln und Hellen zerstreutes Licht, in dem letztern Falle von der Wand, reflectirt in unserm Auge zum zweiten Bilde geworden, dort wie bei dem un deutlichen Sehen ohne Linsen Farbensäume bewirken muß.

39.

In der That kömmt es hier, wie man gegen die Goethe'sche Erklärung, aber nicht gegen die Goethe'schen Grundsätze der Farbenlehre einwenden kann, gar nicht wesentlich auf Vergrößerung oder Verkleinerung des Bildes an, und es ist keineswegs constant, was Goethe behauptet hat, daß das vergrößerte helle Bild auf dunkeln Grunde mit blauem, das verkleinerte Bild mit gelbem Grunde erscheine.

40.

Vergrößernd bildet dieselbe convexe Linse bald den blauen bald den gelben Farbensaum, je nachdem das un deutliche Bild mit zerstreutem Lichte bald vor bald hinter der Vereinigungsweite entworfen wird.

41.

Eine reine achromatische Linse bildet durchaus keinen Farbensaum, wenn der lichtschattige Gegenstand in der Vereinigungsweite ist, weil es nicht zur Zerstreung des Lichtes kommt. Eine achromatische Linse bildet immer Farbensäume, wenn das Lichtschattige außer der Vereinigungsweite des Bildes ist, weil das Licht an der hell dunkeln Grenze zerstreut wird.

42.

Als Bedingungen, unter welchen die Farbenerscheinung zunimmt, führt der Naturforscher, um zum Begriffe des Prisma zu kommen, an :

« Erstlich, wenn das Auge gegen parallele Mittel eine schiefere Richtung hat,

« Zweitens, wenn das Mittel aufhört, parallel zu seyn, und einen mehr oder weniger spitzigen Winkel bildet,

« Drittens, durch verstärktes Maß des Mittels, es sey nun, daß parallele Mittel im Volumen zunehmen, oder die Grade des spizen Winkels verstärkt werden, doch so daß sie keinen rechten Winkel bilden. »

43.

Dieser Fortgang führt naturgemäß zum physikalischen Begriffe des Prisma, welcher in der That von der ältern Farbenlehre auf das Willkührlichste ausgelegt worden. In dessen ist doch die dritte Bedingung nur in einer gewissen Beschränkung zu gestatten. Die Brechkraft des Mittels hängt von der Dichtigkeit und Brennbarkeit desselben ab und ist insbesondere in seinem Unterschiede von anderen mit ihm verbundenen Medien in dieser Beziehung bedingt. Wie nun bei einer gewissen Brechkraft die Stellung der Fläche des Mittels gegen das einfallende Licht die Bewegung des letztern bestimmt, so ist die Dicke des Materials zwischen der Einfallfläche und der Austrittsfläche an sich durchaus ohne Einfluß auf die Brechung. In wie fern aber bei einer gewissen gleichen Brechkraft zweier Mittel das eine derselben, vermöge seiner chemischen Constitution, undeutliche Bilder wirkend das Licht mehr zerstreut, wird bei einem Medium der letztern Art unter sonst gleicher Brechkraft die Farbenerscheinung mit dem Volumen desselben wachsen.

44.

Das Prisma ist das am meisten chromatische Mittel, weil es gar keine Vereinigungsweite des deutlichen Bildes hat, das Licht also in allen Fällen zerstreut.

Die achromatischen, vollkommen brechenden Linsen bilden dann noch Farbsäume, wenn das Bild außer der natürlichen zur Deutlichkeit nothwendigen Vereinigungsweite ist.

Ein achromatisches Prisma kann es gar nicht geben. Bei der vollkommensten Brechung bildet das Prisma ein undeutliches nicht scharf begrenztes Bild.

Achromasie und Hyperchromasie.

45.

So wie nun jede Linse bei jeder Größe des Bildes das Licht zerstreut, sobald das Spectrum nicht in der Vereinigungsweite des Bildes aufgefangen wird, und also Farbsäume entwickelt, so kann eine Linse bei einer gewissen Brechkraft auch immer zugleich lichtzerstreuend seyn. Zwei Linsen brechen gleich stark, vergrößern in gleicher Entfernung gleich stark, aber ihre Bilder sind ungleich an Deutlichkeit; wenn auch gleich stark brechend, brechen sie ungleich vollkommen, und bei derselben Größe des Bildes zerstreut die eine Linse vermöge ihrer chemischen die unvollkommene Brechkraft bedingenden Constitution immer noch Licht, welches an der Grenze des Dunkeln zur Erscheinung der Farbe kommt.

Stark brechen und vollkommen brechen sind also ganz verschiedene Dinge. Gewisses durchsichtiges Material hat nie eine feste Vereinigungsweite des Bildes, und ist deswegen immer chromatisch.

46.

Dies scheint allein die naturgemäße Erklärung der Achromasie und Hyperchromasie, welche in der Goethe'schen Farbenlehre keine vollständige Erklärung haben, weil

Goethe die Farbenerscheinung als ein die Refraction constant begleitendes Phänomen betrachtet, da sie doch nur dann eintritt, wenn ein Medium, unvollkommen brechend, immer Licht zerstreut, oder vollkommen brechend bei einer verkehrten Vereinigungsweite des Bildes das Licht zerstreut.

Achromasie des Auges.

Man kann nur so lange nach den Gründen der Achromasie des Auges fragen, als man bei der Vorstellung stehen bleibt, die Farbe begleite die Refraction in größerem und geringerem Grade immer. Das Auge ist aber in der That chromatisch durch die subjectiven dioptrischen Farbensäume beim undeutlichen Sehen außer der Vereinigungsweite des Bildes, weil alle achromatischen Mittel doch einen Farbensaum bilden, sobald das Spectrum nicht in der Vereinigungsweite des Bildes ist; in anderm Sinne ist das Auge achromatisch, denn seine vollkommen brechenden Mittel bilden, Licht zerstreugend, Farbensäume nur allein unter der angegebenen Bedingung; so lange aber das Spectrum in der Vereinigungsweite des Bildes aufgefaßt wird, wie von einem gesunden sehkräftigen Auge gewöhnlich geschieht, so lange können keine Farben entstehen, wie bei allen solchen Mitteln, welche bei vollkommener Brechkraft in der Vereinigungsweite des Bildes das Licht nicht zerstreuen. Die oft ventilirte Frage von der Achromasie des Auges beruht also zum großen Theil auf einem Mißverständnisse.

Subjective Lichthöfe.

47.

Goethe hat die subjectiven Lichthöfe in den Cyclus der physiologischen Farben aufgenommen und sie, wie auch

die pathologischen Farbensäume, von den dioptrischen Farben getrennt. So wie nun die physiologischen und pathologischen Farbensäume durchaus nur in den brechenden Mitteln des Auges bedingt sind und mit der Veränderung des Refraktionszustandes so nothwendig eintreten, wie durch den Gebrauch äußerer brechender Mittel, wie also die Farbensäume in der That zu den dioptrischen Farben gezählt und von den physiologischen im Goethe'schen Sinne getrennt werden müssen, so glauben wir auch mit demselben Rechte den subjectiven Lichthöfen eine nur dioptrische Entstehung anweisen zu dürfen, und müssen auch hierin von der Goethe'schen Anordnung abweichen. Diese Lichthöfe bleiben zwar immer insofern subjectiv, weil ihre Entstehung nicht von äußeren brechenden Mitteln sondern von denen des Auges selbst, wie auch bei den subjectiven Farbensäumen, abhängt, indem sie verschwinden, wenn man den leuchtenden Gegenstand, der sie auf der Netzhaut hervorbringt, zudeckt. Goethe reihet die subjectiven Höfe an die Erweiterung der hellen Bilder an und betrachtet sie durch ein Abklingen des Eindruckes in die ruhenden Stellen hin entstanden; denn das leuchtende Bild wirke nicht allein als Bild, sondern auch als Energie über sich hinaus, es verbreite sich vom Mittelpuncte aus nach der Peripherie.

48.

Purkinje, dem wir überall so gern folgen, scheint uns auch selbst hier von dem Wahren um einer Analogie willen sich entfernt zu haben. Er betrachtet die Nervenhaut als ein trübes Mittel, dessen Trübheit durch die Discontinuität der Markkugeln bedingt ist, welche, obwohl einzeln durchsichtig, dennoch durch die vielfältige Reflexion an ihren Oberflächen die Intension des durchgehenden Lichtes schwächen, seine Qualität ändern, daß es

farbig wird, und seine Richtung vielfach ableiten, so daß nach denselben Gesetzen, wie außerhalb des Organismus, in einem vor einem Lichte schwebenden Dunste, oder in einem weißen Glase bald ein lichter Schein allein, bald mit farbigen Rändern erscheint, nur mit dem Unterschiede, daß in der Netzhaut alle Modificationen des Lichtes eben dort, wo sie entstehen, auch empfunden werden *).

49.

Ich glaube nicht, daß man aus den vorausgeschickten Erklärungen die Nothwendigkeit der Erscheinung begreifen werde. Die Erweiterung der hellen Bilder hat ihren optischen Grund, ebenso der Lichthof, und es ist nicht einzusehen, warum dieselben Lichthöfe bald farbloser Schein, bald Farbensäume seyn sollen, warum die Lichthöfe nur bei begrenzten kleinen und nur bei mäßig leuchtenden Bildern eintreten, ein blendendes Bild aber scharf ohne Wirkung nach der Peripherie hin sich auf der Retine begrenzet. Betrachten wir aber die Verhältnisse, unter welchen wir ein mäßig leuchtendes Bild in einem dunkeln Grunde sehen, näher, so werden wir bald die Erscheinung des farbigen Saumes als nothwendig unausbleibar und eins mit den übrigen physiologischen und pathologischen Farbensäumen erkennen.

50.

Wenn das ganze Gesichtsfeld erleuchtet ist, so daß das objective Licht, von allen Seiten in die Pupille einbringend, auch die seitlichen Theile des Auges erleuchtet, wird kein bedeutender Unterschied der Helligkeit zwischen der hintern Wand der Iris und der durch reflectirtes Licht

*) Am a. D. S. 87.

erhellten durch die Pupille gesehenen Cornea seyn. Wenn aber in einem dunkeln Raume ein mäßig leuchtendes Bild, wie die Kerzenflamme, betrachtet wird, so bildet das durch die Pupille einströmende Licht nur einen begrenzten Ke gel, von dem nur der Rand der Iris selbst erhellt wird. Die hintere Wand der Iris bleibt unter diesen Umständen völlig dunkel, während das auf die Cornea einfallende Licht zum Theil zum Bilde der Kerzenflamme auf dem Boden des Auges vereinigt wird, zum Theil, wie bei allen brechenden Medien, die Cornea selbst erhellet.

52.

Unter diesen Umständen, wenn das leuchtende Bild im dunkeln Raume beschränkt und klein ist, sind also die vorderen Theile des Auges, nämlich die erhellen durch die Pupille gesehenen Theile der Cornea und die dunkle hintere Wand der Iris Gegenstände wenigstens des undeutlichen Sehens, und wir können von diesen Theilen des Auges, als Gegenständen des Sehens, unter keinen anderen Bedingungen als den angegebenen wissen. Zugleich liegen diese Theile in einer solchen Nähe der brechenden Linse, und die Bedingungen der Bilderentstehung sind bei dem geringen refrangirenden Unterschiede der wässerigen Feuchtigkeit und der Linse so unvollständig, daß das von dem Rande der dunkeln Iriswand auf dem Boden des Auges entworfene Bild auch höchst unvollständig seyn muß.

Dieser Gegenstand des undeutlichen Sehens ist neben dem deutlichen Bilde der Kerzenflamme ein trüber Lichtschein (durch das von der Cornea reflectirte Licht bedingt) in dunkeln Raume, welcher durch die hintere schattige Wand der Iris gesetzt ist. Da nun alle undeutlich gesehenen lichtschattigen Bilder an den Stellen der Grenze in Farbensäumen erscheinen, so werden wir auch den Rand

der Iris unter den gegebenen Bedingungen als farbigen Saum um den trüben Lichtschein sehen müssen, da hier die Gründe der Lichtzerstreuung, des undeutlichen Sehens und des Farbensaumes zugleich die größten sind.

53.

Und so sehen wir also überall, wo im dunkeln Raume mäßig leuchtende begrenzte Bilder betrachtet werden, einmal den trüben Lichtschein als nächste Umgebung des Bildes, und nicht durch Energie des Lichtes in der Retina, sondern durch objective Bedingungen erzeugt und ferner um den trüben Lichtschein die bekannten Ringe der farbigen Säume, welche gewöhnlich in folgender Ordnung von Innen nach Außen erscheinen: trüber kreisförmiger Lichtschein, Gelb, Roth, Grün, Roth.

54.

Diese unsere Ansicht von der Entstehung der subjectiven farbigen Lichthöfe führt eine wunderliche Erscheinung auf ein allgemeines Naturphänomen zurück und ist daher keine Erklärung mehr, denn sie zeigt, wie die Erscheinung nicht anders als nothwendig sey.

55.

Damit stimmen denn auch alle Momente, die bei der Entstehung der farbigen Lichthöfe zugleich vorhanden sind, da man schwerlich bei irgend einer isolirten Erklärung diese zu deuten im Stande seyn möchte. Immer werden sich die Lichthöfe nicht nach dem objectiven Bilde, sondern mit der Pupille verändern.

56.

1. Wenn unsere Ansicht richtig ist, so müssen die farbigen Höfe weiter werden und der trübe Lichtschein sich

ausdehnen, je mehr man sich von dem Lichte entfernt, weil nämlich mit dieser Entfernung die Größe der Pupille wächst. Daß dem so sey, wird jeder durch eigene Beobachtung sich überzeugen. Diese Erscheinung steht im vollkommenen Widerspruch mit allen anderen Erklärungen, da nämlich die Größe des objectiven Bildes mit der Entfernung abnimmt. Eben so die folgende.

57.

2. Welche Form dem leuchtenden Bilde zukomme, die Form der Lichthöfe ist nicht die des leuchtenden Bildes wie der Kerzenflamme, sondern rund, wie die Pupille.

58.

3. Die Lichthöfe erscheinen nur bei kleinen leuchtenden Gegenständen, weil bei einem größern Umfange des Lichteinflusses die Begrenzung der schattigen Wand der Iris und der durchscheinenden erhellten Cornea aufgehoben würde. Bei allen leuchtenden Bildern, welche die Größe des farbigen Saumes vom Rande der Iris erreichen, können sie aus dem Grunde schon nicht erscheinen, weil das hellere Bild selbst den Eindruck der leichten farbigen Säume aufhebt.

59.

4. Sie erscheinen nur bei mäßigem Lichte des Objectes, weil die Blendung des Auges die Beobachtung feiner Farbenunterschiede nicht zuläßt.

60.

5. Sie erscheinen nur, wenn das mäßig leuchtende begrenzte Bild auf einem dunkeln Grunde ruht, weil dann nur die Bedingungen zu einem lichtschattigen Bilde der vorderen Theile des Auges gegeben sind. Im andern Falle

auf hellem Grunde erscheint nur der trübe Lichtschein, wegen dem von der Cornea reflectirten Lichte.

61.

6. Die subjectiven Farbenhöfe müssen noch erscheinen, wenn das leuchtende Object nur zum Theil zugedeckt wird, und zwar ununterbrochen; sie scheinen dann zum Theil auf den deckenden Körper geworfen. So ist der Farbenhof nicht unterbrochen, wo die Hand oder eine Scheibe das äußere leuchtende Object zur Hälfte deckt, sondern erscheint hier auch vor der deckenden Hand vollständig, weil es nicht an die Ferne des objectiven Bildes, sondern auf die Erhellung der Cornea ankommt, welche, wenigstens im Umfange, bis zum Rande der Iris noch eben so vollständig ist, wenn das äußere Licht zum Theil zugedeckt wird. Die subjectiven Farbenhöfe verschwinden aber ganz, wenn das Object ganz bedeckt und alle Erhellung der Cornea intercipirt wird, ohne daß sich der deckende Körper über den Umfang des Lichthofes selbst ausdehne.

62.

7. Die Undulationen der Farbenhöfe sind gleichzeitig mit den Undulationen der Iris und haben nichts mit undulirenden Bewegungen in der Netzhaut zu thun.

63.

8. Die Farbenhöfe sind am größten nach der Lähmung der Iris durch Belladonnenextract bei der größten Pupille und in allen nervösen Zuständen, welche eine große Pupille bedingen, auch nach dem Aufwachen. Die letzteren Bedingungen trafen dann freilich zusammen, als Descartes, im Schiffe schlafend, erwachte und die Lichthöfe so besonders lebhaft erblickte.

Wir glauben nun unser Phänomen so abgegrenzt, von dem Fremdartigen gereinigt und zugleich auch wieder so auf die dioptrischen Farben zurückgeführt zu haben, daß wir nicht nöthig haben werden, den Unterschied der Entstehung objectiver dioptrischer Lichthöfe und des funkelnden Scheines der Sterne näher zu entwickeln, wobei wir nur an die Arbeiten von Arago und Alexander v. Humboldt über diesen Gegenstand erinnern wollen.

4. Chemische Farben.

Verbreitung der Farben unter den Insecten.

Goethe's Farbenlehre, LII.

§. 657. » Mit der Form verwandelt sich auch die Farbe, und ein gewisses Gesetz leitet sowohl die allgemeine Färbung, als auch die besondere, wie wir sie nennen möchten, diejenige nämlich, wodurch die einzelne Feder scheckig wird. Dieses ist es, woraus alle Zeichnung des bunten Gefieders entspringt, und woraus zuletzt das Pfauenauge hervorgeht. »

§. 649. « Am Auffallendsten zeigt sich die Farbengewalt, verbunden mit regelmäßiger Organisation, an denjenigen Insecten, welche eine vollkommene Metamorphose zu ihrer Entwicklung bedürfen, an Käfern, vorzüglich aber an Schmetterlingen. »

§. 650. « Diese letzteren, die man wahrhafte Ausgeburten des Lichtes und der Farbe nennen könnte, zeigen schon in ihrem Raupenzustande oft die schönsten Farben »

welche specificirt, wie sie sind, auf die künftigen Farben des Schmetterlings deuten; eine Betrachtung, die, wenn sie künftig weiter verfolgt wird, gewiß in manches Geheimniß der Organisation eine erfreuliche Einsicht gewähren muß. »

§. 651. « Wenn wir übrigens die Flügel des Schmetterlings näher betrachten und in seinem negartigen Gewebe die Spuren des Armes entdecken, und ferner die Art, wie dieser gleichsam verflächte Arm durch zarte Federn bedeckt und zum Organ des Fliegens bestimmt worden, so glauben wir ein Gesetz gewahr zu werden, wonach sich die große Mannigfaltigkeit der Färbung richtet, welches aber künftig näher zu entwickeln seyn wird. »

§. 652. « Daß überhaupt die Hitze auf Größe des Geschöpfes, auf Ausbildung der Form, auf mehrere Herrlichkeit der Farben Einfluß habe, bedarf wohl kaum erinnert zu werden. »

Meine Beobachtungen haben mir manche Belege zu diesen Andeutungen gegeben. So lange unsere Kenntnisse von dem gegenseitigen Verhältniß der Form und Farbe noch so gering sind, können auch diese fragmentarischen Erläuterungen nicht ganz ohne Interesse seyn.

65.

Es ist eine allgemeine Erfahrung, daß harmonische Zusammenstellungen der Farben in dem Thierreiche sehr selten sind. Die größte Farbenpracht entwickelt das Thierreich unstreitig in den Schmetterlingen, aber auch die lebhaftesten schönsten Farben treten meist nur in bunten Verbindungen auf. Es ist in der That schwierig, unter einer großen Menge schöner Schmetterlinge nur wenige zu finden, die als Beispiele harmonischer Verbindung aufzustellen wären.

66.

Ein ganz besonderes Interesse hat für den Beobachter die Ordnung der Orthopteren. Da diese Insecten nur eine unvollkommene Metamorphose erleiden, überdieß aber im vollkommen entwickelten Zustande meist durch eine lebhaftere Färbung sich auszeichnen, so läßt sich der Wandel und die Steigerung der Farbe von der Jugend auf verfolgen. Und wenn die Orthopteren, vermöge ihrer innern Bildung, den höchsten Rang unter den Insecten einnehmen, so hat auch ihre Färbung, wenn gleich minder lebhaft als bei den Schmetterlingen, doch eine größere Gesetzmäßigkeit; und, was besonders merkwürdig, die meisten Orthopteren zeichnen sich durch harmonische Gegensätze der Färbung aus. Aus diesem Grunde wählen wir diese Ordnung vorzugsweise zu einer genaueren Betrachtung in Hinsicht der Färbung. Damit wir aber hier sicherer gehen, mögen wir uns vorerst die jener Ordnung angehörnden Gattungen vergegenwärtigen und, so viel es möglich ist, im Allgemeinen auch ihr Verhältniß zu Licht und Wärme, in welchem sie durch ihre Verbreitung auf der Erde stehen, angeben.

V e r b r e i t u n g .

67.

Zu den Orthopteren gehören :

Die lichtscheue Gattung *Blatta*, in der heißen, gemäßigten und kalten Zone, bis Lappland (*Blatta Lapponica*), im Süden am häufigsten und größten, auch in Neuholland; die größten Arten flügellos, *Blatta Lapponica* Klein. Farben: braun bis zum schmutzig Hellgelben und Grünen (*Blatta viridis*). Die kleineren nördlicheren Formen dunkler. Nur *Blatta Petiveriana*, aus dem südlichen Amerika, hat eine unansehnliche Zeichnung in braun und orangenen Flecken.

Die Gattung *Forficula*, mit sehr kurzen Flügeldecken, überhaupt larvenartig, unter Steinen, Holz, Rinden, in der gemäßigten und heißen Zone, bis zu den Inseln des stillen Meeres. Im Süden die größeren Arten, aber auch die kleineren. Breite der Färbung vom Braunen bis zum schmutzig Gelben.

Die Gattung *Mantis*, vom mittlern Europa an in der gemäßigten und heißen Zone, im Süden größer, vom Grünen bis zum Braunen. Eben so die Gattung *Mantispä*.

Die Gattung *Empusa*, vom südlichen Europa an in den heißen Zonen, roth, grün, braun, mit grünen oder rothen Flügeln.

Die Gattung *Phasma*, beginnt mit kleiner Form, selten, im südlichen Europa, und entwickelt sich nur in den heißen Zonen zu gigantischer Größe, in Südamerika, im mittlern Afrika, in Ostindien. Häufig flügellos im Süden. Körper grün bei kleineren Arten, sonst schmutzig, braun, gewöhnlich von der Farbe der Rinde derjenigen Bäume und Gesträuche, auf welchen die Thiere leben, überhaupt reiserförmig; Flügel grün und purpurroth.

Die Gattung *Phyllium*, das wandelnde Blatt, so viel mir bekannt, nur auf den Molukken und Geschellen-Inseln, hell grün und schön gelb.

Die Gattung *Cranidium* (n.). Von dieser neuen flügellosen Gattung mit plattgedrücktem Hinterleib, erhabener höckeriger Brust und kleinem Kopfe, kenne ich nur die Art *Cranidium monstrosus*, 5 Zoll lang, grün, aus Para.

Die Gattung *Pneumora*, mit blasigem Hinterleib, bloß in den heißesten Gegenden von Afrika, weißgrün gesprengelt, oder roth und grün.

Die Gattung *Locusta*, selten in der kalten Zone (*L. Laxmanni* Sibir.), in der gemäßigten Zone in kleineren Formen, am häufigsten in den heißen Zonen, in Asien, Amerika, Afrika, Neuholland.

Die Heuschrecken haben entweder

1. schmale lange Flügeldecken mit dreieckigen großen Flügeln,
2. oder blätterige Ober- und Unterflügel,
3. oder einen langgestreckten flügellosen Körper (*L. serrata* Hung.),
4. oder kurzgestutzte Flügel bei langem dickem Körper (*Locusta draco* Klug.),
5. oder endlich sie sind flügellos, sehr dick, sehr kurz, höckerig und von schmutzigen Farben, fast spinnenartig, in den heißesten Gegenden, am Cap. (*L. leucophora*, *L. pupa*, *L. cervina*).

Färbung im Allgemeinen grün und roth.

Die Gattung *Gryllus*, vom nördlichen Europa an in allen Zonen, auch in Neuholland, flügellose Arten schon in Portugall, häufig flügellos am Cap; am häufigsten grün und roth, doch mit den meisten anderen Farben.

Die neue Gattung *Sciobia*, mit gelapptem Kopfe, im südlichen Europa, Portugal.

Die Gattung *Truxalis*, vom südlichen Europa an in den heißen Zonen, grün.

Die Gattung *Acheta*, im mittlern und südlichen Europa und in den heißen Zonen; die größten Arten im Süden, mit zurücktretender Längendimension und Flächenhaftigkeit, vielmehr von kurzgedrungener Bildung, zum Theil lichtscheu, braun.

Die Gattung *Gryllotalpa*, vom mittlern Europa an in den heißen Zonen bis zum Cap und Südamerika, ohne größer zu werden, lebt in der Erde; der walzige Körper ist immer braun ohne lebhafte Farben.

Die Gattung *Xya*, nimmt zu vom südlichen Europa bis in den Süden, schwefelgelb und schwarz.

Die Gattung *Acrydium*, vom südlichen Europa an klein bis in die heißen Zonen, weiß und braun, ohne Farben.

Z e i c h n u n g.

68.

In der ganzen Ordnung der Orthopteren herrschen meist nur die harmonischen Farben, Roth und Grün. Gewöhnlich ist der Körper grün, seltener roth, die Oberflügel gewöhnlich grün, die Unterflügel ganz oder zum Theil purpurroth. Bei den Gattungen, bei welchen diese harmonischen Farben vorwalten, treten andere Farben gewöhnlich nur dann auf, wenn Aenderungen in der Form des Körpers sichtbar werden.

Beispiele einer schönen harmonischen Verbindung sind unter den Heuschrecken :

Locusta cristata aus Indien, mit rothem Leibe und grünen Flügeln.

L. rhodoptera aus Para, mit schön grünen Oberflügeln und purpurrothen Unterflügeln.

Unter den Gryllen:

Gryllus pupus, *verrucivorus*, *olivaceus*, *roseus*, *ferrugineus*. Bei *Gryllus morbillosus* treten die harmonischen Farben Violett und Gelb auf. So hat sich Grün geschieden in seine Elemente, und das Rothe hat sich mit dem einen derselben, mit Blau zum Violetten verbunden, wodurch der Gegensatz, Gelb und Violett, hergestellt wird.

69.

Bei den Gryllen kommen überhaupt noch am meisten fremdartige Farben vor, wenn auch bei den mehresten die Färbung nur in Roth und Grün spielt.

Dahin gehören aus einer großen Menge von Arten:

Gryllus caeruleus aus Sierra Leona, grün und blau.

Gr. cyanopterus, *caerulans*, vom Cap, mit blauen Unterflügeln.

Gr. pictus, mit blaugelbem Körper, gelbgrünen Oberflügeln und rothen Unterflügeln.

Gr. festivus, mit gelbbraunen Oberfl. und purpurrothen Unterfl.

Gr. caerulescens Georg. Sav., Unterfl. braun und blau gezeichnet.

Gr. Surinamensis Parà, braun und blau.

Gr. crudelis, mit blutrothen Schenkeln, braunblauen Oberfl., braunen Unterfl.

So wie hier das Blaue aus dem Grünen als der Elementarfarbe der Gattung sich herausbildet, verliert auch der Gegensatz des Grünen, das Purpurrothe durch Schmutz und neigt sich zum Rothbraunen und Braunen.

In anderen Fällen gewinnt das Rothe über den Gegensatz des Grünen ganz die Oberhand, verliert aber dann auch an der Schönheit und Reinheit der Farbe und wird entweder feuerroth oder rothbraun, wie bei *Gr. pyropterus*, mit feuerrothen Oberflügeln und Unterflügeln, *Gr. albicorais* aus Bahia, *Gr. sibilans* vom Cap, *Gr. obscurus* aus Sierra Leona, *Gr. insubricus* Lus., *Gr. italicus*, *Gr. stridulus*, braunroth. Geht aber das Rothe unter, so entfärbt sich auch leicht das Grüne ins Braune, wie bei *Gr. thalassinus*, *Gr. luteolus* aus Peru, wo Grüngelb in braune Zeichnung übergeht. Häufig auch tritt die Farbenspecification unter dem Vorwalten des Braunen ganz zurück, wie namentlich bei südlichen Arten, *Gr. Carolinus*, und mehreren Arten aus Georgien.

Alle Arten der Gattung *Pneumora* sind weißgrün gesprenkelt oder roth und grün. Die *Empusen* sind alle entweder grün oder roth an den Flügeln.

Bei den Phasmen sind die Oberflügel und Unterflügel, die allein flächenhaften Theile bei einem cylindrischen formlosen und unansehnlichen Körper, meist in dem schönsten Gegensatz des Grünen und des Purpurs.

Pharma edule von den Philippinischen Inseln.

Ph. conchipenne, aus Rio.

Bei *Phasma naevium* aus Amboina verschwindet das Grüne, die Oberflügel werden roth, und das Roth der Unterflügel hat sich in Braun gesteigert mit weißen Flecken. Die flügellosen Arten haben insgesammt einen misfarbigen, braunen, lebergelben oder schwarzbraunen Körper, wie dürre Reiser.

73.

Bei der Gattung *Mantis* weicht das Rothe seinem Gegensatz. Die grüne Farbe waltet vor, nur die *Mantis oratoria* tritt das Violette auf. Sonst steigert sich das Grüne nur ins Braune, wie bei *Mantis chimaera*.

74.

Es ist schon bemerkt worden, daß bei den Schmetterlingen keine Tendenz zur Harmonie sich erkennen läßt. Beispiele einer dreifachen Verbindung können die folgenden Arten seyn :

Harmonische Farben.

Papilio Aeneas, schwarzes Feld, Oberflügel grünfleckig, Unterflügel rothfleckig.

Papilio ornithia, Oberflügel schwarz mit blaßorangener Zeichnung, Unterflügel blauschwarz mit orangenen Augen.

Sphinx nerii, schön Grün, mit Roth abwechselnd, wenige gelbe Streifen.

Phalaena dominula, grün und roth.

Phalaena tau, orangen, mit violetter Zeichnung, indirect harmonisch.

Verwandte Farben.

Papilio philea, gelb orangen.

Papilio ricini, Oberflügel schwarz mit hellgelber, Unterflügel schwarz mit rothorangener Zeichnung.

Papilio polymnia, Oberflügel schwarz mit gelber, Unterflügel schwarz mit rothorangener Zeichnung.

Papilio phaerussa, orangen, roth, schwarz.

Feindliche Farben.

Phalaena militaris, Oberflügel gelb, schwarz, blau, Unterflügel gelb, schwarz.

Papilio ramina, Oberflügel schwarz und gelb mit blutrothen Augen, Unterflügel weiß, gelb, orange, roth.

75.

Bei den Käfern kommen selten Verbindungen von Farben vor. Eine sehr harmonische Zeichnung aus dem schönsten Violett und Gelb sah ich bei einem amerikanischen, fast zwei Zoll großen Elater, *Elater sulcatus*, der in dem botanischen Garten zu Berlin angekommen war und lange lebend erhalten wurde.

Form und Färbung.

76.

Wenn bei den Heuschrecken die Flügel blattförmig sich ausdehnen, so daß sie den Flügeln der wandelnden Blätter, *Phyllium*, ähnlich werden, so verschwindet eine der beiden harmonischen Farben, Grün, Roth; und zwar Grün bei *Locusta ocellata* aus Surinam, deren Flügel ganz das Ansehen rothbrauner herbstlicher Blätter haben; oder es verschwindet Roth, bei *Locusta hesperidifolia* aus Para, *L. laurifolia*, *L. persicifolia*, *L. myrtifolia* des südlichen Amerika.

77.

Werden die Flügel sehr klein, so verändern sich häufig die allgemein herrschenden Farben. So vorzüglich bei den Gryllen.

Bei *Gryllus crudelis* aus Para von dieser

Bildung sind die Schenkel blutroth, die Oberflügel braun-blau, die Unterflügel braun.

Gryllus biverrucatus aus Bahia ist braun.

Gryllus mola vom Cap, sehr dick und groß, braun, schmutzig, mit Flügelrudimenten.

Gryllus bufonis, mit sehr breiter Brust und kurzem Leibe, ist schmutzig ohne Farbe. Eben so *Gr. rana*.

Gryllus capucinus vom Cap, seitlich zusammengedrückt und flügellos, schmutzig rothfarben, wie die übrigen flügellosen Gryllen des südlichen Afrika.

So auch bei den Heuschrecken. Die flügellosen Heuschrecken verlieren, indem sie dick, kurz, höckerig, warzig, fast spinnenartig werden, die der Gattung eigenthümlichen lebhaften Farben, werden braun und gelbbraun. Hieher *Locusta portentosa* mit lappigem Kopfe, *L. Marschalli* Kl. und die am Cap einheimischen *L. cervina* Kl., *L. leucophora* Kl., *L. pupa*, sämmtlich monströse Formen.

78.

Je mehr das Insect sich in der Fläche ausbreitet, oder je mehr die Flügel sich entfalten, um so mehr entwickeln sich die lebhaften Farben. Die Farbe steigert sich bei den Orthopteren zum harmonischen Gegensatz, bei den Schmetterlingen zur bunten Pracht, je mehr das Thier seine Theile an dem Lichte ausdehnt.

Wandel der Farbe in der Metamorphose.

79.

Unter den Larven der Insecten sind nur diejenigen gefärbt und gezeichnet, welche am Lichte leben, die Raupen

der Schmetterlinge. Die Larven der Käfer, der Hymenopteren, der Dipteren, welche ihr Leben meist im Innern von Substanzen zubringen, sind meist farblos, weiß.

80.

Auch in der Metamorphose gilt der Grundsatz, daß die Lebhaftigkeit und der Gegensatz schöner Farben steigt, jemebr das Thier seine Theile in der Fläche gestaltet und ausbreitet. Darum sind die Larven, auch der Schmetterlinge, in ihren Farben noch meist unansehnlich.

81.

Die Orthopteren mit unvollkommener Metamorphose im ausgebildeten Zustande zeichnen sich, wie ausgeführt wurde, durch das Vorwalten der grünen und rothen Farbe aus. Die ganz jungen Larven der Heuschrecken sind ganz röthlich. Mit der fortschreitenden Entwicklung wandelt sich das Rothe in seinen Gegensatz das Grüne. Wie leicht dieser Wechsel sey, wird durch die Beobachtung bestätigt, daß junge Heuschrecken, welche schon durch und durch grüne Säfte hatten, durch den Einfluß des Weingeistes wieder röthlich wurden. Vor der Entwicklung der Flügel ist die grüne Farbe bei den Heuschrecken fast allgemein, aber in dem vollkommenen Zustande entwickelt das Insect in den Flügeln den harmonischen Gegensatz. Ebenso bei den Gespenstheuschrecken, deren Larven auch im Anfange röthlich sind, dann meist in Braun sich wandeln und im vollkommenen Zustande auf den flächenhaftesten Theilen des Körpers, auf den Flügeln die beiden Elementarfarben der Orthopteren in ihrem harmonischen Gegensatze lebhaft erscheinen lassen.

82.

In vielen Fällen deuten auch die Farben der Raupe,

wie Goethe bemerkt, auf die des Schmetterlings; bald entwickeln sich durch Steigerung der Farben nach der einen oder andern Seite hin aus gleichgültigen oder feindlichen Zusammenstellungen harmonische Gegensätze; bald auch werden gleichgültige Zusammenstellungen, wie sie bei der Raupe vorkommen, auf den Flügeln des Schmetterlings zu feindlichen bunten erhoben. Im Anfange schien es mir, als ob in der Metamorphose die Farben mehr zu harmonischen Verbindungen ausgebildet würden, dieß fand sich jedoch bei einer näheren Untersuchung nicht durchgreifend; ja bei den meisten Schmetterlingen mit den schönsten lebhaftesten Farben kommen disharmonische Zusammenstellungen vor. Diesen Wechsel habe ich an einigen Formen zu erläutern gesucht, die ich als Muster der einen und andern Veränderung aus einer Menge von Beobachtungen heraushebe.

Raupe.

Schmetterling.

Sphinx celerio.

Im Allgemeinen braun, Halsband und Bauchseiten gelb; schwarze Augen im vierten und fünften Ringe mit gelbem Saum.

Braun und gelb. An den Unterflügeln ist das harmonische Violett mit vorstechendem Roth hinzugekommen.

Phalaena meticulosa.

Grün mit gelben Punkten und Streifen, verwandte Farben.

Gelborange, rosenroth, verwandt. Das Grüne der Raupe hat seinen Gegensatz Roth entwickelt. Roth und Gelb sind zu Orange vermittelt. Dieses ist in der Puppe schon angedeutet.

Raupe.

Schmetterling.

Bombyx Pavonia major.

Gelb mit grünem Kopfe
und grünen Fäßen.

Grau mit großen Augen
der Flügel, worin Schwarz,
Weiß, Blau, Orange und
Blau auftreten. Die Puppe
ist ganz violett.

Papilio linxia.

Bauch gelb, oben grau
mit orangenen und weißen
Spitzen.

Schwarz, orange, grün;
Gelb und Orange, verwandt,
sind also zu indirect harmoni-
schen Farben erhoben.

Papilio Machaon.

Schwarz, Gelb mit Blau,
Roth, Orange, zum Theil
abstechend.

Grün mit Orange. Die
feindlichen Farben Gelb und
Blau treten zu Grün verbun-
den mit Orange in indirecte
Harmonie.

Papilio podalirius.

Schwarz, Gelb, Blau,
Orange.

Gelb, Orange.

Papilio pruni.

Orange, Blau.

Grün.

Papilio cardamines.

Gelb, Grün, Orange.

Grün.
