

Bewohner des Hochgebirges geworden ist. Dr. List fand die Tierchen auf der Krump-Alpe in 1300 m Höhe und ich dieselben in 1368 m vertikaler Erhebung. Wenn der Grazer Forscher mitteilt, dass er seine Exemplare „besonders an jenen Steinbrechpflanzen häufiger fand, die auf einer mehr feuchten moosigen Unterlage standen“, so stimmt das genau mit den hiesigen Verhältnissen des Vorkommens der nämlichen Coccide überein; denn die „Weiße Wiese“ ist ein durch und durch feuchtes, von zahlreichen Tümpeln bewässertes Terrain, welches ein dichtes *Sphagnum*-Polster trägt. Außerhalb des Moordistriktes der „Weißen Wiese“ habe ich die in Rede stehende *Orthezia* bisher noch nicht entdecken können; dasselbe Beschränktsein auf eine engbegrenzte Lokalität berichtet Dr. List auch von seiner identischen Species. Diese zeigte sich nirgends anderwärts als auf der Krump-Alpe.

Hinsichtlich des Riesengebirges ist es interessant zu sehen, wie die Höhen desselben nicht bloß inbetreff der Pflanzenwelt, sondern auch bezüglich des Vorkommens von Tieren, welche der Hochgebirgsfauna angehören, ein Uebergangsglied von den Alpen zu den gewöhnlichen Mittelgebirgen darstellen.

Ueber den Helligkeits- und Farbensinn der Tiere, vorzugsweise nach den Untersuchungen V. Graber's.

Vom Gymnasiallehrer Tiebe in Stettin ¹⁾.

Dass die Tiere im stande seien, Helligkeitsabstufungen und Farben von einander zu unterscheiden, vermuten wir schon deshalb, weil wir bei fast allen mehr oder weniger entwickelte, im wesentlichen nach demselben Grundplan gebaute Augen oder doch Pigmentflecke kennen. Wir vermögen auch zur Stütze dieser Vermutung eine Reihe bekannter Erscheinungen anzuführen, bei denen Tiere auf den Gegensatz zwischen hell und dunkel reagieren: während die einen durch das Licht des Tages zu neuem Leben geweckt werden, meiden die andern dasselbe mit ängstlicher Scheu, und ebenso sehen wir augenlose Quallen, Korallen, Wurzelfüßer und Infusorien bald nach dem Licht bald nach dem Dunkel sich drängen²⁾; jeder kennt den Einfluss, den eine leuchtende Flamme auf Ameisen, Schaben, Fliegen, Mücken und Nachtschmetterlinge im Dunkel der Nacht ausübt. Inbetreff des Vermögens der Farbenunterscheidung indess hat man sich bei dem Mangel an

1) Nach einem in der physikalischen Gesellschaft zu Stettin über das Graber'sche Hauptwerk gehaltenen Vortrage. In diesem Werk wolle man auch die hier nichtgegebenen literarischen Nachweise nachsehen.

2) Vergl. u. a. Giebel, Naturgeschichte des Tierreichs V, S. 266, 267, 275. 314, 317, 325.

Beobachtungen lange mit der Erwägung begnügt, dass, wenn nicht alle, so doch sicherlich die höhern Tiere ein solches besitzen würden, natürlich in geringerem Grade als wir, deren ästhetisches Gefühl viel weiter entwickelt sei. Noch im Jahre 1879 hat Grant Allen geglaubt, auf rein spekulativem Wege die Frage dahin entscheiden zu können, dass die Tiere im wesentlichen den gleichen Farbengeschmack hätten als wir, dass sie aber nur ausnahmsweise auf Farbenunterschiede reagierten.

Nur wenige Thatsachen konnten wir bis vor kurzem in betreff dieses Punktes verzeichnen.

Es ist allgemein bekannt, dass Truthähne und Stiere durch Rot sehr stark erregt werden und Bauern und Kinder sich über brennend rote Tücher oder Bilder besonders freuen. Danach hat E. Krause die Behauptung aufgestellt, dass das Auge der Vögel, Säugetiere und Menschen durch ein feuriges Rot am meisten erregt würde, dabei aber nicht beachtet, wie wenig berechtigt er war, aus einer so geringen Zahl von Beobachtungen, die zudem eine grade entgegengesetzte Erregung beweisen, einen allgemeinen Schluss zu ziehen.

In denselben Fehler verfällt Gustav Jäger, wenn er aus den Mitteilungen von fünf englischen Gartenbesitzern, denen die Sperlinge vorzugsweise den gelben Crocus zerstört hatten, eine allgemeine Antipathie der Sperlinge gegen Gelb schließt und danach mit Hindeutung auf die Farben einiger von einigen Vogelarten gefressenen Beeren Gelb überhaupt als Ekel- und im Gegensatz dazu Blau als Lockfarbe bezeichnet. Seine Ansicht ist denn auch bald nachher dadurch widerlegt worden, dass die Sperlinge mehrfach ihre Zerstörungswut besonders gegen blauen Crocus richteten.

Schon vor Darwin ist vielfach die Ansicht ausgesprochen worden, dass die Farbe viele Tiere vor Nachstellungen schütze und auch in ihrem Geschlechtsleben eine Rolle spiele¹⁾. Der letztere Punkt ist aber eingestandenermaßen heute noch sehr dunkel, und die zur Unterstützung des erstern angeführten sogenannten Thatsachen sind strenggenommen nur Vermutungen von großer Wahrscheinlichkeit, welche uns bisher dunkle Verhältnisse erklären, denen aber exakte Grundlagen fehlen. Wenn wir, um nur einiges herauszugreifen, eine *Phyllium*- oder *Pterochroza*-Art im Laube oder eine grüne Raupe auf einem grünen Blatt sehen, wenn wir von Me Lachlan hören, dass die Raupe desselben Spanners (*Eupitheria absinthiata*) auf verschiedenen Compositen deren Farben entsprechend verschieden gefärbt vorkommt, gelb auf *Senecio Jacobäa*, rötlich auf *Centaurea nigra*, weißlich auf *Matricaria*, wenn nach Wallacee viele asiatische Schmetterlinge Blättern täuschend ähnlich sehen, dann drängt sich uns mit einer

1) Carus Sterne, Werden und Vergehen. 3. Aufl. 1886. S. 282, 732—744, 757—759.

gewissen zwingenden Macht der Gedanke auf, dass diese Tiere durch ihre Färbung und Zeichnung geschützt seien. Sie sind es sicherlich vor uns; wo aber ist je eine Beobachtung darüber angestellt worden, ob sich die Schutzfarbe den Tieren des Waldes und der Luft gegenüber wirklich als solche bewährt, oder ob etwa Vögel mit schärfern Sinnen die Raupe und den Schmetterling ebenso sicher erkennen, wie der Adler aus gewaltiger Höhe den Hasen oder das Murmeltier auf gleichfarbigem Boden?

Sprengel und später besonders Darwin und Hermann Müller haben der Farbe eine hervorragende Bedeutung bei der Erklärung der wunderbaren Wechselbeziehungen zwischen Blumen und Insekten beigemessen, und jeder wird geneigt sein, ihnen schon darin beizustimmen, dass große, leuchtend gefärbte Blumen von den Insekten besser gesehen werden als kleine, unscheinbare. Doch darf man nicht übersehen, dass man dabei eine unserer menschlichen Erfahrung entnommene und für unser menschliches Empfindungsvermögen gültige Ansicht ohne weiteres auf Tiere überträgt, während es doch höchst schwierig — wenn überhaupt möglich — sein muss, den Einfluss der Farbe gegenüber dem der andern als Anlockungsmittel betrachteten Faktoren: des Geruchs, des Honigs, des Blütenstaubs, abzuschätzen. Auch mit einigen Beweisen, welche man versucht hat, ist man bis jetzt nicht glücklich gewesen. Aus dem langen Schweben kleiner Schwebfliegen vor den Blüten der Königskerze¹⁾ oder des Ehrenpreises²⁾ hat man auf ein Wohlgefallen dieser Fliegen an den Farben der Blumen geschlossen, dabei aber nicht beachtet, dass die Tiere dieselbe Gewohnheit auch an sonstigen Stellen zeigen, an denen wir eine Veranlassung nicht erfinden können. H. Müller³⁾ hat ferner durch eingehende Beobachtungen gefunden, dass sich unter 482 von Bienen besuchten Blumenarten 330 rote, blaue und violette, aber nur 152 weiße und gelbe befinden, und daraus eine Vorliebe der Bienen besonders für Blau-Violett geschlossen. Diese Beobachtung beweist nur nicht das, was sie beweisen soll, ebenso wenig wie die andere⁴⁾, dass die große *Malva silvestris* im Verlaufe von fünf Sommern von 31, die kleine *Malva rotundifolia* nur von 4 Arten besucht worden sei. Denn es kommt gar nicht darauf an, wieviel Arten Blumen von den Bienen und von wieviel Arten Insekten die Malven oder andere Pflanzen besucht werden, sondern auf die Anzahl der einzelnen Tiere, welche die einzelnen Pflanzen aufsuchen. Es ist die Möglichkeit nicht aus-

1) Behrens, Meth. Lehrbuch der allg. Bot., 2. Aufl., 1882, S. 173.

2) H. Müller, Die Wechselbeziehungen zwischen den Blumen und den ihre Kreuzungen vermittelnden Insekten. Encykl. d. Naturwissensch., 1. Abt., 1. Teil, I. Band, S. 72.

3) Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassung an dieselben, 1881, S. 114, 115, 501.

4) Die Wechselbeziehungen etc., S. 35.

geschlossen, dass die weißen oder gelben Blumen trotz ihrer geringern Artenzahl von viel mehr Individuen besucht werden als die roten, blauen und violetten. In dieser Richtung müssen die Zählungen angestellt werden, wenn sie uns eine Antwort von genügender Beweiskraft geben sollen.

Das Verdienst, die Frage nach dem Farbensinn der Tiere zuerst einer experimentellen Prüfung unterworfen zu haben, gebührt Paul Bert (1869). Auf einen mit Wasserflöhen ziemlich gleichmäßig besetzten Trog Wasser projizierte er ein Spektrum; nach kurzer Zeit konnte er beobachten, dass die Majorität der Tiere sich nach dem gelbgrünen Teil desselben begeben hatte. Leider hat sich Bert durch dies Resultat zu voreiligen Schlüssen verleiten lassen. Indem er annahm, dass ein unter ein Spektrum gestellter Mensch sich nach dem gelben Teil begeben würde, da er hier am deutlichsten sehen könnte, konstatierte er eine völlige Uebereinstimmung der Farbenempfindung aller Tiere mit derjenigen der Menschen so weit, dass er den Tieren die Fähigkeit absprach Ultrarot und Ultraviolett zu empfinden, während er aus seiner einzigen Beobachtung und seiner Vermutung doch nur den sehr unsichern Schluss ziehen durfte, dass die Daphniden ungefähr in derselben Weise wie die Menschen von den Farben des Spektrums das Gelb aufsuchten, und dabei die Möglichkeit nicht berücksichtigt ist, dass sie das Gelb nicht einmal als Farbe, sondern seiner Helligkeit wegen bevorzugten.

John Lubbock (1881, 1883) hat die Untersuchungsmethode Bert's zweckmäßigerweise dahin abgeändert, dass er in den Glastrog Schieber einsetzte, wenn sich nach einer circa 5—10 Minuten langen Einwirkung der Beleuchtung die Daphniden verteilt hatten, und den Glastrog so groß wählte, dass auch der ultrarote und der ultraviolette Teil des Spektrums auf das Wasser fielen. Bei seinen Versuchen zogen die Tiere das Grün allen Farben, auch dem Gelb vor, so dass damit die Schlussfolgerungen Bert's hinfällig wurden. Blendete Lubbock den leuchtenden Teil des Spektrums ab, so wurde das Ultraviolett, das uns doch ebenfalls schwarz erscheint, 20 mal mehr besucht als der verdunkelte Teil des Spektrums, so dass mit Evidenz ein Vermögen der Daphniden sich herstellte, ultraviolette Strahlen anders zu empfinden als wir.

Eine noch bedeutendere Empfindlichkeit für Ultraviolett konnte Lubbock bei den Ameisen konstatieren (1879, 1882). Als er auf ein Ameisennest neben einander eine rote, gelbe, grüne und blauviolette Glasplatte¹⁾ legte, trugen die Ameisen sofort mit emsiger

1) Es verdient bemerkt zu werden, dass man völlig einfarbige Gläser oder Flüssigkeiten nicht herstellen kann; gelbe Gläser enthalten mindestens noch rote oder grüne, grüne Gläser gelbe oder blaue, blaue Gläser außer einigen roten, gelben und grünen auch noch violette und ultraviolette Strahlen.

Geschäftigkeit fast alle Puppen aus der blauen Region weg, so dass nach einiger Zeit schon die Hälfte aller Puppen in das Rot und je ein Viertel in das Gelb oder Grün gelagert war. Um genauer zu untersuchen, welche Lichtstrahlen im Blau-Violett eigentlich eine so energisch abstoßende Wirkung hervorbringen, projizierte Lubbock ein Sonnenspektrum auf ein Ameisennest und brachte alle Puppen in den ultravioletten Teil desselben. Alle wurden mit größter Geschwindigkeit in andere Farben und nach Verlauf mehrerer Stunden nach dem Ultrarot oder, wenn man dieses abblendete, nach dem Schwarz gebracht. Danach erwiesen sich die Ameisen als dunkel-liebende Tiere, welche auf Schwarz und Ultrarot gleichartig reagieren, deren Lichtempfindungsvermögen jedoch am kurzwelligen Ende des Spektrums weiter reicht als bei uns.

Lubbock (1881) hat seine Untersuchungen auch auf die Bienen ausgedehnt. Schon vor ihm hatte Bonnier (1879) mit diesen Tieren keine positiven Resultate erlangen können, als er ihnen mehrere große, mit Honig gefüllte verschiedenfarbige Gläser zur Auswahl vorsetzte, wahrscheinlich, weil die Anziehungskraft der großen Menge Honig den Einfluss der Farbe aufhob. Deswegen legte Lubbock 6 kleine mit farbigem Papier beklebte Glasplatten mit je einem Tropfen Honig neben einander auf den Rasen und ließ einer Biene die Wahl zwischen ihnen; nachdem sie von dem Honig einer Platte etwas genascht hatte, wurde ihr dieselbe weggenommen und sie dadurch veranlasst, eine zweite Farbe unter den übrig bleibenden fünf zu wählen. In den weitaus meisten Fällen besuchte die Biene zuerst das Blau.

Bei diesen Versuchen Lubbock's ist indess ebenso wenig wie bei denen Bert's beachtet worden, dass bei der Wirkung einer Farbe nicht nur deren Ton, sondern auch ihre Helligkeit eine Rolle spielen kann. Wie notwendig die Beachtung verschiedener Helligkeitsstufen ist, zeigen die Untersuchungen Mereschkowsky's (1880) an niedern Crustaceen, an Larven von *Balanus* und *Dias longiremis*. Diese bevorzugten stets das Weiß vor dem Schwarz und die hellere Farbe vor der dunklern, während sie auf verschiedene Farbentöne von derselben Helligkeit gar nicht reagierten. Aus diesem Mangel an Reaktion darf man freilich noch nicht, wie Mereschkowsky thut, auf einen Mangel an Farbenempfindung schließen; mit demselben Rechte müsste man sonst einzelnen Säugetieren und Vögeln, welche, wie die folgenden Untersuchungen Graber's zeigen, auf größere Helligkeitsunterschiede nicht reagieren, das Sehvermögen absprechen.

Bei Mereschkowsky findet sich ein wesentlicher Fortschritt in der Methode, indem er nämlich den Tieren nicht, wie dies Bert und Lubbock (mit einer Ausnahme) gethan, gleichzeitig eine große Menge von Farben in der Reihenfolge des Spektrums, sondern jedesmal nur

zwei Farben zur Auswahl vorlegte. Die erste Methode würde nur dann einen Sinn haben, wenn die Tiere im stande wären, das Spektrum mit einem mal zu überschauen, und selbst dann würde man von einer absoluten Vorliebe für eine bestimmte Farbe nicht ohne weitere Untersuchung sprechen dürfen, da die Wirkung einer Farbe ähnlich wie bei uns durch den Kontrast gegen die benachbarten bedingt sein, sich demnach mit einer andern Reihenfolge ändern könnte. Sieht man auch von diesen Bedenken ab, so kann man doch bei der gleichzeitigen Anwendung mehrerer Farben falsche Resultate erhalten. Wir wollen z. B. annehmen, ein Tier hätte eine Zuneigung zu Blau und eine ebenso starke Abneigung gegen Rot, sowie eine dreimal stärkere gegen Gelb und Grün. Brächte jemand solche Tiere gleichmäßig verteilt unter die 4 Farben, so würden sich dieselben aus dem Gelb in das Rot und aus dem Grün in das Blau begeben; im Rot und im Blau würden sich annähernd gleich viel Individuen finden, und der Beobachter würde daraus eine gleiche Vorliebe des Tieres für beide Farben schließen, während doch das Gegenteil der Fall ist.

Zur Erlangung genauer Resultate ist mithin nur die Zweifarbenmethode geeignet. Für dieselbe hat sich der neueste Forscher auf dem Gebiete des Helligkeits- und Farbensinns der Tiere, Professor Vitus Graber¹⁾ in Czernowitz, trotz der ihr innewohnenden Schwierigkeiten nach einer gründlichen Kritik der vorangegangenen Untersuchungen entschieden.

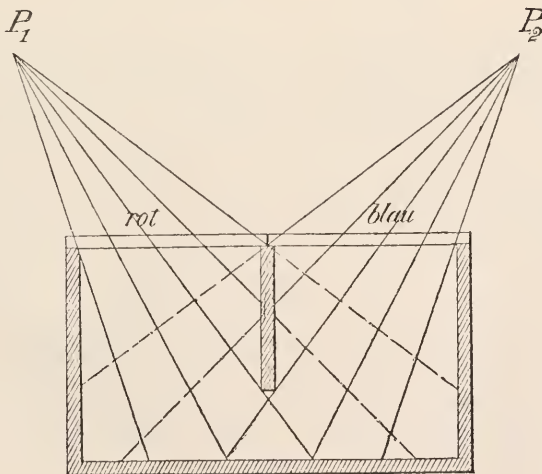
Von der Anwendung der Spektre musste bei derselben aus naheliegenden Gründen Abstand genommen werden. Für die Benutzung von farbigen Gläsern hatte Lubbock bereits zwei verschiedene Methoden angewendet: er hatte die Ameisen durch auf das Nest gelegte Glasplatten (wenigstens von einer Seite) total beleuchtet, den Bienen dagegen nur verschieden gefärbte kleine Gesichtsfelder zur Auswahl vorgelegt. Diese letztere Methode hat auf den ersten Blick etwas Bestechendes, weil bei ihr die chemischen und wärmenden Einflüsse des Lichtes fast ganz eliminiert sind und die durch sie erlangten Resultate direkte Schlüsse für das Naturleben der Tiere gestatten. Indess hält es bei ihr schwer, bei Gegenwart anderer, oft vorwiegender Reize die Aufmerksamkeit des Versuchstieres grade auf die Farben zu lenken, auch lässt sich die Helligkeit und die Qualität der letztern nicht genau regulieren; zudem kann man immer nur mit einem einzigen Tiere operieren, und dadurch werden die Untersuchungen un-

1) Fundamentalversuche über die Helligkeits- und Farbenempfindlichkeit augenloser und geblendeter Tiere. Sitz.-Ber. d. k. k. Akad. d. Wiss. in Wien, 1. Abt., 1883, Aprilheft.

Grundlinien zur Erforschung des Helligkeits- und Farbensinns der Tiere. Prag, Leipzig 1884, VIII, 322 S.

Ueber die Helligkeits- und Farbenempfindlichkeit einiger Meertiere. Sitz.-Ber. etc., 1. Abt., 1885, März-Heft, 22 S.

gemein in die Länge gezogen, da die induktive Methode grade die Beobachtung einer möglichst großen Anzahl von Individuen verlangt. Dieser Uebelstand wird um so fühlbarer, als die Zweifarbenmethode aus einem andern Grunde schon einen beträchtlichen Aufwand von Zeit und Mühe erfordert. Die Farben Rot, Gelb, Grün, Blau-Violett ohne und mit ultravioletten Strahlen, sowie Weiß und Schwarz gestatten unter einander 21 verschiedene Zusammenstellungen; diese Zahl erhöht sich noch um 10, wenn man die durchaus erforderliche Rücksicht auf die Helligkeit nimmt. Entscheidet sich bei der Kombination Rot-Blau ein Tier für die letztere Farbe, so kann man ihm nur unter der Voraussetzung eine Vorliebe für dieselbe zusprechen, dass die beiden angewendeten Farben von gleicher Helligkeit sind. Da diese Bedingung aber nicht zu erfüllen ist, so muss man im allgemeinen Hellrot mit Dunkelblau und Dunkelrot mit Hellblau zusammenstellen; erst dann, wenn sich das Tier in beiden Fällen für Blau entscheidet, ist bei der Reaktion die Helligkeit Nebensache und die Vorliebe für den Farbenton Blau unzweifelhaft. Aus all diesem geht hervor, dass man bei der Methode der partiellen Beleuchtung zu nennenswerten Resultaten kaum gelangen kann. Graber hat deshalb bei seinen Untersuchungen allgemein die totale Belichtung (der Tiere und ihres ganzen Gesichtsfeldes) angewendet.



Werden zu dem Zwecke vor und über die durchsichtige Vorderwand und Decke von Kästen, Trüben oder weitem Glasröhren in einem besondern Rahmenwerk z. B. je eine rote und eine blaue Glasplatte geschoben, so erhält man bei Anwendung diffusen Tageslichtes, welches vor dem direkten Sonnenlicht aus verschiedenen Gründen den Vorzug verdient, im Innern der Gefäße nicht zwei verschiedenfarbige Abteilungen, sondern nur die äußersten Ecken zeigen ein reines

Rot bezw. Blau. In der Mitte entsteht ein Gemisch beider Farben, welches nach dem einen Ende zu mehr rot, nach dem andern zu mehr blau wird. Durch eine in der Mitte angebrachte Scheidewand, welche den Raum nicht ganz durchsetzt, kann man diesen Zwischenraum zwar verkleinern, bei größern Tieren ist sie aber nur in sehr beschränktem Maße möglich, weil durch sie die Bewegung derselben zu sehr gehemmt wird. Der Mittelraum erscheint zunächst als ein Nachteil, erweist sich aber in anderer Beziehung als sehr vorteilhaft, weil man in ihn die zu untersuchenden Tiere bringen kann und dieselben dann auf jeden Fall eine Auswahl zwischen den beiden Farben treffen müssen.

Bei den Untersuchungen Graber's erfolgte die Reaktion der in solche Kästen gebrachten Tiere im allgemeinen in der Art, dass sich nach einer Beleuchtungszeit von 5 bis 15 Minuten die Majorität derselben in einer Abteilung angesammelt hatte. Wenn danach auf eine verschiedene Empfindlichkeit der einzelnen Tiere derselben Art geschlossen werden muss, so ist um so auffallender die bei Beobachtung einer größern Menge stets gefundene Konstanz der Besuche. Beim Frosch z. B. ergaben sich in fünf Versuchsreihen folgende Zahlen:

rot: 225, 225, 238, 240, 228;

grün: 175, 175, 162, 160, 172.

Mit besonderem Nachdruck weist diese Erscheinung auf die schon einmal betonte Notwendigkeit hin, mit einer größern Anzahl von Tieren zu operieren. Bei Säugetieren, Vögeln etc. von einiger Größe geht das nicht an, aber auch bei kleinern Arten darf man viele Individuen auf einmal nicht zusammenbringen, weil sonst der Geselligkeits- und Geschlechtstrieb störende Einflüsse ausübt: die Tiere betasten, beriechen und behorchen sich, sie spielen oder raufen mit einander und achten nicht mehr auf die Farben. Auch die Größe der Kästen und das Naturell der Tiere ist von wesentlicher Bedeutung: in kleinern Räumen geht z. B. der überaus bewegungslustige Sperling in alle Ecken, sie mögen beleuchtet sein, wie sie wollen, in größern hingegen unternimmt er seine Sprünge und Flüge am liebsten in der blauen Abteilung; das träge Meerschweinchen kehrt, auch wenn es gewaltsam entfernt worden ist, immer wieder auf den anfänglich gewählten Ruhesitz zurück u. dergl. mehr.

Mit ungemeinem Fleiß ist Graber bemüht gewesen, diese vielfachen innern und auch manche äußern Schwierigkeiten nach Möglichkeit zu überwinden. Ungefähr 60 Tiere hat er in den Kreis seiner Untersuchungen gezogen und mit ihnen unter sorgfältigster Berücksichtigung der Quantität und Qualität der angewendeten Lichter eine erstaunlich große Anzahl von Beobachtungen angestellt; so teilt er uns mit:

1022 Versuche mit 2 Schweinen.

1460	„	„	10—20 Stieglitzen,
330	„	„	einer großen Anzahl von Molchen,
120	„	„	60 Schmerlen,
110	„	„	10—30 Schaben,
170	„	„	100—300 Mücken,
112	„	„	zahlreichen Seesternen u. s. w.

Mehr noch als Fleiß und Sorgfalt erweisen uns die große Vorsicht und Umsicht, mit welcher die Versuche vorbereitet und die Resultate unter allen möglichen Gesichtspunkten gedeutet sind, in Prof. Graber einen ausgezeichneten Forscher. Nach der Lage der Dinge können wir nicht erwarten, dass die Untersuchungen überall erschöpfend und alle Resultate durchaus sicher sind; um so größere Anerkennung verdient es, dass wir heute schon über eine stattliche Reihe sicherer Ergebnisse gebieten.

Einige derselben sind in nachstehender Tabelle verzeichnet. In ihr ist in der ersten wagerechten Reihe angegeben, wieviel mal mehr schwarz als weiß und dann wieviel mal mehr gelb, grün, blau als rot besucht wurden; in der zweiten Reihe findet sich eine ähnliche Zusammenstellung von grün und blau mit gelb u. s. w.

	weiß	schwarz	rot	gelb	grün	blau- ohne ultra-	violett mit violett
Schwein 8 Min.	1 oder 2,5	0,4 oder 1	1	1,3 1	0,4 1,8 1	1,8 0,8 0,5	1 2
Hund	1 oder 12,5	0,08 oder 1	1	—	—	12	
Stieglitz 5 Min.	1 oder 6,7	0,15 oder 1	1	1,7 1	2 1 1	3 — 1	3 2 2,2 1,6
Molch 15 Min.	1	159	1	0,6 1	0,7 0,2 1	0,16 0,13 0,17 1	0,07 0,2 0,33 0,15
Schmerle 30 Min.	1	2,1	1	—	0,7 1	— 0,9 1	0,5 — 0,8

	weiß	schwarz	rot	gelb	grün	blau- ohne ultra-	violett mit violett
Schabe 15 Min.	1	7	1	0,7 1	0,5 0,4 1	— — — 1	0,2 — 0,1 0,1
Biene 5—10 Min.	1 3,3	0,3 oder 1	1	2 1	— 1 1	— — 3 1	5 — — 3
Mückenlarve 10 Min.	1 10	0,1 oder 1	1	2 1	42 4 1	— — 1	12 — 2 0,7
Goldkäfer 10 Min.	1	4	1	0,5 1	0,06 0,50? 1	0,24 0,40 0,16 1	0,21 0,28 0,18 0,4
Raupe vom Weissling 15 Min.	1 17	0,06 oder 1	1	0,5? 1	0,8? 1,2 1	— — — 1	14 5,6 1 5
Roter See- stern 15 Min.	1 2,2	0,45 oder 1	1	—	1,6 1	— — 1	3 1,2 1
Regenwurm mit Vorder- ende 1 Stunde	1	5,2	1	—	0,4 1	— — 1	0,2 0,3 0,2
ohne Vorder- ende 4—12 Stunden	1	2,7	1	—	—	—	0,3
Molch, geblendet 15—40 Min.	1	2,1	1	0,5	— 1	— —	0,4 0,6

Nach dieser Tabelle und nach den übrigen hier nicht mitgeteilten Beobachtungen reagieren alle untersuchten 60 Tiere mit Ausnahme nur des Meerschweinehens und der Schildkröte auf den Unterschied zwischen hell und dunkel und auch auf kleinere Helligkeitsunterschiede;

die Reaktionsstärke wächst dabei mit der Größe des Unterschiedes, eine Uebereinstimmung in der Helligkeitsempfindung bei verschiedenen Arten ist indess nicht vorhanden.

Besonders beachtenswert gestalten sich die Resultate für verschiedene Helligkeitsstufen bei Anwendung farbigen Lichtes. Die nachstehende Tabelle gibt über dieselben Auskunft; sie enthält in jeder ersten senkrechten Spalte das Verhältnis Hell : Wenigerhell und in der zweiten dasjenige der Besucher.

		weiß		blau		rot	
		Verhältnis der		Verhältnis der		Verhältnis der	
		Hellig- keiten	Besucher	Hellig- keiten	Besucher	Hellig- keiten	Besucher
hell- und blau- liebend	Schwein	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{0,5}$	—	—	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{2}$
	Stieglitz	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{0,4}$	1	$\frac{1}{0,6}$	$\frac{1}{81}$	$\frac{1}{0,16}$
	Seestern	$\frac{1}{22}$	$\frac{1}{0,45}$	1	$\frac{1}{0,55}$	$\frac{1}{22}$	$\frac{1}{1,1}$
dunkel- und rot- liebend	Molch	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2,7}$	—	—	$\frac{1}{225}$	$\frac{1}{1,6}$
	Schmerle	$\frac{1}{\infty}$	$\frac{1}{2,1}$	—	—	$\frac{1}{16875}$	$\frac{1}{1}$
	Goldkäfer	$\frac{1}{\infty}$	$\frac{1}{4}$	—	—	$\frac{1}{125000}$	$\frac{1}{1}$
	Schabe	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{1,4}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{1,2}$

Das Schwein zieht danach bei weißem Licht das Hell, bei rotem Licht das Dunkel vor.

Der Stieglitz meidet das Dunkel im Blau nur $3\frac{1}{2}$ mal mehr als das im Rot, trotzdem jenes 11 mal dunkler ist als dieses.

Der dunkelliebende Molch zieht das Dunkel bei weißem Licht stärker vor als bei rotem, trotzdem jenes 75 mal dunkler ist als dieses.

Bei gleichem Intensitätsverhältnis zieht der hellliebende Seestern das Hell im Weiß mehr vor als im Blau und gar nicht im Rot, ebenso die dunkelliebende Schabe (*Blatta germ.*) das Dunkel im Weiß mehr als im Blau und in diesem mehr als im Rot.

Die Schmerle und der Goldkäfer reagieren auf große Helligkeitsdifferenzen im Weiß sehr deutlich, auf solche im Rot gar nicht.

Die Helligkeitsempfindung zeigt sich mithin auch abhängig von der Qualität der Vergleichslichter und zwar bei verschiedenen Tieren in verschiedener Weise.

Ebenso deutlich reagieren fast alle untersuchten Tiere auf Differenzen in der Farbe; gar keine Reaktion zeigten nur einige Hunde, die Katze, das Meerschweinchen, das Kaninchen, die Taube, das Huhn, der Papagei, die Schildkröte und der Flohkrebs. Die Farbenempfindlichkeit ist bei verschiedenen Tieren ebenfalls sehr verschieden; stark reagieren auf rot | gelb: Stieglitz, Biene, Mückenlarve;
 gelb | grün: Ameise;
 grün | blau: Schwein, Molch, Libellenlarve, Schabe, Goldkäfer, Stieglitz, Sperling, Heckenweißling.

Mit Ausnahme der angeführten Ausnahmen zeigt sich überall eine Vorliebe für eine gewisse Farbe¹⁾, jedoch wiederum keine Uebereinstimmung. Blauliebend sind z. B. der Hund, der Stieglitz, die Biene, die Mückenlarve, der Heckenweißling; rotliebend: die Libellenlarve, die Schabe, die Ameise, der Goldkäfer; grünliebend (gegenüber rot und gelb): die Mückenlarve. Das Schwein zeigt keinen entschiedenen Farbensgeschmack, derselbe ändert sich mit der Zusammenstellung der Lichter. Bei einer Art ist die Vorliebe nach dem Lebensabschnitt variabel: die Libelle ist im Larvenzustande rot-, im ausgebildeten blauliebend.

Im allgemeinen ist die Größe der Vorliebe für eine gewisse Farbe nach der Qualität der mit ihr verglichenen sehr verschieden, der Molch z. B. zieht das Rot dem Blau gegenüber 8 mal stärker vor als dem Gelb gegenüber. Berechnet man im Durchschnitt, wieviel mal eine Farbe im Vergleich zu einer andern vorgezogen oder gemieden wird, so ergeben sich folgende Zahlen, die freilich nur auf ungefähre Genauigkeit Anspruch machen können:

rot gelb: 1,70;	rot grün: 1,65;	rot blau mit	:	4,09;
gelb grün: 1,70;	gelb blau: 3			ultrav.
blau ohne blau mit	:	2,29;	grün blau mit	:
ultraviolett			ultrav.	2,84;

so dass das Maximum der Reaktion bei der Kombination rot | blau mit ultraviolett auftritt und man das Gesetz aussprechen darf: die untersuchten farbenempfindlichen Tiere unterscheiden Farben um so deutlicher, je weiter dieselben im Spektrum auseinander liegen.

Auf die Farbenwahl übt aber die Helligkeit einen bedeutenden Einfluss aus. Nimmt man bei der hell- und blauliebenden Mückenlarve in der Zusammenstellung Hellrot | Dunkelblau das letztere 5, 260, 240 000 mal schwächer, so erhält man 12 bezw. 8, und 3 mal mehr Besucher im Blau als im Rot, es wird also die Blauvorliebe durch die Helligkeits-

1) Strenggenommen darf man nur von einer Bevorzugung einer Farbe sprechen, da uns über die subjektiven Empfindungen der Tiere kein Urteil zusteht.

vorliebe mehr und mehr gemindert. Der dunkelliebende Moleh zieht von den 3 Farben Rot, Gelb und Grün stets die dunklere vor; der dunkelliebende Regenwurm helles Rot dem dunklen Blau oder Grün und helles Grün dem dunklen Blau, der hell- und blauliebende Seestern das Blau allen hellern Farben. Ein allgemeines Gesetz ergibt sich danach nicht, einige Tiere scheinen ein schwaches Farbengefühl bei starkem Helligkeitsgefühl zu haben und umgekehrt. Dagegen können wir die auffallende Thatsache konstatieren, dass alle hellliebenden Tiere zugleich blau, alle dunkelliebenden rot besonders bevorzugen. Unter 40 Tieren machen von dieser Regel nur der Gimpel und die grüne Zirpe eine Ausnahme.

Hervorgehoben muss schließlich noch werden, dass das Ultraviolett von allen hierauf untersuchten Tieren (25) deutlich empfunden, z. B. vom Schwein, vom Stieglitz, von der Biene und den Schmetterlingen gesueht, von dem Moleh, der Schabe und dem Goldkäfer gemieden wird. Dass dabei von einer Lichtwirkung die Rede sein muss und nicht von einer chemischen, ergibt uns der Anblick der Intensitätskurve der chemischen Strahlen eines Spektrums; dieselbe ist vom Gelb bis zur sichtbaren Grenze des Violett im wesentlichen ebenso gestaltet als im Ultraviolett und hat im Anfang des letztern das kleinere, im Anfang des Violett das größere Maximum.

Versuche mit Ultrarot haben stets negative Resultate ergeben.

So interessant und bedeutsam auch die erlangten Ergebnisse sind, so geben sie doch leider direkt keine Antwort auf die Frage, wie die Tiere im freien Naturleben Farben empfinden; immerhin gestatten sie die Vermutung, dass Tiere, welche bei totaler Beleuchtung auf Helligkeits- und Farbenunterschiede reagieren, dieselben im freien bei partieller Beleuchtung ihres Gesichtsfeldes wahrscheinlich ebenso, wenn auch in geringerem Grade empfinden, dass die Empfindung aber durch andere Einflüsse sehr beeinträchtigt, selbst ganz unterdrückt werden kann. Darum wird die früher von Hermann Müller aufgestellte Behauptung, dass die Bienen blaue Blumen allen andern vorzögen, in den Graber'schen Beobachtungen nur eine schwache Stütze finden, ebenso auch die andern früher erwähnten darwinistischen Ansichten. Die Gründe für die Verschiedenheit des Farbengeschmacks bei den verschiedenen Tieren müssen wir selbstverständlich in einer Verschiedenheit der Organisation suchen und diese nach den heute herrschenden Anschauungen in Beziehung zum Leben setzen. Man könnte an einen Zusammenhang mit der Nahrung oder an eine sexuelle Bedeutung denken; beide Vermutungen treffen aber nicht zu: der Hund, der Stieglitz, die Libelle, die Schmetterlingsraupen nehmen keine blaue Nahrung zu sich, der Hund, der Stieglitz, der Weißling, die Biene haben keine blaue Färbung an sich. So ist uns die Bedeutung der Farbenempfindlichkeit für das Leben der Tiere vorläufig noch verschlossen; vielleicht gelangen wir einst zu einer genügenden Erklärung

beim weitem Verfolg der auffallenden Thatsache, dass die meisten der blauliebenden Tiere fliegen und Heuschrecken und Zirpen (*Tettigonia viridis*) eine Vorliebe für Grün zeigen; man könnte vermuten, dass jedesmal die Farbe von den Tieren bevorzugt wird, welche sie am meisten sehen. Indess ist das eben auch nur Vermutung und nicht ohne jeden Einwand.

Von besonderem Interesse und darum einer besondern Erwähnung wert sind die Untersuchungen, welche Graber mit mehrern augenlosen und geblendeten Tieren in betreff ihres Helligkeits- und Farbensinns angestellt hat. Durch Strasburger (1878) und Engelmann ist schon früher bei gewissen niedersten Organismen (Schwärmosporen, Myxomyceten, Diatomeen und Infusorien) eine deutliche Lichtempfindlichkeit nachgewiesen worden, und Hoffmeister (1845) und Darwin (1881) haben eine solche auch beim Regenwurm gefunden und vermutet, dass das Vorderende der Träger dieser Empfindung sei. Graber hat nun (1883) festgestellt, dass die Regenwürmer nicht nur auf grelle, sondern auch auf relativ geringe Helligkeits- und auf Farbenunterschiede selbst dann noch reagieren, wenn ihnen das Vorderende abgeschnitten ist (vergl. Tabelle I S. 497), dass also ihre Lichtempfindlichkeit auf die ganze Haut, wenn auch nicht gleichmäßig verteilt ist.

Ein ähnliches Resultat ergab sich bei der Untersuchung von Molchen und Schaben, denen die Augen herausgenommen und die Augenhöhlen mit schwarzem Wachs ausgefüllt waren. Auch bei diesen Tieren erfolgten die Reaktionen in geblendetem Zustand übereinstimmend mit derjenigen in ungeblendetem; auch zeigten sich dieselben unabhängig von dem Einfluss der strahlenden Wärme. Beim roten Scestern (*Asteracanthion rubens*) dagegen zeigte sich kein Erfolg, als ihm die Augen abgeschnitten wurden; es schien dadurch ein zu tiefer Eingriff in die ganze Organisation geschehen zu sein.

Diese allerdings noch vereinzelt Beobachtungen gewinnen an Bedeutung, wenn man sie mit der von Graber gemachten Entdeckung zusammenstellt, dass manche Tiere mit der Haut hören oder mit ihr oder andern Sinnesorganen riechen. Die orientalische Schabe *Periplaneta*¹⁾ reagiert auch nach Entfernung ihres Kopftheiles auf Schall- und Riechreize, auf manche der letztern (konzentriertes Aceton und konz. Karbolsäure) sogar energischer als mit dem Kopf; der Regenwurm, der Blutegel, einige Land Schnecken empfinden Geruchsreize mit der Haut, ob freilich als Geruch oder nur als Schmerz, lässt sich nicht feststellen. Eidechsen und Schwalben reagieren mit dem Auge schneller und energischer auf starke Gerüche als mit der Nase, und

1) Die chordotonalen Sinnesorgane und das Gehör der Insekten. Archiv für mikrosk. Anatomie, XX. u. XXI. Band.

der Molch mit dem Schwanz fast ebenso gut als mit dem eigentlichen Geruchsorgan¹⁾).

Aufgrund dieser Beobachtungen kommen wir zu dem hochbedeutsamen Schluss, dass bei einzelnen Tieren die Sinnesempfindung nicht an spezifische Sinnesorgane gebunden ist und auch die Haut Licht-, Gehör- und Riechreize wahrnehmen kann.

Es stimmt dies mit der der Entwicklungsgeschichte entnommenen Ansicht überein, welche in der Haut das ursprüngliche und universale Sinnesorgan erblickt.

Zum Schluss wollen wir die durch die exakten Forschungen namentlich Prof. Graber's gewonnenen Resultate zusammenfassen:

Mit wenigen Ausnahmen reagieren alle bei Anwendung der totalen Beleuchtung untersuchten Tiere auf Helligkeits- und Farbenunterschiede sehr deutlich, und zwar um so deutlicher, je größer die Differenzen sind. Bei den verschiedenen Arten ist die Empfindlichkeit und die Vorliebe für bestimmte Helligkeiten oder Farben sehr verschieden, und diejenige für Farben ist in verschiedener Weise mitbedingt durch die Helligkeit und umgekehrt. Alle hierauf untersuchten Tiere zeigen sich empfindlich gegen das uns unsichtbare Ultraviolett, reagieren dagegen nicht auf Ultrarot.

Diese Resultate behalten ihre Giltigkeit auch für einige augenlose und geblendete Tiere, welche demnach Licht und Farben mit der Haut zu empfinden vermögen.

Die Beobachtungen gestatten vorläufig Schlüsse für das Naturleben der Tiere nicht.

Untersuchung über das Geschlechtsverhältnis und die Ursachen der Geschlechtsbildung bei Haustieren.

Von Prof. Dr. **M. Wilckens** in Wien.

(Landw. Jahrbücher, Berlin 1886, Bd. XV. S. 607—654.)

Die Untersuchung erstreckt sich auf die Geburten von

16091 Fohlen,
4900 Kälbern,
6751 Lämmern,
2357 Ferkeln,

zusammen 30099 Haustieren.

1) Vergleichende Grundversuche über die Wirkung und die Aufnahmestellen chemischer Reize bei den Tieren. Biologisches Centralblatt, V. Band, Nr. 13, 15, 16 S. 385—398, 449—459, 483—489, 1885.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1886-1887

Band/Volume: [6](#)

Autor(en)/Author(s): Tiebe Albrecht

Artikel/Article: [Ueber den Helligkeits- und Farbensinn der Tiere, vorzugsweise nach den Untersuchungen V. Graber 's. 489-503](#)