

Hieraus folgt:

1. Auf die Ablenkung horizontal schwingender Magnetnadeln durch den galvanischen Strom ist die Grösse des Nadelmagnetismus ohne Einfluss.
2. Wenn bei jeder Stellung der Magnetnadel die Entfernung der Pole von den Umwindungen dieselbe bleibt, dann ist die ablenkende Kraft des Stromes direct proportional der Stromstärke. (Fortsetzung folgt.)

Das Sehvermögen der Insecten.

Von Dr. Otto Zacharias.

(Nachdruck vom Verfasser verboten.)

Bei den meisten Kerbthieren finden sich zweierlei Gattungen von Augen vor: grosse zusammengesetzte, welche zu beiden Seiten des Kopfes liegen, und die sogenannten Nebenaugen oder Ocelli, die gewöhnlich zu dritt in einem Dreieck angeordnet zwischen den beiden anderen Augen stehen. Betrachtet man einen Bienenkopf mit einer Lupe, so kann man sich diese Verhältnisse sofort zur Anschauung bringen. Schon bei ganz mässiger Vergrösserung sieht man dann, dass die grossen Augen mit einem Netz regelmässiger Furchen bedeckt sind, wodurch die Oberfläche derselben in eine Menge kleiner Felder getheilt wird, welche Facetten genannt werden. Isolirt man ein derartiges Gebilde, so ergiebt die mikroskopische Untersuchung, dass seine vordere und seine hintere Fläche ein klein wenig gewölbt sind. Demnach wirkt jede einzelne solche Facette wie eine winzige biconvexe Linse: das ganze Bienenauge besteht in seiner oberflächlichen Schicht (Cornea) aus vielen Hunderten derselben. Auf diese facettirte Augenhaut folgen nach Innen zu die sogenannten Krystallkegel. Das sind pyramidale oder abgerundet kegelförmige Körper, welche zur Weiterleitung des Lichtes dienen. Die Form des Querschnitts derselben richtet sich fast stets nach der Gestalt der Facetten. Sind diese quadratisch, so sind auch die Krystallkegel vierseitig, während mit sechseckigen Corneafeldern (z. B. bei den Bienen) auch sechseckige oder abgerundete Leitungskörper verbunden zu sein pflegen. An ihrer Spitze treten nun diese Kegel mit je einer Nervenfasern in Verbindung, die aus dem kugelförmigen Ende der Sehnerven entspringt. Zuletzt kommt noch eine schwärzliche Pigmentschicht, in welche die ganze Masse der Sehnervenfasern und Krystallkegel eingebettet ist. Neuerdings (1879) sind alle diese

Einzelheiten in vorzüglicher Weise von Professor Grenacher in Halle klargestellt worden, und alle diejenigen, welche sich über den mikroskopischen Bau des Auges der Insecten und anderer Gliederthiere eingehender unterrichten wollen, müssen die betreffende Abhandlung*) des genannten Forschers zur Hand nehmen. Von Grenacher rührt der besonders wichtige Nachweis her, dass die oben beschriebenen typischen Krystallkegel keineswegs bei allen Insecten vorhanden sind. Es giebt vielmehr drei verschiedene Arten von Insectenaugen: 1) acone, d. h. solche, bei denen überhaupt Krystallkegel fehlen (Mücken, Wanzen und Ohrwürmer; desgleichen diejenigen Käfer, welche weniger als fünf Fussglieder haben); 2) pseudocone, bei denen die Kegelschicht durch deutlich getrennte Zellen vertreten wird, dies ist bei allen echten Fliegen (Musciden) der Fall; und 3) eucone Augen, welche die zuerst geschilderte Beschaffenheit besitzen. Solche typische Krystallkegel finden wir bei den Schmetterlingen, Heuschrecken und Hautflüglern, sowie bei den Käfern mit fünf Fussgliedern. Die Anzahl der auf den verschiedenen Insectenaugen sich vorfindenden Facetten ist gleichfalls sehr verschieden. Während die Ameisen nur etwa 50 solche Felderchen auf ihrer Augenhaut haben, lassen sich bei der Stubenfliege deren 4000, beim Weidenbohrer 11000, beim Todtenkopf-Schmetterling 12000, bei einer Libelle (Aeschna) 20000 und bei einem winzigen Käfer (Mordella) sogar 25000 feststellen.

Es erhebt sich nun die interessante Frage, wie sich wohl die Wahrnehmung der äusseren Gegenstände mit so völlig von den unsrigen abweichenden Sehorganen gestalten möge. Denn das wird Jeder zugeben, dass unter den vorstehend angegebenen anatomischen Bedingungen das Sehen der Insecten mit Facettenaugen vom Sehen der Wirbelthiere gänzlich verschieden sein muss. Aus der Fülle von Beweisen, mit welchen dies physikalisch sowohl, wie physiologisch erhärtet werden kann, seien nur einige hauptsächliche vorgeführt. Erwägen wir zunächst Folgendes. Die zusammengesetzten Augen der Insecten sind Gesichtswerkzeuge, in denen, wie oben gezeigt wurde, eine jede Sehnervenfasern ihre eigenen lichtleitenden Medien besitzt, während in den Augen der Wirbelthiere für die gesammte (zu einer Netzhaut vereinigte) Nervenmasse nur ein einziger Körper von brechender Substanz vorhanden ist. Wäre nun bei dieser Sach-

*) Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden. Göttingen. 1879.

lage das Sehen der Insecten auf dieselbe Weise vermittelt, wie bei uns und den übrigen Wirbelthieren, d. h. entstände auch bei ihnen hinter den einzelnen brechenden Körpern den dioptrischen Gesetzen gemäss ein umgekehrtes Bild der äusseren Gegenstände, so wäre eine deutliche Gesichtswahrnehmung völlig unmöglich. Denn dann gelangte nicht etwa nur ein einziges Bild der Umgebung zum Bewusstsein des betreffenden Thieres, sondern deren hunderte, in denen aber die relative Lage der einzelnen Punkte — je nach dem Einfallswinkel der Lichtstrahlen — in der oder jener Beziehung verschieden sein würde. Die Nützlichkeit einer derartigen Einrichtung wäre thatsächlich nicht einzusehen, und man ist daher zu einer anderen Theorie — denn nur um eine solche kann es sich handeln — genöthigt. Wenn man nämlich bedenkt, dass jeder der zahlreichen Krytallkegel eines Bienenauges nur mit einer einzigen Nervenfasern in Verbindung steht, so darf man nach erfahrungsmässigen Gesetzen folgern, dass durch eine so beschränkte Leitung auch niemals mehr als das Bild eines einzigen lichts Aussendenden Punktes zur Wahrnehmung kommen kann. Soll ein bestimmter Gegenstand wahrgenommen werden, so muss zur Hervorrufung seines Bildes eine grössere Anzahl von Kegeln und Facetten zusammenwirken, die einzeln je einen Punkt desselben zur Anschauung bringen. Demnach wird die Gesichtswahrnehmung einer Biene oder eines Schmetterlings nothwendigerweise aus vielen tausend discreten Punkten bestehen müssen, von denen jeder nur einem beschränkten Bezirke der umgebenden Welt entspricht. Das zur Anschauung gelangende Bild wird also mosaikartig aus lauter einzelnen Theilchen zusammengesetzt, und es wird um so vollständiger sein, aus je mehr solchen Theilchen es gebildet ist. Bei dieser Weise des Sehens verhalten sich die verschiedenen optischen Apparate eines zusammengesetzten Auges nicht wie einzelne selbständig wirkende Organe, sondern wie die zusammenhängenden Theile ein und desselben Organs. Es war der berühmte Physiologe Johannes Müller, der zuerst das Sehen mit Facettenaugen auf solche Art erklärte, und seine Ansicht behauptet sich noch bis zur Stunde in vollster Giltigkeit. Auch Sir John Lubbock, der bekannte scharfsinnige Beobachter des Insectenlebens, schliesst sich der Müller'schen Theorie an und zählt in einer seiner neuesten Veröffentlichungen*) acht be-

*) Die Sinne und das geistige Leben bei den Insecten, Deutsch von W. Marshall. Leipzig 1889.

sonders für dieselbe sprechende Gründe auf. Ausserdem betont er mit entschiedenem Recht, dass eine Vereinigung von vielen tausend verhältnissmässig vollständigen Augen sehr unnütz und unverständlich erscheine.

Was nun die Neben- oder einfachen Augen der Insecten anbetrifft, so lassen sich dieselben bezüglich ihres Baues eher mit den Augen der Wirbelthiere vergleichen. Man constatirt bei ihnen zwei hinter einander liegende lichtbrechende Medien: eine vordere, fast kugelige Linse und einen Glaskörper, der auf der Vorderfläche stets etwas weniger gekrümmt ist als auf der Hinterseite. Von aussen her wird dieser Glaskörper von einer becherförmigen Netzhaut (Retina) umfasst, die selbst wieder von einer verschieden gefärbten Pigmentschicht umgeben ist. Nach vorn zu erstreckt sich letztere Schicht bis zur Linse. Wie die zusammengesetzten Augen, so entbehren auch die eben geschilderten jedweder Art der Beweglichkeit, und hierin liegt ein Hauptunterschied zwischen den Sehwerkzeugen der Insecten und den unsrigen bezw. den Wirbelthieraugen, die einen hohen Grad von Accommodationsfähigkeit besitzen, sodass sie für das Sehen in der Nähe und in der Ferne gleich gut geeignet sind. Nach der starken Convexität ihrer Linsen zu urtheilen, muss man annehmen, dass die Nebenaugen sehr kurzsichtig (myopisch) sind und nur zur Wahrnehmung nahe gelegener Gegenstände dienen können. Es scheint demnach, dass der Besitz beider Arten von Sehorganen erforderlich ist, wenn ein Kerbthier befähigt sein soll, nahe und fern gelegene Objecte gleich gut zu erblicken. Dazu stimmt das Vorhandensein von einfachen und zusammengesetzten Augen bei Hautflüglern (Bienen etc.), Fliegen und Heuschrecken vorzüglich, denn diese Insecten führen ein herum-schweifendes Leben und müssen ihre Nahrung ebensowohl in der Nähe auffinden, als aus der Ferne erspähen können. Nicht minder gut steht die eben erwähnte Ansicht zu der Thatsache, dass solche Insecten, die nur eine beschränkte Bewegungsfähigkeit besitzen, sich mit Sehorganen begnügen können, die nach Art der Nebenaugen gebaut sind. Ebenso bemerkt man, dass die Larven der Insecten mit vollkommener Umwandlung, die sich nur wenig bewegen und meistens auf einer Stelle verharren, gleichfalls nur mit einfachen Augen ausgerüstet sind. Aus dem auffälligen Umstande, dass Nebenaugen besonders bei denjenigen Insecten hoch entwickelt sind, die wie Ameisen, Bienen und Wespen einen Theil ihres Daseins im offenen Lichte, den anderen

in dunklen Schlupfwinkeln ihrer Baue verbringen, meint Lubbock schliessen zu sollen, dass diese Organe hauptsächlich zum Sehen im Düstern und in der Nähe dienen. Dafür spricht überdies noch, dass auch alle bei Nacht fliegenden Falter Nebenaugen haben, während sie den Tagschmetterlingen (mit einziger Ausnahme der Gattung *Papilio*) fehlen.

In Vorstehendem haben wir uns vielfach auf theoretischem Boden bewegt und aus den vorliegenden Thatsachen Schlüsse gezogen, welche den Mangel an directen Beobachtungen einstweilen ersetzen mussten. Aber letztere sind in der Naturwissenschaft niemals zu entbehren, und so hat man denn in neuerer Zeit auch wirklich Versuche über die Sehthätigkeit der Insecten angestellt, welche — wenn sie variirt, verfeinert und fortgesetzt werden — einen gewissen Grad von Einsicht auch in das Vorstellungsleben jener Thiere zu geben versprechen. Im Verlaufe der letztverflossenen beiden Jahre (1887 und 1888) hat sich hauptsächlich der belgische Naturforscher Plateau mit Untersuchungen über das Sehen der Insecten und anderer Arthropoden beschäftigt. Seine darauf bezüglichen Abhandlungen sind in den Bulletins der Brüsseler Akademie veröffentlicht worden. Einer Zusammenfassung*) seiner Forschungsergebnisse, welche unlängst erschienen ist, sind die nachstehenden Angaben entnommen. Nach Plateau ist das Auge bei solchen Gliederthieren, welche nur einfache Augen besitzen (wie Tausendfüsse, Spinnen, Skorpione und Schmetterlingsraupen), sehr schlecht. Die Skorpione scheinen nicht weiter sehen zu können, als ihre Scheerentaster reichen, also 1 bis $2\frac{1}{2}$ Centimeter; die Spinnen sind noch kurzsichtiger, und bei den Raupen dürfte die Sehweite auch nicht mehr als etwa 1 Centimeter betragen. Die Mehrzahl dieser Thiere ersetzt die Unvollkommenheit des Sehvermögens, wie es scheint, durch eine geschickte Benutzung der Tastorgane: die Spinnen bedienen sich ihrer Füsse, die Skorpione ihrer Zangen, die Raupen und Tausendfüsse ihrer kurzen Fühler. Auf solche Weise finden sich dieselben ganz trefflich in ihrer Umgebung zurecht und erwecken — wie Plateau sagt — „zuweilen den Anschein, als besäßen sie ein gutes Sehorgan“. Ueber die Gesichtswahrnehmungen der Insecten, welche Facettenaugen besitzen, urtheilt der nämliche Forscher auf Grund seiner Versuche,

*) Plateau: Experimentaluntersuchungen über das Sehen bei den Gliederthieren. (V. Bulletin de l'Academie royale de Belgique, Sér. 3, T. XVI.

dass dieselben nicht mit denen der Wirbelthiere an Deutlichkeit wetteifern können. Plateau ist der Ansicht, dass die mit zusammengesetzten Augen ausgerüsteten Insecten keine scharfe Wahrnehmung der Formen haben, sondern dass sie wesentlich durch die Bewegungen der Gegenstände von deren Gegenwart benachrichtigt werden. In Abständen, welche je nach den Typen von 58 Centimetern bis 2 Metern wechseln, sollen die Thiere besser die Verschiebungen der Objecte von einer bestimmten Grösse als die Objecte selbst wahrnehmen. Raubinsecten werden, nach demselben Forscher, besonders durch den Geruch in die Nähe der Beute geleitet, nachdem sie von der Gegenwart der letzteren durch eine Bewegungswahrnehmung in Kenntniss gesetzt worden sind.

Ich muss gestehen, dass ich mich ebenso wenig wie Dr. Fr. Dahl in Kiel von der Stichhaltigkeit der Plateau'schen Ansichten überzeugen kann, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil ich nicht zu glauben vermag, dass eine Libelle, die wie ein Raubvogel über einem Tümpel schwebt und plötzlich herabschiesst, um eine Mücke zu ergreifen, nur deren tanzende Flugbewegung und nicht auch ihre Körperform aufs Genaueste wahrgenommen habe. Der nackte Thatbestand spricht hier gegen Plateau. Denn aus dem ganzen Gebahren der Libelle und aus der Sicherheit, mit der sie das ins Auge gefasste Insect mit Blitzesschnelle packt, ist zu entnehmen, dass sie das genaueste Wahrnehmungsbild ihrer Beute erhalten haben muss. Dazu stimmen auch die Berechnungen von Lowne, der die Sehweite der Libellen dahin bestimmt hat, dass die Insecten auf 20 Fuss Entfernung noch Gegenstände von $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll Durchmesser zu unterscheiden vermögen. Ich selbst bin unlängst in der Lage gewesen, eine Beobachtung über die scharfe Sehfähigkeit der gewöhnlichen Fliege anzustellen, die gleichfalls gegen Plateau's Ansicht spricht, dass die Insecten mit Facettenaugen keine Formen zu unterscheiden im Stande seien. Die betreffende Fliege sass auf dem Stamme einer jüngeren Linde, und in 6 Centimeter Entfernung vor ihr marschirte ein langer Zug von Ameisen den Baum in gerader Richtung hinauf. Von Zeit zu Zeit kam es vor, dass eine oder zwei Ameisen die Colonne verliessen und sich der Gegend zu nähern Miene machten, wo die Fliege sass. In demselben Augenblicke, wo dies geschah, wich die Fliege etwa einen Centimeter weit zurück, und je nach der Laufrichtung der Ameisen, die sich bald von rechts, bald von links her der

Fliege näherten, ohne sie weiter zu beachten, machte die letztere entsprechende Bewegungen nach der entgegengesetzten Seite. Sie that dies aber mit solcher Präcision, dass man deutlich sehen konnte, wie scharf sie jede Veränderung in der Stellung der Ameisen zu ihr wahrnahm. Es würde auf eine blossе Spitzfindigkeit hinauslaufen, wenn man in diesem Falle sagen wollte, die Fliege habe zwar die Bewegungen der Ameisen aufs deutlichste erkannt, aber keineswegs die Körperform derselben. Eines ohne das Andere zu thun, dürfte wohl schwerlich möglich sein. Fr. Dahl, der bereits erwähnte treffliche Beobachter, setzte eine Spinne einer Biene gegenüber und bemerkte alsbald, dass sich die Letztere vor der Ersteren fürchtete. Von dem Sehen einer Bewegung konnte nicht die Rede sein, da die Spinne nur langsam, wie zur Abwehr, das Vorderbein hob. Dennoch wich die Biene stets scheu zurück, wenn Dr. Dahl sie mit dem Finger näher an die Spinne heranschob. Dass keine Witterung durch den Geruch mit ins Spiel kam, ging daraus klar hervor, dass die Biene von einer Papierkugel, die mit dem Blute einer zerquetschten Spinne benetzt war, nicht zurückscheute. Aus derartigen Beobachtungen ist mit Sicherheit zu entnehmen, dass Plateau mit seiner Ansicht von der mangelnden Formunterscheidungsgabe der Insecten im Unrecht sich befindet.

Im Ganzen ist aber offen zuzugestehen, dass wir noch sehr wenig hinsichtlich des wirklichen Sehvermögens der Insecten wissen. Fortgesetzte Versuche von der Art, wie sie von A. Forel, Fr. Dahl, J. Lubbock und anderen Forschern angestellt worden sind, werden uns jedoch allmählig zu bestimmteren Vorstellungen darüber verhelfen.

Erlebnisse eines deutschen Lehrers in Chile.

Von Dr. Alb. Meyer.

Endlich komme ich wieder einmal dazu, an Sie zu schreiben, nachdem ich es mir schon verschiedene Male vorgenommen hatte. Wir leben jetzt in der herrlichen, schönen Zeit der grossen Ferien, welche Weihnachten ihren Anfang genommen haben und am 5. März zu Ende gehen. Die Aufregungen und Anstrengungen der letzten Schulwochen waren grosse. Da gab es Examina die Hülle und Fülle, und wir armen Deutschen waren in keiner sehr beneidenswerthen Lage, da alle Welt von unseren Schülern ausserordentliches verlangte. Diese Examina sind der wunde Punkt des chilenischen Unterrichtswesens. Am Schluss eines

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Helios - Abhandlungen und
Monatliche Mittheilungen aus dem Gesamtgebiete der
Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1890

Band/Volume: [7_1890](#)

Autor(en)/Author(s): Zacharias Otto [Emil]

Artikel/Article: [Das Sehvermögen der Inseeten 173-179](#)