

Biologisches Zentralblatt

Begründet von J. Rosenthal

Herausgegeben von

Dr. K. Goebel und Dr. R. Hertwig
Professor der Botanik Professor der Zoologie
in München

Verlag von Georg Thieme in Leipzig

40. Band

Juni 1920

Nr. 6

ausgegeben am 1. Juni 1920

Der jährliche Abonnementspreis (12 Hefte) beträgt 20 Mark
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten

Die Herren Mitarbeiter werden ersucht, die Beiträge aus dem Gebiete der Zoologie, vergl. Anatomie und Entwicklungsgeschichte an Herrn Prof. Dr. R. Hertwig, München, Alte Akademie, alle übrigen (nach vorheriger Anfrage) an Herrn Prof. Dr. K. Goebel, München, Menzingerstr 15, einzusenden zu wollen.

Inhalt: K. Gerhardt, Zur Theorie der Schutzmittel gegen Tierfraß bei Pflanzen. S. 241.
G. Wolff, Physikalisch-biologische Beobachtungen an Schmetterlingsflügeln, Vogelfedern und andern organischen Gebilden. S. 248.
H. Teudt, Erwiderung auf Heller's Artikel „Über die Geruchstheorie von Teudt“. S. 249.
O. Renner, Mendel'sche Spaltung und chemisches Gleichgewicht. S. 268.
E. Lehmann, Bemerkungen zu dem Aufsätze von O. Renner: Mendel'sche Spaltung und chemisches Gleichgewicht. S. 277.
O. Renner, Zur Richtigstellung. S. 287.
E. Lehmann, Bemerkung dazu. S. 288.
Referate: A. Ernst, Bastardierung als Ursache der Apogamie im Pflanzenreich. S. 286.

Zur Theorie der Schutzmittel gegen Tierfraß bei Pflanzen.

Von Karl Gerhardt, Jena.

Zu den umstrittensten Gebieten in der Biologie gehört die Frage nach den Schutzmitteln der Pflanze gegen Tierfraß. Das zeigen u. a. die Versuche, die Bildung von Dornen und Stacheln, durch deren Besitz die an heißen, trockenen Standorten lebenden Pflanzen vornehmlich ausgezeichnet sind, zu deuten. Die Anschauung, daß diese Organe lediglich den abnormen klimatischen Einflüssen — also rein physiologischen Ursachen — ihre Entstehung verdanken, steht noch heute der anderen, daß sie im Kampf ums Dasein durch Selektion als Schutzmittel gegen Tierfraß ausgebildet wurden, schroff gegenüber, wenn schon neue Untersuchungen von Stahl¹⁾ einen gangbaren Weg zur Lösung wahrscheinlich machen. Aber auch da, wo ein wesentlich zuverlässigeres und sicherer zu überschauendes Tatsachenmaterial zur Verfügung steht, ist völlige Klarheit nicht geschaffen. So wird gerade in neuester Zeit die zuerst von Stahl²⁾ vertretene und später von einer Reihe seiner Schüler

1) Stahl, Zur Physiol. u. Biol. der Excrete, Flora 1919, Bd. 13, N. F.

2) Stahl, Pflanzen und Schnecken. Jena 1888.

mit neuen Tatsachen belegte Ansicht, daß mancherlei Einrichtungen im Organismus der Pflanzen — Haare, Rhabdiden, Kiesel- und Kalkpanzer, chemische Stoffe — als Abwehrwaffen gegen pflanzenfressende Tiere zu gelten haben, mehrfach bestritten. Soweit diese Kritik nicht Einzelheiten der Versuchsanstellung und ihrer Ergebnisse, sondern die Fragestellung als solche angreift, soll in den folgenden Zeilen ihre sachliche Berechtigung erörtert werden. —

Bei seinen Beobachtungen an Schnecken war Stahl zu der Unterscheidung zwischen Spezialisten, die hinsichtlich ihrer Nahrung an einen engen Formenkreis angepaßt sind, und Omnivoren gelangt, die eine mehr oder weniger große Auswahl an Futterpflanzen haben. Eingehende Fütterungsversuche namentlich mit den letzteren hatten ihm gezeigt, daß stark behaarte oder mit Kiesel- oder Kalkpanzern versehene Pflanzen meist erst nach mechanischer Zerstörung dieser Einrichtungen, mit Gerb-, Bitterstoffen, Alkaloiden oder ätherischen Ölen ausgestattete erst nach Entfernung dieser Stoffe durch Extraktion mit Alkohol bezw. Äther von den Schnecken als Nahrung angenommen wurden. Daraus hatte er den Schluß gezogen, daß die genannten Eigenschaften als Schutzmittel der Pflanzen gegen Schneckenfraß zu gelten hätten. Gegen diese Deutung wendet sich in einer Reihe von Aufsätzen Heikertinger³⁾. Namentlich durch Beobachtungen, die er in seinem Spezialstudium gewisser Insektenklassen gemacht hatte, beeinflusst, leugnet er das Vorkommen omnivorer „Kleintiere“ (bei „Großtieren“ läßt er die Frage offen) überhaupt, behauptet im Gegenteil, daß alle als Spezialisten bezeichnet werden müßten, die nur mehr oder weniger streng auf bestimmte Pflanzen eingestellt und ihnen angepaßt seien, und daß diesen gegenüber Schutzmittel der Pflanzen nicht existieren. Wenn aber fremde Pflanzen von diesen nicht angegriffen würden, so liege das nicht daran, daß diese durch besondere Einrichtungen wie gewisse mechanische Bildungen, bezw. Einlagerung bestimmter chemischer Stoffe geschützt seien, sondern weil sie den betreffenden Tieren im Geschmack nicht mehr zusagten, nachdem diese sich einmal im Lauf der Zeiten an die besondere Kost gewöhnt hätten. So sagt er: „Die Schutzfrage setzt zumeist überhaupt erst mit dem Ausnahmefall ein, daß ein Tier auf eine ihm fremde Pflanze gerät. Und hier wird der wirksamste Schutz nicht in Stachel und Säure liegen, sondern in der Anpassung selbst, — das Tier wird die Pflanze darum ablehnen, weil sie einfach seinem ererbten Geschmack nicht entspricht.“ — „Das Tier kümmert sich um alle ihm fremden Pflanzen überhaupt nicht, greift sie gar nicht an. Wo aber kein Angriff erfolgt, ist auch kein „Schutz“ nötig; und so sinkt die ganze Schutzfrage... zusammen“ (1914, S. 85/86). Dem Spezialisten gegenüber aber sei die Pflanze vollkommen hilflos und daher weitgehendster Vernich-

3) F. Heikertinger, Über die beschränkte Wirksamkeit der Schutzmittel der Planze gegen Tierfraß u. s. w. Biol. Zentralblatt 1914, Bd. 34. — Die Frage von den natürlichen Pflanzenschutzmitteln gegen Tierfraß und ihre Lösung. Biol. Zentralblatt 1915, Bd. 35.

tung durch ihn preisgegeben. Heikertinger führt als Beispiel dafür die Reblaus, Borken- und Kartoffelkäfer an und glaubt damit um so eher schlagende Beweise gegen Stahl vorbringen zu können, als dieser die eingehendere Diskussion der hier vorliegenden Verhältnisse beiseite stellt. Denn wenn irgendwo, so sei doch ein Schutz der Pflanze gegen die Vernichtung durch ihre besonderen Feinde geboten. Der aber fehle vollständig. So gelangt Heikertinger zu einer vollständigen Ablehnung der Schutzmitteltheorie. Daß diese überhaupt habe aufgestellt werden können, dafür schafft er sich folgende Erklärung: „Stahl war Botaniker. Gerade zu seiner Zeit nahmen ökologische Studien, nahm das Studium der Pflanzenschutzmittel gegen Klimaungunst mächtigen Aufschwung. Was lag der Botanik näher, als den belebten Faktor der feindlichen Tierwelt in gleicher Weise zu behandeln, wie sie den unbelebten Faktor des feindlichen Klimas so ergebnisreich behandelt hatte. An der Pflanze mußten sich Schutzmittel gegen schädliche Klimaeinflüsse — durch Untergehen der „ungeschützten“ Formen — ausbilden. Viele dieser Klimaschutzmittel waren zweifellos zugleich auch gegen Tiere wirksam — die gleiche Basis für beide war scheinbar gegeben.“ „Dennoch aber müssen die Einflüsse der unbelebten Natur von denen der höher stehenden belebten prinzipiell scharf gesondert werden. Gegen Klimawirkung ist ein einseitiger Schutz möglich; das Klima ist ja keiner Gegenanpassung zur Überwindung des Schutzes fähig... Gegen das Klima gibt es demnach einseitigen Schutz; gegen die Tierwelt hingegen gibt es nur ein gegenseitiges Abfinden, ein großes, aber nie allzu-großes Tributzahlen, eine reziproke Anpassung, die sich automatisch nivelliert“ (1914, S. 100/101).

An Stelle der Schutztheorie versucht nun Heikertinger eine andere Erklärung der Tatsache der Arterhaltung zu geben. Sie gipfelt in den drei Sätzen

1. „vom erschwinglichen Tribut oder der zureichenden Überproduktion,
2. von der Geschmacksspezialisation der Tiere,
3. von der Bevorzugung des Zusagenderen.“

Während der Sinn der beiden letzten Sätze aus dem oben Gesagten klar hervorgeht, bedarf der erste noch einer kurzen Erläuterung. Sie sei mit Heikertinger's eigenen Worten gegeben: „Jede Organismenart zahlt schutz- und kampfflos ihren Tribut an andere. Die Art als solche kämpft nicht, bedarf darum auch keines mechanischen Schutzes und sucht auch keinen. Was zu kämpfen oder zu entinnen sucht, ist nur das Individuum für sich; es sucht rein persönlich nicht unter den Tribut zu geraten... dieser Tribut ist keine Geißel, sondern nur ein wohlthätiger Regulator, der die Art von dem Überschuß der Nachkommenschaft befreit, der von jeder Generation erzeugt wird... Dieser Überschuß soll gar nicht geschützt sein, er soll untergehen..., damit das Gleichgewicht im Naturleben erhalten bleibt“ (1915, S. 262).

Mit dem Gesagten ist Heikertinger's Standpunkt zur Genüge klargestellt. Inwieweit und wo trifft er die Stahl'schen Ausführungen und damit die Schutzmittelfrage überhaupt?

Die Richtigkeit der Stahl'schen Beobachtungen und der daran geknüpften Versuche hinsichtlich Annahme bzw. Ablehnung von Futterpflanzen durch die Versuchstiere ist von Heikertinger nur in unwesentlichen Punkten bestritten worden. Sie braucht daher auch hier nicht weiter erörtert zu werden, zumal sie neuerdings durch Benecke⁴⁾ mit nur geringer Modifizierung ihre Bestätigung gefunden hat und die Veröffentlichung weiterer experimenteller Untersuchungen darüber in Aussicht steht. Auch der scheinbar schroffe Gegensatz in den Begriffen „Omnivorie“ und „Spezialisierung“ läßt sich mit wenigen Worten abtun. Stahl selbst hat mit seiner Unterscheidung nicht mehr sagen wollen, als daß die unter den Begriff „Omnivore“ fallenden Organismen über eine erheblich größere Mannigfaltigkeit von Futterpflanzen verfügen als etwa die zu ihnen im Gegensatz stehenden „Spezialisten“, die streng an eine bestimmte Futterpflanze, ohne die sie zugrunde gehen würden, angepaßt sind. Diesen zwar nur graduellen, aber biologisch doch recht bemerkenswerten Unterschied in der Ernährungsweise begrifflich klar zu formulieren, war seine Absicht. Daß für diesen Zweck das Wort „omnivor“, das im zoologischen Sprachgebrauch bereits für eine andere Inhaltsbeziehung vergeben war, vielleicht nicht ganz glücklich gewählt war, ist für das Ergebnis seiner Untersuchungen nur von untergeordneter Bedeutung. Insofern trägt auch die von Benecke⁵⁾ vorgeschlagene Unterscheidung in „pleophage“, „herbivore“ und „mykophage“ Schnecken, wie wir gleich sehen werden, nichts zur Klärung der Grundfrage bei. Im Gegenteil scheint mir in diesem Zusammenhang die von Heikertinger gegebene Terminologie „monophage“, „oligophage“, „polyphage“, weil für einen größeren Formenkreis von Tieren anwendbar, die zweckmäßigere zu sein.

Grundsätzlich und unvereinbar klaffen die Meinungen erst da auseinander, wo es gilt, die Tatsache der Spezialisierung zu erklären! Und hier muß gesagt werden, daß Stahl's Problem überhaupt erst da beginnt, wo für Heikertinger die Frage bereits gelöst scheint. Beide Forscher erkennen die Spezialisierung im Organismenreich als Tatsache vollkommen an. Aber der grundsätzliche Unterschied liegt darin, daß Heikertinger diese Tatsache als etwas schlechtweg Gegebenes hinnimmt, während Stahl sie erst wieder zu einem Aufgegebenen macht, indem er nach dem Zustandekommen dieser Erscheinung fragt. Denn wenn Heikertinger die Anpassung pflanzenfressender Tiere an ganz bestimmte Futterpflanzen zurückführt auf die Geschmacksspezialisierung der betreffenden Tiere, so ist das letzten Endes nichts mehr als eine Tautologie; es ist nur die Ver-

4) Benecke, Pflanzen und Nacktschnecken, Festschr. z. 70. Geburtstag von E. Stahl 1918.

5) Benecke, a. a. O.

schiebung des Problems aus der Botanik in die Zoologie, ohne daß nun aber von der Zoologie (wenigstens von der Heikertinger'schen) eine befriedigende Lösung gegeben wird. Stahl dagegen fragt weiter: Wie kommt es, daß gewisse Pflanzen von den Tieren gemieden, andere dagegen als Nahrung angenommen werden. Und zur Lösung dieser Frage greift er hier zu der Methode, die ihn auch in all seinen anderen Arbeiten mit so imponierender Sicherheit zum Ziel geführt hat. Das ist der biologische Vergleich. Er sagt darüber selbst⁶⁾: „Der Vergleich extremer Fälle, wo die Unterschiede am schärfsten zutage treten, verspricht... am ehesten Erfolg und läßt erhoffen, daß die hierbei gewonnenen Gesichtspunkte das Verständnis auch in weniger ausgeprägten Fällen ermöglicht werden“ und führt als Beispiel seine Behandlung des Mykorrhizenproblems an: „Dort hat die vergleichende Betrachtung der Gewächse mit stets verpilzten Wurzeln (Orchideen u. s. w.) mit mykorrhizfreien Pflanzen (Equiseten, Cruciferen u. s. w.) es ermöglicht, die Frage nach dem Sinn der Mykorrhizenbildung schärfer zu stellen...“ Das heißt, auf die vorliegenden Verhältnisse übertragen, daß für einen solchen Vergleich der strenge Spezialist, der in seiner Kost an einen kleinen Formenkreis gebunden ist, nicht geeignet war, wohl aber die omnivore (pleophage, polyphage) Schnecke, die eine reiche Auswahl an Futterpflanzen hat. War hier bei zwei möglicherweise noch nahe verwandten Pflanzenspezies (*Hieracium pilosella*, *H. auricula*) festgestellt, daß die eine gefressen wurde, die andere nicht, so kam es weiter darauf an, zu prüfen, welche Eigenschaft diesen bemerkenswerten Unterschied bedingte. Tatsächlich konnte durch eine große Reihe von wohl-durchdachten Experimenten so an Stelle der ganz vagen, jeder Anschauung baren und daher nichtssagenden Erklärung, die eine Pflanze sage dem Tiere mehr zu als die andere, die ganz bestimmte oben erwähnte Deutung gegeben werden. Wie scharf sie in der Tat die wirklichen Verhältnisse wiedergibt, erhellt aus Stahl's⁷⁾ Angabe, daß bereits aus dem äußeren Habitus der Pflanzen das Verhalten der Schnecken ihnen gegenüber mit großer Sicherheit im voraus bestimmt werden konnte: Ist die Pflanze mechanisch gut geschützt, so wird sie wahrscheinlich der Beschaffenheit ihrer Säfte nach den Schnecken zusagen, ist dieser Schutz nicht vorhanden, so wird sie voraussichtlich — wegen des Besitzes chemischer Schutzstoffe — von dieser abgelehnt. Wer einmal derartige Versuche gesehen oder selbst angestellt hat, wird sich dem Eindruck nicht entziehen können, daß es sich bei derartigen Einrichtungen tatsächlich um einen wirksamen Schutz gegen Tierfraß handelt.

Nur in einem Punkt scheint jetzt die Frage noch ungeklärt. Heikertinger hatte behauptet, daß die Pflanzen ihren Spezialisten schutzlos ausgeliefert seien, und, wie schon erwähnt, die Reblaus, Borken- und Kartoffelkäfer in ihrer vernichtenden Wirkung als Zeugen aufgerufen.

6) Stahl, Zur Physiol. u. Biol. d. Excrete, a. a. O. S. 89.

7) Stahl, Pflanzen u. Schnecken, a. a. O.

Daß hier der Fall wesentlich verwickelter liegt, sei ohne weiteres zugegeben. Deswegen hatte ja auch Stahl die strengen Spezialisten bei seinen der Grundlegung der Frage dienenden Untersuchungen von der Betrachtung ausgeschlossen. Aber nur deswegen! Nachdem am einfacheren Objekt die Sachlage erkannt war, gewann nunmehr auch die Frage der Spezialisierung einen Ansatz zu ihrer Lösung.

Wenn an der Pflanze Abwehrwaffen entstanden, die sie gegen Tiere schützen, so müssen bei diesen notwendig Mittel zur Überwindung dieses Schutzes auftreten, sollten sie nicht untergehen. Mit der Anpassung an bestimmte Abwehrwaffen ging aber gleichzeitig eine entsprechende Spezialisierung Hand in Hand, die in einzelnen Gruppen (namentlich bei den Insekten) so weit fortschritt, daß von diesen in der Tat gilt, was Heikertinger für alle behauptet, daß sie eben infolge ihrer Spezialisierung andere Pflanzen nicht mehr angreifen. Umgekehrt ist aber durchaus anfechtbar seine Behauptung, daß nun deshalb auch gleich die Pflanzen ihren Spezialisten hilf- und schutzlos preisgegeben seien.

Eine vernichtende Wirkung der betreffenden Pflanzenfeinde finden wir fast ausnahmslos bei den Kulturpflanzen, weil hier eine Gegenanpassung der Pflanze an ihren Feind (d. h. Ausbildung neuer Schutzrichtungen) gerade durch die Kultur verhindert, zum mindesten erschwert wurde, bis umgekehrt der dem Züchter daraus erwachsene Schaden diesen zur Züchtung gegen den Parasiten besser geschützter Sorten zwang. Durch die sorgfältige physikalische und chemische Bereitung des Bodens werden die Kulturrassen im Vergleich zu ihren in der freien Natur erwachsenen Verwandten saftiger, üppiger, aber auch anfälliger, besonders dann, wenn sie durch künstliche Züchtung noch weiter ihrer natürlichen Schutzmittel entäußert werden (Holzäpfel, -birnen — Tafelobst; wilder Lattich — Salat). Die verschiedene Wirkung der auf zahlreichen Cruciferen auftretenden Pilzkrankheit *Peronospora parasitica* — die Analogie zwischen tierischen und pflanzlichen Parasiten ist wohl gestaltet — an Kultur- und Naturformen zeigt sich das deutlich. Während die kultivierten (Raps, Rübsen, Blumenkohl, Rotkohl) beträchtlich Schaden leiden, bleibt das von ihr befallene Hirtenäschel in der Regel kräftig genug, normale Samen zu reifen. Außerdem kommt hinzu, daß die Kulturpflanzen immer in großer Menge auf engem Raum beieinander stehen. Dem Parasiten ist auf diese Weise eine rasche und kräftige Ausbreitung leicht gemacht gegenüber den Verhältnissen in der freien Natur, wo reine Bestände so gut wie nicht vorkommen. Ob der völlige oder doch wenigstens weitgehende Verzicht auf Ausbildung von ausdauernden Fortpflanzungsorganen bei manchen pflanzlichen Kulturparasiten (*Phytophthora*, *Oidium Tuckeri*) mit ihren günstigen Verbreitungsbedingungen in Beziehung steht, wäre weiterer Untersuchung wert. In der freien Natur, wo die Übertragung von Pflanze zu Pflanze ein Durchmessen immerhin größerer Räume erfordert, kann man häufig kranke und gesunde Pflanzen nahe beieinander finden. Namentlich bei den verschiedensten Gallen habe ich häufig diese Erscheinung gefunden.

Und neuerdings zeigt die Forstwirtschaft nicht zuletzt, weil dadurch die Bekämpfung der Forstschädlinge erleichtert wird, immer mehr Neigung, die Aufforstung von Reinbeständen aufzugeben und zur Mischwaldkultur überzugehen.

Legen die soeben mitgeteilten Tatsachen den Gedanken an einen Kampf ums Dasein auch bei den Spezialisten nahe, so gibt es andere Erscheinungen, die noch deutlicher für ihn sprechen. Die amerikanischen Reben sind bekanntlich, wahrscheinlich durch ihren höheren Säuregehalt, besser gegen die Angriffe der Reblaus geschützt als unsere deutschen Rassen. Unter den Kartoffelrassen sind die dickschaligen roten widerstandsfähiger gegen den falschen Mehltau (*Phytophthora*) als die dünnchaligen weißen. Für die Bakterienknöllchen der Leguminosen hat Hiltner nachgewiesen, daß es sich nicht um ein friedliches Zusammenleben von Wirtspflanze und Bakterium handelt, sondern um einen Kampf, in dem bald der eine, bald der andere Partner siegreich ist. Und auch die an Pflanzen so häufigen, von Insekten erzeugten Gallen sind, wie ich selbst⁸⁾ beobachten konnte, als das Produkt eines erbitterten Kampfes anzusehen. Gewisse Beobachtungen über Einstellen des Wachstums unter besonderen Bedingungen deuten darauf hin.

Daß Heikertinger gleichwohl diesen Kampf leugnet, wirkt um so befremdlicher, als er offenbar — die betreffende oben angeführte Stelle läßt diese Deutung zu — eine Anpassung der Pflanze an die unbelebte Außenwelt selbst zugesteht. Dann ist aber nicht einzusehen, warum hier ein grundsätzlicher Gegensatz geschaffen wird. Wenn überhaupt ein Unterschied betont werden soll — der in der Tat vorhanden ist —, so kann es doch eben nur ein gradueller sein, insofern das Tier als lebender und daher der Umbildung fähiger Organismus Gegenanpassungen zur Überwindung des Schutzes erfährt, wodurch aber doch umgekehrt das Anpassungsvermögen der Pflanze nicht zum Erlöschen gebracht wird.

Um die Stellungnahme Heikertinger's gegen die Schutzmittelfrage begreifen zu können, bleibt hier nur eine Erklärung, die allerdings um so wahrscheinlicher ist, als auch die Arbeit eines ihm in seiner Anschauung nahestehenden Autors, Zweigelt⁹⁾, auf sie hinweist. Sie liegt in der irrümlichen Annahme, daß Stahl den von ihm gefundenen Schutzmitteln einen absoluten Wert beimessen wolle, derart, daß Pflanzen, die mit ihnen ausgestattet sind, vor Angriffen ihrer Feinde überhaupt gesichert seien. — Zweigelt kommt auf Grund dieser völlig unzutreffenden Ansicht zu der Unterscheidung von „aggressiven“ und „defensiven“ Schutzmitteln, von denen er nur die Existenz der letzteren anerkennt. — Gegen ein solches Mißverständnis aber sollte Stahl m. E. durch seine eigenen Ausführungen hinreichend gesichert sein, in denen er immer wieder den nur relativen, deswegen aber doch beträchtlichen Wert dieser Schutzrichtungen nachdrücklich betont.

8) Gerhardt, Zur Entwicklungsphysiol. der Galle *Pemphigus spirothecae* auf *Populus*. Manuskri.

9) Zweigelt, a. a. O.

Heikertinger ist Anhänger des Agnostizismus¹⁰⁾; von ihm aus verwirft er es als unzulässig, in der Wissenschaft über das aus der Anschauung gewonnene Tatsachenmaterial hinauszugehen und für dessen Erklärung nicht selbst wieder in der Erfahrung liegende Hypothesen zu Hilfe zu nehmen. Bei genügender kritischer Würdigung des vorliegenden Problems hätte er allerdings zu der Erkenntnis kommen müssen, daß die Wissenschaft für die innere Verknüpfung und Ordnung der Einzeltatsachen zu einem einheitlichen Ganzen der Hypothese nicht entraten kann. Geht doch seine Erklärung der Nahrungsspezialisierung der Tiere durch „besondere Geschmacksdifferenzen“, „Bevorzugung des Zusagenderen“ u. s. w. über das von ihm selbst gesteckte Ziel weit hinaus¹¹⁾. Trotzdem steht sie andererseits hinter dem zu Fördernden noch zurück, insofern sie bei den angezogenen Erklärungsmomenten als angeblich elementaren und darum nicht weiter auflösbaren Phänomenen stehen bleibt, und läßt daher unbefriedigt. Heikertinger's Anschauung erhält dadurch einen psychischen Anstrich und nähert sich damit der vitalistischen, die er an anderer Stelle leidenschaftlich bekämpft.

Ihr gegenüber ist es der Vorzug des auch von Stahl vertretenen kritischen Mechanismus, daß er alle Erscheinungen an den Organismen für komplex, also erst der Auflösung bedürftig, ansieht und diese Analyse zu seiner Aufgabe macht. Das Resultat, die wissenschaftliche Hypothese, ist dann aber nicht, wie Heikertinger glaubt, eine sachlich unbegründete Spekulation, sondern wie ihr Name *ὑπόθεσις* sagt, Grundlegung, die aus engstem Zusammenhang mit den Erscheinungen, aus diesen durch das exakte Experiment erwachsen ist.

Physikalisch-biologische Beobachtungen an Schmetterlingsflügeln, Vogelfedern und andern organischen Gebilden. *)

Von Gustav Wolff.

Eine biologische Überlegung hat mich zu der Frage geführt, ob die Flügel der Schmetterlinge eine Einwirkung auf die photographische Platte ausüben. Die Untersuchung der Frage hat ein bejahendes Ergebnis geliefert. Bevor ich dazu übergehe, zu prüfen, in welcher Beziehung dieser Befund zu etwa schon bekannten Tatsachen steht, will ich zunächst dasjenige beschreiben, was ich festgestellt habe, bevor mir die später zu besprechende Literatur bekannt war.

¹⁰⁾ Heikertinger, Das Scheinproblem von der fremddienlichen Zweckmäßigkeit. Die Naturwissenschaften 6. Jahrg. 1918.

¹¹⁾ Der unmittelbaren Beobachtung erschließt sich nur die Tatsache der Annahme bzw. Ablehnung bestimmter Pflanzen als Nahrung. Die ihm gegebene Erklärung dagegen ist aus einer Analogie mit den beim Menschen beobachteten Verhältnissen abgeleitet, für deren Berechtigung der Nachweis erst erbracht werden mußte.

*) Nach einem am 22. 1. 19 in der Naturforschenden Gesellschaft zu Basel gehaltenen Vortrag mit Demonstrationen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1920

Band/Volume: [40](#)

Autor(en)/Author(s): Gerhardt Karl

Artikel/Article: [Zur Theorie der Schutzmittel gegen Tierfraß bei Pflanzen.
241-248](#)