

Biologisches Centralblatt.

Begründet von J. Rosenthal.

In Vertretung geleitet durch

Prof. Dr. Werner Rosenthal

Priv.-Doz. für Bakteriologie und Immunitätslehre in Göttingen.

Herausgegeben von

Dr. K. Goebel und **Dr. R. Hertwig**

Professor der Botanik

Professor der Zoologie

in München.

Verlag von Georg Thieme in Leipzig.

Der Abonnementspreis für 12 Hefte beträgt 20 Mark jährlich.

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

Die Herren Mitarbeiter werden ersucht, alle Beiträge aus dem Gesamtgebiete der Botanik an Herrn Prof. Dr. Goebel, München, Menzingerstr. 15, Beiträge aus dem Gebiete der Zoologie, vgl. Anatomie und Entwicklungsgeschichte an Herrn Prof. Dr. R. Hertwig, München, alle Akademie, alle übrigen an Herrn Prof. Dr. Werner Rosenthal, z. Z. Erlangen, Auf dem Berg 14, einzusenden zu wollen.

Bd. XXXV.

20. Juli 1915.

№ 6 u. 7.

Inhalt: **Heikertinger**, Die Frage von den natürlichen Pflanzenschutzmitteln gegen Tierfraß und ihre Lösung — **Tocmiesen**, Über Vererbung und Variabilität bei Bakterien. — **Warming's** Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. — **v. Buttel-Reepen**, Leben und Wesen der Bienen. — **Hinneberg**, Die Kultur der Gegenwart, ihre Entwicklung und ihre Ziele, III. 4. 1. Allgemeine Biologie.

Die Frage von den natürlichen Pflanzenschutzmitteln gegen Tierfraß und ihre Lösung.

Erörtert in kritischer Besprechung von W. Liebmann's Arbeit „Die Schutzeinrichtungen der Samen und Früchte gegen unbefugten Tierfraß“.

Von Franz Heikertinger in Wien.

Die nachfolgende Abhandlung bildet die Ergänzung einer anderen, die im Vorjahre unter dem Titel „Über die beschränkte Wirksamkeit der natürlichen Schutzmittel der Pflanzen gegen Tierfraß“ in dieser Zeitschrift erschien. Wie dort E. Stahl's Studie „Pflanzen und Schnecken“, so bildet hier die im Untertitel genannte Arbeit Liebmann's¹⁾ Ausgangspunkt und Grundlage der Darlegungen.

1) Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch., Bd. 46, S. 445—510, Jahrg. 1910, und Bd. 50, S. 775—838, Jahrg. 1913. — Liebmann hat seine Untersuchungsergebnisse überdies in populärer Form in einer selbständigen Broschüre „Die Beziehungen der Früchte und Samen zur Tierwelt“ (Leipzig 1914, Verl. Quelle & Meyer) veröffentlicht. Da dieselbe im wesentlichen nur ein Auszug aus seiner erstgenannten Publikation ist, habe ich sie im folgenden nicht besonders berücksichtigt.

Was meine seinerzeit²⁾ zum Ausdrucke gebrachte Auffassung der Dinge anbelangt, so finde ich auch im gegenwärtigen Falle nicht nur keinen Anlaß, von meinem — übrigens völlig theorienlosen — Standpunkte abzugehen, sondern glaube im Gegenteile mit Vorliegendem einen neuen Beweis für die Richtigkeit desselben erbracht zu haben. Das Urteil hierüber will ich allerdings dem Leser überlassen, den ich um nichts als um Vorurteilslosigkeit bitte. Er möge sich von manchem, das er früher gelesen oder vielleicht sogar geschrieben hat, frei und unabhängig machen.

Einigen Einwänden, die meinen früheren Artikeln gegenüber gemacht wurden, bin ich hier erläuternd begegnet und glaube alles in allem die Lösung der so hoffnungslos scheinenden Frage wenn nicht gegeben, so doch angebahnt zu haben.

Was die Arbeit Liebmann's selbst anbelangt, so fühle ich mich verpflichtet, ausdrücklich zu erwähnen, dass dieselbe, sofern positive, experimentell gewonnene Feststellungen in Betracht kommen, außerordentlich hochwertig ist. Seine Untersuchungen über den Geschmackssinn der Vögel sind von weittragender Bedeutung und ich werde mir gestatten, mich bei anderer Gelegenheit auf sie zu berufen. Dass Liebmann zu (meines Erachtens) falschen Schlussfolgerungen gelangte, war lediglich die Folge falscher Voraussetzungen, war das Dogma von dem unbedingten Vorhandensein natürlicher Pflanzenschutzmittel, von dem er ausging.

Nochmals stelle ich fest: Hier wie in meinen eingangs genannten Abhandlungen handelt es sich mir nicht um Verfechtung einer vor-gefassten Meinung, einer Theorie, sondern lediglich um ein einfaches, unbefangenes Ergünden der wahren Zusammenhänge der Dinge. Und was an scharfen Worten fallen sollte, gilt keiner Person, sondern nur einer Sache, die ich als Irrtum mit voller Kraft bekämpfen zu müssen glaube.

I. Die Grundlagen der Schutz- und Anlockungsmitteltheorie.

Der Standpunkt, auf dem Liebmann von vornherein steht, ist derjenige der typischen Schutzmitteltheorie.

Ich zitiere aus der Einleitung zu seiner Abhandlung:

(S. 445.) „... Es ist jedoch bekannt, dass sämtlichen Pflanzen, auch scheinbar ganz wehrlosen, irgendwelche Einrichtungen zu Gebote stehen, mittels deren sie die wichtigsten tierischen Feinde abhalten können; eine Pflanze ohne jedes Schutzmittel wäre ganz

2) „Über die beschränkte Wirksamkeit der natürlichen Schutzmittel der Pflanzen gegen Tierfraß. Eine Kritik von Stahl's biologischer Studie ‚Pflanzen und Schnecken‘ im besonderen und ein zoologischer Ausblick auf die Frage im allgemeinen.“ Biol. Centralbl. XXXIV, S. 81—108; 1914. — „Gibt es natürliche Schutzmittel der Rinden unserer Holzgewächse gegen Tierfraß? Ein Beitrag zur Frage des ‚Kampfes ums Dasein‘ zwischen Pflanze und Tier.“ Naturwiss. Zeitschr. f. Forst- und Landwirtsch. XII, S. 97—113, 1914.

undenkbar, weil sie sofort ihres guten Geschmacks und ihrer leichten Erreichbarkeit halber von den Tieren ausgerottet werden würde. Keine von diesen Einrichtungen ist so vollkommen, dass sie alle Feinde abschrecken könnte; meist geht der Schutz nur so weit, dass die Erhaltung des Individuums gerade gesichert ist.“

Nach dieser Schutzmitteltheorie sind die „Schutzmittel“ also das arterhaltende Prinzip im Daseinskampfe der Pflanze gegen das Tier. Welcher Art diese Schutzmittel sind, ist bekannt genug. Wir haben chemische in Gestalt von abwehrendem Geruch oder Geschmack oder von Giften, wir haben mechanische in Gestalt von harter Oberhaut, von Haaren, Stacheln, Dornen u. s. f. — Es ist ja in den letzten Jahrzehnten genug darüber geschrieben worden.

Im Falle der Schutzmittel der Früchte, die den Gegenstand der folgenden Abhandlung bilden sollen, kompliziert sich die Frage jedoch ein wenig. Neben hartschaligen, schutzfarbenen, trockenen Früchten, die in jeder Hinsicht kampfbereit der Tierwelt gegenüberzustehen scheinen, finden sich auch weiche, angenehm riechende und schmeckende Früchte von auffälliger Färbung. Wie bestehen diese im Kampfe?

Die Frage ist scheinbar leicht zu lösen. Diese schönen, wohlriechenden und wohlschmeckenden Früchte haben im Innern relativ kleine, harte Samen. Die Tiere nun, die diese weichen Früchte fressen, kümmern sich um die Samen nicht; diese letzteren werden entweder zurückgelassen oder mitgefressen und gehen im letzteren Falle meist unverdaut und ohne Beeinträchtigung ihrer Keimfähigkeit durch das Tier. Die fleischige Frucht bedarf also keiner Schutzmittel, da ihr Untergang nicht zugleich auch die Samen trifft und mithin die Existenz der Pflanzenart nicht gefährdet. Der nächste Schritt auf dem Wege dieser Überlegungen war die Erkenntnis, dass die Pflanzen durch das Gefressenwerden derartiger Früchte sogar Nutzen davontragen, indem sie durch die Tiere weiter verbreitet werden — und weiters der nächste Schritt war die Annahme, dass die Pflanzen überhaupt nur darum fleischige, grellfarbige, wohlschmeckende Früchte ausgebildet haben, um sich diesen Verbreitungsvorteil durch Tiere zu sichern. In mehr oder minder teleologischer Fassung finden wir diese Annahme, von manchem Autor zur Gewissheit gestempelt, allenthalben wieder. Streng selektionistisch, also kausal-mechanistisch, den Weg des Werdens solcher Eigenschaften zu verfolgen, daran denkt kaum jemand. Nicht einmal die zur Klarheit des Ganzen so unbedingt notwendige reine, selektionistische Stilisierung findet stets Anwendung. Die Stilisierung treibt vielfach die üppigsten Blüten teleologischer, also die wirklichen Verhältnisse völlig verschleiender Redewendungen.

Um nur ein Beispiel gleich aus der hier besprochenen Arbeit zu geben:

(S. 447.) „... Jedoch auch für pflanzliche Gebilde ist es unter Umständen vorteilhaft, an einen anderen Ort zu gelangen, wenn es sich nämlich um die Verbreitung der Samen und Früchte handelt. Manche Pflanzen haben sich nun die größere Beweglichkeit ihrer tierischen Feinde, in unserem Falle also der Vögel und Säugetiere, zu nutze gemacht um diesen Zweck zu erreichen...“³⁾“

„Sich etwas zu nutze machen“ „um einen Zweck zu erreichen“, einen Zweck, der wie hier noch dazu den Interessen des Individuums an sich völlig fern und in weiter Zukunft liegt, das wären Bewusstseinshandlungen so komplizierter Natur, dass selbst der weitestgehende Pflanzenseelenverteidiger sie für einen beerentragenden Strauch nicht in Anspruch nehmen wird. Ich weiß wohl, dass der Autor es nicht in diesem Sinne gemeint hat; aber bei Dingen, bei denen es wie hier lediglich auf die Auffassung ankommt, ist es unbedingtes Erfordernis, dass die Auffassung des Autors in der Stilisierung klar und eindeutig zum Ausdruck komme. Nachlässigkeiten in der Stilisierung oder unüberlegte Redebblumen rächen sich schon am Autor selbst, indem sie unbewusst die Klarheit seiner Vorstellungen und dadurch die Exaktheit seiner Schlüsse beeinträchtigen; sie veranlassen vollends aber erst die oft recht wenig kritischen Leser, die ganze Sache von einer schiefen Seite aufzufassen. Und dann schießen von solcher Basis aus die kühnsten, unbedachttesten Schlussfolgerungen empor.

Gewisse Früchte haben also angeblich — wie der oft gebrauchte Ausdruck lautet: — „Anlockungsmittel ausgebildet“, um sich die endozoische Verbreitung zu sichern.

Das ist der Stand der Sache von den Pflanzen aus gesehen. Von den Tieren ausgehend, sagt die Schutzmitteltheorie folgendermaßen:

Es gibt Tiere, die Samen fressen und damit den Arterhaltungskampf der bezüglichen Pflanzen erschweren. Ein solcher Tierfraß ist für die Pflanzen sozusagen unerwünscht. Kerner⁴⁾ sprach noch von „unberufenen“ Gästen, Liebmann spricht bereits von einem „unbefugten“ Vogelfraß. Das Adjektivum „unbefugt“ bringt die zunehmende Selbstsicherheit der Theorie zum Ausdrucke.

Es gibt aber anderseits auch Tiere, die große, fleischige Früchte fressen und deren Samen endozoisch verbreiten — und das ist der „befugte“ Tierfraß.

Der „unbefugte“ Tierfraß wird seitens der Pflanze durch „Schutzmittel“ erschwert, der „befugte“ durch „Anlockungsmittel“ begünstigt.

Das ist, kurz gesagt, der Gedankengang der Theorie.

3) Sperrdruck von mir.

4) A. Kerner, Die Schutzmittel der Blüten gegen unberufene Gäste. Festschr. z. 25jähr. Best. d. k. k. zool.-botan. Ges. Wien, 1876, S. 189ff.

Ohne mich hier über die Berechtigung der Ausdrücke „befugt“ und „unbefugt“ und ihre begrifflichen Grundlagen zu verbreiten, möchte ich nur kurz erwähnen, dass ich dieselben selbst vom Standpunkte der Schutzmitteltheorie aus ziemlich unglücklich gewählt finde.

Meiner ablehnenden Haltung gegenüber der Schutzmitteltheorie überhaupt habe ich an den angegebenen Orten genügend Ausdruck gegeben. Es erübrigt mir daher nur noch eine kurze Darlegung jener Prinzipien, die ich an Stelle dieser Theorie als wirklich maßgebend für die dauernde Arterhaltung im Pflanzen- wie auch im Tierreiche anerkenne und die ich als Ersatz für die abgelehnte Schutzmitteltheorie bieten will. Nach einem kurzen Streiflicht auf diese theoretische Grundlage möchte ich den Erklärungswert der von mir aufgestellten Sätze an Liebmann's Arbeit praktisch erproben.

II. Die Prinzipien der Arterhaltung.

Da ich die Schutzmitteltheorie als Prinzip der Arterhaltung ablehne, obliegt mir die Pflicht, die Tatsache der Arterhaltung in ihren natürlichen Bedingungen klar darzulegen und die wirklichen Prinzipien dieser Arterhaltung offen zur kritischen Beurteilung vorzuführen.

Ohne in den Fehler zu verfallen, einer Theorie wieder eine Theorie entgegenzustellen und so den Teufel durch Beelzebub austreiben zu wollen, möchte ich nur mit etlichen wenigen Erfahrungssätzen arbeiten, die so einfach, so selbstverständlich, so alltäglich und naiv sind, dass sie des üblichen Arsenal der Theorien, der zusammengesuchten „Belege“, gar nicht bedürfen. Es macht fast den Eindruck, als wären sie der Wissenschaft allzu alltäglich, allzu einfach gewesen. Nur so lässt es sich denken, dass man an der verblüffend einfachen Lösung der ganzen Frage bis zur Stunde vorübergegangen ist.

Drei Sätze sind es, die ich als klare Richtpunkte aufstellen möchte:

1. Den Satz vom erschwinglichen Tribute oder der zureichenden Überproduktion.
2. Den Satz von der Geschmacksspezialisierung der Tiere.
3. Den Satz von der Bevorzugung des Zusagenderen.

Diese Sätze wollen weder neu noch originell, sie wollen nichts als klar und einleuchtend sein. Mit diesen Sätzen möchte ich nun — wie gesagt — moderne Theorien ersetzen und auf der solcher-gestalt neu geschaffenen Basis zu arbeiten versuchen.

1. Für die Theorie vom „Kampfe ums Dasein“ setze ich die Lehre vom ständigen, erschwinglichen Tribute und der zureichenden Überproduktion.

Jede Organismenart zahlt schutz- und kampfflos ihren Tribut an andere. Die Art als solche kämpft nicht, bedarf darum auch keines mechanischen oder chemischen Schutzes und sucht auch keinen. Was zu kämpfen oder zu entrinnen sucht, ist nur das Individuum für sich; es sucht rein persönlich nicht unter den Tribut zu geraten. Das mag als „Auslese“ wirken, das Artbild modifizieren, aber mit der Herausbildung eines „Schutzes“ der Art hat es nichts zu tun. Denn der Tribut wird trotz aller Modifikationen bei Heller und Pfennig von der Art eingetrieben. Und die Art kann ihm leisten, denn dieser Tribut ist keine Geißel, sondern nur ein wohltätiger Regulator, der die Art von dem Überschuss der Nachkommenschaft befreit, der von jeder Generation erzeugt wird und der keinen Lebensraum und keine Erhaltungsmöglichkeiten fände. Dieser Überschuss soll ja sozusagen gar nicht geschützt sein, er soll ja untergehen, er muss untergehen, damit das Gleichgewicht im Naturleben erhalten bleibt. Das ist doch der erste Satz, mit dem Darwin's Selektionstheorie beginnt, auf dem sie fußt.

Wir haben also eine Auslese, die ein Artbild ändern mag, wir haben aber keinen Schutz, weil die ausgelesenen Formen von ihren natürlichen Feinden noch genau so gut gefunden und gefressen werden wie einst die Urform und weil dieser Tribut als Ablenkung des Überschusses heute wie damals im „Naturwillen“ liegt.

Als Arterhaltungsproblem betrachtet, stellt sich die Sache so: Organismen, die nicht dauernd eine Nachkommenschaft erzeugten, welche zahlreich genug war, um den Ausfall zu decken (den Tribut zu erschwingen) und sich außerdem noch fortzupflanzen — solche Organismen traten vom Schauplatz ab. Übrig konnte nur dasjenige bleiben, bei dem die Produktion stets größer war als der Konsum durch feindliche Mächte. Die absoluten Ziffern beider sind vollständig gleichgültig — die hinreichend hohe aktive Bilanz ist das einzig Wesentliche. Das ist der Satz von der „zureichenden Überproduktion“.

Welche Faktoren sichern nun diese Bilanz?

Ich denke, es gibt nur eine ehrliche Antwort hierauf: Wir wissen heute nicht das mindeste Sichere darüber. Die ökologischen Lebensbedingungen jeder einzelnen Art sind so unendlich kompliziert, so verworren ineinandergewoben und so verschleiert, und wir wissen so beschämend wenig davon, dass es geradezu naiv erscheint, aus tausend untrennbar ineinandergreifenden Faktoren einen beliebigen herauszureißen und dem staunenden Leser zu sagen: „Nun will ich dir einmal zeigen, wie von dem da alles abhängt!“

Welche Anmaßung, welches Verkennen der Wege und Aufgaben der Wissenschaft liegt doch in solchem Beginnen! Und welch krause Irrwege muss ein solcher Gedankengang im weiteren Verfolge einschlagen, wie viele muss er irreführen, die ihm vertrauend folgen!

Was wir tun können ist: Teil um Teil vornehmen und einzeln erforschen. Und was die Betrachtungsweise anbelangt, so darf sie weder final noch kausal, sondern muss einzig konditional sein. Wir dürfen nie auf ein Ganzes schließen, das sich aus hundert verschiedenartigen Faktoren zusammensetzt — wenn wir nur einen einzigen Faktor notdürftig kennen. Das lehrt uns die Mathematik, das Musterbild exakter Wissenschaft. Welcher Mathematiker würde den verstehen, der aus einem gegebenen Produkte von hundert Faktoren den Wert eines einzigen Faktors herausrechnen wollte, wenn ihm die neunundneunzig anderen unbekannt sind?!

Um ein Beispiel zu geben: Ich habe jahrelange Mühe der Erforschung der Nährpflanzen meiner erwählten Spezialgruppe, der *Halticinen*, gewidmet, habe ein nach Möglichkeit klares Bild von ihnen erhalten und weiß, dass jede Art nur auf ganz bestimmten Pflanzenarten lebt.

Warum aber lebt jede Halticinenart nur auf gewissen Pflanzenarten? Nichts erschien (und erscheint mir heute noch) zweckloser, unverständlicher als ein „Warum?“ an solcher Stelle. Wer diese Frage im Ernste stellt, ist entweder ein Kind oder der allzu-eifrige Diener einer Theorie. Aber damit kommen wir bereits zum nächsten Punkte.

2. Für die Theorie von den „natürlichen Schutzmitteln der Pflanzen gegen Tierfraß“ setze ich die Tatsache der **Geschmacksspezialisierung der Tierwelt**. An anderer Stelle habe ich die Frage bereits eingehend behandelt, stelle daher hier nur kurz fest: Nicht mechanische und chemische Schutzmittel schützen eine Pflanze, sondern der angeborene Geschmackssinn der Tiere. Jedes Tier greift normal nur einen bestimmten Kreis von Organismen als Nahrung an, unbekümmert um „Schutz“, und kümmert sich um alle anderen Pflanzen, ob „geschützt“ oder „ungeschützt“, überhaupt nicht, greift sie gar nicht an. Im ersten Falle, bei der Normalnahrung, ist ein „Schutz“ logisch undenkbar. Im zweiten Falle ist er unnütz, denn wo regulär kein Angriff erfolgt, ist auch kein „Schutz“ nötig.

Eine Kiefernraupe verschmäht das schutzlose, saftige, weiche Salatblatt und will starrsinnig die harte, harzig-bittere Kiefernadel. „Sie frisst keinen Salat“ sagt der gemeine Mann ruhig und denkt mit Recht nie daran, „warum“ sie ihn nicht frisst. Das sind eben Geschmacksgeheimnisse, deren jedes Tier sein besonderes hat und für die es weder eine Erklärung noch einen einheitlichen Maßstab von „gut“

oder „schlecht“ schmeckend gibt, weil der Geschmack jedes Tieres ein anderer ist. Man hat die „Spezialisten“ — die Monophagen und Oligophagen meiner Auffassung⁵⁾ — als Ausnahme hingestellt⁶⁾. Das ist im tiefsten Grunde unrichtig. Engere oder weitere Spezialisierung ist allgemeine Regel in der Tierernährung und wirkliche „Omnivoren“ gibt es wohl überhaupt nicht.

Durch die Tatsache der Geschmacksspezialisierung in der Tierwelt nun werden die Angriffe verteilt — auf jeden Organismus fällt nur eine gewisse Anzahl von Feinden. Und die Tatsache der effektiven Existenz eines Organismus beweist, dass er imstande war, bis zur Stunde alle seine natürlichen Feinde zu befriedigen und mit dem verbleibenden Reste von Individuen seine Art fortzupflanzen. Die „geschütztsten“ Pflanzen aber haben durchschnittlich nicht weniger Feinde als die „ungeschütztsten“. Man werfe einen Blick in die lebendige Natur hinaus oder nehme — wenn dies etwas umständlich scheint — den alten, aber immer noch mustergültigen Kaltenbach⁷⁾ zur Hand. So veraltet er auch ist, diese Tatsache geht klar aus ihm hervor.

3. Zur Erklärung des anscheinend tierabwehrenden Charakters der heutigen Pflanzenwelt setze ich die Lehre von der **Bevorzugung des Zusagenderen**.

Ein Gleichnis wird den einfachen Gedanken am besten vermitteln.

Auf einem Markte werden zu einem Einheitspreise Äpfel feilgeboten. Die Frauen kommen, wählen aus, kaufen. Die schönsten Äpfel gehen zuerst ab. In den späten Vormittagsstunden wird die Qualität des Vorhandenen (im Vergleiche zum ursprünglichen Gesamtangebot) bereits erheblich gesunken sein. Die Äpfel mit „käuferabwehrenden“ Eigenschaften wiegen auffällig vor. Sind diese Äpfel nun „geschützt“? Sicherlich nicht. Die Käufer, die nun kommen, passen sich der verschlechterten Qualität an und wählen unter dem Vorhandenen weiter aus. Gegen Mittag sind nur wenige Reste mehr, das „Käuferabwehrendste“, vorhanden. Aber dieses ist nun „geschützt“?! Mit nichten. Das gibt die Äpfelfrau den Jungen, die sich um ihren Standplatz drücken, und macht ihnen immer noch eine Freude damit.

Das aber ist die simple Lösung der Frage von dem tierabwehrenden Habitus der heutigen Pflanzenwelt: Unter sonst gleichen Verhältnissen werden Pflanzen, die an einem Orte von einer dominierenden Tierart bevorzugt werden, am stärksten leiden.

5) Vergl. meinen Artikel über die Standpflanze (Wien. Entom. Zeit. XXXI, S. 207 ff., 1912); ferner „Zoologische Fragen im Pflanzenschutz“ (Centralbl. f. Bakt., Paras. etc., II. Abt., 40. Bd., S. 293 ff., 1914).

6) Stahl, Ludwig u. a.

7) Die Pflanzenfeinde aus der Klasse der Insekten. Stuttgart 1874.

Wir können uns unbedenklich vorstellen, dass eine Anzahl Pflanzen einer dauernden Bevorzugung schließlich sogar erlag. Man wird sagen, dieser Satz von der Bevorzugung des Zusagenderen sei nichts als das einfache Selektionsprinzip. Und man hat recht, insoferne es sich um nichts anderes als um eine „Auslese“ allein handelt. Wenn es sich jedoch um den Begriff „Selektion“ handelt, wie er heute zur Erklärung aller erdenklichen Dinge angewendet wird, so muss ich ihn rundweg ablehnen.

Denn es wird uns ferne liegen, alle anscheinend tierabwehrenden Eigenschaften solchergestalt mit Auslese erklären zu wollen. Ein großer Teil davon wäre sicherlich ohne tierische Auslese im gleichen Ausmaße vorhanden wie mit derselben; es sind eben Struktureigentümlichkeiten, die von selbst entstehen und die gar keinen Selektionswert zu haben brauchen, um erhalten zu bleiben. Wieviele von den solchergestalt richtungslos entstandenen Merkmalen ohne Selektion da wären, vermag niemand auch nur annähernd zu beurteilen. Doch nehmen wir für den vorliegenden Fall eine Wirksamkeit der Auslese im weitestmöglichen Ausmaße an.

Es wird sich nun lediglich darum handeln, festzustellen, was jetzt geschah. Waren die nun übrigbleibenden Pflanzen durch ihre missliebigen Eigenschaften „geschützt“?

Sie waren es in keiner Weise. Nachdem das Bevorzugte verschwunden war, musste das minder Bevorzugte heran. Und mangels des Besseren ist das Gute auch stets willkommen und ersetzt ersteres vollständig. Den Beweis liefert uns ein einziger Blick in die Natur: da wimmelt es von „Schutzmitteln“ — nach Versicherung der Schutzmitteltheoretiker ist ja keine einzige Pflanze ganz ohne „Schutzmittel“, weil sie dann sofort unterliegen würde⁸⁾ — und da wimmelt es aber auch gleichzeitig von phytophagen Tierarten, die mit einem Appetit, den keine Theorie hinwegzuleugnen vermag, in dieser „geschützten“ Pflanzenwelt fressend wüten. Stahl⁹⁾ sagt selbst, dass es „denn auch wohl keine einzige Pflanze gibt, welche der Tierwelt nicht ihren Tribut zu zahlen hätte“. Die sonderbare Ausflucht, die „Schutzmittel“ seien nur „bedingt“ wirksam, schützen nur gegen einige, nicht aber gegen alle Tiere, ist leicht zu widerlegen. Man fasse jene Tiere, gegen die die „Schutzmittel“ angeblich wirksam sind, nur einmal zoologisch kritisch ins Auge und man wird leicht nachweisen können, dass diese Tiere ihre Normalnahrung ganz anderswo finden, einer anderen, vielleicht noch kräftiger „geschützten“ Nahrung von Natur aus angepasst sind, dieselbe schonungslos vernichten und darum die angeblich

8) Stahl, Liebmann u. a.

9) Pflanzen und Schnecken. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. u. Med. XXII, N. F. XV, Sep. S. 2.

„geschützte“ Pflanze normal gar nicht benötigen und daher auch gar nicht angreifen.

Jedes phytophage Tier besitzt seine angestammte Normalnahrung normal in Fülle, mehr verlangt es gar nicht. Diese den Bedarf in der Natur vollauf deckende Normalnahrung aber ist dem Tiere gegenüber absolut ungeschützt — bzw. nur durch ihre Masse „geschützt“ —, wird in Unmengen vernichtet. In Spezialfällen mag ja das Leben einer Pflanze einmal von ihrer Bedornung oder ihrem scharfen Saft abhängen, wenn nämlich den ortsbewohnenden Tieren ihre Normalnährpflanzen ausgehen. Aber das ist eben ein Zufall und kein Naturprinzip.

Wir Zoologen vermögen angesichts des unermesslichen, vernichtenden Tierfraßes an einen wirksamen bewaffneten Schutz der Pflanzenwelt gegen Tiere nicht zu glauben. Gerne aber wollen wir an eine hier und dort wirksam gewesene „Auslese“ glauben, die das am meisten Begehrte verschwinden machte und das minder Bevorzugte — aber darum keineswegs Verschmähte oder gar „Geschützte“ übrig ließ. Dieses minder Bevorzugte gibt nun der heutigen Pflanzenwelt ihren anscheinend tierabwehrenden Zug, mit dem sich die heutige Tierwelt aber, wie das Naturleben zeigt, in vollem Umfange abgefunden hat und der den Pflanzen nunmehr nicht das mindeste nützt.

Ich habe das Wort „Auslese“ gebraucht und habe gezeigt, wie weit man mit meiner Auffassung der Dinge an die Lehre Darwin's, soweit sie das Walten einer im ausmerzenden Sinne wirksamen Selektion betrifft, heran kann. Wir können deren Grundlagen anerkennen, bis das Wort „Schutz“ fällt — dann scheiden sich die Wege. Die Auslese erzeugt minder begehrenswert scheinende Formen — einen wirksamen Schutz gegen wirkliche Feinde aber erzeugt sie nicht, weil die feindliche Tierwelt jeden Schutz durch stete unvermerkte Gegenanpassung zu nichte macht. Wohl kaum ein Tier der Erde ist durch dieses allmähliche Verschwinden des von ihm Bevorzugten und das Vortreten des von ihm minder Bevorzugten zugrunde gegangen. Wohl aber kann ein durch seinen Geschmackssinn (ohne Rücksicht auf Schutz, der ja bei Spezialisten gänzlich außer Betracht fällt) angepasster Spezialist bei Verschwinden seiner Pflanze mit verschwinden.

Das sind die Gedankengänge, die ich dem Leser zur reiflichen Erwägung vorführen möchte.

Und nun will ich mich der Kritik des experimentell-sachlichen Teiles des Liebmann'schen Artikels zuwenden. An ihm soll das soeben Entwickelte die Probe auf seinen Erklärungswert bestehen.

II. Der Geschmackssinn der Vögel und die Wirksamkeit der „chemischen Schutzmittel“.

Die Einleitung zu dem Artikel Liebmann's gibt neben einer Darlegung der leitenden Gesichtspunkte der Arbeit einen allgemeinen Überblick über den Verdauungsapparat und die Sinnesorgane der Vögel, soweit letztere in Beziehung zur Nahrungsaufnahme stehen.

Der Autor kommt zu dem sehr interessanten, für die Abwehr- und Anlockungstheorie indes doch vielleicht ein wenig unbequemen Schlusse, dass bei den Vögeln zum Auffinden der Nahrung das Auge die wichtigste Rolle spielt, dagegen Geruchs- und Geschmackssinn nur eine ganz untergeordnete. Das Innere der Mundhöhle samt der Zunge der Vögel ist hart und verhornt, Speichel wird sehr wenig abgesondert. Für die geringe Empfindlichkeit des Verdauungstraktes spricht schon die Tatsache, dass Sand und Steinchen ihm nichts anhaben, sondern von den Tieren vielfach freiwillig aufgenommen werden.

Ein sprechendes Beispiel für die ganz unerwartet große Geschmacksstumpfheit der Vögel geben die Experimente, die der Autor mit verschiedenen Vogelarten (vgl. S. 486 ff.) anstellte. Ich zitiere kurz hieraus.

(S. 487 ff.; Tannin.) „... Alle Vögel fraßen die gerbsäurehaltige¹⁰⁾ Nahrung vollständig auf; kein einziger ließ etwa nach dem ersten Bissen ab, was er getan haben würde, wenn er ihm schlecht schmeckte.“

„Kein Vogel erlitt irgendwelchen sichtbaren Schaden durch diese Experimente, trotzdem teilweise ganz beträchtliche Quantitäten Tannin vertilgt worden waren.“

(S. 489—490; Zitronensäure.) „... wirkt in solchen Konzentrationen, wie sie in den folgenden Versuchen angewandt wurden, sehr scharf und ätzend.“

Gequetschter Hanf und Ameisenpuppen, die 6 Stunden in einer etwa 7prozent. Lösung von Zitronensäure gelegen waren, wurden von drei Meisenarten, Stieglitz und Dompfaff, bzw. drei Meisenarten, Kleiber und Rotkehlchen, „scheinbar gern“ verzehrt; zurückgelassen wurden nur die Hanfshalen.

„Endlich bekamen alle Vögel als Trinkwasser eine etwa $2\frac{1}{2}$ prozent. Zitronensäurelösung; sie verweigerten dieselbe durchaus nicht.“

(S. 490; Ameisensäure.) „Ferner warf ich Mehlwürmer in reine Ameisensäure hinein; die Kohlmeise holte mit dem Schnabel die sich lebhaft krümmenden Tiere heraus und fraß sie ohne weiteres mit Behagen stückweise auf.“

10) D. h. künstlich mit Tannin vermischte Nahrung.

(S. 490; Pikrinsäure.) „Einen äußerst widerlichen Geschmack zeigt die Pikrinsäure, welche auch noch giftig ist. Selbst in minimalen Mengen genossen schmeckt sie entsetzlich . . . Deshalb scheint sie zu Experimenten über den Geschmack besonders geeignet, wenn man sie auch, soviel mir bekannt, bis jetzt im Pflanzenreiche noch nicht nachgewiesen hat.“

„In einer etwa 3prozent. Lösung von dieser Säure wurde „Waldfutter“¹¹⁾ eine Nacht über stehen gelassen . . . Die aufgenommene Nahrungsmenge blieb beträchtlich hinter der normalen zurück¹²⁾. Immerhin aber hatten beide Vögel (Kohlmeise und Grünfink) so viel verzehrt, dass Schnabel und Exkremente hochgelb gefärbt waren . . . Mehlwürmer, mit einem dünnen Pikrinsäurebrei bestrichen, wurden von der Meise anstandslos vertilgt. Irgendeinen sichtbaren Nachteil trugen die Tiere nicht davon.“

(S. 492; Kaliumbioxyalat, Sauerkleesalz.) „Da es sehr scharf schmeckt und außerdem giftig ist, scheint es als Schutzmittel sehr geeignet zu sein.“

In einer bei Zimmertemperatur gesättigten Lösung dieses Salzes wurden Ameisenpuppen und gequetschte Hanfkörner mehrere Stunden lang eingeweicht. Erstere wurden hierauf an drei Meisenarten, letztere an diese und an Stieglitz und Dompfaff verfüttert. „Alle Tiere nahmen wiederholt davon, als ob es gewöhnliches Futter wäre; hätte es ihnen zu schlecht geschmeckt, so würden sie gleich nach dem ersten Versuche von ihrem Vorhaben abgesehen haben.“

Die Versuche wurden noch mit größeren Salzmengen vorgenommen. „Schädliche Folgen traten nirgends ein, trotz der Giftigkeit für andere Tiere.“

Lediglich der Milchsaft von *Euphorbia Myrsinites* konnte den Versuchstieren das Futter vereiteln.

Zusammenfassend sagt der Autor selbst (S. 494):

„Was geht nun aus diesen Versuchen hervor? Jedenfalls so viel, dass der Geschmackssinn der Vögel nur sehr wenig ausgeprägt ist, wenn auch nicht behauptet werden kann, dass er vollständig fehlt. In solchen Quantitäten, wie sie hier verwandt wurden, kommen chemische Substanzen in Samen und Früchten kaum vor . . . Man kann also nicht erwarten, dass irgendwelche Substanzen, die als chemische Schutzrichtungen angesehen werden können, auf Vögel irgendwie einwirken . . .“

Ich habe den Worten des Autors nichts zuzufügen. Seine Worte besagen klar: Es gibt keine wirksamen chemischen natürlichen Schutzmittel der Pflanzen gegen Vogelfraß.

11) Käufliche Nahrung der Körnerfresser, der Hauptsache nach Samen von „*Picea excelsa*, *Phalaris canariensis*, *Panicum mitaceum*, *Brassica*-Arten, *Cyanobis sativa*, *Linum usitatissimum*, *Dipsacus laciniata* und *Lactuca sativa*“.

12) Hier spielt möglicherweise die durch die Pikrinsäure verursachte auffallende intensive Gelbfärbung des Futters mit.

Wir halten diese Konstatierung schon hier fest und legen damit die gesamten „chemischen Schutzmittel“ gegen Vogelfraß ebenso berechtigt als gänzlich unwirksam ad acta, wie wir seinerzeit die „chemischen Schutzmittel“ der Rinden unserer Holzgewächse gegen Säugetierfraß ad acta gelegt haben¹³⁾. Und in beiden Fällen habe ich den Nachweis allein mit den eigenen Worten der Autoren, die doch ausgezogen waren, um die Wirksamkeit der Schutzmittel nachzuweisen, führen können. Beiden Autoren muss voll und ganz eines zugestanden werden — die unbedingte wissenschaftliche Wahrhaftigkeit, mit der sie die Ergebnisse ihrer Experimente darlegen, auch dann, wenn sie ihrer Theorie entgegenlaufen. Nur diese Wahrhaftigkeit, dieses Nichtsverschweigen hat den Nachweis ermöglicht.

Seinen eigenen Untersuchungen fügt der Autor noch die Erwähnung gleichsinniger Forschungsergebnisse anderer an. Man hat überhaupt erst im Jahre 1904 Geschmacksorgane in der Mundhöhle — nicht auf der Zunge! — der Vögel nachgewiesen; diese Sinnesorgane stehen jedoch hinter jenen der Säugetiere weit zurück.

Dr. O. Heinroth (zitiert auf S. 497) schreibt: „... Wäre der Geschmack für den Vogel wirklich sehr wichtig, so würden Beeren, Mehlwürmer, Eicheln und andere festschalige Futtermittel nicht unzerstückelt verschluckt werden, wie dies bekanntlich doch meist geschieht.“

Und auf S. 498 sagt der Autor:

„Bei den Körnerfressern aber, die ihre Nahrung zerbeißen, ist ein Schmecken deshalb nicht möglich, weil nur nasse oder eingespeichelte Substanzen mittels des Geschmackssinnes wahrgenommen werden können; die fleischigen Früchte und Tierchen jedoch, die diese Bedingung erfüllen, werden von Körnerfressern verschmäht, von Weichfressern dagegen unzerkleinert verschluckt, wobei eine Einwirkung auf den Geschmack auch nicht stattfindet.“

IV. Die „Abwehrmittel“ gegen Körnerfresser.

Auf S. 449ff. bespricht der Autor die Einteilung der Vögel in „Körnerfresser“ und „Weichfresser“.

Die Körnerfresser besitzen einen kurzen, starken Schnabel, einen sehr kräftigen Muskelmagen und nähren sich von hartem Futter, vorwiegend Körnern und harten Früchten, die sie zumeist mit dem Schnabel zerstückeln und mit dem Muskelmagen zermahlen.

Die Weichfresser besitzen einen längeren, dünneren, zum Hervorholen von kleinen Tieren, nicht aber zum Zerkleinern geeigneten Schnabel, einen muskelschwachen Magen und nähren sich

13) Vergl. meine eingangs zitierte kritische Abhandlung über die Arbeit A. Räuber's.

in erster Linie von Insekten, Würmern u. dgl., in zweiter von fleischigen Früchten, also durchwegs von weicheren Objekten, die sie in der Regel unzerstückelt hinunterschlucken.

Mit dem Blicke des Unbefangenen sehen wir hier zweierlei.

1. Fall. — Vögel, die vorwiegend von Samen leben. Wenn sie davon leben, zerstören sie zweifellos die Samen. Und wenn sie davon leben, können die Samen ihnen gegenüber nicht „geschützt“ sein. Also: „unbefugter“ Fraß, d. i. reine Vernichtung, Fehlen wirksamer Schutzmittel, Weiterbestand der Pflanze durch Überproduktion gesichert.

2. Fall. — Vögel, die normal von Kleintieren, ausnahmsweise — oder sagen wir fallweise — von fleischigen Früchten leben¹⁴⁾. Der Befall der Fleischfrüchte ist wohl weit milder belangreich als der Samenbefall im vorigen Falle, da dort eine Normalnahrung, hier aber nur eine Eventualnahrung vorliegt. Es ist absolut nicht einzusehen, warum für diesen sicherlich viel schwächeren Befall der im vorigen Falle wirksam gewesene allgemein gültige Modus der Arterhaltung nicht hinreichen sollte — warum dem Zufalle, dass hier die Samen keimfähig durchgehen, eine prinzipielle Bedeutung zugemessen werden soll. Dieser Zufall mag die Zahl der Individuen dieser Sträucher vermehren — für die Sicherstellung der Artexistenz aber genügt, wie im vorigen Falle, so auch hier, ganz gewiss die einfache Überproduktion an Samen. Ich wenigstens sehe nicht ein, warum das, was dort weit heftigeren Angriffen standhielt, hier für den schwächeren Befall nicht genügen sollte. Niemand kann beweisen, dass — einzelne ganz spezialisierte Fälle extremer Anpassungen ausgenommen¹⁵⁾ — der sogen. „befugte“ Fraß für das Bestehen der Pflanzenarten notwendig ist. Und um die Notwendigkeit allein handelt es sich doch. Eine einfache Förderung mag das Vegetationsbild beeinflussen, ist aber prinzipiell bedeutungslos.

Wir haben eine so ungeheure Fülle von Pflanzen, die ohne „befugten“ Fraß auskommen, ja die sogar „unbefugt“ aufs äußerste

14) Erst im Herbst (früher reifen die Früchte in der Regel nicht) nehmen die Weichfresser neben der Kerbtiernahrung auch fleischige Früchte an.

15) An anderer Stelle möchte ich mich ausführlicher über solche Fälle — ein Beispiel für dieselben ist die Mistel — äußern. Hier sei nur kurz erwähnt, dass die völlige Abhängigkeit einer Pflanze von der Verbreitung durch Tiere nichts Primäres, nichts Prinzipielles an sich haben kann, sondern nichts ist als ein Zufall. Primär kann sie nicht sein, denn ehe ein Vogel eine Frucht fraß und dadurch verbreitete, musste diese Frucht doch gewachsen sein und die Pflanze musste ohne Vogel bereits Erdalter hindurch gelebt und sich fortgepflanzt und verbreitet haben. Der Vogel hat ihre Verbreitung darum nicht gesichert, sondern nur modifiziert, von sich abhängig und damit in gewissem Sinne sogar unsicher gemacht. Das ist kein Prinzip, sondern dasjenige, was wir — ohne uns vor dem deutschen Worte zu scheuen — „Zufall“ nennen.

geplündert werden und die doch gemeiner, häufiger und weiter verbreitet sind als viele „befugt“ gefressene, eine solche Fülle, dass wir nicht begreifen können, warum gerade die wenigen „befugt“ gefressenen unbedingt auf diesen Fraß angewiesen sein sollten, weshalb gerade bei ihnen die Natur ein neues Erhaltungsprinzip nötig gehabt haben sollte.

Überlegungen solcher Art indes liegen abseits vom Wege des Autors der rezensierten Arbeit.

Ein kurzer Blick auf den Weg, den er gekommen, lässt uns seinen Standpunkt verständlich erscheinen.

Er kommt aus der Schule der Selektion.

In Pflanzen- und Tierwelt tobt der Daseinskampf; die Pflanze kämpft so gut wie das Tier. Hätte sie keine Waffen, so ginge sie unter. Jede Pflanze muss demnach Waffen haben. Sein Thema lautet: Suchet die Abwehrmittel der Pflanzen und zeigtet ihre Wirksamkeit im einzelnen.

Die Körnerfresser vernichten nun die Samen gewisser Pflanzen. Um nicht unterzugehen, müssen diese Pflanzen an Früchten und Samen „Abwehrmittel“ gegen die Körnerfresser ausbilden.

Anders liegt der Fall bei den Weichfressern. Die Weichfresser vernichten mit ihrem Fraß keine Samen, sie verbreiten solche im Gegenteil. Um Vorteile zu haben, um im Daseinskampfe zu bestehen, haben nun diese Pflanzen die Weichfresser in ihren Dienst gestellt, sie haben an den Früchten „Anlockungsmittel“ für diese ausgebildet.

Es ist nicht zu leugnen, dass die Sache in dieser Form nicht nur interessant, sondern auch völlig plausibel klingt. Wenn man nämlich den Detailgang der einzelnen hierzu notwendigen selektiven — (an anderes als an Selektion kann ja hier nicht gedacht werden) — Vorgänge nicht weiter verfolgt. Dann kann man ohne weiteres an den Nachweis der „Anlockungsmittel“ einerseits, der „Schutzmittel“ andererseits gehen. Man kann sicher sein, auf jeder Seite übergenuß zu finden, das sich derart deuten lässt.

Der kritische Geist aber sollte sich vorerst wohl doch noch einige Gedanken machen. Er sollte vorerst doch überlegen, ob dasjenige, was weiter oben über die beschränkte Wirksamkeit von Schutzmitteln ausgeführt wurde, nicht vielleicht auch hier Geltung habe. Die „Schutzmittel“ wären ja hochwertvoll, wenn wir es nur mit körnerfressenwollenden Vögeln zu tun hätten. So aber haben wir es mit tatsächlich körnerfressenden zu tun — und die fressen die Körner wirklich und kümmern sich nicht im mindesten um die vielen „Abwehrmittel“, die wir Menschen mit einigem Eifer an den Körnern ausfindig machen. Was aber die Wirksamkeit der „Abwehrmittel“ gegenüber den „anderen“ Vögeln anbelangt, so sind diese „anderen“ Vögel eben keine Körnerfresser oder doch

keine, die von solchen Körnern leben. Sie brauchen und suchen unsere Körner gar nicht, sondern suchen und fressen andere Körner, die vielleicht noch viel hübschere „Abwehrmittel“ besitzen als unsere.

Die Körner also werden gefressen — ob mit oder ohne „Schutzmittel“ ist gleichgültig. Dass die Pflanze darum nicht ausstirbt, verdankt sie also nicht den an maßgebender Stelle ganz unwirksamen „Abwehrmitteln“, sondern der einfachen Tatsache, dass sie so viel Samen produziert, dass außer den von Vögeln (und anderen Tieren) gefressenen immer noch genug zur Fortpflanzung des Gewächses übrig bleiben.

Was aber die anscheinend abwehrenden Eigenschaften dieser Früchte und Samen anbelangt, so ist beispielsweise ihre Harthäutigkeit meines Erachtens gar nichts so Verwunderliches und ohne weiteres auch ohne tierische Selektion leicht verständlich. Ein Same muss den Winter überdauern, muss Kälte, Hitze, Feuchtigkeit, mechanische und chemische Einflüsse u. s. w. überstehen — wie sollte er anders sein als hart und trockenhäutig?! Sind nicht auch die Tiereier harthäutig?! Und gewiss würden wir auch an den Tiereiern alle möglichen Zierraten und Anhängsel finden, wie an den Samen, wenn das Tierei nicht den Eileiter passieren müsste. Ich erinnere nur an die Skulptur und Form mancher Schmetterlingseier. Der Ausbildung aller möglichen Anhänge an den Samen aber steht so wenig entgegen, wie den bizarrsten Ausbildungen an Pflanzenblättern und Blüten.

Und sind trockenhäutige Pflanzenteile, z. B. Hüllschuppen, Rinden u. s. w. nicht in der Regel auch unscheinlich gefärbt?! Bräunlich ist eben die Hauptfarbe trockenhäutiger Gewebe nicht nur im Pflanzenreich, sondern auch im Tierreich (z. B. Orthopterenflügel etc.). Braucht man da unbedingt eine tierische Selektion zur „Erklärung“?

Aber gesetzt auch, wir liebten die Selektion so sehr, dass wir sie auch hier um keinen Preis missen möchten, — an einen „Schutz“ und eine „Abwehr“ ist immer noch kein Gedanke.

Die Selektion arbeitete einfach so, dass das Bevorzugte allmählich unterging und das minder Bevorzugte — eben die Dinge in ihrer heutigen, anscheinend abwehrenden Form — übrig blieb. Wird dies nicht gefressen? Ein Blick auf die Körnerfresser zeigt uns, dass es genau so gut gefunden und gefressen wird, wie einst das minder Selektierte, Einladendere, von dem die Vorfahren unserer Vögel (vielleicht) lebten. Die Gestalt mag sich zum minder Einladenden geändert haben — ein „Schutz“ ist hieraus in keiner Weise erwachsen, denn die heutigen Vögel sind eben wieder den heutigen Früchten angepasst und fressen sie.

Diese Überlegungen — für uns alles Wiederholungen von weiter oben bereits Dargelegtem — haben für uns etwas so über-raschend Einfaches, Natürliches, Zwingendes, dass uns der Eifer, mit dem die Wissenschaft „Schutzmittel“ sucht, seltsam verwunderlich berührt.

Und seltsam verwunderlich sind uns viele Vermutungen und Schlüsse, die der Autor im zweiten Teile seiner Arbeit, der von den nichtfleischigen, mit „Abwehrmitteln“ gegen Körnerfresser versehenen Früchten und Samen handelt, äußert. Ich überlasse es dem nunmehr aufmerksam gemachten Leser, diese Dinge kritisch dort nachzulesen. An dieser Stelle würde ihre Erörterung zu weit führen.

Dass aber das im voraus gegebene Thema „Selektion“ und „Schutzmittel“ auch die Logik beeinflusst, mag nur an etlichen Proben dargelegt werden.

S. 776. — „Die nichtfleischigen Samen und Früchte sind also nicht an den Tierfraß, speziell Vogelfraß, angepasst und müssen lästige Feinde fernzuhalten suchen. Wie aber schon am Anfang der Arbeit hervorgehoben wurde, bieten alle Schutzrichtungen nur einen relativen, keinen absoluten Schutz. Man darf sich deshalb nicht wundern, wenn man durch Beobachtungen findet, dass große Mengen nichtfleischiger Samen und Früchte, besonders kleinere, den körnerfressenden Vögeln als willkommene Speise dienen. Diese Tatsache ist für die Landwirtschaft von weittragendster Bedeutung, weil auf diese Art zahllose Unkrautsamen vernichtet werden . . .¹⁶⁾.“

Größere Bedeutung für die Landwirtschaft dürfte vielleicht doch der Fraß an Kultursämereien beanspruchen. Übrigens ist die Tatsache der Vernichtung „zahlloser Unkrautsamen“ ein etwas einseitiger Trost und sicher keine Empfehlung für die Wirksamkeit von Schutzmitteln. Denn der Vogelfraß unterscheidet ja nicht kritisch Kultursämereien und Unkrautsamen, sondern trifft rücksichtslos beide.

S. 782. — „Eine Familie, die von Vögeln besonders gern heimgesucht wird, ist die der Compositen; daher zeigt gerade diese Familie die verschiedensten Organe zum Schutze gegen solchen unbefugten Vogelfraß¹⁶⁾.“

Der Schluss ist etwas seltsam; ein Unbefangener könnte kaum anders sagen als: Je mehr Schutzorgane da sind, desto weniger gerne werden wohl die Pflanzen von Vögeln heimgesucht. Der Autor verwechselt unbewusst das supponierte Heimsuchen wollen mit dem effektiven Heimsuchen; letzteres kann nur ein Beweis

16) Sperrdruck von mir.

dafür sein, dass die Pflanzen den Vögeln zusagen, also keine wirk-samen Schutzmittel gegen dieselben besitzen.

Mehr als einmal geht der Autor an der einfachen Lösung des Problems durch den Satz von der zureichenden Überproduktion vorbei, ohne sie aufzugreifen.

S. 789. — „... *Taraxacum* und die übrigen Früchte fielen allen verwendeten Tieren (Dompfaff, Stieglitz, Meisenarten) verhält-nismäßig leicht zum Opfer; auch in der Natur werden sie massen-haft von Körnerfressern vertilgt ... Trotzdem weiß jeder, dass gerade die genannten Pflanzen zu unseren gemeinsten Unkräutern gehören. Das liegt daran, dass die Früchte von der Pflanze in großen Mengen erzeugt werden ...“

S. 798. — „... Die Pflanze (es ist von den Früchten von *Dipsacus laciniatus* die Rede) entgeht der Vernichtung dank ihrer massenhaften Erzeugung. Jeder Körnerfresser verzehrt sie gern, weshalb sie in dem für diese Tiere bestimmten, käuflichen Futter enthalten zu sein pflegen.“

Auch an anderen Orten ist dieser klare Gedanke ausgedrückt, leider aber unangewandt geblieben.

Der Autor ist indes in allen Fällen streng gerecht und führt auch jene Fälle, die seinen Voraussetzungen widersprechen, ge-wissenhaft auf.

S. 805. — „Nach allen hier angestellten Erörterungen dürfte soviel sicher sein, dass den meisten ätherischen Ölen der Umbelli-feren neben etwaigen anderen Funktionen die des sehr wirksamen Schutzes gegen unbefugten Vogelfraß zukommt ...“

Und hierzu S. 806. — „Ob die ätherischen Öle der Früchte ihren stammesgeschichtlichen Ursprung lediglich der auslesenden Wirksamkeit der Vögel verdanken, erscheint einigermaßen fraglich, da auch alle anderen Teile der Doldengewächse von äthe-rischen Ölen durchtränkt sind¹⁶⁾.“

Es wäre in diesem Falle zweifellos recht erzwungen, wollte man den Ölgehalt speziell der Samen mittels Selektion durch Vögel erklären.

Auch an der Tatsache der Geschmacksspezialisation der Tiere mit ihren unerforschlichen, im Tierbau und nicht im Pflanzenbau begründeten Geheimnissen gleitet der Autor vorüber.

S. 807. — (Es ist die Rede von den Samen der *Papilionaceen*. Der Autor findet es begreiflich, dass die Vögel den großen, festen Hülsen mancher Arten nicht beikommen können; ebenso können sie manche besonders harte Samen nicht zerbeißen.) „Ganz neu und unerwartet ist jedoch die Tatsache, dass die übrigen (kleineren) reifen Samen und sämtliche halbreifen verweigert wurden, obgleich sie leicht zu bewältigen sind und weder besonders scharf riechen noch schmecken, wenigstens unseren Sinnesorganen nach

zu urteilen. Auch durch Aussehen und Form unterscheiden sie sich nicht wesentlich von anderen Samen und Früchten; daher wurden sie ja von den Tieren auch zunächst probiert und erst dann verschmäht.“

Die Schutzmitteltheorie erklärt solche Tatsachen nicht. Sie lässt das Thema einfach fallen. Im Satze von der Spezialisierung der Tiere jedoch liegt die natürliche, ungezwungene Erklärung für alle Ablehnungen.

S. 810. — „Manche Forscher, besonders Focke und Buchwald, vertreten die sonderbare Ansicht, dass die Ausbreitung der *Leguminosen*-Samen durch umkommende Vögel erfolgt, so bei Erbsen, Bohnen und anderen Hülsengewächsen mit nahrhaften Samen. Weil viele Vögel ihre Nahrung vor der eigentlichen Verdauung eine Zeitlang im Kropfe behalten, soll die Möglichkeit gegeben sein, dass bei gestorbenen Tieren die Samen von hier aus ins Freie gelangen und dort keimen. Focke selbst hat einen solchen Fall beobachtet, glaubt aber wegen der Zufälligkeit dieser Verbreitungsart nicht, dass sie häufiger vorkommt; Buchwald jedoch hält sie für wichtiger.“

Ich denke doch, es wird niemand behaupten, dass auf diesem etwas gar zu seltsamen Wege eine Selektion wirksam sei. Man sollte kaum vermuten, dass derlei abgequälte Erklärungen im Ernste abgehandelt werden.

S. 814. — „*Chenopodium glaucum* wurde vom Dompfaff angenommen, vom Stieglitz aber zurückgewiesen¹⁶⁾. — Das *Chenopodiaceen*-Beet ist als Futterplatz bei Sperlingen recht beliebt.“

Noch klarer sprechen folgende Stellen dafür, dass die Abweisung auf Grund der Geschmacksspezialisierung von vornherein, ehe noch ein Schutzmittel wirksam sein konnte, erfolgt.

S. 825. — „Schwartz beobachtete oft, dass die Versuchstiere manche Samen schon beim bloßen Anblick verschmähten, ohne sie erst gekostet zu haben.“

„Vögel, welche von den gewöhnlichen ‚Körnern‘ leben, werden alle Samen, die nicht die Normalform eines ‚Kornes‘ haben, unbeachtet lassen¹⁶⁾, weil sie sie nicht als genießbar erkennen.“

Was ist dies wohl anders als die Bestätigung der weiter oben aufgestellten Behauptung, dass ein Tier nur seine Normalnahrung suche und annehme, alles andere aber gar nicht beachte?!

„Auch Samen, die von der für jede Vogelart normalen Größe abweichen, fanden keine Berücksichtigung¹⁶⁾. Die kleinschnäbligen Körnerfresser kümmerten sich nicht im geringsten um die großen Samen der Eichen und Zirbelkiefer . . . Der Kreuzschnabel verweigerte von Anfang an alle Samen, welche nicht größer waren als ein Hirsekorn . . .“

„Oft ist auch die Normalfarbe der Sämereien von ausschlaggebender Bedeutung.“ (Der Kreuzschnabel bevorzugte dunkelbraune Körner, die Koniferensamen ähnelten, ließ dagegen hellgelbe liegen; Stieglitz und Hänfling wiesen lange Zeit trotz Hungers ein sonst gern gefressenes Futter zurück, als es blau gefärbt worden war. Auch durch Pikrinsäure hochgelb gefärbtes Futter wurde ohne Kostprobe verschmäht.)

Diese Versuchsergebnisse zeigen klar, wie hoch die Ernährungsspezialisation der Tiere gediehen ist und wie verfehlt es ist, alle möglichen Tiere mit allen möglichen Pflanzen einfach zusammenzustellen und nun mit menschlichem Raten und Deuten ergründen zu wollen, wodurch das eine vor den anderen „geschützt“ ist.

Als erste, wichtigste gegebene Tatsache muss die Ernährungsspezialisation jeder einzelnen Tierart untersucht und kritisch in Rechnung gestellt werden, und zwar dies ehe überhaupt mit einem Fütterungsversuch auch nur begonnen wird. Jedem Tier darf nur die seinem natürlichen Geschmack entsprechende Spezialnahrung vorgelegt werden, sonst ist der Versuch ebenso wertlos, wie wenn man einem Menschen Gras und Regenwürmer vorlegen würde und untersuchen wollte, wodurch diese beiden vor ihm „geschützt“ sind. Sie sind sicher nicht „geschützt“, und er nimmt sie dennoch nicht an — einfach weil er sie nicht mag, weil sie nicht zu seiner normalen Nahrung gehören.

S. 827. — „In Übereinstimmung mit der guten Ausbildung des Vogelauges¹⁶⁾ sind Schutzfarben äußerst wichtig, sie die Körner vor den Blicken der Vögel verbergen¹⁶⁾.“

Dementgegen möchte ich folgendes festlegen:

Wenn ein scharfäugiges Tier — und die Scharfsichtigkeit stoßender Raubvögel, nächtlich jagender Eulen u. dgl. ist zuweilen eine für uns Menschen nahezu unfassbare — wenn ein scharfäugiges Tier sucht, dann findet es die Samen auch nach der Form allein und bedarf der Hilfe der Färbung nicht.

Wir nehmen ja auch im Grün der Wiese jede bestimmte Blattform wahr, wenn wir danach suchen, und wir sehen die unreifen Äpfel im gleichfarbigen Laub ganz gut, wenn wir überhaupt auf den Baum blicken. Unansehnliche Färbung mag einen Gegenstand vor einem achtlos Vorübergehenden verbergen, vor einem unablässig danach suchenden Spezialisten aber sicherlich nicht.

S. 827. — „Selbstverständlich ist keine der genannten Schutzeinrichtungen vollkommen zuverlässig. Besonders die kleinen Samen und Früchte haben viel unter Vogelfraß zu leiden, aber diese Tatsache ist von größter Bedeutung einerseits für die Erhaltung unserer Körnerfresser im Winter . . . und andererseits für die Vernichtung zahlreicher Unkrautsamen¹⁶⁾.“

Ich möchte niemanden kränken — aber dieser Satz erscheint mir wie ein Bocksprung der Logik. Die Samen sind geschützt — aber wie gut ist es, dass sie nicht geschützt sind, weil dadurch die Körnerfresser im Winter die nötige Nahrung finden und Unkräuter vernichtet werden.

Auch aus dem Anhang zur Arbeit des Autors — worin etliche Einrichtungen besprochen werden, die „ohne weiteres als Schutzmittel gegen Tierfraß erkennbar sind“ (S. 833), gegen Vögel aber nichts nützen, daher „anderen Tieren“ gegenüber wirksam sein müssen — ließe sich leicht eine Lese bedauerlicher Erzwungenheiten herausgreifen.

Nur etliche Beispiele.

Auf S. 833 spricht der Autor von den Borstenhaaren im Innern der Rosenfrüchte.

„Über die Funktionen dieser Haare ist meines Wissens bis jetzt nichts bekannt. Nach eingehender Untersuchung der Frage glaube ich ihre Bedeutung darin gefunden zu haben, dass sie als Schutzeinrichtung gegen Mäuse wirken¹⁶⁾, welche unbefugterweise den harten Kernen (nicht dem Fleische!) der Hagebutten nachstellen.“

Ich kann mir mit aller redlichen Mühe nicht vergegenwärtigen, wie sich ein Unbefangener ernstlich das Entstehen der Borstenhaare in den Rosenfrüchten im Wege einer Selektion durch Mäuse vorstellt. Man halte sich vorurteilsfrei das Walten der Auslese vor Augen — und man wird nicht begreifen, wozu solche abgequälte Unbedingtdeutungen nur eronnen werden. Gediene ist doch niemandem damit, am allermindesten der Wissenschaft.

Auf S. 834 wird die Tanninhaltigkeit der peripheren Schichten mancher Samenschalen besprochen; gegen Vögel wirkt sie nicht, da diese die Früchte unzerkleinert verschlingen.

„Die Bedeutung der geschilderten Einrichtungen erhellt vielmehr aus Erfahrungen, die jedermann selbst schon gemacht hat. Wenn man beim Verzehren von Johannis-, Stachel- oder Weinbeeren zufällig einmal auf einen Kern beißt, nimmt man sofort einen intensiv bitteren und zusammenziehenden Geschmack wahr und hütet sich deshalb, ein zweites Mal einen Kern zu verletzen. — Ebenso dürfte es den Säugetieren beim Vertilgen solcher und ähnlicher Fleischfrüchte ergehen¹⁶⁾. Auf diese Art wird die drohende Vernichtung¹⁶⁾ der Kerne durch Säugetiere vermieden . . .“

Zerbeißen wir und die Säugetiere (welche?) die Weinbeerenkerne wirklich darum nicht, weil sie bitter sind? Und würden wir wirklich alle zerbeißen, wenn sie nicht bitter wären? Wurden wirklich alle nicht bitteren zerbissen und starben aus — nur so ist doch Selektion denkbar? Ich glaube, es kümmert sich kein Wein-

trauben fressendes Tier um die Kerne dieser Früchte; es spuckt sie aus oder verschluckt sie, gleichgültig, ob sie bitter sind oder nicht, worauf sie sicher vielfach, wie beim Menschen, unverdaut den Darm passieren. Dass in diesem Falle irgendwo eine „drohende Vernichtung“, die durch Bitterwerden abgewehrt wird, gesehen werden könnte, wird jedem Unbefangenen befremdlich scheinen.

Noch ein Beispiel für Annahmen und Beweise, die sich um sich selbst drehen.

S. 835. — „Bei den unreifen Fleischfrüchten ist der Wert dieser Eigenschaften des Fruchtfleisches (es handelt sich um den Gehalt an schlecht schmeckenden oder giftigen Stoffen) völlig klar. Es darf nicht verzehrt werden, weil die Samen noch nicht die nötige Ausbildung erfahren haben. Schwieriger liegen die Verhältnisse bei denjenigen reifen Früchten, welche den schlechten Geschmack bewahrt haben. Vielleicht soll der unbefugte Fraß gewisser Tiere verhindert werden, die das Fleisch stückchenweise vertilgen, ohne dabei die Kerne zu verbreiten; z. B. wäre an manche gefräßige Schneckenarten, mehrere Raupen, Würmer und einige kleinere Säugetiere zu denken. Die widerlich schmeckenden Arten haben vor den angenehmen den Vorteil, dass sie von solchen Tieren nicht angegangen werden können und trotzdem für Vögel genießbar bleiben. Allerdings ist dann ebensogut der befugte Fraß der Säugetiere unmöglich; wenn wir aber bedenken, dass schlecht schmeckende Fleischfrüchte gewöhnlich an Standorten wachsen, die nur für Vögel leicht erreichbar, für Säugetiere aber unzugänglich sind, so scheint dieser Einwand wesentlich gemildert zu sein.“

Wohl nicht zu mildern ist indessen der Einwand, dass wir mit solchen Betrachtungen nicht vorwärts kommen können, sondern nur im Kreise gehen.

Lassen wir es bei diesen Proben — deren wir ungezählte herausgreifen könnten — bewenden und zitieren wir, was der Autor zusammenfassend über die vorangegangenen Versuche, die unreife und halbreife Samen zum Gegenstande hatten, sagt.

S. 820. — „Als Schutzmittel gegen unbefugten Vogelfraß ist die chemische Beschaffenheit also kaum zu deuten. Diese Feststellung ist insofern wichtig, als die chemischen Eigenschaften der reifenden Früchte wiederholt als Schutzeinrichtung gegen Vögel angesprochen wurden und gegenüber anderen Tieren¹⁶⁾ (Säugetieren, Schnecken, Raupen) tatsächlich auch wirksam sind.“

Hier — beim Versagen der chemischen Schutzmittel — stellen sich wieder die typischen „anderen Tiere“ der Schutzmitteltheorie ein, um die Theorie zu retten.

Was die reifen Samen anbelangt, so fasst sich bei diesen der Autor experimentell kürzer.

S. 821. — „Größere Samen und (nichtfleischige!) Früchte aller Familien sind ihrer gelblichen oder bräunlichen Farbe halber schlecht sichtbar und bieten wegen ihrer Härte dem Schnabel der Körnerfresser manche unüberwindliche Schwierigkeiten. — Kleine Samen und Früchte besitzen ebenfalls eine Schutzfarbe, sind aber oft nachgiebig und müssen massenhaft gebildet werden, damit eine genügende Anzahl am Leben bleibt. Von großer Bedeutung sind auch gute Verbreitungseinrichtungen . . . u. s. w.

Das ist alles, restlos alles, was uns von den „Schutzeinrichtungen“ der nichtfleischigen Samen und Früchte gegen „unbefugten“ Vogelfraß geblieben ist.

Die chemischen Schutzmittel — Geruch, Geschmack, Giftigkeit — haben uns bei genauem Hinsehen vollkommen im Stiche gelassen. Nicht nur uns Zweifler, sondern auch den Forscher, der auszog, ihre Wirksamkeit zu erweisen. Auch die mechanischen Waffen — Haare, Stacheln und andere dräuende Gebilde — sind laut experimentell gewonnener Erfahrung desselben Forschers in Anbetracht der Unempfindlichkeit der Mundhöhle der Vögel nicht als wirksame „Schutzmittel“ anzusprechen.

Bleibt uns nichts, nichts als die dürftigen Eigenschaften einer unansehnlichen Färbung und — nicht einmal für alle — einer harten Samenschale.

Beide gewinnen uns wohl kaum mehr ab als ein zweifelndes Lächeln.

Was die unansehnliche Färbung anbelangt, so denke ich da an die Spechte und Spechtmeisen, die ich im benachbarten Waldparke des kaiserlichen Lustschlosses Schönbrunn so oft beobachtete. Ihre Nahrung ist nicht unansehnlich gefärbt — sie ist überhaupt unsichtbar. Sie ist verdeckt unter Baumrinde u. dgl. — und die Vögel finden sie doch!

Wenn alle Tiere verhungern müssten, deren Nahrung nicht grell und auffällig gefärbt vor ihnen liegt — dann könnten wir den Umfang unserer Zoologiebücher wohl gewaltig reduzieren.

Nein — jedes Tier weiß seine Normalnahrung zu finden, sie mag grellfarbig, schutzfarben oder überhaupt nicht sichtbar, verborgen in Holz oder Erde sein. Es hat ja den ganzen Tag nichts zu tun als seine Nahrung zu suchen. Überdies sehen und kennen ja die körnerfressenden Vögel schon von weitem die Pflanzen, deren Samen ihnen zur Nahrung dienen. Diese Samen unter den ihnen bekannten Pflanzen aufzupicken, haben sie Scharfblick und Zeit genug.

Überdies beweist ein naiver Blick in die Natur: die unansehnliche Färbung der Samen ist kein Hindernis, dass nicht ungemessene Vogelscharen diese Samen wirklich zu finden und von ihnen zu leben wüssten.

Und gleiches gilt von der harten Samenschale. Die Samen werden gefressen trotz der harten Schale und wenn ein Same wirklich einmal für einen Vogel zu hart ist, so ist dies eben Zufall. Einen Vorteil gegenüber den anderen, gefressenen Samen aber hat der harte Same nicht, denn die Pflanzen mit weicheren Samen sind genau so existenzfähig wie die hartsamigen — und einzig und allein nur darum handelt es sich doch. Zudem sagt der Autor selbst, dass viele dieser Samen „nachgiebig“ seien.

Nein — wir sind mit der ganzen Schutzmittelhistorie — man verzeihe das drastische Wort — Karussell gefahren und steigen nun, etwas schwindlig noch, ab. Und zum Absteigen reicht uns der Autor, der unsere Kreisfahrt geführt, unabsichtlich und unbewusst, selber die Hand.

Er weiß es wohl nicht, dass er mit den Worten, die er dieser Schutzmittelzusammenstellung anfügte, das ganze Problem gelöst hat.

„... sie müssen massenhaft gebildet werden, damit eine genügende Anzahl am Leben bleibt.

Das ist alles, das ganze Um und Auf der Lösung des Problems — es ist der Satz von der „zureichenden Überproduktion“, den ich weiter vorne aufgestellt habe.

Die „Schutzeinrichtungen“ aber sind endgültig versunken.

* *

Und nun noch ein letztes Wort.

Was verliert die Deszendenzlehre, wenn ihr die Schutzmitteltheorie genommen wird?

Ich denke, wohl nichts.

Dass es Dinge gibt, die man nicht mit Selektion erklären kann, hat die heutige Wissenschaft längst zur Kenntnis genommen. Dass es ein Substanzproblem gibt, eine unlösbare Frage nach dem Wesen der Materie und der Energien, und dass die unendliche Formen- und Farbenfülle der Natur ein Teil dieses unlösbaren Problems der Materie ist und bleiben wird — das konnte die biologische Wissenschaft wohl nur vorübergehend vergessen. Formen und Farben ohne Bedeutung weist uns das Mineralreich zur Genüge.

Und der „Kampf ums Dasein“ darf kein Schlagwort sein, das uns blind für alles andere macht. Es ist nicht wahr: Die Pflanze kämpft gar nicht mit dem Tier, sondern sie zahlt kampflos einen Tribut. Und sie kann ihn zahlen, weil sie neben dem Tribut noch Individuen genug hat, die ihre Art in gleicher Fülle fortpflanzen.

Und wenn wir die letzten Ursachen hereinziehen, die den Kampf der Theorien einst entfacht, die Ursache, warum die Selektionstheorie einst geschaffen wurde — nämlich das eifrige Verteidigen und Begründen der damals jungen, stark bekämpften Deszendenztheorie — dann müssen wir uns wohl fragen, ob der Lärm

mit dem Selektionsproblem nicht heute schon etwas überlebt, zu spät, im Grunde schon zwecklos ist.

Denn die Deszendenztheorie, die damals verteidigt werden musste mit allen Mitteln, sie ist heute die unbeschränkte Herrscherin im Reiche der biologischen Wissenschaften. Wir brauchen nicht mehr zu fürchten, sie zu verlieren, auch wenn wir an die Allmacht der Selektion nimmermehr glauben wollen, auch wenn wir den Kampf ums Dasein in etwas anderem Lichte sehen als die nächst-vordere Forschergeneration.

Wir dürfen uns frei fühlen und unbeschwert — das was an echten Werten die Naturwissenschaft des letzten Halbjahrhunderts errungen, die neue Blüte seit Darwin, das kann uns nicht mehr genommen werden und das nehmen auch wir ihr nicht. Auch dann nicht, wenn wir manchen Auswüchsen der Selektionstheorie entgegenreten, auch dann nicht, wenn wir hinter Fragen, die beantwortet schienen, wieder das alte, peinliche Fragezeichen setzen.

Auch Zurückgehen kann ein Fortschritt sein, wenn es das Zurückgehen von einem Irrtum war. Und ein Fragezeichen an richtiger Stelle kann tieferes Wissen sein als eine irrije Antwort.

Über Vererbung und Variabilität bei Bakterien.

Ein Beitrag zur Entwicklungslehre.

Zusammenfassende Darstellung der eigenen experimentellen Untersuchungen.

Von Dr. Erich Toenniessen,

Privatdozent für innere Medizin, Oberarzt der medizinischen Klinik.

Aus der medizinischen Klinik zu Erlangen (Direktor: Geh. Hofrat Penzoldt).

Robert Koch hatte im Jahre 1878 durch Anwendung neuer Methoden den Beweis erbracht, dass das Reich der Mikroben aus verschiedenen Arten besteht, die in ihren Eigenschaften konstant, artfest sind. Die Lehre von der Beständigkeit der verschiedenen Bakterienarten wurde durch ihn begründet und gelangte zunächst zur uneingeschränkten Geltung. Bald aber zeigte sich durch Anwendung der gleichen Methoden, dass innerhalb der Artfestigkeit eine sehr weitgehende Variabilität besteht. Eine außerordentliche Zahl von Arbeiten beschäftigte sich mit dieser Frage; nur einige seien angeführt, um den Gang der Forschung kurz darzulegen. G. Hauser war wohl der erste, der Variabilitäterscheinungen einwandfrei nachwies (1885) und eine Bresche in das starre Dogma legte. Später beschäftigte sich Kruse ausführlicher mit den Erscheinungen der Variabilität und stellte in weitergehendem Maße Versuche über die Vererbung der erzielten Abänderungen an (1891). Neisser und Massini führten den von de Vries (1901) geschaffenen Begriff der Mutation in die Bakteriologie ein (1905) und gaben die

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1915

Band/Volume: [35](#)

Autor(en)/Author(s): Heikertinger Franz

Artikel/Article: [Die Frage von den natu^urlichen Pflanzenschutzmitteln gegen Tierfra^uß und ihre L^osung. 257-281](#)