

Schutztrachten im Tierreich

2., unveränderte Auflage
Nachdruck der 1. Auflage von 1958

Dr. Herbert Bruns



Die Neue Brehm-Bücherei Bd. 207
Westarp Wissenschaften · Hohenwarsleben · 2008

Mit 41 Abbildungen

Titelbild: Kieferschwärmer

Aufnahme: Kurt Herschel

2., unveränderte Auflage

Nachdruck der 1. Auflage von 1958

Alle Rechte vorbehalten, insbesondere die der
fotomechanischen Vervielfältigung oder Übernahme
in elektronische Medien, auch auszugsweise.

© 2008 Westarp Wissenschaften-
Verlagsgesellschaft mbH, Hohenwarsleben
<http://www.westarp.de>

Gesamtherstellung: Westarp, Hohenwarsleben

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung	5
II. Übersicht und Beschreibung der Schutztrachten	7
1. Einteilung der Schutztrachten	7
2. Beschreibung der Schutztrachten (mit Beispielen)	8
A. Tarntrachten	8
a) Farbanpassungen (einschl. Farbwechsel)	8
b) Gegenschattierung	15
c) Somatolyse bzw. Morpholyse	16
d) Mimese	23
B. Warntrachten	35
a) Ungewohnttracht	35
b) Schrecktracht	37
c) Warntracht	39
d) Scheinwarntracht	43
e) Mimikrytrachten	44
Schmetterlings-Mimikry	47
Wespen-Mimikry	47
Ameisen-Mimikry	49
Käfer-Mimikry	49
Pseudo-Mimikry	50
3. Schützende Verhaltensweisen	50
a) Aktives Aufsuchen homochromer Orte	50
b) Bewegungslosigkeit	51
c) Sichlahmstellen	52
d) Sichfallenlassen	52
e) Schreckstellung und Drohbewegung	52
f) Scheinangriff	53
g) Maskierung	53
h) Verhaltens-Mimikry	54
III. Experimente zur Klärung des Schutztrachtenproblems	55
1. Allgemeines	55
2. Versuche über die Sinnesleistungen und das Verhalten der Feinde	58
3. Ernährungsbiologische Untersuchungen und Beobachtungen	64
4. Versuche über Farbanpassungen und Farbwechsel	68
5. Versuche über Gegenschattierung, Somatolyse (Morpholyse) und Mimese	74
6. Versuche über Ungewohnt-, Schreck- und Warntrachten	76
7. Versuche über Mimikry	80

VI. Ökologische Bedeutung und stammesgeschichtliche Entstehung der Schutz-	
trachten	85
. 1. Ökologische Bedeutung	85
. 2. Stammesgeschichtliche Entstehung	89
. a) Zufällsmäßige Ähnlichkeiten	89
. b) Klimatische Einflüsse	90
. c) Mutation und Selektion	91
V. Literatur zum Schutztrachtenproblem	96
VI. Autoren- und Sachregister	103

I. Einleitung

In der Natur herrscht ein unerbittlicher Kampf ums Dasein. Unter den arterhaltenden Faktoren spielen neben Vermehrungsziffer, Anfälligkeit gegen Krankheiten, Widerstandsfähigkeit gegen klimatische Einflüsse, Schnelligkeit, Fluchtverhalten usw. Schutzmittel eine wichtige Rolle. Es gibt sehr verschiedene Schutzmittel. Stachelschwein und Igel schützen sich durch ein Stachelkleid. Andere Tiere haben einen Kalk- oder Chitinpanzer oder ein Gehäuse aus toten Stoffen. Wiederum andere sind giftig, schmecken widerwärtig oder haben einen Wehrstachel. Auch Brüllen und Schreien können zur Abwehr eines Feindes beitragen. Selbst elektrische Organe werden zum Schutz, aber auch zum Angriff verwendet, so beim Zitterrochen, Zitteraal und Zitterwels. Besonders zahlreich sind jene Tiere, die sich durch eine Schutztracht der Sicht ihrer Feinde mit mehr oder weniger Erfolg entziehen.

Wir können die Schutzmittel demnach in mechanische, chemische, akustische, elektrische und optische (bzw. visuelle) einteilen. In diesem Büchlein soll nur die letzte Gruppe behandelt werden, die also auf das Auge wirken und daher **Sichtschutztrachten** oder visuelle (erscheinungsbildliche) Schutztrachten genannt werden.

Beispiele für Schutzfärbungen sind jedem Naturfreund bekannt, z. B. das Rebhuhn oder die Sumpfschnepfe, die man auf dem Erdboden gewöhnlich erst entdeckt, wenn sie laut polternd bzw. kätschend auffliegen. Erschwert wird die Entdeckung dadurch, daß das erdbraune Gefieder der am Boden sich drückenden Vögel durch Streifen und Flecke aufgelöst wird und dadurch die Körperrumrisse verschwimmen. Dieses Tarnprinzip ist uns von der Tarnung der Soldaten, Waffen und Gebäude aus dem Kriege gut bekannt.

Nicht immer wird ein vollkommener Schutz vor Feinden gewährt, ebenso wie z. B. ein Regenschirm nicht völlig alle Regentropfen abhalten muß. Es bedarf aber eigentlich keiner weiteren Worte, daß damit der Schutzcharakter nicht einfach völlig geleugnet werden kann, wie es unverständlicherweise manche Kritiker der Schutzanpassungslehre versuchen. Wir müssen uns nur immer darüber im klaren sein, daß unter dem Begriff „Schutz“ selbstverständlich nur ein relativer, also kein absoluter Schutz verstanden werden darf. So wird z. B. eine Sichtschutztracht gegenüber geruchlich sich orientierenden Feinden wirkungslos sein. Ferner ist unter dem Wort „Schutzanpassung“ etwas Fertiges, der Zustand des Angepaßtseins, nicht aber der stammesgeschichtliche Vorgang der Anpassung zu verstehen.

Oft hört man fälschlicherweise für die Schutzfärbungen allgemein das Wort Mimikry, jedoch versteht man hierunter nur eine ganz bestimmte Erscheinung, nämlich, daß harmlose und schmackhafte Tiere im Aussehen gefährlichen, wehrhaften oder widerlich schmeckenden Tieren ähnlich sind und daher einen gewissen Schutz vor den Verfolgern genießen. Diese Begriffsverwechslungen

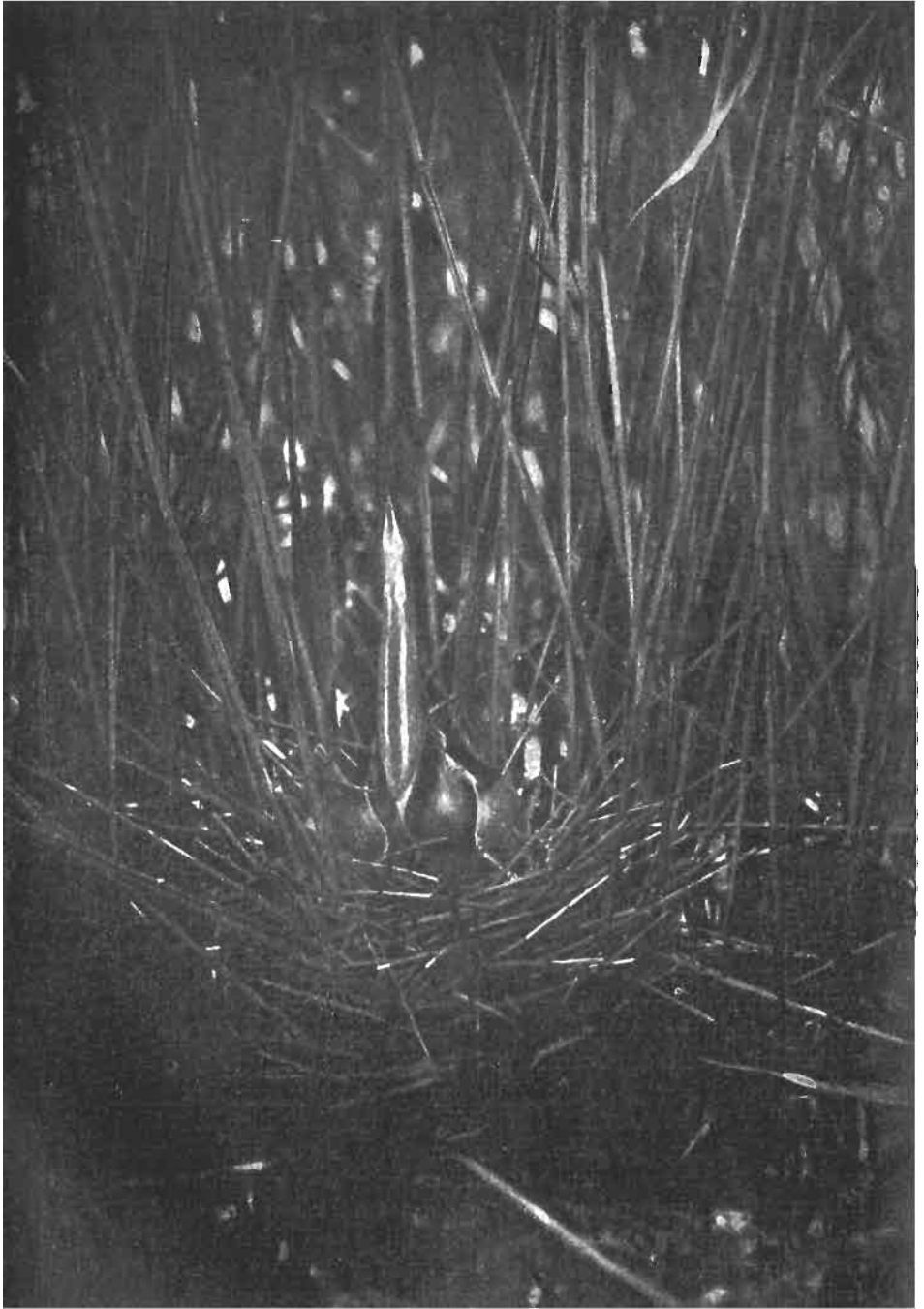
haben in die Schutztrachtenlehre Verwirrung hineingetragen. Hinzu kommt, daß nach der Entdeckung der Mimikry durch Bates (1861) nicht immer kritisch genug gearbeitet wurde. In der ersten Zeit der begeisterten Aufnahme der Mimikry-Theorie überbot man sich geradezu in dem Eifer, neue Fälle zu finden. Leider wurden sie oft nur auf Grund vergleichender Studien von Museumssammlungen, also ohne genauere Kenntnis der Lebensweise der betreffenden Tiere konstruiert. So konnte es nicht ausbleiben, daß sich bald viele Kritiker fanden. Aber auch diese kämpften fast nur mit der Feder, blieben nicht immer ganz sachlich und schossen nicht selten weit über das Ziel hinaus. Es gab Kritiker, welche die ganze Lehre von der Mimikry für ein Märchen hielten und jede Schutzwirkung bezweifelten.

Erst in den letzten zwei bis drei Jahrzehnten setzte ein eifriges Experimentieren und eine kritische Auswertung der Versuche ein, wobei das Gesicherte vom Ungesicherten gesondert, die Grenzen der Gültigkeit der Schutzanpassungslehre festgestellt und der relative Schutz vieler Trachten bestätigt werden konnte. Es ist verständlich, wenn ein alter Kritiker, der sein ganzes Leben lang unentwegt hartnäckig gegen die Schutztrachtenlehre gefochten hat und dabei zu einem guten Teil auch berechtigte Kritik vortrug (zum Teil aber auch Anschauungen kritisierte, die von der heutigen Zoologie längst nicht mehr vertreten werden), nun zu guter Letzt nicht umzuschwenken vermag, zumal wenn ihm die neuen Ergebnisse der Verhaltensforschung und Sinnesphysiologie größtenteils nicht mehr bekannt wurden.

Früher waren die Schutztrachten in erster Linie ein morphologisches und ökologisches Problem. Heute interessiert uns besonderes auch die genetisch-evolutionistische, die sinnesphysiologische und die tierpsychologische Seite. Somit erscheint eine Zusammenstellung, die den modernen Stand unseres Wissens aufzeigt und insbesondere die neueren Experimente und Beobachtungsergebnisse in den Vordergrund stellt, wünschenswert zu sein.

Das mehrere Tausend Einzelveröffentlichungen umfassende Schrifttum über Schutztrachten im Tierreich würde einigermaßen erschöpfend nur in einem mehrbändigen Werk behandelt werden können. Wir müssen uns in diesem Band damit begnügen, an Hand einiger Beispiele einen Überblick über die mannigfaltigen und verschiedenartigen Schutztrachten zu geben. Da es hierüber ausführlichere Werke gibt, erschien eine knappe Fassung zweckmäßig und nur, soweit neue wichtige Beobachtungen und Beispiele vorliegen, wurden diese eingehender behandelt. Dagegen wurde — dem heutigen Stand dieses fesselnden biologischen Forschungszweiges entsprechend — dem experimentellen Teil, der in älteren Büchern mehr oder weniger völlig in den Hintergrund trat, für die Beurteilung der Schutztrachten aber um so wichtiger ist, ein größerer Raum gewidmet und insbesondere über neuere experimentelle Ergebnisse der letzten Jahre berichtet.

Möge dieses Büchlein dem aufmerksamen Naturbeobachter helfen, das so vielseitige, geheimnisvolle und wunderbare Naturgeschehen verstehen zu lernen und ihm manche Anregung zu eigenen Beobachtungen und kleinen Versuchen geben.



2. Stammesgeschichtliche Entstehung

Wird auch die Tatsache eines relativen Schutzes und ökologischen Nutzens der Schutztrachten in vielen Fällen heute durchweg anerkannt, so gehen die Ansichten über die stammesgeschichtliche Entstehung der Schutzanpassungen doch auseinander. Es sind aber auch viele offene Türen eingerannt worden, denn davon, daß sämtliche Schutztrachten allein durch Selektion entstanden sein sollen, kann ebensowenig die Rede sein wie von einer absoluten Schutzwirkung. Es wäre also überflüssig, gegen längst überholte Anschauungen ein ganzes Buch zu schreiben, nachdem die moderne Genetik und Evolutionsforschung bereits seit langen Jahren das Zusammenwirken mehrerer Evolutionsfaktoren (wie Mutation, Selektion, Isolation, Annidation) kennt.

Die Entstehung der heutigen Tier- und Pflanzenwelt hat sich, wie die Paläontologie (Versteinerungskunde) lehrt und durch Funde von Fossilien (versteinerten Tieren) anschaulich belegt, im Laufe von Jahrmillionen und Jahrtausenden vollzogen. Es ist begreiflich, daß auf direktem Wege in einem Experiment die Frage nach der Herausbildung der Schutztrachten nicht so leicht gelöst werden kann. Wir kennen allerdings heute bereits die allgemeinen Vorgänge, die zur Bildung neuer Rassen und Arten führen, so daß wir auch bezüglich der Entstehung von Schutztrachten schon eine Vorstellung besitzen, obgleich es an speziellen stammesgeschichtlichen Untersuchungen bei den Schutztrachten noch mangelt.

a) Zufällsmäßige Ähnlichkeiten

Ungefähr eine Million Tierarten bevölkern die Erde. Die Mannigfaltigkeit der Formen ist so ungeheuer groß, daß sie wohl kaum noch zu überbieten wäre. Auch innerhalb einer Art gibt es wiederum verschiedene Variationen, und zwar nichterbliche (Modifikationen) und auch erbliche (Mutationen). Daß unter einer solchen tausendfachen Mannigfaltigkeit der Organismen Wiederholungen auch in ganz verschiedenen Gruppen vorkommen, erscheint uns selbstverständlich (z. B. ähnliche Gestalt bei Fischen und bei im Wasser lebenden Säugetieren, wie den Walen).

Es gibt Kritiker der Schutzanpassungslehre, die die Mimikry nur als eine solche zufällige Ähnlichkeit in verschiedenen Tiergruppen ansehen und eine selektionistische Entstehung völlig ablehnen. Wenn diese Ansicht in ihrer extremen Form auch nicht aufrecht erhalten werden kann, so kann man sie andererseits auch nicht ganz verwerfen. Denken wir nur einmal an die blattähnlichen Heuschrecken, die es bereits zu einer Zeit gegeben haben soll, als Laubbäume überhaupt noch nicht bekannt waren, so daß ihnen damals aus der Blattähnlichkeit noch kein besonderer Nutzen erwachsen konnte. Man nimmt daher hier und in anderen Fällen an, daß die besondere mimetische Gestalt das Ergebnis einer zufälligen Vereinigung mehrerer Eigenschaften ist, die, jede für sich getrennt, von zahlreichen verwandten Arten bekannt sind. Blattähnliche Verbreiterungen der Beine und des Körpers kennen wir von zahlreichen Tierarten. Die Katalapsie, die besondere Schutzstellung und die grüne Farbe des

„Wandelnden Blattes“ kommen z. B. jede für sich als Eigenschaften bei verschiedenen Tierarten vor. Warum soll es bei weit über $\frac{1}{2}$ Million Insektenarten nicht auch einmal Arten geben, bei denen mehrere dieser Merkmale gleichzeitig auftreten?

Ein lehrreiches Beispiel dafür, daß vielfach erst das Zusammenwirken mehrerer Merkmale bzw. Eigenschaften einen Schutz gewährt, gibt uns nach *Steinig er* die schon erwähnte Strickerspinne (*Tetragnatha*). Wenn sie ihre Streckstellung einnimmt, gleicht sie infolge ihrer länglichen Körperform einem Stab und wird dann von Feinden oft übersehen. Ohne diese Streckstellung reicht jedoch die längliche Körperform für eine Stabähnlichkeit nicht aus, und sie wird dann von Vögeln leicht gefunden. Erhöht wird die Schutzwirkung ferner durch eine weitere Eigenschaft der Spinne: Sie sucht bei Annäherung eines Feindes eine günstige Umgebung, etwa einen Halm, auf und nimmt dort die Schutzstellung ein, in der die Spinne länglichen Pflanzenteilen gleicht. Daß es das Zusammenwirken verschiedener Faktoren und nicht etwa die Streckstellung allein ist, das die Spinne vor der Entdeckung bewahrt, zeigten Fütterungsversuche mit einer anderen Art, der Herbstspinne (*Meta reticulata*), deren rundlicher Körper auch bei Streckstellung nicht stabähnlich erscheint.

b) Klimatische Einflüsse

Es ist bekannt, daß bei Tieren verschiedener Landschaftstypen jeweils ganz bestimmte Farben vorherrschen. Ebenso, wie man einmal die geographische Verbreitung der Blütenfarben untersucht hat, dürfte ein ähnliches Studium über die Verbreitung der tierischen Farben und ihre Beziehung zur Landschaft sehr interessant sein. So sind z. B. die Hummeln des Kaukasus vielfach weiß-, die der Pyrenäen gelb- und die Zentralasiens grauebändert.

Vergleicht man etwa die Farben der Schmetterlinge und ihrer Aufenthaltsräume, so wird man allerdings schwerlich eine Übereinstimmung mit der vorhandenen Farbe des Lebensraumes feststellen, denn bei den Schmetterlingen unseres Waldes müßte dann wohl an erster Stelle Grün stehen. Betrachtet man jedoch im besonderen die Ruheorte der Schmetterlinge, dann erkennt man bei der wohl an erster Stelle stehenden Farbe Braun schon eine bessere Übereinstimmung.

Die auf größere Inseln, wie Großbritannien und Japan, beschränkten Vogelformen sind durchweg dunkler als die verwandten Rassen des Festlandes. Wüstentiere sind durchweg fahlgelb gefärbt.

Man ist versucht, bei solchen Übereinstimmungen einen Einfluß des Klimas, z. B. des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft, anzunehmen. Da unter den Wüstentieren nicht nur ausgesprochene Bodentiere, sondern auch Gebüsch- und Baumvögel sowie Fledermäuse eine Tendenz zu geringerer Pigmentierung zeigen, erscheint eine allgemeine Wirkung des Klimas einleuchtend.

Die Glogersche Klimaregel, nach der die in wärmeren und feuchteren Gebieten vorkommenden Rassen eine stärkere Pigmentierung der Haut aufweisen als die Rassen kühlerer und trockener Gebiete, daß also letztere heller sind als erstere, trifft nach *Hoesch* im großen ganzen auch auf die Farbunterschiede

der südwestafrikanischen Kleinsäugerrassen zu. Der regenarme Westen beherbergt hellere Formen als der regenreichere Osten. Trotzdem betont auch H o e s c h, daß nach seinen Untersuchungen kein Zweifel daran bestehen kann, daß der Einfluß der Bodenfärbung auf das Farbkleid von Kleinsäufern und Vögeln in Südwestafrika größer ist als der Einfluß der Niederschlagsmenge. So leben die jeweils hellsten Rassen der Lerchen *Mirafra sabota*, *M. africanoides* und *M. africana* auf dem hell-kalkgrauen Untergrund des Etoscha-Gebietes vereint, obgleich dieses zum niederschlagsreichsten Teil des Landes gehört und obgleich die Nachbargebiete mit gleicher Niederschlagsmenge, aber dunklerem Untergrund von dunklen Rassen der gleichen Arten bewohnt werden. Auch von der Wüstenlerche *Ammomanes deserti* in Nordarabien leben nach M e i n e r t z h a g e n die dunkelste und die hellste Rasse dicht beieinander in Gebieten gleicher Niederschlagsmenge, die dunkle Rasse aber auf schwarzer Lava, die helle auf blassem Wüstensand.

In Nordamerika kommen zwei Nagerarten der Gattung *Perognathus* nebeneinander vor. Ein Gebiet mit glänzend weißem Gips liegt neben einem schwarzen Lavagebiet. Auf dem schwarzen Lava lebt *Perognatha intermedius*, die auch in einer normal gefärbten Form im benachbarten felsigen Gebiet vorkommt, in einer fast schwarzen Form. Auf dem weißen Gips lebt *Perognatha apache* in einer fast weißen Form, während sie in der felsigen Nachbarschaft ebenfalls eine normal mausfarbige Form besitzt. Ähnliche, wenn auch nicht so ausgesprochen extreme Farbänderungen zeigen manche anderen Säuger, Kriechtiere und Insekten in diesen beiden Gebieten. Weder klimatische noch andere Einflüsse lassen sich hier als Ursache dieser auffallenden Parallele angeben, und wir müssen schon annehmen, daß viele ausgesprochene Anpassungen an den Untergrund durch Auslese der bestangepaßten Tiere entstanden sind. Die Zahl der Sichtschutztrachten ist auch derartig groß, daß sie schwerlich alle auf klimatische Einflüsse zurückgeführt werden können.

c) Mutation (Erbänderung) und Selektion (Auslese)

Die Selektionslehre geht auf D a r w i n zurück. Sie geht von der bekannten Tatsache aus, daß jede Tierart ständig viel mehr Nachkommen erzeugt, als an sich theoretisch zur Erhaltung einer Art erforderlich wären. D a r w i n beobachtete, daß die Angehörigen einer Tier- oder Pflanzenart sich einander nicht völlig gleichen und Abänderungen aufweisen, die zum Teil erblich sind. Das eine Individuum ist schwächer, das andere stärker, das eine heller, das andere dunkler usw. Unter den Varianten muß es auch solche geben, die im Lebenskampf begünstigt, ihrer Umgebung besser angepaßt sind und deshalb größere Aussichten haben, vom Feind verschont zu bleiben und zur erfolgreichen Fortpflanzung zu kommen als die anderen. Die Natur liest somit ständig die bestangepaßtesten Individuen aus. Diese Auswahl hat man „natürliche Zuchtwahl“ genannt. Die Lehre D a r w i n s hat viele begeisterte Anhänger, aber auch scharfe Ablehnung gefunden. Heute ist die Selektionslehre eine bewiesene Theorie und steht fester denn je. Die von D a r w i n ausdrücklich für seine

Theorie angenommenen erblichen Varianten sind später als sogenannte Mutationen (Erbänderungen) auch wirklich entdeckt worden.

Im vergangenen Jahrhundert war die Biologie noch in erster Linie eine sammelnde und beschreibende Wissenschaft. Heute ist sie vorwiegend zu einer experimentellen und exakten Naturwissenschaft geworden. Unter anderem hat die Genetik (Vererbungslehre) einen starken Aufschwung genommen. Es würde über den Rahmen dieser Darstellung hinausgehen, wollten wir auf die für alle biologischen Fachrichtungen, wie Morphologie, Physiologie, Verhaltensforschung usw., außerordentlich wichtige Vererbungslehre ausführlicher eingehen. Bei ihrer Bedeutung für das Evolutionsgeschehen und damit auch für unsere Frage nach der Evolution von Schutzanpassungen müssen wir jedoch wenigstens einiges anführen.

Körperliche Merkmale und andere Eigenschaften werden bekanntlich von den Eltern auf die Nachkommen vererbt. Träger der Erbanlagen sind die sogenannten Gene in den Chromosomen der Zellkerne. Bei der Taufliege (*Drosophila*) kennt man z. B. rund 9000 Gene oder Erbfaktoren. Vor der Vermehrung einer Art verdoppelt sich jedes Gen bei der Kernteilung und teilt sich dann in zwei gleiche Hälften. Mit einer gewissen Häufigkeit, der sogenannten Mutationsrate, kann ein Gen sich ändern und damit eine neue Eigenschaft bedingen (Mutation oder Erbänderung). Die Mutationsrate für alle Gene zusammen liegt etwa bei 2 bis 3%. Nun hat man früher den Mutationen oft keine besondere Bedeutung für die Evolution beigemessen, da sie meist schädlicher Natur sind, also eine Herabsetzung der Lebensleistung hervorrufen. Es gibt jedoch auch positive, die Lebensleistung steigernde Erbänderungen, und zwar um so häufiger, je geringer das Ausmaß der Mutation ist. Gerade solche geringfügigen Klein- und Kleinstmutationen, die oft ohne besondere Hilfsmittel nicht zu erkennen sind, gibt es in viel größerer Zahl, als man ursprünglich annahm.

Von den rein zufälligen und ungerichteten Mutationen kann dann die Selektion die negativen Mutationen ausmerzen und die positiven mit einer besseren Lebensleistung, also z. B. Schutztrachten, auslesen und begünstigen. Eine Mutation kann bisweilen sowohl negativen als positiven Selektionswert erhalten. Wenn die Mutante z. B. ihren Aufenthaltsort ändert und in dem neuen Lebensraum eine größere Lebensleistung besitzt, kann eine ursprünglich negative Selektion positiv werden.

Man hat gegen eine solche selektionistische Entstehung von Schutztrachten eingewandt, daß der Unterschied, der Selektionsvorteil, gering sei. Tatsächlich wird aber auch eine Mutation mit sehr geringem Vorteil in überraschend kurzer Zeit die Oberhand gewinnen. Ludwig zeigte an einem Beispiel, daß eine Mutation mit einer Anfangshäufigkeit von nur 1 : 1000 bei Dominanz bereits nach 300 Generationen ein Häufigkeitsverhältnis von 1 : 1 erreicht hat. Je schneller die Generationsfolge, um so rascher wird man solche Veränderungen beobachten können. Die Auslese kann also sehr rasch arbeiten. Man könnte meinen, wenn man andere arterhaltende Faktoren außer acht läßt, die Erde müßte von lauter Mimetikern wimmeln. Doch abgesehen davon, daß auch zahlreiche andere Faktoren im Kampf ums Dasein eine entscheidende Rolle spielen,



Abb. 41. Nonnenfalter. Aufn. Gäbler

treten beim Häufigerwerden einer Art sogleich Gegenkräfte auf, die einer weiteren Vermehrung Einhalt gebieten, so z. B. Raum- und Nahrungsmangel, damit schwieriger und gefährlicherer Nahrungserwerb, Spezialisierung der Feinde auf die häufigere Beuteart usw.

Möglicherweise haben die Feinde mit der Verbesserung der Schutzanpassung der Beutetiere auch ein besseres Wahrnehmungs- und Unterscheidungsvermögen erworben, so daß durch das nachträgliche Mitangepassen der Feinde der ursprüngliche Vorteil der Beutetiere wieder zusammenschrumpft. Damit wäre also durchaus die Möglichkeit gegeben, daß es auch Schutztrachten gibt, die heute ihren Trägern keinen oder nur einen geringeren Schutz gewähren als zu früheren Zeiten während ihrer Entstehung. Daß diese Erörterungen keineswegs nur theoretischer Natur sind, zeigt das im vorherigen Kapitel bereits genannte Beispiel der Massenvermehrung der Stabheuschrecke, die von den Vögeln in Kürze beseitigt wurde. Ebenso führen Massenvermehrungen von Insekten oder Nagetieren bekanntlich infolge der verstärkten Widerstände tatsächlich meist rasch zum Zusammenbruch.

Ein bekanntes Beispiel einer mutativen Färbungsänderung ist der Nonnenfalter (*Lymantria monacha*), der ursprünglich nur in einer hellen Form auftrat und nun in Deutschland mit merklicher Geschwindigkeit von einer dunklen Form verdrängt wird.

Ein weiteres, allerdings nicht ganz gesichertes Beispiel für die Entstehung einer Schutzfärbung in jüngster Zeit wurde durch H a r r i s o n bekannt. Von dem Schmetterling *Oparabia autumnata* lebt eine dunkel gefärbte Population im Nadelwald und eine heller gefärbte im benachbarten Birkenwald. Wahrscheinlich haben sich beide Formen aus einer einzigen Form entwickelt, dadurch daß Vögel und Fledermäuse die jeweils bestangepaßten erblichen Varianten ausgelesen haben. Obgleich die dunkle Form im Nadelwald 25mal häufiger als die helle vorkommt, fand H a r r i s o n unter 15 im Nadelwald aufgefundenen Flügeldecken meistens hellgefärbte.

Nach dem heutigen Wissensstand kommt der Selektion in Zusammenwirken mit den anderen Evolutionsfaktoren (Mutation, Isolation u. a.) eine wesentliche Bedeutung zu. Auch bei grundsätzlicher Anerkennung einer Mitbeteiligung der Selektion bei der Entstehung von Schutzanpassungen wurde der Einwand er-

hoben, daß von der Auslese nur bereits einigermaßen angepaßte, sogenannte präadaptive Formen erfaßt werden können, bei der Einleitung der Mimikry-Bildung versage aber die Selektion. Für die erste Etappe nimmt man daher gern ein zufallsmäßiges Entstehen von Ähnlichkeiten und Farbanpassungen an, die dann von einem bestimmten Ähnlichkeitsgrad an durch die Selektion weiter entwickelt und vollendet werden.

Können nun die ersten Schritte wirklich nicht auf selektionistische Weise erklärt werden? Was zunächst die reine Farbanpassung anbelangt, so kennen wir z. B. von der Maus *Peromyscus* verschiedene Farbrassen, die durch einen einzigen Gen-Unterschied bedingt sind. Wie wir aus den Versuchen *Dices* sahen, treten außerdem in den Versuchen mit verschieden gefärbten Mäusen recht hohe Selektionsvorteile auf, die ein rasches Entstehen von Farbanpassungen ermöglichen.

Die immer wieder bis in die allerneueste Zeit zu findende Feststellung, ein anfängliches Wirken der Auslese bei einer Mimikrybildung sei schwer vorstellbar, geht von der unrichtigen Annahme aus, daß die Feinde ihre Beute wie wir Menschen als Ganzes erfassen. Wir wissen aus der tierpsychologischen Forschung der letzten Jahrzehnte (*Lorenz* usw.), daß Vögel vielfach nur auf bestimmte Merkmale eines Objektes reagieren. Für die Einleitung der Evolution schützender Ähnlichkeiten kann also durchaus ein einziges übereinstimmendes Merkmal genügen, mögen zwei Formen im übrigen auch verschieden aussehen.

Solche Tiere, die nur eine teilweise Warn- oder Scheinwarnfärbung besitzen, sind also für das Verständnis der Entstehung der Mimikry von besonderer Wichtigkeit. Bisher hat man das Vorkommen solcher teilweisen Warn- und Scheinwarnfärbung kaum beachtet und auffällige Färbungen, die nicht mit einer Ungenießbarkeit oder Gefährlichkeit des betreffenden Trägers verbunden waren, also keine Warnfärbung sein konnten, zur Ungewohnt- oder Schrecktracht gezählt. Der an sich doch naheliegende Gedanke, daß es sich um eine *Scheinwarnfärbung* handeln könnte, wurde wohl deshalb kaum in Erwägung gezogen, weil man für eine wirklich erfolgreich wirkende Scheinwarnfärbung eine vollendete Ähnlichkeit, also eine echte Mimikry voraussetzte.

Daß der Vogel bei der Wahrnehmung und Unterscheidung vielfach nur bestimmte und nicht alle Merkmale berücksichtigt, ergaben auch die speziellen Mimikry-Experimente *Mühlmanns*, die uns (vgl. S. 81) zeigten, daß seine Versuchsvögel offenbar die absolute Größe des farblosen Fleckes eines Mehlwurmes beachteten, dagegen kaum, ob der Mehlwurm nur einen oder zwei Flecke besaß.

Eine weitere Einschränkung der selektionistischen Wirkung wollte man bei den letzten Entwicklungsstadien der Mimikrybildung, die zur höchsten Vollendung der Ähnlichkeit und sogar Identität zweier Formen führte, machen. Werden solche feinen Übereinstimmungen angesichts des eingeschränkten Unterscheidungsvermögens vieler Vögel, die sich nur nach bestimmten „auslösenden Reizen“ richten, durch Auslese entstehen können?

Zu dieser Frage ist die Feststellung *Mostlers* bei seinen Versuchen über die Wespenmimikry beachtenswert. Eine wespenähnliche Fliege sieht der *Vespa*.

vulgaris, eine andere der *Vespa germanica* ähnlich. Obwohl nun beide Wespenfliegen vom Menschen deutlich unterschieden werden können, waren sie vor den Versuchsvögeln im gleichen Grade geschützt, gleichgültig, ob sie nach *Vespa vulgaris* oder *V. germanica* angeboten wurden. Mostler schließt daraus, daß für den Vogel offenbar der Gesamteindruck maßgebend sei. Heute müßten wir wohl besser sagen, daß der Vogel sich gerade nach den übereinstimmenden Merkmalen, nicht aber nach denjenigen richtete, die für uns noch eine Unterscheidung ermöglichen.

Wenn wir nun in Erwägung ziehen, daß sich die zahlreichen, einem Insekt nachstellenden Feinde jeweils nach verschiedenen Merkmalen richten, so steht einer selektionistischen Erklärung auch für die letzten Anpassungsschritte nichts mehr im Wege.

Ein weiterer Einwand, der häufig gegen die Selektionslehre erhoben wird, besagt, daß auch negative Merkmale ausgelesen würden. Wenn wir uns der pleiotropen Wirkung der Gene erinnern, also der Tatsache, daß ein Gen für mehrere Merkmale verantwortlich sein kann, dann finden auch solche scheinbar im Gegensatz zur Selektionslehre stehenden Fälle ihre Erklärung. Es ist durchaus möglich, daß beispielsweise durch ein und dasselbe Gen bedingte Merkmale teils negativen, teils positiven Selektionswert besitzen. Bei einer solchen Kopplung (Verknüpfung mehrerer Merkmale) ist also auch das Fortbestehen nutzlos erscheinender Merkmale durchaus möglich. So steht z. B. einer Erklärung dafür, daß bei Nachtfaltern auch die Flügelunterteile, die dem Erdboden zugewendet und dem Feind unsichtbar bleiben, schutzfarbig gezeichnet sind, prinzipiell keine Schwierigkeit mehr im Wege.

Zu dem Einwand, daß es Tiere mit Schutztrachten gebe, die gar keine Feinde besitzen, wurde bereits die Frage gestellt, ob die heute fehlenden Feinde nicht ausgestorben sein können.

Wir können nunmehr auf die Ausgangsfrage des Schlußkapitels zurückkommen und zusammenfassend sagen, daß Schutzanpassungen sowohl durch Zufall als auch durch Klimaeinwirkungen und Auslese entstanden sein können. Nicht selten werden alle drei Faktoren mehr oder weniger zusammengewirkt haben. Wenn auch zweifellos (siehe das Beispiel blattähnlicher Heuschrecken vor Auftreten der ersten Laubbäume) vielfach zunächst durch Vereinigung verschiedener Merkmale rein zufallsmäßig Ähnlichkeiten entstehen und diese dann durch den Selektionsprozeß weiter vollendet werden, so muß doch ausdrücklich betont werden, daß die Selektion (in anderen Fällen) auch bei der Einleitung und der Vollendung der Übereinstimmung zweier Tierarten eine Rolle spielen kann.

Die Tatsache einer Auslese wird heute niemand mehr ernsthaft bestreiten können. Auseinandergehen können die Meinungen lediglich bei der Frage des Anteils der Selektion und bei der Frage nach weiteren zusätzlichen Faktoren bei Evolutionsvorgängen.