

Zur experimentellen Prüfung der Ameisenmimikry.

(Aus der zoologischen Station Tvärminne.)

VON P. PALMGREN, H. AHLQVIST, MARTA LANGENSKIÖLD
und F. LUTHER.

Fragestellung. Die klassischen Lehren der Selektionstheorie über die verschiedenen schützenden Farb- und Formanpassungen sind in den letzten Jahrzehnten fast in die Rumpelkammer der Biologie geraten, wie SUFFERT (1933) in seinen Studien über „visuelle Anpassung“ mit folgenden Worten trefflich charakterisiert:

„Und wenn sie auch weiter in Lehrbüchern und im Unterricht mit mehr oder weniger Unbehagen an Hand der alten, abgebrauchten Paradebeispiele vorgetragen werden, so spielen sie doch im lebendigen Denken der meisten Zoologen keine Rolle mehr.“ (S. 149.)

Besonders heftig ist die Bedeutung der „warnenden Farben“ und der Mimikry angezweifelt worden, welche namentlich HEIKERTINGER in einer Reihe von Arbeiten einer äusserst scharfen und eindrucksvollen Kritik unterzogen hat, die ohne Zweifel in manchen Hinsichten durch Ausräumen unter eingebürgerten aber schwach begründeten Vorstellungen nützlich gewesen ist. Die selektionistischen Theorien sind aber nicht ohne Verteidiger geblieben; es seien in diesem Zusammenhange nur STUDY (1930), BRÜEL (1932) und SUFFERT (1935) genannt. Wertvolle Literaturhinweise sind bei diesen Autoren zu finden.

Die *Mimikry* sei mit JACOBI als „schützende Nachäffung gemiedener Tiere durch andere Tiere desselben Wohngebietes“ definiert. *Die Wirksamkeit der Mimikry setzt voraus:* 1) *dass die Modelle wirklich geschützt sind*, d. h. im Verhältnis zu sonstigen Tieren von derselben Grösse, Lebensweise und Aufenthaltsort mehr oder weniger von Raubtieren gemieden werden; 2) *dass die Nachahmer mehr oder weniger oft von potentiellen Feinden mit den Modellen verwechselt und deshalb verschmäht werden.*

Zur Prüfung dieser Voraussetzungen eröffnen sich zwei Wege: 1) Untersuchung der natürlichen Nahrung von wildlebenden, zoophagen Tieren; 2) Fütterungsexperimente mit wildlebenden (vgl. JONES) oder gekäfigten solchen Tieren.

P. PALMGREN hat 1932 hervorgehoben, dass Nahrungsuntersuchungen nur in Kombination mit quantitativen Untersuchungen

über die Tierpopulationen aus denen die fraglichen Raubtiere ihre Nahrung schöpfen, entscheiden können, ob eine Beutearart in Proportion zu ihrer Häufigkeit vom Raubtier erbeutet wird oder nicht; und gerade darauf kommt es an, denn auch eine sehr relative Gemeinheit muss selektive Bedeutung haben (vgl. BRÜEL, LUDWIG, MITTMANN).

Die Untersuchungen PALMGRENS ergaben nun, dass die Ameisen von den besonders studierten Vögeln (*Regulus regulus* und *Parus atricapillus borealis*) offenbar gar nicht im Verhältnis zu der „Begegnungswahrscheinlichkeit“ gefangen werden. *Die erste Voraussetzung für die Ameisenmimikry* als Schutzanpassung gegen Raubtiere („metöke Myrmekoidie“, JACOBI), die HEIKERTINGER (1919) namentlich an der Hand von vielen veröffentlichten Untersuchungen über die Vogelnahrung kategorisch als nicht zutreffend bezeichnet hat, *wurde also in bezug auf die genannten Vögel bestätigt*; BRÜEL, der die Resultate der Nahrungsanalysen wesentlich anders als HEIKERTINGER beurteilt, ist auch zu der Auffassung gekommen: „Im ganzen steht es gut für die selektionistische Theorie der Myrmekoidie.“

Die vorliegende kleine Studie stellt einen Versuch dar, *die zweite Voraussetzung der Ameisenmimikry zu prüfen, und zwar durch Fütterungsexperimente mit gekäfigten Kleinvögeln.*

Versuchsmethodik. Die Versuche wurden hauptsächlich auf der Zoologischen Station Tvärminne an einem ornithologischen Ferienkursus Juni 1937 (von P. PALMGREN geleitet, Assistent H. AHLQVIST) durchgeführt. Als Versuchsvögel dienten 3 Rotkehlchen (*Erithacus rubecula*), 1 Rotschwänzchen (*Phoenicurus phoenicurus*) und 1 Gartengrasmücke (*Sylvia borin*), die alle wenigstens seit dem vorigen Herbst gekäfigt und wenig scheu waren. Einige ergänzende Versuche wurden im Juli von H. Ahlqvist mit einer Dorngrasmücke (*Sylvia communis*) und einem Trauerfliegenfänger (*Muscicapa hypoleuca*) ausgeführt. Alle Vögel waren einzeln gekäfigt.

Bei den Versuchen wurde den Vögeln immer gleichzeitig zwei lebende Futtertiere als Wahlobjekte gegeben. Die Tiere wurden in flachen Glaschälchen (Durchmesser ca. 8 cm) auf dem Boden des Käfiges den Vögeln geboten. Die Futterschalen standen in grösseren, aber auch flachen, wassergefüllten Schalen, so dass die Futtertiere nicht ent schlüpfen und sich auch nicht verkriechen konnten, sondern beide immer den Vögeln gleich sichtbar waren. Bei fliegenden Insekten wurde der Thorax ein wenig gequetscht um sie flugunfähig zu machen. Die Vögel wurden während der Versuchszeit hauptsächlich mit Ameisenpuppen und Grünfutter gefüttert, erhielten aber auch regelmässig Mehlwürmer und Gaben von Kleintieren, die mit dem Streifsack gefangen zusammen mit den abgestreiften Pflanzenteilen in

die Käfige ausgeschüttet wurden. Das normale Futter wurde gewöhnlich erst unmittelbar vor den Versuchen entfernt.

Als *Testobjekt der Myrmekoidie* wurde die Springspinne *Myrmarachne formicaria* verwendet. Diese Spinne ist in bezug auf Grösse, Färbung, allgemeine Körperform und Bewegungscharakter auffallend ameisenähnlich. Sie scheint in Nordeuropa eine recht seltene Art zu sein, die einem südlichen Faunenelement angehört, und tritt bei uns an steinigten Ufern auf wo sie am häufigsten unter Steinen zu finden ist, aber auch umherstreifend beobachtet werden kann. Im Sommer 1937 war sie zahlreicher als gewöhnlich.

Es wurden *zwei Serien von Wahlversuchen angestellt*: 1) Waldameise (*Formica rufa*) gegen sonstige Insekten oder Spinnen; 2) *Myrmarachne* gegen Insekten oder Spinnen. *Als Gegenobjekte wurden fast ausschliesslich Tiere von der gleichen oder kleineren Grösseordnung als die Ameise und die Ameisenspinne verwendet.*

Der Vogel hat bei dieser Versuchsanordnung folgende Reaktionsmöglichkeiten: 1) Das Insekt (oder die Spinne) wird genommen, die Ameise (resp. *Myrmarachne*) nicht angerührt; 2) das Insekt wird zuerst, darauf die Ameise genommen; 3) Ameise zuerst, Insekt darauf gefressen; 4) nur Ameise gefressen; 5) beide Objekte verschmäht. Als „verschmäht“ wurde ein Objekt betrachtet, wenn es nicht sofort von dem Vogel gegriffen wurde, wenn z. B. der Vogel nachdem er nur das eine Tier genommen, zurück auf die Sitzstangen hüpfte.

Unten sind die als Gegenobjekte zusammen mit den Ameisen und Ameisenspinnen gebotenen Insekten- und Spinnentypen verzeichnet; sie wurden mit dem Streifsack hauptsächlich von der Bodenvegetation abgekätschert und bei den Versuchen in beliebiger Ordnung den Vögeln verfüttert.

ORTHOPTERA: Junglarven von *Stauroderus*, *Thamnotrizon*, *Locusta*. — HEMIPTERA: *Stenodema*, *Pentatomidae*, *Cicadinae*. — NEUROPTERA: *Chrysopa*, Larven u. Imagines. — COLEOPTERA: *Amara*, *Byrrius*, *Cantharis*, *Rhagonycha*, *Elater*, *Campylus*, *Cardiophorus*, *Corymbites*, *Prosternon*, *Agriotes*, *Tenebrio*, *Phytodecta*, *Phytonomus*. LEPIDOPTERA: Raupen u. *Microlepid*. — DIPTERA: *Tipula*, *Pachyrrhina*, *Chironomidae*, *Chrysops*, *Leptogaster*, *Leptis*, *Empis*, *Dolichopus*, *Chilosia*, *Melanostoma*, *Psila*, *Tetanocera*, *Caliope*, *Sapromyza*, *Musca*, *Stomoxys*, *Pollenia*. — HYMENOPTERA: *Prosopis*, *Crabro*, *Odynerus*, *Chrysis*, *Hymenopt. parasitica*, *Nematidae*. — ARANEAE: Meistens junge Ind. von *Clubiona* sp., *Philodromus* sp., *Xysticus* sp., *Oxyp-*

tila trux, *Salticidae* sp., *Linyphia* sp., *Micryphantidae* sp., *Epeira* sp., (*diademata*-Gruppe sowie *cucurbitina*), *Tetragnatha* sp., *Lycosa* sp. — PHALANGIDAE.

Wegen des beschränkten Raumes dieser Zeitschrift muss auf die vollständige Veröffentlichung der Versuchsprotokolle verzichtet werden. Einige *Beispiele* werden unten gebracht.

In den Versuchsprotokollen steht das zuerst genommene Objekt links, das darauf genommene rechts. Wenn ein Objekt nicht gefressen wurde steht es in []; kursiviert sind jeweils die „Hauptobjekte“.

Sylvia borin, 17. VI. 37.

<i>Myrmarachne</i>	[Dolichopus]	Grüne Lepid.raupe	[<i>Myrmarachne</i>]
Rhagonycha (Col.)	[<i>Myrmarachne</i>]	[<i>Myrmarachne</i>]	[<i>Formica</i>]

18. VI. 37.

Linyphia (Spinne)	<i>Myrmarachne</i>	<i>Myrmarachne</i>	[Linyphia
Stauroderus-Larve			(Spinne)]
(Orthopt.) [„]		Tetanocera (Dipt.)	[<i>Myrmarachne</i>]
Stenodema (Hemipt.) [„]		Cardiophorus	
<i>Myrmarachne</i>	[Nematidae	(Coleopt.) [„]	
	(Hymenopt.)]	Epeira (Spinne)	[„]
„	[Nematidae	Spinne	[„]
	(Hymenopt.)]	Grüne Lepidopt.raupe	[„]
Tetragnatha (Spinne)	[<i>Myrmarachne</i>]	Locusta-Larve	[„]
Cantharis (Coleopt.) [„]		„	[„]
Leptogaster (Dipt.) [„]		„	[„]
Locustidae-Larve		Tetragnatha (Spinne)	[„]
(Orthopt.) [„]		Locusta-Larve	<i>Myrmarachne</i>
Stauroderus-Larve		<i>Myrmarachne</i>	[Linyphia
(Orthopt.) [„]			(Spinne)]
Epeira (Spinne)	<i>Myrmarachne</i>	„	[„]
Pentatomidae		Linyphia (Spinne)	[<i>Myrmarachne</i>]
(Hemipt.) [„]		Tetragnatha (Spinne)	[„]
Campylus (Coleopt.) [„]		Coccinellidae	
Rhagonycha (Coleopt.) [„]		(Coleopt.) [„]	

Muscicapa hypoleuca, Juli 1937.

Musca (Dipt.)	[<i>Formica</i>]	Hymenopt. parasit.	[„]
Dolichopus (Dipt.)	[„]	Rhagonycha (Coleopt.)	[„]
Chrysops (Dipt.)	[„]	Stomoxys (Dipt.)	[„]
Crabro (Hymenopt.)	[„]	Dolichopus (Dipt.)	<i>Formica</i>

Tenebrio-Imago		Prosopis (Hym.)	<i>Formica</i>
(Coleopt.)	[<i>Formica</i>]	Chrysops (Dipt.)	[„]
[Xysticus (Spinne)]	[„]	Nematidae (Hym.)	[<i>Myrmarachne</i>]
<i>Formica</i>	[Cicadinae	Stenodema (Hemipt.)	[„]
	(Hemip.)]	Tetragnatha (Spinne)	[„]
<i>Formica</i>	Dolichopus	[Cicadinae (Hym.)]	[„]
	(Dipt.)	Rhagonycha (Col.)	[„]
Calliphora (Dipt.)	[<i>Formica</i>]	Stauroderus-Larve	
Stenodema (Hem.)	[„]	(Orthopt.)	[„]
Nematidae (Hym.)	[„]	Odynerus (Hym.)	[„]
Nematidae-Raupe	[„]	Leptis (Dipt.)	[„]
Pollenia (Dipt.)	[„]	Amara (Coleopt.)	[„]
Tetragnatha (Spinne)	[„]	Dolichopus (Dipt.)	<i>Myrmarachne</i>

Phoenicurus phoenicurus. 18. VI. 37.

Nematidae (Hym.)	[<i>Myrmarachne</i>]	Melanostoma (Dipt.)	[<i>Myrmarachne</i>]
Locusta-Larve		Grüne Lepid.raupe	[„]
(Orthopt.)	[„]	Ceutorhynchus (Col.)	[„]
Epeira (Spinne)	<i>Myrmarachne</i>	Caliope (Dipt.)	[„]
Tetragnatha (Spinne)	[„]	Chironomidae (Dipt.)	[„]
Micryphantidae		<i>Myrmarachne</i>	Coleoptera-Larve
(Spinne)	[„]		

Phoenicurus phoenicurus. 28. VI. 37.

<i>Formica</i>	Xysticus (Spinne)	Cicadinae (Hemipt.)	<i>Formica</i>
Tetragnatha (Spinne)	<i>Formica</i>	Fliege (Diptera)	„
Grüne Lepid.raupe	[<i>Formica</i>]	Cantharidae (Coleopt.)	„
Chironomidae (Dipt.)	[„]	Fliege (Diptera)	„
Fliege (Diptera)	[„]		

Erithacus Nr 1. 18. VI. 37.

Psila (Dipt.)	[<i>Myrmarachne</i>]	Stauroderus-Larve	
Stauroderus-Larve		(Orthopt.)	[<i>Myrmarachne</i>]
(Orthopt.)	[„]	Epeira (Spinne)	[„]
Nematidae (Hymen.)	[„]	<i>Myrmarachne</i>	[kleine Elater
<i>Myrmarachne</i>	[Pentatomidae	Locusta-Larve	(Coleopt.)]
	(Hemipt.)]	(Orthopt.)	[<i>Myrmarachne</i>]
Tetragnatha (Spinne)	[<i>Myrmarachne</i>]	Micryphantidae	
<i>Myrmarachne</i>	Elateridae	(Spinne)	[„]
	(Coleopt.)		

Erithacus 1. 28. VI. 37.

Linyphia (Spinne)	[Formica]	Cantharidae(Coleopt.)	[Formica]
Fliege (Diptera)	[„]	Linyphia (Spinne)	[„]
„ „	[„]	Hemiptera	[„]
Raupe (Lepid.)	[„]		

6 Stunden ohne Futter

Elateridae (Coleopt.)	[Formica]	Linyphia (Spinne)	[Formica]
Cicadinae (Hemipt.)	[„]	Raupe (Lepid.)	[„]
Fliege (Diptera)	[„]	Cicadinae (Hemipt.)	[„]
Tipulidae (Dipt.)	[„]	[Elateridae (Coleopt.)]	[„]
Coleoptera	[„]	Opilionidae (Spinne)	[„]
Xysticus (Spinne)	[„]	Grüne Raupe	[„]
Cicadinae (Hemipt.)	[„]	„ (Lepid.)	[„]

Erithacus Nr 3. 28. VI. 37.

Tetragnatha (Spinne)	Formica	Microlepidoptera	<i>Myrmarachne</i>
Grüne Lepid.raupe	„	<i>Myrmarachne</i>	Chironomidae
Xysticus (Spinne)	„		(Dipt.)
Coleoptera sp.	„	Grüne Raupe (Lepid.)	<i>Myrmarachne</i>
Cicadinae (Hemipt.)	„	<i>Myrmarachne</i>	Tetragnatha
Grüne Lepid.raupe	„		(Spinne)
Tetragnatha (Spinne)	„	Cantharidae(Coleopt.)	<i>Myrmarachne</i>
Raupe (Lepid.)	„	Fliege (Diptera)	„
Kleine Fliege (Diptera)	„	Cantharidae(Coleopt.)	„
Cicadinae (Hemipt.)	„	<i>Myrmarachne</i>	Coleoptera
<i>Myrmarachne</i>	Kleine grüne	„	Fliege (Diptera)
	Lepid. raupe	Fliege (Diptera)	<i>Myrmarachne</i>
Cicadinae (Hemipt.)	<i>Myrmarachne</i>	Grüne Raupe (Lepid.)	„
Coleoptera (klein, sehr hart)	„	Cicadinae (Hemipt.)	„

Versuchsergebnisse. Die beigegeführten Tabellen (S. 102—103) geben eine *Zusammenfassung der Versuchsergebnisse.*

Tabelle 1 gibt an, wie oft die Versuchsvogel nach den verschiedenen oben (S. 98) genannten Wahlmöglichkeiten reagierten. Die Fälle, wo beide Objekte wegen Satttheit des Vogels verschmäht wurden sind nicht berücksichtigt.

Wenn Objekt A in einem Versuch genommen, B verschmäht wurde, wurde dem A der „Wert“ 2, dem B der Wert 0 gegeben; wenn beide gefressen wurden, erhielt das zuerst genommene Objekt 2, das andere 1 als Wertziffer. *Tabelle 2* bringt die Mittelwerte der von den verschiedenen Beutetypen in den Einzelversuchen erlangten Wertziffer, nach folgender Berechnung:

Berechnungsbeispiel zur Tab. 2		Spinne	Ameise
Spinne — —	12 Fälle	$12 \times 2 = 24$	—
Spinne — Ameise	8	$8 \times 2 = 16$	$8 \times 1 = 8$
Ameise — Spinne	1	$1 \times 1 = 1$	$1 \times 2 = 2$
Ameise — —	—	—	—
Σ	21	41	10

$$41 : 21 = 1,9 \quad ; \quad 10 : 21 = 0,5$$

Tabelle 1 (Erklärung S. 101)		<i>Erithacus rubecula</i> 1	<i>Erithacus rubecula</i> 2	<i>Erithacus rubecula</i> 3	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	<i>Sylvia borin</i>	<i>Sylvia communis</i>	<i>Muscicapa hypoleuca</i>
		<i>Insekten — Formica rufa</i>						
Insekt	—	23	16	7	10	10	13	14
Insekt	Ameise	—	6	17	14	—	3	2
Ameise	Insekt	—	2	2	7	—	3	1
Ameise	—	—	2	2	6	—	2	1
<i>Spinnen — Formica rufa</i>								
Spinne	—	16	12	2	5	3	4	1
Spinne	Ameise	—	8	5	7	—	—	3
Ameise	Spinne	—	1	2	2	—	—	6
Ameise	—	—	—	—	2	2	1	—
<i>Insekten — Myrmarachne</i>								
Insekt	—	8	—	3	6	19	1	9
Insekt	Myrmarachne	3	4	10	6	3	—	1
Myrmarachne	Insekt	6	15	6	2	—	—	—
Myrmarachne	—	2	1	3	—	3	1	—
<i>Spinnen — Myrmarachne</i>								
Spinne	—	5	1	1	1	7	2	—
Spinne	Myrmarachne	3	8	—	3	3	—	—
Myrmarachne	Spinne	1	2	1	3	—	—	—
Myrmarachne	—	—	—	—	—	3	—	—

Tabelle 2
(Erklärung S. 101)

	<i>Erithacus 1</i>	<i>Erithacus 2</i>	<i>Erithacus 3</i>	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	<i>Sylvia borin</i>	<i>Sylvia communis</i>	<i>Muscicapa hypoleuca</i>
Insekten	2,0	1,8	1,8	1,5	2,0	1,7	1,8
Ameise	0	0,5	0,9	1,1	0	0,6	0,3
Spinnen	2,0	1,9	1,8	1,6	1,2	1,6	1,4
Ameise	0	0,5	1,0	0,9	0,8	0,4	1,5
Insekten	1,5	1,2	1,5	1,9	1,8	—	2,0
Myrmarachne	1,0	1,8	1,3	0,7	0,4	—	0,1
Spinnen	1,9	1,8	—	1,1	1,5	—	—
Myrmarachne	0,5	1,1	—	1,3	0,5	—	—

SWYNNERTON hat nachgewiesen, dass es von dem relativen Hungerzustand des Vogels abhängt, ob eine Tierart gefressen oder verschmäht wird: Wenn der Vogel hungriger wird, werden früher verschmähte Insekten akzeptiert; durch geeignete Anordnung der Wahlversuche lässt sich eine deutliche Stufenfolge der „Schmackhaftigkeit“ verschiedener geprüfter Tierarten ausarbeiten. Wenn der Vogel dagegen für alle angebotenen Tierarten hungrig genug ist, hängt es nach SWYNNERTON'S Ansicht entweder mehr von dem Zufall ab, in welcher Reihenfolge sie gepickt werden, oder werden grössere Objekte zuerst genommen. Die widersprechenden Resultate, zu denen mit primitiveren Methoden arbeitende Versuchsansteller gekommen sind, wären auf diese Ursache zurückzuführen.

Die Verfasser sind dessen wohl bewusst, dass unsere Versuche diesen Umständen nicht Rechnung tragen, und dass unser Material klein ist. Aber es scheint doch ganz offenbar, dass, wenn 2 verschiedene Futterobjekte gleich leicht zu erreichen sind und sich der Grösse nach nicht stark unterscheiden, das begehriichere erst genommen wird. Man sieht übrigens oft sehr deutlich, wie der Vogel erst die Objekte betrachtet und darauf sich zielbewusst dem mehr

lockenden zuwendet; so ist es auch wenn z. B. verschiedene Typen von Kunstfutter gut vermischt geboten werden. — Es wäre auch unmöglich gewesen, Ameisenspinnen in viel grösserer Menge zu erhalten; mehr systematische Versuche waren deshalb ausgeschlossen.

In Bezug auf die Ameisen scheinen unsere Versuche *die relative, wenn auch nicht vollständige, Gemiedenheit der Ameisen deutlich zu bestätigen*. Aber auch in den Versuchen mit *Myrmarachne* ist die Neigung zu gunsten des Gegenobjektes so durchgehend, dass sie kaum als zufällig angesprochen werden kann. Die Ergebnisse der Versuche mit *Myrmarachne* gegen Insekten könnten zwar auch mit einer geringeren „Schmackhaftigkeit“ der Spinnen im allgemeinen gegenüber Insekten erklärt werden. Einer solchen Erklärung widersprechen aber gemachte Stichproben: In 6 Fällen wurde die Spinne vor dem gleichzeitig gebotenen Insekt genommen, umgekehrt nur in 2 Versuchen. *Besonders aufschlussreich ist folgende Versuchsreihe:*

Erithacus I. 30. VI. 1937.

Linyphia sp (Spinne)	—	[<i>Myrmarachne</i> ♀]
Grüne Lepid.raupe	—	[„ ♀]
Homoptera sp. (Insekt)	—	[„ ♀]
Micryphantidae sp. (Spinne)	—	[„ ♀]
Heteroptera sp. (Insekt)	—	[„ ♀]
<i>Myrmarachne</i> ♂	—	Linyphia sp.
„ ♀	—	Heteroptera sp.
Grüne Lepid.raupe	—	<i>Myrmarachne</i> ♀
<i>Myrmarachne</i> ♀	—	Philaenus (Homoptera)
Kleiner Schmetterling	—	<i>Myrmarachne</i> ♀
Fliege	—	„ ♀
<i>Myrmarachne</i> ♀	—	Käfer
Linyphia sp.	—	<i>Myrmarachne</i> ♀
<i>Myrmarachne</i> ♂	—	Fliege

Wenn wir diese Versuchsserie mit der vollkommenen Abneigung des Versuchsvogels gegen Ameisen (vgl. Tabelle 1 und S. 101) vergleichen, scheint es ganz unzweifelhaft, dass *der Vogel anfangs Myrmarachne mit einer Ameise verwechselt und deshalb nicht angerührt hat; nachdem der Irrtum korrigiert worden war, wurden die beiden Objekte in ganz zufälliger Reihenfolge gefressen*; eine Verschmähung der Spinne wegen Geschmack oder widerwärtigen taktilen Eigenschaften ist ausgeschlossen. Zwischen der vollkommenen Täuschung und der vollkommenen Nicht-Täuschung (vgl. *Erithacus*

1 und 3 bei den Wahlen Insekt — Myrmarachne, S. 100—101) werden alle Stadien von einer dem Nachahmer anhaftenden „negativen Stimmung“ vorkommen können.

Es ist wiederholt von den Kritikern der Mimikrytheorie hervorgehoben worden, dass Dinge, die dem Menschen ähnlich sind, gar nicht den Vögeln ähnlich zu sein brauchen. Nach allem, was wir über die optischen Fähigkeiten der Vögel wissen, scheint diese Behauptung doch schwach begründet zu sein. Das Verhalten der Vögel mit ihren starren Triebhandlungen scheint visuellen Täuschungen eine gute Grundlage zu bieten. Als beleuchtendes Beispiel (von P. Palmgren beobachtet) sei angeführt, dass ein zahmer, frei im Zimmer herumfliegender Zilpzalp (*Phylloscopus collybita abietina*) ein Mal, als eine Nummer von dieser Zeitschrift auf einem Tische lag, darauf mit eifrigem Flügelschütteln zu „baden“ anfangt: Die typische Badehandlung wurde von der ebenen dunkelgrünen Fläche des Titelblattes ausgelöst, obwohl die „Ähnlichkeit“ mit einer Wasserfläche doch eine sehr entfernte ist! Ähnliche Beobachtungen finden sich häufig in der Literatur.

Diskussion der Verwertbarkeit von Fütterungsversuchen. MÜHLMANN hat in einer experimentellen Arbeit die Ähnlichkeitsgrade festzustellen versucht, die nötig sind um Täuschung der Versuchsvögel herbeizuführen. MOSTLER hat die Wespenmimikry durch Fütterungsexperimente geprüft und findet die beiden auf S. 96 erwähnten Grundvoraussetzungen der selektionistischen Auffassung der Mimikry ausgezeichnet bestätigt. STEINIGER (1937 a) bestätigt durch eigene Versuche die Beobachtungen MOSTLERS und hat ausserdem bei mehreren Kleinvogelarten ausgesprochene Abneigung gegen Ameisen festgestellt. Es ist zu hoffen, dass die nächsten Jahre weiteren Aufschluss über diese bedeutungsvollen Fragen bringen werden. Aber es muss besonders hervorgehoben werden, dass bei solchen Versuchen nur Tiere, die hinsichtlich ihrer Grösse zu den natürlichen Nahrungskategorien der Vögel gehören, verwendet werden können. (Vgl. die Diskussion HEIKERTINGER's (1936 und 1937 b) und STEINIGER's 1937 b).

Weiter muss der Ernährungszustand immer beachtet werden. Versuchsvögel die im Sommer, als sie regelmässig Kleintiere erhielten, den Ameisen gegenüber starke Abneigung zeigten, waren im Herbst, bei fast ausschliesslicher Kunstfütterung, so gierig auf lebende Beute, dass sie wahllos Ameisen und sonstige Kerfe pick-

ten (beobachtet von H. Ahlqvist). Bezüglich dieser Fehlerquellen sei auf die ausgezeichnete Diskussion SWYNNERTONS hingewiesen.

HEIKERTINGER's Behauptungen: „Die Ameisen werden nicht gemieden; alle Vögel nehmen sie bei Gelegenheit gern an“. (1937 a, S. 12, Note 4), und: „Nichts zwingt einen freilebenden Vogel, ihm ekelhafte Dinge zu fressen“ (ibid. S. 4) wirken kaum überzeugend. Was weiss H über die Gefühle der Vögel, wie „gern“ sie eine Ameise fressen? Glaubt er, dass Hunger nicht in der freien Natur vorkommen kann? Dass dürfte auch im Sommer, z. B. bei Regen und Sturm, nicht selten sein! Aber überhaupt sind offenbar die meisten Kleinvögel satt genug um Ameisen nicht zu nehmen. Dann sind diese aber relativ geschützt und hierauf kommt es an, nicht auf eine Distinktion zwischen „meiden“ und „laufen lassen“ (HEIKERTINGER 1937 a, S. 12).

Die Auffassung, dass Versuche mit Käfigvögeln wegen der unnatürlichen Umgebung unbrauchbar sind, dürfte zu antropomorphistisch sein. Der Vogel begegnet im Laufe des Jahres sehr vielen verschiedenen „Umwelten“. Der Käfig ist eine neue solche; aber der Vogel findet sich auch in dieser zurecht und tritt den dort wal tenden Verhältnissen mit seinem normalen, unveränderten Triebstande gegenüber.

Schliesslich muss noch bemerkt werden, dass keine Versuche beweisen können, dass ein solcher Fall von Mimikry wie der hier behandelte tatsächlich durch selektive Nahrungswahl seitens der Vögel zu erklären ist. Die Möglichkeit einer „zufälligen“ Ähnlichkeit ist immer gegeben (vgl. z. B. HEIKERTINGER 1937 c, STEINIGER 1936), und diese Erklärung scheint in bezug auf *Myrmarachne* sehr wahrscheinlich zu sein: Bei der hauptsächlich versteckten Lebensweise der Art kann sie selten von Vögeln überhaupt erreicht werden, obwohl Kleinvögel in den Ufergebüschchen häufig sind. Die Ameisenähnlichkeit ist in der gestreckten Körperform, dem massigen Kopfe und der Beinstellung der Salticiden schon gewissermassen vorgebildet und wird durch die auch sonst unter Spinnen nicht seltene schwarzbraune Farbe ergänzt. Der Wert der Versuche bezieht sich auf die prinzipielle Klarlegung der Möglichkeit der Selektion.

Zusammenfassung. 1) Die Versuche wurden mit 7 Kleinvögeln von 5 verschiedenen Arten angestellt.

2) Die lebenden Futtertiere wurden den Vögeln immer zu

zweien geboten, und zwar wurden folgende Versuchsserien angezielt:
 A) *Formica rufa* (Modell) gegen: a) Sonstige Insekten, b) Spinnen.
 B) *Myrmarchne formicaria* (Nachahmer) gegen: a) Insekten, b) sonstige Spinnen (vgl. S. 98).

3) Die *Abneigung gegen die Ameisen war bei allen Vögeln deutlich*, wenn auch abgestuft. Auch *gegenüber der ameisenähnlichen Spinne bestand eine fast durchgehende Zurückhaltung*. (Tabelle 1—2.) Eine Versuchsserie liess mit grösster Wahrscheinlichkeit erkennen, dass *eine wahre Täuschung* vorliegen kann (S. 104). In anderen Fällen dürfte nur eine mehr oder minder starke und wahrscheinlich wechselnde „negative Stimmung“ dem Nachahmer anhaften.

4) Die Tragweite der Fütterungsmethode wird diskutiert.

Literatur: BRÜEL, L., 1932, Über Begriff und Erklärung der Mimikry. Biol. Zentralbl. 52: 13—42. — HEIKERTINGER, F., 1919, Die metöke Myrmekoidie. Tatsachenmaterial zur Lösung des Mimikryproblems. Biol. Zentralbl. 39: 65—102. — 1936, Noch ein Wort über Wespenmimikry. Zeitschr. f. Morphol. u. Ökol. d. Tiere 31: 268—293. — 1937 a, Werden die Tagfalter von den Vögeln gejagt? (Kritik der Schmetterlingmimikry, V). II. Mageninhaltsuntersuchungen. Biol. Zentralbl. 57: 2—21. — 1937 b, Über zwei Grundbegriffe der Ernährungsbiologie: „Normalnahrungskreis“ und „wirkliche Feinde“. Ibid. 57: 431—441. — 1937 c, Ist das Mimikryproblem eine vergleichend-morphologische oder eine ökologische Frage? Zool. Anz. 117: 220—224. — JACOBI, A., 1913, Mimikry und verwandte Erscheinungen Braunschweig. — JONES, F. M., 1932, Insect coloration and the relative acceptability of insects to birds. Trans. Entomol. Society of London 80: 345—385. — LUDWIG, W., 1933, Der Effekt der Selektion bei Mutationen geringen Selektionswertes. Biol. Zentralbl. 53: 364—379. — MITTMANN, O., 1936, Über die Schnelligkeit der relativen Vermehrung vorteilhafter Mutationen. Nachr. Ges. Wiss. Göttingen. Biologie 2, N:o 6. (Nach Referat). — MOSTLER, G., 1935, Beobachtungen zur Frage der Wespenmimikry. Zeitschr. f. Morphol. u. Ökol. d. Tiere 29: 381—454. — MÜHLMANN, H., 1934, Im Modellversuch künstlich erzeugte Mimikry und ihre Bedeutung für den „Nachahmer“. Zeitschr. f. Morphol. u. Ökol. d. Tiere 28: 259—296. — PALMGREN, P., 1932, Zur Biologie von *Regulus r. regulus* (L.) und *Parus atricapillus borealis* Selys. Eine vergleichend-ökologische Untersuchung. Acta Zool. Fennica 14: 1—113. — STEINIGER, R., 1936, Ist das Mimikryproblem eine vergleichend-morphologische oder eine ökologische Frage? Zool. Anz. 117: 220—224. — 1937 a, „Ekelgeschmack“ und visuelle Anpassung einiger Insekten (Fütterungsversuche an Vögeln). Zeitschr. f. wiss. Zool. 149: 221—257. — 1937 b, Beobachtungen und Bemerkungen zur Mimikryfrage. Biol. Zentralbl. 57: 47—58. — STUDY, E., 1930, Neuere Angriffe auf die Selektionstheorie. Arch. f. Rassenbiol. 22: 353—393. — SUFFERT, T., 1933, Phänomene visueller Anpassung. I—III. Mitteilung. Zeitschr. f. Morphol. u. Ökol. d. Tiere 26: 147—316. — **Neue Arbeit an den Fragen der visuellen Anpassung.**

I. Der Hypothesenkreis der visuellen Anpassung. Zool. Anz. 8. Suppl. Verh. d. Deutsch. Zool. Ges. 37. Jahresvers.: 248—295. — SWYNNERTON, C. F. M., 1919, Experiments and Observations bearing on the Explanation of Form and Colouring, 1908—1913. Journ. Linnean Society, London, Zoology, 33: 203—385.



The effect of temperature on the sexual activity of non-migratory birds, stimulated by artificial lighting.

By HEIKKI SUOMALAINEN.

(Received October 6th, 1937.)

How exposure to the daily period of lighting, and the strength and quality of light, affects the sexual cycle of birds has been experimentally examined, thoroughly and from many angles (compare only BISSONNETTE 1936 a, b; ROWAN and later KIRSCHBAUM a. RINGOEN; RILEY).

Besides lighting one can also presume that of external natural factors temperature may especially affect the annual sexual cycle chiefly of non-migratory birds, for they clearly experience the comparatively regular and considerable annual rhythm of changes in temperature. The annual changes in temperature experienced by migratory birds are in most cases naturally much less and more variable. The effect of changes in temperature on the sexual cycle of birds has been studied less, usually only as a secondary matter in other tests. This is, however, principally due to the fact that in all investigations the temperature has been found to be of no significance with regard to migratory birds, chiefly ROWAN (compare only 1936, pp. 142—146) with *Junco hyemalis connectens* COUES, as well as with regard to the non-migratory birds hitherto examined, chiefly BISSONNETTE a. CHAPNICK (p. 328) also BISSONNETTE (1931, p. 293—294; 1936 a, p. 177) with *Sturnus v. vulgaris* L. and KIRSCHBAUM a. RINGOEN with *Passer d. domesticus* (L.).

Taking as a basis the above-mentioned, with continuous artificial lighting artificially produced, strong development in the sexual activity of the birds' gonades, I performed tests in the winter of 1937 in regard to the effect of temperature on the sexual cycle of non-migratory birds. The test object used was the great titmouse, *Parus m. major* L. The bird material, comprising 25 individuals,