

Geschlecht und Größe der *Cicindelini*
(Coleoptera)

Von F. A. SCHILDER
Universität Halle
(Mit 2 Textfiguren)

Wie bei sehr vielen Käfergruppen, so halten sich auch bei den *Cicindelini*¹⁾ die beiden Geschlechter annähernd das Gleichgewicht: nach Tabelle 1 waren zwar in einer Population von *Cicindela asiatica* (SCHILDER 1949: 142) die ♀ seltener als die ♂, bei *Cicindela sylvicola* verschiedener Herkunft (SCHILDER 1927: 138) sowie bei allen *Cicindelini*-Arten der Sammlung des Verfassers und des Zoologischen Institutes der Universität Halle (einschl. coll. SUFFRIAN) aber umgekehrt etwas zahlreicher als die ♂;

Tabelle 1

Material	Stücke	davon ♀	♀ in % ($M \pm m$)	♀ zu 50%	♀-Test
<i>Cic. asiatica</i> : 1 Fundort	170	69	40,6 $\pm$ 3,77	1,7	
<i>Cic. sylvicola</i> : div. Orte	511	257	50,3 $\pm$ 2,11	0,1	
<i>Cicindelini</i> : coll. SCHILDER	1200	618	51,5 $\pm$ 1,44	0,7	
<i>Cicindelini</i> : Mus. Halle	1366	729	53,4 $\pm$ 1,35	1,8	
Summe obiger Stücke	3247	1673	51,5 $\pm$ 0,88	1,2	} 2,2
<i>Cicindela</i> -Abb. HORN 1938	1427	794	55,7 $\pm$ 1,32	3,0	
<i>Collyris</i> -Abb. HORN 1938	134	92	68,7 $\pm$ 4,01	3,2	

wenn auch die Abweichungen vom erwarteten Verhältnisse 1:1 bei allen diesen Stichproben wie auch bei ihrer Summe nach dem χ^2 -Test²⁾ innerhalb des Zufallsbereiches liegen, so deutet der bei allen Serien von mehr als 500 Stücken beobachtete Überschuß der ♀ doch auf die Möglichkeit ihres wenn auch geringen Überwiegens hin.

Unter den von W. HORN 1938 (Tafel 37—86) abgebildeten Stücken aller Formen (d. s. Arten und Unterarten) von „*Cicindela*“ ist der Überschuß der ♀ viel auffälliger³⁾, so daß nach dem χ^2 -Test die Abweichung vom

1) Im Sinne von SCHILDER 1953: 545—565, also = *Cicindelina* bei W. HORN 1926, d. s. die früheren „Genera“ *Cicindela* + *Eurymorpha* + *Apteroessa*.
2) Nach dem χ^2 -Test (SCHILDER 1951: 17—18) gilt die Differenz zweier Werte mathematisch als gesichert, wenn sie größer ist als der dreifache mittlere „Fehler“ der Differenz, wenn also χ^2 wenigstens 3 ist.
3) Er wird bei den *Collyris*-Abbildungen HORNS (l. c. Tafel 31—36) allerdings noch weit übertroffen (vgl. Tabelle 1).

erwarteten Verhältnisse 1:1 nicht mehr als zufällig angesehen werden kann ($\varrho = 3,0$), und auch der Unterschied zwischen dem ♀-Anteil bei den Abbildungen und dem bei allen von mir selbst untersuchten Stücken beinahe gesichert ist ($\varrho = 2,2$). W. HORN hat also vorzugsweise ♀ abbilden lassen.

Und dies wohl aus dem Grunde, weil die ♀ bei den *Cicindelini* im Durchschnitt etwas größer sind als die ♂ und daher leichter zu zeichnen waren! Diesen Geschlechtsunterschied in der Größe beweist Tabelle 2, wo in Klassenabständen von $\frac{1}{2}$ mm¹) die Zahl der gemessenen Elythren in % der jeweiligen Gesamtzahl eingetragen ist (0 bedeutet hier „weniger als 0,5 %“): eine (nicht nach Geschlechtern getrennte) Population von *Cylindera germanica* (Lokalforn von Konavlje in Dalmatien nach ADAMOVIĆ 1950: 324), dann die ♀ und ♂ der obengenannten 170 *Cicindela asiatica* und der seit 1927 auf 145 zusammengeschrumpften *C. sylvicola*, sowie der bei W. HORN 1938 abgebildeten „*Cicindela*“-Formen; rechts sind die aus 0,1 mm-Klassen berechneten Mittelwerte samt dem zugehörigen mittleren Fehler²) verzeichnet, sowie der mathematische Sicherungsgrad der Differenz ♀—♂ nach der obengenannten ϱ -Methode und die mittlere Elythrenlänge der ♂, ausgedrückt in % der Elythrenlänge der ♀.

Die beiden letzten Zeilen der Tabelle 2 enthalten die nach der Methode $p_2'' = p_1 + 2p_2 + p_3$ ausgeglichenen, also vierfach überhöhten Reihen (SCHILDER 1951: 11) der HORNschen Abbildungen, die wie die *germanica*-Reihe und die Mittelwerte aus den ♀- und ♂-Reihen von *asiatica* und *sylvicola* (letztere 3 Kurven auf halben Maßstab reduziert) in Fig. 1 kurvenmäßig dargestellt sind, um die bei Längenmessungen mit taxonomischer Erweiterung des Untersuchungsmaterials stets zunehmende positive Asymmetrie (SCHILDER 1951: 5) zu veranschaulichen.

Um zu prüfen, inwieweit die von W. HORN 1938 bei den Abbildungen eingezeichneten Elythrenlängen auch wirklich die natürliche Größe mittelgroßer Stücke des betreffenden Geschlechtes ausdrücken³), wurde folgender Weg beschritten:

Zunächst galt es, die durchschnittliche Differenz der Elythrenlänge der ♀ und ♂ in den einzelnen Größenklassen festzustellen: dazu wurden die 149 Fälle herausgesucht, in denen HORN wenigstens 1 ♀ und 1 ♂ von der gleichen Art und Unterart zeichnen ließ; dann wurden die ♀ zu Klassen von 0,5 mm zusammengefaßt und die mittlere Länge der zugehörigen, an den Längenstrichen auf 0,1 mm genau gemessenen ♂ berechnet; durch Interpolation der so entstandenen, in Fig. 2 punktiert eingetragenen Zickzacklinie ergab sich die dort ausgezogene Linie mittlerer (stets negativer) Abweichung der ♂ von den ♀; an Hand dieser Kurve konnte dann auch bei Formen, von denen nur das

¹) Die Zahlen bezeichnen die Klassenmitten. Alle Messungen erfolgten ursprünglich in Klassen zu 0,1 mm und wurden später zu je 5 zusammengefaßt (4 = 3,7 bis 4,2, 4½ = 4,3 bis 4,7 usw.); nur ADAMOVIĆ maß in Klassen zu 0,2 mm (er gibt die Klassengrenzen an!), die ich durch Interpolation in Anlehnung an die Binomialkurve in 0,1 mm-Klassen aufgeteilt habe.

²) Vgl. SCHILDER 1951: 17.

³) Es könnte ja sein, daß durch ein Versehen alle Tafeln etwas größer oder kleiner reproduziert wurden, als beim Einzeichnen der Längenstriche „natürlicher Größe“ in die in bestimmtem Maße zu verkleinernden Originalzeichnungen vorgesehen war!

Tabelle 2

Material	Stücke	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16 mm	M ± m	q	100 ♂:♀
<i>Cyl. germanica</i> . .	♂ 238	..	..	..	..	10	45	38	7	..	..	..	..	..	..	6,7 ± 0,02	..	..
♀ 69	..	..	..	..	..	..	..	9	22	45	23	..	..	..	..	8,9 ± 0,06	..	..
<i>Cic. asiatica</i> . .	♂ 401	..	..	..	..	..	1	4	18	36	32	8	1	..	..	8,6 ± 0,05	3,5	97
♀ 76	..	..	..	..	..	..	..	..	9	25	41	25	..	..	..	9,9 ± 0,05	7,1	95
<i>Cic. sylvicola</i> . .	♂ 69	..	..	..	..	..	..	..	4	29	51	13	3	..	..	9,4 ± 0,05	..	..
♀ 794	..	0	4	3	4	6	8	9	41	9	8	7	5	3	2	8,1 ± 0,07	..	91
♂ 633	..	1	1	3	6	7	11	12	10	9	9	8	5	7	3	7,4 ± 0,06	..	..
♀ 794	..	0	1	5	11	17	24	31	37	39	36	33	30	26	22	48	11	10
♂ 633	..	1	3	6	13	22	31	41	45	41	37	35	30	25	22	16	11	8
desgl. Ausgleichs- kurven × 4	..	1	3	6	13	22	31	41	45	41	37	35	30	25	22	16	11	8
♀	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	do.	do.	do.
♂	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	do.	do.	do.

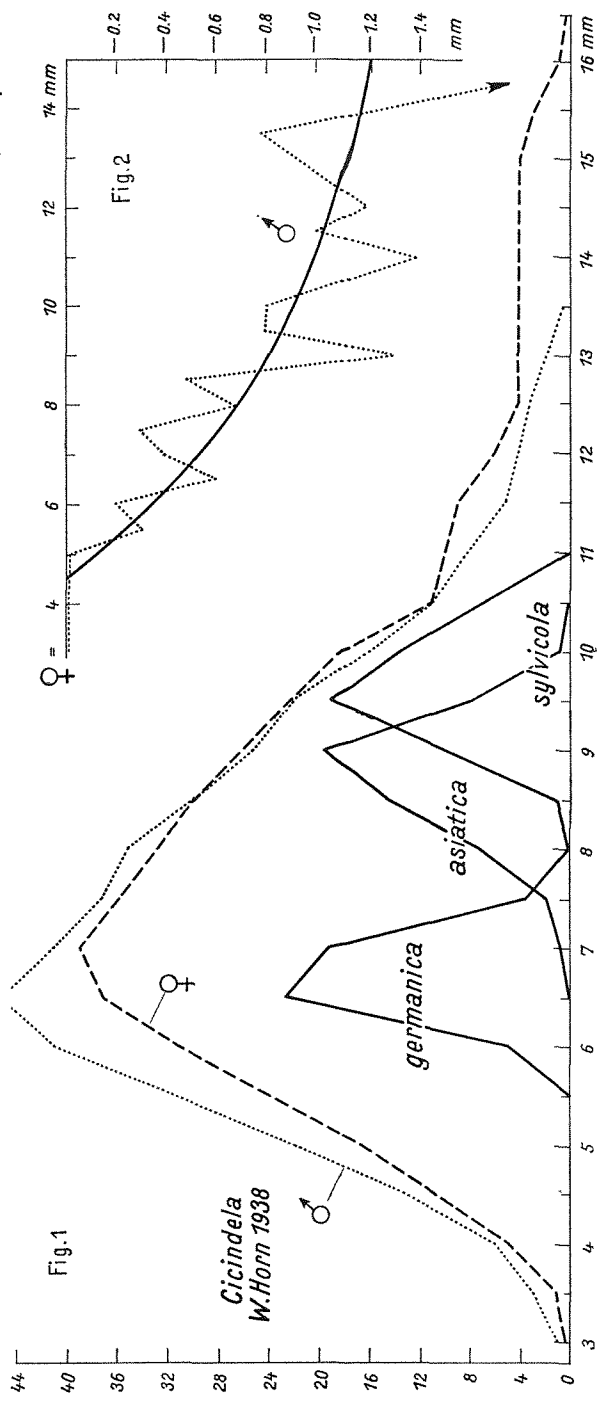


Fig. 1. Variabilität der Elythren-Länge (Abszisse = mm) bei *Cylindera germanica*, *Cicindela asiatica* und *C. sylvicola* sowie bei den ♀ und ♂ aller *Cicindelini* nach W. Horn 1938 (Ordinate = Fünfzigstel der Summe bei den 3 Arten und Vierhundertstel der Summe bei den *Cicindelini*). — Fig. 2. Abweichung der Elythren-Länge (in mm) der ♂ (Ordinate) von den ♀ (Abszisse) bei 149 *Cicindelini* nach W. Horn 1938 (..... empirische Werte, — Ausgleichskurve)

eine Geschlecht abgebildet ist, die wahrscheinliche Größe des zugehörigen anderen Geschlechtes berechnet werden und so auch bei allen Formen die aus HORNS Zeichnungen ersichtliche mittlere Elythrenlänge = $(\varphi + \sigma) : 2$ festgestellt werden.

Dann wurde bei 67 Arten¹⁾ der verschiedensten *Cicindelini*-Gruppen (größtenteils nach den farbigen Tafeln in W. HORN 1908/15) der Anteil der Elythrenlänge an der Gesamtlänge des Tieres („sine labro“) bestimmt; er betrug

	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	%
bei	3	4	3	9	11	8	22	4	2	—	1	Arten,

im Durchschnitt also 63,4 %; mit Hilfe dieser Index-Zahl kann aus jeder in üblicher Weise durch Grenzwerte mitgeteilten Größenangabe, wie z. B. „15–18 mm“, die mittlere Elythrenlänge beider Geschlechter berechnet werden, nämlich in unserem

Beispiel nach der Formel $\frac{15 + 18}{2} \times 0,634 = 10,46$, also eben noch 10 mm.

Vergleicht man die aus HORNS Zeichnungen gewonnenen Werte mit den auf diese Weise berechneten, durch umfangreiche eigene Messungen ergänzten wahren Elythrenmittel der einzelnen Arten, dann sollten die zufallsbedingten positiven und negativen Abweichungen sich um den Nullwert vollkommener Übereinstimmung (auf ganze mm!) mehr oder weniger symmetrisch verteilen; in Wirklichkeit sind aber HORNS Zeichnungen

	zu klein		bzw.	zu groß		
um	—2	—1	± 0	+1	+2	mm
bei	3	52	165	97	13	von 330

gleichmäßig ausgewählten häufigeren Arten und Unterarten; den 16,5 % zu klein gezeichneten Formen steht also genau die doppelte Menge, 33 %, zu groß gezeichneter gegenüber²⁾. Man wäre also versucht anzunehmen, daß entweder die Verkleinerung der Originalzeichnungen JOHNS auf den Tafeln von HORN 1938 etwas zu gering war, oder aber daß HORN öfters besonders große Exemplare zum Abzeichnenlassen ausgewählt hat; in Anbetracht der oben nachgewiesenen Bevorzugung der ♀ erscheint die letztere Deutung wahrscheinlicher. Vergleicht man aber die Mittelwerte aus den Elythrenlängen dieser 330 Formen, d. i. $7,94 \pm 0,10$ mm nach HORN und $7,79 \pm 0,10$ mm nach den Beschreibungen, dann liegt die Differenz noch innerhalb des Zufallsbereiches ($q = 1,06$) — die gelegentliche Bevorzugung großer Exemplare für HORNS Zeichnungen darf also vernachlässigt werden!

¹⁾ Die farbigen Abbildungen zahlreicher Stücke von 4 Arten bei SHELFORD 1917: fig. 543–579 zeigen den geringen Schwankungsbereich des Verhältnisses Elythren: Gesamtlänge bei der gleichen Art; er umfaßt höchstens vier Klassen zu 1 %. Für die nachstehende Reihe wurde natürlich nur der Mittelwert jeder Art, als 1 gerechnet, berücksichtigt.

²⁾ Der Unterschied zu den bunten Abbildungen bei HORN 1908/15 (auf Tafel 20 fehlen die Längenstriche!) ist weniger auffällig: die entsprechende Zahlenreihe lautet hier 1, 12, 18, 15, 2, es scheinen also auch hier z. T. große Stücke ausgesucht worden zu sein.

Unter Berücksichtigung aller dieser Momente habe ich die mittlere Elythrenlänge¹⁾ aller von mir jüngst katalogisierten *Cicindelini*²⁾ auf ganze mm neu berechnet; sie sollen bei Fortsetzung meiner Studien (in der gleichen Zeitschrift wie SCHILDER 1953) einzeln mitgeteilt werden, hier will ich mich auf den in Tabelle 3 dargestellten Überblick nach Genera (+Subgenera) beschränken.

Tabelle 3

Genus + Subgenus	mm	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Medianen
Phyllodroma + <i>Pentacomia</i> .		.	4	8	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	5, 5
Apteroessa		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	15
Bennigsenium		.	.	.	5	8	5	1	1	6	—	1	.	.	8
Antennaria		.	2	5	9	1	1	.	.	.	.	.	.	.	6
Cratochaerea + <i>Chaetotaxis</i> .		.	1	1	6	11	3	—	1	1	.	.	.	.	7, 7
<i>Thopeutica</i> + <i>Cylindera</i>															
+ <i>Jansenia</i>		.	2	36	57	23	10	2	4	1	.	.	.	.	6, 6, 6
<i>Ambalia</i> + <i>Myriochile</i> . . .		.	3	8	26	14	3	1	.	.	.	.	.	.	6, 6
<i>Calomera</i> + <i>Abroscelis</i>															
+ <i>Callytron</i>		.	5	26	34	33	13	11	2	4	1	.	.	.	5, 7, 6
Cephalota		.	.	.	1	4	15	7	5	.	.	.	.	.	8
<i>Eugrapha</i> + <i>Lophyridia</i> + <i>Ha-</i>															
brodera; <i>Eurymorpha</i> .		.	1	10	22	14	27	6	5	2	1	.	.	.	6, 8, 7, 8
Calochroa		.	.	.	.	.	2	9	18	17	8	4	4	1	11
Chaetostyla		.	.	1	6	40	15	8	8	2	1	1	.	.	7
Ropaloteres		.	.	.	.	.	13	15	12	21	8	2	.	.	10
Bostrichophorus															
+ <i>Ophryodera</i>		.	.	.	.	.	3	1	2	3	3	5	5	1	10, 13
Dromochorus + <i>Ellipsoptera</i>		1	5	23	44	82	29	8	4	5	1	.	.	.	7, 7
Cicindosa		1	6	25	14	4	5	.	.	.	.	.	.	.	5
Cicindela		.	.	.	1	28	83	51	20	5	.	.	.	.	8
Summe der 29 Gruppen															
(1207 Formen)		2	29	143	226	263	227	120	82	67	23	13	9	3	7

Die Variationsreihe aller 1207 *Cicindelini*-Formen, die bei 7 mm Elythrenlänge ihren eindeutigen Gipfel hat, ist wiederum positiv asymmetrisch, welcher Eindruck durch einen bei 11 mm angedeuteten Nebengipfel noch verstärkt wird. Trägt man die durch Fettdruck hervorgehobenen Klassen der Mediane³⁾ der Genera bzw. die rechts verzeichneten Medianwerte der Subgenera in den in Anlehnung an W. Horns phylo-

1) Ich halte die Elythrenlänge wegen der Starrheit des Objektes für ein geeigneteres Größenmaß als die Gesamtlänge des in seinen vorderen Teilen dehn- bzw. zusammenschiebbaren Tieres, bes. da die Neigung des Kopfes nicht unbeträchtliche Meßfehler verursachen kann.
2) 1207 Arten und verschieden zu bewertende Unterarten bei SCHILDER 1953: 545—565.
3) D. i. des Zentralwertes, also nicht des arithmetischen Mittels; vgl. SCHILDER 1951: 12.

genetische Anschauungen gezeichneten Stammbaum der *Cicindelini* in SCHILDER 1953: 571 ein, dann erkennt man vielfach das Zutreffen der COPESchen Regel von der Größenzunahme in phylogenetischen Reihen bes. bei deren Endgliedern; doch lassen Abweichungen an einigen Stellen, bes. bei *Chaetostyla* und *Cicindosa*, auf eine Revisionsbedürftigkeit dieses Stammbaumes schließen.

Tabelle 4

Genus	Alaska-Canada U. S. America Mittelamerika Westindien trop. Südamer. Parag.-Patag. Madagaskar Südafrika Westafrika Ostafrika Südwestasien Mittelmeer Westeuropa Osteuropa Sibirien Turkestan, Gobi China, Japan V. + H.-Indien Indonesien Melanesien Australien Neuseeland																							
	H	D	Y	W	B	F	M	L	S	A	Ø	O	T	E	R	U	G	C	I	J	N	V	Q	Z
<i>Cicindosa</i> , <i>Phyllodroma</i>	.	.	.	→	→	50	63	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dromochorus</i>	→	74	66	→	61	←	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cicindela</i>	→	80	←	.	.	.	.	.	.	.	.	→	84	→	89	←	90	←	.	.	.	.	.	.
<i>Bennigsen</i> , <i>Cratohaerea</i>	.	.	.	.	.	.	68	78	68	84	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Antennaria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	60	54	.
<i>Cylindera</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	→	70	←	.	→	66	←	59	63	.	.	.	.
<i>Myriochile</i>	.	.	.	.	.	.	59	64	58	63	→	.	.	.	.	.	.	70	63	←	.	.	.	.
<i>Abroschelis</i>	.	.	.	.	.	.	.	→	.	→	87	.	.	.	.	.	.	64	76	66	58	66	71	.
<i>Cephalota</i> , <i>Habrodera</i> etc.	.	.	.	.	.	→	→	→	→	79	69	80	→	77	.	77	.	74	71	←	.	.	.	.
<i>Chaetostyla</i>	.	.	.	.	.	.	84	70	69	72	→	85	.	←	.	.	.	87	84	←	.	.	.	.
<i>Calochroa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	(100)	.	.	.	.	.	.	.	.	124	108	95	.	.	.	.
<i>Ropaloteres</i> , <i>Bostrichoph.</i>	.	.	.	.	.	.	103	103	107	104	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cicindelini</i> : Mittel . .	81	77	66	57	53	63	77	85	86	84	78	82	81	85	85	81	83	80	67	59	61	71	.	.
* = Variationsreihe der Formen zweigipfelig bei Zahl der Formen .	8	166	93	13	59	21	32	77	72	73	43	51	21	21	6	51	58	155	95	41	36	15	.	.

Bei Berechnung der mittleren Elythrenlänge aller in den einzelnen zoogeographischen Regionen beheimateten¹⁾ *Cicindelini* ist eine Bestätigung der BERGMANNschen Regel eigentlich nicht zu erwarten, da deren für Warmblüter gegebene Erklärung bei Insekten nicht zutrifft und auch erhöhtes Wachstum infolge später Erlangung der Geschlechtsreife in kalten Gebieten für die *Cicindelini*-Größe kaum verantwortlich gemacht werden könnte. Trotzdem zeigen die in Tabelle 4 mitgeteilten regionalen (arithmetischen) Mittel der Gruppen (in Zehntelmillimetern Elythrenlänge) die allgemeine Tendenz der Größenzunahme mit zunehmender Entfernung

¹⁾ Die 1207 *Cicindelini* wurden hier auf die 22 (unter 27) von ihnen bewohnten zoogeographischen Regionen nach SCHILDER 1953: 571 so verteilt, daß jede Form nur einer einzigen Region zugerechnet wird, u. zw. derjenigen, in welcher sie ihre weiteste Verbreitung hat oder aus welcher sie vermutlich ihren Ausgang nahm. Die Grenzen dieser Regionen sind an Hand der in Tabelle 4 angegebenen Großbuchstaben aus der Karte in SCHILDER 1953: 571 ersichtlich.

vom Äquator, u. zw. nord- und südwärts, ein Bild, das nur in Afrika durch Hinzutreten der aberranten Riesenformen von *Ropaloteres* und *Ophryodera* gestört wird, während die analogen *Calochroa*-Riesen Südasiens den zu erwartenden Mittelwert (über 6,7, unter 7,8 mm) nur wenig beeinflussen; die schrittweise Größenzunahme vom tropischen Südamerika (B) bzw. von Melanesien (N) aus mit zunehmender geographischer Breite ist recht auffällig, und auch die einzelnen Gruppen¹⁾ zeigen (außerhalb Afrikas) diese Beziehungen zwischen Klima und Größe deutlich (vgl. *Cicindosa*, *Dromochorus*, *Abroscelis*, *Habrodera*, *Calochroa*).

Vielleicht liegt aber hier insofern eine Täuschung vor, daß dieser unbestreitbare Zusammenhang zwischen Wohnort und Größe nicht durch die BERGMANNsche, sondern durch die COPEsche Regel zu erklären ist: daß nämlich die *Cicindelini* von den Tropen aus die Erde besiedelt haben (HORN 1905) und daß sich daher die nach COPE großwüchsigsten Endglieder der Stammesreihen am weitesten polwärts vorgeschoben haben dürften; die *Antennaria*, die in ihrer Heimat Australien (Q) viel kleiner sind als die wenigen Auswanderer nach Melanesien (N) und so einen Gegenbeweis gegen BERGMANN abzugeben scheinen, scheinen für COPE zu sprechen. Dann wäre die Heimat der *Chaetostyla* in Afrika (und nicht in Südasien) zu suchen, und die *Cicindela* hätten sich von Nordamerika über die nordatlantische Landverbindung (ALFRED WEGENER!) nach Europa und dann weiter ostwärts bis Ostasien ausgebreitet.

Zitierte Literatur

- ADAMOVIĆ, Ž., Contribution à la connaissance de nos Cicindélides. Bull. Mus. Hist. nat. Pays Serbe (B), 3—4, 293—331, 1950.
- HORN, W., Cicindelinae. In: Wytman, Genera Insectorum, 82, 1908/15.
- , Cicindelinae. In: Junk-Schenkling, Coleopterorum Catalogus, Pars 86, 1926.
- , 2000 Zeichnungen von Cicindelinae. Ent. Beih., 5, p. 36—53, tab. 37—86, 1938.
- SCHILDER, F. A., Zur Variabilität von *Cicindela silvicola* Latr. Ent. Ztschr. Frankfurt a. M., 41, 134—138, 153—154, 180—185, 1927.
- , Studien zur Evolution von *Cicindela*. Wiss. Ztschr. Univ. Halle, Math.-Nat., 3, 539—571, 1953.
- SCHILDER, F. A. & M., *Cicindela asiatica* als ein Musterbeispiel für variationsstatistische Untersuchungen. Beitr. taxon. Zool., 1, 137—147, 1949.
- , Anleitung zu biostatistischen Untersuchungen. Halle, 1951.
- SHELFORD, V. E., Color and Color-pattern Mechanism of Tiger Beetles. Illinois biol. Monogr., 3, No. 4, 1917.

¹⁾ Wenn in einer Region nur wenige Formen einer Gruppe beheimatet sind, wurde für sie wegen der großen Zufallsfehler kein eigener Mittelwert berechnet, sondern sie wurden einer artenreichen Nachbarregion zugeschlagen, ihr Vorhandensein aber durch einen zu letzterer hinweisenden Pfeil (→) angedeutet.