

der untersuchten Gruppe einer einzigen Formengemeinschaft angehören, nämlich ihren Wert bei der bekannten GAUSS'schen Fehlerkurve, für welche  $\beta_3 = \beta_5 = \beta_{2\nu+1} = 0$  und  $\beta_4 = 1 \cdot 3 = 3$ ,  $\beta_6 = 1 \cdot 3 \cdot 5 = 15$  usw., allgemein  $\beta_{2\nu} = 1 \cdot 3 \cdot \dots (2\nu - 1)$ . Diese vielfach auch als „Normalkurve“ bezeichnete Fehlerkurve stellt die Entwicklung des Binoms  $(\frac{1}{2} + \frac{1}{2})^c$  dar, wenn man für  $c$  sehr große Werte annimmt. Sie ist um ihre Maximalordinate symmetrisch und erstreckt sich, nach beiden Seiten hin abfallend, theoretisch zwar unendlich weit, mündet aber tatsächlich bereits im Abstand der vierfachen Hauptabweichung von der Symmetrieordinate asymptotisch in die Abszissenachse ein; ihr endlicher Bereich ist also nur  $A \pm 4v$ . Unter den vorhin angeführten Bedingungen gibt die Normalkurve die Frequenzverteilung der Varianten eines numerischen Merkmals in guter Annäherung wieder; ihre Lage zur Abszisse wird ausschließlich durch den Mittelwert, ihre Form ausschließlich durch die Hauptabweichung des Merkmals bedingt.

Denkt man sich die prozentualen Variationsreihen eines numerischen Merkmals bei zwei Individuengruppen (I und II) durch inhaltgleiche Normalkurven der Form

$$y = \frac{100}{v\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(V-A)^2}{2v^2}}$$

von gleichen Mitteln und gleichen Hauptabweichungen, wie die Variationsreihen, dargestellt, so können sich diese nur dann vollständig decken, wenn  $A_I = A_{II}$  und  $v_I = v_{II}$ . Nun sind erfahrungsgemäß die Hauptabweichungen eines Merkmals bei verschiedenen Individuengruppen derselben Spezies in der Regel auch dann noch recht ähnlich, wenn seine Mittel bei ihnen erhebliche Differenzen aufweisen; das Auseinanderfallen der Variationskurven beruht also hauptsächlich auf der Verschiedenheit ihrer Mittel. Nimmt man zunächst an, daß ihre Hauptabweichungen vollkommen gleich sind, so werden die Kurven kongruent, und es liegt, wenn  $A_{II} - A_I = d$ , ihre Schnittpunktordinate bei  $\frac{d}{2}$ , in gleichem Abstand von ihren zu  $A_I$  und  $A_{II}$  gehörigen Symmetrieordinaten (Tafel I, Fig. B). Betrachtet man ferner die beiden Kurven gemeinsame Hauptabweichung als Einheit der Abszissenachse, so erhalten sie die Form

$$y = \frac{100}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{x^2}{2}}$$

und ihre Schnittpunktordinate ist bestimmt durch

$$y = \frac{100}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{d^2}{8v^2}}$$

Tatsächlich nun ist  $v_I$  fast niemals genau gleich  $v_{II}$ , und die prozentualen Variationskurven sind daher nicht kongruent, sondern nur inhaltgleich. Inhaltgleiche, nicht kongruente Normalkurven aber, die sich teilweise decken, ergeben stets zwei Schnittpunktordinaten, deren Abszissenabstände von  $A_I$  mit  $x_1$  und  $x_2$ , von  $A_{II}$  mit  $x_1 - d$  und  $x_2 - d$  bezeichnet seien. Jede dieser Schnittpunktordinaten gehört sowohl der Kurve I als auch der Kurve II an und ist daher durch die beiden Gleichungen

$$y = \frac{100}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{x^2}{2v_I^2}}$$

$$= \frac{100}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-d)^2}{2v_{II}^2}}$$

bestimmt. Aus diesen aber ergibt sich die quadratische Gleichung

$$x = \frac{dv_I^2}{v_I^2 - v_{II}^2} \pm \frac{v_I v_{II}}{v_I^2 - v_{II}^2} \sqrt{d^2 + 2(v_I^2 - v_{II}^2) \operatorname{Ln} \frac{v_I}{v_{II}}}, \quad (1)$$

deren beide Wurzeln  $x_1$  und  $x_2$  die Abszissenabstände der Fußpunkte der Schnittpunktordinaten von  $A_I$  sind. Diese Punkte seien

$$P_1 = A_I + x_1 = A_{II} - d + x_1 \quad \text{und} \quad P_2 = A_I + x_2 = A_{II} - d + x_2.$$

Solange nun  $v_I$  und  $v_{II}$  ungleich, erhält man endliche Werte für  $x_1$  und  $x_2$ ; nicht selten jedoch für einen der beiden so große, daß  $P_1$  resp.  $P_2$  weit außerhalb des endlichen Kurvenbereichs fällt und die zu ihm gehörige Schnittpunktordinate nur unmerklich von Null abweicht (Tafel I, Fig. D).

Haben  $x_1$  und  $x_2$  gleiche Vorzeichen, so liegt eine der Schnittpunktordinaten zwischen den Symmetrieordinaten der beiden Kurven, die andere außerhalb derselben (Tafel I, Fig. A). Haben  $x_1$  und  $x_2$  entgegengesetzte Vorzeichen, so liegen die Symmetrieordinaten der Kurven zwischen den beiden Schnittpunktordinaten, solange die letzteren innerhalb des endlichen Kurvenbereichs fallen (Tafel I, Fig. C).

Ist  $v_I = v_{II}$ , so sind die Wurzeln der Gleichung (1)

$$x_1 = \frac{dv_I}{v_I - v_{II}} = \pm \infty, \quad x_2 = \frac{dv_I}{v_I + v_{II}} = \frac{d}{2},$$

d. h. man findet nur eine Schnittpunktordinate, welche in der Mitte zwischen den Symmetrieordinaten der beiden Kurven liegt (Tafel I, Fig. B).

Bei zwei Schnittpunktordinaten werden, außer durch diese selbst, vom gemeinsamen Deckungsbereich der beiden Kurven durch die flachere derjenige seiner Flächenabschnitte, welcher innerhalb, durch die steilere die beiden seiner Flächenabschnitte begrenzt, welche außerhalb dieser Ordinaten liegen (Tafel I, Fig. A u. C). Stets ist die flachere Kurve die, welche die größere Hauptabweichung aufweist. Ist im endlichen Kurvenbereich nur eine Schnittpunktordinate vorhanden, so entspricht die gemeinsame Deckungsfläche den ihr beiderseits anliegenden Kurvenextremen (Tafel I, Fig. B u. D).

Die Flächenabschnitte des Deckungsbereichs ermittelt man mit Hilfe von Tabellen des Wahrscheinlichkeitsintegrals, indem man in solchen die Werte  $\frac{x_1}{r_I}$ ,  $\frac{x_2}{r_I}$ ,  $\frac{x_1 - d}{r_{II}}$ ,  $\frac{x_2 - d}{r_{II}}$  nacheinander als  $x$  aufschlägt und daneben die Eintragungen

(SHEPPARD)<sup>1)</sup>

$$\frac{1 + \alpha}{2} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+x} e^{-\frac{x^2}{2}} \cdot dx = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-x}^{+\infty} e^{-\frac{x^2}{2}} \cdot dx$$

oder (DAVENPORT)<sup>2)</sup>

$$\frac{\alpha}{2} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{-x} e^{-\frac{x^2}{2}} \cdot dx = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-x}^0 e^{-\frac{x^2}{2}} \cdot dx$$

findet.  $\frac{\alpha}{2}$  entspricht dem Flächenabschnitt einer Normalkurve der Hauptabweichung Eins zwischen ihrer Symmetrie- und der durch die Abszisse  $\pm x$  bestimmten Ordinate und kann aus der zweiten Tabelle direkt, aus der ersten durch Verkleinerung der Werte  $\frac{1 + \alpha}{2}$  um 0.5 entnommen werden.

Zur Berechnung des gemeinsamen Deckungsbereichs der beiden Kurven findet man bei zwei im Endlichen liegenden Schnittpunktordinaten (Taf. I, Fig. A. C) zunächst für die flachere ihre durch  $\frac{x_1}{r_I}$  und  $\frac{x_2}{r_I}$  resp. durch  $\frac{x_1 - d}{r_{II}}$  und  $\frac{x_2 - d}{r_{II}}$  bedingten beiden Werte  $\frac{\alpha}{2}$  und addiert diese, sofern die korrespondierenden  $x$  ungleiches, subtrahiert den kleineren vom größeren Betrag, sofern dieselben gleiches Vorzeichen aufweisen; so ergibt sich der

<sup>1)</sup> W. F. SHEPPARD, New tables of the probability integral. — Biometrika, Vol. II, p. 182—188 (Tables I and II).

<sup>2)</sup> C. B. DAVENPORT, Statistical methods with special reference to biological variation, 2<sup>nd</sup> Ed., New York and London 1904, p. 119—125 (Table IV).

von der flacheren Kurve begrenzte Flächenabschnitt des gemeinsamen Deckungsbereichs. Hierauf findet man analog die Werte  $\frac{\alpha}{2}$  für die steilere Kurve und subtrahiert jeden derselben von  $\frac{1}{2}$ <sup>1)</sup>; die Summe der Restbeträge ist die Summe der von der steileren Kurve begrenzten Flächenabschnitte des gemeinsamen Deckungsbereichs. Bei nur einer im endlichen Kurvenbereich liegenden Schnittpunktordinate (Tafel I, Fig. B, D) addiert man die Flächenabschnitte der ihr anliegenden zum gemeinsamen Deckungsbereich gehörigen Kurvenextreme. Haben die aus (1) gefundenen endlichen Werte  $x$  und  $x - d$  entgegengesetzte Vorzeichen, so liegt die Schnittpunktordinate zwischen den Symmetrieordinaten der beiden Kurven, und die Flächenwerte betragen jeweils  $\frac{1 - \alpha}{2}$  für  $x : v_I$  und  $(x - d) : v_{II}$ . Haben jene gleiche Vorzeichen, so liegt die Schnittpunktordinate außerhalb der Symmetrieordinaten, und es beträgt der durch die flachere Kurve begrenzte Flächenabschnitt  $\frac{1 + \alpha}{2}$ , der durch die steilere begrenzte  $\frac{1 - \alpha}{2}$ . Summiert man nun die sämtlichen zum gemeinsamen Deckungsbereich der beiden Kurven gehörigen Flächenabschnitte, setzt ihre Summe gleich  $1 - \alpha$ , d. h. gleich demjenigen Wert, den er bei zwei sich zu gleichem Betrage deckenden kongruenten Normalkurven annehmen muß<sup>2)</sup>, und schlägt den dem letzteren  $\frac{\alpha}{2}$  korrespondierenden Wert von  $x$  in den genannten Tabellen auf, so erhält man den Divergenzkoeffizienten der beiden Individuengruppen, der mit  $A_I$  bezeichnet sei und in seinem Vorzeichen mit  $d$  übereinstimmt.

Der Divergenzkoeffizient ist also der halbe Abstand der Symmetrieordinaten zweier kongruenter Normalkurven, ausgedrückt durch die beiden gemeinsame Hauptabweichung, welche sich ebenso weitgehend decken wie zwei inhaltgleiche Normalkurven der empirisch gegebenen Mittel  $A_I$  und  $A_{II}$  und der entsprechenden Hauptabweichungen  $v_I$  und  $v_{II}$ . Er ist eine unbenannte Zahl und das absolute Maß der Divergenz zweier Individuengruppen in bezug auf ein numerisches Merkmal, unabhängig von dessen Bezeichnung sowie von der Größe seiner Mittel und Hauptabweichungen und basiert auf der in der Regel zutreffenden Voraussetzung, daß die

$$1) \text{ Da nämlich } \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} e^{-\frac{x^2}{2}} \cdot dx = \frac{1}{2}.$$

$$2) \text{ Da ja } \alpha = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-x}^{+x} e^{-\frac{x^2}{2}} \cdot dx.$$

Variation eines solchen Merkmals durch Normalkurven annähernd richtig darstellbar sei<sup>1)</sup>.

Ist bei geringer Verschiedenheit von  $v_I$  und  $v_{II}$  oder bei beträchtlicher Größe der Differenz  $A_{II} - A_I = d$  der stets positive Ausdruck

$$2 (v_I^2 - v_{II}^2) \operatorname{Ln} \frac{v_I}{v_{II}}$$

dem Wert  $d^2$  gegenüber so klein, daß er in der Rechnung vernachlässigt werden darf, so erhält man als Wurzeln der Gleichung (1)

$$x_1 = \frac{dv_I}{v_I - v_{II}}, \quad x_2 = \frac{dv_I}{v_I + v_{II}},$$

von denen nur die zweite in Betracht kommt, solange  $\left(\frac{d}{v_I - v_{II}}\right)^2 > 16$  oder  $\left(\frac{Dq(A)}{Dq(v)}\right)^2 > 8$ . Für diesen Fall ergibt sich als Näherungswert des Divergenzkoeffizienten<sup>2)</sup>

$$A_2 = \left[ \frac{x}{v_I} = \frac{d - x}{v_{II}} \right] = \frac{A_{II} - A_I}{v_I + v_{II}}, \quad (2)$$

dessen Ermittlung natürlich bedeutend bequemer ist als die von  $A_1$ . Mit letzterem stimmt er um so genauer überein, je größer der bei seiner Anwendbarkeit stets positive Wert  $\left(\frac{d}{v_I - v_{II}}\right)^2 - 16$ .

Umgekehrt endlich kann man den Deckungsbereich zweier empirischer prozentualer Variationspolygone rechnerisch bestimmen<sup>3)</sup> und den diesem korrespondierenden Rohwert  $\lambda$  in derselben Weise wie  $A_1$  in den Tabellen des Wahrscheinlichkeitsintegrals auffinden. Er bleibt dem letzteren ähnlich, solange die Variation des Merkmals annähernd normal ist.

Der wahrscheinliche Fehler des Divergenzkoeffizienten  $A_1$  ist nur mit Hilfe desjenigen des gemeinsamen Deckungsbereichs der Variationskurven zu ermitteln. Der letztere ist

$$E(1 - \alpha) = \lambda \sqrt{\alpha(1 - \alpha) \left( \frac{1}{n_I} + \frac{1}{n_{II}} \right)}.$$

<sup>1)</sup> Einige Rechnungsbeispiele s. auf p. 210 ff.

<sup>2)</sup> Ohne Ableitung zuerst von mir verwendet zur Messung der Divergenz von Lokalformen von *Siphonostoma typhle* L. in dieser Zeitschr. 1908, Bd. XXV, p. 17 ff.

<sup>3)</sup> Cf. meine Arbeit „Symmetrie und Asymmetrie“ in Arch. f. Entw.-Mech. 1904, Bd. XVII, H. 4, p. 554–555.

Dann ist die halbe Differenz der den Flächenstücken  $(1 - \alpha) + E(1 - \alpha)$  und  $(1 - \alpha) - E(1 - \alpha)$  entsprechenden  $A_1$ -Werte als angenäherter wahrscheinlicher Fehler von  $A_1$ , bestimmt aus  $1 - \alpha$ , zu betrachten.

Der wahrscheinliche Fehler des Näherungswertes  $A_2$  ist, seiner Ableitung entsprechend,

$$E(A_2) = \frac{\sqrt{E^2(A_I) + E^2(A_{II})}}{v_I + v_{II}} = \lambda \frac{\sqrt{\frac{v_I^2}{n_I} + \frac{v_{II}^2}{n_{II}}}}{v_I + v_{II}}.$$

Zwischen dem Näherungswert, seinem wahrscheinlichen Fehler und dem Differenzquotienten der verglichenen Mittel besteht somit die Beziehung

$$A_2 = E(A_2) \cdot Dq(A_{II} - A_I).$$

Der wahrscheinliche Fehler des Rohwerts  $A'$  ist, analog dem von  $A_1$ , aus dem des gemeinsamen Deckungsbereichs der Variationspolygone abzuleiten.

Zur Erläuterung des Vorhergehenden mögen einige numerische Beispiele dienen. Sämtliche Kurven der Fig. A, B, C und D auf Tafel I sind inhaltgleich. In Fig. A sind zwei Kurven dargestellt, von denen die flachere durch  $A_I = 0$ ,  $v_I = 2$ , die steilere durch  $A_{II} = 1,5$ ,  $v_{II} = 0,5$  bestimmt ist. Die Lage ihrer Schnittpunktordinaten ist daher durch die Gleichung

$$x = \frac{1,5 \cdot 4}{3,75} \pm \frac{1}{3,75} \sqrt{2,25 + 7,5 \operatorname{Ln} 4}$$

gegeben, so daß

$$\begin{aligned} x_1 &= 2,5483, & x_1 - d &= 1,0483, \\ x_2 &= 0,6517, & x_2 - d &= -0,8483. \end{aligned}$$

Dann ist nach DAVENPORTS Tabelle

für $x$	$\frac{\alpha}{2}$	und der gemeinsame Deckungsbereich
1. $x_1 : v_I = 1,27415$	0,39869	$\alpha_1 : 2 = 0,39869$ } begrenzt durch Kurve I
2. $x_2 : v_I = 0,32585$	0,12772	$-\alpha_2 : 2 = -0,12772$ } (gleiche Vorzeichen von $x_1$ u. $x_2$ )
3. $(x_1 - d) : v_{II} = 2,09660$	0,48198	$(1 - \alpha_3) : 2 = 0,01802$ } begrenzt durch Kurve II
4. $(x_2 - d) : v_{II} = -1,69660$	0,45511	$(1 - \alpha_4) : 2 = 0,04489$ }
		$1 - \alpha = 0,33388$ total.

Hieraus ergibt sich  $\frac{\alpha}{2} = 0,33306$ ,  $x = A_1 = 0,96636$ .

In Fig. B ist

$$\begin{aligned} A_I &= 0, v_I = 1, A_{II} = 1,93272, v_{II} = 1, \\ x_1 &= \infty, x_2 = \frac{d}{2} = 0,96636 = A_1, \frac{\alpha}{2} = 0,33306, 1 - \alpha = 0,33388. \end{aligned}$$

Die beiden Kurven I und II in Fig. A und in Fig. B decken sich mithin zu genau dem gleichen Betrage.

In Fig. C ist  $A_I = 0$ ,  $v_I = 1$ ,  $A_{II} = 0,3$ ,  $v_{II} = 0,9$ , folglich

$$x = \frac{0,3 \cdot 1}{0,19} \pm \frac{0,9}{0,19} \sqrt{0,09 + 0,38 \operatorname{Ln} \frac{10}{9}}$$

Deckungsbereich

$x_1 = 3,28709$	$x_1 : v_I = 3,28709$	$a_1 : 2 = 0,49949$	} begrenzt durch Kurve I (entgegengesetzte Vorzeichen von $x_1$ u. $x_2$ )
$x_2 = -0,12919$	$x_2 : v_I = -0,12919$	$a_2 : 2 = 0,05140$	
$x_1 - d = 2,98709$	$(x_1 : d) : v_{II} = 3,31899$	$(1 - a_3) : 2 = 0,00045$	} begrenzt durch Kurve II
$x_2 - d = -0,42919$	$(x_2 : d) : v_{II} = -0,47688$	$(1 - a_4) : 2 = 0,31672$	
			$1 - \alpha = 0,86806$ total.

mithin  $\frac{\alpha}{2} = 0,06597$  und  $A_I = 0,1661$ .

Die Schmittpunktordinate bei  $P_1 = A_I + x_1 = A_{II} - d + x_1$  liegt bereits fast an der oberen Grenze des endlichen Bereichs der beiden Kurven. Vernachlässigt man ihre geringe Entfernung von derselben, so hat man in obiger Addition  $\frac{\alpha_1}{2} = 0,5$  und  $\frac{1 - \alpha_3}{2} = 0,0$  zu setzen: dann ist  $1 - \alpha = 0,86812$ ,  $\frac{\alpha}{2} = 0,06594$  und wiederum  $A_I = 0,1661$ .

Fig. D endlich stellt zwei Kurven dar, für welche  $A_I = 0$ ,  $v_I = 2$ ,  $A_{II} = 3$ ,  $v_{II} = 1,5$ , folglich

$$x = \frac{3 \cdot 4}{1,75} \pm \frac{3}{1,75} \sqrt{9 + 3,5 \operatorname{Ln} \frac{4}{3}}$$

Deckungsbereich (entgegengesetzte Vorzeichen von  $x_2$  und  $x_2 - d$ )

$x_1 = 12,28006$	$x_1 : v_I = 6,14003 (\infty)$	$(1 - a_1) : 2 = 0$	
$x_2 = 1,43422$	$x_2 : v_I = 0,71711$	$(1 - a_2) : 2 = 0,23666$	Extrem der Kurve I
$x_1 - d = 9,28006$	$(x_1 - d) : v_{II} = 6,18671 (\infty)$	$(1 - a_3) : 2 = 0$	
$x_2 - d = -1,56578$	$(x_2 - d) : v_{II} = -1,04385$	$(1 - a_4) : 2 = 0,14828$	Extrem der Kurve II
			$1 - \alpha = 0,38494$ total.

mithin  $\frac{\alpha}{2} = 0,30753$ ,  $A_I = 0,8689$ . Der Divergenzkoeffizient dieser Kurven ist also etwas kleiner als der der Kurvenpaare in Fig. A und B<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Ist  $A_I = A_{II}$ , so ist  $d = 0$  und die Gleichung (1) wird zu

$$x = \pm v_I v_{II} \sqrt{\frac{2 \operatorname{Ln} \frac{v_I}{v_{II}}}{v_I^2 - v_{II}^2}}$$

Dann ist z. B. für  $v_I = 2$  und  $v_{II} = 0,5$ , wie in Fig. A,  $A_I = 0,8354$ , d. h. fast von demselben Betrag, wie für Fig. D.

Aus dem empirischen Material dieser Arbeit führe ich drei Beispiele mit verschiedenen großen Quotienten  $\frac{d}{v_I - v_{II}}$  zum Vergleich von  $\mathcal{A}_I$ ,  $\mathcal{A}_2$  und  $\mathcal{A}'$  an; es handelt sich um die Divergenz der Ostsee- (I) von der Helgolander Gruppe (II).

## 1. Zahl der Rumpfwirbel.

$$\begin{aligned} \mathcal{A}_I &= 12,66901, & \mathcal{A}_{II} &= 12,82102, & d &= 0,15201 \\ v_I &= 0,57802, & v_{II} &= 0,44506, & \frac{d}{v_I - v_{II}} &= 1,14 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x &= \frac{0,15201 \cdot 0,33411}{0,13603} \pm \frac{0,25725}{0,13603} \sqrt{0,02311 + 0,27206 \cdot 0,26140} \\ x_1 &= 0,95386 & \mathcal{J}_1 &= 0,2068 \pm 0,0294 & 1 - \alpha &= 0,83616 \pm 0,02297 \\ x_2 &= -0,20714 & \mathcal{J}_2 &= 0,1486 \pm 0,0338 \\ & & \mathcal{J}' &= 0,2080 \pm 0,0295 & 1 - \alpha' &= 0,83525 \pm 0,02302 \end{aligned}$$

## 2. Strahlzahl der Afterflosse.

$$\begin{aligned} \mathcal{A}_I &= 49,42033, & \mathcal{A}_{II} &= 53,76643, & d &= 4,34610 \\ v_I &= 2,16915, & v_{II} &= 2,18065, & \frac{d}{v_I - v_{II}} &= -377,92 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x &= -\frac{4,34610 \cdot 4,70521}{0,05003} + \frac{4,73016}{0,05003} \sqrt{18,88858 + 0,10006 \cdot 0,00528766} \\ x_1 &= -819,65517 & \mathcal{J}_1 &= 0,9991 \pm 0,0418 & 1 - \alpha &= 0,31775 \pm 0,02022 \\ x_2 &= 2,17275 & \mathcal{J}_2 &= 0,9991 \pm 0,0217 \\ & & \mathcal{J}' &= 1,0203 \pm 0,0423 & 1 - \alpha' &= 0,30760 \pm 0,02004 \end{aligned}$$

## 3. Strahlzahl der rechten Brustflosse.

$$\begin{aligned} \mathcal{A}_I &= 10,49650, & \mathcal{A}_{II} &= 11,05948, & d &= 0,56298 \\ v_I &= 0,82677, & v_{II} &= 0,75920, & \frac{d}{v_I - v_{II}} &= 8,33 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x &= \frac{0,56298 \cdot 0,68355}{0,10717} \pm \frac{0,62768}{0,10717} \sqrt{0,31695 + 0,21434 \cdot 0,08526} \\ x_1 &= 6,98182 & \mathcal{J}_1 &= 0,3549 \pm 0,0469 & 1 - \alpha &= 0,72071 \pm 0,03132 \\ x_2 &= 0,19974 & \mathcal{J}_2 &= 0,3550 \pm 0,0354 \\ & & \mathcal{J}' &= 0,3372 \pm 0,0408 & 1 - \alpha' &= 0,73595 \pm 0,03077 \end{aligned}$$

Schließlich sei eine Tabelle des gemeinsamen Deckungsbereichs zweier inhaltgleicher Variationskurven für die um 0,05 steigenden Werte des Divergenzkoeffizienten mitgeteilt (siehe S. 213), die ich, der größeren Sicherheit wegen, aus SHEPPARDS und aus DAVENPORTS Integraltabellen gesondert berechnet habe. Durch einfache Interpolation läßt sich aus ihr die dritte Dezimale von  $\mathcal{A}_I$  mit noch hinreichender Genauigkeit ermitteln.

Nach Untersuchung der Variationsreihen der Einzelmerkmale mit Hilfe ihrer Bestimmungswerte, der Differenzquotienten der letzteren und der Divergenzkoeffizienten bleibt noch die Korrelation zu ermitteln,

**Divergenzkoeffizient ( $J_1$ ) und Deckungsbereich zweier inhaltgleicher  
Variationskurven in Prozenten ihres Flächeninhalts.**

$J_1$	100 (1 - $\alpha$ )	$J_1$	100 (1 - $\alpha$ )	$J_1$	100 (1 - $\alpha$ )	$J_1$	100 (1 - $\alpha$ )
0,00	100,00	1,00	31,73	2,00	4,55	3,00	0,27
0,05	96,01	1,05	29,37	2,05	4,04	3,05	0,23
0,10	92,03	1,10	27,13	2,10	3,57	3,10	0,19
0,15	88,08	1,15	25,01	2,15	3,16	3,15	0,16
0,20	84,15	1,20	23,01	2,20	2,78	3,20	0,14
0,25	80,26	1,25	21,13	2,25	2,44	3,25	0,12
0,30	76,42	1,30	19,36	2,30	2,14	3,30	0,10
0,35	72,63	1,35	17,70	2,35	1,88	3,35	0,08
0,40	68,92	1,40	16,15	2,40	1,64	3,40	0,07
0,45	65,27	1,45	14,71	2,45	1,43	3,45	0,06
0,50	61,71	1,50	13,36	2,50	1,24	3,50	0,05
0,55	58,23	1,55	12,11	2,55	1,08	3,55	0,04
0,60	54,85	1,60	10,96	2,60	0,93	3,60	0,03
0,65	51,57	1,65	9,89	2,65	0,805	3,65	0,03
0,70	48,39	1,70	8,91	2,70	0,69	3,70	0,02
0,75	45,33	1,75	8,01	2,75	0,60	3,75	0,02
0,80	42,37	1,80	7,19	2,80	0,51	3,80	0,01
0,85	39,53	1,85	6,43	2,85	0,44	3,85	0,01
0,90	36,81	1,90	5,74	2,90	0,37	3,90	0,01
0,95	34,21	1,95	5,12	2,95	0,32	3,95	0,01
						4,00	0,01
0,12566	90,00	0,96746	33,33				
0,31864	75,00	1,15035	25,00				
0,43074	66,67	1,64490	10,00				
0,67449	50,00						

welche zwischen je zwei variierenden Einzelmerkmalen besteht. Korrelation im statistischen Sinne ist diejenige Beziehung zweier oder mehrerer Merkmale zueinander, welche bewirkt, daß die Frequenzen ihrer Variantenkombinationen sämtlich oder teilweise von ihrem wahrscheinlichen Betrag  $\left(\frac{f_1 f_2}{n}, \frac{f_1 f_2 f_3}{n^2} \text{ usw.}\right)$  abweichen. Bei numerischen Merkmalen unter-

scheidet man ferner positive und negative Korrelation, je nachdem, daß entweder die Kombinationen höherer Varianten des einen mit höheren des anderen, ebenso niederer mit niederen, größere als die wahrscheinlichen Frequenzen aufweisen, oder daß dies bei Kombinationen niederer Varianten des einen mit höheren des anderen und umgekehrt der Fall ist.

Die Messung der Korrelationsintensität zweier numerischer Merkmale erfolgt durch das mittlere Produkt der Abweichungen ihrer kombinierten Varianten von den resp. Mitteln der Merkmale, dividiert durch das Produkt ihrer Hauptabweichungen, d. h. durch den Korrelationskoeffizienten

$$q = \frac{\frac{1}{n} \sum (V - A)_1 (V - A)_2}{v_1 v_2}.$$

Bei fehlender Korrelation nämlich ist das mittlere Produkt der kombinierten Varianten der beiden Merkmale

$$\frac{1}{n} \sum (V_1 V_2) = A_1 A_2,$$

also

$$\frac{1}{n} \sum (V - A)_1 (V - A)_2 = 0$$

und

$$q = 0.$$

Im Falle denkbar intensivster Korrelation, in welchem jede Variante des einen Merkmals mit nur einer einzigen des zweiten kombiniert auftritt, ist dagegen

$$\frac{1}{n} \sum (V_1 V_2) = A_1 A_2 \pm v_1 v_2,$$

also

$$\frac{1}{n} \sum (V - A)_1 (V - A)_2 = \pm v_1 v_2$$

und

$$q = \pm 1.$$

Somit stellt der Korrelationskoeffizient ein Maß der Korrelationsintensität mit den Grenzwerten 0 und  $\pm 1$  dar, je nachdem positive oder

negative Korrelation zwischen den Merkmalen besteht. Sein wahrscheinlicher Fehler ist, angenähert,

$$E(q) = \frac{\lambda(1 - q^2)}{\sqrt{n}}.$$

Zwischen den Bestimmungswerten der Variationsreihen zweier numerischer Merkmale, denen ihrer Summen- ( $\sigma$ ) resp. Differenzreihe ( $\delta$ ) und ihrem Korrelationskoeffizienten bestehen folgende Beziehungen:

$$\begin{aligned} A_\sigma &= A_1 + A_2, \\ A_\delta &= A_1 - A_2, \\ r_\sigma &= r_1^2 + r_2^2 + 2q r_1 r_2, \\ r_\delta &= r_1^2 + r_2^2 - 2q r_1 r_2. \end{aligned}$$

Sind nun sämtliche Bestimmungswerte richtig aus den empirischen Daten berechnet, so müssen die Gleichungen

$$\begin{aligned} \frac{1}{n} \Sigma (V - A)_1 (V - A)_2 &= r_\sigma^2 - r_1^2 - r_2^2 \\ &= r_1^2 + r_2^2 - r_\delta^2 \end{aligned}$$

zutreffen, die daher jeweils zur Kontrolle der erforderlichen Rechnungen benutzt wurden. Die Ausführung der Rechnungen auf fünf Dezimalen geschah nur zwecks schärferer Ausübung der Rechnungskontrolle. Morphologisch kommt höchstens die zweite Dezimale der gefundenen Werte noch in Betracht.

Die an Zahlenbeispielen erläuterte Praxis zur Erleichterung der vor kommenden Rechnungen habe ich 1904 (*Arch. f. Entw.-Mech.*, Bd. XIV, H. 4, p. 552—555) ausführlich dargestellt.

### 3. Sexuelle Verschiedenheiten der Merkmale.

Bei KEILHACKS Material sind die Geschlechter getrennt tabelliert; ich benutzte es deshalb zur Feststellung etwaiger Geschlechtsverschiedenheiten der dort berücksichtigten Merkmale (Wirbelzahlen und Strahlzahlen der Kielflossen); siehe Anhangstab. 1a und 1b, Nr. 5, 8 und 13.

Zu diesem Zweck wurden in jeder Untersuchungsgruppe (II, III und IV, Tabelle S. 216) die Mittel und die Hauptabweichungen der Merkmale für jedes Geschlecht besonders bestimmt und hierauf der Differenzquotient der homologen männlichen und weiblichen Werte ermittelt. Liegen tatsächlich geschlechtliche Verschiedenheiten eines Merkmals vor, so müssen die korrespondierenden Differenzquotienten nicht nur in sämtlichen Gruppen dasselbe Vorzeichen aufweisen, sondern auch ihrem absoluten Zahlenwert nach größer als zwei sein.

	<i>n</i>	Rumpfwirbel		Schwanzwirbel	
		<i>A</i>	<i>r</i>	<i>A</i>	<i>r</i>
II. Helgoland . . . . .	198 ♂	12,86869	0,37996	30,05051	0,67231
	241 ♀	12,79253	0,51382	30,03320	0,67478
	Dq (♂—♀)	2,64	— 6,57	0,40	— 0,08
III. SW.-Nordsee . . . . .	250 ♂	12,93600	0,31608	30,15200	0,59405
	155 ♀	12,90968	0,30833	30,05161	0,54232
	Dq (♂—♀)	1,23	0,51	2,59	1,89
IV. O.-Schottland . . . . .	121 ♂	12,98347	0,31448	30,05785	0,59332
	72 ♀	12,94444	0,22906	30,12500	0,52540
	Dq (♂—♀)	1,47	4,56	— 1,21	1,73

	<i>n</i>	Afterflosse		Rückenflosse	
		<i>A</i>	<i>r</i>	<i>A</i>	<i>r</i>
II. Helgoland . . . . .	199 ♂	53,72864	2,05129	72,22111	2,84814
	244 ♀	53,79508	2,18579	72,40164	2,93693
	Dq (♂—♀)	— 0,49	— 1,40	— 0,97	— 0,67
III. SW.-Nordsee . . . . .	250 ♂	54,11600	1,94488	72,78400	2,77152
	155 ♀	53,71613	2,09994	72,43226	2,86699
	Dq (♂—♀)	2,84	— 1,56	1,80	— 0,69
IV. O.-Schottland . . . . .	121 ♂	54,28099	2,29704	72,54545	2,86328
	72 ♀	54,62500	2,19493	72,90278	2,67270
	Dq (♂—♀)	— 1,53	0,64	— 1,30	0,98

Von sämtlichen Differenzquotienten erfüllen nur diejenigen der Mittel der Rumpfwirbelzahl die erste der obigen Bedingungen. Demnach scheinen männliche Schollen durchschnittlich eine etwas größere Zahl von Rumpfwirbeln zu besitzen als weibliche; doch ist dieser Unterschied so geringfügig, daß nur ein einziger unter den betreffenden drei Differenzquotienten den Wert Zwei übersteigt.

Weder die Variabilität der Rumpfwirbelzahl, noch irgendein Bestimmungswert der übrigen Merkmale läßt an den drei Untersuchungsgruppen übereinstimmende sexuelle Differenzen erkennen. Es erschien daher überflüssig, bei dem Vergleich der Gruppen unseres Materials die Geschlechter getrennt zu berücksichtigen, und ich gebe im folgenden deshalb nur die Bestimmungswerte der zusammengefaßten ♂ + ♀.

#### 4. Variation der Einzelmerkmale.

Von den hierhergehörigen Zahlenangaben findet man die Variationsreihen unserer vier Vergleichsgruppen, aus den Tabellen 1a—1c zusammengefaßt, in Tabelle 3, die Bestimmungswerte<sup>1)</sup> derselben nebst ihren wahrscheinlichen Fehlern in Tabelle 4a und die Näherungswerte der Divergenzkoeffizienten mit ihren wahrscheinlichen Fehlern sowie die Differenzquotienten der Mittel und der Hauptabweichungen für sämtliche Gruppenvergleiche in Tabelle 4b<sup>2)</sup> des Anhangs. Aus letzterer gebe ich nachstehend einen kurzen, nur Vergleiche örtlich benachbarter Gruppen enthaltenden Auszug, in welchem die Näherungswerte der Divergenzkoeffizienten ( $L_2$ ) durch die exakten Werte derselben ( $L_1$ ) ersetzt worden sind. Durch einfache Addition der letzteren erhält man ziemlich genau den wahren Betrag der Divergenz entfernterer Gruppen (siehe Tabelle S. 218)<sup>3)</sup>.

##### a) Die Wirbelzahlen.

In KEILHACKS Arbeit ist nur die Wirbelsumme berücksichtigt, obwohl in seinen Untersuchungstabellen auch die Zahlen der abdominalen und der kaudalen Wirbel angeführt sind. Der Vergleich der Mittelwerte dieser drei Merkmale aber zeigt, daß eine bestimmt gerichtete Abänderung derselben mit den Fundorten wesentlich auf der Zahl der Rumpfwirbel beruht.

Sämtliche Variationsreihen sind monotypisch, d. h. ihre graphischen

<sup>1)</sup> Mit diesen vergleiche man die an KEILHACKS wesentlich kleinerem Material (♂ + ♀) gewonnenen:

	Rumpfwirbel		Schwanzwirbel		Afterflosse		Rückentlosse	
	$\bar{A}$	$r$	$\bar{A}$	$r$	$\bar{A}$	$r$	$\bar{A}$	$r$
H. Helgoland . . . .	12,827	0,460	30,041	0,674	53,765	2,127	72,324	2,899
III. SW.-Nordsee . .	12,926	0,313	30,114	0,577	53,963	2,015	72,619	2,814
IV. O.-Schottland . .	12,969	0,286	30,083	0,570	54,409	2,266	72,679	2,799

<sup>2)</sup> Soweit hier  $[Dq(\bar{A})]^2 \leq 8 [Dq(r)]^2$ , weichen die angenäherten Werte des Divergenzkoeffizienten von den wahren erheblich ab und sind deswegen in [eckige] Klammern gesetzt.

<sup>3)</sup> Z. B.  $IV - II = (IV - III) + (III - II)$ .

Rumpfwirbel:  $J_1(IV - II) = 0,0873 + 0,2189 = 0,3062$  statt direkt berechnet 0,3039.

Schwanzwirbel:  $J_1(IV - II) = -0,0477 - 0,0639 = -0,1116$  .. .. . -0,1091.

Gruppendifferenz:	$A_1$			Dq (L)			Dq (r)		
	II-I	III-II	IV-III	II-I	III-II	IV-III	II-I	III-II	IV-III
Rumpfwinkel . . . . .	0,2968	0,2189	0,0873	4,39	7,53	3,00	— 5,43	— 11,91	— 4,10
Schwanzwinkel . . . . .	0,3185	— 0,0639	— 0,0477	9,50	— 0,25	— 1,22	— 3,23	— 4,22	— 2,51
Affenflosse . . . . .	0,9991	0,0565	0,1161	46,05	1,64	5,42	0,17	— 3,37	2,68
Rückenflosse . . . . .	0,9142	0,0346	0,0357	30,18	1,43	1,78	0,81	— 1,50	— 0,15
linke Brustflosse . . . . .	0,3156	0,1864	0,0863	8,89	6,90	3,01	— 3,14	0,07	— 1,33
rechte Brustflosse . . . . .	0,3549	0,1445	0,2357	10,03	4,32	8,56	— 1,70	— 4,02	— 0,21

Darstellungen (Variationspolygone) weisen nur einen Gipfel auf. Ihre Mittel sind bei der Ostseegruppe stets erheblich kleiner als bei denen der Nordsee. In letzterer steigt die Zahl der Rumpfwirbel von Gruppe II zu Gruppe IV: die der Schwanzwirbel aber bleibt bei allen drei so gut wie konstant, nimmt vielleicht sogar in derselben Reihenfolge etwas ab. Die Steigerung der Wirbelsumme von Gruppe II bis Gruppe IV ist daher ausschließlich auf die entsprechende Zunahme der Zahl der Rumpfwirbel zurückzuführen.

Ein auffälliges Verhalten zeigen die Untersuchungsgruppen hinsichtlich der Variabilität ihrer Wirbelzahlen: sowohl die der abdominalen wie die der kaudalen ist in der Ostsee bedeutend höher als in der Nordsee und nimmt in der Reihenfolge der Gruppen II bis IV der letzteren ebenfalls deutlich ab. Das Verhältnis der Hauptabweichungen der Schwanz- zu denen der Rumpfwirbelzahl beträgt bei Gruppe I (Ostsee) 1,30, bei II 1,45, bei III 1,77 und bei IV 1,85, schwankt also in ziemlich weiten Grenzen. Da, wie später gezeigt wird, die Korrelationsintensität zwischen diesen beiden Merkmalen in allen Fällen nicht sehr verschieden ist, so verhält sich auch die Variabilität der Wirbelsumme bei den vier Gruppen ähnlich wie die der Einzelmerkmale. Besonders beachtenswert erscheint einerseits die sehr hohe Variabilität der untersuchten Ostseeschollen, welche Zweifel an der Einheitlichkeit des Materials oder seiner Untersuchungsweise aufkommen lassen könnte, andererseits der Umstand, daß unter den Nordseeschollen gerade die von Helgoland, also von einem einheitlichen Fundort stammenden die höchste Variabilität der Wirbelzahlen aufweisen.

Die Divergenz der Ostsee- von den Nordseeschollen in der Rumpfwirbelzahl beträgt nur etwa  $\frac{2}{3}$  derjenigen in der Zahl der Schwanzwirbel. Unter den Gruppen der Nordseeschollen dagegen weicht die Helgolander gerade in der Rumpfwirbelzahl bedeutend von den beiden westlichen ab und steht hinsichtlich derselben ziemlich genau in der Mitte zwischen der Ostsee- und der SW.-Nordseegruppe, während alle drei Nordseegruppen in der Schwanzwirbelzahl nahezu übereinstimmen. Zur Charakteristik der Ostseeschollen gegenüber denen der Nordsee können also beide Wirbelzahlen dienen, zu derjenigen der Helgolander gegenüber den beiden westlichen Nordseegruppen nur und in geringem Maß die Zahl der Rumpfwirbel. Die Kanalscholle ist von der ost-schottischen auf Grund der Wirbelzahlen nicht mehr mit Sicherheit unterscheidbar.

### b) Die Strahlzahlen der Kielflossen.

Das Verhalten der Rücken- und der Afterflosse bei den einzelnen Untersuchungsgruppen ist im allgemeinen recht ähnlich. Das Material an Ostseeschollen aber ergab für seine allerdings meist sehr kleinen Fangort-

gruppen so verschiedenartige Mittel und Hauptabweichungen der Strahlzahl der Afterflosse, daß ihre besondere Erwähnung geboten erscheint.

Fangort	<i>A</i>	<i>r</i>	<i>n</i>
1. Greifswald . . . . .	50,63636	—	11
2a. Niendorf 1893 . . . . .	49,83636	2,43283	55
2b. „ 1904 . . . . .	49,13303	2,02410	218
2. „ total . . . . .	49,27473	2,12296	273
3. Kiel . . . . .	49,87879	—	33
	[49,56250] <sup>1)</sup>	—	32
4. Eckernförde . . . . .	49,65957	1,87113	47
SW.-Ostsee			
einschl. Niendorf 1904	49,42033	2,16915	364
ausschl. „ „	49,84932	2,30349	146

$$Dq (A) = 2,93$$

Umfangreichere Zählungen von einigen wohlgetrennten Fundorten der südwestlichen Ostsee sind jedenfalls wünschenswert.

KEILHACK betont, daß er bei 425 (statt 444 tabellierten!) Exemplaren von Helgoland zwei Maxima der Strahlzahl der Rückenflosse, nämlich bei 71 und bei 74 Strahlen, gefunden habe. Die entsprechenden Frequenzen seiner Zählung sind nebst ihren wahrscheinlichen Fehlern:

<i>V</i>	71	72	73	74
$f \pm E(f)$	$56 \pm 4,7$	$48 \pm 4,4$	$56 \pm 4,7$	$62 \pm 4,9$

Der Befund ist einfach die Folge der für die hohe Variabilität des Merkmals unzureichenden Menge untersuchter Individuen. Auch unser Material gibt in diesem Fall zwei falsche Maxima bei 71 und bei 73 Strahlen, während das richtige offenbar bei 72 liegen müßte. Eine ähnliche Unregelmäßigkeit ergibt die Strahlzahl der Afterflosse für die ost-schottischen Exemplare.

Die übrigen Variationsreihen sind monotypisch. Die Mittel der Strahlzahlen sind in beiden Flossen bei der Ostsee-Gruppe ganz bedeutend niedriger als bei denen der Nordsee, welche untereinander zwar nur geringe Differenzen, aber doch von Osten (II. Helgoland) nach Westen (IV. O.-Schottland) in beiden Flossen übereinstimmend eine Zunahme der Strahlzahl aufweisen. Diese ist in der After- etwas stärker als in der Rückenflosse. Die Mittelwerte, besonders der der Afterflosse, bei der Scholle der südwestlichen Nordsee ähneln mehr denen von Helgoland als denen von O.-Schottland.

<sup>1)</sup> Abzüglich eines ♂ mit 60 *A*-Strahlen.

Die Variabilität jedes der beiden Merkmale bleibt in allen vier Untersuchungsgruppen ziemlich dieselbe. Die der Afterflosse ist bei Gruppe III merklich niedriger als bei den übrigen. Die Hauptabweichungen der Rückenflosse bei den einzelnen Gruppen betragen das 1,3- bis 1,4fache derjenigen der Afterflosse.

Die Divergenz der Ostsee-Gruppe von denen der Nordsee ist in den Strahlzahlen der Kielflossen am ausgeprägtesten von allen Merkmalen, und zwar noch etwas mehr in der After- als in der Rückenflosse. Es mag von Interesse sein, hiermit die Divergenz zweier nahe verwandter Spezies von nicht sehr weit voneinander entfernten Fundorten, nämlich *Pleuronectes flesus* von Plymouth und *Pleuronectes platessa* aus der südwestlichen Nordsee, in demselben Merkmal zu vergleichen: die Bestimmungswerte der Strahlzahl der Afterflosse bei *Pl. flesus*<sup>1)</sup> sind  $A_1 = 43,6098$ ,  $r = 1,6026$ , mithin findet man für ihre Divergenz von Gruppe III unseres Materials  $A_1 = 2,8500$ ,  $A_2 = 2,8480$ , d. h. einen gemeinsamen Deckungsbereich der Variationsgebiete von immer noch  $0,44\%$ . — Die Nordsee-Gruppen zeigen eine geringfügige Divergenz in der Strahlzahl der Afterflosse, während solche in der der Rückenflosse nicht mehr mit Sicherheit nachweisbar ist. Hinsichtlich ersterer steht die Scholle der südwestlichen Nordsee nur halb so weit von der von Helgoland entfernt wie von der ostschottischen, hinsichtlich der Strahlzahl der Rückenflosse steht sie in der Mitte zwischen diesen beiden Gruppen.

Die Ostseescholle ist also den Nordseeschollen gegenüber außerordentlich deutlich durch die Strahlzahlen der beiden Kielflossen charakterisiert, während unter den drei Untersuchungsgruppen der Nordsee höchstens die ostschottische auf Grund der Strahlzahl der Afterflosse in geringem Maß von den beiden anderen unterschieden werden kann.

### c) Die Strahlzahlen der Brustflossen.

Die Strahlzahlen der beiden Brustflossen sind, der Asymmetrie der Scholle entsprechend, links und rechts meistens etwas voneinander verschieden, und zwar in der Regel auf der (rechten) Augenseite etwas größer als auf der (linken) Blindseite. Unberücksichtigt blieben bei der Aufstellung der Variationsreihen, der Berechnung der Bestimmungswerte usw. die Varianten 5 in der linken und 6—8 in der rechten Brustflosse (7 Fälle), die, wie sich aus den Kombinations-schemata ergibt, offenbar abnorm sind und wahrscheinlich auf Entwicklungsstörungen beruhen.

Die Variationsreihen unseres Materials sind sämtlich monotypisch. Die Mittelwerte der rechten Brustflosse sind stets größer als die der linken:

<sup>1)</sup> G. DÜCKER, Variation und Asymmetrie bei *Pleuronectes flesus* L. Wissensch. Meeresunters., N. F., Abt. Helgoland, 1900, Bd. III, H. 2, p. 390.

beide nehmen von Gruppe I (Ostsee) gegen Gruppe IV (O.-Schottland) hin an Größe zu. Wiederum sind die korrespondierenden Mittelwerte der Nordseegruppen einander ähnlicher als denen der Ostseegruppe.

Umgekehrt nimmt die Variabilität der beiden Merkmale in derselben Reihenfolge bei den Untersuchungsgruppen — mit geringfügiger Ausnahme der linken Brustflosse von Gruppe III<sup>1)</sup> — ab, verhält sich also in dieser Hinsicht wie diejenige der Wirbelzahlen. Bei den Gruppen I, III und IV sind die Hauptabweichungen der Strahlzahl der Blindseite merklich (1,06—1,16mal) größer als die der Augenseite, bei Gruppe II dagegen ist sie, wenn auch kaum nennenswert (0,99mal), kleiner als diese<sup>1)</sup>. Im allgemeinen bestätigt sich also der bereits früher an *Pleuronectes flesus*<sup>2)</sup> gemachte Befund, daß die Variabilität der paarigen Flossen größer auf der Blind- als auf der Augenseite ist.

Die Divergenz der Ostsee- von den Nordseegruppen ist in beiden Merkmalen, besonders aber in der Strahlzahl der rechten Brustflosse, wiederum wesentlich größer als die der letzteren voneinander. Von den drei Nordseegruppen steht die der südwestlichen Nordsee in der Strahlzahl der Blindseite der ost-schottischen, in der der Augenseite der Helgolander am nächsten.

#### d) Zusammenfassung.

Sämtliche untersuchten Merkmale, mit geringfügiger, auf Zufall beruhender Ausnahme der Strahlzahl der Rückenflosse bei dem Helgolander und der Strahlzahl der Afterflosse bei dem ost-schottischen Material, ergeben monotypische Variationsreihen. Stets weist die Ostseegruppe die kleinsten Mittelwerte auf und verhält sich in vier von den sechs Merkmalen, nämlich in den beiden Wirbelzahlen und den Strahlzahlen der beiden Brustflossen, nachweislich variabler als alle drei Nordseegruppen; nur in den Strahlzahlen der Kielflossen wird ihre Variabilität durch die der Helgolander Gruppe anscheinend ein wenig übertroffen.

Bei den drei Nordseegruppen zeigen fünf von den sechs untersuchten Merkmalen deutlich steigende Mittelwerte in der Reihenfolge der Fundorte Helgoland, südwestliche Nordsee, O.-Schottland. Nur die Zahl der Schwanzwirbel hat in derselben Reihenfolge vielleicht fallende Tendenz; doch ist diese so schwach, daß sie nicht mehr mit voller Sicherheit nachweisbar ist. Den Mittelwerten nach steht die Scholle der südwestlichen Nordsee derjenigen von Helgoland näher in der Zahl der Schwanzwirbel

<sup>1)</sup> Diese beiden Unregelmäßigkeiten würden wegfallen, wenn man bei der Helgolander Scholle an der Brustflosse der Blindseite eine Hauptabweichung von ca. 0,8 gefunden hätte, ein Wert, der sich den übrigen gut anschließen würde und vielleicht richtiger ist als der tatsächlich gefundene.

<sup>2)</sup> l. c. p. 347.

und der Strahlen der After-, der Rücken- und der rechten Brustflosse, derjenigen von O.-Schottland dagegen in der Zahl der Rumpfwirbel und der Strahlen der linken Brustflosse. Mit Ausnahme des letztgenannten Merkmals, für welches ein etwas unwahrscheinlicher Wert der Hauptabweichung vorliegt, hat die Helgolander Gruppe in allen Merkmalen die höchste Variabilität unter den Nordseeschollen.

Die Ostseescholle ist von denen der Nordsee in allen sechs Merkmalen unterscheidbar: zu ihrer Charakterisierung erweisen sich die letzteren nach der Größe der Divergenzkoeffizienten in folgender Reihe tanglich: Strahlzahlen der After-, der Rücken-, der rechten und der linken Brustflosse, Schwanz- und Rumpfwirbelzahl. Zwischen der Helgolander Gruppe und der der südwestlichen Nordsee bestehen erkennbare, wenn auch weit geringere Unterschiede (in gleicher Ordnung) hinsichtlich der Rumpfwirbelzahl, der Strahlzahl der linken und der rechten Brustflosse; zwischen der letzteren Form und der von O.-Schottland hinsichtlich der Strahlzahl der rechten Brust- und vielleicht der Afterflosse.

Da die beiden Divergenzkoeffizienten der benachbarten Nordseegruppen (siehe Texttabelle p. 218) für jedes Merkmal das gleiche Vorzeichen aufweisen, so steht die Helgolander Form in sämtlichen Merkmalen der ostschottischen ferner als der Gruppe der südwestlichen Nordsee, in zweien (Zahl der Rumpfwirbel und der rechten Brustflossenstrahlen) sogar noch ferner als der Ostseegruppe.

## 5. Wichtigere korrelative Beziehungen der untersuchten Merkmale.

Auf ihre Korrelation hin wurden bei allen vier Gruppen unseres Materials folgende Merkmalpaare untersucht:

- a) abdominale und kaudale Wirbelzahl,
  - b) Strahlzahlen der beiden Kielflossen,
  - c) Strahlzahlen der beiden Brustflossen,
- ferner nur bei den drei Nordseegruppen:
- e) Zahl der Schwanzwirbel und der Afterflossenstrahlen,
  - d) Wirbelsumme und Strahlzahl der Rückenflosse.

Für die Merkmalpaare a, b und c lassen sich Kombinations-schemata der Form e und d (cf. Anhangstabelle 2a und 2b) aus den Tabellen ihrer geordneten Variantenkombinationen (Anhangstabelle 1) mit leichter Mühe ableiten. Soweit diese nicht sämtliche Individuen umfassen, die zur Berechnung der Bestimmungswerte in Tabelle 4a benutzt worden sind, findet man nachstehend im Text entsprechende ergänzende Angaben. Geschlechtsdifferenzen kamen für die Korrelationskoeffizienten nicht in Betracht.

Die einzelnen horizontalen und vertikalen Frequenzreihen innerhalb eines Kombinationschemas lassen sich in Verbindung mit den zugehörigen Varianten als Variationsreihen des einen Merkmals bei solchen Individuen auffassen, welche sämtlich in dem zweiten Merkmal eine und dieselbe Variante aufweisen. Wir bezeichnen diese Reihen als der Variante  $V$  des zweiten zugeordnete Variationsreihen des ersteren Merkmals. Dann sind die Mittel und die durchschnittlichen Hauptabweichungen<sup>1)</sup> der zugeordneten Variationsreihen

$$A_1' = A_1 - \rho \frac{r_1}{r_2} A_2 + \rho \frac{r_1}{r_2} V_2,$$

$$r_1' = r_1 \sqrt{1 - \rho^2}.$$

Die erstere Gleichung wird auch als Regressionsgleichung und die Konstante  $\rho \frac{r_1}{r_2}$  als Regressionskoeffizient des ersten Merkmals auf das zweite bezeichnet. Setzt man in die Regressionsgleichungen des einen Merkmals nacheinander die verschiedenen Variantenwerte des andern ( $V_2$ ) ein, so erhält man die jeder dieser Varianten zugeordneten Mittel des ersteren. Diese liegen bei graphischer Darstellung sämtlich auf einer geraden Linie, der Regressionslinie. Zur Darstellung der korrelativen Variation eines Merkmalpaares gehören daher zwei Regressionslinien, deren Schnittpunkt den Gesamtmitteln der beiden Merkmale entspricht, und deren Schneidenwinkel um so mehr von rechten Winkeln abweichen, je intensiver die zwischen ihnen bestehende Korrelation ist. Beim Vergleich verschiedener Individuengruppen miteinander geben deren homologe Regressionslinien ein sehr viel klareres Bild ihrer Übereinstimmung oder Verschiedenheit als ihre Regressionsgleichungen: sie stellen den Unterschied von Formengemeinschaften in Bezug auf die zugeordneten Variationsreihen eines Merkmals bei solchen Individuen dar, die in einem andern eine gemeinsame Variante aufweisen.

Die Korrelationskoeffizienten der Merkmalpaare und die Konstanten sämtlicher Regressionsgleichungen unseres Materials sind nebst den Hauptabweichungen der zugeordneten Variationsreihen in Tabelle 4c zusammengestellt. Die Summen- resp. die Differenzreihen einiger Merkmalpaare finden sich auf Tabelle 3 (e, f und i), die meist sehr kleinen Differenzquotienten der homologen Korrelationskoeffizienten bei den verschiedenen Gruppen auf Tabelle 4b. Tafel II (Fig. 1—5) giebt die graphischen Darstellungen der Regressionsgleichungen.

<sup>1)</sup> Auch die Hauptabweichungen der einzelnen zugeordneten Variationsreihen ändern mit der Entfernung des Mittels der letzteren vom Gesamtmittel des Merkmals etwas ab.

**a) Abdominale und kaudale Wirbelzahl.**

Die Korrelation zwischen der abdominalen und der kaudalen Wirbelzahl ist bei allen vier Gruppen unseres Materials negativ und von geringer Intensität. Die Korrelationskoeffizienten der Gruppen I, III und IV sind nahezu identisch ( $\pm 0,18$  bis  $\pm 0,20$ ); nur der von Gruppe II bleibt seinem absoluten Zahlenwert nach hinter den übrigen etwas zurück ( $\pm 0,13$ ). Innerhalb der einzelnen Gruppen nimmt also übereinstimmend die Wirbelzahl des einen Abschnitts der Wirbelsäule zu, wenn die des andern fällt. Bei dem Vergleich der Mittel verschiedener Gruppen miteinander trifft jedoch diese Regel nicht durchweg zu. So hat die Helgolander Gruppe durchschnittlich sowohl mehr Rumpf- als auch mehr Schwanzwirbel als die der südwestlichen Ostsee; die Scholle der südwestlichen Nordsee hat zwar mehr Rumpf-, aber ebensoviel Schwanzwirbel wie die von Helgoland; die ost-schottische endlich die höchste Zahl der Rumpf- und die kleinste der Schwanzwirbel unter den Nordseegruppen, jedoch gleichzeitig mehr Rumpf- und mehr Schwanzwirbel als die Ostseeform.

Somit besteht ein Unterschied zwischen dem Verhältnis der Variation zweier Merkmale innerhalb einer einzelnen Formengemeinschaft und dem ihrer Mittel beim Vergleich von mehreren derselben. Bezeichnet man ersteres als korrelativ, so kann letzteres korrelativ, irrelativ oder anti-relativ sein<sup>1)</sup>.

Das Verhalten der Mittel der beiden Merkmale beim Vergleich der Ostsee- mit den Nordseeschollen ist demnach ausgesprochen antirelativ, bei dem der Gruppe II mit Gruppe III der Nordseeschollen irrelativ und beim Vergleich der Gruppe IV mit II und III korrelativ. Ein Schluß von der korrelativen Variation dieser Merkmale bei einer einzelnen Formengemeinschaft auf das Größenverhältnis ihrer Mittel bei verschiedenen derselben ist daher unmöglich.

Die Wirbelsumme ist, entsprechend den sie ergebenden einzelnen Wirbelzahlen, bei weitem am kleinsten in der südwestlichen Ostsee und bleibt in der Nordsee bei der Helgolander Gruppe recht merklich hinter denen der beiden westlichen Formen zurück (III—II: Dq (1) = 3,28), welche letztere beiden identische Wirbelsummen aufweisen. Wegen der geringen Korrelationsintensität ist die Variabilität der Wirbelsumme größer als die Variabilität jedes der sie ergebenden Merkmale; sie nimmt, dem Verhalten der letzteren entsprechend, in der Reihenfolge der Fundorte von der südwestlichen Ostsee nach O.-Schottland hin ab.

<sup>1)</sup> Vgl. meine „Syngnathiden-Studien I“, diese Zeitschr. 1908, Bd. XXV, p. 7 u. 81. — Korrelatives Verhalten eines Merkmalpaares beim Vergleich verschiedener Formengemeinschaften scheint wesentlich durch hohe Korrelationsintensität desselben innerhalb der einzelnen Formengemeinschaften bedingt zu sein, wie auch das vorliegende Material bestätigt.

Von den Regressionslinien der graphischen Darstellung (Fig. 1) verlaufen die der Ostseegruppe isoliert. Von denen der drei Nordsee- gruppen fallen die Regressionslinien der Schwanz- auf die Rumpfwirbel- zahl fast völlig zusammen. Die Regression der Rumpf- auf die Schwanz- wirbelzahl bei Gruppe II weicht ein wenig von der übereinstimmenden der Gruppe III und IV ab.

### b) Strahlzahlen der beiden Kielflossen.

Wie bei *Pleuronectes flesus*<sup>1)</sup> ( $0,6720 \pm 0,0111$ ), so besteht auch bei *Pl. platessa* zwischen den Strahlzahlen der Kielflossen auffällig intensive, positive Korrelation, die bei allen vier untersuchten Gruppen sehr ähnliche Werte der Korrelationskoeffizienten ( $0,68-0,71$ ) ergibt. Die Abänderungen der Mittel der beiden Merkmale bei den verschiedenen Gruppen verhalten sich stets korrelativ zueinander.

Die Differenzreihe der Strahlzahlen, d. h. die Strahlzahl der Rücken- abzüglich der der Afterflosse, repräsentiert annähernd die den Rumpf- wirbeln zugehörigen Rückenflossenstrahlen. Ihr Mittel ist bei dem Ostsee- material am kleinsten; in der Nordsee ist das der Gruppe III am größten, nur sehr wenig kleiner das von Gruppe II, das von Gruppe IV am kleinsten. Die Variabilität der Differenzreihen ist infolge der hohen Korrelations- intensität der Einzelmerkmale verhältnismäßig schwach und stets noch etwas geringer als die der korrespondierenden Variationsreihen der Afterflosse.

Von den Regressionslinien (Fig. 2) liegen die der Ostseegruppe isoliert und ziemlich weit von den übrigen entfernt. Die der Rücken- auf die Afterflosse schneiden sich bei den drei Nordseegruppen unter sehr spitzen Winkeln, so daß sie fast zusammenfallen, während von denen der After- auf die Rückenflosse die von Gruppe IV merklich von jenen der Gruppen II und III abweicht; die letzteren fallen fast völlig zusammen.

### c) Zahl der Schwanzwirbel und der Afterflossenstrahlen.

Bei der Aufstellung der betreffenden Kombinationsschemata (Anhangs- tabelle 2) mußten von dem Helgolander Material elf Individuen fortgelassen werden, deren Wirbelzahlen nicht festgestellt waren. Die Bestimmungs- werte der Afterflosse sind für die restierenden 704 Exemplare:  $A = 53,76136$ ,  $r = 2,18658$ .

Die Korrelation ist in allen drei Fällen positiv und von geringer Intensität ( $0,16-0,24$ ). Die Abänderung der Mittel der beiden Merkmale

<sup>1)</sup> G. DUNCKER. Variation und Asymmetrie bei *Pleuronectes flesus* L. Wissensch. Meeresunters., N. F., Abt. Helgoland, 1900, Bd. III, H. 2, p. 398, Tab. 5.

verhält sich irrelativ beim Vergleich der Gruppen II und III, antirelativ bei dem von Gruppe IV mit den beiden eben genannten.

Die Regressionslinien der Wirbelzahl auf die Strahlzahl der Afterflosse fallen fast völlig zusammen, die der letzteren auf die Wirbelzahl dagegen verlaufen bei den drei Gruppen isoliert und bei Gruppe IV stark divergierend von denen der Gruppen II und III (Fig. 3).

#### d) Wirbelsumme und Strahlzahl der Rückenflosse<sup>1)</sup>.

Die Bestimmungswerte des letzteren Merkmals bei dem Helgolander Material sind nach Ausschaltung der oben erwähnten elf Individuen:  $A = 72.36222$ ,  $r = 2.93699$ . Die Korrelation der beiden Merkmale ist bei allen drei Gruppen positiv und von geringer Intensität (0.18—0.26); jedoch sind alle Korrelationskoeffizienten 8—9mal so groß wie ihre wahrscheinlichen Fehler. Die Abänderungen der Mittel der beiden Merkmale beim Vergleich der drei Gruppen miteinander verhalten sich korrelativ.

Die Regressionslinien dieser beiden Merkmale (Fig. 4) verhalten sich ähnlich denen der vorigen. Die der Wirbelsumme auf die Strahlzahl der Rückenflosse fallen bei den drei Gruppen fast genau zusammen; die der letzteren auf die Wirbelsumme schneiden sich sämtlich, doch fallen die der Gruppen II und III nahezu zusammen, während die der Gruppe IV wesentlich abweichend von ihnen verläuft.

#### e) Strahlzahlen der beiden Brustflossen.

In die Kombinationsschemata zur Berechnung der Korrelationskoeffizienten und zur Ermittlung der Differenzreihen wurden nur solche Individuen aus Tabelle 1e aufgenommen, welche auf beiden Körperseiten normale Strahlzahlen aufwiesen. Dies waren

in Gruppe	links		rechts	
	$A$	$r$	$A$	$r$
I von 145 Exemplaren	143 mit	10,06993	0,88223	siehe Tabelle 4a
II .. 269	.. 269 ..	siehe Tabelle 4a	.. ..	4a
III .. 370	.. 365 ..	10,86575	0,75202	11,22740 0,64982
IV .. 254	.. 253 ..	siehe Tabelle 4a	11,52964	0,64431

Die gefundenen Korrelationskoeffizienten ähneln dem entsprechenden von *Pleuronectes flesus* ( $0.5895 \pm 0.0135$ ) und schwanken bei den ver-

<sup>1)</sup> Von KEILBACK (l. c. p. 175) an 17 und 19 Schollen „geprüft“ und „recht unsicher“ befunden.

schiedenen Gruppen unseres Materials in ziemlich weiten Grenzen. Der der Ostsee-Gruppe ist merklich höher (0.595) als diejenigen der drei Nordsee-Gruppen (0.494—0.529). Wie bei *Pl. flesus*, so bleibt auch bei *Pl. platessa* die Korrelationsintensität der Strahlzahlen der Brustflossen bedeutend hinter derjenigen symmetrisch gebauter Fischarten (*Acerina cernua* L., *Cottus gobio* L., *Siphonostoma typhle* L. : 0.64—0.82) zurück. Die Abänderungen der Mittel der beiden Merkmale bei den verschiedenen Untersuchungsgruppen verhalten sich stets korrelativ.

Die Differenzreihen der Strahlzahlen der Brustflossen (rechte minus linke) ergeben ein Bild von den Schwankungen individueller Asymmetrie dieses Merkmalpaares, das für die verschiedenen Gruppen verschieden ausfällt; sie sind sämtlich monotypisch. Die Symmetrieverhältnisse der vier Gruppen ergeben sich aus dem Prozentsatz symmetrischer Individuen ( $g_0$ ) bei ihnen und aus ihren Asymmetrieindizes ( $\alpha$ )<sup>1</sup>):

Gruppe	$\rho$	$g_0$ %	$\alpha$
I . . .	0.59475	48.95	0,35450
II . . .	0.50030	43.49	0,42173
III . . .	0,49417	53.42	0,32789
IV . . .	0,52918	45.45	0,49322
<i>Pl. flesus</i> . . .	0.5895	35,98	0,60443

(562 ♂ + 497 ♀)

Die Extreme von  $g_0$  enthalten die Gruppen II und III, von  $\alpha$  die Gruppen III und IV; alle Gruppen bleiben hinsichtlich der rechtsseitigen Asymmetrie dieses Merkmalpaares bedeutend hinter *Pl. flesus* zurück. Der Grad seiner Asymmetrie ist auch bei dem vorliegenden Material unabhängig von der Korrelationsintensität seiner Einzelmerkmale (Arch. f. Entw.-Mech. l. c. p. 608).

Von den Regressionslinien der linken auf die rechte Brustflosse fallen die der Gruppen III und IV nahezu zusammen, während die der Gruppe II bei den höheren Varianten der rechten Brustflosse von ihnen abweicht und sich der der Gruppe I nähert. Die letztere verläuft im übrigen isoliert. Von den Regressionslinien der rechten auf die linke Brustflosse fallen die der Gruppen II und III fast völlig zusammen, während sowohl die von I wie die von IV isoliert verlaufen (Fig. 5).

<sup>1</sup>) Erklärt in meiner Arbeit „Symmetrie und Asymmetrie bei bilateralen Tieren“. Arch. f. Entw.-Mech. 1904, Bd. XIV, H. 4. p. 546. — Man vergleiche daselbst die verschiedenen paarigen Merkmale der Flunder (p. 568—578) und die Prozentsätze symmetrischer Individuen, sowie die Asymmetrieindizes der Strahlzahlen der Brustflossen bei den oben angeführten symmetrischen Spezies:  $g_0 = 75,56 - 85,52$  %,  $\alpha = \div 0,02631$  bis  $0,06304$ .

## f) Zusammenfassung.

Die Korrelationskoeffizienten eines und desselben Merkmalpaares sind einander bei den verschiedenen Untersuchungsgruppen sehr ähnlich, ihre Differenzquotienten daher klein. Stets weisen sie übereinstimmende Vorzeichen auf. Negative Korrelation besteht nur zwischen den Zahlen der Rumpf- und der Schwanzwirbel; in allen anderen Fällen ist die Korrelation positiv.

Die intensivste Korrelation aller untersuchten Merkmalpaare besteht zwischen den Strahlzahlen der Kielflossen; sie übertrifft bei unserem Material, ebenso wie bei *Pleuronectes flesus*, noch diejenige zwischen den Strahlzahlen der Brustflossen, welche sonst, bei symmetrisch gebauten Fischarten, die intensivere ist. Von geringerer Intensität sind (in fallender Ordnung) die Korrelation zwischen der Wirbelsumme und der Strahlzahl der Rückenflosse, zwischen der Zahl der Schwanzwirbel und der Afterflossenstrahlen und zwischen der Zahl der Rumpf- und der Schwanzwirbel. Die Abänderungen der Mittelwerte der drei erstgenannten Merkmalpaare (mit intensivster Korrelation) verhalten sich beim Vergleich der verschiedenen Untersuchungsgruppen stets korrelativ, die der übrigen nur gelegentlich oder gar nicht, wie die nachstehende Tabelle zeigt:

Gruppenvergleich: Merkmalpaare	I: (II-IV)	II: III	II: IV	III: IV	$r$
a) Wirbelzahlen . . . . .	a	i	e	e	$\div 0,13 - \div 0,20$
b) Strahlzahlen der Kielflossen . . . . .	e	e	e	e	$0,68 - 0,71$
c) Zahl der Schwanzwirbel und der Afterflossenstrahlen . . . . .	?	i	a	a	$0,16 - 0,24$
d) Wirbelsumme und Strahlzahl der Rückenflosse . . . . .	?	e	e	e	$0,18 - 0,26$
e) Strahlzahlen der Brustflossen . . . . .	e	e	e	e	$0,49 - 0,59$

(e = korrelativ, i = irrelativ, a = antirelativ).

Hinsichtlich der Strahlzahlen der Brustflossen verhält sich *Pl. platessa* weniger asymmetrisch als *Pl. flesus*; die einzelnen Lokalformen jener Art aber weisen beträchtliche Schwankungen der Asymmetrie dieses Merkmalpaares auf, die unabhängig von der Intensität der zwischen den Einzelmerkmalen bestehenden Korrelation sind.

Die Regressionslinien des Ostseematerials verlaufen bei den drei daraufhin untersuchten Merkmalpaaren stets mehr oder weniger weit isoliert von denen des Nordseematerials. Von den Regressionslinien des letzteren fallen diejenigen sämtlicher drei Gruppen zusammen für die Regression der Schwanz- auf die Rumpfwirbelzahl, der Strahlzahl der Rücken- auf die der Afterflosse, der Schwanzwirbelzahl auf die Strahl-

zahl der Afterflosse und der Wirbelsumme auf die Strahlzahl der Rückenflosse. In der Mehrzahl der übrigen Fälle verlaufen die Regressionslinien der Gruppe IV isoliert oder wenigstens deutlich abweichend von den zusammenfallenden der Gruppen II und III; so für die Regression der Strahlzahl der After- auf die der Rückenflosse, der ersteren auf die Schwanzwirbelzahl, der Strahlzahl der Rückenflosse auf die Wirbelsumme und der Strahlzahl der rechten auf die der linken Brustflosse. In zwei Fällen endlich, nämlich von Regression der Rumpf- auf die Schwanzwirbelzahl und der Strahlzahl der linken auf die der rechten Brustflosse, fallen die Regressionslinien der Gruppen III und IV zusammen, während die der Gruppe II in ersteren Fall von ihnen abweicht, im zweiten isoliert verläuft; doch liegt sie jenen stets sehr nahe. Das so häufige ungleichartige Verhalten der beiden Regressionslinien eines und desselben Merkmalpaares in Bezug auf verschiedene Individuengruppen dürfte mit der Charakterisierung der letzteren durch seine Variantenkombinationen in engerem Zusammenhang stehen; ein näheres Eingehen auf diesen Gegenstand muß ich mir für eine andere Gelegenheit vorbehalten.

## 6. Lokalform und Rasse.

Die Untersuchung einiger größerer Individuenreihen von Schollen verschiedener Herkunft auf gewisse, vom Alter und Geschlecht unabhängige Zählungsmerkmale ergab:

1. individuelle Variation aller untersuchten Merkmale innerhalb der einzelnen Individuengruppen,
2. sehr erhebliche Unterschiede der Schollen der südwestlichen Ostsee gegenüber denen der Nordsee,
3. viel kleinere, aber immer noch merkliche Verschiedenheiten der Nordseeschollen verschiedener Fundorte dergestalt, daß die Scholle der südwestlichen Nordsee eine Zwischenstellung zwischen derjenigen von Helgoland und der von O.-Schottland einnimmt. In drei von sechs Merkmalen (Wirbelzahlen, Strahlzahl der linken Brustflosse) divergiert sie stärker von der ersteren, in den drei weiteren (Strahlzahlen der Kielflossen und der rechten Brustflosse) von der letzteren.

Ein Rassengegensatz ist unverkennbar zwischen der Ostsee- und der Nordseescholle. Die sehr beträchtliche Divergenz und das Verhalten der Regression aller untersuchten Merkmale repräsentieren Unterschiede, die schon bei flüchtiger Betrachtung im Habitus der Tiere zum Ausdruck gelangen. Zu der Eigenart der in dieser Arbeit berücksichtigten Merkmale kommt noch die geringe Größe des „Goldbutts“, d. i. der Ostseescholle (geschlechtsreife Weibchen von ca. 18 cm an), und

das Auftreten einer oft sehr ausgedehnten ktenoiden Beschuppung der geschlechtsreifen Männchen<sup>1)</sup> hinzu, wie sie bei den weit größeren Exemplaren des Kattegats und der Nordsee nicht annähernd so stark wiedergefunden wird. Auch dem Verständnis eines solchen Rassegegensatzes stellen sich keine Schwierigkeiten entgegen, da bekannt ist, daß der Goldbutt in der westlichen Ostsee überall jenseits der 20 m-Tiefenlinie laicht<sup>2)</sup> und, abgesehen von kleineren Weidewanderungen, daselbst ein Standfisch ist.

Nun sieht KEILHACK in den weit unbedeutenderen Verschiedenheiten der Lokalformen der Nordsee ebenfalls Rasseeigentümlichkeiten, d. h. er nimmt an, daß die morphologischen Differenzen dieser verschiedenen Formengruppen durch ungleiche Abstammung zu erklären sind. Er schließt daher auch von den Unterschieden der Lokalformen auf verschiedene Laichplätze derselben.

Unter einer Lokalform verstehe ich eine Gemeinschaft von Individuen derselben Spezies, welche sich an demselben Fundort aufhalten und von gleichzeitig lebenden Individuengemeinschaften dieser Spezies anderer (näherer oder entfernterer) Fundorte dauernd morphologisch unterscheiden. Unter einer Rasse verstehe ich eine Gemeinschaft von Individuen derselben Spezies, welche untereinander blutverwandt sind und sich, unabhängig von ihrem Aufenthaltsort, durch mehrere Generationen hindurch von anderen in sich blutverwandten Stämmen dieser Spezies in gleichem Sinne morphologisch unterscheiden. Beiden Begriffen gemeinsam ist also die morphologische Verschiedenheit der verglichenen Individuengruppen: ihr Unterschied liegt in der lokalen, im Gegensatz zur erblichen, Bedingtheit dieser Verschiedenheiten.

In der vorliegenden Arbeit sind nur drei Gruppen von Nordseeschollen berücksichtigt, die sich als Zwischenstufen zweier extremer Gegensätze — hohe gegenüber niedrigen Zahlen der Rumpfwirbel, der After- und der Brustflossenstrahlen — charakterisieren und in ihrem gegenseitigen Verhalten der geographischen Lage ihrer Fundorte entsprechen. Große Strecken des Küsten- wie des Hochseegebiets der Nordsee sind dabei außer acht gelassen, von ersterem z. B. die ganze Südküste von der Wesermündung bis Helder, im Westen die englische Küste von Lowestoft bis St. Andrews, sowie die gesamte Ostküste nördlich von Helgoland. Es fragt sich also, ob außer den drei hier besprochenen Formen nicht noch andere existieren.

<sup>1)</sup> G. DUNCKER, Variation und Verwandtschaft von *Pleuronectes flesus* L. und *Pl. platessa* L., untersucht mittelst der HEINCKESchen Methode. Wissensch. Meeresunters., N. F., 1895, Bd. I, H. 2, p. 17.

<sup>2)</sup> H. HENKING und E. FISCHER, Die Scholle und Flunder im Ostseegebiet. Protok.-Abdr. e. a. 12. VI. 12 i. Minist. f. Landw. usw. Konferenz. p. 9.

Von zwei weiteren Punkten konnte ich wenigstens an unzureichendem Material noch einige hierher gehörige Bestimmungswerte feststellen, die ich mit denen der Tabelle 4a zu vergleichen bitte. Ihnen füge ich einige Zählungen an Schollen des Kattegats (im hiesigen Handel sog. „dänische Schollen“) hinzu.

Merkmale	Grimsby (KYLE)		Silverpit (KEILH.) <sup>1)</sup>		Kattegat (D.)	
	A	c	A	c	A	c
Rumpfwirbel . . . . .	12,942	0,324	12,909	0,287	12,875	0,509
Schwanzwirbel . . . . .	30,075	0,565	30,116	0,645	30,050	0,630
Afterflosse . . . . .	53,983	1,919	53,752	1,848	54,725	2,439
Rückenflosse . . . . .	72,517	2,620	72,603	2,475	72,750	3,238
Linke Brustflosse . . .	10,908	0,671	—	—	9,846	0,769
Rechte „ . . . . .	11,328	0,699	—	—	10,250	0,968
<i>n</i>	60 ♂ + 60 ♀		41 ♂ + 80 ♀		12 ♂ + 28 ♀	

Die Mittelwerte der 120 Schollen von Grimsby nehmen in allen sechs Merkmalen ausnahmslos eine Zwischenstellung zwischen denen der Gruppe III und IV ein, wie sie den geographischen Lagebeziehungen der Fundorte entspricht. Von den vier Mittelwerten der Schollen vom Silverpit liegt der der Rumpfwirbelzahl zwischen denen der Gruppen II und III, der der Strahlzahl der Rückenflosse zwischen denen der Gruppen III und IV; die mittlere Strahlzahl der Afterflosse bleibt bei ihnen noch etwas hinter dem Helgolander Wert zurück; der Mittelwert der Schwanzwirbelzahl ist ein wenig höher als bei irgendeiner der übrigen untersuchten Nordseeformen. Diese Resultate lassen sich also nicht in das Schema unserer bisherigen Befunde einreihen, z. T. wohl aus dem Grunde, daß sie an zu kleinem Material gewonnen wurden. Ähnlich liegen die Dinge bei KEILHACKS 157 Schollen von der Doggerbank (l. c. Tabelle II und VIII), die sich auf elf Fänge von verschiedenen Zeiten und Örtlichkeiten verteilen.

(Sehr abweichend von denen der Nordseeschollen verhalten sich die Mittelwerte der 40 Kattegatexemplare, die sich durch auffällige Körperhöhe auszeichneten: die der Wirbelzahlen liegen zwischen denen der Ostsee- und der Nordseeschollen, die der Strahlzahlen der Kiefflossen sind höher als selbst bei dem ost-schottischen Material, während die der Strahlzahlen der Brustflossen noch hinter den bei der Ostseegruppe gefundenen zurückbleiben.)

Immerhin ergibt sich aus den Zahlen, daß die Schollen der Nordsee keineswegs nur einigen wenigen ausgeprägten und scharf voneinander

<sup>1)</sup> l. c. p. XXXIII—XXXV, Tab. VI.

unterscheidbaren Lokalformen angehören<sup>1)</sup>. Vielmehr erhält man den Eindruck, daß an den verschiedenen Punkten der Nordsee prozentual ungleichartige Mischungen zweier (oder mehrerer?) Formengemeinschaften angetroffen werden, von denen in einer Gegend die eine, in einer anderen die andere überwiegt.

Der Gedanke an Mischbevölkerungen bei den offenbar zahlreichen, aber wenig voneinander verschiedenen Lokalformen der Nordseescholle gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn man die verschiedenen Wanderungen derselben während ihres Lebenszyklus in Betracht zieht. Dies sind wesentlich drei: die Wanderung der noch symmetrischen, pelagisch lebenden Larven von den jenseits der 40 km-Tiefenlinie liegenden Laichplätzen an den flachen, sandigen Strand der Küste, das allmähliche Vordringen der einzelnen Jahrgänge der asymmetrischen, grundbewohnenden Schollen vom Strande weg in immer größere Wassertiefen und die alljährliche Wanderung der geschlechtsreifen Tiere von ihren Weidegründen zu den Laichplätzen und zu den ersteren zurück.

Nach HEINCKE<sup>2)</sup> sind in der Nordsee sechs getrennte Laichgebiete bekannt: ein hauptsächlich in der südwestlichen Nordsee, speziell in der sog. „Tiefen Rinne“ vor dem östlichen Kanaleingang zwischen 51° und 53°; ferner zwei an der britischen Ostküste, das eine auf den Flamborough-Gründen (54° N), das andere in und vor dem Moray Firth (57° 50' N). Im Norden auf der Hochsee ist ein weiterer Laichplatz, die große Fischerbank (um 57° N und 4° O). Der fünfte, nicht eigentlich mehr zur Nordsee gehörig, ist das nördliche Kattegat. Der sechste endlich liegt in der südöstlichen Nordsee: ein nicht sehr ausgedehntes Gebiet im Nordwesten von Helgoland, vor der westholsteinischen Küste, nördlich vom 54. Breitengrad. Die Wichtigkeit der einzelnen Laichgebiete geht aus den dort pro Quadratmeter Oberfläche angetroffenen Eimengen hervor: an dem zuerst genannten 100—600 Eier, an dem letztgenannten nur 30, an den übrigen 30—60 Eier.

Zwischen diesen Laichplätzen finden sich gänzlich eileere Gebiete, wie das Skagerrak, die Region nördlich und nordwestlich zur großen Fischerbank zwischen dieser und der schottischen Küste und vor allem die zentral in der Nordsee belegene Doggerbank, die einer der wichtigsten Weide- und Fanggründe der Scholle ist. Die einzelnen Laichplätze liegen also fast völlig isoliert voneinander.

<sup>1)</sup> So dürfte es z. B. an dem vorliegenden Material kaum möglich sein, auf Grund der berücksichtigten Merkmale die 715 Schollen der Gruppe II und die 775 der Gruppe III, nach Eintragung der einzelnen Individualbeschreibungen auf besondere Karten und Mischung der letzteren, wieder in zwei ähnliche Gruppen auseinander zu sortieren.

<sup>2)</sup> F. HEINCKE, Untersuchungen über die Scholle. Generalbericht. Rapp. et Proc. Verb. Cons. Perman. Internat. pour l'Expl. de la Mer. Copenhague 1913. Vol. XVIIa. p. 17.

Wenn nun trotzdem getrennte Rassen der Nordseescholle nicht zu unterscheiden sind, wenn selbst bei räumlich weit voneinander entfernten Lokalformen der gemeinsame Variationsbereich ihrer unterscheidenden Merkmale stets weit mehr als 50% und die Divergenz der Lokalformen in ihnen bedeutend weniger als 0,6745 beträgt, so sind die Ursachen hierfür offenbar in den Wanderungen der geschlechtsreifen Schollen nach und der pelagischen Larven von den Laichplätzen zu suchen. Erstere finden selbstverständlich aktiv, d. h. durch die Eigenbewegung der Tiere, statt. Aber auch die letzteren sind, wie EHRENBAUM<sup>1)</sup> dargetan hat, keineswegs rein passiv, obgleich sie voraussichtlich durch die Stromverhältnisse beeinflußt werden.

Aus den einschlägigen Untersuchungen<sup>2)</sup> geht hervor, daß erwachsene Schollen im allgemeinen zwar keine sehr weiten Wanderungen unternehmen, sondern in der Regel den nächsten Laichplatz aufsuchen; vereinzelte Exemplare aber, und zwar besonders die größten, ziehen auch zu entfernter gelegenen. Hierdurch ist die erste Möglichkeit einer Mischung der Lokalformen gegeben. Ferner findet man zu den entsprechenden Zeiten (Februar bis April) Larven auch in solchen Gebieten der Nordsee, in denen Eier nicht angetroffen werden. Demnach zieht ein gewisser Prozentsatz der Larven nicht mit dem jeweiligen Hauptschwarm direkt zur nächstgelegenen Küste, sondern legt weitere Strecken in anderen Richtungen zurück, wie z. B. EHRENBAUM<sup>3)</sup> große Larven von dem bereits früh im Jahr belebten Laichplatz der „Tiefen Rinne“ zu einer Zeit bei Helgoland vorfand, zu welcher die hier geborenen noch bedeutend weniger weit entwickelt und dadurch von jenen unterscheidbar waren. Die einzelnen Küstenpunkte können mithin von Larven ungleicher Herkunft besiedelt werden.

Diese Umstände erklären zur Genüge, weswegen man scharf getrennte Lokalformen an den Küsten der Nordsee nicht antrifft: sie erklären aber nicht die tatsächlich vorliegende, wenn auch geringe Verschiedenheit der Schollen von verschiedenen Fundorten.

Schon bei den pelagischen Larven werden die Wirbel und die Kielflossenstrahlen in ihren definitiven Anzahlen entwickelt<sup>4)</sup>. Unterschiede in diesen können also nicht erst an den Aufenthaltsorten der grundbewohnenden Schollen erworben sein und jedenfalls nicht auf direkter

<sup>1)</sup> E. EHRENBAUM, Eier und Larven der im Winter laichenden Fische der Nordsee. II. Die Laichverhältnisse von Scholle und Flunder. Wissensch. Meeresunters., N. F., Abt. Helgoland 1910. Bd. IX, H. 2, p. 156.

<sup>2)</sup> A. REICHARD, Die deutschen Versuche mit gezeichneten Schollen. II. Bericht. Ibid. H. 1, p. 43; cf. auch p. 45—47.

<sup>3)</sup> l. c. p. 159.

<sup>4)</sup> E. EHRENBAUM, Eier und Larven von Fischen der deutschen Bucht. Wissensch. Meeresunters., N. F., Abt. Helgoland 1897, Bd. II, H. 1, p. 260 ff.

Abänderung derselben (Alteration) durch das umgebende Medium beruhen. Abgesehen von dem Mischungsverhältnis von Larven verschiedener Herkunft, über deren Übereinstimmung oder Verschiedenheit wir bis jetzt nichts wissen, sehe ich die einzige Erklärungsmöglichkeit jener lokalen Formdifferenzen in der Hypothese, daß unter den Individuen der symmetrischen oder bereits metamorphosierenden Larven mit definitiver Ausbildung der genannten Merkmale durch die lokalen Bedingungen ihres Anknüftortes eine Auslese in dem Sinne stattfindet, daß Individuen mit gewissen Varianten oder Variantenkombinationen dieser Merkmale unter bestimmten lokalen Verhältnissen eine bessere Lebenschance aufweisen als unter anderen. Demnach würde die Differenzierung der Lokalform während des Überganges des symmetrischen pelagischen zum asymmetrischen grundbewohnenden Stadium durch das vorwiegende Absterben der durch ihre individuellen Varianten benachteiligten Exemplare oder gleich nach demselben, also durch natürliche Selektion, erfolgen müssen, und die Richtigkeit der Hypothese durch den Vergleich der entsprechenden Entwicklungsstufen an einem und demselben Fundort kontrolliert werden können. Selbstverständlich bleibt bei dieser Annahme, ebenso wie eventuell bei einem ihr entsprechenden Befund, völlig dahingestellt, warum ein geringes Plus oder Minus der Wirbelzahlen oder der Zahlen der Flossenstrahlen unter gewissen Bedingungen von Vorteil, unter anderen von Nachteil ist. Derartige Differenzen können z. B. bloße Symptome für konstitutionelle Verschiedenheiten sein, wie solche ja auch vom Menschen bekannt sind, ohne daß sie selbst zur Ertragung der äußeren Bedingungen irgendwie als „nützlich“ oder „schädlich“ in Betracht kommen.

Zusammenfassend läßt sich über die Differenzierung der Nordseeschollen aussagen, daß sie in mehreren geringfügig verschiedenen Lokalformen auftreten, deren scharfe Abgrenzung unmöglich ist. Die eigenartigen Verhältnisse bei der Besiedelung der Küsten durch die Jungfische und bei den Laichwanderungen der geschlechtsreifen Tiere stehen einer Rassendifferenzierung der Lokalformen entgegen. Ferner widerspricht der Entwicklungsgrad der Larven zur Zeit ihrer Metamorphose der Annahme einer alterativen, d. h. durch nachträgliche Abänderung des einzelnen Individuums stattfindenden Anpassung des Gesamtbestandes an einzelne Fundorte. Somit bleibt als wahrscheinlichste Erklärung der Differenzierung des letzteren an den verschiedenen Fundorten die Annahme natürlicher Auslese, die sich bereits bei Tieren des ersten Jahrganges geltend macht und daher voraussichtlich dem Zeitpunkt der Metamorphose vom pelagischen zum grundbewohnenden Stadium naheliegt. Für den Schluß von der morphologischen Verschiedenheit der Lokalformen auf eine Verschiedenheit ihrer Laichplätze, wie KEILHACK ihm zieht, besteht jedenfalls kein genügender Anhalt.

Sehr erhebliche morphologische Differenzen finden sich zwischen den Schollen der Ostsee und der Nachbargebiete. Da die Ostseescholle überall auf genügenden Tiefen der westlichen Ostsee laicht, ohne eine nennenswerte Zuwanderung aus den Nachbargebieten zu erfahren, ist sie als eine selbständige, wenn auch noch sehr unvollkommen bekannte Schollenrasse anzusprechen.

---

## Anhangstabellen.

- Tabelle 1—3** . . . . . **Empirische Daten.**  
**Tabelle 4** . . . . . **Rechnungsergebnisse.**





Alter- klasse	Rücken- Höhe	1.	2a.	3.	4.	5.		6.	7.	8.		9.	10.	11.	12.	13.	
						♂	♀			♂	♀					♂	♀
46	61	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
46	64	..	1	..	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
46	65	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
46	66	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
47	61	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
47	62	..	..	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
47	63	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
47	64	..	1	..	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
47	65	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
47	66	..	2	1	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..
47	67	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
48	62	1	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
48	63	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
48	64	..	..	..	2	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..
48	65	..	..	1	1	..	..	..	..	1	..	1	..	..	..	..	..
48	66	..	3	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
48	67	1	..	2	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
48	70	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..
48	73	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..
49	63	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
49	64	..	4	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
49	65	..	1	1	1	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
49	66	..	2	..	3	..	..	1	..	..	1	..	..	..	..	..	..
49	67	..	2	3	1	..	1	1	1	1	..	..	..	..	..	..	..
49	68	..	..	..	2	..	..	1	1	..	1	1	..	..	..	1	..
49	69	..	1	..	4	..	1	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..
49	70	..	..	..	..	..	..	1	1	..	..	2	..	..	1	..	..
49	71	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..
49	72	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
49	73	..	..	..	..	..	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
50	64	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	2	..	1	..	..	..
50	65	..	1	..	..	..	..	..	1	..	..	..	1	..	..	..	..
50	66	1	2	..	1	2	2	1	..	2	1	..	..	..	..	..	..
50	67	..	3	2	..	1	1	1	..	1	3	..	1	..	1	..	..
50	68	..	1	2	1	..	1	1	..	3	..	1	..	..	..	..	..
50	69	1	1	..	..	2	1	1	1	..	4	1	1	..	1	..	..
50	70	1	1	3	2	1	..	..	..	..	1	..	..	..	3	..	..
50	71	..	..	..	1	..	..	3	..	..	..	..	2	..	2	..	..
50	72	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	1	..	..	..	..	..
50	73	..	..	..	..	..	..	..	..	..	2	1	..	..	..	..	..
51	64	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
51	65	..	1	1	..	..	..	1	..	..	..	1	..	..	..	..	..
51	66	..	2	..	1	1	1	..	..	1	..	..	..	..	1	1	..
51	67	1	2	..	4	1	2	..	..	1	1	..	2	..	3	1	..
51	68	1	5	1	..	5	3	1	3	1	..	4	2	1	..	..	1
51	69	..	1	..	3	5	4	2	3	1	2	2	..	2	1	2	1
51	70	1	..	..	1	3	5	2	3	3	2	4	3	1	2	2	1
51	71	..	..	..	..	1	6	1	..	..	3	3	3	..	..	1	1
51	72	..	..	1	1	1	1	2	..	..	2	3	1	1	..	..	1
51	73	..	..	1	..	1	2	3	..	..	..	1	..	..	..	2	1
51	74	..	..	..	..	..	..	..	..	2	..	..	..	..	..	..	..
51	77	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..
52	65	..	1	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..
52	66	..	..	1	..	..	1	..	1	..	..	..	..	..	..	1	..
52	67	..	1	..	..	1	..	1	..	..	2	2	1	..	2	1	1
52	68	..	1	..	2	2	7	1	1	6	2	1	..	..	1	1	1
52	69	1	2	..	..	6	3	5	1	4	3	8	2	..	5	2	1

After- flüsse	Rüchen- flüsse	1.	2a.	3.	4.	5.		6.	7.	8.		9.	10.	11.	12.	13.	
						♂	♀			♂	♀					♂	♀
52	70	..	..	..	1	7	6	4	3	3	4	9	6	2	6	1	..
52	71	..	..	1	..	10	8	3	1	4	3	7	2	..	1	1	1
52	72	..	1	..	..	2	4	3	1	8	3	4	2	1	7	2	2
52	73	..	..	1	..	1	2	4	1	3	..	..	3	..	1	2	1
52	74	..	..	..	..	2	..	1	1	2	..	..	1	..	1	3	1
52	75	..	..	..	..	1	..	..	1	1	1	..	..	1	..	..	..
52	76	..	..	..	..	..	1	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..
52	77	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
53	65	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
53	67	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..
53	68	..	2	..	..	2	5	..	..	2	1	1	1	1	1	1	..
53	69	..	1	..	..	4	4	2	..	4	1	4	2	1	1	2	1
53	70	..	..	..	1	3	7	9	5	7	3	8	7	2	10	4	1
53	71	2	..	1	..	5	10	8	1	10	5	5	11	..	9	5	1
53	72	..	..	..	..	6	3	5	3	8	9	10	5	2	10	6	3
53	73	..	..	..	1	6	9	6	3	6	4	4	4	2	4	1	3
53	74	..	..	..	..	8	5	5	3	5	1	3	3	..	3	..	1
53	75	..	..	..	..	2	4	2	..	..	3	..	..	..	1	2	..
53	76	..	..	..	..	2	2	1	..	1	..	..	3	..	1	..	..
53	77	..	..	..	..	1	..	..	1	..	1	..	1	..	..	..	..
53	78	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..
54	67	..	..	..	..	..	..	..	1	..	1	1	..	..	1	..	..
54	68	..	..	..	..	1	1	..	..	1	..	..	..	..	1	..	..
54	69	..	..	..	..	1	1	2	1	..	2	1	..	..	1	2	1
54	70	..	..	..	..	5	5	2	1	3	1	3	3	2	4	4	1
54	71	..	..	..	1	4	4	8	..	8	4	6	5	2	6	2	4
54	72	..	..	..	..	6	11	7	..	14	6	9	4	6	7	2	2
54	73	..	..	1	..	10	10	7	2	18	8	4	5	..	1	4	1
54	74	..	..	..	..	8	5	2	2	10	6	3	9	3	2	2	2
54	75	..	..	..	..	4	..	2	2	2	5	3	2	2	6	..	3
54	76	..	..	..	..	2	1	1	1	2	..	1	..	1	..	..	..
54	77	..	..	..	..	1	2	1	1	1	..	..	3	..	..	1	..
54	78	..	..	..	..	..	1	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..
54	80	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..
55	65	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
55	67	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..
55	68	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
55	69	..	..	..	..	1	..	..	1	..	..	..	..	..	2	1	..
55	70	..	..	..	..	2	2	..	1	1	..	2	1	..	..	2	..
55	71	..	..	..	..	4	4	5	1	5	2	5	3	1	1	5	2
55	72	..	..	..	..	4	2	4	2	3	4	3	7	1	9	3	..
55	73	..	..	..	3	3	8	8	1	7	5	6	7	1	5	7	2
55	74	..	..	..	..	9	7	6	6	11	6	4	5	..	10	1	2
55	75	..	..	..	..	3	7	1	1	4	3	6	5	..	5	1	3
55	76	..	..	..	..	1	2	1	3	6	3	2	4	3	2	..	..
55	77	..	..	..	..	1	1	..	..	1	1	6	..	1	..	1	..
55	78	..	..	..	..	2	..	..	1	..	..	..	..	1	1	..	..
55	79	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..
55	80	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..
56	70	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	2	..	1	..	..
56	71	..	..	..	..	4	..	1	..	..	2	3	1	..	3	..	2
56	72	..	..	..	..	4	6	5	1	2	2	3	1	2	3	..	..
56	73	..	..	..	..	1	5	1	2	1	..	4	1	..	3	6	3
56	74	..	..	..	..	3	10	3	2	3	2	3	3	1	5	4	3
56	75	..	..	..	..	4	4	3	2	10	3	3	4	2	6	5	1
56	76	..	..	..	..	2	5	1	3	5	4	2	7	1	5	3	1
56	77	..	..	..	..	2	2	..	1	6	1	3	1	..	5	..	1

After- flosse	Rücken- flosse	1.	2a.	3.	4.	5.		6.	7.	8.		9.	10.	11.	12.	13.	
						♂	♀			♂	♀					♂	♀
56	78	..	..	..	..	..	1	2	1	1	..	2	1	..	2	1	1
56	79	..	..	..	..	..	1	..	..	..	2	..	..	..	..	..	..
57	70	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..
57	71	..	..	..	..	..	..	2	..	..	..	..	..	..	1	..	..
57	72	..	..	..	..	..	..	1	..	2	..	..	..	..	..	..	1
57	73	..	1	..	..	..	..	2	..	2	..	2	..	2	1	1	1
57	74	..	..	..	..	2	..	3	1	3	..	3	1	..	2	..	..
57	75	..	..	..	..	..	2	1	..	2	1	1	1	1	4	3	..
57	76	..	..	..	..	..	2	1	1	4	..	1	2	..	3	1	..
57	77	..	..	..	..	1	1	7	2	3	2	2	1	..	3	1	..
57	78	..	..	..	..	..	1	..	2	1	1	1	2	..	1	2	..
57	79	..	..	..	..	1	2	1	..	..	..	1	..	..	..	..	..
57	80	..	..	..	..	..	2	..	..	1	1	..	..	..	..	..	..
58	72	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	1	..	..	..	..	1
58	73	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	1	..	..
58	74	..	..	..	..	1	2	..	..	..	1	..	1	..	..	1	1
58	75	..	..	..	..	2	..	..	..	2	..	1	..	2	1	..	..
58	76	..	..	..	..	2	..	..	..	3	1	..	..	2	..	1	..
58	77	..	..	..	..	..	1	1	1	..	..	..	1	..	2	1	1
58	78	..	..	..	..	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1
58	79	..	..	..	..	..	..	..	1	3	..	..	1	..	..	1	1
58	80	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1
59	72	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..
59	74	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
59	75	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	1	1	1
59	76	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
59	77	..	..	..	..	1	1	..	1	1	1	..	..	..	1	2	..
59	78	..	..	..	..	2	1	..	..	..	..	1	..	2	..	..	..
59	79	..	..	..	..	1	2	1	..	..	..	..	..	2	..	..	1
60	76	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..
60	78	..	..	1	..	..	..	1	..	..	1	..	..	..	..	..	..
60	79	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
60	80	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	2	..
60	81	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..
61	75	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1
61	81	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
61	82	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..
<i>n</i>		11	55	33	47	199	244	185	87	250	155	200	170	54	200	121	72

c) Strahlzahl der linken und der rechten Brustflosse.

linke Brust- flosse	rechte Brust- flosse	1.	2a.	3.	4.	6.	7.	9.	10.	11.	12.
[5]	[8]	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..
[5]	12	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1
8	9	1	1	1	..	..	..	..	..	..	..
8	10	..	..	..	1	..	..	..	1	..	..
8	11	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..
8	12	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..

linke Brust- flosse	rechte Brust- flosse	1.	2a.	3.	4.	6.	7.	9.	10.	11.	12.
9	9	1	6	2	..	..	4	1	..	..	..
9	10	..	8	4	5	4	3	4	2	..	..
9	11	1	1	1	..	1	4	2	1	1	3
9	12	..	1	..	..	1	..	..	..	..	1
10	[7]	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..
10	[8]	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..
10	9	..	..	1	2	..	..	..	2	..	..
10	10	2	12	5	12	16	13	8	5	2	8
10	11	..	10	5	10	43	24	40	21	4	26
10	12	..	2	..	..	5	1	4	1	2	3
10	13	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..
11	[6]	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..
11	[8]	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..
11	9	..	..	..	..	2	..	1	..	..	1
11	10	4	1	1	2	8	1	3	4	..	1
11	11	1	5	9	10	50	20	76	64	18	48
11	12	..	1	..	4	28	13	31	32	12	74
11	13	..	1	..	..	1	..	..	1	..	2
12	[8]	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..
12	10	..	..	..	..	..	1	1	1	..	..
12	11	..	..	1	..	6	1	7	4	1	..
12	12	..	2	2	1	12	2	13	28	11	27
12	13	..	..	..	..	4	..	3	..	1	3
13	12	..	..	..	..	..	..	2	..	1	1
13	13	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..
14	12	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1
?	11	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..
?	?	..	..	1	..	3	..	..	..	..	..
<i>n</i>		11	55	33	47	185	87	200	170	54	200

Tabelle 2.

## Kombinationsschemata

a) der Zahl der Schwanzwirbel und der Afterflossenstrahlen,  
 b) der Wirbelsumme und der Strahlzahl der Rückenflosse  
 für die drei Gruppen des Nordseematerials.

## II. Helgoland.

a)

Afterflosse.

		45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	Σ
Schwanzwirbel	28	..	..	..	..	..	..	2	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	2
	29	..	..	..	..	2	4	16	18	25	14	15	10	2	2	..	..	..	108
	30	1	..	..	3	8	13	37	55	91	72	52	48	27	9	7	1	1	425
	31	..	..	..	..	3	3	7	25	21	36	28	20	8	5	7	1	..	164
	32	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	1	2	1	..	..	..	..	5
Σ	1	..	..	3	13	20	62	98	137	123	96	80	38	16	14	2	1	704	
?	..	..	..	..	..	..	1	1	2	3	1	2	1	..	..	..	..	11	

b)

Rückenflosse.

		64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	Σ
Wirbelsumme	40	..	..	..	1	..	..	1	..	1	..	..	..	1	..	..	..	..	..	4
	41	..	..	..	..	1	1	2	3	5	2	..	1	..	..	..	..	..	..	15
	42	..	2	5	6	10	15	21	25	17	12	14	9	9	4	2	1	..	..	152
	43	1	1	5	5	20	32	44	55	41	62	55	30	20	15	11	7	2	1	407
	44	..	..	..	2	5	3	8	8	18	22	22	8	4	12	6	4	..	..	122
45	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	1	..	1	..	1	..	4	
Σ	1	3	10	14	36	51	77	91	82	98	91	48	35	31	20	12	3	1	704	
?	..	..	..	..	..	1	3	..	1	3	2	1	..	..	..	..	..	..	11	

## III. SW.-Nordsee.

a)

Afterflosse.

		47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	Σ
Schwanz- wirbel	28	..	..	..	..	..	..	..	..	1	1	..	..	..	..	..	2
	29	..	..	1	10	11	11	16	20	14	4	4	1	..	1	..	93
	30	1	2	6	15	27	68	107	111	89	56	29	11	..	..	..	522
	31	..	..	..	4	9	17	21	24	27	30	9	9	3	1	1	155
	32	..	..	..	..	..	1	..	..	..	2	..	..	..	..	..	3
Σ	1	2	7	29	47	97	144	155	131	93	42	21	3	2	1	775	

b)

Rückenflosse.

		64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	Σ
Wirbelsumme	41	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	1	..	1	..	..	..	..	..	..	3
	42	2	..	..	7	12	8	18	19	18	14	15	5	6	6	..	..	..	..	..	130
	43	..	4	6	9	11	25	53	71	76	67	65	45	37	16	10	6	1	..	1	503
	44	..	..	..	3	4	9	8	13	22	18	15	12	9	13	8	1	2	..	..	137
	45	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	1
	46	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1
Σ	2	4	6	19	28	42	79	103	116	100	95	63	52	37	18	7	3	..	1	775	

## IV. O.-Schottland.

a)

Afterflosse.

		45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	Σ	
Schwanz- wirbel	29	..	..	..	..	..	3	4	12	9	5	9	8	2	1	..	..	..	..	53
	30	1	..	..	..	2	5	21	35	58	58	51	45	20	13	6	1	1	..	317
	31	..	..	..	..	..	..	1	4	11	9	15	17	5	7	5	2	..	..	76
	32	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	1
Σ	1	..	..	..	2	8	26	51	78	72	75	70	28	21	11	3	1	..	447	

b)

Rückenflosse.

		64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	Σ
Wirbelsumme	41	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1
	42	1	..	1	4	2	9	4	11	7	11	5	3	2	3	..	..	..	..	63
	43	..	1	2	5	8	15	42	36	56	31	37	33	15	15	12	2	..	1	311
	44	..	..	..	..	..	2	4	4	8	13	10	13	6	2	3	3	3	..	71
	45	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1	..	..	..	..	..	1
Σ	1	1	3	9	10	26	50	51	71	56	52	49	24	20	15	5	3	1	..	447

Tabelle 3.

## Variationsreihen

der sechs untersuchten Merkmale (a, b, d, e, g, h), abzuleiten aus Tab. 1a—1c, unter Nichtberücksichtigung der [lecktig] eingeklammerten Varianten in Tab. 1c, ferner

c) Summenreihen der Wirbelzahlen.

f) Differenzreihen der Strahlzahl der Rücken- minus der der Afterflosse,

i) Differenzreihen der Strahlzahl der rechten minus der der linken Brustflosse für die vier Gruppen des gesamten Materials.

	Zahl der													c) Wirbelsumme.						n
	a) Rumpfwirbel.						b) Schwanzwirbel.													
	10	11	12	13	14	27	28	29	30	31	32	39	40	41	42	43	44	45	46	
I. SW.-Ostsee.....	..	2	49	85	6	1	5	51	71	13	1	1	0	19	65	47	9	1	..	142
II. Helgoland.....	1	7	117	571	8	..	2	108	425	164	5	..	4	15	152	407	122	4	..	704
III. SW.-Nordsee.....	..	..	..	73	687	15	..	2	93	522	155	3	..	..	3	130	503	137	1	775
IV. O.-Schottland.....	..	..	..	28	408	11	..	..	53	317	76	1	..	..	1	63	311	71	1	447

## d) Strahlzahl der Afterflosse.

	Strahlzahl der Afterflosse.													n							
	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54		55	56	57	58	59	60	61
I. SW.-Ostsee.....	1	0	0	2	6	12	15	28	25	29	14	9	2	1	0	1	0	0	1	..	146
2b. Niendorf 1904....	..	..	1	5	14	26	37	48	35	24	17	5	5	1	..	..	..	..	..	..	218
I. SW.-Ostsee.....	1	0	1	7	20	38	52	76	60	53	31	14	7	2	0	1	0	0	1	..	364
II. Helgoland.....	..	..	..	1	0	0	3	13	20	63	99	139	126	97	82	39	16	14	2	1	715
III. SW.-Nordsee.....	..	..	..	..	..	1	2	7	29	47	97	144	155	131	93	42	21	3	2	1	775
IV. O.-Schottland.....	..	..	..	1	0	0	0	2	8	26	51	78	72	75	70	28	21	11	3	1	447

e) Strahlzahl der Rückenflosse.

	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	n	
I. SW.-Ostsee . . . . .	3	4	4	16	14	21	24	18	15	11	6	4	5	0	0	0	0	1	..	..	..	..	..	146
II. Helgoland . . . . .	..	..	..	1	3	10	14	36	52	80	91	83	101	93	49	35	31	20	12	3	1	..	..	715
III. SW.-Nordsee . . . . .	..	..	..	2	4	6	19	28	42	79	103	116	100	95	63	52	37	18	7	3	0	1	..	775
IV. O.-Schottland . . . . .	..	..	..	1	1	3	9	10	26	50	51	71	56	52	49	24	20	15	5	3	1	..	..	447

f) Differenzen der Strahlzahl der Rücken- minus der Afterflosse.

	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	n
I. SW.-Ostsee . . . . .	1	0	1	3	8	16	22	27	28	18	16	4	1	1	..	..	..	146
II. Helgoland . . . . .	..	..	..	4	11	29	75	101	134	132	105	62	33	16	8	3	2	715
III. SW.-Nordsee . . . . .	..	..	1	2	9	28	68	113	148	159	122	74	26	20	3	1	1	775
IV. O.-Schottland . . . . .	..	..	..	2	10	22	43	73	89	75	72	36	19	5	0	1	..	447

Strahlzahl der Brustflossen

g) links. h) rechts.

	8	9	10	11	12	13	14	n	9	10	11	12	13	n
I. SW.-Ostsee . . . . .	4	33	62	39	6	..	..	144	15	57	57	13	1	143
II. Helgoland . . . . .	..	17	103	123	26	..	..	269	6	16	149	62	6	269
III. SW.-Nordsee . . . . .	3	10	82	214	58	2	..	369	4	29	217	112	4	366
IV. O.-Schottland . . . . .	..	5	45	156	43	3	1	253	1	11	101	134	7	254

i) Differenzen der Strahlzahl der rechten minus der linken Brustflosse.

	-2	-1	0	1	2	3	4	n
I. SW.-Ostsee . . . . .	..	12	70	50	10	1	..	143
II. Helgoland . . . . .	3	16	117	119	12	2	..	269
III. SW.-Nordsee . . . . .	3	22	195	133	10	1	1	365
IV. O.-Schottland . . . . .	2	4	115	120	11	1	..	253

Tabelle 4.

## Rechnungsergebnisse

a) Mittelwerte und Hauptabweichungen sämtlicher Variations-, Summen- und Differenzreihen der vier Untersuchungsgruppen (cf. Tab. 3):

a) Mittelwerte und

	Rumpfwirbel		Schwanz
	$A \pm E (A)$	$r \pm E (r)$	$A \pm E (A)$
I. SW.-Ostsee . . . . .	12,66901 $\pm$ 0,03272	0,57802 $\pm$ 0,02313	29,65493 $\pm$ 0,04251
II. Helgoland . . . . .	12,82102 $\pm$ 0,01131	0,44506 $\pm$ 0,00800	30,08807 $\pm$ 0,01644
III. SW.-Nordsee . . . . .	12,92516 $\pm$ 0,00796	0,32855 $\pm$ 0,00563	30,08258 $\pm$ 0,01411
IV. O.-Schottland . . . . .	12,96197 $\pm$ 0,00934	0,29292 $\pm$ 0,00661	30,05539 $\pm$ 0,01731

	Afterflosse <sup>1)</sup>		Rücken
	$A \pm E (A)$	$r \pm E (r)$	$A \pm E (A)$
I. SW.-Ostsee . . . . .	49,42033 $\pm$ 0,07669	2,16915 $\pm$ 0,05422	67,10274 $\pm$ 0,15771
II. Helgoland . . . . .	53,76643 $\pm$ 0,05501	2,18065 $\pm$ 0,03889	72,35804 $\pm$ 0,07376
III. SW.-Nordsee . . . . .	53,88645 $\pm$ 0,04860	2,00580 $\pm$ 0,03436	72,50194 $\pm$ 0,06826
IV. O.-Schottland . . . . .	54,34452 $\pm$ 0,06910	2,16591 $\pm$ 0,04886	72,70246 $\pm$ 0,08949

	Linke Brustflosse <sup>1)</sup>		Rechte
	$A \pm E (A)$	$r \pm E (r)$	$A \pm E (A)$
I. SW.-Ostsee . . . . .	10,06944 $\pm$ 0,04942	0,87918 $\pm$ 0,03494	10,49650 $\pm$ 0,04663
II. Helgoland . . . . .	10,58736 $\pm$ 0,03083	0,74971 $\pm$ 0,02180	11,05948 $\pm$ 0,03122
III. SW.-Nordsee . . . . .	10,86721 $\pm$ 0,02639	0,75163 $\pm$ 0,01866	11,22678 $\pm$ 0,02288
IV. O.-Schottland . . . . .	10,98814 $\pm$ 0,03028	0,71396 $\pm$ 0,02141	11,53150 $\pm$ 0,02724

- b) Gruppenvergleiche: Näherungswerte des Divergenzkoeffizienten<sup>1)</sup>; Differenzquotienten der Mittel, der Hauptabweichungen und der Korrelationskoeffizienten;  
 c) Korrelation und Regression.

<sup>1)</sup> In [eckigen] Klammern, soweit sie erheblich von den wahren Werten verschieden (cf. Texttabelle p. 218).

## Hauptabweichungen.

Wirbel	Wirbelsumme		n
	$A \pm E (A)$	$c \pm E (c)$	
$c \pm E (c)$			
$0,75102 \pm 0,03006$	$42,32394 \pm 0,04870$	$0,86031 \pm 0,03443$	142
$0,64682 \pm 0,01163$	$42,90909 \pm 0,01868$	$0,73487 \pm 0,01321$	704
$0,58223 \pm 0,00997$	$43,00774 \pm 0,01487$	$0,61377 \pm 0,01052$	775
$0,54260 \pm 0,01224$	$43,01790 \pm 0,01797$	$0,56334 \pm 0,01271$	447

Flosse <sup>2)</sup>	Differenzreihe der Rücken- und Afterflosse <sup>2)</sup>		n
	$A \pm E (A)$	$c \pm E (c)$	
$r \pm E (c)$			
$2,82535 \pm 0,11152$	$17,25342 \pm 0,11684$	$2,09308 \pm 0,08262$	<sup>1)</sup> 364 <sup>2)</sup> 146
$2,92430 \pm 0,05216$	$18,59161 \pm 0,05410$	$2,14468 \pm 0,03825$	715
$2,81740 \pm 0,04827$	$18,61548 \pm 0,04785$	$1,97514 \pm 0,03384$	775
$2,80517 \pm 0,06328$	$18,35794 \pm 0,06332$	$1,98469 \pm 0,04477$	447

Brustflosse <sup>2)</sup>	Differenzreihe der Brustflossen <sup>3)</sup>		n
	$A \pm E (A)$	$c \pm E (c)$	
$r \pm E (c)$			
$0,82677 \pm 0,03297$	$0,42657 \pm 0,04348$	$0,77088 \pm 0,03075$	<sup>1)</sup> 144 <sup>2)</sup> <sup>3)</sup> 143
$0,75920 \pm 0,02208$	$0,47212 \pm 0,03102$	$0,75427 \pm 0,02193$	269
$0,64904 \pm 0,01618$	$0,36164 \pm 0,02508$	$0,71051 \pm 0,01733$	<sup>1)</sup> 369 <sup>2)</sup> 366 <sup>3)</sup> 365
$0,64371 \pm 0,01926$	$0,54150 \pm 0,02806$	$0,66182 \pm 0,01984$	<sup>1)</sup> <sup>3)</sup> 253 <sup>2)</sup> 254

b) Gruppenvergleiche.

Gruppen- differenz	$\mathcal{J}_2 \pm E (\Delta_2)$	Dq		$\mathcal{J}_2 \pm E (\mathcal{J}_2)$	Dq		Dq ( $\rho$ )
		(A)	(v)		(A)	(v)	
	Rumpfwirbel.			Schwanzwirbel.			
II—I . . . . .	[0,1486 ± 0,0338]	4,39	— 5,43	0,3099 ± 0,0326	9,50	— 3,23	0,82
III—I . . . . .	[0,2825 ± 0,0371]	7,61	— 10,48	[0,3208 ± 0,0336]	9,55	— 5,33	— 0,03
IV—I . . . . .	[0,3364 ± 0,0391]	8,61	— 11,85	[0,3096 ± 0,0355]	8,72	— 6,42	— 0,25
III—II . . . . .	[0,1346 ± 0,0179]	7,53	— 11,91	[— 0,0045 ± 0,0178]	— 0,25	— 4,22	— 1,48
IV—II . . . . .	[0,1910 ± 0,0199]	9,61	— 14,66	[— 0,0275 ± 0,0201]	— 1,37	— 6,17	— 1,64
IV—III . . . . .	[0,0592 ± 0,0198]	3,00	— 4,10	[— 0,0242 ± 0,0199]	— 1,22	— 2,51	— 0,37
	Afterflosse.			Rückenflosse.			
II—I . . . . .	0,9991 ± 0,0217	46,05	0,17	0,9140 ± 0,0303	30,18	0,81	— 0,05
III—I . . . . .	1,0697 ± 0,0217	49,19	— 2,54	0,9568 ± 0,0305	31,42	— 0,65	0,90
IV—I . . . . .	1,1359 ± 0,0238	47,70	— 0,04	0,9945 ± 0,0322	30,88	— 0,16	0,75
III—II . . . . .	[0,0287 ± 0,0175]	1,64	— 3,37	[0,0251 ± 0,0175]	1,43	— 1,50	1,69
IV—II . . . . .	0,1330 ± 0,0203	6,55	— 0,24	[0,0601 ± 0,0202]	2,97	— 1,45	1,29
IV—III . . . . .	[0,1098 ± 0,0202]	5,42	2,68	0,0357 ± 0,0200	1,78	— 0,15	— 0,18
	Linke Brustflosse.			Rechte Brustflosse.			
II—I . . . . .	0,3180 ± 0,0358	8,89	— 3,14	0,3550 ± 0,0354	10,03	— 1,70	— 1,98
III—I . . . . .	0,4892 ± 0,0344	14,24	— 3,22	0,4948 ± 0,0352	14,06	— 4,84	— 2,23
IV—I . . . . .	0,5767 ± 0,0364	15,85	— 4,03	0,7039 ± 0,0367	19,16	— 4,79	— 1,38
III—II . . . . .	0,1864 ± 0,0270	6,90	0,07	[0,1188 ± 0,0275]	4,32	— 4,02	— 0,15
IV—II . . . . .	0,2738 ± 0,0295	9,27	— 1,17	[0,3365 ± 0,0295]	11,39	— 3,94	0,67
IV—III . . . . .	[0,0825 ± 0,0274]	3,01	— 1,33	0,2357 ± 0,0275	8,56	— 0,21	0,86

	Dq ( $\rho$ )	
	a	b
III—II . . . . .	0,30	— 1,28
IV—II . . . . .	1,98	1,16
IV—III . . . . .	1,75	2,32

- a) Korrelation der Zahl der Schwanzwirbel und der Afterflossenstrahlen.
- b) Korrelation der Wirbelsumme und der Strahlzahl der Rückenflosse.

## c) Korrelation und Regression.

Gruppe	$\rho \pm E(\rho)$	$A'_1$	$v'_1$	$A'_2$	$e'_2$
Zahl der Rumpf- (1) und der Schwanzwirbel (2).					
I . . . .	$-0,18198 \pm 0,05473$	$16,82258 \pm 0,14006 V_2$	0,56837	$32,65053 \pm 0,23645 V_1$	0,73848
II . . . .	$-0,13277 \pm 0,02497$	$15,56966 \pm 0,09135 V_2$	0,44111	$32,56194 \pm 0,19295 V_1$	0,64109
III . . . .	$-0,18354 \pm 0,02341$	$16,04087 \pm 0,10357 V_2$	0,32297	$34,28659 \pm 0,32526 V_1$	0,57234
IV . . . .	$-0,19775 \pm 0,03065$	$16,17057 \pm 0,10675 V_2$	0,28714	$34,80400 \pm 0,36631 V_1$	0,53189
Strahlzahl der After- (1) und der Rückenflosse (2).					
I . . . .	$0,68435 \pm 0,02968$	$12,40994 \pm 0,55794 V_2$	1,25489	$25,25962 \pm 0,83939 V_1$	1,53919
II . . . .	$0,68271 \pm 0,01347$	$16,92916 \pm 0,50910 V_2$	1,59338	$23,13336 \pm 0,91553 V_1$	2,13676
III . . . .	$0,71311 \pm 0,01191$	$17,07805 \pm 0,50769 V_2$	1,40616	$18,52620 \pm 1,00166 V_1$	1,97511
IV . . . .	$0,70947 \pm 0,01584$	$14,51872 \pm 0,54779 V_2$	1,52639	$22,76706 \pm 0,91887 V_1$	1,97690
Zahl der Schwanzwirbel (1) und der Afterflossenstrahlen (2).					
II . . . .	$0,16351 \pm 0,02471$	$27,48778 \pm 0,04837 V_2$	0,63812	$37,13071 \pm 0,55273 V_1$	2,15716
III . . . .	$0,17377 \pm 0,02350$	$27,36457 \pm 0,05044 V_2$	0,57337	$35,87817 \pm 0,59863 V_1$	1,97529
IV . . . .	$0,24058 \pm 0,03006$	$26,78055 \pm 0,06027 V_2$	0,52666	$25,18043 \pm 0,96035 V_1$	2,10229
Wirbelsumme (1) und Strahlzahl der Rückenflosse (2).					
II . . . .	$0,21928 \pm 0,02420$	$38,93886 \pm 0,05487 V_2$	0,71699	$34,75794 \pm 0,87637 V_1$	2,86551
III . . . .	$0,17609 \pm 0,02348$	$40,22649 \pm 0,03836 V_2$	0,60418	$37,73852 \pm 0,80831 V_1$	2,77337
IV . . . .	$0,26386 \pm 0,02968$	$39,16556 \pm 0,05299 V_2$	0,54338	$16,18243 \pm 1,31387 V_1$	2,70576
Strahlzahl der linken (1) und der rechten Brustflosse (2).					
I . . . .	$0,59475 \pm 0,03645$	$3,40839 \pm 0,63464 V_2$	0,70923	$4,88392 \pm 0,55736 V_1$	0,66465
II . . . .	$0,50030 \pm 0,03083$	$5,12348 \pm 0,49405 V_2$	0,64914	$5,69559 \pm 0,50663 V_1$	0,65735
III . . . .	$0,49417 \pm 0,02668$	$4,44490 \pm 0,57189 V_2$	0,65378	$6,58759 \pm 0,42701 V_1$	0,56493
IV . . . .	$0,52918 \pm 0,03053$	$4,22731 \pm 0,58639 V_2$	0,60580	$6,28216 \pm 0,47756 V_1$	0,54670

## Tafelerklärung.

**Tafel I.** Fig. A, B, C, D: Paare inhaltgleicher Normalkurven, die sich in verschiedener Weise partiell decken. Erklärung siehe im Text p. 210.

**Tafel II.** Regressionslinien:

Fig. 1: der Rumpf- auf die Schwanzwirbelzahl und der letzteren auf die erstere je für die Untersuchungsgruppen I—IV;

Fig. 2: der Strahlzahl der After- auf die der Rückenflosse und der letzteren auf die erstere je für die Gruppen I—IV;

Fig. 3: der Zahl der Schwanzwirbel auf die Strahlzahl der Afterflosse und der letzteren auf die erstere je für die Gruppen II—IV;

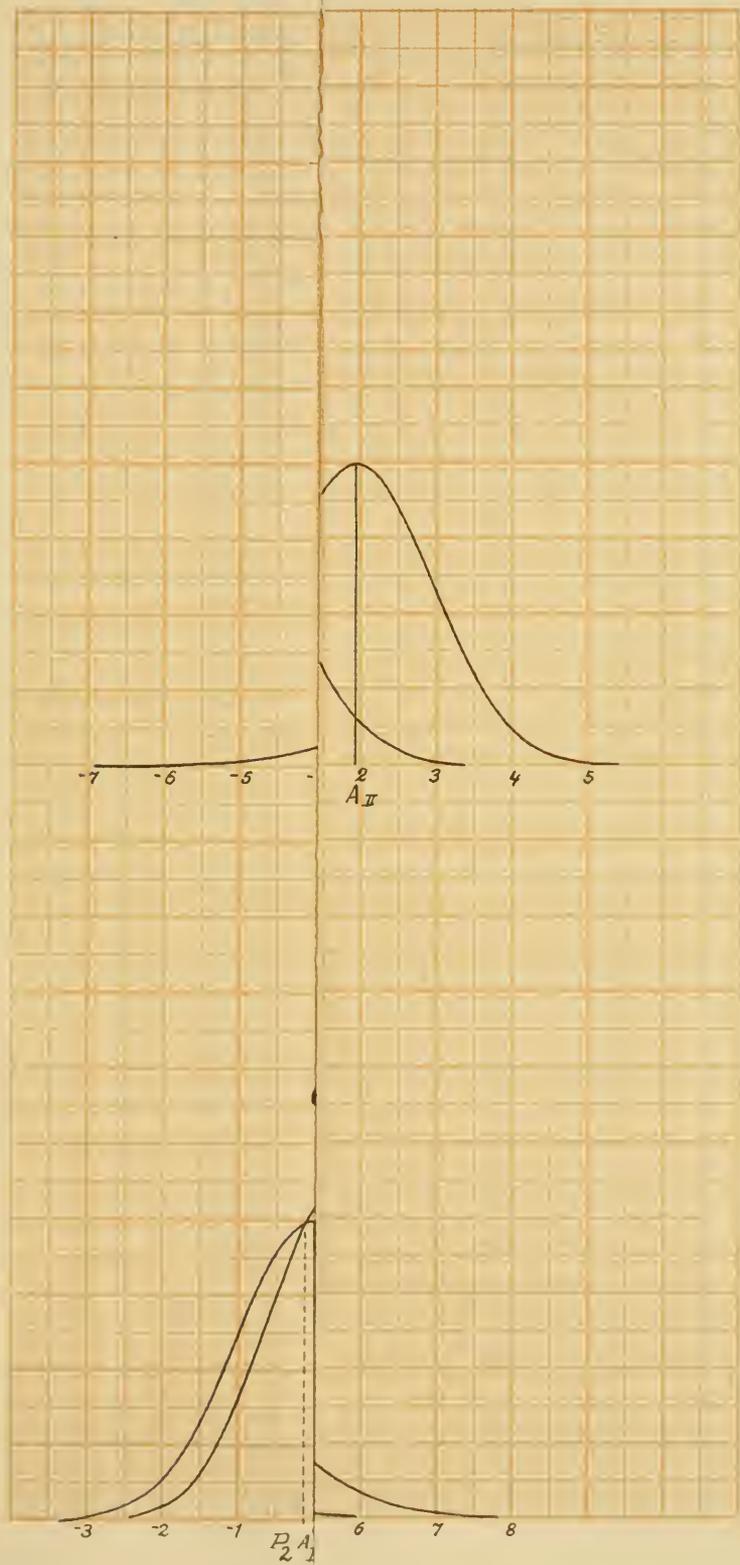
Fig. 4: der Wirbelsumme auf die Strahlzahl der Rückenflosse und der letzteren auf die erstere je für die Gruppen II—IV;

Fig. 5: der Strahlzahl der linken auf die der rechten Brustflosse und der letzteren auf die erstere je für die Gruppen I—IV.

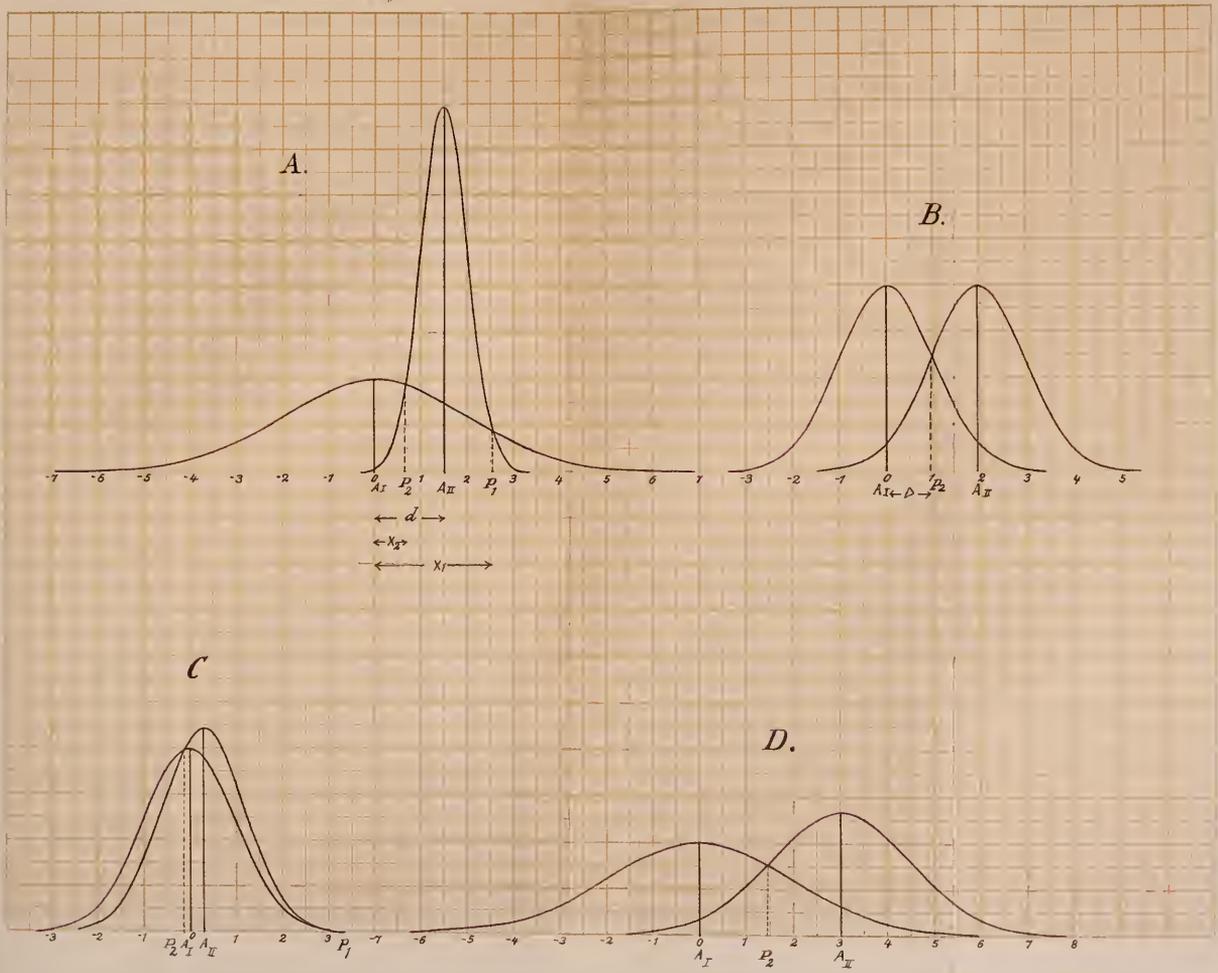
---

Über die Bedeutung der Regressionslinien siehe p. 224 des Textes.

---

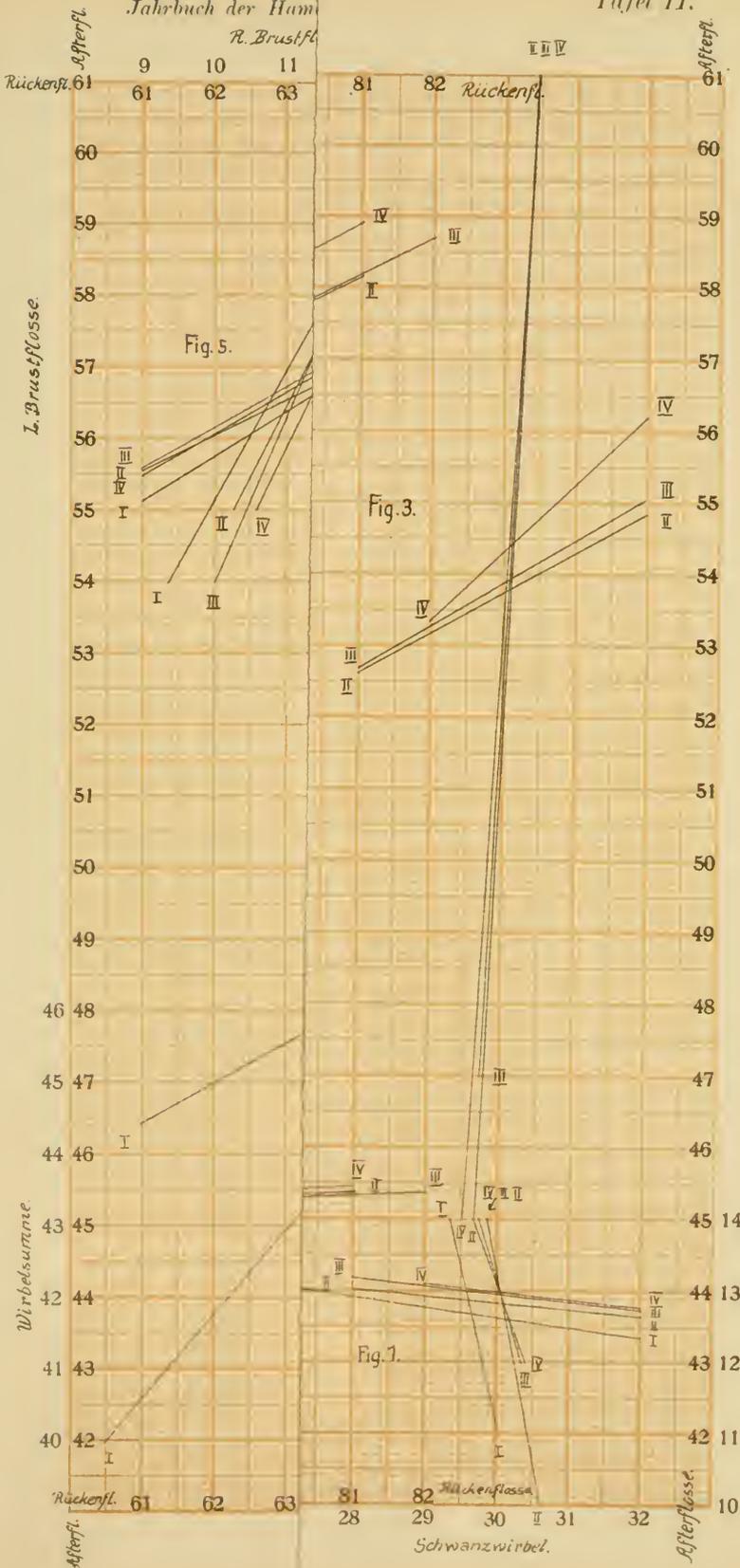








R. Brustfl.



I. Brustflosse

Wirbelsumme

Rückenfl.

Asterfl.

9 10 11  
61 62 63

81 82 Rückenfl.

III IV

Asterfl.  
61 60 59 58 57 56 55 54 53 52 51 50 49 48 47 46 45 44 43 42 41 40

Fig. 5.

Fig. 3.

Fig. 1.

Schwanzwirbel.

Rumpfwirbel.

Asterfl.

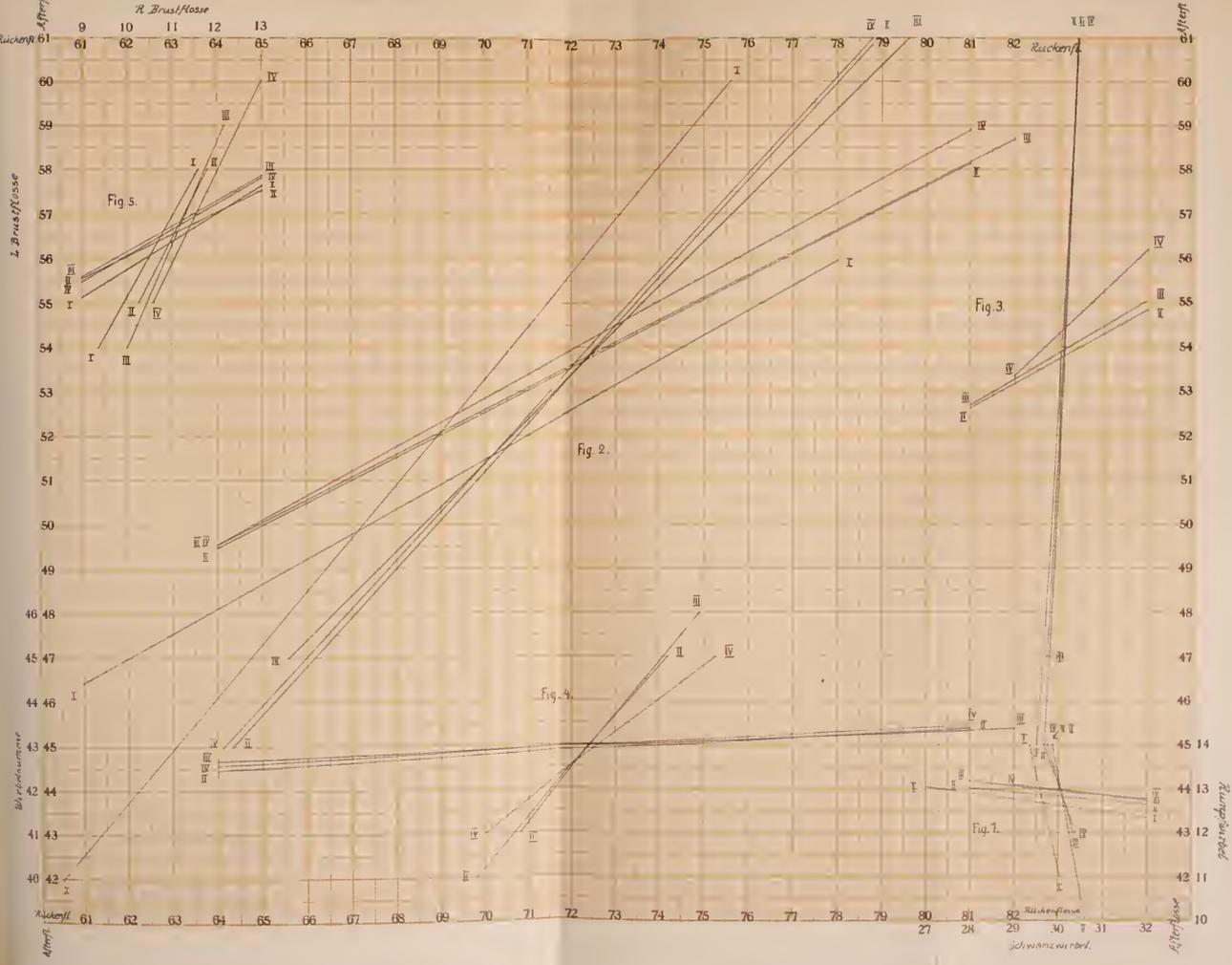
61 62 63

81 82

30 31 32

10







## Inhaltsübersicht.

### 1. Gegenstand der Untersuchung.

Material, Merkmale.

### 2. Methode.

Bestimmungswerte, ihre wahrscheinlichen Fehler und Differenzquotienten. — Wahrscheinliche Fehler von Frequenzen. — Divergenz von Individuengruppen und ihre Messung. — Der Divergenzkoeffizient und sein wahrscheinlicher Fehler. — Numerische Beispiele zum vorigen. — Korrelative Variation. — Rechkungskontrolle.

### 3. Sexuelle Verschiedenheiten der Merkmale.

### 4. Variation der Einzelmerkmale.

- a) Die Wirbelzahlen.
- b) Die Strahlzahlen der Kielflossen.
- c) Die Strahlzahlen der Brustflossen.
- d) Zusammenfassung.

### 5. Wichtigere korrelative Beziehungen der untersuchten Merkmale.

- a) Abdominale und kaudale Wirbelzahl.
- b) Strahlzahlen der beiden Kielflossen.
- c) Zahl der Schwanzwirbel und der Afterflossenstrahlen.
- d) Wirbelsumme und Strahlzahl der Rückenflosse.
- e) Strahlzahlen der beiden Brustflossen.
- f) Zusammenfassung.

### 6. Lokalform und Rasse.

Anhangstabellen.

Tafelerklärung.



# Die von Sekreträden gebildeten Fangapparate im Tierreich und ihre Erbauer.

Von *H. Lohmann* Hamburg.

Mit 16 Figuren im Text.

Unter Fangapparaten der Tiere verstehe ich im Folgenden solche Fangmittel, die erst nach ihrer Loslösung vom Körper des Tieres in Tätigkeit treten. Sie stehen dadurch im Gegensatz zu den vielfachen Fangorganen, welche die Tiere besitzen und die zum großen Teil als Cuticularbildungen nicht mehr aus lebendigem Zellmaterial, sondern aus Ausscheidungsprodukten von Drüsenzellen bestehen, obwohl sie in unmittelbarer und fester Verbindung mit dem lebenden Gewebe bleiben und ev. durch Muskeln bewegt werden. Auf die aus Fäden gebildeten Fangapparate beschränkt sich die vorliegende Studie, da ich ursprünglich von den Fangnetzen ausging und erst später die einfacheren fadenförmigen Apparate, die sich ihnen anschließen, auch in die Betrachtung hineinzog. So viel ich sehe, werden indessen kaum viele Fangapparate übrigbleiben. Von ungeformten Sekreten gehören allerdings streng genommen viele Giftstoffe hierher und auf jeden Fall der weiter unten (p. 258) erwähnte Schleim von *Vermetus*, der im Wasser ausgebreitet Beutetiere festhält und darauf vom Tiere verschluckt wird. Unter den geformten Sekreten würden vielleicht noch eine Reihe von stab- und pfeilförmigen Ausscheidungen hierher zu stellen sein, obwohl sie wohl wesentlich zur Abwehr benutzt werden. Alle diese Apparate haben aber keine weitere Entwicklung im Tierreiche erfahren, während die fadenförmigen Ausscheidungen zu einer ansehnlichen Reihe äußerst zweckmäßiger Konstruktionen verwendet worden sind.

Eine zusammenfassende Behandlung dieser Apparate, bei der zugleich auch die Erbauer und die Verhältnisse, unter denen die Fangapparate entstanden und ausgebildet wurden, besprochen werden, schien mir, da eine solche bisher vollständig fehlte, wünschenswert, vor allem auch deshalb, weil dadurch auf die Lücken unseres Wissens und die Notwendigkeit, viel mehr als bisher die lebenden Tiere in der Ausübung ihrer wichtigsten Lebensfunktionen unmittelbar und sorgfältig zu beobachten, hingewiesen werden konnte.

Ich untersuche zunächst die verschiedenen Ausbildungsweisen der Fangapparate und gehe dann zu den Erbauern derselben über.

Die allgemeine Kenntnis der Tiere wie der Apparate glaube ich als bekannt voraussetzen zu dürfen. Ein Literaturverzeichnis ist am Schlusse der Arbeit beigefügt.

## 1. Welcher Art sind die von Sekretfäden gebildeten Fangapparate im Tierreich?

Überblicken wir alle Fälle, in denen vom eigenen Körper ausgeschiedene oder von fadenziehenden Ausscheidungen desselben hergestellte Fäden von Tieren zum Einfangen ihrer Beute verwendet werden, so läßt sich leicht eine Stufenfolge in der Ausbildung der Fangweisen erkennen.

Im einfachsten Falle wird das Sekret auf das Opfer zugeschleudert und hindert dieses rein mechanisch oder auch durch chemische Wirkungen am Entfliehen. Das Tier schleudert nur das Sekret fort und wartet die Wirkung ab. Irgend eine Verarbeitung desselben zu besonderen Fangapparaten findet nicht statt. Im einfachsten Falle, wie bei manchen Tubellarien, kommt ein formloser fadenziehender Schleim zur Verwendung; in anderen Fällen wird das Sekret bereits in Form von Fäden ausgeschieden, so bei Borstenwürmern; bei den Coelenteraten endlich ist der einzelne Faden in einer besonderen Epithelzelle gebildet und von sehr kompliziertem und zweckentsprechendem Bau. Wir wollen diese Methode als die des Fadenschleuderns und das Fangwerkzeug als Schleuderrfaden bezeichnen.

Eine höhere Stufe wird erreicht, wenn die Fäden oder das fadenziehende Sekret nicht nur ausgestoßen, sondern nach dem Verlassen des Körpers noch in einer solchen Weise im Jagdgebiet des Tieres ausgespannt wird, daß das Fadenwerk die Beutetiere auf ihren Wanderungen hemmen und verstricken muß. Am bekanntesten sind die Netze der Spinnen, bei denen bald wie bei den Weberspinnen die Fäden ganz unregelmäßig gezogen werden, oder aber wie bei der Kreuzspinne nach einem ganz bestimmten System ausgespannt werden. EISIG bezeichnet in seiner Besprechung der Cuticularbildungen der Tiere (Die Capitelliden des Golfes von Neapel, in: Fauna und Flora d. G. v. Neapel, 1887, p. 324 u. ff.) schon die Masse der Schleuderrfäden, die auf eine Beute geworfen werden, als Fangnetz. Da das aber leicht zu Mißverständnissen führen kann, wollen wir hier unter Fangnetzen nur solche Fadenwerke verstehen, deren Fäden vom Tiere selbst ausgespannt sind. Streng genommen pflegt man unter Netzen sich ferner flächenhaft ausgebreitete Systeme sich schneidender Fäden vorzustellen, die deutliche Maschen zwischen sich lassen. Hiervon wollen wir indessen absehen und den Begriff so weit wie möglich fassen. Nur werden wir nach der Wirkungsweise verschiedene Gruppen von Fang-

netzen trennen müssen, und wir wollen die hier besprochenen „Fallstricknetze“ nehmen.

In strömendem Wasser kommt es zur Ausbildung von Seilnetzen, indem das Fadenwerk dem Strome entgegengestellt wird und entsprechend der Maschengröße alle Körper von einer bestimmten Größenordnung ab zurückhält, während das Wasser hindurchfiltriert. Bei Phryganidenlarven und Appendicularien finden wir solche Netze; aber ihr Bau ist in beiden Tiergruppen grundverschieden. Die ersteren sind benthonisch lebende Tiere; sie befestigen ihre Netze am Boden des Gewässers oder zwischen Zweigen und Blättern von grundständigen Wasserpflanzen und nutzen direkt die natürliche Bewegung des fließenden Wassers als Filtrationskraft aus. Die Copelaten dagegen sind Planktonorganismen und schweben als solche im Wasser; sie haben also weder Aufhängepunkte für ein im Wasser ruhig stehendes Netz, noch können sie überhaupt konstant strömendes Wasser, das für ihre Netze brauchbar wäre, im Meere finden. Daher setzen sie selbst vermöge ihres Schwanzes das Wasser, in dem sie schweben, in strömende Bewegung und treiben den selbst erzeugten Wasserstrom durch das Netz, das vor ihrem Körper, am Mundsäume befestigt hängt. Jene verfertigen mechanisch arbeitende, diese durch Muskelkraft getriebene Netze; jene sind an den Ort gebunden, diese führen ihr Netz im Wasser willkürlich von Ort zu Ort und können nahrungsreichere Gebiete aufsuchen, ohne das Netz im Stich zu lassen.

Wir würden also zu unterscheiden haben:

1. Schleuderfäden,
2. Fallstricknetze,
3. Standseilnetze,
4. Wanderseilnetze.

#### a) Schleuderfäden.

Die hauptsächlichsten Formen der Schleuderfäden sind bereits oben kurz angedeutet. Man wird sie am besten nach ihrer Bildungsweise unterscheiden in Fäden, die erst nach der Loslösung des Sekretes vom Körper geformt werden (Turbellarien) oder sogleich beim Austritt aus der Drüsenöffnung zu einem festen Faden erstarren (Spinnfäden der Gliedertiere) oder endlich schon in der Drüse oder der Drüsenzelle vor ihrer Entleerung fertig vorgebildet werden (Coelenteraten und Borstenwürmer?). Im letzteren Falle haben wir es mit geformten Sekreten zu tun, während sonst ungeformte Sekrete zur Verwendung kommen, die bei den Strudelwürmern überhaupt nicht feste Fäden bilden, bei den Arthropoden aber bei der Berührung mit Luft oder Wasser in der Fadenform erstarren, in die das spinnende Tier das Sekret ausgezogen hat.

Fadenziehender Schleim, der gerade durch diese Eigenart zum Fange der Beute benutzt wird, ist von Turbellarien beschrieben. So schreibt A. SCHNEIDER (Untersuchungen über Plathelminthen, 14. Ber. Oberhess. Gesellsch. Natur- und Heilkunde, Gießen 1873, p. 87—88), daß *Mesostomum ehrenbergi* und *tetragonum* denselben „in einer wahrhaft mörderischen Weise zum Fang kleiner und großer Tiere“ (kleine Lumbricinen, Entomostraken, Hydrachnen, Dipteren- und Notonectalarven) benutzen. „Die Entomostraceen ziehen sie allen anderen vor. So wie ihnen eins zu nahe kommt, geben sie ihm, und zwar auch denjenigen, welche sie nicht fressen wollen, einen leichten Schlag mit dem Vorderende, und sofort ist es mit Schleim bedeckt und bestrebt sich vergeblich zu entrinne. Man findet in den Gefäßen, worin man die Mesostomen aufbewahrt, einzelne und ganze Haufen von Daphniden und Cyclopiden an den Wänden und auf dem Boden durch den zuerst ganz unsichtbaren Schleim festgebannt. Mit den Notonectalarven lassen sie sich selbst nicht in diesen so leichten Kampf ein, sondern fangen sie in einem Netz, welches auf der Oberfläche und durch das Wasser gesponnen wird. Sind keine Notonectalarven im Gefäß, finden sich auch die Netze nicht.“ Auch in der Weise benutzen sie diese Eigenschaft, daß sie einen Faden an einer Lemna befestigen und sich daran, den Kopf nach unten, aufhängen. Oft findet sich eine ganze Gesellschaft in dieser Stellung.

Da fadenziehende Sekrete auch bei anderen räuberischen Tieren vorkommen, ist es sehr wohl möglich, daß auch sonst noch eine Verwendung zum Fang der Beute stattfindet. Doch ist mir keine weitere direkte Beobachtung bekannt. Erwähnen will ich aber noch, daß ROUGEMONT (Note sur le grand Vermet. Bull. Soc. Sc. Nat. Neuchâtel, t. 12, p. 94) beobachtet hat, wie *Vermetus* Schleimmassen absondert, eine Zeitlang schleierartig im Wasser ausgespannt hält und sodann samt allem, was daran kleben bleibt, verschluckt. Er deutet diesen Vorgang dahin, daß das Tier sich so seine Nahrung fängt. Ist diese Erklärung in der Tat richtig, dann gebraucht *Vermetus* das gleiche Mittel wie die Tunicaten, die in ihrer Kiemenhöhle die Schleimmassen der Endostylidrinse durch die Wimperbänder ausbreiten und mit Nahrung beladen in die Speiseröhre führen. Nur breitet die Schmecke, deren Mundhöhle ja nicht vom Atemwasser durchströmt wird, den Schleim außerhalb des Körpers aus.

Fadenförmig erstarrende Sekrete sind vor allem von den Arachnoideen und Insekten bekannt. Sie werden aber fast stets zum Spinnen benutzt, indem die Fäden weiter verarbeitet werden. Doch führt SIMROTH in seinem Abriß der Biologie der Tiere (Sammlung Göschen, II, p. 25) an, daß *Theridium triste* Ameisen, welche unter ihrem Versteck vorbeiwandern, mit Spinnmasse bewirft und so fängt.

Im allgemeinen aber wird die Jagd mit Fangfäden mit Fäden aus-

geführt, die bereits vor dem Gebrauch in den Drüsenzellen oder Drüsenschläuchen fertig vorgebildet sind. EISIG beschreibt in seiner großen Monographie über die Capitelliden des Golfes von Neapel (1887, p. 324 u. ff.) bei einer großen Zahl von Borstenwürmern Sekrete, die als Fadenbüschel aus den Drüsentaschen sich herauspräparieren lassen, im Wasser aber sofort gewaltig aufquellen und schleimige Häute bilden, die sicher zum Bau von Wohnröhren dienen, von EISIG aber zugleich als Fangmittel für Beutetiere betrachtet werden, weil diese Fadenwerke außerordentlich klebrig sind. Er spricht direkt von der Verwendung zum Bau von Fangnetzen; aber beobachtet scheint eine solche Benutzung nie zu sein. Das gleiche gilt auch von den Fadensekreteten der Holothurien, die wohl sicher als Schreckmittel anzusehen sind. Hier sind also Beobachtungen am lebenden Material sehr wünschenswert.

Zweifellos ausgezeichnete Fangapparate bilden die Fadenbildungen der Nesselkapseln (Fig. 1), die bei Coelenteraten ihre weiteste Verwendung finden, aber vereinzelt bei verschiedenen Tierklassen auftreten. Ihr Bau und ihre Funktion sind jedoch sehr mannigfaltig. MAAS schreibt z. B. im Handwörterbuch der Naturwissenschaften (Coelenterata, 1912, p. 668): „Von diesen Nesselkapseln gibt es verschiedenerlei Abänderungen, unter Umständen bei ein und derselben Spezies. Schon bei der gewöhnlichen Süßwasserhydra werden drei verschiedene Kapselsorten unter-

schieden, die auch im Gebrauch auseinandergehen: große ovale, deren Schläuche sich einbohren und die dadurch mechanisch festhalten, kleine mit vielen Spiralen, die sich um die Füße und chitinenen Borsten der zu fangenden Krabstierchen wickeln, also ebenfalls mechanisch wirken, und eine dritte Sorte, die durch ihren Saft besonders chemisch wirkt, aber auch beim Festkleben der Tentakelfäden und somit für die Ortsbewegung der ganzen Hydra in Betracht kommt.“ Man wird die Nesselkapseln mit ihrem sinnvollen Aufbau und mannigfaltigen besonderen Anpassungen als eine der wunderbarsten Sekretleistungen der tierischen Zelle betrachten müssen. Sie sind die am höchsten entwickelten Schleuderfäden, die in größter Zahl fortwährend von ihren Besitzern verbraucht und immer wieder neu gebildet werden. Da aber die Bildungszellen am Orte



Fig. 1.

Nesselkapselzelle von *Hydra*.

Links: vor der Reizung des stabförmig vorspringenden Cnidocils, rechts: nach der Reizung.

Nach DEGENER.

des Verbrauches, z. B. in den Tentakeln der Medusen, den gebrauchsfähigen Zellen nicht nur den Raum wegnehmen, sondern auch selbst in ihrer Ausbildung gehindert werden würden, liegen sie von diesem Orte entfernt und wandern erst nachträglich dorthin.

Ob auch die Schlenkerfäden der Protozoen hierher gerechnet werden können, deren Ähnlichkeit mit den Nesselkapsel-fäden der Coelenteraten zum Teil sehr überraschend ist, erscheint noch zweifelhaft, da sie lediglich als Schutzapparate aufgefaßt werden (M. LÜHE, Protozoa, p. 216 u. ff. in: Langs Handbuch der Morphologie der wirbellosen Tiere, Bd. I, 1913). Nur von den nadelförmigen Plasmaeinschlüssen räuberischer holotricher Infusorien nimmt LÜHE an, daß sie zur Lähmung der Beute dienen. Aber da ihnen der Faden fehlt, kommen sie für uns nicht in Betracht.

Wenn auch bei allen Fangfäden zunächst jeder Faden für sich wirksam wird, so steigert sich doch naturgemäß die Wirkung mit der Zahl der Fäden, die gleichzeitig in Tätigkeit treten, und daher sehen wir auch überall eine große Zahl von Fäden oder eine bedeutende Masse fadenbildenden Sekretes zugleich wirksam werden. Die Fangmethode ist daher im allgemeinen sehr wenig haushälterisch und verschwendet um so mehr Sekretmaterial nutzlos, als meist ein eigentliches Zielen beim Aussenden der Fangfäden ganz unmöglich ist. Nur bei den Turbellarien und Spinnen wird das Sekret in der bestimmten Richtung auf die Beute hin geschleudert. Stets aber sind die Fangfäden nach ihrer Ausschleuderung für das Tier verloren, und es ist also ein steter Ersatz nötig.

Viel sparsamer arbeiten die übrigen Fangmethoden, bei denen die Tiere die Sekretfäden erst zu Netzen verarbeiten und diese längere Zeit hindurch zum Fange der Beutetiere verwenden.

### b) Fallstricknetze.

Während die Schlenkerfäden ihre weiteste Verbreitung bei den Coelenteraten finden, aber auch schon bei Protozoen auftreten, in den höher stehenden Tierkreisen jedoch nur vereinzelt vorkommen, werden Fallstricknetze vor allem bei den Arthropoden verwendet. Von den Würmern ist mir nur SCHNEIDERS oben zitierte Beobachtung von Turbellarien bekannt, die vermöge ihres fadenziehenden Sekretes Fäden netzartig durch das Wasser ziehen, um die Larve von *Notonecta* auf diese Weise zu fangen. Das Verhalten dieser niedrig stehenden Tiere ist um so bemerkenswerter, als sie kleineren und leichter fangbaren Tieren gegenüber solche Netze nicht anlegen. Da SCHNEIDER den Nahrungserwerb direkt in Aquarien beobachtet hat, wird man an der Richtigkeit kaum zweifeln können. Es ist aber sehr zu hoffen, daß die Fangmethoden dieser Tiere näher erforscht werden.

Unter den Gliedertieren zeigen uns den einfachsten Bau die Netze derjenigen Spinnen, welche die Umgebung ihres Schlupfwinkels nach allen Richtungen hin regellos mit Fäden dicht überziehen, so daß ein Filzwerk feinsten Fäden entsteht, in dessen Fadengewirr sich fliegende und laufende

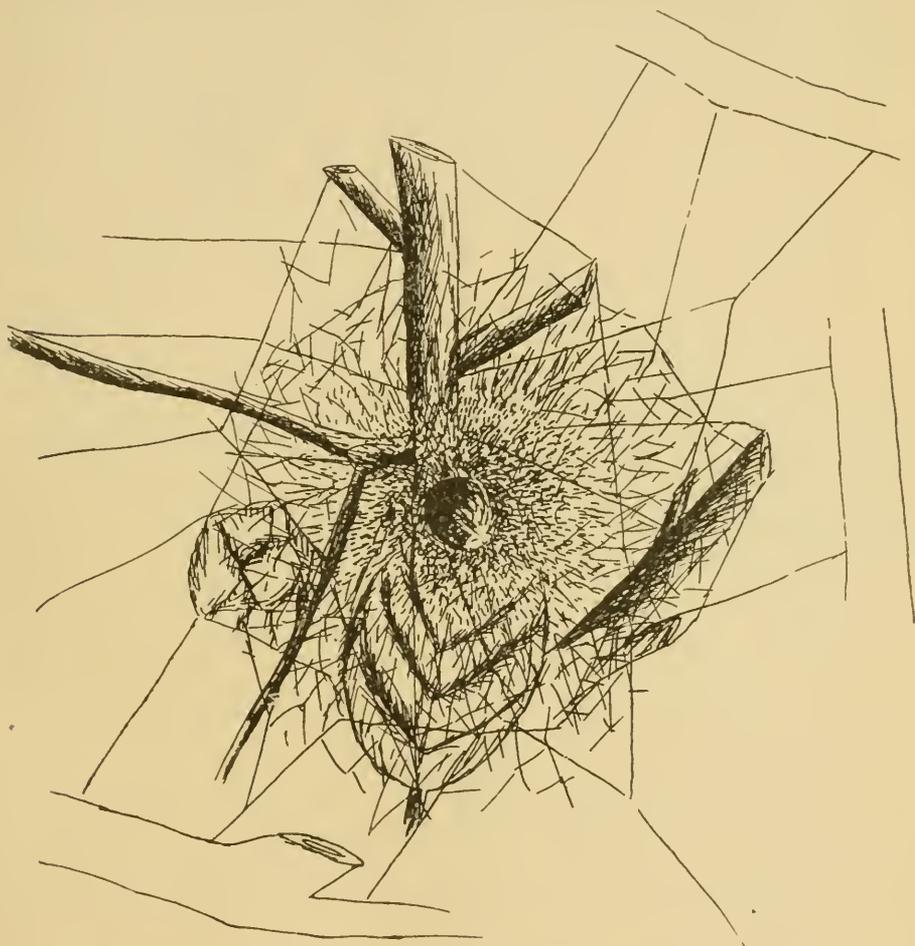


Fig. 2.

Fallstricknetz von *Plectrocnemia conspersa*, von vorn gesehen, in natürlicher Größe. — Nach WESENBERG - LUND. — Im Mittelpunkt sieht man den Eingang zur Wohnröhre der Larve.

Tiere aller Art verstricken, so daß sie leicht von der lauernnden Spinne erfaßt und überwältigt werden können (*Amaurobius*). In ganz gleicher Weise verfahren manche Phryganiden-Larven, die in stehenden Wässern auf dem Boden oder zwischen dem Ast- und Blattwerk der Wasserpflanzen ihre Wohnröhren bauen (*Plectrocnemia* u. a.) (Fig. 2). Da die letzteren indessen

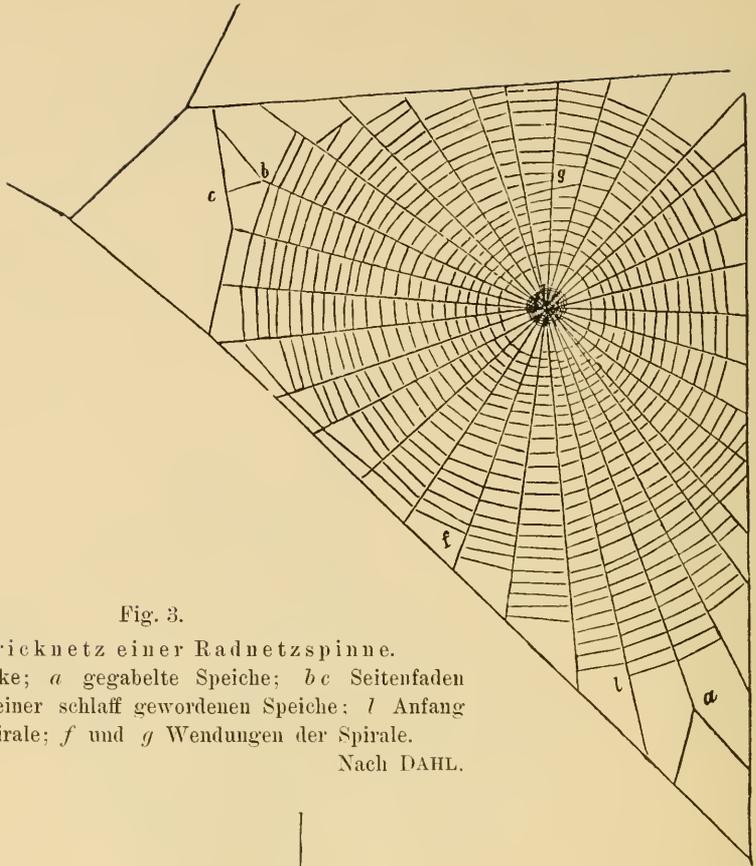


Fig. 3.

Fallstricknetz einer Radnetzspinne.

*d* mittlere Decke; *a* gegabelte Speiche; *b c* Seitenfaden zum Spannen einer schlaff gewordenen Speiche; *l* Anfang der Fangspirale; *f* und *g* Windungen der Spirale.

Nach DAHL.

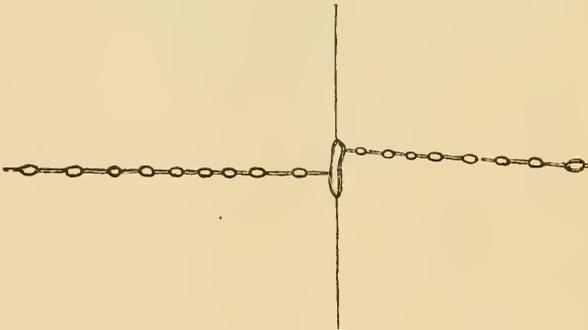


Fig. 4.

Fallstricknetz einer Radnetzspinne.

Teil der Fangspirale, um die Verteilung der Klebtropfen auf derselben zu zeigen.

Nach DAHL.

an beiden Enden geöffnet sind und die sehr beweglichen Tiere sich in denselben umzukehren vermögen, so nutzt die Larve von *Cyrrnus* diesen Umstand vorteilhaft dadurch aus, daß sie vor jeder Öffnung ein Fadenwerk ausspannt und auf diese Weise zwei Fangplätze gewinnt.

Diesen kunstlosen, höchst einfachen Netzen stehen die Radnetze der Spinnen gegenüber, bei denen die Fäden keineswegs mehr regellos das Jagdgebiet durchziehen, sondern in streng geordneter und überaus zweckmäßiger Weise ausgespannt werden (Fig. 3). Durch die Anlage des Netzrahmens, der zugleich zur Befestigung des ganzen Netzes dient und die Ausspannung der von einem Mittelpunkte zum Rahmen gradlinig verlaufenden Speichenfäden, die durch den mit Klebstoff bedeckten Spiralfaden (Fig. 4) in zahlreichen Schnittpunkten tangential fest miteinander verbunden werden, wird in

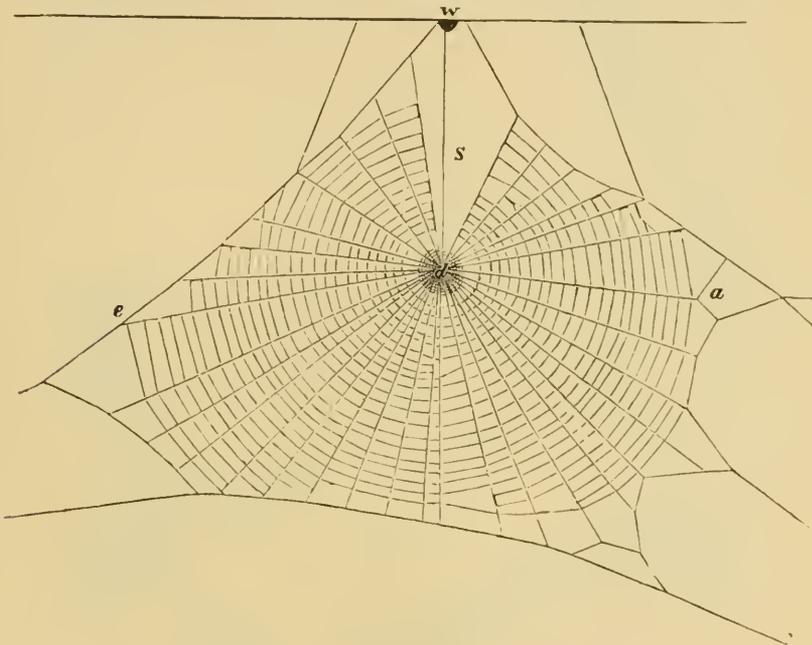


Fig. 5.

Fallstricknetz einer Zilla

mit Signalfaden (s), der zur Wohnung (w) der Spinne führt. a. gegabelte Speiche; e. Faden des Netzrahmens, in dem das eigentliche Netz ausgespannt ist.

einfachster Weise und mit möglicher Materialersparnis eine Netzfläche hergestellt, die jede Erschütterung irgend eines Teiles sofort nach dem Mittelpunkte fortpflanzt und durch Abtasten der hier zusammentretenden Speichenfäden der Spinne ein schnelles Auffinden der Beute ermöglicht. Die senkrechte Stellung der meisten Radnetze zeigt, daß sie ausschließlich für fliegende Insekten bestimmt sind. Der Mittelpunkt wird durch besonders dichtes Gewebe vielfach zu einer Deckplatte ausgestaltet, die der lanernden Spinne das Warten erleichtert und unter Umständen auch als Schutzwehr dienen kann. Der einfache Aufbau des Netzes aus wenigen Fäden und

die feste Verbindung der sich kreuzenden Fäden in den Knotenpunkten gestattet der Spinne eine schnelle und sichere Ausbesserung von Schäden, die die Beutetiere oder auch Feinde hervorgerufen haben, und die Stärke des Netzrahmens ermöglicht es, daß bei täglichen Ausbesserungen ein und

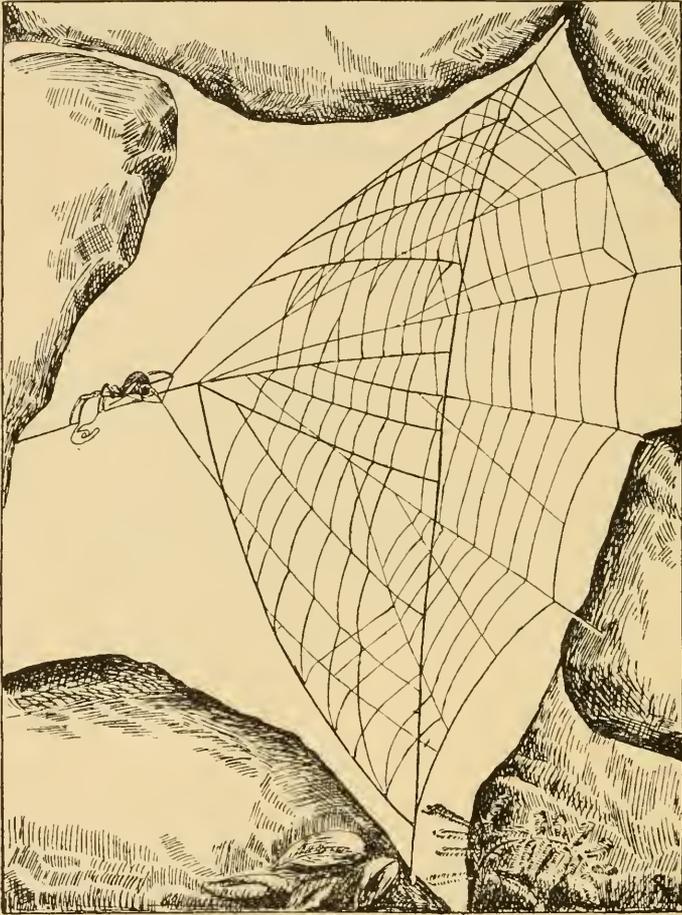


Fig. 6.  
Schirmförmiges Netz einer Spinne  
in einer Felsenspalte ausgespannt.

Nach ELLIS.

dasselbe Netz mehrere Wochen hindurch gebrauchsfähig bleiben kann. Indem vom Netzmittelpunkte aus ein Signalfaden zum Schlupfwinkel der Spinne gezogen wird (Fig. 5), kann diese sich selbst möglichst verborgen halten, den Fangapparat aber möglichst frei und offen aufhängen, so daß Ausnutzung des Jagdgebietes und persönlicher Schutz in einem sehr hohen Grade erreicht werden können.

Die Netze dieser Art lassen sich theoretisch ohne Schwierigkeit aus den einfach angeordneten Fadenwerken der Spinnen und Köcherfliegenlarven ableiten, indem alle überflüssigen Netzteile fortgenommen, nur die absolut notwendigen Teile erhalten, auf Fadenumfang reduziert und straff ausgespannt werden. Zwischen beiden Netzformen besteht derselbe Unterschied wie zwischen dem primitiven, undifferenzierten Zustande irgend eines Organes und seiner höchsten Vollendung. Es ist aber nur wenig eigentlich Neues hinzugekommen (z. B. der Signalfaden). Doch haben einige Spinnen

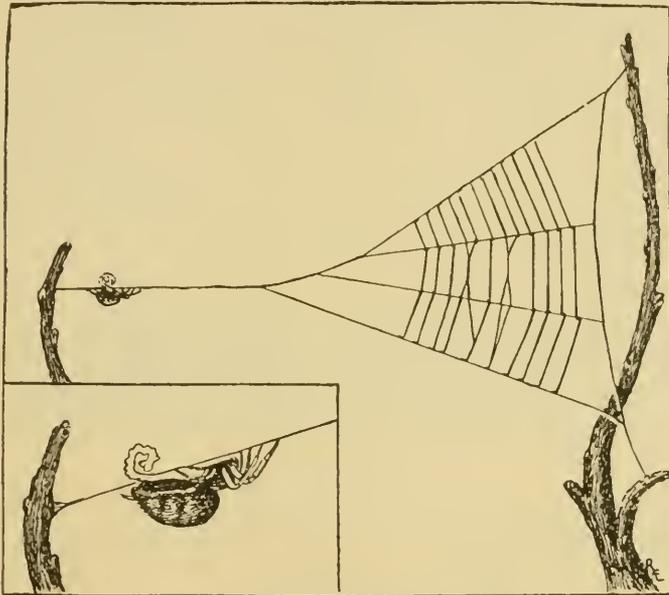


Fig. 7.  
Dreieckiges Netz von *Hyptiotes paradoxus*  
zwischen zwei Ästen ausgespannt.

Nach ELLIS.

interessante neue Wege eingeschlagen, die erst auf dieser Stufe der Radnetze möglich wurden.

Der Signalfaden (Fig. 5), der Netzmittelpunkt und Schlupfwinkel der Spinne verbindet, gibt der letzteren die Möglichkeit, das Netz in seiner Gesamtheit zu spannen und zu entspannen, indem sie mit ihren Beinen den Signalfaden zu einer Schleife einzieht und, sobald ein Tier sich im Netz gefangen hat, plötzlich fahren läßt. Es entsteht dann natürlich eine heftige Erschütterung des Gewebes, die das Beutetier unwillkürlich noch fester mit den Netzfäden und besonders mit dem Klebstoff in Berührung bringt. Die Ausnutzung dieser Möglichkeit hat zu merkwürdigen Umbildungen des Radnetzes geführt. So vertieft eine Art (Fig. 6) ihr Netz trichterförmig, so

daß bei der Entspannung des Signalfadens und der Netzfäden die letzteren ringsum das Beutetier bedecken und festhalten, während eine andere Spinne (Fig. 7) nur noch einen Kreisabschnitt des Rades anfertigt, der ihr offenbar bei der vervollkommenen Fangmethode vollständig genügenden Unterhalt gewährt.

Alle Fallstricknetze bedürfen fortgesetzter Reparaturen, da die Beutetiere bei den Versuchen, sich zu befreien, das Fadenwerk beschädigen und außerdem gelegentlich auch die Netze durch mechanische Gewalten oder von größeren Tieren zerstört werden. Auch hier zeigt sich der große Vorteil, den die planvolle und haushälterische Netzkonstruktion der Radspinnen mit sich bringt. Jede Schädigung, wenn sie nicht das ganze Netz betrifft, kann durch Entfernung der beschädigten Netzmaschen oder Kreisabschnitte und Ersatz der betreffenden Fäden leicht und schnell beseitigt werden; in der Regel soll daher die Spinne täglich ihr Netz ausbessern und ein und denselben Netzrahmen wochenlang benutzen. Die Herstellung eines neuen Netzes soll der Kreuzspinne ungefähr eine Stunde Arbeit kosten. Es ist daher verständlich, daß eine brasilianische Radspinne, die GÖLDI bei Bahia beobachtete, und die nur des Nachts auf Fang ausgeht, ihr Netz jeden Morgen ablöst, zusammenknäuelnd und in ihren Schlupfwinkel mitnimmt, um dort in aller Ruhe den Fang zu verzehren. Abends wird jedesmal ein neues Netz ausgespannt.

### c) Standseihnetze.

Netze dieser Art sind nur im Süßwasser möglich, da in der Luft wie im Meere konstant gerichtete Bewegungen des Mediums, die von

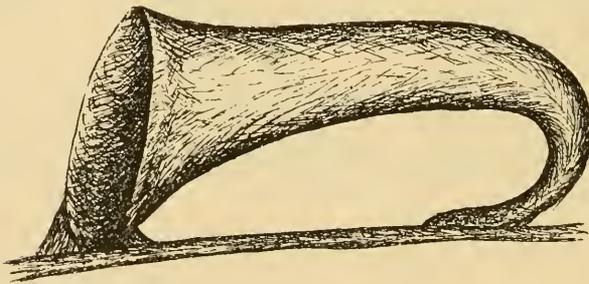


Fig. 8.

Standseihnetz von *Neureclipsis bimaculatus*,  
Seitenansicht, in natürlicher Größe.

Nach WESENBERG-LUND.

Tieren zur Filtration benutzt werden könnten, fehlen. Bäche und Flüsse hingegen bieten in ihrem fließenden, stets gleichsinnig bewegten Wasser sehr günstige Verhältnisse dar. Trotzdem kennt man bis heute nur eine

einzigste Tiergruppe, die diese Gelegenheit wirklich ausgenutzt hat, das sind die Netze spinnenden Larven der Köcherfliegen, die neben den Turbellarien ja auch Fallstricknetze im Wasser ausspannen.

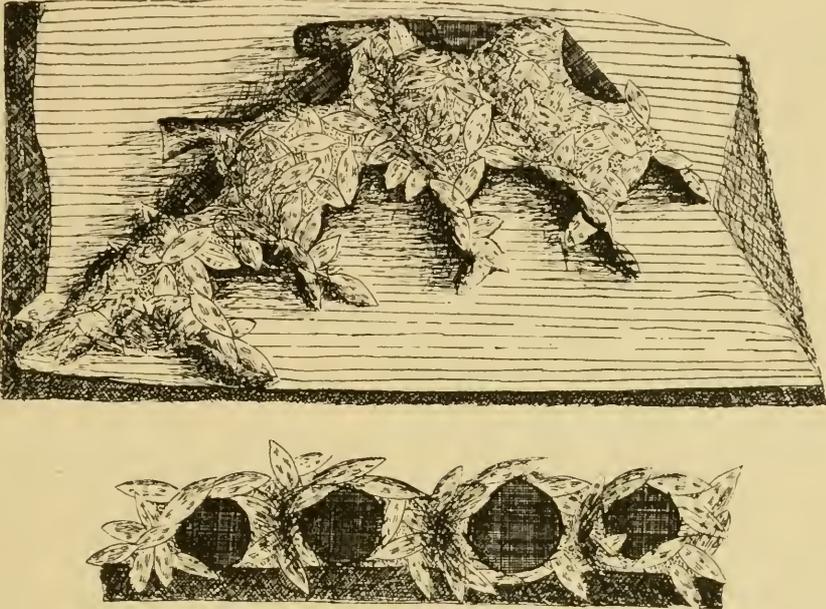


Fig. 9.

Standseihnetze von *Hydropsyche*.

a. eine Kette von vier Wohnröhren mit Netzen von oben gesehen, um die allgemeine Form und die Verstärkung der Röhrenwand durch Lennablätter zu zeigen. — b. Die gleiche Kette so orientiert, daß die Netzfächchen in ganzer Ausdehnung sichtbar sind. Natürliche Größe. Nach WESENBERG-LUND.

Im einfachsten Falle dient die Wohnröhre der Phryganidenlarve als solche zur Wasserfiltration (*Neureclipsis*) (Fig. 8). Die Wand derselben ist aus unregelmäßig verlaufenden Spinnfäden gewebt und die vordere Mündung dem Strome entgegen gerichtet, so daß das Wasser direkt in das Gehäuse hineinströmt. Während der vordere Abschnitt stark erweitert ist, verengt sich die Röhre nach hinten sehr schnell: am Vorderende und Hinterende

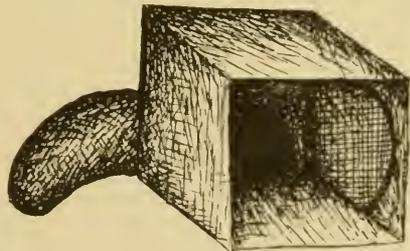


Fig. 10.

Standseihnetz von *Hydropsyche*. Schematische Darstellung einer Wohnröhre von vorn. Natürliche Größe. Nach WESENBERG-LUND.

ist das Gehäuse ferner an einem ruhenden Gegenstande (Steine, Pflanze) befestigt und wird so flottierend gehalten, während das hindurchströmende Wasser das zarte Gewebe ausgespannt erhält. Im Grunde der Wohnröhre, die vollständig wie ein Planktonnetz arbeitet, sitzt die Larve und zehrt an dem Fange, der auf der Innenwand der Netzhöhre sich ansammelt und je nach der Art des Planktons den Wohnröhren zu verschiedener Jahreszeit eine verschiedene Färbung erteilt, die bald gelbbraun, bald grün, bald bläulich ist.

In stärker fließendem Wasser reicht jedoch diese einfache Netzform nicht mehr aus, und die Larven der Gattung *Hydropsyche* haben ihrer Wohnröhre dementsprechend einen ganz anderen Bau gegeben (Fig. 9 u. 10). Nur ein eng umschriebener Teil der Wand dient zur Wasserfiltration und also zum Fange der Nahrung, und die ganze Röhre ist in zwei Abschnitte gesondert; der vordere erweiterte Teil oder Vorraum ist dem Strome mit seiner Mündung direkt entgegengerichtet und nimmt also das strömende Wasser auf. In der einen Seitenwand dieses Vorraumes befindet sich ein 10 mm hohes, rundes Fenster, das durch ein Gitter aus kräftigen Spinnfäden geschlossen ist. Das Fadenwerk ist so kräftig, daß es herausgelöst und mit der Pinzette fortgenommen werden kann, ohne doch seine Form zu ändern. Durch seine Maschen filtriert der Strom hindurch, und der Fang lagert sich auf seiner Innenwand ab, wo die Larve ihn bequem verzehren kann. Im Hintergrunde des Vorraumes, aber wieder ganz seitlich und dem Gitterfenster schräg gegenüber, liegt der Eingang in die weit engere eigentliche Wohnröhre, die nicht in die gerade Verlängerung des Vorraumes fällt, sondern seitlich abbiegt. Das ganze Gehäuse ist fest auf Steinen mit Sekretmasse festgeheftet und seine Wand durch Lemmblätter verstärkt. Außerdem liegen sie nicht einzeln zerstreut im Wasserbett, sondern sind in Querreihen eng aneinander geschlossen, so daß sie den Wasserlauf quer durchsetzen und sich gegenseitig halten und stützen. Alle diese Einrichtungen zielen, wie WESENBERG-LUND hervorhebt, darauf hin, die Gehäuse gegen die zerstörende Wirkung eines zu starken Stromes nach Möglichkeit zu schützen.

Auch diese Netze müssen mit der Zeit Schädigungen erleiden und vor allem sich schnell verstopfen. Es besitzen daher die Larven von *Hydropsyche* auf ihrem Hinterleibsende eine Bürste aus steifen Borsten, mit der sie die Netzwand immer wieder reinigen können. Außerdem findet während des Larvenlebens verschiedener Arten eine mehrfache Erneuerung der Wohnröhren statt.

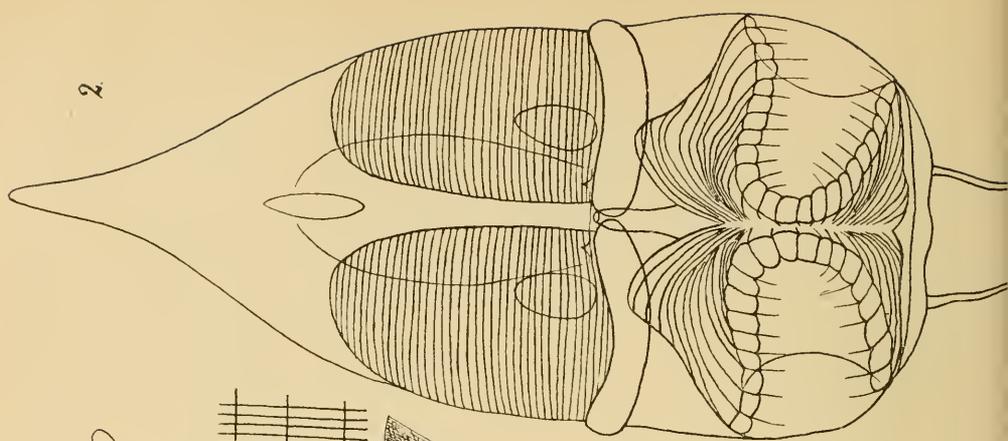
#### d) Wanderseihnetze.

Waren die Standseihnetze auf die Insekten beschränkt, so treffen wir die vom Tiere umhergeführten Wanderseihnetze nur bei der höchsten Tierklasse, den Chordaten an.

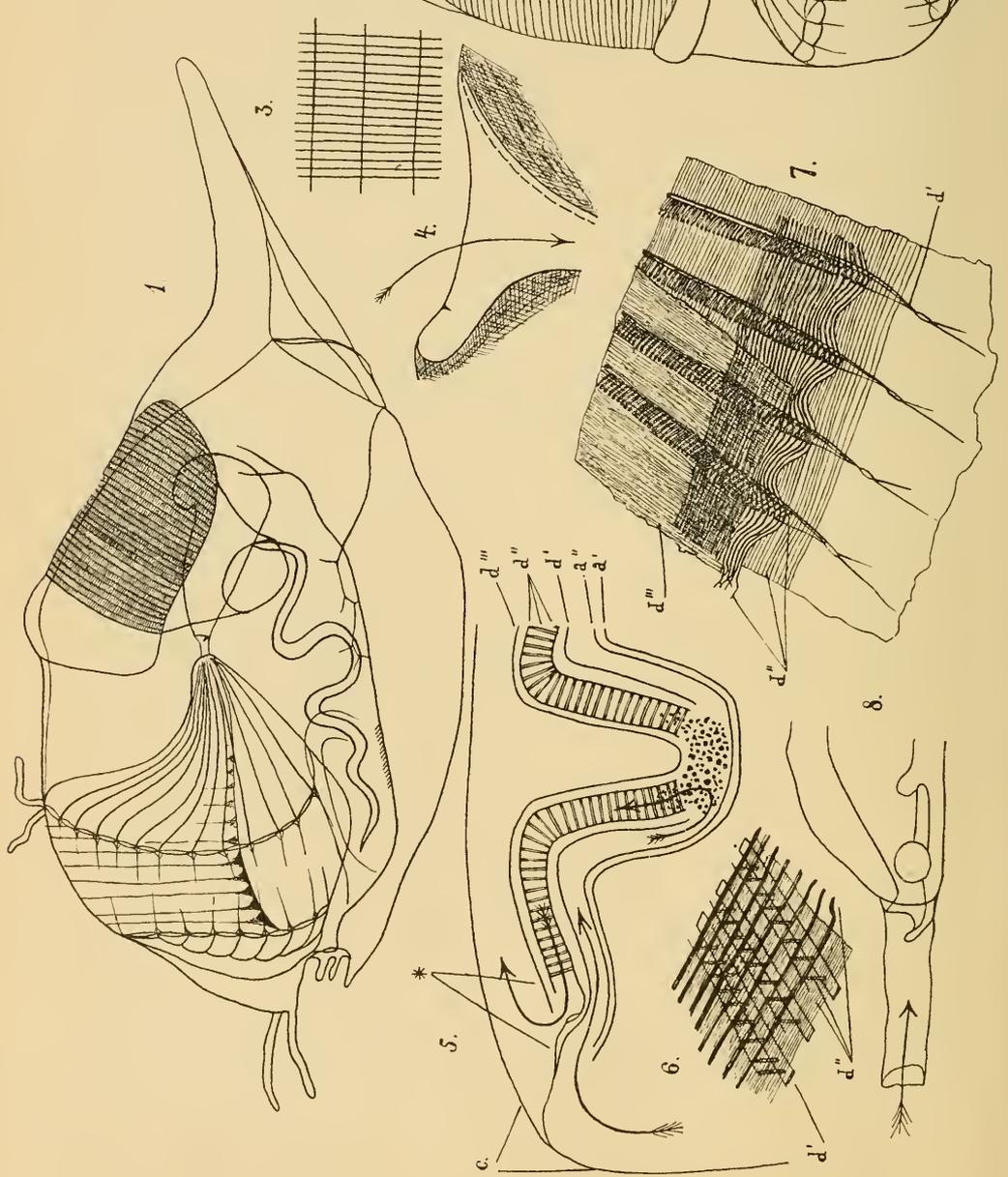
Der Fangapparat besteht hier nicht aus Fäden allein, wie in allen bisher betrachteten Fällen, sondern vor allem auch aus Membranen, welche die Fangfäden zwischen sich fassen, nach außen hin abschließen und einen Raum schaffen, durch welchen das zu filtrierende Wasser hindurchgetrieben wird. Bei den Oikopleuriden ist derselbe so gebaut (Fig. 11), daß das Wasser zunächst mittelst des Schwanzes zwischen zwei Membranen (Fig. 11, Nr. 5, *d'* u. *a''*) getrieben und in einem Hohlraum gesammelt wird, der unmittelbar vor dem Munde des Tieres ausgestreckt liegt und mit der Mundöffnung durch einen Schlauch verbunden ist (Fig. 11, Nr. 1 u. 8). Aus diesem Raum wird es durch das nachströmende Wasser, das die Schwanzschläge hineintreiben, verdrängt und muß nun wiederum zwischen zwei Membranen (Fig. 11, Nr. 5, *d''*) entlang laufen, die durch Septen aus kurzen Fibrillen in bestimmtem Abstände voneinander gehalten werden. Zugleich teilen diese Gittersepten die Bahn des abfließenden Wassers in zahlreiche schmale Bahnen (Fig. 11, Nr. 1 u. 2), deren Inneres durch eine große Zahl quer ausgespannter Gallertfäden zu einer dichten Reuse umgestaltet wird (Fig. 11, Nr. 7). Es bleiben daher alle Organismen, die in dem eintretenden Wasser enthalten sind, im Sammelraum unmittelbar vor dem Reuseneingange zurück (Fig. 11, Nr. 5) oder häufen sich in dem Reusenwerk an, dieses immer mehr und mehr verstopfend. Durch Karminpulverzusatz zu dem Wasser können diese Filtrationsvorgänge unmittelbar beobachtet werden. Die Reuse wird daher nach einiger Zeit gänzlich verstopft und muß, da das Tier nur eine sehr beschränkte Möglichkeit hat, durch zuckende Bewegungen das Sediment zu lockern, durch eine neue Reuse ersetzt werden. Solange sie gut arbeitet, liefert sie aber dem Tiere sehr reiche Nahrung, die dieses aus dem Sammelraum immer von Zeit zu Zeit abschlüpft. Nach der Größe des Fangapparates muß die Menge, die das Tier auf diese Weise filtriert, mindestens 30 mal größer sein als das Wasserquantum, das es durch die Kiemenhöhle filtrieren könnte.

Membranen und Fadenwerk werden fertig geformt von den Epithelzellen der Oikoplastenzone (Fig. 12, Nr. 1) ausgeschieden, und da stets während der Gebrauchszeit eines Fangapparates ein neuer angelegt wird, der nach dem Abwurf des alten nur entfaltet zu werden braucht (Fig. 12, Nr. 2) so ist das Tier stets im Besitz gebrauchsfähiger Fangwerkzeuge. Die Sekretion der ganzen Anlage auf der Haut dauert mehrere Stunden, die Entfaltung geschieht in  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  Stunde. Der Sekretionsdauer entspricht ungefähr die Gebrauchsdauer einer Reuse.

Der Fangapparat ist durch ein kurzes Rohr an dem Mundrande der Appendicularie befestigt, außerdem aber bei der Mehrzahl der Gattungen in einer Gallertblase ausgespannt und fest aufgehängt, die das ganze Tier wie ein Gehäuse umgibt. Bei *Kowalevskia* und *Appendicularia* (Fig. 13) kleidet der Fangapparat die ganze Innenwand dieser Blase aus, die nur



2.



1

3.

4.

7.

d'''

d''

d'

a''

a'

d'''

d''

5.

6.

8.

c.

d'

d''

d'

d''

d'''

a'

a''

a'''

1. Seitenansicht des Gehäuses mit Tier; links vor dem Tiere, mit diesem durch das Mundrohr verbunden, ist das flügelartige Netz ausgespannt, an dessen Rande die spaltförmigen Ausflußöffnungen für das filtrierte Wasser sichtbar sind, und dessen Fläche in zahlreiche schmale zum Mundrohr konvergierende Bahnen geteilt ist. Am oralen Gehäusepol (links) liegt, von kurzen, fadenförmigen Anhängen umgeben, die mit einem elastischen Verschlussapparat versehene Ausströmungsöffnung. Über dem Tiere, dessen in kräftigen Schwingungen arbeitender Schwanz in der Schwanzkammer des Gehäuses liegt, ist der rechte Einstömungsrichter für das eintretende Wasser sichtbar; seine weite äußere Mündung ist von einem äußerst feinen Gitter feiner Gallertfäden bedeckt, durch welches alle größeren und sperrigen Organismen zurückgehalten werden. Hinter dem Tiere liegt die Fluchtammer, die unter der Schnabelwurzel durch die Fluchtforte nach außen abgeschlossen wird. Will das Tier bei Gefahr fliehen, so stemmt es die Schwanzspitze kräftig gegen den durch eine Riefelung ausgezeichneten Teil des Gehäusebodens, reißt sich vom Mundrohre los und stößt mit dem Hinterteil seines Rumpfes den zarten Verschluss der Fluchtforte auf. — 2. Rückenansicht des Gehäuses ohne Tier. — 3. Ein Teil des Gitterwerkes über den Einstömungsöffnungen. — 4. Schematischer Längsschnitt durch einen Einstömungsrichter während des Wassereintrittes; die unterbrochene Linie bezeichnet die beim Rückstau in Tätigkeit tretende Verschlussmembran, die wie ein Klappenventil wirkt. — 5. Idealer Querschnitt durch das Netz; die Pfeile bezeichnen den Weg des Wassers; unter dem Eingange in das Fadenwerk des Reusenganges im medianen ventralen Abschnitt liegt der Fang; *d''* Reusengang, *d'* Fibrillen, welche die Reuse stützen und verstärken; *d'''* dorsale, *a''* und *a'* ventrale Wand des ganzen Fangapparates; *c* dorsale und laterale Gehäusewand. — 6. Stück der Reuse aus einer Gehäuseanlage vor der Entfaltung. — 7. Flächenansicht des in Nr. 5 mit einem \* bezeichneten Teiles des Fangapparates aus einer nahezu fertig gebildeten Gehäuseanlage. — 8. Ansatz des Mundrohres an den Mund des Tieres. — Nach LOHMANN.

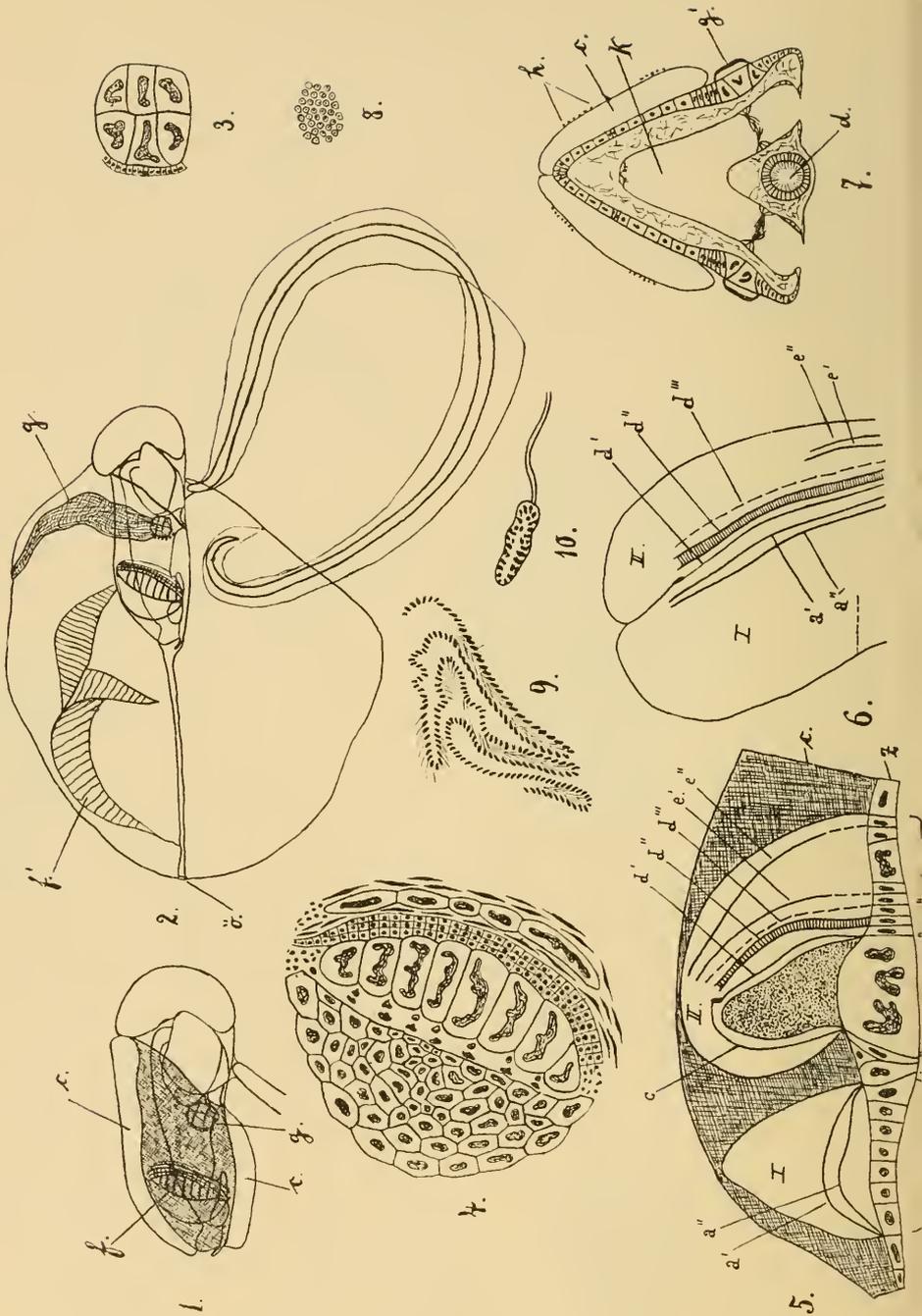


Fig. 12.

Wanderschnittz von *Obkopleara*; Anlage und Entfaltung des Gehäuses.

1. Vorderriumpf einer *Obkopleara albicans* in Seitenansicht von links; die das Gehäuse ausscheidenden Zellpartien sind schraffiert, so daß die Ausbreitung der Oikoplasten deutlich hervortritt. Dorsal und ventral liegt den Oikoplasten die Gallertmasse (*c*) auf, welche die Gehäuseanlage bildet. — 2. Ganzes Tier derselben Art bei der Entfaltung der Gehäuseanlage zum fertigen Gehäuse. Das Tier hat die Schwanzspitze zwischen Gallertmasse und Oikoplastenepithel eingeschoben und ist im Begriff, die Gehäuseanlage immer weiter abzuhelen, so daß Wasser in deren Hohlraum eindringen und die vollständige Entfaltung bewirken kann. Von der kleinen runden Zellgruppe *g* (EISENSCHE Oikoplasten) geht die Bildung der Einstömungsstrichter und der Gitterfenster (*g'*) aus, deren Fadenwerk deutlich erkennbar ist; die große elliptische vordere Zellgruppe *f* (FOISECHE Oikoplasten) hat den Fangapparat *f'* ausgeschieden, dessen linke und rechte Hälfte bereits vollständig von den Matrixzellen sich losgelöst und ihren späteren Platz im Gehäuse eingenommen haben. Von der Mundöffnung geht ein langes Rohr zur späteren Ausströmungsöffnung (*b*) des Gehäuses, das aber bei der weiteren Entfaltung schwindet und nicht dem definitiven Mundrohre entspricht, welcher Fangapparat und Mund verbindet. — 3. Die Oikoplastengruppe *g* (EISENSCHE Oikoplasten), welche die linke Einstömungsöffnung des Gehäuses bildet. — 4. Die Oikoplastengruppe *f* (FOISECHE Oikoplasten), welche den Fangapparat bildet. — 5. Ein senkrechter Schnitt durch die FOISECHEN Oikoplasten *z* (von vorn links nach hinten rechts) und die über ihnen liegende Gehäuseanlage *c*; *A—E* die Drüsenzellen; *A* das halbkreisförmige Feld polygonaler Oikoplasten vom links in Nr. 4, welche die Membranen *a'* und *a''* in die Gallerttasche I ausscheiden; *C* die Reihe von acht Riesenzellen, welche in Nr. 4 die Hauptachse der Zellmasse bildet und eine formlose, punktiert gezeichnete Sekretmasse ausscheidet, die zur Stütze der Membranen und Gallertfäden der Rense und zur Entfaltung des Fangapparates dient. Ihrer Oberfläche liegen die mit einander am oberen Rande verschmolzenen Membranen *c* und *d'* auf; *D* die drei Längsreihen kleiner kubischer Zellen, welche den eigentlichen Renseapparat bilden und wie die Riesenzellen unter der Gallerttasche II liegen; *B* Grenzszellen zwischen Riesenzellen und den Zellen *A*, die ebenso wie die Zellen vor und hinter der ganzen Zellgruppe fibrilläre Gallert ausscheiden (dunkel schraffiert). — 6. Die Membranen und Fibrillen der linken Fangapparatanlage, nachdem sie von den Drüsenzellen abgehoben ist wie in Nr. 2, aber rein schematisch gezeichnet. Die unteren Enden verschmelzen später mit den entsprechenden Teilen der rechten Hälfte. — 7. Querschnitt durch den Vorderriumpf von *Obkopleara laboratoricosis*; Enddarm (*d*), Kiemenhöhle (*k*), Kiemenzüge, Oikoplastenepithel (*e*) mit dem rechten und linken EISENSCHEN Oikoplasten und die Gehäuseanlage (*c*) ist zu sehen. Über den EISENSCHEN Zellen liegt die schwarz gezeichnete Anlage des Gitterfensters (*g'*). Auf der Gallertmasse liegen die im Querschnitt punktförmigen Häutungskörper (*h*). — 8. Querschnitt durch die Gallert, deren fibrilläre Zusammensetzung zeigt. — 9. Züge von Häutungskörperchen unter der Gehäuseanlage von *Obkopleara laboratoricosis*. — 10. Ein einzelnes Häutungskörperchen stärker vergrößert, mit Schwellkörper und Fadenfortsatz. — Nach LOHMANN.

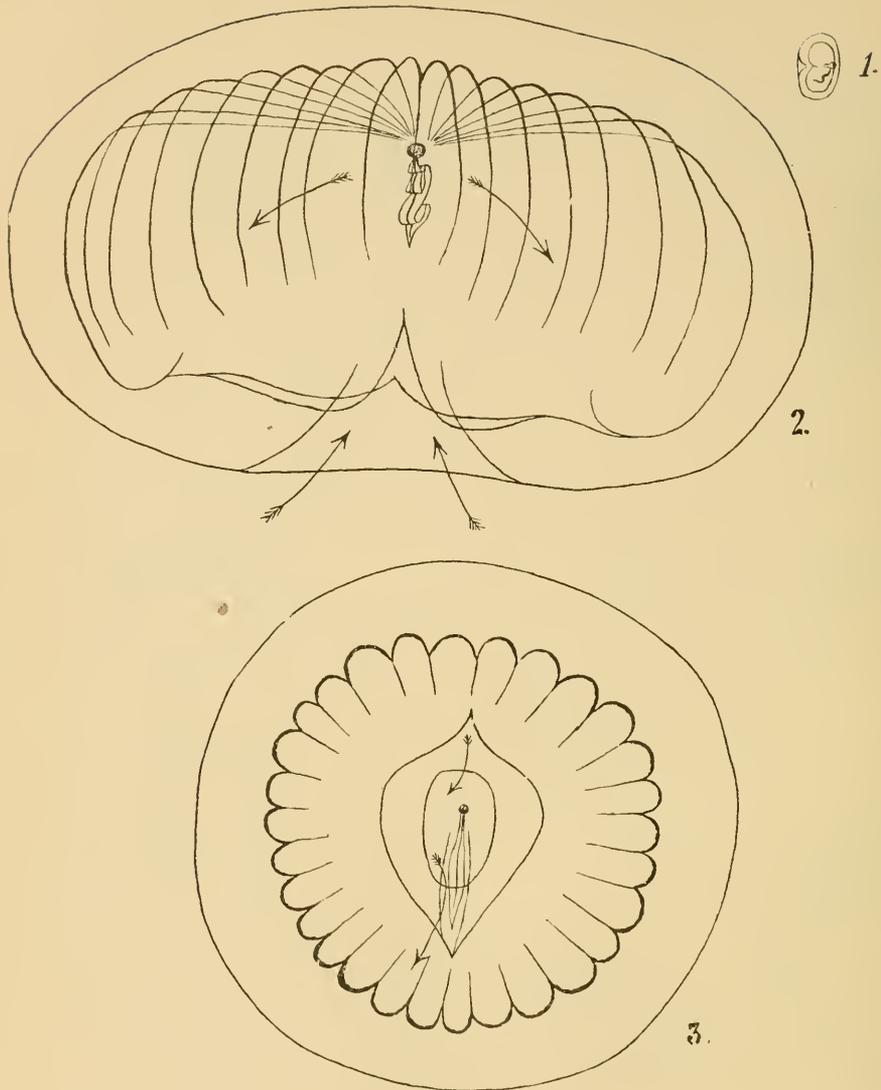


Fig. 13.

Fest ausgespannte Wanderseihnetze von *Appendicularia* und *Kowalewskia*.

1. Netz von *Appendicularia sicula*, Seitenansicht. Das Netz ist an der Innenfläche des Gehäusehohlraumes ausgespannt. — 2. Netz von *Kowalewskia tenuis*. Seitenansicht. Das Netz kleidet wie in 1 den weiten Hohlraum des Gehäuses aus, das eine große untere Öffnung besitzt. Die Pfeile bezeichnen den Weg des ein- und austretenden Wassers. — 3. Dasselbe Netz von unten gesehen. Man sieht auf die eiförmige Öffnung, an deren einem Rande das Wasser eintritt, während es an dem gegenüberliegenden Rande austritt. — Nach FOL. — Das Gehäuse von *Appendicularia sicula* ist 2,5 mm hoch, das von *Kowalewskia* 35 mm breit.

einen einzigen großen Hohlraum umschließt und nur durch eine Öffnung mit der Außenwelt in Verbindung steht. Das Tier ist mit dem Mundrande an der Innenwand befestigt und treibt durch die Undulationen seines frei hängenden Schwanzes Wasser durch das Gehäuse und den Fangapparat hindurch. Die Gallertthülle dient ihm als Schutz und als Schwebearrnat.

Bei den Oikopleuriden (Fig. 14) ist der Fangapparat nicht an der Innenwand des Gehäuses ausgebreitet, sondern als flügel förmig gestalteter zarter Schleier im hinteren Teile des Gehäuses aufgehängt. Der vordere und untere Abschnitt des Gehäuses dient dagegen zur Unterbringung des Tieres. Im ganzen enthält ein solches Gehäuse (Fig. 11, Nr. 1) fünf ver-

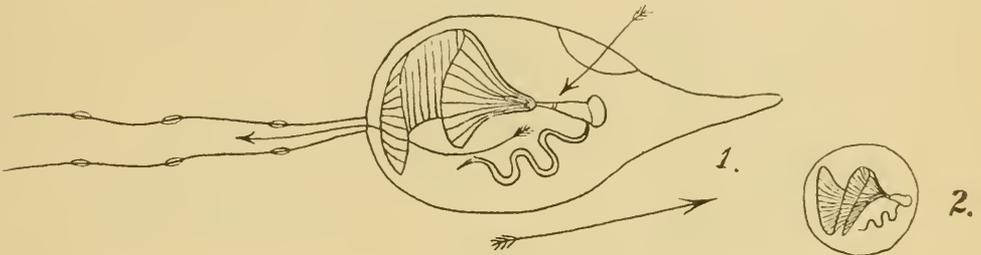


Fig. 14.

Fest ausgespannte Wanderseilnetze von *Oikopleura*.

1. Netz von *Oikopleura albicans* im Gehäuse, Seitenansicht. Das Tier steht durch einen kurzen Schlauch mit dem flügel förmigen, dauernd ausgespannten Netz in Verbindung; die Pfeile im Gehäuse bezeichnen eintretenden und austretenden Wasserstrom. Der Pfeil unter dem Gehäuse gibt die Richtung an, in welcher das Gehäuse durch den Rückstoß des ausströmenden Wassers fortbewegt wird. — 2. Netz von *Oikopleura dioica* im Gehäuse; das Netz ist im Vergleich zum ganzen Gehäuse sehr viel größer als das der vorigen Art. — Nach LOHMANN. — Das Gehäuse von *Oikopleura albicans* ist 17 mm lang, das von *Oikopleura dioica* hat einen Durchmesser von 5 mm.

schiedene Räume (Fluchtkammer, Rumpfkammer, Schwanzkammer, Fangapparat, Dorsalkammer) und mindestens vier verschiedene Öffnungen. Von den letzteren ist die vorderste stets durch eine feine Membran geschlossen und wird nur im Falle der Gefahr vom Tiere gesprengt, um durch sie zu entfliehen (Fluchtpforte); auf der Oberfläche des Gehäuses hinter dem Vorderende liegen zwei große Öffnungen, durch die das Wasser in das Gehäuse einströmt; sie sind durch ein sehr regelmäßiges Gitter von Gallertfäden übersponnen (Fig. 11, Nr. 1, 2, 3), so daß alles Wasser vor seinem Eintritt in das Gehäuse filtriert wird. Es wird dadurch verhindert, daß größere und mit sperrigen Skeletten versehene Organismen in das Gehäuse gelangen und die feinen Gallertmembranen und Reusen zerstören. Doch haben nicht alle Oikopleuriden solche Schutzgitter. Endlich liegt am hinteren Ende des

Gehäuses eine kleine Öffnung, die gewöhnlich durch einen elastischen Verschlußapparat geschlossen gehalten wird, aber sich automatisch öffnet, sobald der Wasserdruck im Gehäuse eine bestimmte Höhe überschreitet. Dann strömt das filtrierte Wasser unter Druck hier aus (Fig. 14) und treibt das Gehäuse durch das Wasser hindurch. Auf diese Weise vermögen die Oikopleuriden sehr gewandt in engeren oder weiteren Spiralbahnen zu schwimmen. Damit das in das Gehäuse eingetretene Wasser nicht wieder zurückströmt, befindet sich unter den Gitterfenstern ein Klappenventil in Gestalt einer flottierenden Membran (Fig. 11, Nr. 4). Die Gallerthülle ist hier also nicht nur Schweb- und Schutzapparat und zugleich Anflänge-

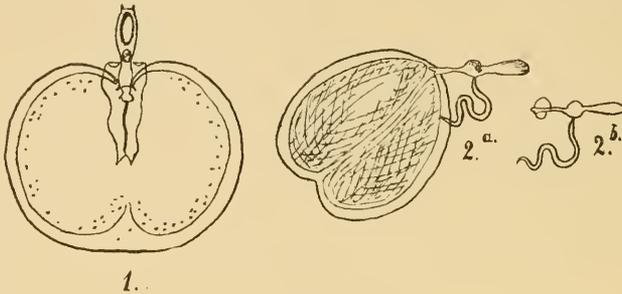


Fig. 15.

Zusammenlegbares Wanderseihnetz von *Fritillaria*.

1. Ausgespanntes Netz von *Fritillaria megachile* von der Rückenfläche aus gesehen. Nach FOL. — 2a. Das ausgespannte Netz einer nicht näher bestimmten Art; man sieht das Tier in Seitenansicht, während das Netz sich so ungelegt hat, daß es gleichfalls von der Rückenfläche gesehen wird. — 2b. Dasselbe Tier, nachdem die Filtration aufgehört hat und das Netz zu einer kleinen knopfförmigen Gallertmasse über der Mundhöhle zusammengeschnürt ist. — Nach LOHMANN. — Die ausgespannten Netze von *Fritillaria megachile* sind 8,5–10 mm groß.

apparat für das Netz, sondern außerdem Lokomotionsapparat. In seiner Gesamtheit stellt dieses Gehäuse wohl den kompliziertesten Sekretionsapparat dar, der uns im ganzen Tierreiche bekannt geworden ist.

Eine sehr interessante Modifikation in dem Gebrauche des Fangapparates zeigt die Gattung *Fritillaria* (Fig. 15). Wie bei *Kowalevskia* und *Appendicularia* ist derselbe an der Innenwand einer Gallertblase ausgebreitet, die das ganze Tier weit an Größe übertrifft. Aber die Blase umschließt nicht das Tier, sondern hängt direkt vor dem Munde, und vor allem ist sie nicht formbeständig, sondern kann nur durch Eintreiben von Wasser durch die Schwanzbewegungen zur Entfaltung gebracht und aufgeblasen gehalten werden. Nur in diesem Zustande vermag natürlich auch der Fangapparat zu arbeiten und dem Tiere Nahrung zu fangen. Sobald der Schwanz ruht, schnürt die Blase schnell zusammen, bis sie zur Größe der ursprünglichen Anlage reduziert ist, und ruht dann unter

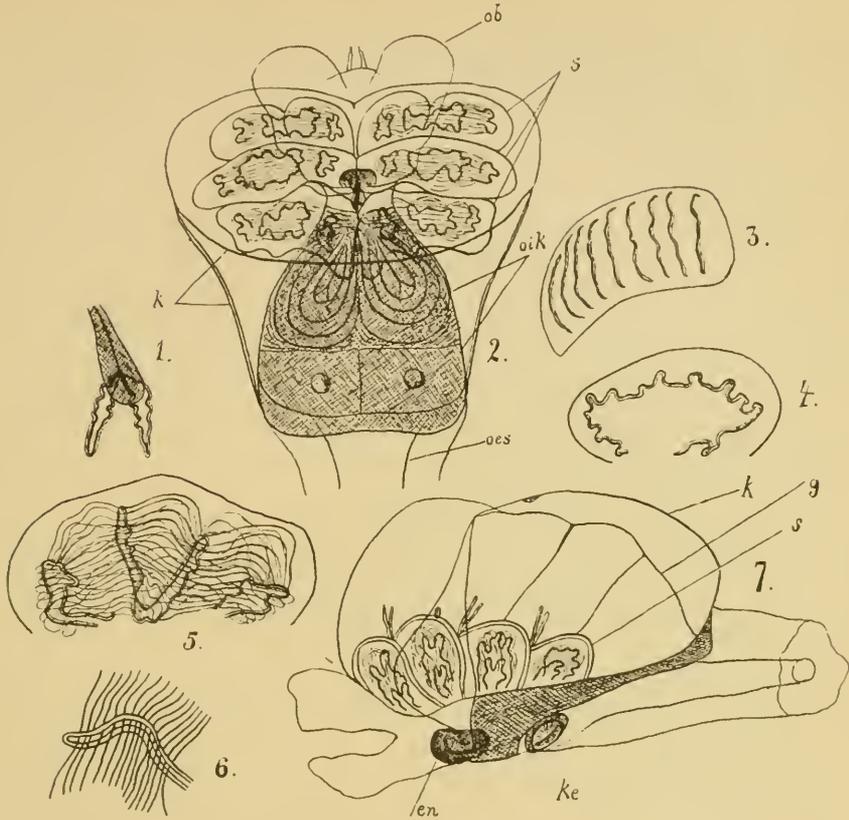


Fig. 16.

Zusammenlegbares Wanderseilnetz von *Fritillaria*.

1. Drei Drüsenzellen (Oikoplasten) von *Fritillaria formica*, die eine Fadenschlinge des Netzes ausscheiden. — 2. Rückenansicht des Vorderrumpfes von *Fritillaria formica*; ob Oberlippe, k Kapuze, s drei hintereinander liegende Netze; oik das Hautepithel (Oikoplastenepithel) am Boden der Kapuze, von dem die Fangapparate ausgeschieden werden; oes Speiseröhre. — 3. Linke Hälfte einer Netzanlage von *Fritillaria pellucida*, vom Rücken gesehen; die Gallerthülle ist fortgelassen, nur die stärksten Fadenanlagen sind eingezeichnet. — 4. Dieselbe Anlage in Seitenansicht: die Schleifenform jedes Fadens tritt hervor; es ist nur ein Faden gezeichnet. — 5. Eine ebensolche Anlage von *Fritillaria formica*, bei der auch die feinen Fäden deutlich hervortreten, durch welche die groben Fadenschleifen verbunden werden. — 6. Ein kleines Stück aus dem Fadenwerk der Netzanlage von *Fritillaria formica*; man sieht die Spaltung der groben Fäden, durch welche die feinen Fäden hindurchtreten. — 7. Seitenansicht des Vorderrumpfes von *Fritillaria formica*; Bezeichnungen wie in Nr. 2, außerdem en Endostyl-drüse, Ke Kiemengang-Wimperring.

Nach LOHMANN.

einer Kapuze auf dem Rücken des Kiemenkorbabschnittes (Fig. 15, Nr. 2b) und Fig. 16, Nr. 2 u. 7). Hat das Tier Hunger, so bläht es die Blase wieder auf: will es schwimmen, woran die entfaltete Blase es vollständig hindert, so zieht es die

Blase unter die Kapuze zurück. Hier dient also die Gallerthülle lediglich als Anhängerraum für den Fangapparat, und die Fortbewegung des Tieres erfolgt durch den Schwanz allein, nachdem Gallertblase und Netz verstaub sind. Unter der Kapuze liegen stets eine oder mehrere Reserveanlagen bereit, um die unbrauchbar gewordenen Fangapparate, die abgeworfen werden, zu ersetzen (Fig. 16).

Da die formbeständigen Gallertblasen von *Koivulevskia* und *Appendicularia* die Tiere eigentlich an jeder Fortbewegung hindern und ruhig an einem Orte im Wasser schweben, so würden diese Seihnetze den Standseihnetzen der Phryganidenlarven am nächsten stehen; die Oikopleuriden dagegen führen in ihren formbeständigen Gallerthüllen ausgespannte Netze von Ort zu Ort, und die *Eritillaria*-Arten spannen ihre Netze nur nach Bedarf auf. Trotzdem sind alle Fangapparate der Appendicularien Wanderseihnetze, weil die Tiere frei im Meere umher schwimmen, sobald sie das alte Gehäuse abgeworfen haben.

Im allgemeinen sind die Gallertblasen der Copelaten wenige Millimeter oder Zentimeter groß (2,5 mm bis 35 mm); es kommen aber in den polaren Meeren Gehäuse von 100 mm Durchmesser vor.

### e) Fangapparatbildungen und Fangapparatbauten.

Der Bildungsweise nach scheiden sich die besprochenen Fangapparate in zwei große Klassen. Bei der einen wird das Material in einer sehr niedrigen Form der Verarbeitung von den Drüsenzellen geliefert, und die Tiere bilden erst durch psychische Arbeit die Struktur, durch die der Fangapparat entsteht. Hierher gehören vor allem die Fallstricknetze und Standseihnetze der Arthropoden. Bei der zweiten Klasse tritt umgekehrt die Gehirntätigkeit ganz zurück, und der ganze Apparat wird zum Gebrauch völlig oder fast ganz fertig von den Drüsenzellen geliefert. Die Nesselfäden der Coelenteraten und die Fangapparate der Appendicularien gehören ihr an. Wir werden beide als Fangapparatbildungen und Fangapparatbauten unterscheiden können: jene bilden sich ebenso unabhängig vom Tun des Tieres wie sein Körper und dessen Organe, diese dagegen werden vom Tiere aus Stoffen, die der Körper ihm liefert, erbaut. Es fällt sofort auf, daß die Bildungen weit vollendeter als die Bauten sind. Daß das Leben Strukturen von der wundervollsten Zweckmäßigkeit zu bilden vermag, zeigt jeder Organismus und jede Zelle; aber wir brauchen nur an die Bauten der Ameisen, Bienen, Wespen und Termiten und ihr Zusammenleben in denselben zu denken, um einzusehen, daß zweifellos auch Nesselfäden und Appendiculariengehäuse durch psychische Arbeit hätten hervorgebracht werden können. Daß das nicht

geschehen ist, liegt offenbar daran, daß nur bei den Arthropoden die Instinktätigkeit zu so hoher Leistungsfähigkeit entwickelt worden ist, während sie bei allen anderen Tierklassen, die Chordaten eingeschlossen, auf niedriger Stufe stehen blieb. Erst in der Verstandestätigkeit gewann das Leben schließlich eine dritte Arbeitskraft, Konstruktionen von höchster Vollendung zu schaffen; aber diese ist nur bei den höchsten Chordaten und zwar nur beim Menschen zur Entwicklung gekommen.

Es liegt daher ein Vergleich mit den entsprechenden Apparaten nahe, welche der Mensch gleichfalls aus Fäden zum Fang von Tieren ersonnen hat. Wir begegnen da sowohl dem Schleuderfaden im Lasso und der Harpune wieder, wie den Fallstricknetzen und Seilnetzen der verschiedensten Konstruktion. Es ist jedoch die Überlegenheit des Menschen, die nicht nur in seinem Denkvermögen, sondern auch in der weit größeren Bewegungsfreiheit seines Körpers und seiner Gliedmaßen zum Ausdruck kommt, eine so gewaltige, daß ein Vergleich sich kaum auf die Herstellung und die Handhabung ausdehnen, sondern im wesentlichen nur auf die Arbeitsweise beziehen kann, die den verschiedenen Apparaten vermöge ihres Baues eigen ist.

Dann aber tritt sofort hervor, daß eigentlich nur die Fallstricknetze der Turbellarien, Spinnen und Phryganidenlarven sowie die Standseilnetze der letzteren mit menschlichen Fangnetzen vergleichbar sind. Die Schleuderfäden dagegen werden beim Menschen vollständig geleitet durch die vorangehende Schlinge oder Harpune, die durch Auge und Arm Richtung und Flugkraft erhält, während bei den Tieren der von hinten kommende Druck der nachpressenden Flüssigkeit den Holfaden einfach peripher fortreibt und die muskulöse Kompression der basalen Blase nur die Schnelligkeit und Kraft des Fortschleuderns bestimmt. Im Grunde sind also beide Apparate grundverschieden, und ihre Ähnlichkeit beruht nur auf der Fähigkeit des Fadens, aus der Ferne eine haltbare Verbindung zwischen Jäger und Beute herzustellen und eventuell das Bientier durch Umwicklung seines Körpers direkt hilflos zu machen.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Wanderseilnetzen. Der Mensch verwendet sie in ausgedehntester Weise beim Fange des Planktons und der Fische; unter den Tieren finden wir sie nur bei den Appendicularien. Der Mensch zieht einfach das Netz vertikal, horizontal oder diagonal durch das Wasser und sammelt nachher den Fang, der sich während des Netzzuges auf der vorangehenden Netzfläche angesammelt hat, ab. Bei der freien Handhabung der Netze und seiner eigenen freien Beweglichkeit bereitet dies ihm gar keine Schwierigkeit. Ganz anders bei den Tieren. Ihre Lage zum Netz ist eine unveränderliche, und zum Einsammeln des Fanges steht ihnen nur die aufsaugende Kraft des Atemwasserstromes zur Verfügung. Wollen sie den Fang aber absaugen, so muß er auf der

dem Munde zugewandten Netzfläche liegen, und das Tier muß daher das Netz so durch das Wasser ziehen, daß die Fläche vorangeht, das heißt, es muß rückwärts schwimmen! Zugleich aber muß der Fang so im Netz sich ansammeln, daß er leicht abgesogen werden kann, und das wird dadurch erreicht, daß das Netz die Form einer Reuse erhalten hat, deren Zugang auf einen ganz kleinen, dicht vor dem Munde des Tieres gelegenen Raum beschränkt ist.

Aus dieser Form der Zugnetze hat sich bei den Fritillarien dann die merkwürdige Form der Seilnetze entwickelt, die ruhig im Wasser schweben und durch deren Fadenwerk das Tier mit Hilfe seines Schwanzes Wasser hindurchtreibt. Auch bei den gehäusebildenden Fritillariden (*Appendicularia* und *Kowalevskia*) ist der Vorgang des Fanges der gleiche. Für diese Seilnetze wüßte ich beim Menschen keine Parallele: sie ist auch wohl nur für Planktonorganismen anwendbar, weil für die Fische eine zu große wasserbewegende Arbeit erfordert würde, deren Ertrag die Unkosten nicht lohnen würde. Auch liegt für den Menschen, der die Zugnetze mit Leichtigkeit handhaben kann, keine Veranlassung vor, sich solcher komplizierter Netze zum Fange seiner Nahrungstiere zu bedienen. Es wäre aber sehr wohl möglich, daß es für die Erforschung der Lebensverhältnisse in den Tiefen später von wissenschaftlicher Bedeutung würde, Apparate zu konstruieren, die automatisch das ruhende Wasser, in das sie abgelassen wären, durch feine Filter trieben und so gestatteten, größere Wassermassen, als man direkt mit Schöpfgefäßen heraufholen kann, auf ihren Gehalt an kleinen lebenden und abgestorbenen Planktonen zu prüfen.

## 2. Welcher Art sind die Erbauer der von Sekretfäden gebildeten Fangapparate?

Die Bildung der Fangapparate hängt durchaus mit dem Nahrungserwerb zusammen, und es ist daher nicht überraschend, wenn wir dieselbe Unabhängigkeit in systematischer Beziehung bei ihnen antreffen, wie sie die Verteilung der verschiedenen Ernährungsweisen im Tierreiche überhaupt kennzeichnet. Eine Beschränkung findet aber selbstverständlich insofern statt, als nur Tiere solche Apparate ausbilden können, deren Nahrung aus aktiv oder passiv im Medium des Wohnortes bewegten Körpern besteht. Jäger und Plankton- oder Detritusfresser kommen also nur in Betracht; für Wassertiere werden daher von vornherein die Verhältnisse am aussichtsreichsten gewesen sein, da ihnen allein Planktontiere, Planktonpflanzen und Detritusmassen überall zur Verfügung stehen und eine sehr ergiebige und vor allem auch sichere Nahrungsquelle bieten. So sehen wir denn auch in der Luft nur die Spinnen Fangapparate ver-

wenden, während im Wasser die Phryganidenlarven und Tunicaten sowie Coelenteraten und Turbellarien Netze oder Schleuderfäden bilden. Möglicherweise beteiligen sich auch noch Borstenwürmer und Echinodermen daran. Auf das Süßwasser kommen aber nur die Turbellarien und Phryganidenlarven, so daß das Meer weitaus die meisten Tiergruppen stellt, die Luft nur eine einzige. Es ist nicht wahrscheinlich, daß künftige Untersuchungen an diesem Verhältnis der drei Wohngebiete etwas ändern werden, da der Vorrang des Meeres vor dem Süßwasser auf seinem weit größeren Reichtum an Tiergruppen, der Rückstand der Luft aber auf den beschränkten Verwendungsmöglichkeiten von Fangapparaten in ihr beruhen.

Jedes Wohngebiet hat seine besonderen Tiergruppen, in denen Fangapparate verwendet werden: keine einzige kommt in allen drei und nur eine einzige in zwei Gebieten zugleich vor (*Coelenterata*). Diese letztere ist aber durchaus im Meere heimisch und erst sekundär in einigen wenigen Vertretern in das Süßwasser eingewandert. Hiervon abgesehen, ist also die Fähigkeit, Fangapparate zu bilden, in jedem Wohngebiete von einer oder mehreren Tiergruppen selbständig erworben.

Besteht somit keine nähere genetische Beziehung zwischen den Fangapparate verwendenden Tieren, so tritt doch deutlich eine Beziehung zwischen Organisationshöhe der Tiere und der Komplikation der von ihnen gebildeten Fangapparate hervor. Coelenteraten erzeugen nur Fangfäden, Würmer ganz vereinzelt daneben Fallstricknetze einfachster Art, die Arachnoideen gebrauchen nur noch selten Schleuderfäden und erreichen im Bau der Fallstricknetze die höchste Vollkommenheit; bei den Insekten fehlen die Schleuderfäden ganz, und zu den Fallstricknetzen treten feststehende, frei ausgespannte Seilnetze hinzu. Die Tunicaten endlich haben nur noch Seilnetze, aber diese sind transportabel, von einer Hülle umschlossen und werden von einem künstlich erzeugten Filtrationsstrom durchströmt.

Im allgemeinen überwiegen die sesshaften Formen unter den Tieren mit Fangapparaten. Zum Teil sind die Coelenteraten direkt festsitzende Polypen, und die große Mehrzahl der Netze spinnenden Spinnen lauern ihrer Beute von einem festen Schlupfwinkel aus auf, aus dem sie sich auf dieselbe stürzen. Das gleiche gilt von den in ihrer Wohnröhre eingeschlossenen Phryganidenlarven, und schließlich werden auch einzelne Appendicularien (*Kowalevskia* und *Appendicularia*) durch ihre Gallertblasen, in denen der Fangapparat hängt, unbeweglich an einem Orte schwebend gehalten. Aber andere Formen wandern in ihrem Jagdgebiet weit umher und stehen anderen Jägern in keiner Beziehung nach: so die Turbellarie *Mesostomum* und die gewandt schwimmenden Oikopleuriden unter den Appendicularien.

Dennoch finden wir keine Fangapparate gebrauchenden Tiere unter

den Fliegern und Schwimmern; hier wird die Jagd durch die Schnelligkeit und Gewandtheit der Fortbewegung viel vorteilhafter als das Auf-lauern und Einfangen der Beute mit Fäden und Fallstricknetzen. Bei den Seilnetzen ist die große Schwierigkeit für ein frei sich bewegendes, gehäuseloses Tier, das Sediment in eine solche Lage zum Mund zu bringen, daß es leicht aufgeschlüpft werden kann. Demgegenüber ist die Filtration durch die Kiemenhöhle oder Mundhöhle weit einfacher und ja auch tatsächlich bei Fischen und Walen zur Verwendung gekommen. Nur Benthos- und Planktontiere sind daher an dem Gebrauche von Fangapparaten beteiligt.

Außerdem stellen die verschiedenen Wohngebiete ganz bestimmte Forderungen an die Tiere. Die Luft gestattet keine Verwendung von Seilnetzen, da ihre Bewegungen nach Richtung und Intensität zu wechselnd und ihr Gehalt an geformten, absehbaren Stoffen zu gering ist. Im Meere sind Fallstricknetze nur in den Tiefen möglich, da in der Flachsee die stete Bewegung des Wassers durch Seegang, Dünung, Gezeiten und Strömung ihren Gebrauch gänzlich unmöglich machen. Wir wissen nicht, ob in den bewegungslosen Tiefen solche Apparate vorkommen; die Dunkelheit und die von den Spinnen so schön benutzte Leitungsfähigkeit der Fäden für Erschütterungen würden die Verwendung sehr begünstigen; denn es würde die Verfertiger in den Stand setzen, ein relativ sehr weites Gebiet ihres Wohnortes durch ein System von wenigen Fäden dauernd zu überwachen. Von den Tiefseetieren kommen aber kaum irgendwelche Formen in Betracht, da wenigstens bisher von keiner der Gruppen Netzapparate bekannt geworden sind. Aber auch wenn sie vorkommen sollten, würde es uns unmöglich sein, das Vorkommen solcher Fangnetze nachzuweisen, da sie stets beim Herausholen aus der Tiefe zerstört werden würden. Das ungeheure Gebiet des marinen Pelagials, das das ganze Weltmeer umfaßt und seiner ganzen horizontalen Ausdehnung nach in den oberen durchlichteten Schichten von Planktonorganismen dicht bevölkert ist, bietet dagegen eine hervorragende Möglichkeit zur Verwendung von Seilnetzen. Nur ist, wie schon oben gesagt wurde, die große Schwierigkeit, daß der Filtrationsstrom unter allen Umständen vom Tiere selbst erzeugt werden muß. Wird die Schwimmbewegung des Tieres benutzt, so ist es am einfachsten, die Mundhöhle zum Filtrationsapparat umzugestalten oder Borstenfilter, die von den beweglichen Extremitäten der Mundpartie getragen werden, zu verwenden, wie das bei Tunicaten und Entomotraken auch in weitem Umfange geschehen ist. Ein außerhalb des Tieres liegendes Netz soll zunächst irgendwie ausgespannt gehalten werden und ferner so zum Munde gestellt sein, daß das Sediment dem Munde zugewandt liegt und vom Tiere leicht aufgenommen werden kann. Wird aber ein besonderer Filtrationsstrom hervorgebracht, so muß die Schwimmbewegung sistiert

oder für diesen Strom unschädlich gemacht werden. Das ist den Appendicularien geglückt, hat aber die eingreifendsten Änderungen im ganzen Körperbau nötig gemacht. Bei weitem am günstigsten liegen die Verhältnisse im Süßwasser; das Pelagial freilich ist von so geringer Ausdehnung, daß das Plankton überall die engsten Beziehungen zum Benthos zeigt. Die Benthonten aber finden sowohl ruhiges wie konstant strömendes Wasser geringer Tiefe und viel bodenständigen Pflanzenwuchs, so daß sowohl Fallstrick- wie Seilnetze erfolgreich gebraucht werden und mit Leichtigkeit an Steinen und Pflanzen des Bodens befestigt werden können. Hier verfertigen denn auch die Phryganidenlarven die verschiedensten Netze beider Art.

Auffällig ist die geringe Verbreitung, die Fangfäden im Süßwasser gefunden haben, während sie im Meere bei den niederen Tierklassen sehr verbreitet sind. Zum Teil hängt das sicherlich damit zusammen, daß diese Tiere auf das Meer beschränkt sind (Echinodermen) oder nur in wenigen Arten in das Süßwasser vordringen (Coelenteraten), zum anderen Teil ist es wohl darauf zurückzuführen, daß die Würmer hier keine solche Rolle spielen wie im Meer.

Haben nun aber auch die verschiedensten systematischen Tierklassen und die verschiedensten biologischen Tiergruppen Fangapparate verwendende Formen hervorgebracht, so daß diese nach Organisation und Lebensweise weit voneinander abweichen, so zeigen doch alle nach zwei Seiten hin gemeinsame Merkmale. Einmal besitzen sie alle eine weiche, ungeschützte Körperhaut, und dann verwenden sie alle das Material, das zum Bau der Fangapparate dient, nicht zu diesem Zweck allein, sondern noch zu verschiedenen anderen Aufgaben. Die wichtigste Aufgabe pflegt der Schutz des Körpers zu sein. So dienen die Schlenderfäden der Coelenteraten sicherlich in erster Linie als Verteidigungswaffen, und das gleiche gilt wahrscheinlich von allen Fangfäden überhaupt, mit Ausnahme derjenigen, die *Theridium triste* direkt auf seine Beute schlendert. Die Phryganidenlarven spinnen zuerst ihre Hülsen, und alle ihre Netze sind nur Modifikationen und Erweiterungen ihrer Wohnröhren. Die Spinnen tapezieren ihren Schlupfwinkel mit Spinnfäden aus, und viele netzlose Spinnen verfertigen sich vollständige Wohnröhren aus Spinnstoff. Endlich dient auch die Gallertmasse, in der der Fangapparat der Appendicularien ausgespannt ist, als schützende Wohnung für das Tier. Nur die Fritillarien entbehren dieser Hülle; sie besitzen aber große einzellige Drüsen in der Haut, deren Sekrete zur Verteidigung dienen dürften, und bei ein oder zwei Arten kommen zahllose Nesselkapseln zur Entfaltung. Bei den Phryganidenlarven wird die Verfertigung der Körperhülle die ursprüngliche Bedeutung des Spinnsekretes gewesen sein, ebenso wie die Verteidigung des Körpers

die erste Aufgabe aller Schleuderfäden war, und vielleicht sind alle fangapparatbildenden Sekrete in letzter Linie auf Schutzeinrichtungen zurückzuführen. Bei den Spinnen kommt dem Spinnsekret außerdem noch die Bedeutung zu, die Eier zum Eikokon zusammenzuhalten und zu umhüllen und außerdem das Tier selbst bei der Flucht vor plötzlicher Gefahr zu unterstützen, indem es sich an ihm fallen läßt, mit Aufhören der Gefahr aber an ihm wieder zu dem verlassenen Punkte zurückklettert. Für die Appendicularien gewinnt das Sekret noch Bedeutung für das Schweben der Tiere im Wasser und die Fortbewegung in demselben.

Wir kommen also zu dem Schlusse, daß vielleicht alle Tiere die jetzt Fangapparate bilden, ursprünglich für ihren ungeschützten Körper Schutz- und Verteidigungsmittel in Form von ungeformten und geformten Hautsekreten gewannen. Dieselben dienten entweder wie die Nesselfäden als Waffen oder wie die Wohnhüllen als Schutz. Später fanden die Sekrete dann weitere Verwendung für den Schutz der Eier, als Fallstrick, als Schwebapparat, als Fortbewegungsmittel und zum Fang der Beute. Daß wir es im Grunde bei dieser Tiergruppe mit schutzbedürftigen Formen zu tun haben, zeigt sich auch darin, daß der Nahrungserwerb bei den Räubern unter denselben meist ein Auflauern im Hinterhalt ist.

Ist nun die Verwendung der Sekrete zu den Fangapparaten wahrscheinlich keine ursprüngliche, sondern eine erst später erworbene, so wird es interessant sein, die wesentlich in Betracht kommenden Tiergruppen noch kurz zu betrachten, um zu sehen, ob sich dabei weitere Gesichtspunkte über die Entstehung gewinnen lassen.

Sowohl bei den Phryganidenlarven wie bei den Spinnen treffen wir auch noch heute alle möglichen Übergänge an von Formen, die keine Fangapparate verwenden, zu solchen, welche in deren Gebrauch die höchste Vollkommenheit erreicht haben; und ähnlich ist es bei den Turbellarien, obwohl hier die Fangapparate auf sehr niedriger Ausbildungsstufe stehen geblieben sind. Es macht uns daher bei allen diesen Formen nicht die geringste Schwierigkeit, sie uns ohne diese Apparate als vollständig existenzfähig vorzustellen.

Unter den Köcherfliegenlarven bauen bekanntlich alle die zahlreichen Arten, die mit ihren Wohnröhren frei im Wasser umherkriechen und sich von pflanzlichen Stoffen nähren, naturgemäß keine Fangapparate; sie gebrauchen ihr Spinnsekret also nur zum Schutz des Körpers und zur Herstellung der Puppenhülle. Aber selbst unter den räuberischen Larven ist die Verwendung von Netzen keineswegs allgemein im Gebrauch, und die Rhyacophiliden-Larven bauen meist nicht einmal eine Schutzhülle, sondern wandern frei umher und ziehen nur wie Spinnen auf ihren Wegen stets einen Spinnfaden hinter sich her. Allerdings ist ihr bevorzugter Aufenthalt

unter Steinen in schnell fließenden Bächen, wo sie von vornherein geschützt leben als ihre Verwandten<sup>1)</sup>. Wie dann die Ausbildung der Netze von einfachsten Fallstricknetzen bis zu den kompliziert gebauten Seilnetzen der Hydropsychiden variiert, ist bereits besprochen.

Im allgemeinen werden die campedoiden Larven mit räuberischer Lebensweise als die primitiveren Formen angesehen, aus denen die pflanzenfressenden Arten mit raupenförmigen Larven erst sekundär hervorgegangen sind. Nach WESENBERG-LUND ist diese Auffassung jedoch nicht haltbar, da jede der beiden Larvenformen ihrer besonderen Lebensweise in gleicher Weise angepaßt ist und die campedoiden keine besonderen primitiven Merkmale zeigen. Er bestreitet überhaupt eine engere Verwandtschaft der räuberischen Larven untereinander und hält ebensowenig die Arten mit netzbauenden Larven für genetisch zusammengehörig. Es ist daher wahrscheinlich, daß bei ganz verschiedenen Stammlinien der Phryganiden selbständig die Verwendung des ihnen allen eigenen Spinnsekretes zum Netzbau erworben worden ist, aber bei den einzelnen Reihen verschieden weit entwickelt wurde. Es ist möglich, daß ursprünglich die Larven nur unregelmäßige lockere Gespinste verfertigten, in denen sie der Beute auflauerten; sie werden aber immer einen Schutz für ihren weichen Körper nötig gehabt haben, und es dürfte die Verwendung des Sekretes zur Wohnröhrenbildung daher doch die ursprünglichste gewesen sein, um so mehr, als die Larven zur Puppenruhe sowieso eine Hülle spinnen mußten. Von ganz besonderem Interesse ist dabei noch, daß diese Puppengehäuse, um eine Zirkulation des Wassers zu ermöglichen, kreisförmige, spaltenförmige oder netzartige Durchbrechungen ihrer Wand besitzen und durch diese Arbeiten also geradezu die Herstellung von filtrierenden Flächen vorbereitet war.

Beachtenswert erscheint, daß eine Art auch im Salzwasser des Meeres leben soll<sup>2)</sup>.

Im Gegensatz zu den Phryganidenlarven sind alle Spinnen Räuber; die Möglichkeit der Verwendung von Fangapparaten liegt also hier für alle Arten vor. Außerdem lebt eine Gattung vollständig im Süßwasser, und möglicherweise werden weiter fortgesetzte Untersuchungen ergeben, daß die auf den Korallenriffen lebenden Arten der Gattung *Desis* sich ebenso

<sup>1)</sup> Nach ULMER kommen jedoch auch Köcher bauende *Rhyacophila*-Larven vor, die sogar durch fadenförmige Anhänge am Vorderrande des Köchers Beutetiere fangen und also offenbar Fallstricke auslegen. Der Köcher dieser merkwürdigen Larve sitzt auf einem beweglichen Stiele fest. (Abhandl. Gebiete d. Naturw. Hamburg. Bd. 18.)

<sup>2)</sup> Nach SILTALA gehen die Fallstricknetze bauenden Larven von *Cyrenus flavidus* in das Brackwasser hinein, wo sie zwischen Fucus und Potamogeton in 1—2 m Tiefe leben (WESENBERG-LUND, Internat. Revue Hydrob. Hydrogr. Biol. Suppl. 3 ser., 1 Heft, p. 19: 1911).

dem Leben im Meerwasser angepaßt haben. *Argyroneta* sowohl wie *Desis* haben diesen Übergang in das Wasser durch dasselbe Mittel ermöglicht, daß sie nämlich in dichten Gespinstglocken, die im Wasser befestigt werden, Luft ansammeln, die sie zwischen den Körperhaaren und den Spinnwarzen vom Wasserspiegel herabholen. Von diesem Wohngehäuse aus unternehmen sie Jagdstreifereien, bei denen *Argyroneta* einen Spinnfaden hinter sich herzieht. Aber zur Anlage von Fallstricknetzen hat sie es nicht gebracht, und für die in der stark bewegten Gezeitenzone des Meeres lebende *Desis* ist das von vornherein ausgeschlossen. Da aber unsere Süßwasserspinnen sich so vollständig dem dauernden Aufenthalt im Wasser angepaßt haben, daß sie selbst die Winterruhe in dichten Gewebshüllen am Boden der Gewässer verbringen, würde es nicht überraschen können, wenn noch Ageleniden gefunden würden, die wie die Phryganidenlarven auch unter Wasser einfache Fallstricknetze in der Umgebung ihrer Wohnglocke aufstellten, um so weniger, als die auf dem Lande lebenden Ageleniden derartig unregelmäßig gewebte Netze bauen.

Die Lebensweise der Landspinnen ist im übrigen bekannt genug. Ein großer Teil der Arten, wie die Lycosiden und Attiden, führt ein freies Jägerleben; andere liegen im Hinterhalte, von dem aus sie die Beute überfallen. Damit ist schon der Übergang zu einer mehr sesshaften Lebensweise gegeben, vor allem, wenn der Schlupfwinkel die Gestalt einer mit Gespinstfäden ausgekleideten Wohnröhre hat und zum dauernden Aufenthalte der Spinne dient. Die verschiedenen Arten der Fallstricknetze, die im Anschluß an solch einen Hinterhalt verfertigt werden, sind oben kurz skizziert. Sie stellen eine ganze Stufenfolge zweckmäßiger Konstruktionen dar, die durch weitere Untersuchungen sicher noch bedeutend ausgebaut und vor allem auch höhergeführt werden wird.

Bei den Spinnen hat die Ausbildung von Fangapparaten bereits einen ausgesprochenen Einfluß auf die Gliederung der ganzen Ordnung ausgeübt, und vor allem ist der Bau der eigentlichen Radnetze auf eine besondere Unterordnung (*Orbitelariae*) konzentriert, die sich auch morphologisch von den übrigen Spinnen unterscheidet. Nach der verbreitetsten Einteilung der Araneiden werden sogar alle Dipneumones in die Sedentariae und Vagabundae gesondert, wobei die letzteren die ohne Fangnetze jagenden Formen umfassen, deren Augen zugleich in drei Querreihen stehen, während die Sedentariae mit nur zwei Augenquerreihen meistens Gewebe zum Nahrungsfang anlegen. Wie weit aber diese systematischen Sonderungen zugleich phylogenetisch begründet sind, ist mir nicht bekannt.

Die Ausmündung der Spinnrüsen am hinteren Ende des Abdomens weist darauf hin, daß ihr Sekret ursprünglich nichts mit dem Nahrungserwerbe zu tun gehabt hat, sondern vielmehr mit dem Geschlechtsleben in Verbindung stand. Tatsächlich erreichen denn auch die Drüsen ihre

mächtigste Entwicklung bei den Weibchen, von denen Ekokokons gesponnen werden, und zwar werden dieselben von manchen Spinnen direkt in die Netze selbst oder in deren nächster Umgebung aufgehängt, soweit sie nicht vom Weibchen umhergetragen werden. Erst an dieser Versorgung der Brut dürfte sich die Benutzung der Fäden zur Abwehr von Feinden durch Weben eines Schlupfwinkels und zum Fange von Beute durch immer weitere Ausdehnung des Gewebes auf die Umgebung des letzteren entwickelt haben. So werden hier wahrscheinlich Wohnröhre und Fangnetz mehr oder weniger selbständig voneinander entstanden sein; und das Bewerfen mit Fadensekret, wie es *Theridium* ausübt, würde keine primitive Fangmethode darstellen, sondern so sich entwickelt haben, daß der Instinkt zum Netzbaun verloren ging.

Was endlich die Turbellarien betrifft, so sind sie deshalb von besonderem Interesse, weil wir bei ihnen sowohl die Verwendung typischer Fangfäden wie ordentlicher Fallstricknetze antreffen. Aber beide Fangmittel sind auf niedriger Stufe der Ausbildung stehen geblieben und haben auch keine allgemeine Verbreitung gefunden. Auch kommen bei ihnen noch alle Übergänge zwischen einfachen Schleimdrüsenzellen und echten Nematocyten vor. In gewisser Weise können wir daher in *Mesostomum ehrenbergi*, das fadenziehenden Schleim sezerniert und sowohl zum Schleuderfang wie zum Netzfang verwendet, den einfachsten Fall sehen, unter dem uns die beiden hier besprochenen Fangapparate überhaupt im Tierreich begegnen können. Besonders bemerkenswert erscheint dabei noch, daß schon auf diesem primitivsten Stadium der zum Fange dienende Schleim in verschiedener Weise von den Tieren benutzt wird, indem er außer zum Nahrungserwerb auch zum freien Schweben im Wasser dient. Denn die Würmer hängen sich mittelst der Schleimfäden, die sie an der Unterseite von Lemna-Blättern befestigen, auf, und SCHNEIDER sah oft eine große Zahl der Tiere so im Wasser hängen. Auch geformte Fäden, die aus Drüsenzellen auf Reize hin hervorgeschleudert werden, kommen bei *Mesostomum* vor; SCHNEIDER konnte jedoch die Verwendung derselben beim Fange der Beutetiere ausschließen und glaubt, daß sie bei der Begegnung als Reizmittel dienen. Die Zellen, welche den fadenziehenden Schleim bilden, liegen über die Mittellinie der Bauchfläche zerstreut.

Es läßt sich daher auch die Anschauung verfechten, daß wie bei den Würmern so auch bei den Phryganidenlarven und Spinnen zuerst die Räuber fadenziehenden Schleim als Fangmittel verwendet haben und erst später unter Modifikation des Sekretes zur Verwendung der Sekretfäden zum Ban einer Wohnhülle und echter Fadennetze übergegangen seien. Es hat diese Auffassung sogar das für sich, daß sie besser dem niedrigen Range gerecht wird, den der Fang der Beute mit Schleuderfäden und Fallstricknetzen einnimmt. Die freie Jagd, die gut entwickelte Sinne

und tüchtige Bewegungsapparate sowie schnelles Handeln verlangt, steht zweifellos viel höher und stellt an die ganze Organisation der Tiere weit größere Anforderungen. Außerdem ist das Ausziehen von Sekretfäden zu einem Fallstricknetz niedrigster Art eine viel einfachere Arbeit als die Anfertigung von Wohnhüllen, die den ganzen Körper des Tieres aufnehmen müssen, und in gewissem Sinne vermag sogar jedes Fadengewirr, das am Wohnorte gezogen wird, zugleich als Schutz gegen Feinde und als Falle für Beute zu wirken. Es spricht also rein theoretisch sehr vieles für diese durch die Turbellarien uns nahegelegte Hypothese.

Die Nematocysten erhalten ihre typische und höchste Ausbildung bei den Polypo-Medusen oder Cnidariern. Für diesen ganzen Tierstamm sind sie zu einem charakteristischen Besitz geworden, während sie im übrigen Tierreich nur vereinzelt sich finden. Verschiedene Protozoen (Sporozoen), niedere Würmer (Turbellarien, Nemertinen) und eine oder zwei Appendicularien-Arten (*Fritillaria*) besitzen gleichfalls solche Kapseln; aber nirgends scheinen sie zum Fang der Beute, sondern zur Befestigung des Tieres am Wirte oder zur Verteidigung oder zur Geschlechterregung zu dienen. Bei den Aeolidiern, denen früher auch Nesselkapseln zugeschrieben wurden, sollen die in ihrem Körper gefundenen Fadenzellen von verzehrten Cnidariern herrühren, mit deren Cnidoblasten sie vollständig übereinstimmen. Wie die primitiven Fallstrickgewebe dienen auch die Nematocysten gleichzeitig zur Verteidigung und zum Fang. Sie sind wie die Radnetze für die Orbitelariae unter den Spinnen ein gemeinsames Merkmal aller Cnidarier unter den Coelenteraten geworden; die Bedeutung der Nematocysten ist aber insofern viel größer als die der Radnetze, als diese nur für eine kleine Gemeinschaft von Gattungen, jene dagegen für einen ganzen Tierkreis bezeichnend geworden sind. Im Gegensatz zu den Nematocysten der Protozoen und Würmer und in Übereinstimmung mit den Appendicularien-Nesselkapseln erzeugt jede Drüsenzelle nur einen einzigen Zellfaden. Die Cuticularbildung ist das Werk einer Zelle, und eine Steigerung der Leistung wird sowohl durch die Arbeit der Nesselkapselzelle, die kompliziertere und wirksamere Apparate liefert, wie durch die Häufung der Nesselkapselzellen an bestimmten Körperpunkten erreicht. Dies geschieht durch Wanderung der reifen Zellen von ihrer Bildungsstätte an die Verbrauchsstellen, und es kommt in beiden Vorgängen eine hohe Vollendung dieses Fang- und Wehrapparates zum Ausdruck, die sich wohl mit der Arbeitsteilung der Oikoplasten bei den Copelaten vergleichen läßt. Wie die Nematocysten der Turbellarien wird man auch die der Cnidarier auf Schleimdrüsen zurückzuführen haben, deren Sekret zunächst zur Abwehr und zum Körperschutz diente: erst als die Fäden und die Schlenderkraft der Zellen stärker entwickelt war, wird die Fangwirkung sich geltend gemacht haben.

Eine vollständig isolierte Stellung nehmen schließlich die Appendicularien mit ihren cuticularen Fangapparaten ein. Wie bei den Cnidariern keine Art der Nesselkapseln entbehrt, so ist keine Copelate ohne Fangapparatbildung bekannt. Während aber Nesselkapseln auch bei anderen Tieren auftreten, sind die cuticularen Seilnetze vollständig auf die Copelaten beschränkt. Dazu kommt, daß alle uns bekannten Fangapparate dieser Tiere eine sehr beträchtliche Ausbildungshöhe besitzen und keine Stufenfolge von einfachsten primitiven Bildungen zu den höchsten Gestaltungen bilden. Während ferner alle anderen hier besprochenen Tiergruppen auch ohne Fangapparate sehr gut vorstellbar sind, ist das bei den Appendicularien nicht der Fall, da ihr ganzer Körperbau auf das engste mit der Herstellung und Bedienung derselben zusammenhängt. Dadurch wird es sehr schwer, zu irgendwelchen bestimmten Vorstellungen zu gelangen, auf welchem Wege diese Fangapparate erworben sein mögen. Doch lassen sich folgende Gesichtspunkte mit einiger Sicherheit festlegen:

Alle Tunicaten sind Planktonfresser, und zwar fangen sie das Plankton durch Sedimentation; diese findet bei den Acopelaten in der Kiemenhöhle, bei den Copelaten außerhalb des Körpers in dem cuticularen Fangapparat statt. Während der Kiemenkorb dort eine im Vergleich zum übrigen Rumpfe ganz exzessive Ausbildung erhalten hat, zeigt er hier alle Zeichen weitgehender Rückbildung. Ganz besonders betrifft das die Endostyl-drüse, deren Schleimsekret bei den Acopelaten die wichtige Aufgabe hat, die Nahrungspartikel aus dem Atemstrom festzuhalten. Bei einer Gattung ist sie sogar vollständig geschwunden. Daraus geht hervor, daß die Vorfahren der heutigen Appendicularien ursprünglich einen Kiemenkorb besessen haben, der weit mehr als jetzt dem der Acopelaten sich in seinem Baue näherte, und daß sie daher früher gleichfalls ihre Nahrung erst im Kiemenkorb selbst sedimentiert haben werden. Sie müssen dann aber das cuticulare vor dem Munde hängende Cuticularnetz gewonnen haben, worauf eine fortschreitende Reduktion der Kiemenkorb-Sedimentierapparate eintrat. Vorbedingung für die Benutzung eines solchen Netzes war die Abknickung, ventrale Umbiegung und Drehung des Schwanzes um  $90^\circ$ , so daß seine Breitseiten parallel der Bauchfläche des Rumpfes zu liegen kamen und der Schwanz energisch Wasser von hinten her nach vorn in das vor dem Munde ausgespannte Reusenwerk treiben konnte. Wir werden also daran festhalten müssen, daß diese Verlagerung des Schwanzes bereits vollzogen war, als der Fangapparat erworben wurde, denn sonst hätte er gar nicht in Betrieb genommen werden können. Mit anderen Worten, die typische Gliederung des Appendicularienkörpers, durch die sich diese Tiere sofort von allen anderen scharf unterscheiden, ist nicht Folge, sondern Vorbedingung der Fangapparatbildung. Sie muß also in anderen Verhältnissen begründet sein. Nun setzt die

Fangapparatbildung eine sehr hohe Entwicklung und Differenzierung der Cuticula-Matrix-Zellen voraus, und wie durch die Lagerung des Schwanzes, so unterscheiden sich nun die Appendicularien von allen anderen Tunicaten durch die Beschaffenheit eben dieser Matrixzellen, die echte Drüsenzellen mit zum Teil reich verzweigten Kernen und plasmareichem Körper sind (Fig. 12, Nr. 4). Bei allen ist ferner diese Region von Drüsenzellen nach hinten ganz scharf begrenzt und umsäumt vorne die Mundöffnung; vom Hinterrande ist endlich bei vielen Arten eine Hautduplikatur kapuzenartig nach vorn über diese ganze Drüsenregion hinübergelegt, so daß die sezernierenden Zellen und ihre neu gebildete Cuticula nach außen hin geschützt werden (Fig. 16, Nr. 7). Die Zellen, welche den Reusenapparat ausscheiden, nehmen nun nicht die ganze Drüsenfläche in Anspruch, vielmehr sind sie auf einen oft nur relativ kleinen Raum beschränkt (Fig. 12, Nr. 1), und die übrigen Zellen bilden eine mächtige Gallertblase, die immer den Fangapparat, meist aber auch das ganze Tier umschließt. Diese Bildungen sind weiter oben kurz skizziert; sie bilden stets Schweb- und meist auch Schutzapparate, bei den Oikopleuriden endlich auch Lokomotionsmittel. Da der Fangapparat nicht die merkwürdige Abknickung des Schwanzes bedingt haben kann, so wird es nun wahrscheinlich, daß die Umhüllung des ganzen Tieres mit einer als Schutz- und Schwebeorgan wirkenden Gallerthülle dies bewirkt hat. Der Mundöffnung und der hinteren Grenzlinie der Oikoplastenzone entsprechend, mußte die Gallerthülle immer eine hintere große und eventuell auch eine vordere sehr kleine Durchbrechung haben, und damit war die Möglichkeit gegeben, daß das in der Hülle mit Sekretfäden hängende Tier einen steten Wasserstrom hindurch trieb. War die ovale Öffnung bei der Entfaltung und Quellung der Gallertmasse geschlossen, so zirkulierte das Wasser und strömte zu der einen großen Pforte hinein und heraus, wie bei *Appendicularia* und *Kowalewskia* (Fig. 13); waren beide Öffnungen erhalten wie bei *Oikopleura*, so strömte das Wasser direkt durch und vermochte, wenn der Ausstrom eine gewisse Stärke gewann, direkt zur Fortbewegung von Gehäuse und Tier dienen (Fig. 14). In der Gallerthülle ernährte sich das Tier wie bisher durch Sedimentierung des Planktons in der noch umfangreichen Kiemenhöhle. Jetzt hatte das Tier zu dem Kiemenkorbe einen zweiten von Nährwasser durchströmten Hohlraum gewonnen, der den ganzen Körper umschloß und viel größer war. Durch Schleimfäden, die Matrixzellen und Hüllenwand verbanden, war auch hier eine Sedimentation von Plankton möglich, die bei guter Durchführung viel ertragreicher werden mußte als die im Kiemenkorbe, da die Wassermasse eine viel größere war und der Strom nicht durch Wimperbänder, sondern durch den mächtigen, von der elastischen Chorda getützten Schwanz erzeugt wurde. Wie die Herausbildung des komplizierten Seilnetzes aus einfachsten Anfängen heraus hat bewirkt

werden können, ist uns ebenso verborgen wie die Ursachen aller zweckmäßigen Bildungsvorgänge im lebenden Organismus. Nur der Weg, den die Ausbildung genommen hat, kann von uns aufgedeckt werden, und dazu sollen diese Ausführungen dienen. Indem die Sedimentierung im Gehäusehohlraum immer an Bedeutung gewann, je besser der cuticulare Fangapparat arbeitete, ging die Bedeutung des Kiemenkorbes für die Nahrungsgewinnung immer mehr zurück und führte zu einer dauernden Rückbildung desselben. Ist diese Hypothese richtig, so müssen wir annehmen, daß auch die *Fritillaria*-Arten früher ein den Körper umhüllendes Gehäuse besessen haben, das aber nach Erwerb des Fangapparates wieder rückgebildet wurde. Sehr günstig wurde die Verlagerung und Abknickung des Schwanzes auch für die Entwicklung der Keimdrüsen, die nun hinter dem Darmknäuel sich mächtig entfalten konnten. Man könnte daher auch daran denken, daß sie direkt den Anlaß zu ihr gegeben hätten: aber dann bliebe die ganze Entwicklung des Gehäuses und des Fangapparates unverständlich, und die Verlagerung der Keimdrüsen bei einigen Arten auf die Rückenfläche des Darmknäuels oder gar des Kiemenkorbabschnittes zeigt, daß auch ohne Abknickung des Schwanzes eine ausreichende Entwicklung der Keimdrüsen möglich gewesen wäre.

Von großer Bedeutung ist endlich noch eine sehr merkwürdige Eigenschaft der Appendicularien, auf die zuerst MARTINI aufmerksam gemacht hat. Bei einigen isoliert stehenden Tiergruppen, wie den Nematoden, Rotatorien und Copelaten, zeigt sich nämlich eine ganz auffällige Reduktion in der Zahl der Zellen, welche die einzelnen Organe zusammensetzen, und damit Hand in Hand pflegt eine derartige Bestimmtheit in der Anordnung der Zellen ausgeprägt zu sein, daß man jede einzelne Zelle mit Zahlen benennen kann und bei jedem untersuchten Individuum in gleicher Lage wieder vorfinden wird. Die individuellen Abweichungen, die natürlich auch hier vorkommen, sind sehr gering. Jede Zelle hat eben, da die Zahl derselben so reduziert ist, ihre ganz besondere Aufgabe, die sie nur an dem bestimmten Ort erfüllen kann. Am auffälligsten tritt diese Eigentümlichkeit in der Schwanzmuskulatur, dem Nervensystem, der Chorda aller Appendicularien und im Magen, Darm und Enddarm der Fritillariden hervor. Sie fehlt dagegen bei den Epithelien der Speiseröhre und in den Keimdrüsen und vielen anderen Geweben. Bis ins kleinste durchgebildet ist die Konstanz der Zellen dann aber wieder bei den Hautdrüsenzellen, welche die Gallertenticula und den Fangapparat bilden. Jede Zellgruppe und vielfach jede Zelle hat ihren ganz speziellen Teil dieser komplizierten Cuticularbildungen anzulegen, obwohl nach MARTINI sorgfältigen Untersuchungen daran bei *Fritillaria pellucida* 450, bei *Oikopleura longicauda* 1300 Zellen beteiligt sind. MARTINI hat diese Konstanz und Reduktion der Zellzahl als Eutelie bezeichnet und sieht ihre Bedeutung

wesentlich darin, daß die Entwicklung eines fertig ausgebildeten Individuums aus dem Ei möglichst schnell und mit möglichster Materialersparnis gewährleistet wird. In unserem speziellen Falle hat sie aber die noch weit größere Bedeutung, daß einzig und allein eine Tiergruppe mit solcher eutelischen Anlage imstande war, einen cuticularen Apparat von solcher Kompliziertheit auf rein mechanischem Wege so exakt herzustellen, daß die Anlagen bei der Entfaltung sich fehlerfrei zu einem tadellos funktionierenden Apparat zusammenfügen und alle paar Stunden ein neuer Apparat geliefert werden kann.

Wie wir unter den Fangapparaten die Bildungen und die Bauten unterschieden, je nachdem sie den Tieren durch Sekretionsvorgänge ihres Körpers zum Gebrauch fertig geliefert werden oder erst aus dem Rohmaterial durch Instinktätigkeit hergestellt werden, stehen sich natürlich auch die Bildner und Erbauer der Fangapparate als zwei verschiedene Tiergruppen gegenüber. Die Erbauer sind, was ja aus ihrer Tätigkeit von vornherein folgt, besser mit Sinnes- und Bewegungsorganen ausgestattet als die Bildner, wie ein Vergleich der Turbellarien, Phryganidenlarven und Spinnen, die sämtlich zwei, sechs oder acht Augen besitzen und sehr beweglich sind, mit den meist blinden und zum großen Teil festsitzenden oder in ihrer Bewegung sehr behinderten Cnidariern und Appendicularien ergibt. Alle Polypenformen und alle Copelaten sind augenlos und die meisten Polypen überdies sessil. Den Appendicularien fehlt außerdem jede Muskulatur im Vorderrumpf. Ein sehr auffälliger Unterschied ist ferner, daß die Bildner ihre Fangapparate sehr häufig erneuern und geradezu auf eine Massenproduktion angewiesen sind, während die Erbauer ihre Apparate, von seltenen Fällen abgesehen, längere Zeit in Benutzung nehmen und meist wiederholt ausbessern, ehe sie neue anfertigen. Bei den Schleuderfäden der Cnidarier, die bei jedem Fangakt aufgebraucht werden, und die nur wirken können, wenn gleichzeitig viele in Tätigkeit treten, liegt die Notwendigkeit hierfür klar zutage. Die Schwachheit des einzelnen Fadens und der Mangel jeder Fähigkeit, auf ein Objekt zu zielen, zeigen zugleich, wie niedrigstehend dieser Fangapparat trotz aller Kompliziertheit in der Konstruktion des Schleuderapparates eigentlich ist. Eigenartiger liegen die Verhältnisse bei den Appendicularien. Hier ist die Fangmethode auf eine recht bedeutende Höhe gebracht, aber gerade dadurch sind Schwierigkeiten in dem Gebrauche der Apparate entstanden, die die Copelaten nicht zu überwinden vermocht haben. Sobald die Netze in einem Gallertgehäuse, das das ganze Tier umhüllt, ausgespannt wurden, mußten auch die Exkreme in dasselbe entleert werden. Diese sind aber so groß, daß sie die zarten Gallertbildungen im Gehäuse auf das schwerste gefährden und bei den Oiko-

pleuriden, deren Ausflußöffnung sehr klein ist, gar nicht aus dem Gehäuse entfernt werden können. Jede Defäkation macht hier also einen Gehäusewechsel nötig. *Appendicularia* hat diesen Übelstand dadurch gemildert, daß ihr Enddarm zu einem enormen Sacke aufgebläht ist, der nicht weniger als 50 Exkremeute zu fassen vermag, aber nur *Fritillaria* hat ihn ganz beseitigt, indem das Tier überhaupt kein Gehäuse bildet. Dafür fehlt ihr aber auch der Schutz, den das Gehäuse den anderen Copelaten gewährt und die Erleichterung des Schwebens im Wasser. Außerdem bleibt ein zweiter Mangel bestehen, der allen Fangapparaten der Appendicularien anhaftet, daß sich ihr Reusenwerk nämlich schnell verstopft und nicht wieder gereinigt werden kann, da das Tier keine Möglichkeit besitzt, die Richtung des Filtrationsstromes umzukehren, mit dem Mundrande am Fangapparat befestigt ist und ihm jede freie Bewegungsmöglichkeit gegenüber dem letzteren fehlt. Dieser Fehler ist für die Copelaten nicht zu beseitigen, und es wurde daher wichtig, den komplizierten, aber schnell vergänglichen Apparat mit so wenig Sekretmasse wie möglich aufzubauen. Das ist durch den weitgehendsten Ersatz der kompakten Gallertmasse durch Membranen und vor allem durch Fibrillen, zwischen die bei der Entfaltung Wasser eindringt, erreicht.

## Schluß.

Wenn ich zum Schluß noch einmal das Ergebnis dieser kleinen Studie überblicke, so scheinen sich mir, ganz abgesehen von der bereits in der Einleitung aufgestellten Forderung, der Beobachtung am lebenden Tier mehr Bedeutung beizulegen als bisher, vor allem folgende Wünsche aufzudrängen. Einmal wäre es zweifellos sehr förderlich, wenn alle neu beobachteten Fangapparate nicht nur beschrieben, sondern auch auf ihre Stellung zu den übrigen, schon bekannten Apparaten geprüft würden, damit allmählich eine klare Übersicht über die verschiedenen Konstruktionen und ihre Verbreitung im Tierreich gewonnen wird. Dann aber würde eine gründliche biologische Untersuchung der gesamten frei lebenden Würmer, vor allem des Meeres, sehr interessante Ergebnisse versprechen, indem die wirkliche Verwendung der von EISIG und GRAFF und vielen anderen Forschern nachgewiesenen merkwürdigen Fadensekrete durch direkte Beobachtung kargestellt würde. Das gleiche gilt von den Ausscheidungen der Wasserlungen der Holothurien. Endlich werden die mannigfachen Gallert- und Schleimausscheidungen, wie sie vor allem bei Planktontieren als Körperhüllen vorkommen, gleichfalls an lebenden Tieren untersucht werden müssen, die vom Boot aus ge-

schöpft, nicht aber mit dem Netz gefangen sind. Denn viele dieser zarten Bildungen gehen beim Netzfange unweigerlich zugrunde, und wir würden nie etwas über die Gallertgehäuse der Copelaten erfahren haben, wenn nur konserviertes Netzmaterial untersucht worden wäre. Auch genügt nicht die bloße Beurteilung der Gallert- und Schleimbildungen, sondern es muß durch Beobachtung und Experiment ihre Aufgabe klar nachgewiesen werden, die sie für das betreffende Tier haben. Die Beobachtung über *Vermetus*, die oben zitiert wurde, zeigt, wie interessante Vorgänge auf diese Weise sich noch werden entdecken lassen.

## Literatur.

1. DAHL, F., Arachnoidea in: Handwörterbuch der Naturwissenschaften, herausgegeben von Korschelt, Linck u. a., Jena 1912, Bd. I, p. 498—507.
2. DEGENER, P., Lebensweise und Organisation, Leipzig und Berlin 1912.
3. EISIG, HUG., Monographie der Capitelliden in: Fauna und Flora d. Golf v. Neapel. Berlin 1887, p. 299—421.
4. ELLIS, R. A., Im Spinnenland, Stuttgart 1913 (Übersetzung von Pamwitz).
5. GÖLDI, E. A., Epeiroides bahiensis Keyslg., Zoologische Jahrbücher, Abt. Syst. Geogr. Biol., Jena 1899, Bd. 12, p. 161—169.
6. GRAFF, L. v., Monographie der Turbellarien I und II, Leipzig 1881 und 1889.
7. LOHMANN, H., Die Gehäuse und Gallertblasen der Appendicularien und ihre Bedeutung für die Erforschung des Lebens im Meer, Verhandlg. Deutsch. Zool. Gesellsch. 1909, p. 200—239.
8. MAAS, O., Coelenterata in: Handwörterbuch der Naturwissenschaften, herausgegeben von Korschelt, Linck u. a., Jena 1912, Bd. II, p. 667—669.
9. SCHNEIDER, A., Untersuchungen über Plathelminthen, Berichte der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde, XIV. Ber., Gießen 1873, p. 69—140.
10. SIMROTH, H., Abriß der Biologie der Tiere, Sammlung Göschen, 3. Auflage, Berlin und Leipzig 1913.
11. WARBURTON, C., Spiders in: Cambridge Manuals Science and Literature, Cambridge 1912.
12. WESENBERG-LUND, C., Biologische Studien über netzspinnende Trichopterenlarven in: Intern. Revue Hydrobiol. u. Hydrogr., Biol. Suppl., Leipzig 1911/12, 3. ser. p. 1—64.
13. WESENBERG-LUND, C., Wohnungen und Gehäusebau der Süßwasserinsekten in: Abderhalden, Fortschritte der Naturwissenschaftl. Forschung, Berlin-Wien 1913, p. 55—132.

---

Eingegangen am 9. Dezember 1913.



# Inhaltsverzeichnis von Bd. I—XXIX\*).

- Apstein, C. Die Alciopiden des Nat. Mus. VIII.  
 Arts, L. des. S. des Arts.  
 Attems, Graf C. Von Stuhlmann in Ostafrika ges.  
   Myriopoden. XIII.  
   — Neue Polydesmiden des Hamb. Mus. XVIII.  
   — Durch den Schiffsverkehr in Hamburg eingeschleppte Myriopoden. XVIII.  
   — Javanische Myriopoden, gesammelt von Direktor Dr. K. Kraepelin im Jahre 1903. XXIV.  
 Börner, Carl. Das System der Collembolen nebst Beschreibung neuer Collembolen des Hamb. Mus. XXIII.  
 Büsenberg, W. Echte Spinnen von Hamburg. XIV.  
   — u. H. Lenz. Ostafrikanische Spinnen (Koll. Stuhlmann). XII.  
 Bolau, Herm. Typen der Vogelsammlung des Nat. Mus. XV.  
 Breddin, G. Hemiptera insulae Lombok etc. XVI.  
   — Rhynchota heteroptera aus Java (Koll. Kraepelin). XXII.  
   — Rhynchotenfanna von Banguey. XXII.  
 Brunn, M. v. Parthenogenese bei Phasmiden. XV.  
   — Ostafrikanische Orthopteren (Koll. Stuhlmann). XVIII.  
 Carlgren, O. Ostafrikanische Actinien (Koll. Stuhlmann). XVII.  
 Chan, C. Ostafrikanische Medusen u. Siphonophoren (Koll. Stuhlmann). XIII.  
 De Man, J. G. Neue u. wenig bekannte Brachyuren. XIII.  
 Des Arts, L. Zusammenstellung der afrikanischen Arten der Gattung Ctenus. XXIX.  
 Doflein, F., u. H. BalB. Die Dekapoden und Stomatopoden der Hamburger Magalhaensischen Sammelreise 1892/93. XXIX.  
 Duncker, Gg. Fische der malayischen Halbinsel. XXI.  
   — Syngnathiden-Studien. I. Variation und Modifikation bei Siphonostoma typhle L. XXV.  
   — Die Gattungen der Syngnathidae. XXIX.  
   — Die Süßwasserfische Ceylons. XXIX.  
 Ehlers, E. Ostafrikanische Polychaeten (Koll. Stuhlmann). XIV.  
 Fauvel, A. Staphylinides de Java (Koll. Kraepelin). XXII.  
 Fischer, J. G. Afrikanische Reptilien, Amphibien u. Fische. I.  
   — Ichthyolog. u. herpetolog. Bemerkungen. II.  
   — Zwei neue Eidechsen des Nat. Mus. III.  
   — Herpetolog. Mitteilungen. V.  
 Fischer, W. Von Stuhlmann ges. Gephyreen. IX.  
   — Anatomie u. Histologie des Sipunculus indiens. X.  
 Forel, A. Formiciden des Hamb. Nat. Mus. usw. XVIII.  
   — Ameisen aus Java (Koll. Kraepelin). XXII.  
   — Formiciden aus d. Naturh. Museum in Hamburg. 2. Neueingänge seit 1900. XXIV.  
   — Die Weibchen der „Treiberameisen“ Anomma nigricans Illiger u. Anomma Wilverthi Emery, nebst einigen anderen Ameisen aus Uganda. XXIX.  
 Gebien, Hans. Verzeichnis der im Naturh. Museum zu Hamburg vorhandenen Typen v. Coleopteren. XXIV.  
 Gercke, G. Fliegen Süd-Georgiens. VI.  
 Gerstäcker, A. Von G. A. Fischer im Massai-Land ges. Coleopteren. I.  
   — Ostafrikanische Termiten, Odonaten und Neuropteren (Koll. Stuhlmann). IX.  
   — Ostafrikanische Hymenoptera (Koll. Stuhlmann). IX.  
 Goot, P. van der. S. van der Goot.  
 Gottsche, C. Kreide und Tertiär bei Hemmoor VI.  
 Holmgren, Nils. Versuch einer Monographie der amerikanischen Entomes-arten. XXVII  
 Karsch, F. Von G. A. Fischer im Massai-Land ges. Myriopoden und Arachnoiden. II.  
 Kerremans, Ch. Psepheniden des Nat. Mus. XIX.  
 Klapalek, Fr. Plecopteren und Ephemeren aus Java (Koll. Kraepelin). XXII.  
 Koenike, F. Ostafrikanische Hydrachniden (Koll. Stuhlmann). X.  
   — Hydrachniden aus Java (Koll. Kraepelin). XXIII.  
 Kohl, F. Ostafrikanische Hymenopteren (Koll. Stuhlmann). X.  
 Kolbe, H. J. Ostafrikanische Coleopteren (Koll. Stuhlmann). XIV.  
 Kraepelin, K. Revision der Skorpione. 1. Androctonidae. VIII. — 2. Scorpionidae u. Bothriuridae. XI. — Nachtrag zur Revision der Skorpione I. XII.  
   — Neue u. wenig bekannte Skorpione. XIII.  
   — Phalangiden Hamburgs. XIII.  
   — Neue Pedipalpen und Skorpione des Hamburg. Museums. XV.  
   — Zur Systematik der Solifugen. XVI.  
   — Durch Schiffsverkehr in Hamburg eingeschleppte Tiere. XVIII.  
   — Revision der Scolopendriden. XX.  
   — Eine Süßwasserbryozöe (Plumatella) aus Java. XXIII.  
   — Die sekundären Geschlechtscharaktere der Skorpione, Pedipalpen und Solifugen. XXV.  
   — Neue Beiträge zur Systematik der Gliederspinnen. XXVIII. — II. Die Subfamilie der Chaetinae. XXIX.  
 Kramer, P. Zwei von F. Stuhlmann in Ostafrika ges. Gamasiden. XII.  
 Lampert, K. Holothurien von Süd-Georgien. III.  
   — Holothurien von Ostafrika (Koll. Stuhlmann) XIII.  
 Latzel, R. Myriopoden von Hamburg. XII.  
   — Myriopoden von Madeira etc. XII.  
 Lea, A. M. Ctenulionidae from various parts of Australia. XXVI.  
 Lenz, H. Spinnen von Madagaskar u. Nossibé. IX.  
 Leschke, M. Mollusken der Hamburg. Elbunter-suchung. XXVI.  
   — Mollusken der Hamburg. Südsee-Expedition 1908/09 (Adm.-Ins.-Bismarkareh, Dtsch.-Neuguinea). XXIX.  
 Linstow, O. v. Helminthen von Süd-Georgien. IX.  
 Loman, J. C. C. Opilioniden aus Java (Koll. Kraepelin). XXI.  
   — Ein neuer Opilionide des Hamb. Mus. XXIII.  
 Man, J. G. de. S. de Man.  
 Marenzeller, E. v. Ostafrikanische Steinkorallen (Koll. Stuhlmann). XVIII.  
 Martens, E. v. Ostafrikanische Mollusken (Koll. Stuhlmann). XV.  
   — u. G. Pfeffer. Mollusken von Süd-Georgien. III.  
 May, W. Ostafrikanische Aleyonaceen (Koll. Stuhlmann). XV.  
   — Ventralschild der Diaspinnen. XVI.  
   — Larven einiger Aspidiotus-Arten. XVI.  
 Mayr, G. Formiciden von Ostafrika (Koll. Stuhlmann). X.  
 Meerwarth, H. Westindische Reptilien u. Batrachier des Nat. Mus. XVIII.  
 Michael, A. D. Oribatiden von Süd-Georgien. XII.  
 Michaelsen, W. Oligochaeten von Süd-Georgien. V.  
   — Oligochaeten des Nat. Mus. I u. 2. VI.  
   — Gephyreen von Süd-Georgien. VI.

\* Die römischen Ziffern hinter den Titeln geben die Bandzahl an

- Michaelsen, W. Lumbriiden Norddeutschlands. VII.  
 — Terricolen des Mündungsgebietes des Sambesi etc. (Koll. Stuhlmann). VII.  
 — Oligochaeten des Nat. Mus. 3. VII.  
 — " " " 4. VIII.  
 — Ostafrikan. Terricolen etc. (Koll. Stuhlmann). IX.  
 — Von F. Stuhlmann am Victoria Nyanza ges. Terricolen. IX.  
 — Polychaeten von Ceylon (Koll. Driesch). IX.  
 — Neue und wenig bekannte afrikanische Terricolen. XIV.  
 — Land- und Süßwasserasseln von Hamburg. XIV.  
 — Terricolenfauna Ceylons. XIV.  
 — Neue Gattung u. 4 neue Species der Benhamini. XV.  
 — Terricolen von verschied. Gebieten d. Erde. XVI.  
 — Neue Eminoscoléx-Art von Hoch-Seimaar. XVII.  
 — Neue Oligochaeten usw. XIX.  
 — Oligochaeten der Hamb. Elb-Untersuchung. XIX.  
 — Composite Styeliden. XXI.  
 — Triuephrus-Art aus Ceylon. XXI.  
 — Neue Oligochaeten von Vorder-Indien, Ceylon, Birma und den Andaman-Inseln. XXIV.  
 — Zur Kenntnis d. deutsch. Lumbriidenfauna. XXIV.  
 — Die Nolguliden des Naturhistorischen Museums in Hamburg. XXV.  
 — Pendulations-Theorie und Oligochaeten, zugleich eine Erörterung der Grundzüge des Oligochaeten-Systems. XXV.  
 — Die Pyuriden [Halocynthiiden] des Naturhistorisch. Museums in Hamburg. XXV.  
 — Oligochaeten von verschiedenen Gebieten. XXVII.  
 — Die Tethyiden [Styeliden] des Naturhistorischen Museums zu Hamburg, nebst Nachtrag und Anhang, einige andere Familien betreffend. XXVIII.  
 Mortensen, Th. Arbaciella elegans. Eine neue Echiniden-Gattung aus der Familie Arbaciidae. XXVII.  
 Mütge, O. Zwillingbildung des Karyolith. I.  
 Müller, H. Hydrachniden der Hamburger Elb-Untersuchung. XIX.  
 Müller, G. W. Ostracoden der Hamburger Elb-Untersuchung. XIX.  
 — Ostracoden aus Java (Koll. Kraepelin). XXIII.  
 Noack, Th. Beiträge zur Kenntnis der Säugetierfauna von Ostafrika. IX.  
 Pagenstecher, Alex. Vögel Süd-Georgiens. II.  
 — Von G. A. Fischer im Massai-Land ges. Säugetiere. II.  
 — Megalogsossus Woermanni. II.  
 Pagenstecher Arn. Lepidopteren von Ostafrika (Koll. Stuhlmann). X.  
 Petersen, J. Petrographie von Sulphur-Island etc. VIII.  
 — Boninit von Peel-Island. VIII.  
 Pfeffer, G. Mollusken, Krebse u. Echinodermen von Cumberland-Sand. III.  
 — Neue Penatuliden des Nat. Mus. III.  
 — Krebse von Süd-Georgien. IV.  
 — Amphipoden von Süd-Georgien. V.  
 — Von F. Stuhlmann ges. Reptilien, Amphibien, Fische, Mollusken. VI.  
 — Zur Fauna von Süd-Georgien. VI.  
 — Fauna der Insel Jeretik, Pt. Wladimir. VII.  
 — Bezeichnungen der höh. system. Kategorien. VII.  
 — Windungsverhältnisse d. Schale von Planorbis. VII.  
 — Dimorphismus bei Portuniden. VII.  
 — Ostafrikanische Reptilien u. Amphibien (Koll. Stuhlmann). X.  
 Pfeffer, G. Ostafrikan. Fische (Koll. Stuhlmann). X.  
 — Ostafrikanische Echinodermen (Koll. Stuhlmann) XIII.  
 — Palinurus. XIV.  
 — Oegopside Cephalopoden. XVII.  
 — u. E. v. Martens, s. Martens.  
 — Tenthologische Bemerkungen. XXV.  
 Pic, M. Neue Coleopteren des Hamb. Mus. XVII.  
 — Neue Ptinidae, Anobiidae und Anthicidae des Naturhistorischen Museums in Hamburg. XXV.  
 Poppe, S. A. u. A. Mrázek. Entomotrakten des Hamb. Mus. 1—3. XII.  
 Prochownik, L. Messungen an Südseeskeletten. IV.  
 Reh, L. Untersuchungen an amerikanischen Obst-Schildläusen. XVI.  
 Ritter-Záhony, R. v. Landplanarien aus Java u. Ceylon (Koll. Kraepelin). XXII.  
 Röder, V. v. Dipteren von Ostafrika (Koll. Stuhlmann). X.  
 Reichenow, A. Vögel von Ostafrika (Koll. Stuhlmann). X.  
 Schäffer, C. Collembolen von Süd-Georgien. IX.  
 — Collembolen von Hamburg. XIII.  
 Schenkling, S. Neue Cleriden des Hamb. Mus. XVII.  
 Silvestri, F. Neue und wenig bekannte Myriopoden des Naturl. Museums in Hamburg. I. XXIV.  
 Simon, E. Arachnides de Java (Koll. Kraepelin). XXII.  
 Sorhagen, L. Witmaacks „Biolog. Sammlung europ. Lepidopteren.“ XV.  
 Strebel, Hermann. Revision der Unterfamilie der Orthaleinen. XXVI.  
 — Zur Gattung Fasciolaria Lam. XXVIII.  
 — Bemerkungen zu den Clavatula-Gruppen Perrona und Tomella. XXIX.  
 Studer, Th. Seesterne Süd-Georgiens. II.  
 Timm, R. Copepoden der Hamburg. Elb-Untersuchung XX.  
 — Cladoceren der Hamburger Elb-Untersuchung. XXII.  
 Tornquist, A. Oxfordfauna von Mtaru (Koll. Stuhlmann). X.  
 Tullgren, A. Chelonetiden aus Java (Koll. Kraepelin). XXII.  
 — Zur Kenntnis außereuropäischer Chelonethiden d. Naturl. Museums in Hamburg. XXIV.  
 Ulmer, G. Trichopteren der Hamburg. Elb-Untersuchung. XX.  
 — Trichopteren aus Java (Koll. Kraepelin). XXII.  
 Van der Goot, P. Über einige wahrscheinlich neue Blattlausarten aus d. Sammlung des Naturhistorischen Museums in Hamburg. XXIX.  
 Vavra, V. Süßwasser-Ostracoden Sansibars (Koll. Stuhlmann) XII.  
 Volk, R. Methoden der Hamburg. Elb-Untersuchung zur quantitativen Ermittlung des Planktons. XVIII.  
 — Biolog. Verhältnisse der Elbe bei Hamburg usw. XIX.  
 — Studien über die Einwirkung der Trockenperiode im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. XXIII.  
 Weltner, W. Ostafrikanische Süßwasserschwämme (Koll. Stuhlmann). XV.  
 — Ostafrikanische Cladoceren (Koll. Stuhlmann). XV.  
 Werner, F. Über neue oder seltene Reptilien des Naturl. Museums in Hamburg. I. Schlangen. XXVI. — II. Eidechsen. XXVII.