Extrait des Mémoires de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres
Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles. Série *B*: Sciences Naturelles
1934

Über die morphologische Gruppierung der Arten des Subgenus Cyclops

von

Z. Koźmiński

CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1934

Publiés, par l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres, grâce à une subvention accordée par le Ministère de l'Instruction publique, sous la direction de M. S. **Maziarski**, Secrétaire de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles (Cracovie, Institut d'Histologie de l'Université, rue Wielopole 15).

Nakładem Polskiej Akademji Umiejętności.
Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego.

Extrait des Mémoires de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres
Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles. — Série *B*: Sciences Naturelles
1934

O ugrupowaniu morfologicznem gatunków podrodzaju Cyclops. — Über die morphologische Gruppierung der Arten des Subgenus Cyclops.

Mémoire

de M. **Z. KOŹMINSKI**,

présenté, dans la séance du 3 juillet 1933, par M. M. Siedlecki m. t.

(Planche 4).

Die Grundlagen der natürlichen Klassifikation der Familie *Cyclopidae* hat die moderne Wissenschaft vor allem den Untersuchungen von A. Graeter (1903) zu verdanken. Freilich hat dieser Verfasser seine Studien auf die Copepoden der Umgebung von Basel eingeschränkt und deshalb stand ihm nur eine ziemlich geringe Artenzahl zur Verfügung; ungeachtet dessen sowie auch des damals verhältnismäßig wenig ausgebauten Cyclopidensystems, wurden von ihm die charakteristischen Merkmale der untersuchten Krebse so richtig anerkannt und die Kriterien, auf welchen sein System sich stützt, so scharfsinnig ausgewählt, daß die Grundsätze seiner Klassifikation in dem unlängst von Kiefer (1927, 1928, 1929) sehr gründlich ausgearbeiteten System der Cyclopiden ihren modernen Ausdruck finden konnten. Die morphologisch-systematischen Untersuchungen Kiefer's haben ihn zu einer mit den Grundgedanken Graeter's übereinstimmenden Zergliederung des alten, sehr umfangreichen und heterogenen Genus *Cyclops* in eine ganze Reihe von selbständigen Gattungen und Untergattungen geführt, wodurch die stark verwickelten Verwandtschaftsbeziehungen einzelner sog. Artenkreise in eine gewisse Ordnung gebracht wurden.

Dank den Arbeiten von Kiefer wurden somit diese Probleme hinsichtlich der Gattungen einigermaßen geklärt; es blieb jedoch

die Frage der natürlichen Gruppierung der Arten innerhalb einzelner Gattungen und Untergattungen, mit wenigen Ausnahmen, fast unberührt. Nimmt man in Betracht, daß der Artbegriff bei den Cyclopiden immer enger aufgefaßt wird, daß somit eine Zergliederung mancher Formen, welche bis jetzt als »gute«, obwohl sehr »variable« Arten galten, sich als unentbehrlich erwies, daß zuletzt die wenig durchforschten Gebiete sowie eigenartige Lebensmilieus (z. B. Grundwasser, Moose) immer noch zahlreiche neue, oft recht eigentümliche Arten liefern, dann wird es klar, daß eine eingehende vergleichend-morphologische Ausarbeitung des Cyclopidensystems nicht so schnell ausgeführt werden konnte. Obschon dieses System noch weiter einem intensiven Ausbau unterliegt, scheint es immerhin erwünscht, schon jetzt die morphologisch-systematischen Befunde auf einem bestimmten kleinen Gebiete in Ordnung zu bringen. Die Aufgabe der vorliegenden Arbeit besteht eben darin, die gegenseitigen morphologischen Verhältnisse bei den Copepoden, welche das Subgenus *Cyclops* O. F. M. bilden, also der alten *strenuus-insignis*-Gruppe von Schmeil (1892) entsprechen, darzustellen.

Bis vor kurzem war die Systematik der genannten Gruppe recht vernachlässigt; dank den in den letzten Jahren durchgeführten Untersuchungen, die auf statistischer Bearbeitung des Materials beruhen (de Lint 1922, Koźmiński 1927, Rzóska 1930), ist die Frage der systematischen Selbständigkeit mancher früher beschriebener, wie auch einiger neuer Formen aus dieser Gruppe in positiver Richtung entschieden worden. In einer anderen Arbeit (Koźmiński 1933) sind von mir die morphologisch-systematischen sowie ökologischen Eigenschaften einzelner Arten der Untergattung *Cyclops* eingehend besprochen. Obschon diese Untersuchungen keinesfalls als abgeschlossen betrachtet werden dürfen und die Zahl der beschriebenen Arten und Unterarten sich gewiß noch weiter vermehren wird, so glaube ich doch, daß die ziemlich beträchtliche Anzahl von bekannten systematischen Einheiten (13 resp. 14) schon jetzt den Versuch einer Gruppierung gestattet.

In der oben erwähnten Arbeit von Graeter wird die Behauptung ausgesprochen, daß die Stammesentwicklung der Cyclopiden vor allem durch eine mit der Spezialisation verbundene Reduktion mancher systematisch sehr wichtiger Körperanhänge gekenn-

zeichnet wird; diese Ansicht, welche wohl gerechtfertigt zu sein scheint, wurde neuestens von Kiefer (1928) weiter entwickelt und mit neuen Beweisen gestützt. Es wird jetzt somit angenommen, und zwar auf Grund der vergleichend-morphologischen wie auch biologischen Tatsachen, daß die Cyclopiden, ähnlich den anderen Süßwassercopepoden, von den marinen pelagischen Formen abstammen; diese ursprünglich pelagischen Vorfahren der heutzutage lebenden Cyclopiden dürften sich durch lange, vielgliedrige, stark beborstete Antennen, einen verhältnismäßig kurzen *Diaptomus*-ähnlichen Hinterleib, einheitlich gegliederte Beine, kurze Furkaläste, fast homonomische, ziemlich kurze Apikalborsten sowie reiche und gleichartige Behaarung der Körperanhänge auszeichnen. Die Tendenz der Stammesentwicklung dieser ursprünglichen hypothetischen Form hat sich nach Graeter vor allem durch einen Verlust der mit der schwebenden Lebensweise verbundenen Eigenschaften sowie durch gleichzeitiges Erwerben der Merkmale der schwimmenden, z. T. sogar der kriechenden Lebensweise geäußert. Die weitgehenden und stark divergierenden morphologischen Anpassungserscheinungen, die durch eine Abänderung der Bewegungsart und Beherrschung neuer Biotope von den Vertretern der Familie *Cyclopidae* hervorgerufen werden sollten, ermöglichen jetzt einzelne Gattungen nach ihren Verwandtschaftsbeziehungen zu gruppieren und ihre Stellung in der Stammesentwicklung meistens ohne größere Schwierigkeit zu bestimmen.

Das Subgenus *Cyclops* der Gattung *Cyclops* O. F. M. stellt eine ziemlich primitive Formengruppe der Familie dar; seine niedrige systematische Stellung findet ihren Ausdruck vor allem in ziemlich langen vielgliedrigen Antennen, im einfachen Bau des Receptaculum seminis, in dreigliedrigen Schwimmfüßen, im verhältnismäßig wenig reduzierten rudimentären Füßchen und in der Behaarung der inneren Ränder der Furkaläste. Diese Grundmerkmale weisen bei allen Arten des Subgenus eine ziemlich unbedeutende Variabilität auf; die Differenzierung dieser zweifellos nahe verwandten Formen äußert sich durch die vom Standpunkt der Stammesgeschichte aus minderwertigeren und deshalb für die Beurteilung ihres phylogenetischen Alters weniger geeigneten Eigenschaften. Die Bestimmung der Stellung einzelner Arten in der Stammesgeschichte wird auch durch die Tatsache erschwert,

daß fast eine jede Form neben den Merkmalen, die man als primitiv bezeichnen könnte, auch solche Eigenschaften aufweist, die vom Standpunkt der allgemeinen Entwicklungstendenz der Cyclopiden als spezialisiert beurteilt werden dürften. Der in dieser Arbeit vorgenommene Versuch einer Gruppierung der Arten und Varietäten der Untergattung *Cyclops* nach ihren morphologischen Ähnlichkeitsbeziehungen wird, obwohl gewiß etwas subjektiv, doch durch das Bestreben gekennzeichnet, eine natürliche Einteilung vorzuschlagen; diese Einteilung soll sich demnach auf einer möglichst großen Anzahl von Eigenschaften stützen, deren stammesgeschichtliche Bedeutung kritisch beurteilt wird.

Die Gesamtheit der Merkmale, welche die einzelnen Arten des Subgenus *Cyclops* unterscheiden, wird in folgende Gruppen eingeteilt, die nach der ihnen zugeschriebenen Bedeutung geordnet sind:

1) Die Gliederzahl der ersten Antenne des Weibchens.

2) Die Gestalt des Receptaculum seminis.

3) Der Bau des II, IV und V Thoraxsegmentes (Thsgt.) sowie des I Abdomensegmentes (Gensgt.).

4) Der Bedornunsgstypus der Schwimmfüße.

5) Die sog. quantitativen Merkmale, d. h. die wichtigsten Körperproportionen sowie die relative Länge mancher Körperanhänge.

Auf Grund der Gliederzahl der Antennen des ersten Paares, welche Zahl bei einzelnen Arten als beständig zu bezeichnen ist, wird die Untergattung *Cyclops* in zwei stark divergierende Gruppen eingeteilt: einerseits in *Cyclops insignis* Cl., dessen erste Antenne nur 14 Glieder besitzt, anderseits in alle übrigen Arten, deren erste Antennen im Prinzip 17-gliedrig sind[1]). *C. insignis* nimmt überhaupt eine ganz isolierte Stellung in der Untergattung ein; er muß als eine spezialisierte und verhältnismäßig weit in der Stammesentwicklung vorgeschrittene Form aufgefaßt werden. Als Beweis dafür kann man nicht nur die reduzierte Gliederzahl der Antennen anführen, sondern auch: 1) die eigenartige, sonst

[1]) Eine Tendenz zu Abweichungen von dieser Regel kommt bei folgenden Arten vor: *C. vicinus* Ulj. und *C. tatricus* Koźm. weisen mitunter nur 16-gliedrige Antennen auf, bei *C. scutifer* Sars, *C. bohater* Koźm. und *C. kolensis* Lillj. kann man dagegen bisweilen Exemplare beobachten, welche 18-gliedrige Antennen besitzen. Diese Abweichungen, welche man vielleicht als Symptom der progressiven Tendenz der zwei ersten Arten und als primitive Eigenschaft der drei letzten bezeichnen könnte, begegnet man aber nur selten und deshalb kann ihnen keine größere Bedeutung zugeschrieben werden.

in der Untergattung nicht auftretende Gestalt des Receptaculum seminis[1]); 2) die Bedornung der Schwimmfüße nach dem Typus Bini und 3) die bedeutende Länge der Furkaläste und der mittleren Apikalborsten. Im Schema der morphologischen Gruppierung der Arten des Subgenus *Cyclops* (vgl. S. 110) wird *C. insignis*, als eine stark abweichende Form, allen anderen Arten gegenübergestellt.

Die systematische Stellung und der Spezialisationsgrad von *C. insignis* ist demnach ziemlich klar; es ist dagegen etwas schwieriger die gegenseitigen diesbezüglichen Verhältnisse der übrigen Arten zu bestimmen. Von den Eigenschaften, welche diese Formen unterscheiden, scheint der Bau der Körpersegmente die größte stammesgeschichtliche Bedeutung zu besitzen. Wir können nämlich einige Typen der Ausbildung dieser Segmente unterscheiden, welche Typen außerordentlich charakteristisch für einzelne Artengruppen sind und wohl auf nahe Verwandtschaft innerhalb der letzteren hinzuweisen scheinen.

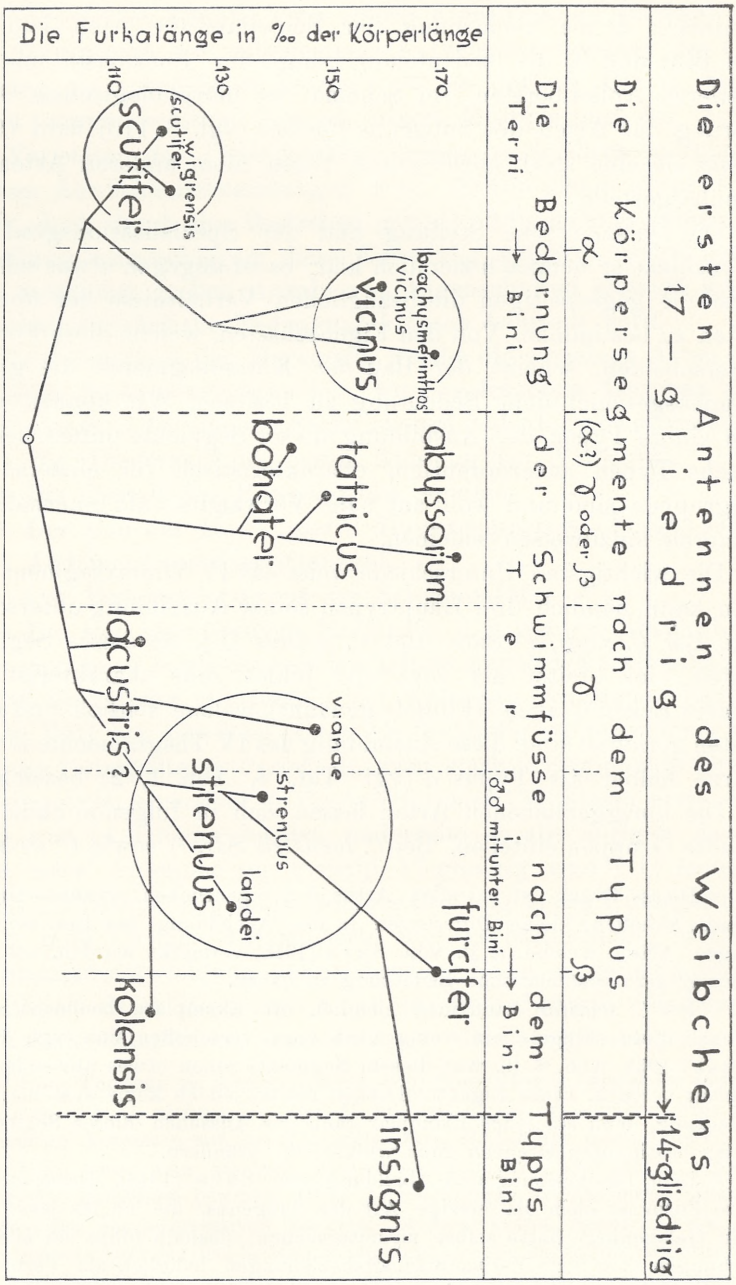
Die wichtigsten Unterschiede weist das IV Thoraxsegment auf; man kann nämlich drei Haupttypen seiner Ausbildung unterscheiden. Bei *C. scutifer* Sars und *C. vicinus* Ulj. ist dieses Segment hinten viel breiter als vorn und bildet sehr charakteristische scharfe Ecken[2]) (auch »Flügel« genannt), welche seitlich und nach hinten gerichtet sind; diese Ausbildung des IV Thsgt. möchte ich der Kürze halber als Typus *a* (vgl. Taf. 4, Abb. 1, 2) bezeichnen.

Die übriggebliebenen Arten lassen sich in folgende nahe verwandte Gruppen einteilen. Bei *C. lacustris* Sars[3]) sowie *C. strenuus*

[1]) Dieses Organ ist bei allen Arten der eigentlichen *strenuus*-Gruppe beinahe rundlich; kleine Differenzen in der Ausbildung des Rec. sem. bei einigen Arten, welche z. B. von Sars (1918) vermerkt wurden, scheinen keine größere systematische Bedeutung zu haben.

[2]) Bei *C. scutifer* kann man ziemlich oft Exemplare beobachten, bei welchen diese »Flügel« ein wenig nach vorn verschoben sind (vgl. Koźmiński 1933, Abb. 8, 9), was diesem Segmente einen etwas abweichenden Habitus verleiht. Diese Eigentümlichkeit besitzt jedoch keine systematische Bedeutung, denn ein jedes Exemplar kann das Aussehen dieses Segmentes in den bestimmten Grenzen ganz willkürlich verändern.

[3]) Laut Beschreibung und Abbildung von Sars (1918). Diese interessante Form ist eben die einzige Art des Subgenus, die ich bis jetzt noch nicht Gelegenheit hatte selbst zu untersuchen; deshalb führe ich alle Bemerkungen über ihre Verwandtschaftsbeziehungen lediglich als Vermutungen an.



Schema der morphologischen Gruppierung der Arten des Subgenus *Cyclops*.

subsp. *vranae* Koźm. ist das IV Thsgt. dem III ähnlich: es fehlen an ihm irgendwelche Fortsätze und Flügel und es ist sehr einfach ausgebildet (Typus γ, Taf. 4, Abb. 3). Die größte Anzahl der Arten (*C. abyssorum* Sars, *C. strenuus* subsp. *strenuus* Fischer, *C. strenuus* subsp. *landei* Koźm., *C. furcifer* Claus und *C. kolensis* Lillj.) zeichnet sich durch den Typus β aus: die hinteren seitlichen Ecken des IV Thsgt. bilden hier kleine stumpfe Fortsätze, die nach rückwärts, nach den Seiten, oder sogar nach vorn gerichtet sein können; die Breite des hinteren Teiles des Segmentes wird hiedurch gewöhnlich nicht größer, oder sogar kleiner, als die des vorderen Teiles (Taf. 4, Abb. 6, 7, 8).

Wir kennen zwar noch zwei weitere Arten (*C. bohater* Koźm. und *C. tatricus* Koźm.), bei welchen das IV Thsgt. nach dem Typus β oder γ ausgebildet ist[1]). Diese hinsichtlich des Baues des IV Thsgt. veränderlichen Arten sind aber durch eine eigentümliche Ausbildung des II Thsgt. charakteristisch; dieses Segment bildet hier nämlich zu beiden Seiten ziemlich große abstehende Schilder, welche sich nach der Bauchseite umbiegen und das zweite, sowie mitunter teilweise auch das dritte Segment, umschließen (Taf. 4, Abb. 4, 5). Die Ausbildung dieser Schilder, welche bei keiner anderen Art der Gruppe so stark entwickelt sind, spricht meiner Ansicht nach für eine nahe Verwandtschaftsbeziehung zwischen *C. tatricus* und *C. bohater*.

Die Arten, deren IV Thsgt. nach dem Typus α ausgebildet ist, weisen auch einen eigentümlichen Bau des V Thsgt. auf. Dieses Segment, welches bei *C. scutifer* sehr breit, bei *C. vicinus* dagegen viel schmäler ist, besitzt bei den beiden Arten eine ähnliche Gestalt, indem es stark ausgedehnte seitliche Ecken bildet (Taf. 4, Abb. 1. 2). Von den übrigen Arten weist nur *C. bohater* eine etwas ähnliche Gestalt dieses Abschnittes auf (Taf. 4, Abb. 5); bei allen anderen Formen besitzt dieses Segment seitlich nur stumpfe oder zugespitzte, niemals aber seitlich stark ausgedehnte Fortsätze (Taf. 4, Abb. 3, 4, 6, 7, 8).

[1]) Ich muß hier bemerken, daß es nicht ausgeschlossen ist, daß manche Populationen von *C. tatricus* (oder einer dieser Art sehr nahe stehenden Form) in den Alpenseen den Typus α des IV Thsgt. aufweisen. Zwar habe ich keine Gelegenheit gehabt solche Fälle persönlich zu beobachten, doch scheinen dafür manche Angaben älterer Autoren (Schmeil 1893, Fuhrmann 1896/97, Burckhardt 1900, Zschokke 1900), namentlich aber eine Abbildung, welche sich in der Arbeit von Baldi (1931) befindet, zu sprechen.

Eine etwas geringere Variabilität weist der Bau des I. Abdominalsegmentes auf. Bei *C. scutifer* wird es durch bedeutende Breite seines vorderen Teiles sowie durch kleine Knöpfchen in der Gegend seiner maximalen Breite gekennzeichnet (Taf. 4, Abb. 1). Als Gegensatz kann die Gestalt dieses Abschnittes be *C. kolensis* aufgefaßt werden, bei welcher Art das Genitalsegment außerordentlich schlank ist (Abb. 8). Eine interessante Gestalt des Gensgt. findet man noch bei *C. lacustris* und *C. furcifer* (Abb. 7); dieses Segment ist hier nämlich vorne kolbenförmig verbreitert, verengt sich unvermittelt etwa in der Mitte seiner Länge und nimmt weiter rückwärts eine beinahe zylindrische Gestalt an. Bezüglich dieser Eigenschaft, wie auch mancher anderer, scheint *C. furcifer* ein Verbindungsglied zwischen *C. insignis* und der eigentlichen *strenuus* - Gruppe darzustellen.

Es ist wohl schwer zu entscheiden, welcher von den oben beschriebenen Bautypen der Körpersegmente als der ursprüngliche, welcher dagegen als der umgebildete und spezialisierte aufgefaßt werden darf. Es liegt zwar die Vermutung nahe, daß der Typus γ, welcher sich durch die größte Einfachheit und Einheitlichkeit des Baues der Thoraxsegmente auszeichnet, der primitivste sei. Anderseits darf man aber auch nicht außer acht lassen, daß die Entwicklungstendenz der Cyclopiden sich u. a. in einer Einziehung des V Thsgt. in den Hinterleib äußert (Graeter 1903); der Typus α, bei welchem dieses Segment breit und wenig reduziert ist, dürfte dementsprechend als ein ursprünglicher bezeichnet werden. Meiner Ansicht nach können wir das Problem des Ursprünglichkeitsgrades einzelner Typen der Segmentausbildung auf Grund der bis jetzt bekannten Tatsachen noch nicht entscheiden; in meinem Schema der morphologischen Gruppierung der Cyclopsarten betrachte ich folglich die Gruppen, welche nach dem Bautypus ihrer Körpersegmente unterschieden wurden, im Prinzip als gleichwertig.

Sehr interessante Ergebnisse liefert die Untersuchung der Bedornung der Schwimmfüße. Wie bekannt (Koźmiński 1927 1933) treten in der Untergattung *Cyclops* zwei Bedornungstypen auf: der Typus Terni und Bini [1]). Es unterliegt wohl keinem

[1]) Der Typus Terni entspricht der sog. Dornformel 3433/3433, der Typus Bini — 2333/2333.

Zweifel, daß der Typus Terni, welcher eine reichere Bedornung repräsentiert, ursprünglicher als der reduzierte Typus Bini ist (vgl. die diesbezüglichen Erwägungen von Kiefer 1931). Der diagnostische Wert des Bedornungstypus ist für die einzelnen Arten des Subgenus nicht gleich; neben den Formen, welche bezüglich der Dornenzahl an den Schwimmfüßen außerordentlich stabil sind, treten auch solche auf, die eine charakteristische, mitunter sogar sehr starke Variabilität aufweisen.

Der Bedornungstypus Terni kommt stets bei folgenden Formen vor: *C. scutifer*, *C. bohater*, *C. tatricus*, *C. abyssorum*, *C. strenuus* subsp. *vranae* und wahrscheinlich auch *C. lacustris*. *C. strenuus* subsp. *strenuus* sowie *C. strenuus* subsp. *landei* weisen schon eine Tendenz zur Reduktion der Bewehrung der Schwimmfüße auf; die Weibchen gehören fast noch ausschließlich dem Typus Terni an, die Männchen mancher Populationen weisen aber größtenteils den Typus Bini oder den gemischten Bedornungstypus auf; diese Erscheinung tritt nämlich bei *C. str. landei* deutlicher, als bei *C. str. strenuus*, hervor. Einen weiteren Schritt in derselben Richtung macht *C. furcifer*, bei welchem sowohl die Männchen wie auch die Weibchen eine bedeutende Variabilität hinsichtlich des Bedornungstypus aufweisen. Der Typus Bini kommt endlich als der einzige Bewehrungstypus bei den Arten *C. vicinus*, *C. kolensis* und *C. insignis* vor.

Ich halte es für unwahrscheinlich, daß der unmittelbare Einfluß der ökologischen Milieubedingungen die Ursache dieser Variabilität bilden könnte. Die Art, wie diese Erscheinung auftritt, spricht meines Erachtens vielmehr für die Annahme, daß wir es hier mit einer genotypisch bedingten Variabilität zu tun haben; es ist sehr interessant, wohl auch vom allgemein-biologischen Gesichtspunkte aus, daß die Bedornungsreduktion der Schwimmfüße vor allem (*C. str. strenuus* und *C. str. landei*), aber nicht ausschließlich (*C. furcifer*) die Männchen betrifft, welche somit in dieser Hinsicht den Weibchen stammesgeschichtlich zuvorzukommen scheinen.

Eine einfache Einteilung der Arten unseres Subgenus bloß nach dem Bedornungstypus ihrer Schwimmfüße würde führen zu künstlichen Gruppen solcher Formen, die eine große Divergenz sowohl in der Gestalt der Körpersegmente, wie auch in vielen quantitativen Eigenschaften aufweisen (so würden z. B. *C. vicinus*, *C. ko-*

lensis und *C. insignis* miteinander verbunden). Aller Wahrscheinlichkeit nach vollzieht sich die Bedornungsreduktion als Anzeichen einer allen Cyclopiden eigenen Entwicklungstendenz, in einzelnen Artengruppen des Subgenus *Cyclops* voneinander unabhängig. In Tab. I versuche ich solche wahrscheinliche parallele Entwicklungsreihen darzustellen.

TABELLE I.

Terni	Bini
. . . . . scutifer	vicinus
bohater, tatricus, abyssorum	
. . . . . strenuus vranae . str. strenuus . str. landei	kolensis
. . . . . furcifer	insignis

Es bleibt somit noch die Besprechung der letzten Merkmalsgruppe, und zwar der sog. quantitativen Eigenschaften, d. h. der wichtigsten Körperproportionen, wie auch der relativen Länge der Körperanhänge (Antennen, Beine, Borsten usw.). Ich glaube, daß die stammesgeschichtliche Bedeutung einzelner quantitativen Merkmale nicht groß ist. Freilich existiert bei den Cyclopiden eine allgemeine Tendenz zur Verkürzung bestimmter Körperanhänge sowie zur Verlängerung einiger anderer mit fortschreitender Differenzierung; doch sind diese Verhältnisse recht kompliziert und sie scheinen oft unabhängig voneinander, obwohl parallel, in verschiedenen Artengruppen zu verlaufen.

In Tab. II sind die Mittelwerte der wichtigsten quantitativen Merkmale der einzelnen Formen auf Grund der mir zur Verfügung stehenden Materialien zusammengestellt. Eine vollständigere quantitative Charakteristik dieser Formen führe ich in einer anderen Arbeit an (Koźmiński 1933). Aus Tab. II ersehen wir, daß diese Merkmale bei einzelnen Formen in verschiedenartigen Kombinationen auftreten; diese Tatsache erschwert die Aufgabe die letzteren in bestimmte Gruppen auf Grund eines Komplexes von quantitativen Eigenschaften einzuteilen.

Nach der Ansicht von Graeter äußert sich die pelagische resp. die sog. litorale Lebensweise der Cyclopiden vor allem in der relativen Länge ihres Hinterleibes, der bei den ursprünglichen pelagischen Formen verhältnismäßig kurz war, sich bei diesen Arten dagegen, die sich einem anderen Milieu anpassen mußten, gestreckt haben dürfte. Ich habe schon einmal Gelegenheit gehabt

TABELLE II.

	Long. tot. μ	Long. abd.	Long. ant. I par.	Long. furc.	Long. set. apic. med. int.
		in % long. cphth.	in ‰ long. corp.		
C. scutifer scutifer	1254	45·5	556	120	337
C. scutifer wigrensis	1613	45·9	533	122	305
C. vicinus vicinus	1717	42·8	512	160	313
C. vicinus brachysmerinthos	1744	43·3	548	171	393
C. bohater	2435	41·0	533	144	323
C. tatricus	1702	34·8	557	150	400
C. abyssorum	2004	36·5	585	174	366
C. strenuus vranae	1895	43·0	493	148	329
C. strenuus strenuus	1890	41·6	488	139	305
C. strenuus landei	1514	41·8	544	133	349
C. kolensis	1400	44·1	533	118	325
C. furcifer	1993	42·9	449	170	357
C. insignis	—	42·0?	474	167	434

(Koźmiński 1927, S. 87) darauf aufmerksam zu machen, daß diese Regel keine Bestätigung in der *strenuus*-Gruppe findet. Innerhalb der Untergattung *Cyclops* sind zwei Arten bekannt, die sich durch ihr auffallend kurzes Abdomen (ohne Furka gerechnet) auszeichnen; es sind *C. abyssorum* und *C. tatricus*. Beide Arten treten in Seen auf (vgl. Koźmiński 1932, 1933, 1934), obschon eine von ihnen (*C. abyssorum*) an das Leben in der Wasserschicht, welche unmittelbar oberhalb des Grundes gelegen ist, angepaßt zu sein scheint. Unter den übrigen Arten gibt es aber auch solche, die zweifellos an das pelagische Leben eng gebunden sind, trotzdem sie ein verhältnismaßig sehr langes Abdomen aufweisen (z. B. *C. scutifer*, vgl. Tab. II). Die Kürze des Hinterleibes kann vielleicht als eine primitive Eigenschaft gelten und die Arten, welche sich durch dieses Merkmal auszeichnen, können wohl auch nahe verwandt sein, doch ist der Zusammenhang mit der pelagischen Lebensweise keinesfalls so einfach.

In meinem Schema der morphologischen Gruppierung der Cyclopsarten habe ich einzelne Formen in den vertikalen Reihen

nach der mittleren Länge des Furkalastes (in ‰ der Körperlänge ausgedrückt) verteilt, indem ich in Anlehnung an Graeter's Ansichten angenommen habe, daß eine kurze Furka als ursprüngliche Eigenschaft betrachtet werden darf. Es scheint besonders interessant zu sein, daß alle drei Arten (*C. scutifer, C. lacustris* und *C. kolensis*), die sich durch eine auffallend kurze Furka auszeichnen, obwohl sie ganz verschiedene Zweige in der Stammesentwicklung der Cyclopiden darzustellen scheinen, sämtlich jedoch dem Plankton größerer Seen angehören. Die Arten dagegen, welche eine sehr lange Furka besitzen, sind entweder echte Kleingewässerformen (*C. furcifer, C. insignis*) oder scheinen an das Leben in der unmittelbar oberhalb des Grundschlammes der Seen gelegenen Wasserschicht angepaßt zu sein (*C. abyssorum*), oder bewohnen endlich, wie *C. vicinus*, die Teiche, die Parkanlagengewässer, aber auch bisweilen die Wasseransammlungen von spezifischer chemischer Zusammensetzung (Koźmiński 1933); es scheinen demnach mehr spezialisierte Formen zu sein.

Die Anwendung einzelner quantitativer Eigenschaften für die Herstellung des Stammbaumes unserer Cyclopiden stoßt, wie aus dem Gesagten ersichtlich, auf theoretische wie auch praktische Schwierigkeiten. Demgegenüber erweist in dieser Hinsicht einen großen Dienst die Analyse der Differenzen in den mathematisch ausgedrückten Merkmalkomplexen der untersuchten Formen. In meiner Arbeit (Koźmiński 1933), auf welche sich die vorliegende großenteils stützt, wurden diese Differenzen bei Anwendung von Heincke's wohlbekannter Methode der kombinierten Merkmale berechnet und diskutiert; durch einen, paarweise durchgeführten, reziproken Vergleich von 10 systematischen Einheiten, welcher nämlich 45 Kombinationen ausmacht, erhielt ich Zahlen, welche genau die Differenzen in dem Komplex von 18 quantitativen Merkmalen zwischen je zwei verglichenen Formen repräsentieren, und die somit für die quantitative Schätzung der morphologischen Distanz dieser Formen mit Erfolg gebraucht werden können. Der Mittelwert dieser Zahlen für die Formen der *strenuus*-Gruppe beträgt 211·8 ± 18·4 (Koźmiński 1933); in Tab. III führe ich diese 9 Paar Formen an, deren Differenzen in den Merkmalkomplexen die kleinsten, und zwar kleiner als 100, sind. Es sind demnach Formen von sehr ähnlicher Ausbildung der quantitativen Eigenschaften, namentlich wenn man in

Betracht nimmt, daß die Differenzen der Merkmalkomplexe verschiedener Populationen einer und derselben Form aus der *strenuus*-Gruppe im Mittel 16·5 ± 1·98 (Koźmiński 1933) betragen.

TABELLE III.

C. scutifer scutifer: C. scutifer wigrensis	17·6
C. vicinus vicinus: C. vicinus brachysmerinthos .	77·0
C. tatricus: C. abyssorum	71·7
C. strenuus vranae: C. strenuus strenuus . . .	49·9
C. strenuus strenuus: C. strenuus landei	47·5
C. strenuus strenuus: C. furcifer	53·5
C. strenuus strenuus: C. kolensis	78·0
C. strenuus landei: C. kolensis	58·7
C. bohater: C. strenuus vranae	67·5

In dem beigefügten Schema (s. S. 110), welches diegeg enseitigen Verwandtschaftsbeziehungen der Arten des Subgenus *Cyclops* illustrieren soll, werden die untersuchten Formen, in Übereinstimmung mit den oben beschriebenen morphologischen Verhältnissen, nach folgenden Kriterien gruppiert.

Vor allem wird *C. insignis*, als eine am meisten spezialisierte Art, allen anderen Formen auf Grund der Gliederzahl der ersten Antennen, sowie der Ausbildung des Receptaculum seminis gegenübergestellt. Die übrigen Arten werden in zwei Gruppen eingeteilt, deren relativer Spezialisationsgrad nicht bestimmt wurde: einerseits in die Arten *C. scutifer* und *C. vicinus*, welche sich durch den Segmentenbau α auszeichnen, anderseits in alle übrigen Formen von dem Bau der Körpersegmente nach den Typen β oder γ. Ich nehme an, daß in beiden Gruppen der Prozeß der Bedornungsreduktion der Schwimmfüße von dem Typus Terni nach Bini unabhängig verlief; nach dem Bedornungstypus werden somit diese Gruppen in weitere Untergruppen eingeteilt. Außerdem wird in der zweiten Gruppe eine weitere Einteilung nach dem Segmentenbau β oder γ durchgeführt. Es erwies sich sodann, was ich besonders betonen möchte, daß die Arten, welche sich somit innerhalb einzelner Untergruppen befanden, sich auch durch eine weitgehende Annäherung hinsichtlich ihrer quantitativ ausgedrückten Merkmalkomplexe (vgl. Tab. III) auszeichnen. Die genaue Darstellung ihrer diesbezüglichen, zahlenmäßig ausgedrückten, gegenseitigen

Verhältnisse ist auf einem zweidimensionalen Diagramm leider unmöglich: deshalb wurden einzelne Arten vertikal nach einer quantitativen Eigenschaft, und zwar nach der relativen Länge der Furkaläste, eingereiht, welche Eigenschaft eine sehr charakteristische konvergente Ausbildung in verschiedenen Gruppen aufweist, die ganze Anordnung aber nicht trübt. Ich will jetzt kurz die einzelnen Untergruppen besprechen und die diese Gruppen verbindenden Eigenschaften unterstreichen.

Die erste Gruppe, und zwar die von *C. scutifer* und *C. vicinus*, wird nach dem Bedornungstypus der Schwimmfüße in zwei scharf geschiedene Untergruppen eingeteilt. Die große Differenz der Merkmalkomplexe von *C. scutifer* und *C. vicinus* (Koźmiński 1933) spricht für eine bedeutende Divergenz dieser zwei Artenkreise. Wir müssen dabei *C. scutifer* für eine ursprünglichere Form halten, nicht nur wegen ihres Bedornungstypus Terni, sondern auch wegen der Ausbildung der Furka und der Spermatophorengröße. Ein jeder dieser Verwandtschaftskreise tritt in zwei Formen auf: *C. scutifer* f. *scutifer* Sars und *C. sc.* f. *wigrensis* Koźm. bilden zwei sehr nahe stehende Varietäten derselben Art (Koźmiński 1933); eine etwas größere Divergenz gegenüber *C. vicinus vicinus* zeigt eine erst in neuerer Zeit von Wierzbicka (1933) beschriebene Varietät (var. *brachysmerinthos*)[1]) dieser Art, deren Vorkommen in Westpolen bereits von Rzóska (1930) signalisiert worden ist und die auch von mir in einigen Seen des Wigrygebietes gefunden wurde (Koźmiński 1933). Diese Varietät zeichnet sich vor allem durch die längeren Furkaläste und die bedeutend kürzeren zu innerst gelegenen Apikalborsten als der typische *C. vicinus* aus; sie scheint weiter in der Stammesentwicklung vorgeschritten zu sein, als typische Form dieser Art.

In der zweiten Gruppe bilden *C. abyssorum*, *C. tatricus* und *C. bohater* eine natürliche Untergruppe: die zwei ersteren stehen einander sehr nahe hinsichtlich der Ausbildung der quantitativen Eigenschaften (s. Tab. III), unter welchen besonders charakteristisch und wahrscheinlich primitiv die außergewöhnliche Kürze des Abdomens im Verhältnis zum Cephalothorax ist. *C. tatricus* und *C. bohater* zeichnen sich wiederum durch eine ähnliche Gestalt des II Thsgt. aus, was meines Erachtens nach zweifelsohne auf ihren

[1]) Vgl. Nachtrag während der Korrektur.

gemeinsamen Ursprung hinweist. Alle diese drei Arten charakterisiert außerdem der beständige Bedornungstypus Terni der Schwimmfüße. — Ich möchte noch bemerken, daß *C. bohater* hinsichtlich des Baues des V Thsgt. sich einigermaßen den Arten der ersten Gruppe nähert; diese Ausbildung des V Thsgt. dürfte vielleicht als ein primitives und den gemeinsamen Vorfahren beider Gruppen eigenes Merkmal aufgefaßt werden. Deshalb hat *C. bohater* in meinem Schema in der unmittelbaren Nähe der die beiden Gruppen teilenden Grenze seinen Platz gefunden.

Eine besondere Untergruppe bilden die Formen *C. strenuus* subsp. *vranae*, *C. str.* subsp. *strenuus* und *C. str.* subsp. *landei*, welche hinsichtlich ihrer Merkmalkomplexe einander ähnlich und gewiß nahe verwandt sind. Sie weisen interessante Verhältnisse in bezug auf den Berdornungstypus ihrer Schwimmfüße auf; *C. str. vranae* gehört nämlich noch den Formen an, die beständig den Typus Terni aufweisen, beim *C. str. strenuus* trifft man mitunter Populationen, deren Männchen eine deutliche Tendenz zur Reduktion der Bedornung aufweisen; beim *C. str. landei* endlich treten schon die Männchen des Binitypus in überwiegender Menge auf (Koźmiński 1933). Als spezialisierte Äste desselben Stammes betrachte ich: 1) *C. kolensis*, welcher als eine weitere Entwicklungsstufe derselben phylogenetischen Tendenz, die in *C. str. landei* einigermaßen verkörpert ist, aufgefaßt werden darf, sowie 2) *C. furcifer*, dessen gemeinsamer Ursprung mit *C. str. strenuus* wohl zweifellos ist, obschon er als eine selbständige Art betrachtet werden muß. Die Stellung von *C. lacustris* in der Nähe von *C. str. vranae,* auf Grund der Ausbildung des IV Thsgt., wird mit einem Fragezeichen versehen, denn ich kenne diese Art leider nur aus den Literaturhinweisen.

Zum Schluß möchte ich noch objektiv bemerken, daß die oben beschriebene Gruppierungsweise der Cyclopsarten doch einige schwache Punkte enthält. So nähert sich z. B. *C. bohater* bezüglich seines Merkmalkomplexes dem *C. str. vranae* (vgl. Tab. III), was in meinem Schema unberücksichtigt bleiben mußte, weil diese Arten auf Grund anderer Eigenschaften den verschiedenen Gruppen zugeteilt wurden; es ist aber möglich, daß die Ähnlichkeit der quantitativen Merkmale in diesem Falle wohl nur auf einer Konvergenz beruht. Weiterhin zeigt *C. abyssorum* einen Bau der Körpersegmente auf (Typus β), welcher demjenigen von *C. str.*

strenuus stark ähnelt; es existieren auch einige gemeinsame Berührungspunkte zwischen *C. scutifer* und *C. kolensis* (die Ausbildung der Furka, die relative Länge des Abdomens; vgl. Tab. II) zum Teil sogar mit *C. insignis* (die Spermatophorengröße). Schließlich erscheint noch etwas rätselhaft die Stellung von *C. tatricus*, und zwar in Hinsicht auf die schon oben vermerkte Möglichkeit, daß das IV Thsgt. bei dieser (oder einer ihr sehr nahen) Art auch nach dem Typus α ausgebildet werden könne; diese Möglichkeit wird in meinem Schema durch den in Klammern gesetzten und mit einem Fragezeichen versehenen α-Buchstaben angedeutet.

Trotz all dieser Bedenken dürfte meines Erachtens das von mir dargestellte Bild der Verwandtschaftsbeziehungen der Arten des Subgenus *Cyclops* unserer gegenwärtigen Kenntnis ihrer Morphologie am besten entsprechen; ich hoffe, daß weitere Untersuchungen noch manche ungelösten Verwandtschaftsbeziehungen aufklären werden.

Hydrobiologische Station am Wigrysee.

Nachtrag während der Korrektur.

C. vicinus var. brachysmerinthos Wierzbicka (1933) soll als Synonym von *C. kikuchii* Smirnov (1932, Annot. Zool. Japon., vol. 13) betrachtet werden. Die Arbeit von Smirnov hatte ich die Gelegenheit erst nach Abschluß des Manuskriptes kennen zu lernen.

Literaturverzeichnis.

1. Baldi E. 1931. Ricerche sugli alti laghi della Valsesia e del Monte Rosa. Boll. Pesca, Piscicolt. e Idrobiol. 7. Roma. — 2. Burckhardt G. 1900. Faunistische und systematische Studien über das Zooplankton der größeren Seen der Schweiz. Rev. Suisse Zool. 7. Genève. — 3. Fuhrmann O. 1896/97. Recherches sur la faune des lacs alpins du Tessin. Rev. Suisse Zool. 4. Genève. — 4. Graeter A. 1903. Die Copepoden der Umgebung von Basel. Rev. Suisse Zool. 11. Genève. — 5. Kiefer F. 1927. Versuch eines Systems der Cyclopiden. Zool. Anz. 73. Leipzig. — 6. Kiefer F. 1928. Über Morphologie und Systematik der Süßwasser-Cyclopiden. Zool. Jahrb. Syst. 54. Jena. — 7. Kiefer F. 1929. II Cyclopoida Gnathostoma. Tierreich 53. Berlin-Leipzig. — 8. Kiefer F. 1931. Die Untergattung Tropocyclops der

Gattung Eucyclops (Copep. Cyclop.). Zeitschr. f. wiss. Zool. 138. Leipzig. — 9. Koźmiński Z. 1927. Über die Variabilität der Cyclopiden aus der *strenuus*-Gruppe auf Grund von quantitativen Untersuchungen. Bull. Acad. Polon. Sc. Lettr. Suppl. I. 1927. Cracovie. — 10. Koźmiński Z. 1932. Über die systematische Stellung von »*Cyclops strenuus*» aus den Gebirgsseen. Arch. Hydrobiol. i Ryb. 6. Suwałki. — 11. Koźmiński Z. 1933. Badania morfometryczne i ekologiczne nad oczlikami (*Cyclopidae*) z grupy *strenuus*. Arch. Hydrobiol. i Ryb. 7. Suwałki. — 12. Koźmiński Z. 1934. Über die ökologische Verteilung einiger limnetischer Cyclopiden in den Wigryseen. Verh. Int. Ver. Limnol. 6. Stuttgart. — 13. Lint G. M. de. 1922. Untersuchungen über Planktoncopepoden in niederländischen Gewässern. Int. Rev. Hydr. 10. Leipzig. — 14. Rzóska J. 1930. Biometrische Studien über die Variabilität einer Cyclopidengruppe (*C. strenuus* s. l.). Arch. Hydrobiol. i Ryb. 5. Suwałki. — 15. Sars G. O. 1918. An account of the Crustacea of Norway. VI. Copepoda Cyclopoida. Bergen. — 16. Schmeil O. 1892. Deutschlands freilebende Süsswassercopepoden. I. Cyclopidae. Cassel.— 17. Schmeil O. 1893. Copepoden des Rhätikon-Gebirges. Abh. Naturforsch. Ges. Halle. — 18. Wierzbicka M. 1933. Résultats du croisement de certaines formes du groupe de Cyclops strenuus (sensu lato). C. R. Acad. Pol. Sc. Octobre. 1933. Cracovie.—19. Zschokke F. 1900. Die Tierwelt der Hochgebirgsseen. Zürich.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel 4.

Die Abbildungen illustrieren den Umriß der Körpersegmente, sie wurden in verschiedenen Vergrößerungen ausgeführt und sind ein wenig schematisiert.

Abb. 1. *Cyclops scutifer* Sars. Das IV und V Thsgt. sowie das I Abdsgt.

Abb 2. *C. vicinus* Uljanin. Das IV und V Thsgt. sowie das I Abdsgt.

Abb. 3. *C. strenuus* subsp. *vranae* Koźm. Das IV und V Thsgt. sowie das I Abdsgt.

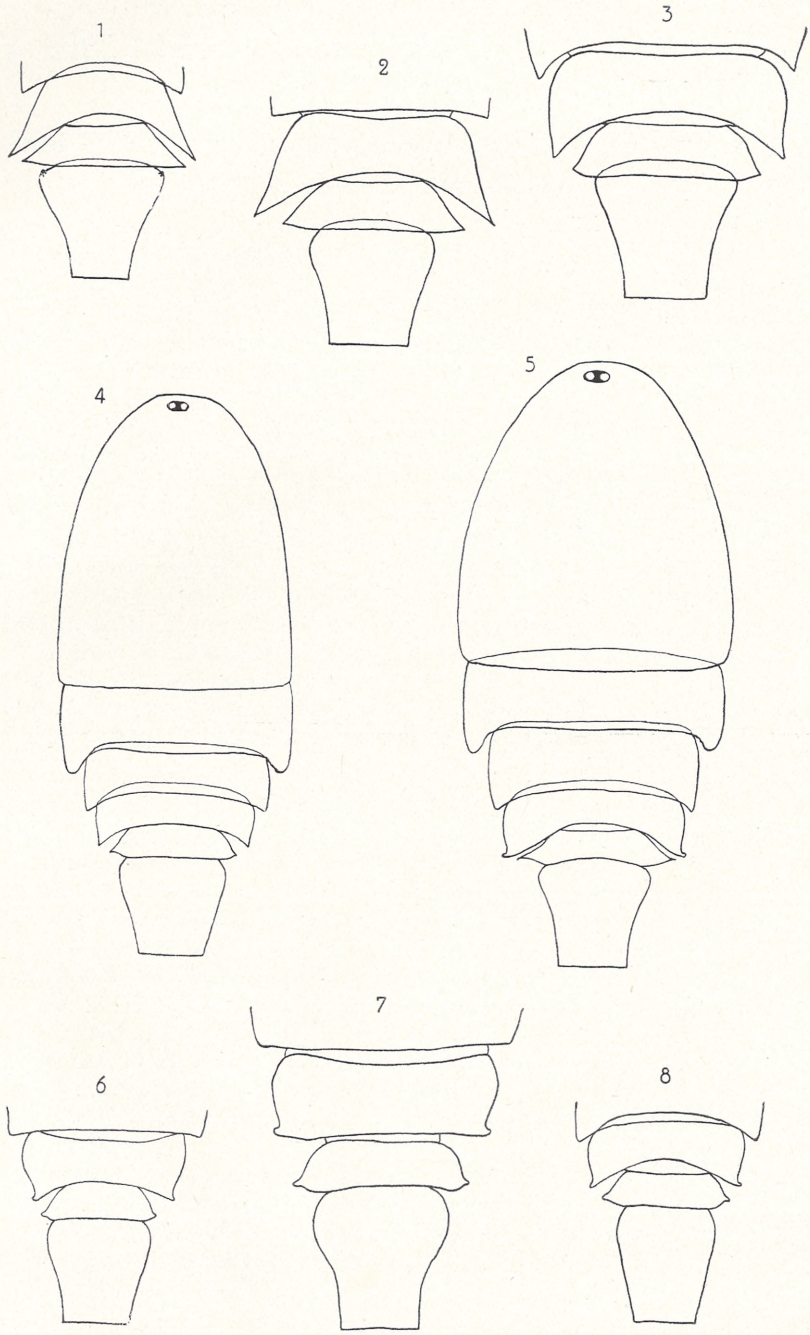
Abb. 4. *C. tatricus* Koźmiński. Der Vorderleib und das I Abdsgt.

Abb. 5. *C. bohater* Koźmiński. Der Vorderleib und das I Abdsgt.

Abb. 6. *C. strenuus* subsp. *landei* Koźm. Das IV und V Thsgt. sowie das I Abdsgt.

Abb. 7. *C. furcifer* Claus. Das IV und IV Thsgt. sowie das I Abdsgt.

Abb. 8. *C. kolensis* Lillj. Das IV und V Thsgt. sowie das I Abdsgt.



K. Koźmiński del.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE POLONAISE DES SCIENCES ET DES LETTRES

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES

SÉRIE *B*: SCIENCES NATURELLES

DERNIERS MÉMOIRES PARUS.

N° 7—10 B I, 1933.

Jarosz Wł. De l'hydrolyse des composés phytiques, tirés de graines de chanvre, de féveroles, de lin, de marrons d'Inde, de froment et d'embryons de seigle.

Łada P. Zur Genetik des »brüchigen« Roggens.

Pawłowski B. Studien über mitteleuropäische Delphinien aus der sogenannten Sektion *Elatopsis*. III. Teil, IV. Teil (Planche 5) und V. Teil.

Turowska I. Les Cyanophycées accompagnant les sulfobactéries. Contribution à l'étude des sulfobactéries. IIe partie.

Turowska I. La structure intime de la cellule chez les sulfobactéries. Contribution à l'étude des sulfobactéries. IIIe partie (Planche 4).

Wiązownicka H. La solubilité des composés phosphorés de la farine de froment et faculté de la phytine de se combiner avec les substances protéiques qu'elle contient.

Włodek J., Ralski E. und **Wodzicka M.** Untersuchungen an Böden unter Kalkpflanzen in einem Granitgebiet (Morskie Oko — Tatra, Polen).

N° 9—10 B II, 1933.

Bieda F. Remarques sur la nomenclature et la classification de certaines espèces de Nummulines. III-ème partie (Planche 21).

Grodziński Z. Vergleichende Entwicklungsgeschichte und Anatomie der axialen Blutgefäße in den vorderen Extremitäten der Wirbeltiere. II. Teil (Planche 19).

Grodziński Z. Vergleichende Entwicklungsgeschichte und Anatomie der axialen Blutgefäße in den vorderen Extremitäten der Wirbeltiere. III. Teil.

Heinrich Wł. Note sur les réactions des capillaires pendant l'excitation des centres visuels de l'écorce cérébrale.

Skarżyński B. Recherches sur les corps oestrogènes d'origine végétale (Planche 23).

Zaćwilichowski J. Über die Innervierung und die Sinnesorgane der Flügel der Honigbiene (*Apis mellifica* L.) (Planche 20).

Zaćwilichowski J. Über die Innervierung und die Sinnesorgane der Flügel von Körcherfliegen *(Trichoptera)* (Planche 22).

TABLE DES MATIÈRES.

N° 6.

Adresser les demandes à l'Académie ou à la Librairie »Gebethner et Wolff« Rynek Gł., Cracovie (Pologne).