

Zur Kenntnis der freilebenden Ruderfußkrebse des Bodensees

FRIEDRICH KIEFER

(Anstalt für Bodenseeforschung der Stadt Konstanz)

Die freilebenden Ruderfußkrebse, die zur umfangreichen Ordnung der Crustacea Copepoda gehören, nehmen in der Tierwelt der Binnengewässer eine wichtige Stellung ein. Denn sie kommen in jeder Art von Gewässeransammlungen vor, in den größten wie in den kleinsten, in ausdauernden und in vorübergehenden, in oberirdischen wie auch in Höhlen und im eigentlichen Grundwasser. In Weihern, Teichen und Seen bilden die „Hüpfertlinge“ neben „Wasserflöhen (Cladocera), Insektenlarven und Würmern einen wichtigen Bestandteil der Nahrung der Fische, vor allem der Jungfische, und die Blaufelchen des Bodensees, die ihr ganzes Leben im uferfernen freien Wasser, im sogenannten Pelagial verbringen, fressen fast nur Kleinkrebse des Planktons.

Es ist verständlich, daß diese häufigen und für den Stoffhaushalt der Gewässer wichtigen Ruderfußkrebse schon seit langem die Aufmerksamkeit zahlreicher Forscher auf sich gezogen haben. Die Copepodenfauna Europas gilt daher in den Grundzügen schon als sehr gut bekannt. Auch die Ruderfüßer des Bodensees sind seit den Studien August WEISMANNs in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts schon oft Gegenstand von Untersuchungen gewesen, teils im Zuge allgemein hydrobiologischer Forschungen, teils in speziellen Arbeiten über Morphologie, Systematik und Biologie dieser interessanten Tiere. Trotzdem sind unsere Kenntnisse darüber auch heute noch alles andere als vollständig. Gerade in jüngster Zeit tauchten im Rahmen einer neuen großzügigen limnologischen Untersuchung des gesamten Bodensees auch bei den Copepoden verschiedene Probleme auf, die zu einer Bearbeitung verlocken. Über die Ergebnisse soll an dieser Stelle in zwangloser Folge berichtet werden.

1. Das Genus *Cyclops* O. F. Müller

Die Gattung *Cyclops* im engeren Sinne, wie er hier schon seit geraumer Zeit von den maßgeblichen Copepodenforschern unterlegt wird, umfaßt die *strenuus*-ähnlichen Cyclopiden. Rund ein Dutzend Arten sind bis heute beschrieben worden, von denen einige in Unterarten, Rassen oder Formen aufgeteilt sind. Bis 1939 kannte man aus dem Bodensee nur einen Vertreter des Genus *Cyclops*, nämlich den *C. „strenuus Fischer“*. In einer kleinen Arbeit (KIEFER 1939) habe ich nachgewiesen, daß im Bodensee aber mindestens drei verschiedene Arten dieser Gattung vorhanden sind, nämlich die bis dahin als „*Cyclops strenuus*“ bezeichnete Form des Planktons, welche ich als neue Subspezies „*praealpinus*“ beschrieben habe, ferner eine Art, die mit dem *Cyclops strenuus Landei* KOZMINSKI größte Ähnlichkeit hat, und schließlich ein Vertreter der sog. *tatricus*-Gruppe, dessen genauere Benennung damals aber noch offen gelassen werden mußte.

Nach Veröffentlichung der eben erwähnten Mitteilung habe ich mich aber noch weiterhin mit den *strenuus*-ähnlichen Cyclopiden befaßt. Messungen

und Berechnungen verschiedener quantitativer Merkmale sind in sehr großer Zahl und in der gleichen eingehenden Weise durchgeführt worden, wie sie KOZMINSKI in seinen ausgezeichneten Untersuchungen über die Arten der *strenuus*-Gruppen angewandt hat (KOZMINSKI 1927, 1933, 1936). So wurden die nötigen Grundlagen gewonnen, die mit den Ergebnissen des leider zu früh verstorbenen polnischen Zoologen gut verglichen werden können. Leider haben meine breit angelegten Studien aus verschiedenen Gründen bis jetzt noch nicht abgeschlossen werden können.

Dagegen bieten bemerkenswerte neue Funde aus dem Bodensee die Möglichkeit, einzelne Teilergebnisse schon jetzt bekannt zu geben. Bei der Auszählung quantitativer Planktonfänge aus dem Untersee habe ich nämlich feststellen können, daß hier neben dem im Obersee und Überlingersee fast ausschließlich vorhandenen *C. strenuus praealpinus* nicht weniger als drei weitere Arten der Gattung *Cyclops* vorkommen. Insgesamt kennen wir somit bis jetzt aus dem Obersee drei, aus dem Untersee vier *Cyclops*-Arten, von denen zwei beiden Seeteilen gemeinsam sind, wodurch die Gesamtzahl der Angehörigen der Gattung *Cyclops* im Bodensee fünf beträgt. Sie seien im folgenden kurz gekennzeichnet:

***Cyclops strenuus praealpinus* KIEFER 1939. (Abb. 1 und Tabelle)**

Diese von mir schon früher ausführlicher beschriebene Form ist der dominierende *Cyclops* des Obersees und Überlingersees, er kommt aber auch im Untersee und zwar vor allem im Rheinsee bis Stein und im Zellersee vor. Die erwachsenen Weibchen sind durchschnittlich etwas weniger als anderthalb Millimeter lang. Die Vorderantennen reichen an den Körper angelegt ungefähr bis zum Hinterrad des 2. Thoraxsegmentes und sind damit relativ lang. Ein wichtiges Kennzeichen ist die sehr lange innere-mittlere Furkalendborste, die etwa dreieinhalbmal so lang wie ein Furkalast und über sechsmal so lang wie die äußerste Endborste ist. Die Furkaläste selbst sind rund sechsmal so lang wie breit. Die Hinterecken des zweiten Thoraxsegmentes sind nicht besonders entwickelt, das vierte und fünfte Thoraxsegment bieten das Aussehen dar, wie es in Abb. 1 festgehalten ist. Die Außenastendglieder der Schwimmbeine sind nach der Formel 3. 4. 3. 3 bedornt. Die Eierballen sind ziemlich klein, annähernd kugelig, und die Eier erscheinen in frischem Zustand schwärzlich.

Mit diesem Bodensee-*Cyclops* hat der von SRAMEK-HUSEK 1937 aus dem Schwarzen See im Böhmerwald beschriebene *Cyclops bohemicus* große Ähnlichkeit. Dank der Liebenswürdigkeit des tschechischen Forschers habe ich zahlreiche Exemplare dieses Cyclopiden selbst untersuchen können. Einige Zahlenwerte sind in der Tabelle wiedergegeben. Nach meinen Befunden haben die Bodenseetiere längere mittlere und innerste Endborsten an der Furka, ein im Vergleich zum Vorderkörper längeres Abdomen, längere Vorderantennen, einen schlankeren Cephalothorax, die Borste des Basalgliedes vom P_5 ist relativ kürzer als die des Endgliedes, mit anderen Worten: die Bodenseetiere sind im ganzen wie in einzelnen Teilen schlanker als die des Schwarzen Sees.

***Cyclops Landei* KOZMINSKI 1933. (Abb. 2 und Tabelle)**

Der *Cyclops*, den ich 1939 nach einem Exemplar aus dem Überlingersee als *C. strenuus Landei* bezeichnet habe, hat sich als eine Hauptform des Untersees erwiesen, wo er vor allem im Gnadensee und Markelfingerwinkel zeitweilig dominiert. Sein auffallendstes Merkmal ist die Ausbildung des 4. und 5. Thoraxsegmentes: das vierte Thoraxsegment ist in der Mitte breiter als an den Hinterecken, die in kleine, scharf abgesetzte, meist seitwärts

gerichtete Zipfelchen ausgezogen sind; in ähnliche, fast knopfförmige Zipfelchen endet auch das letzte Thoraxsegment (Abb. 2). Einzelne wichtige Maße dieser Tiere mögen aus der Tabelle ersehen werden. KOZMINSKI hat mir noch vor Ausbruch des zweiten Weltkrieges von ihm selbst als „Landei“ bestimmte Tiere zugesandt. Mit ihnen stimmen die Exemplare aus dem Bodensee recht gut überein, nur sind bei diesen letzten die Furkaläste relativ kürzer, und infolgedessen erscheint die längste Furkalendborste etwas länger

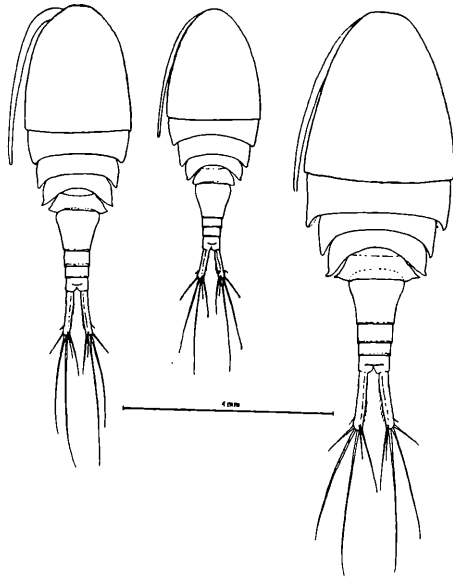


Abb. 1

Abb. 2

Abb. 3

Abb. 1. *Cyclops strenuus praealpinus*, ♀ in Rückenansicht.

Abb. 2. *Cyclops Landei*, ♀ in Rückenansicht.

Abb. 3. *Cyclops bohater*, ♀ in Rückenansicht.

im Vergleich zur Furkallänge. Trotzdem seien die Bodenseetiere als typischer *Cyclops Landei* bezeichnet — woraus auch ersehen werden möge, daß ich diese *Cyclops*-Form nicht als eine bloße Rasse des *C. strenuus* auffasse, sondern als selbständige Art betrachte.

***Cyclops bohater* KOZMINSKI/1933. (Abb. 3 und Tabelle)**

Sehr spärlich findet sich ein recht kräftiger, über 2 mm langer, dunkel gefärbter *Cyclops* im Untersee. Außer der Größe ist sein auffallendstes Merkmal die starke Ausbildung der Hinterecken des zweiten Thoraxsegmentes (Abb. 3). Da die Borste des Grundgliedes vom P_5 nahezu die Länge der Borste des Endgliedes erreicht, erscheint die Zugehörigkeit dieser Tiere zur Art *Cyclops bohater* KOZM. gesichert; denn wie die Zahlen der Tabelle und weitere hier nicht wiedergegebene Werte zeigen, sind die Differenzen zwischen den Beobachtungen KOZMINSKI's und meinen Feststellungen gering.

A r t e n :

M e r k m a l e :	Cyclops strenuus praealpinus	Cyclops bohemicus SRA-MEK-HUSEK (eigene Messungen)	Cyclops strenuus (nach KOZ-MINSKI)	Cyclops Landei (Untersee)	Cyclops Landei (nach KOZ-MINSKI)	Cyclops bohater (Untersee)	Cyclops bohater (nach KOZ-MINSKI)	Cyclops abys-sorium bodanus	Cyclops abys-sorium (Obersee)	Cyclops vicinus lobosus (Untersee)	Cyclops vicinus (nach KOZ-MINSKI)	
	n = 30	n = 20	n = 30	n = 30	n = 12	n = 7	n = 4					
Gesamtlänge (ohne Endborsten)	1458 μ	1525 μ	1890 μ	1395 μ	1514 μ	2389 μ	2435 μ	2414 μ	2004 μ	1621 μ	1716 μ	
Abdomen in % des Vorderkörpers	41.7	38.1	41.6	41.9	41.8	40.9	41	35.9	36.5	41—42	42.8	
Vorderkörper, Breite in % der Länge	47.5	49	—	49	50.4	48.8	51.6	50.4	48.3	50.6	50	
Cephalothorax, Breite in % d. Länge	82	86.5	—	84	—	88	—	90	—	78—80	—	
Furka, Länge: Breite	5.96 : 1	5.96 : 1	—	4.9 : 1	—	5.7 : 1	—	8.83 : 1	—	7.6 : 1	—	
Furka, Breite in % der Länge	16.8	16.8	16	20.4	17.9	17.6	15.5	11.3	12.3	13.2	13.7	
Endborsten von innen nach außen (Verhältnisse) (in Klammer die dorsale Borste)	1.93 : 6.27 : 4.53 : 1.00 : (1.21)	1.76 : 4.67 : 3.63 : 1.00 : (0.87)	—	1.42 : 3.49 : 2.78 : 1.00 : (0.86)	—	1.95 : 4.10 : 3.36 : 1.00 : (1.11)	1.65 : 4.10 : 3.38 : 1.00 : (0.83)	—	—	2.26 : 3.59 : 2.95 : (1.15)	—	—
innerste Endborste in % der äußersten	193	176	140	142	151	195	208.6	165	217	226	226.6	
längste Endborste in % der Furkalänge	354	292	—	290	263.5	256	223	201	210	189	154	
Pe-Borste des Grundgliedes in % der Borste des Endgliedes	51.1	62.8	56.9	49.5	48.9	83.5	81	54.6	45	—	55.4	
Vorderantenne \bar{Q} in % ¹⁰⁰ der Körperlänge	633	534	488	573	543.7	476	532	473.6	585	—	511.5	
$\sum \delta^2$	79.46*	286.36**)	—	25.95	—	26.92	—	276.88	—	—	—	

*) Vergleich zwischen praealpinus und bohemicus.

**) Vergleich zwischen praealpinus und strenuus strenuus.

Cyclops abyssorum bodanus n. subsp. (Abb. 4 und Tabelle)

Auch im Obersee kommt ein durch seine Größe auffallender Vertreter des Genus *Cyclops* vor. Es ist die bis jetzt erst selten in Fängen aus dem Sublitoral und aus größerer Tiefe beobachtete Form, die ich 1939 als „*Cyclops* cf. *tatricus*-*bohater*“ angeführt habe. Inzwischen bin ich zur Ansicht gelangt, daß diese Tiere wohl am besten zum SARSSchen *C. abyssorum* gestellt werden, der ja mit den Arten *C. tatricus* KOZM. und

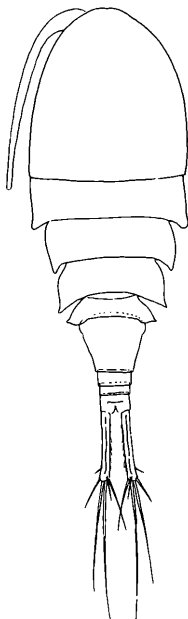


Abb. 4

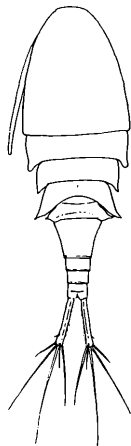


Abb. 5

Abb. 4. *Cyclops abyssorum bodanus*, ♀ in Rückenansicht.

Abb. 5. *Cyclops vicinus lobosus*, ♀ in Rückenansicht.

Maßstab der Zeichnungen wie in Abb. 1—3.

C. bohater KOZM. nahe verwandt ist. Verglichen mit den von KOZMINSKI für *C. abyssorum* gegebenen Zahlenwerten sind meine Tiere jedoch insgesamt merklich größer, die Furkaläste sind etwas schlanker, die innerste Furkalendborste ist relativ kürzer, die Vorderantennen sind ebenfalls kürzer, und die Borste des Basalgliedes vom P_5 ist verhältnismäßig länger als die des Endgliedes. Bei einem zahlenmäßigen Vergleich aller von KOZMINSKI verwendeten Merkmale ergibt sich ein $\sum \delta^2$ von 176, eine Zahl also, die eine ganze Reihe von Differenzen zwischen den beiden Formen ausdrückt. Ich möchte daher vorschlagen, die Bodenseetiere als Vertreter einer besonderen Rasse des *Cyclops abyssorum* zu betrachten und sie *Cyclops abyssorum bodanus* zu benennen.

Cyclops vicinus lobosus n. subsp. (Abb. 5—10 und Tabelle)

Planktonfänge aus dem Rheinsee bei Hemmenhofen und aus dem Zellersee bei Radolfzell enthielten im Juni und Juli 1954 zu unserer größten Überraschung eine *Cyclops*-Form, die sich durch die flügelartige Entwicklung des vierten Thoraxsegmentes sofort als zu *Cyclops vicinus* gehörig erwies. Der Vergleich einiger Zahlenwerte mit den von KOZMINSKI für *C. vicinus vicinus* gegebenen läßt eine recht gute Übereinstimmung erkennen. Nur

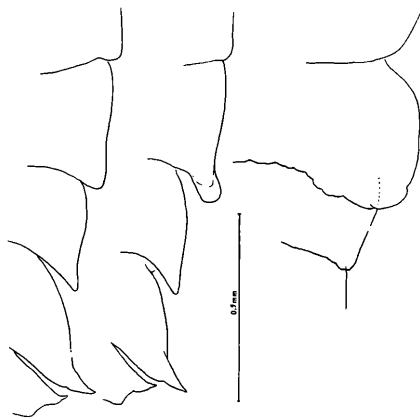


Abb. 6.

Abb. 7

Abb. 8

Abb. 6. *Cyclops vicinus vicinus*, Hinterecken der Vorderleibssegmente, rechte Seite.

Abb. 7. *Cyclops vicinus lobosus*, ebenso.

Abb. 8. *Cyclops vicinus lobosus*, 1—3. Thoraxsegment von der Seite.

die innere der beiden mittleren Furkalendborsten ist im Vergleich zur Länge eines Furkalastes länger. Ganz besonders auffallend aber ist ein Merkmal der Bodenseetiere entwickelt, das sich zahlenmäßig nicht erfassen läßt: die außerordentlich starken Hinterecken des 2. Thoraxsegmentes (Abb. 5, 7, 8). So viel ich sehe, ist eine derartige Bildung bei *C. vicinus* bisher noch nicht beobachtet worden. Ich bin daher veranlaßt, den für den Bodensee neuen *Cyclops* zugleich als neue Rasse des *C. vicinus* zu betrachten und ihn *Cyclops vicinus lobosus* zu benennen.

Über die biologischen Verhältnisse dieser fünf *Cyclops*-Arten aus dem Bodensee (Häufigkeit, jahreszeitliches Auftreten, Umweltbedingungen usw.) soll nach Abschluß der laufenden Untersuchungen berichtet werden.

Zum Schluß seien nur noch einige Bemerkungen zu einer älteren Copepodenarbeit gestattet. J. VOSSELER hat in seiner Inaugural-Dissertation 1886 auch Material aus dem Obersee bei Friedrichshafen und aus dem Untersee bei Radolfzell untersucht. Nach den beigegebenen Abbildungen zu schließen, haben dem Autor seinerzeit strenuus-ähnliche Tiere mit längerer und solche mit kürzerer Furka vorgelegen. Sie sind 3 verschiedenen Arten zugeordnet worden, nämlich dem „*Cyclops strenuus* FISCHER“, dem „*C. lucidulus* KOCH“ und einer neuen Art, die als „*C. bodamicus*“ bezeichnet

worden ist. Ich habe wiederholt versucht, aus den Angaben im Text VOSSELERs wie aus den Zeichnungen herauszufinden, welche von den oben behandelten 5 Arten er wohl beobachtet haben konnte. Aber ich bin immer wieder zum gleichen Schluß gelangt, daß dies einfach nicht mehr zu entscheiden ist. Denn gerade diejenigen Merkmale, auf die es zu einer sicheren Unterscheidung heute ankommt, sind weder beschrieben noch abgebildet worden. Die Angaben VOSSELERs müssen daher, so bedauerlich es ist, als unzureichend für die Wiedererkennung der von ihm studierten Bodensee-Cyclopen bezeichnet werden.

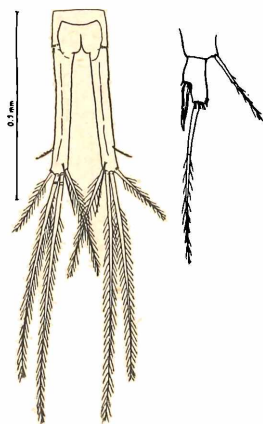


Abb. 9 Abb. 10

Abb. 9. *Cyclops vicinus lobosus*, Analsegment und Furka ♀, vom Rücken.

Abb. 10. *Cyclops vicinus lobosus*, P₅ ♀.

Schriftenverzeichnis

- | | |
|-------------------|--|
| KIEFER, Fr., | 1939: Zur Kenntnis des <i>Cyclops „strenuus“</i> aus dem Bodensee. Arch. f. Hydrob. 36. , p. 94—117. |
| KOZMINSKI, Z., | 1927: Über die Variabilität der Cyclopiden aus der strenuus-Gruppe auf Grund von quantitativen Untersuchungen. Bull. int. Acad. Pol. Sci. Lett., Cl. Sci. math.-nat., Ser. B., Suppl. I, p. 1—114. |
| — | 1933: Etudes morphométriques et écologiques sur les Cyclopides du groupe strenuus. Arch. Hydrob. Ichthyol., Bd. 7 , p. 59—140. |
| — | 1936: Morphometrische und ökologische Untersuchungen an Cyclopiden der strenuus-Gruppe. Int. Rev. Hydrob. Hydrograph., 33. , p. 61—240. |
| SRAMEK-HUSEK, R., | 1937: Krevisi perloocek ceskych buchankach. Veda prirodni, roc. 18, Praha. |
| VOSSELER, J., | 1886: Die freilebenden Copepoden Württembergs und angrenzender Gegenden. Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., p. 167—204. |