

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N. F. 8	2	235—249	Abb. 35—37	Freiburg im Breisgau 15. Oktober 1962
--	---------	---	---------	---------------	--

Einige Bemerkungen zum Vorkommen von *Cyclops tatricus* KOZMINSKI in den Schwarzwaldseen*

von

ULRICH EINSLE, Konstanz

Mit Abb. 35—37

Die neuere systematische Behandlung der sogenannten *strenuus*-Gruppe der *Cyclopidae*, also der Gattung *Cyclops* im engeren Sinne, geht im wesentlichen auf die Arbeiten von Z. KOZMINSKI aus den Jahren 1927—1936 zurück. In seiner zusammenfassenden Publikation von 1936 definierte er, gestützt auf die von ihm entwickelte Methode der vergleichenden Morphometrie, die meisten der bis dahin beschriebenen Arten und Unterarten; er gab damit jedem weiteren Bearbeiter die Möglichkeit, eigene Funde mit diesen „Standard-Formen“ zu vergleichen, natürlich unter der Voraussetzung, daß sich dieser an die methodischen Vorschriften KOZMINSKI's hielt. Es war vorauszusehen, daß diese Untersuchungen zu einer großen Zahl von neuen Arten und vor allem Unterarten führen mußten, da die große Variabilität der *strenuus*-Gruppe den Systematikern von jeher größte Schwierigkeiten bereitet hatte. In der Zusammenstellung LINDBERG's von 1957 sind dann auch aus den vierzehn Arten und Unterarten von 1936 (KOZMINSKI) ungefähr fünfzig geworden. Diese nicht überall begrüßte Entwicklung ist vor allem darauf zurückzuführen, daß die Angaben KOZMINSKI's weitgehend auf einem Material aus polnischen Seen beruhten, das der starken geographischen Variation der Gruppe nicht gerecht werden konnte. Die *Cyclops*-Systematik steht zur Zeit vor der Notwendigkeit, von einer analysierenden, minutiös trennenden Arbeitsweise zu einer synthetisierenden, nach größeren Zusammenhängen suchenden Betrachtungsweise überzugehen.

Von den Cyclopiden der Schwarzwaldseen schrieb KIEFER 1954 (briefliche Mitteilung bei HAUER-EICHARDT 1954), daß wohl jeder der fraglichen Seen eine eigene (*Cyclops*-)Form besitzt; „... an dieser Stelle sei nur soviel gesagt, daß alle bis jetzt näher untersuchten *strenuus*-Formen aus dem südlichen und nördlichen Schwarzwald sehr nahe dem *Cyclops tatricus* KOZM. stehen, ohne indessen völlig mit ihm identisch zu sein“. Eine endgültige Determination hielt KIEFER erst nach eingehenden Untersuchungen für angebracht.

Ich habe nun seit 1958 die *strenuus*-Formen vor allem des Bodensees mit besonderem Hinblick auf ihre systematischen Beziehungen untersucht und werde in Kürze darüber berichten. Parallel dazu versuchte ich auch, die Populationen des weiteren Gebietes in meine Betrachtungen einzubeziehen; diese Studien war-

* Aus der Anstalt für Bodenseeforschung der Stadt Konstanz. Herrn Prof. Dr. FRIEDRICH KIEFER zum 65. Geburtstag.

fen aber eine derartige Fülle von Fragen auf, daß man kaum auf eine schnelle und endgültige Antwort warten darf. Immerhin zeichnen sich schon jetzt sehr bemerkenswerte Zusammenhänge ab, die einerseits zu einem tieferen Verständnis der verschiedenen *Cyclops*-Formen führen können, zum anderen einige wertvolle Beispiele für das Phänomen der Rassenbildung liefern werden, wenn auch gerade die genetische Seite des Fragenkomplexes noch völlig im dunkeln liegt.

1. Allgemeine Bemerkungen zu der Art *Cyclops tatricus* KOZM.

Die Untersuchungen an schweizerischen und österreichischen Seen, die von Prof. KIEFER und mir begonnen wurden, haben gezeigt, daß die morphologischen Unterschiede zwischen *C. tatricus* und den Formen der Art *C. abyssorum* um so undeutlicher werden, je mehr Populationen untersucht werden. Neben den Indizes für die äußerlichen Merkmale unterliegt auch das mehr qualitative Kennzeichen des *C. tatricus*, die Ausbildung der Lobi am zweiten Thorakalsegment, bedeutenden Schwankungen. Vor allem findet man Populationen von *C. abyssorum praealpinus* (KIEFER 1939), die ebenfalls ein kräftig entwickeltes zweites Thorakalsegment aufweisen, ohne daß man hierbei prinzipielle Unterschiede zwischen beiden Arten feststellen könnte. Das jahreszeitliche Auftreten und der Ablauf der Temporalvariation sind von der *C. tatricus*-Population des Lunzer Untersees bekannt (RUTTNER 1929/30, RZOSKA 1927); sie entsprechen ziemlich genau den Verhältnissen, wie wir sie für den *C. abyssorum praealpinus* des Bodensees festgestellt haben (KIEFER und MUCKLE 1959, eigene Angaben in Vorbereitung). Es besteht also die begründete Vermutung, daß sich *C. tatricus* enger an die Formen der Art *C. abyssorum* anschließt, als dies in der bisherigen Formulierung der selbständigen Spezies *tatricus* zum Ausdruck kam. Eine enge Verwandtschaft wurde übrigens schon von KOZMINSKI (1936) angenommen.

Während wir aus den Seen des Voralpenlandes noch über zu wenig Material verfügen, um den erwähnten Verdacht bestätigen zu können, zeigte es sich bei den Schwarzwaldcyclopiden, daß sie sicher nicht der von KOZMINSKI gegebenen Definition von *C. tatricus* entsprechen, wenn sie auch manche Ähnlichkeiten mit dieser Beschreibung zeigen. Vielmehr muß man sie als Angehörige des „Komplexes“ *abyssorum* (LINDBERG 1957) betrachten. Diese Behauptung soll im Folgenden bewiesen werden.

2. Methode und Material

Die Untersuchungen verschiedener Lokal- und Temporalformen von *Cyclops* s. str. beruhen nach wie vor auf der vergleichenden Morphometrie KOZMINSKI's, wobei als neuester Katalog der beschriebenen Formen die Arbeit LINDBERG's (1957) gelten muß. Eine eingehende Schilderung und eine Stellungnahme zu der Methode werde ich in einer späteren Arbeit geben. Die morphometrischen Ergebnisse versuchte ich durch das Studium der temporalen Variation, des jahreszeitlichen Auftretens, der Chromatin-Diminution sowie durch Kreuzungsversuche zu ergänzen. Die Chromatin-Diminution bei den Cyclopiden wurde 1959 von S. BEERMANN beschrieben; bei diesem Vorgang wird in der fünften oder sechsten Furchungsteilung einiger *Cyclops*-Formen Heterochromatin abgegeben und im Verlauf der Mitose in artmäßig charakteristischer Weise in das Cytoplasma ausgestoßen. Der Vergleich dieser Diminution (EINSLE 1962) läßt zwar vorläufig nur eine grobe Einordnung der Populationen zu, doch scheint gerade der „Komplex“ *abyssorum* durch eine Anordnung des eliminierten Materials in der Mitte

der Anaphasenfigur gekennzeichnet zu sein. Diese Untersuchungen stehen allerdings noch völlig am Anfang.

Da die Beschaffung von Lebendmaterial nicht ganz einfach ist, war es mir nicht möglich, alle Punkte des Untersuchungsprogramms bei jeder Population auszuführen. Ich mußte deshalb manchmal von den Verhältnissen bei den besser untersuchten Bodenseeformen auf jene bei den fraglichen Populationen schließen. Die größten Lücken in meinem Material bestehen darin, daß von den wenigsten Schwarzwaldseen das Ausmaß der jahreszeitlichen Variation ihrer *Cyclops*-Form zu ersehen ist.

Für die Beschaffung von Material danke ich den Herren Prof. Dr. H.-J. ELSTER und A. NAUWERCK; besonderen Dank schulde ich Herrn Prof. Dr. F. KIEFER, der mir nicht nur seine reichhaltige Sammlung zur Verfügung stellte, sondern auch sehr interessante Proben von lebendem Plankton, z. B. aus dem Mummelsee, besorgte.

3. Die untersuchten Seen

Das Material, das mir aus den verschiedenen Seen zur Verfügung stand, war sehr uneinheitlich; von einigen Gewässern konnte ich nur einige fixierte Wurfnetzproben von ufernahen Seeteilen untersuchen, von anderen Seen erhielt ich ausreichendes Lebendmaterial. Die Liste der Funde, die lediglich einen Überblick geben soll, kann also keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben.

See:	Fixierte Proben:	Lebend- Proben:	Gefundene Art:
Feldsee	4	1	<i>C. abyssorum</i>
Titisee	3	—	<i>C. abyssorum</i>
Ursee	2	1	<i>C. abyssorum</i>
Schluchsee	ca. 15	—	mehrere Arten
Schlüchtsee	2	—	—
Stausee Unterbränd	3	—	<i>C. abyssorum</i> <i>C. vicinus</i>
Linachstausee	4	2	<i>C. abyssorum</i>
Nonnenmattweiher	3	—	—
Mummelsee	5	1	<i>C. abyssorum</i>
Wildsee	4	—	—
Glaswaldsee	4	—	—
Herrenwiesersee	4	—	—
Schwarzenbachstausee	4	—	<i>C. vicinus</i> .

Über die hydrographischen Verhältnisse der Seen des Südschwarzwaldes berichten ausführlich ELSTER und SCHMOLINSKY (1954), so daß ich mich mit einem Hinweis auf diese Arbeit begnügen kann. Es sei lediglich erwähnt, daß der Schluchsee und die ihm angeschlossenen Staubecken eine Sonderstellung einnehmen, da vom Kraftwerk Waldshut aus in Zeiten geringen Strombedarfs Wasser vom Rhein zum Schluchsee gepumpt wird. Die Fauna des Schluchsees enthält aus diesem Grund z. T. schwarzwaldfremde Formen. (ECKSTEIN, in Vorbereitung.)

4. Die untersuchten Populationen von *Cyclops* s. str.

a) Linachstausee

In einer Publikation des Wasserwirtschaftsamtes Donaueschingen (1956) wird der *Cyclops* dieses Sees als *Cyclops cf. tatricus* bezeichnet mit dem Hinweis: „Typisch für die südlichen Schwarzwaldseen, während des ganzen Jahres in allen Teilen des Sees häufig bis massenhaft.“

Schon die erste bearbeitete Probe vom Februar 1955 ergab jedoch eine Form, die nach LINDBERG (1957) als *Cyclops strenuus divulsus* LINDBERG 1956 bestimmt werden mußte; die wichtigsten Kennzeichen dieser vorwiegend aus dem nördlichen Mitteleuropa bekannten Unterart sind einmal ihre Körperlänge, die meist über 2200 μ liegt, ihre lange und schlanke Furka (Länge: Breite = 7—8:1), sowie die relative Länge der Furkalendborsten. Zum Vergleich ist in Tabelle 1 noch eine weitere *strenuus divulsus*-Form aus Südschleswig aufgeführt, welche ich

	Aus LINDBERG 1957 n = 5		Südschleswig Dr. HERBST leg. 22. 3. 1950 n = 30		Linachstausee Februar 1955 n = 35	
	μ		μ		μ	
longitudo tota	2120	1859—2375	2570	2415—2720	2475	2280—2615
long. abd. $\%$ long. ceph.	40,7	37,5—43,5	46	44—48	46	42—50
long. furc.: lat. furc.	—	—	7,8	6,6—9,2	7,6	6,7—8,7
lat. furc. $\%$ long. furc.	128	121—134	129	108—152	132	115—150
long. furc.	164	158—168	158	144—183	159	143—171
lat. Th. 4	257	235—276	244	223—261	235	216—254
lat. Th. 5	—	—	192	182—199	187	172—200
lat. max. ceph.	366	358—387	336	310—353	333	315—356
set. 1 furc.	137	127—148	139	121—151	131	119—142
set. 2 furc.	289	280—302	266	230—295	271	244—292
set. 3 furc.	—	—	233	198—254	233	206—256
set. 4 furc.	73,3	70,2—77,7	82	73—91	76	62—86
set. 5 furc.	60,9	52,6—65,4	61	53—68	64	57—71
set. 1 $\%$ set. 4 furc.	185	159—199	171	159—188	173	149—207
set. 3 $\%$ set. 2 furc.	85,3	80,6—88,2	88	84—94	86	80—91

Tab. 1: *Cyclops abyssorum divulsus* (LINDBERG 1956).

der Freundlichkeit von Herrn Dr. HERBST (Krefeld) verdanke. Nun war aber schon im Zusammenhang mit einigen Bodenseeforen die Stellung von *C. strenuus divulsus* als Unterart von *C. strenuus* fraglich geworden; insbesondere ließ sich das ganzjährige Vorkommen der Linachstausee-Population schlecht mit der Biologie des typischen *C. strenuus strenuus* vereinbaren, der als Winter- und Frühjahrsform im Sommer praktisch nicht gefunden wird.

Die morphometrische Analyse der Sommergeneration bestätigte dann auch völlig diese Vermutungen. Wie aus der Abbildung 35 und Tabelle 2 hervorgeht, zeigten die Sommertierte einen völlig veränderten Habitus, der jetzt zweifellos sehr viele *abyssorum*-Merkmale aufwies; besonders charakteristisch ist dabei die Beborstung der Furka, die Form der Thoraxsegmente, die stark verringerte Körperlänge usw. In Tabelle 3 sind beide Generationen auf ihre statistischen Unterschiede geprüft (es bedeutet $\bar{x}$ die mittlere Abweichung, s die Varianz, s_x den mittleren Fehler des Mittelwerts); für den Vergleich verwendete ich die Meß-

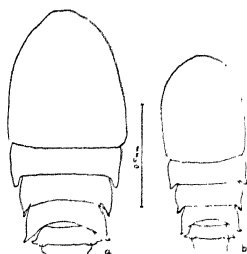


Abb. 35: *Cyclops abyssorum*, Linachstausee. a) 6. 6. 1961, b) 22. 8. 1961.

	Linachstausee 6. 6. 1961		Linachstausee 22. 8. 1961	
		n = 20		n = 30
longitudo tota.	2410	2169 — 2630	1730	1500 — 1875
long. abd. % lo. ceph.	46	44 — 49	46	44 — 49
long.: lat. furc.	7,2	6,2 — 8,4	6,1	5,0 — 7,0
lat. fu. % long. furc.	140	118 — 161	165	143 — 200
long. furc.	153	138 — 165	139	128 — 148
lat. Th. 4	242	232 — 255	236	220 — 248
lat. Th. 5	190	181 — 199	188	178 — 201
lat. max. ceph.	330	315 — 342	328	308 — 343
set. 1 furc.	126	105 — 137	131	118 — 146
set. 2 furc.	266	252 — 287	307	260 — 336
set. 3 furc.	229	215 — 250	249	222 — 266
set. 4 furc.	73	64 — 80	67	57 — 75
set. 5 furc.	60	55 — 74	68	55 — 75
set. 1 % set. 4 furc.	172	147 — 190	195	173 — 226
set. 3 % set. 2 furc.	86	83 — 90	81	76 — 87

Tab. 2: *Cyclops abyssorum*.

Februar 1961	n = 35	M	Var.-Breite	e	s	sX	Vertrauensintervall (99 %)
long. tota.		2475 μ	2280 — 2615	67,8 μ	87,2	14,75	2437 — 2513
long.: lat. furc.		7,6	6,7 — 8,7	0,44	0,43	0,073	7,4 — 7,8
long. furc. ‰ long. corp.		159	143 — 171	4,8	6,26	1,06	156,3 — 161,7
set. 2 furc. ‰ long. corp.		271	244 — 292	9,0	11,4	1,92	266 — 276

22. 8. 1961	n = 30						
long. tota.		1730 μ	1500 — 1875	77,7	93,9	17,2	1686 — 1774
long.: lat. furc.		6,1	5,0 — 7,0	0,29	5,44	0,071	5,92 — 6,28
long. furc. ‰ long. corp.		139	128 — 148	4,4	0,39	0,99	136,5 — 141,5
set. 2 furc. ‰ long. corp.		307	260 — 336	14,7	16,7	3,1	299 — 315

Tab. 3: *Cyclops abyssorum*, Linachstausee.

reihe vom Februar 1955, da vom 6. 6. 1961 zu wenig Tiere vorlagen. Wie aus Tabelle 1 und 2 zu entnehmen ist, sind sich beide Proben so ähnlich, daß diese Maßnahme zu verantworten ist. Auch bei einer Sicherheit von 99% berühren sich die Vertrauensintervalle für die vier Merkmale in keinem Fall.

Einen weiteren Hinweis für die wirkliche Zugehörigkeit der Population zu *C. abyssorum* brachte das Ergebnis der Chromatin-Diminution. S. BEERMANN (1959) hatte bereits festgestellt, daß bei der Diminution von *C. strenuus divulsus* aus der Gegend von Marburg das eliminierte Heterochromatin in deutlichen Schollen zwischen den beiden Anaphasekernen liegt, während es sich bei *C. strenuus strenuus* an den Spindelpolen sammelt.

Aus dem Linachstausee untersuchte ich nur die Sommergeneration auf dieses Merkmal hin; sie zeigte die gleiche Art der Diminution wie *C. strenuus divulsus* in der Arbeit BEERMANN's. Ebenso verhielt sich interessanterweise *C. abyssorum praealpinus* aus dem Bodensee, so daß der vermutete Zusammenhang zwischen dem Linach-Cyclops und der *abyssorum*-Gruppe schon sehr deutlich geworden war.

Den letzten Ausschlag gaben die Kreuzungsversuche. Die Population des Linachstausees kreuzte sich nämlich ohne weiteres mit *C. a. praealpinus* aus dem Bodensee. Hierzu ist allerdings zu bemerken, daß ich die F_1 nicht auf ihre Fertilität geprüft habe. Ich betrachte vorerst eine Kreuzung als geglückt, wenn sich die ersten Naupliusstadien normal entwickelten. Die Methode der Kreuzungsversuche muß für die Arten der Gattung *Cyclops* s. str. noch ausgearbeitet werden und wird bei den künftigen Untersuchungen eine große Rolle spielen.

Die geschilderten Studien haben also klar ergeben, daß *C. strenuus divulsus* in Wirklichkeit der *abyssorum*-Gruppe angehört und demnach als *C. abyssorum divulsus* (LINDBERG) bezeichnet werden muß. Angesichts der genauen Definition, die LINDBERG von seiner Subspezies *divulsus* gegeben hat, ist es jedoch im vorliegenden Fall empfehlenswert, vorläufig nur vom *C. abyssorum* des Linachstausees zu reden, da ja die Sommergeneration der Population nicht in die festgelegte Variationsbreite von *C. abyssorum divulsus* hineinpaßt.

b) Mummelsee

Die Population des Mummelsees, von der ich eine reichhaltige Probe lebenden Materials vom 30. 8. 1961 untersuchen konnte, zeigt bereits in ihrem Aussehen gewisse *abyssorum*-Merkmale, vor allem in der Ausbildung der Segmentenden (Abb. 36). Wohl sind die Lobi des zweiten Thorakalsegments relativ stark entwickelt, doch fehlt die charakteristische Verbreiterung des ganzen zweiten Segments, die dem *C. tatricus* sein typisches Aussehen verleiht. Eine größere Ähnlichkeit mit dieser Spezies erscheint allerdings, wenn man die Zahlenwerte des Mummelsee-Cyclops mit denen der Population des Lunzer Untersees vergleicht, die ja oft als typisches Beispiel einer *tatricus*-Form betrachtet wird (schon bei KOZMINSKI 1936). In Analogie etwa zum gut untersuchten Bodensee-*praealpinus* muß man für beide Gewässer noch eine erhebliche, in meinen Zahlen nicht erfaßte Variationsbreite der Populationen in Betracht ziehen, so daß es schwerfallen wird, auf morphologischem Wege die beiden Cyclopiden zu trennen. Die Indizes der Mummelseetiere von 1959 gegenüber denen von 1961 zeigen schon recht deutlich, mit welcher Amplitude der Temporalvariation, in diesem Fall von Jahr zu Jahr, zu rechnen ist. Zwei Exemplare vom 1. 8. 1959, die den Tieren vom 9. 5. 1959 völlig gleichen, machen es wahrscheinlich, daß auch die Sommergeneration 1959 in ihren Absolut- und Relativwerten deutlich von der Sommergeneration 1961 (30. 8. 1961) verschieden war (Abb. 36, Tab. 4). Über die tem-

porale Veränderlichkeit des Lunzer *Cyclops* innerhalb eines Jahresverlaufs berichtete J. RZOSKA (1927).

Es geht in diesem Zusammenhang also wieder darum, die Zugehörigkeit des Mummelseecyclopiden zu *C. abyssorum* mit anderen als nur morphometrischen Methoden zu beweisen oder auszuschließen.

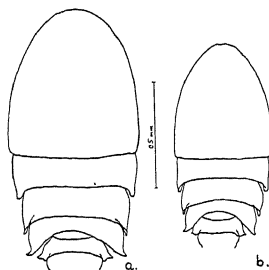


Abb. 36: *Cyclops abyssorum*, Mummelsee. a) 13. 8. 1961, b) 9. 5. 1959.

Die Chromatin-Diminution gab bereits eine deutliche Antwort: In der Anaphase der fünften Furchungsteilung sammelte sich das abgetrennte Heterochromatin in kräftig ausgebildeten Schollen zwischen den beiden Anaphasekernen. Damit war eine enge Verwandtschaft zum *C. abyssorum* des Linachstausees und zum *C. a. praealpinus* des Bodensees wahrscheinlich geworden, was sich dann noch im Kreuzungsexperiment bestätigte; die Kreuzung mit *C. a. praealpinus* ging glatt vor sich, wiederum mit dem Vorbehalt, daß die F_1 noch nicht auf ihre Fruchtbarkeit geprüft wurde.

	Mummelsee 9. 5. 1959		Mummelsee 30. 8. 1961	
		n = 21		n = 40
longitudo tota.	1660	1550 — 1825	1980	1760 — 2195
long. abd. $\%$ lo. ceph.	40	37 — 43	39	37 — 42
long.: lat. furc.	6,0	5,4 — 6,4	6,4	5,7 — 7,6
lat. fu. $\%$ long. furc.	168	157 — 184	155	131 — 174
long. furc.	135	128 — 146	141	128 — 155
lat. Th. 4	244	232 — 268	253	236 — 278
lat. Th. 5	196	184 — 204	202	187 — 214
lat. max. ceph.	339	320 — 373	345	335 — 366
set. 1 furc.	174	161 — 202	172	148 — 200
set. 2 furc.	385	345 — 443	297	302 — 398
set. 3 furc.	323	290 — 376	339	266 — 338
set. 4 furc.	95	86 — 110	97	83 — 115
set. 5 furc.	77	72 — 85	76	64 — 86
set. 1 $\%$ set. 4 furc.	84	161 — 216	178	151 — 206
set. 3 $\%$ set. 2 furc.	184	80 — 89	87	82 — 92

Tab. 4: *Cyclops abyssorum*.

Als Ergebnis dieser Vergleiche kann man formulieren, daß sich der *Cyclops* des Mummelsees als eine Form aus der „*abyssorum*-Gruppe“ erwiesen hat, obwohl gewisse Merkmale auf eine enge Beziehung zu *C. tatricus* hinweisen. Auch in dieser Formulierung treten wieder die Unsicherheiten gegenüber der Definition der Spezies *tatricus* in Erscheinung. Eine Klärung dieser schwebenden Fragen wird erst dann möglich sein, wenn eine große Zahl von Populationen, vor allem aus Hochgebirgsseen, in ähnlicher Weise wie die hier behandelten Schwarzwaldformen untersucht worden sind. Dies ist um so nötiger, als der durchaus unbefriedigende Begriff „*abyssorum*-Gruppe“ einer klaren Kennzeichnung und Begrenzung bedarf.

c) Ursee

In diesem bemerkenswerten See, der inmitten eines typischen Hochmoores liegt und wohl als Rest eines glazialen Gewässers angesehen werden darf, lebt eine zahlenmäßig offenbar starke Population von *Cyclops*, die bisher ebenfalls als *Cyclops cf. tatricus* (HAUER-EICHARDT 1954) bezeichnet worden ist. Trotz des spärlichen Materials, das ich untersuchen konnte, scheint mir jedoch der *abyssorum*-Charakter dieser Lokalform deutlicher als bei anderen Schwarzwaldcyclopiden zu sein. Vor allem ist das zweite Thorakalsegment keineswegs stärker entwickelt als etwa bei *C. a. praealpinus*, wenn auch die Tiere insgesamt kräftiger wirken als die jener Subspezies. Das Ausmaß der jahreszeitlichen Variation ist mir unbekannt; da die wenigen Exemplare, die ich aus diesem See vermessen konnte, keine Besonderheiten etwa gegenüber den Mummelseetieren vom 30. 8. 1961 zeigten, kann ich auf eine zahlenmäßige Beschreibung verzichten (Abb. 37b).

Bei einem Weibchen aus einem Fang vom 20. 9. 1961 konnte ich die Chromatin-Diminution studieren, die auch bei dieser *abyssorum*-Form sehr typisch verlief; das abgetrennte Heterochromatin verklumpte in der Anaphase allerdings nicht so stark wie bei den Mummelseetieren, doch kann man aus diesen feinen Unterschieden im Ablauf der Diminution vorläufig noch keine Schlüsse ziehen.

Kreuzungsversuche konnte ich aus Mangel an ausreichendem Lebendmaterial nicht unternehmen.

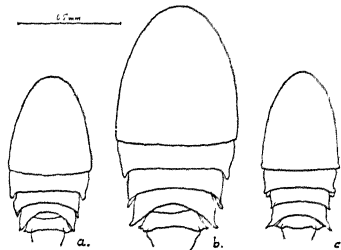


Abb. 37: a) *Cyclops abyssorum*, Stausee Unterbränd, 3. 10. 1959.
 b) *Cyclops abyssorum*, Ursee, 20. 9. 1961.
 c) *Cyclops vicinus lobosus*, Stausee Unterbränd, 3. 10. 1959

d) Feldsee

Über das jahreszeitliche Vorkommen dieser Population schreibt HAUER-EICHARDT (1954), daß zu einem Frühjahrshöhepunkt der Entwicklung, der im Mai erreicht wird, bei einer schwachen sommerlichen Vermehrung ein zweites Maximum etwa im September kommt. Dieses Schema läßt sofort an *C. a. prae-*

alpinus im Bodensee denken, dessen Auftreten im Jahresverlauf von KIEFER und MUCKLE (1959) ganz ähnlich beschrieben wird, nur daß das zweite Maximum bei den Bodenseetieren später einsetzt.

Eine bemerkenswerte Ähnlichkeit zwischen den beiden Populationen besteht auch im Habitus der Tiere. Wohl zeigen sich erhebliche Unterschiede in den Indizes für die einzelnen Merkmale, doch stehen die Feldseetiere in mancherlei Hinsicht etwa zwischen den bisher besprochenen Schwarzwaldformen und *C. a. praealpinus*. In Tabelle 5 wird eine Jahresserie von 600 Cyclopiden aus dem Bodensee, die natürlich eine große Variationsbreite aufweisen, und der Mittelwert von 40 Tieren aus dem Feldsee vom 13. 8. 1960 miteinander verglichen. Die Unterschiede sind allerdings zu groß, um die Feldseepopulation bereits als *C. a. praealpinus* bezeichnen zu können; doch weisen Befunde aus schweizerischen und österreichischen Seen darauf hin, daß gerade auch bei *praealpinus*-ähnlichen Populationen eine enorme Mannigfaltigkeit besteht, ein neuer Hinweis auf die Notwendigkeit, die *abyssorum*-Gruppe, der man nun auch den Feldsee-*Cyclops* anschließen darf, intensiv zu bearbeiten.

	Feldsee 13. 8. 1960		Bodensee 1959/60	
		n = 40		n = 600
longitudo tota.	1755	1615 — 1930	1645	1430 — 1980
long. abd. % lo. ceph.	41	39 — 44	43	40 — 47
long.: lat. furc.	5,4	4,9 — 5,9	6,6	5,2 — 8,7
lat. fu. ‰ long. furc.	185	169 — 206	153	115 — 194
long. furc.	124	116 — 135	147	125 — 173
lat. Th. 4	231	214 — 244	210	183 — 240
lat. Th. 5	193	182 — 202	180	160 — 202
lat. max. ceph.	337	327 — 352	326	301 — 362
set. 1 furc.	153	129 — 168	157	132 — 202
set. 2 furc.	379	352 — 414	434	341 — 500
set. 3 furc.	311	282 — 336	333	280 — 394
set. 4 furc.	85	69 — 95	85	71 — 110
set. 5 furc.	69	60 — 76	95	78 — 112
set. 1 ‰ set. 4 furc.	180	160 — 223	185	147 — 230
set. 3 ‰ set. 2 furc.	82	76 — 88	77	70 — 92

Tab. 5: *Cyclops abyssorum*.

e) Titisee

Aus diesem See habe ich nur wenige Tiere gesehen, die jedoch kaum von denen des Feldsees zu unterscheiden waren; diese Ähnlichkeit ist sehr naheliegend, da wahrscheinlich über den Seebach fortwährend Tiere aus dem Feldsee hereingebracht werden und sich mit der Titiseepopulation vermischen. Es ist jedoch möglich, daß bei genauen und materialmäßig umfangreichen Untersuchungen Differenzen morphologischer Art festgestellt werden können.

f) Schluchsee

Das Plankton des Schluchsees und der ihm angeschlossenen weiteren Stau-
becken ist in seiner Zusammensetzung weitgehend durch die Reguliermaßnahmen
des Schluchsee-Kraftwerkes bestimmt; wie erwähnt, pumpt dieses Werk bei ge-
ringer Belastung, also z. B. während der Nacht, Wasser aus dem Rhein bei
Waldshut in den Schluchsee. Die Auswirkungen auf die limnologische und bio-
logische Situation im See wurden kürzlich von ECKSTEIN ausführlich studiert und
werden in Kürze veröffentlicht werden.

Man kann bei diesem Gewässer von vornherein mit mehreren *Cyclops*-Formen
rechnen, besonders aus dem Einzugsgebiet der Aare, da nach ECKSTEIN (münd-
liche Mitteilung) der Rheinfluss bei Schaffhausen nur von wenigen Plankton-
crustaceen überlebt werden dürfte. In Proben, die uns Herr ECKSTEIN zusandte,
fanden sich dementsprechend eine ganze Reihe von Arten und Formen, von
denen allerdings nur wenige erwachsene Tiere zu identifizieren waren:

Cyclops abyssorum SARS („Schwarzwaldform“)

» *vicinus* ULJANIN

» *strenuus landei* KOZM. (vierter Copepodid.)

» *abyssorum praealpinus* KIEFER (nur Juvenes).

Ebenso wie von *praealpinus* schienen auch vom *C. abyssorum* der Schwarzwald-
seen mehrere Typen vorhanden zu sein.

Für die vorliegenden Betrachtungen sind die Cyclopiden des Schluchsees jedoch
ziemlich uninteressant, da man im Augenblick über die ursprüngliche Form, die
den See vor dem Beginn des Rückpumpens bewohnte, keine genaue Auskunft
besitzt.

g) Stausee Unterbränd

Die bisher besprochenen Cyclopiden zeigten, trotz z. T. erheblicher Temporal-
und Lokalvariation, doch mehr oder weniger deutlich einen gewissen Grund-
typus, der sich in mancherlei Gemeinsamkeiten äußerte; so lagen die Indizes der
Furkalendborsten wenigstens in der gleichen Größenordnung, ebenso die relative
Breite der Thoraxsegmente u. a. Gerade in diesen Merkmalen weicht nun die
Population des Stausees Unterbränd recht auffällig ab: Die Furkalendborsten
sind relativ kurz, die Segmente sind schmaler als bei den übrigen Formen, auch
das Verhältnis von Vorder- zum Hinterkörper ist merklich verschieden; außer-
dem sind die Tiere verhältnismäßig klein. Nach der Bestimmungstabelle bei
LINDBERG 1957 würden diese Eigenheiten sogar eine Einordnung der Form bei
C. strenuus notwendig machen.

Leider liegen auch von diesem See zu wenig Tiere vor, um eine zuverlässige
Variationsbreite herauszubekommen; gerade in diesem Fall wäre das Merkmal
der Chromatin-Dimination sehr wertvoll, das ja in erster Linie die *abyssorum*-
von den eigentlichen *strenuus*-Formen trennt. Ich konnte jedoch bisher aus die-
sem See noch kein Lebendmaterial beschaffen.

Trotzdem kann man diesen *Cyclops* ohne Bedenken zu der *abyssorum*-Gruppe
stellen. Einmal kennen wir neuerdings ähnliche *abyssorum*-Typen aus Schweizer
Seen (z. B. Greifensee), zum anderen ist die Form der Thoraxsegmente ziemlich
eindeutig, insbesondere die spitze Ausbildung der Enden des dritten Segments
(Abb. 37a). Als weiteres, sehr gewichtiges Argument ist anzuführen, daß nach
HAUER-EICHARDT (1954) die fragliche Population im Hochsommer ein Fort-
pflanzungsmaximum besitzt, zu einer Zeit also, in der man die eigentlichen *stre-
nuus*-Formen praktisch überhaupt nicht antrifft.

In der Probe vom 3. 10. 1959 fand sich auch noch ein Weibchen von *C. vicinus lobosus* KIEFER. Diese Unterart, die durch Übergänge mit dem typischen *C. vicinus vicinus* verbunden ist, zeichnet sich durch die stark entwickelten Lobi am zweiten Thorakalsegment aus; sie wurde von KIEFER 1954 aus dem Bodensee-Untersee beschrieben, fand sich aber neuerdings auch in einigen schweizerischen Seen. Das Tier aus dem Stausee Unterbränd weist eine interessante, bisher noch nicht beobachtete Doppelentwicklung (bei dorsaler Ansicht) dieser Lobi auf (Abb. 37c).

h) Schwarzenbach-Stausee

Eine weitere Population von *C. vicinus lobosus* K. bewohnt den Schwarzenbach-Stausee. Die Doppelbildung am zweiten Thorakalsegment fehlt hier, doch sind die Lobi stark und typisch ausgebildet.

i) Übrige Seen

Daß aus dem Schlüchtsee, Nonnenmattweiher, Wild-, Glaswald- und Herrenwiesensee keine *Cyclops* (s. str.)-Formen in den Proben enthalten waren, schließt nicht aus, daß etwa die eigentlichen *strenuus*-Subspecies, also *C. str. strenuus* und *str. landei*, vorkommen könnten. Sie sind typische Frühjahrstiere, die im Sommer kaum zu finden sind.

5. Diskussion

Wenn man versucht, das Ergebnis der vorliegenden Untersuchungen zu formulieren, so muß man zunächst einmal feststellen, daß eine klare Entscheidung und Bestimmung nicht leicht zu treffen ist. Die Bezeichnung „Form der *abyssorum*-Gruppe“ scheint sogar auf den ersten Blick noch ungenauer zu sein als der bisherige „*Cyclops* cf. *tatricus*“. Der entscheidende Vorteil der neuen Formulierung liegt meines Erachtens jedoch darin, daß man die verschiedenen Populationen einmal in einem anderen Zusammenhang sieht; so steht jetzt der *Cyclops* des Schwarzwaldes nicht mehr isoliert zwischen den vielgestaltigen *abyssorum praealpinus*-Formen, welche die größeren Seen des Voralpenlandes bewohnen und ihn von den übrigen *tatricus*-Formen des Hochgebirges „trennen“. Über die systematische Stellung des letzteren herrscht noch Unklarheit; es ist besser, ihn vorläufig aus den Erörterungen fortzulassen. Von den Bewohnern der Voralpenseen, mit Ausnahme des Bodensees (KIEFER 1939, 1954) liegt noch sehr wenig vergleichbares Material vor. Allerdings ist es vielleicht vorteilhafter, wenn die mühselige und aufwendige Arbeit des morphometrischen und systematischen Vergleichs möglichst vieler Populationen dieses Gebiets von einem einzigen Bearbeiter oder einer Arbeitsgruppe vorgenommen wird, da die Methode KOZMINSKI's eine ganze Reihe von subjektiven Fehlermöglichkeiten enthält, die eine gewisse Vereinheitlichung der Arbeitsweise notwendig machen. Wie erwähnt, ist dieses Vorhaben von Prof. KIEFER und mir bereits in Angriff genommen worden (KIEFER und EINSLE 1962).

Die ungeheure Vielfalt der äußeren Erscheinungsbilder unserer Cyclopider von einem Gewässer zum anderen, noch vervielfältigt durch die starke temporale Variation, macht es sehr schwierig, nach Gemeinsamkeiten und verbindender Eigenschaften zu suchen. Die Entdeckung der Chromatin-Diminution durch S. BEERMANN (1959) hat uns nun ein sehr wertvolles Merkmal in die Hand gegeben, das wenigstens die großen Zusammenhänge aufzeigt. Ebenso wichtig für künftige Untersuchungen wird der Vergleich des jahreszeitlichen Auftretens der Lokalformen und das Ergebnis der Kreuzungsversuche sein.

Dies ist um so notwendiger, als es in erster Linie darum gehen wird, ob den Variationen genetische Unterschiede zugrunde liegen, oder ob es sich nur um Modifikationen handelt. Erst wenn man in diesen Fragen genauer Bescheid weiß, wird man daran gehen können, das Rassenkreisprinzip für die Systematik der „*strenuus*-Gruppe“ in Anwendung zu bringen. Es besteht kein Zweifel, daß erst diese Betrachtungsweise eine befriedigende Lösung bringen kann. Es ist heute sehr leicht, noch nicht beschriebene *Cyclops*-Formen aufzufinden; man erweist der Systematik jedoch einen sehr schlechten Dienst, wenn man auf diese morphometrischen Unterschiede hin neue Arten und Unterarten aufbaut.

Die obigen Betrachtungen erklären auch die weitgespannte Bezeichnung „*abyssorum*-Gruppe“, die in dieser Arbeit verwendet wurde. Die Mannigfaltigkeit der äußeren Erscheinungen der Populationen ist vorläufig nur sehr schwer zu beurteilen; dazu kommt die Überzeugung, daß mit den wenigen Stichproben nur ein winziger Bruchteil der tatsächlich realisierten Varianten erfaßt worden ist. Immerhin erleichtert diese Einsicht den Entschluß, sich von der Bezeichnung „*Cyclops* cf. *tatricus*“ zu lösen.

Die vorläufig konkreteste Aussage liefert das Studium der Chromatin-Dimination; selbstverständlich ist es im Augenblick eine unbewiesene Annahme, daß die Systematik mit der Ablaufsform der Diminution parallel geht. Immerhin besteht eine gewisse Wahrscheinlichkeit, daß dieser sicherlich erblich geregelte Vorgang nicht in dem Maße einer Veränderung unterliegt wie etwa die morphologischen Merkmale.

Die Kreuzungsversuche sind eine wertvolle Bestätigung für die Abgrenzung der später zu definierenden Rassen; im jetzigen Stadium der Forschung können sie allerdings erst Hinweise geben.

Für beide Methoden, die Chromatin-Diminution und die Kreuzungen, gilt die Einschränkung, daß sie in meiner Arbeit auf die Population von *C. abyssorum praealpinus* im Bodensee bezogen sind, die damit vorerst zur Norm eines *abyssorum*-Typs erklärt wird. Dies ist so lange unvermeidlich, bis man die nordischen *abyssorum*-Formen, nach denen die Art 1862 von Sars beschrieben wurde, in die Vergleiche hineinnehmen und damit die Bodenseepopulation „eichen“ kann.

Die „*abyssorum*-Gruppe“ des Schwarzwaldes bewohnt mit Ausnahme der Stauseen, deren Besiedlung eigene Fragen aufwirft, im Titi-, Feld-, Ur- und Mummelsee, aber auch im Schluchsee, der ja aus einem kleineren, ursprünglichen See aufgestaut ist, glaziale Seen vom Typ der Kar- und Moränenseen. Je nach ihrer Lage und Gestalt sind diese Gewässer im Laufe des letzten Postglazials einem Prozeß unterlegen, der die ursprünglich oligotrophen Seen mit unterschiedlicher Schnelligkeit der Eutrophierung und im Extremfall der Verlandung zuführte. Während der Feldsee noch am Anfang dieser Entwicklung steht, erreicht sie bei den Flachgewässern, wie z. B. dem Nonnenmattweiher, oder bei den Mooren (Ursee) mehr oder weniger fortgeschrittene Stadien.

Diese Veränderungen wirkten nun aber auch auf die Lebewesen ein, welche diese Gewässer bewohnten, wobei man eine annähernd gleichzeitige Besiedlung der oligotrophen eiszeitlichen Seen annehmen darf. Sie trafen auf eine vermutlich noch ziemlich einheitliche *abyssorum*-Form, die dem Cyclopiden der heute noch oligotrophen Seen entsprochen haben dürfte; darauf weist auch die Ähnlichkeit des Feldsee-*Cyclops* mit den verschiedenen *praealpinus*-Typen hin. Durch die eintretende Selektion wurde zwar jeder Population der Stempel einer gewissen Eigentümlichkeit aufgedrückt, doch scheint die hauptsächlichste Wirkung der Auslese bei unseren Schwarzwaldcyclopiden darin bestanden zu haben, daß

sie einer ökologischen Plastizität der Populationen Vorschub leistete, was sich in der enormen Temporalvariation ausdrückt. Es wurden also diejenigen Tiere bevorzugt, die sich einer Vielzahl von Umweltbedingungen optimal anpassen und unterwerfen konnten. Dieses euryöke Verhalten verschiedener — nicht aller — Cyclopiden ist bisher oft unterschätzt worden; u. a. hatte auch KOZMINSKI versucht, die Arten der *strenuus*-Gruppe nach ihren ökologischen Ansprüchen zu klassifizieren.

6. Zusammenfassung

1. Im Plankton der meisten Schwarzwaldseen lebt ein Vertreter der Gattung *Cyclops* s. str., der bisher als *Cyclops* cf. *tatricus* KOZM. bezeichnet wurde. Während über den systematischen Wert der Art *C. tatricus* vorläufig noch unbewiesene Bedenken bestehen, haben sich die Schwarzwaldformen eindeutig als Angehörige der sogenannten „abyssorum-Gruppe“ erwiesen. Der Vergleich der morphologischen Merkmale, der Temporalvariation, der Chromatin-Diminution und das Ergebnis der Kreuzungsversuche haben gezeigt, daß in diesen Rahmen auch die bisherige Unterart *Cyclops strenuus divulsus* LINDBERG 1956 gehört, die demnach als *Cyclops abyssorum divulsus* (LINDBERG) bezeichnet werden muß. Die große Variationsbreite der Populationen läßt es im Augenblick als ratsam erscheinen, alle gefundenen Ökotypen lediglich als *Cyclops abyssorum* SARS zu bezeichnen, bis eine Aufgliederung dieser äußerst vielgestaltigen Formengruppe möglich sein wird.

2. In den Stauseen Unterbränd und Schwarzenbach fanden sich zwei bemerkenswerte Formen der Unterart *Cyclops vicinus lobosus* KIEFER.

3. Die Erörterungen über die Entstehung und Deutung der behandelten *Cyclops*-Formen haben vorläufig noch spekulativen Charakter, da man über die Abgrenzung von Modifikation und genetischer Differenzierung noch nichts aussagen kann. Wenn dieses Stadium der Forschung erreicht sein wird, dürfte es auch möglich sein, die *abyssorum*-Gruppe als Rassenkreis zu definieren und unterzuteilen; die augenblickliche Aufgliederung in ausschließlich morphometrisch definierte Subspezies kann der Vielfalt der Lokal- und Temporalformen nicht gerecht werden.

Schrifttum:

- BEERMANN, S.: Chromatin-Diminution bei Copepoden. — *Chromosoma*, **10**, S. 504—514, 1959.
- DUSSART, B.: Remarques sur le genre *Cyclops* s. str. — *Hydrobiologia*, **10**, S. 263—292, 1958.
- EINSLE, U.: Die Bedeutung der Chromatin-Diminution für die Systematik der Gattung *Cyclops* s. str. — *Naturwissenschaften*, S. 90, 1962.
- ELSTER H. J. & SCHMOLINSKY, F.: Morphometrie, Klimatologie und Hydrographie der Seen des südlichen Schwarzwaldes. — *Arch. Hydrobiol. Suppl.*, **20**, S. 157—211, 376—441, 1954.
- HAUER-EICHARDT, H.: Das Zooplankton in den Seen des südlichen Schwarzwaldes. — *Arch. Hydrobiol. Suppl.*, **20**, S. 305—374, 1954.
- KIEFER, F.: Zur Kenntnis des *Cyclops* „*strenuus*“ aus dem Bodensee. — *Arch. Hydrobiol.*, **36**, S. 94—117, 1939.
- Zur Kenntnis der freilebenden Ruderfußkrebse des Bodensees. — *Beitr. naturk. Forsch. SW-Deutschl.*, **13**, S. 86—92, 1954.
- Verzeichnis der in Südwestdeutschland gefundenen freilebenden Ruderfußkrebse. — *Beitr. naturk. Forsch. SW-Deutschl.*, **17**, S. 46—60, 1958.

- KIEFER, F. & EINSLE, U.: Über das Vorkommen verschiedener Arten der Gattung *Cyclops* (s. restr.) in schweizerischen Seen. — Schweiz. Z. Hydrol., 24, S. 44—48, 1962.
- KIEFER, F. & MUCKLE, R.: Beobachtungen am Crustaceenplankton des Überlinger Sees (Bodensee) 1952—1957. — Beitr. naturk. Forsch. SW-Deutschl., 18, S. 5—41, 1959.
- KOZMINSKI, Z.: Über die systematische Stellung von „*Cyclops strenuus*“ aus den Gebirgsseen. — Arch. Hydrobiol. Ichtyol., 7, S. 140—151, 1932.
- Morphometrische und ökologische Untersuchungen an Cyclopiden der *strenuus*-Gruppe. — Int. Revue, 33, S. 161—240, 1936.
- LINDBERG, K.: Courtes diagnoses de quelques membres nouveaux ou peu connus du genre *Cyclops* s. str. — Estr. Boll. Soc. Entomol. Ital., 86, S. 7—8; 112—117, 1956.
- Le groupe *Cyclops rubens* (syn. *Cyclops strenuus*). — 335 S. Lund 1957.
- RUTTNER, F.: Das Plankton des Lunzer Untersees, seine Verteilung im Raum und in der Zeit. — Int. Revue, 23, S. 1—138; 161—287, 1929.
- RZOSKA, J.: Einige Beobachtungen über temporale Größenvariationen bei Copepoden und einige andere Fragen ihrer Biologie. — Int. Revue, 17, S. 99—114, 1927.
- SCHEFFELT, E.: Die Copepoden und Cladoceren des südlichen Schwarzwaldes. — Arch. Hydrobiol., 4, S. 91—163, 1909.
- Die Crustaceenfauna des Nonnenmattweiher. — Mitt. bad. Landesver. Naturk., Nr. 231/32, S. 237—248, Freiburg i. Br., 1908.
- SCHRÖDER, R.: Die Vertikalwanderungen des Crustaceenplanktons der Seen des südlichen Schwarzwaldes. — Arch. Hydrobiol. Suppl., 25, S. 1—43, 1959.
- WASSERWIRTSCHAFTSAMT DONAUESCHINGEN: Untersuchungen im Bereich des Linachstausees als Modellversuch zur Frage der Trinkwasserversorgung aus Schwarzwald-Stauseen. — Mitt. bad. Landesver. Naturk. u. Naturschutz, N. F., 6, S. 357—391, 1956.

(Am 10. 2. 1962 bei der Schriftleitung eingegangen.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e.V. Freiburg i. Br.](#)

Jahr/Year: 1961-1965

Band/Volume: [NF_8](#)

Autor(en)/Author(s): Einsle Ulrich

Artikel/Article: [Einige Bemerkungen zum Vorkommen von Cyclops tatricus Kozminski in den Schwarzwaldseen \(1962\) 235-249](#)