

Zur Morphologie des Sichlings *Pelecus cultratus* (LINNAEUS)

(Pisces: Cyprinidae)

A. Wais*

Abstract

Morphological data on *Pelecus cultratus* (LINNAEUS) from the Danube catchment area are presented. The influence of the preservation technique on morphometrical characters was demonstrated in a comparison of frozen and alcohol preserved fish from Neusiedler See. Differences between alcohol preserved material from Neusiedler See, the Danube at Vienna (Austria), and the Danube delta (Romania) are mainly due to allometric changes during growth. A comparison of the results of the present study with literature data from other populations showed clear differences both in morphometrical and in numerical characters.

Key words: Cyprinidae, *Pelecus cultratus*, morphology, morphometry, Austria, Romania.

Zusammenfassung

In dieser Arbeit werden morphologische Merkmale von *Pelecus cultratus* (LINNAEUS) aus dem Donau-einzugsgebiet beschrieben. Anhand von gefrorenem und alkoholfixiertem Material vom Neusiedler See konnte der Einfluß der Konservierung auf bestimmte morphometrische Merkmale aufgezeigt werden. Im Vergleich des alkoholfixierten Materials vom Neusiedler See, der Donau bei Wien (Österreich) und dem Donaudeelta (Rumänien) lassen sich morphologische Unterschiede vor allem auf allometrische Veränderungen während des Wachstums zurückführen. Im Vergleich des bearbeiteten Materials mit Literaturdaten verschiedener anderer Sichlingspopulationen zeigen sowohl die morphometrischen als auch die numerischen Merkmale vielfach deutliche Unterschiede.

Einleitung

Pelecus cultratus (LINNAEUS) ist ein planktivorer Schwarmfisch, der die Freiwasserzone stehender und langsam fließender Gewässer besiedelt. In Europa weist diese Art zwei klar getrennte Verbreitungsgebiete auf. Das eine liegt im Einzugsgebiet der Nordsee, das andere innerhalb der Einzugsgebiete des Schwarzen und Kaspischen Meeres sowie des Aral Sees (LELEK 1987).

In Österreich kommt *P. cultratus* in der Donau und im Neusiedler See vor. In der österreichischen Donau zählt der Sichling, der bei Passau seine westliche Verbreitungsgrenze erreicht, schon immer zu den seltenen Arten. Über seine Populationsstruktur und Autökologie in diesem Lebensraum ist fast nichts bekannt, außer daß er während bestimmter Lebensabschnitte neben dem Strom selbst auch Altarme oder Zuflüsse besiedelt (SCHIEMER & al. 1994).

* Mag. Anita Wais, Naturhistorisches Museum, 1. Zoologische Abteilung, Burgring 7, A-1014 Wien, Österreich.

In den Neusiedler See, einen flachen und trüben Steppensee, gelangte *P. cultratus* nach der letzten Austrocknung des Sees (1865 - 1871) wahrscheinlich über den Einserskanal, eine zu Beginn dieses Jahrhunderts erstellte künstliche Verbindung über Rabnitz und Raab zur Donau (HACKER 1979). Bis zur Mitte der 70er Jahre war der Sichling im See eher selten. Dann nahm im Zuge der Eutrophierung des Sees die Dichte der planktischen Evertibraten zu. Auf diese Verbesserung des Nahrungsangebots reagierte der Sichling mit einer starken Bestandszunahme (HERZIG & WINKLER 1983). Heute zählt *P. cultratus* zu den häufigsten Fischarten im See (HERZIG & al. 1994, MIKSCHI & al. 1995).

Untersuchungen im Zeitraum von 1989 bis 1993 (HERZIG & al. 1994, LIU, in Vorb.) ergaben, daß die Sichlingpopulation des Neusiedler Sees vor allem von Individuen mit einer Totallänge von 21 bis 25 cm - das entspricht einem Alter von 2 bis 3 Jahren - aufgebaut wird. Im gesamten Untersuchungszeitraum konnten nur wenige Tiere mit einer Länge von über 40 cm und einem Alter von über 6 Jahren gefangen werden. Vergleiche mit Ergebnissen aus den 70er Jahren (HACKER 1979, HERZIG & WINKLER 1983) zeigen, daß die Wachstumsleistungen des Sichlings früher besser waren. Nach LELEK (1987) liegt die durchschnittliche Totallänge des Sichlings bei 30 cm; eine maximale Länge von 60 cm und ein Alter von 11 Jahren können erreicht werden. Die Geschlechtsreife tritt meistens im 3. Lebensjahr ein, was auch auf die Sichlinge im Neusiedler See zutrifft.

Zu den charakteristischen morphologischen Merkmalen des Sichlings zählen sein komprimer, messerförmiger Körper, das oberständige Maul, die wellige Seitenlinie, die langen Brustflossen sowie die lange After- und die sehr kurze, posterior stehende Rückenflosse.

Danksagung

Für die Anregung zu dieser Arbeit sowie die Bereitstellung von Material, Literatur und Arbeitsplatz danke ich Dr. Barbara Herzig und Dr. Ernst Mikschi (Fischsammlung des Naturhistorischen Museums in Wien). Bei der Auswertung der Daten war mir Mag. Georg Wolfram behilflich. Die Finanzierung dieser Untersuchung ermöglichte das Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung (Projekt ZI. 528).

Material und Methodik

Material

Der Großteil der bearbeiteten Sichlinge wurde zwischen August 1989 und August 1990 im Neusiedler See gefangen und unmittelbar nach dem Fang bei -20 °C tiefgefroren. Zusätzlich konnte Material aus dem Naturhistorischen Museum Wien untersucht werden, das zum Teil ebenfalls aus dem Neusiedler See, aber auch aus der Donau bei Wien und der Donaumündung stammt. Diese Fische wurden zunächst einige Tage in 4 %-igem Formol konserviert und dann in 70 %-igen Ethylalkohol überführt.

Material aus dem Naturhistorischen Museum Wien:

Neusiedler See: NMW 77304, 1 Exemplar, 15.8.1980; NMW 86539, 1 Exemplar, 19.8.1987; NMW 89723, 1 Exemplar, 20.10.1988; NMW 92828, 20 Exemplare, um 1980; NMW 90611:1-2, 2 Exemplare, ohne Datum.

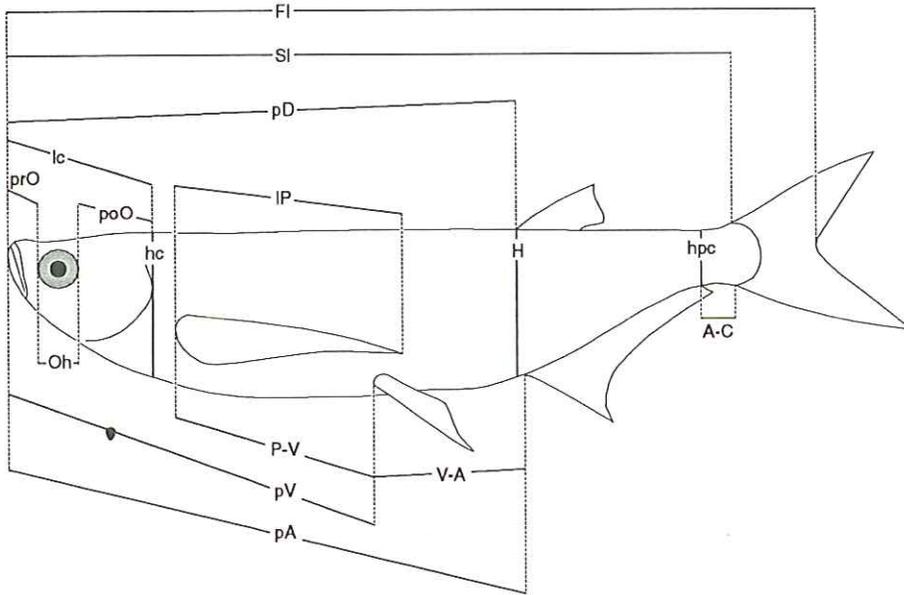


Abb. 1: Lage der morphometrischen Maße. Abkürzungen siehe im Text.

Donau bei Wien: NMW 85792, 1 Exemplar, Petronell, 1929; NMW 51181:1-3, 3 Exemplare, Petronell, ohne Datum; NMW 90720, 1 Exemplar, Stopfenreuth, 1985; NMW 51184, 1 Exemplar, Wien, 1836; NMW 51187, 1 Exemplar, Wien, 1836; NMW 51183:1-3, 3 Exemplare, Fischmarkt Wien, 1865.

Donaumündung: NMW 51190:1-9, 9 Exemplare, Donaumündung bei Wilkow, 1924.

Folgende Merkmale wurden bei der Untersuchung berücksichtigt:

Meßwerte (Abb. 1):

FI	Furkallänge (fork length)
SI	Standardlänge (standard length)
lc	Kopflänge (length of head)
prO	Präorbitalabstand (preorbital distance)
poO	Postorbitalabstand (postorbital distance)
Oh	Augendurchmesser (horizontal diameter of eye)
io	Interorbitalabstand (interorbital distance)
hc	Kopfhöhe (head depth)
H	Körperhöhe (body depth)
hpc	Höhe des Schwanzstiels (depth of caudal peduncle)
pD	Prädorsalabstand (predorsal distance)
pV	Präventralabstand (preventral distance)
pA	Präanalabstand (preanal distance)
P-V	Abstand zwischen Pectoralis und Ventralis (distance between pectoral fin base and pelvic fin base)
V-A	Abstand zwischen Ventralis und Analis (distance between ventral fin base and anal fin base)
A-C	Abstand zwischen Analis und Caudalis (distance between anal fin base and caudal fin base)

Herkunft Konservierung Größenklasse SI	Neusiedler See gefroren 149 - 223 mm (\bar{x} = 185)						Neusiedler See Alkohol (NMW) 150 - 220 mm (\bar{x} = 179)						Neusiedler See Alkohol (NMW) 316 - 392 mm (\bar{x} = 348)					
	n	\bar{x}	min	max	SD	Vr	n	\bar{x}	min	max	SD	Vr	n	\bar{x}	min	max	SD	Vr
%-SI																		
lc	174	20,88	19,26	22,46	0,62	0,23	20	20,16	19,62	20,80	0,31	0,35	4	20,45	19,91	20,98	0,44	1,09
prO	174	5,45	4,67	6,70	0,33	0,46	20	5,30	4,75	5,73	0,25	1,07	4	5,65	5,35	6,11	0,33	2,96
poO	174	9,40	8,53	10,10	0,30	0,24	20	9,10	8,71	9,49	0,24	0,59	4	9,74	8,96	10,10	0,53	2,70
Oh	174	5,94	5,31	6,61	0,28	0,35	20	5,69	5,47	6,20	0,22	0,87	4	4,99	4,73	5,30	0,25	2,53
io	172	4,01	3,45	5,29	0,26	0,49	20	3,99	3,74	4,23	0,13	0,75	4	3,98	3,89	4,20	0,14	1,80
hc	173	18,78	17,12	21,54	0,85	0,34	20	18,81	17,66	20,32	0,80	0,95	4	19,05	18,10	19,75	0,73	1,91
H	173	18,25	15,56	21,39	1,03	0,43	20	18,90	17,00	19,80	0,70	0,80	4	18,85	17,30	19,77	1,09	2,90
hpc	174	7,34	6,13	8,54	0,46	0,48	20	8,32	7,48	9,09	0,44	1,18	4	7,69	7,44	7,92	0,21	1,35
pD	171	70,31	67,10	76,17	1,34	0,15	20	69,05	67,16	71,13	1,07	0,35	4	71,33	70,89	72,42	0,73	0,51
pV	170	53,46	50,01	58,18	1,37	0,20	20	52,26	49,45	53,64	1,01	0,43	3	54,30	53,60	55,52	1,10	1,10
pA	171	69,73	65,43	73,15	1,45	0,16	20	69,27	67,35	71,03	1,05	0,34	4	72,01	71,21	72,70	0,62	0,43
P-V	168	30,88	27,25	34,37	1,33	0,33	20	30,43	27,31	32,02	1,07	0,79	3	31,30	30,20	32,99	1,50	2,70
V-A	171	17,00	14,67	20,48	1,13	0,51	20	17,51	16,37	19,17	0,79	1,00	3	17,90	17,10	18,83	0,90	2,90
A-C	173	7,79	5,14	10,52	0,87	0,85	20	8,20	6,70	9,80	0,78	2,10	4	6,63	5,81	8,36	1,17	8,85
IP	161	33,14	28,81	37,18	1,26	0,30	20	32,58	30,75	34,08	0,85	0,59	4	32,45	30,48	36,19	2,57	3,96
IC1	75	21,94	14,13	27,25	1,62	0,85												
IC2	75	25,03	10,35	28,80	2,44	1,13												
%-Ic																		
prO	174	26,07	22,20	31,07	1,28	0,37	20	26,27	24,12	28,27	1,06	0,90	4	27,63	26,26	29,13	1,00	2,54
poO	174	45,04	42,42	47,17	0,95	0,16	20	45,16	43,55	47,86	1,25	0,62	4	47,61	45,02	49,17	1,80	1,89
Oh	174	28,45	25,91	31,13	1,08	0,29	20	28,21	27,04	30,31	1,01	0,80	4	24,44	23,13	25,80	1,45	2,96
io	172	19,23	15,86	24,52	1,34	0,53	20	19,80	18,54	21,45	0,77	0,87	4	19,50	18,55	20,61	0,88	2,25
%-FI																		
lc	174	18,78	17,32	20,19	0,56	0,23	20	18,03	17,36	18,72	0,34	0,42	4	18,59	18,13	19,08	0,39	1,05
prO	174	4,90	4,20	6,03	0,29	0,46	20	4,74	4,26	5,18	0,23	1,08	4	5,14	4,89	5,56	0,31	2,97
poO	174	8,46	7,67	9,08	0,27	0,25	20	8,14	7,76	8,59	0,25	0,70	4	8,85	8,16	9,19	0,48	2,70
Oh	174	5,34	4,78	5,95	0,25	0,35	20	5,09	4,76	5,64	0,23	0,99	4	4,54	4,33	4,78	0,21	2,27
io	172	3,61	3,10	4,76	0,23	0,49	20	3,57	3,36	3,80	0,13	0,79	4	3,62	3,54	3,84	0,14	2,00
hc	173	16,89	15,39	19,37	0,77	0,34	20	16,83	15,11	18,34	0,76	1,01	4	17,32	16,48	17,96	0,69	1,99
H	173	16,42	14,00	19,24	0,92	0,43	20	16,87	15,53	17,83	0,58	0,77	4	17,13	15,76	17,98	1,01	2,94
hpc	174	6,60	5,51	7,68	0,42	0,48	20	7,44	6,72	8,13	0,38	1,13	4	6,99	6,78	7,20	0,20	1,45
pD	171	63,22	60,34	68,50	1,20	0,15	20	61,77	60,16	63,85	0,90	0,33	4	64,85	64,50	65,30	0,38	0,30
pV	170	48,07	44,97	52,32	1,24	0,20	20	46,75	44,66	48,03	1,03	0,49	3	49,40	48,40	50,78	1,30	1,50
pA	171	62,70	58,84	65,78	1,31	0,16	20	61,97	58,37	63,94	1,27	0,46	4	65,46	64,21	66,13	0,85	0,65
P-V	168	27,77	24,51	30,91	1,19	0,33	20	27,23	24,72	28,79	1,06	0,87	3	28,50	27,30	30,17	1,50	3,10
V-A	171	15,29	13,20	18,42	1,01	0,51	20	15,67	14,01	17,17	0,79	1,12	3	16,30	15,40	17,10	0,90	3,10
A-C	173	7,01	4,62	9,46	0,78	0,85	20	7,38	6,15	8,77	0,72	2,18	4	6,02	5,32	7,54	1,03	8,53
IP	161	29,80	25,90	33,43	1,13	0,30	20	29,15	27,53	30,73	0,79	0,61	4	29,49	27,76	32,63	2,18	3,70
IC1	64	19,77	12,70	24,49	1,54	0,97												
IC2	64	22,54	9,30	25,89	2,35	1,30												

IP Länge der Pectoralis (length of pectoral fin)

IC1 Länge des oberen Astes der Caudalis (length of upper caudal lobe)

C2 Länge des unteren Astes der Caudalis (length of lower caudal lobe)

Zählwerte:

Db Anzahl der Weichstrahlen in der Dorsalis (number of branched rays of dorsal fin)

Ab Anzahl der Weichstrahlen in der Analis (number of branched rays of anal fin)

l.l. Anzahl der Schuppen in der Seitenlinie (number of scales in lateral line)

Sp.br.1 Anzahl der Kiemenreusendornen in der lateralen Reihe des ersten Kiemenbogens (number of lateral rakers on the first gill arch)

Sp.br.1a Anzahl der Kiemenreusendornen am oberen lateralen Ast des ersten Kiemenbogens (number of lateral rakers on the upper limb of the first gill arch)

Herkunft Konservierung Größenklasse SI	Donau bei Wien Alkohol (NMW) 226 - 273 mm (\bar{x} = 245)						Donaumündung Alkohol (NMW) 68 - 91 mm (\bar{x} = 78)					
	n	\bar{x}	min	max	SD	Vr	n	\bar{x}	min	max	SD	Vr
%-SI												
lc	8	20,32	19,34	21,13	0,50	0,87	9	21,16	20,24	22,09	0,58	0,92
prO	8	5,36	4,56	5,72	0,38	2,53	9	5,63	4,92	6,26	0,45	2,68
poO	8	9,50	9,02	9,97	0,35	1,32	9	8,57	8,06	9,16	0,35	1,35
Oh	8	5,51	5,16	5,86	0,22	1,42	9	6,70	6,24	7,19	0,32	1,58
io	8	3,96	3,69	4,34	0,22	1,96	9	4,28	3,40	4,97	0,45	3,52
hc	8	19,94	17,72	21,94	1,31	2,33	9	16,90	15,64	18,15	0,81	1,60
H	8	19,92	17,55	21,65	1,25	2,22	9	14,23	12,49	16,01	1,05	2,47
hpc	8	8,42	7,58	9,28	0,55	2,31	9	6,18	5,52	6,75	0,40	2,18
pD	8	70,36	68,16	72,38	1,49	0,75	9	69,71	68,46	70,76	0,81	0,39
pV	8	54,20	53,11	55,63	0,91	0,60	9	50,76	38,21	53,52	4,77	3,13
pA	8	71,57	70,28	73,26	1,07	0,53	9	68,07	66,31	69,42	0,92	0,45
P-V	8	32,46	30,70	34,02	1,10	1,19	9	29,30	28,07	30,48	0,83	0,94
V-A	8	18,75	17,52	19,90	1,01	1,90	9	16,04	15,15	17,01	0,72	1,49
A-C	8	7,07	6,21	8,48	0,73	3,65	9	8,77	7,10	10,47	1,10	4,18
IP	8	31,12	29,35	32,77	1,20	1,37	9	31,39	29,54	32,60	1,08	1,15
IC1												
IC2												
%-lc												
prO	8	26,34	23,59	27,62	1,35	1,81	9	26,59	24,32	30,19	1,92	2,41
poO	8	46,78	44,36	50,33	2,27	1,72	9	40,54	36,48	43,57	1,96	1,61
Oh	8	27,10	25,80	27,94	0,71	0,93	9	31,65	30,84	33,72	0,93	0,98
io	8	19,49	18,05	21,07	0,87	1,57	9	20,22	16,15	23,31	2,04	3,36
%-FI												
lc	8	17,75	16,55	18,35	0,59	1,18	9	18,42	17,74	19,33	0,51	0,92
prO	8	4,68	4,07	5,07	0,34	2,54	9	4,90	4,31	5,48	0,38	2,56
poO	8	8,30	7,35	8,70	0,45	1,92	9	7,46	7,05	8,01	0,28	1,24
Oh	8	4,81	4,60	5,07	0,18	1,36	9	5,83	5,47	6,27	0,28	1,59
io	8	3,46	3,22	3,79	0,20	2,07	9	3,73	2,94	4,33	0,40	3,56
hc	8	17,44	14,45	19,29	1,48	3,00	9	14,71	13,45	15,66	0,70	1,58
H	8	17,42	14,31	18,89	1,42	2,87	9	12,39	10,93	13,90	0,93	2,49
hpc	8	7,36	6,76	8,28	0,53	2,55	9	5,38	4,78	5,86	0,35	2,19
pD	8	61,47	57,62	62,88	1,74	1,00	9	60,68	60,00	61,91	0,66	0,36
pV	8	47,36	43,40	49,10	1,72	1,29	9	44,19	33,31	46,46	4,15	3,13
pA	8	62,54	58,56	64,64	1,94	1,09	9	59,26	57,91	60,16	0,90	0,50
P-V	8	28,38	25,04	30,02	1,50	1,87	9	25,51	24,15	26,47	0,78	1,02
V-A	8	16,38	15,48	17,91	0,89	1,93	9	13,96	13,07	14,74	0,64	1,52
A-C	8	6,18	5,54	7,33	0,61	3,50	9	7,64	6,16	9,16	0,99	4,31
IP	8	27,18	25,93	28,53	0,91	1,18	9	27,33	25,89	28,82	0,96	1,17
IC1												
IC2												

Tab. 1: Metrische Kenngrößen der untersuchten Sichelinge.

n = Stichprobenumfang,
 \bar{x} = Mittelwert,
 min = kleinster Wert,
 max = größter Wert,
 SD = Standardabweichung,
 Vr = Variationskoeffizient.
 Abkürzungen der metrischen Merkmale siehe im Text.

- Sp.br.1b Anzahl der Kiemenreusendornen am unteren lateralen Ast des ersten Kiemenbogens (number of lateral rakers on the lower limb of the first gill arch)
- Sp.br.2 Anzahl der Kiemenreusendornen am medianen Ast des ersten Kiemenbogens (number of medial rakers on the first gill arch)
- Sp.br.2a Anzahl der Kiemenreusendornen am oberen medianen Ast des ersten Kiemenbogens (number of medial rakers on the upper limb of the first gill arch)
- Sp.br.2b Anzahl der Kiemenreusendornen am unteren medianen Ast des ersten Kiemenbogens (number of medial rakers on the lower limb of the first gill arch)

Bei paarig vorliegenden Merkmalen wurde nur die linke Körperhälfte untersucht. Die Analysen wurden im Laufe des Jahres 1994 durchgeführt.

Alle Körpermaße werden in Prozent der Standard- und Furkallänge (%-SI, %-FI) angegeben, die Kopfmaße prO, poO, Oh und io zusätzlich noch in Prozent der Kopflänge (%-lc).

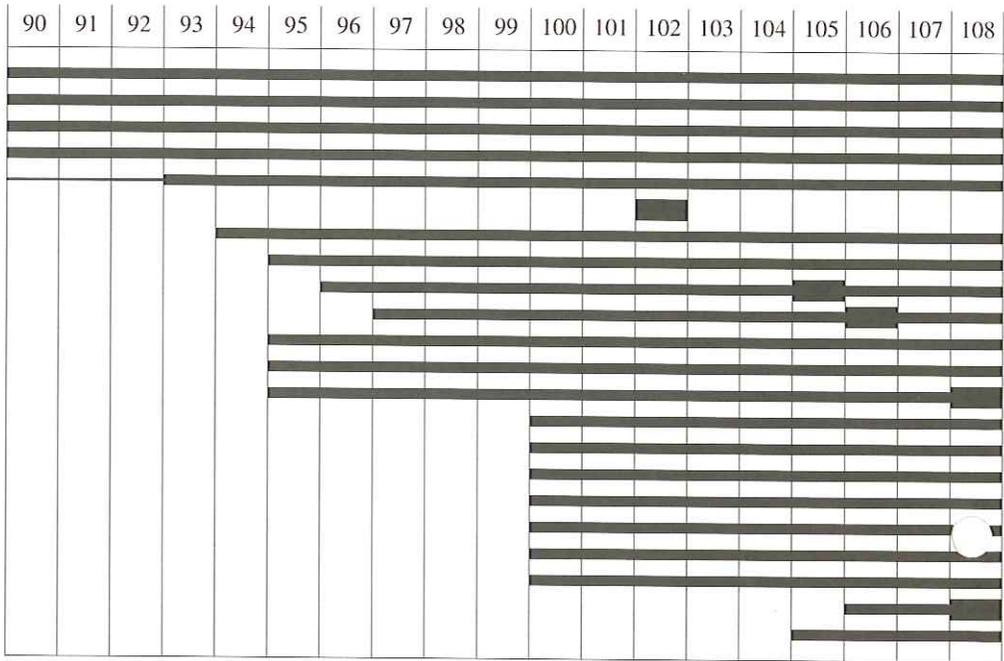


Abb. 2: Anzahl der Schuppen in der Seitenlinie (Literaturvergleich). Dicke Balken = Mittelwerte, schlanke Balken = Größenbereich, dünne Balken = in Klammern angegebene Werte, °) zit. in BALON (1956), °°) zit. in KONTSEVAYA (1977).

(%-Ic). Da von den gefrorenen Fischen vom Neusiedler See keine Angaben zur Standardlänge vorliegen, wurde diese - um Richtwerte für den Literaturvergleich angeben zu können - mit Hilfe einer Regression (HERZIG & al. 1994) aus den Furcallängen errechnet:

$$SI = 0,899 FI - 0,031$$

$$r^2 = 0,985, p = 0,0001, n = 154, \text{Größenbereich } 90 - 231 \text{ mm}$$

Diese Regression geht auf Datenmaterial von Sichlingen zurück, die im Zeitraum von 1990 bis 1993 im Neusiedler See gefangen und unmittelbar nach dem Fang vermessen wurden.

Die Auswertung der metrischen Daten erfolgte getrennt nach Herkunft, Konservierung und Größenklasse für fünf Gruppen (Tab. 1). Unberücksichtigt blieben eventuelle geschlechtsspezifische Unterschiede. Nach KONTSEVAYA (1977) erbrachten bis dato durchgeführte Untersuchungen auch keine Hinweise auf einen Sexualdimorphismus bezüglich der Körperproportionen, lediglich NIKOLSKIY (1938, zit. in KONTSEVAYA 1977) stellte fest, daß die Brustflossen bei männlichen Sichlingen länger sind als bei weiblichen.

Unterschiede zwischen gefrorenem und fixiertem Material vom Neusiedler See wurden mit Hilfe des zweiseitigen, unverbundenen t-Tests, Unterschiede zwischen den alkoholfixierten Gruppen mittels ANOVA auf ihre Signifikanz hin untersucht. Alle Daten (in %-FI) wurden zuvor ln-transformiert. Der Vergleich des vorliegenden Materials mit Literaturangaben erfolgte innerhalb möglichst ähnlicher Größenklassenbereiche. Um eventuelle Unterschiede zwischen den Datensätzen aufzuzeigen, wurden jene Literaturwerte gekennzeichnet, die außerhalb des Bereichs $\bar{x} \pm 2 \text{ SD}$ der Originaldaten liegen.

109	110	111	112	113	114	115	116	Autor	Untersuchungsgebiet	n
								BERG 1964		
								NIKOLSKIJ 1930 °)	Aral See	
								BERG 1949 °)		
								STAFF 1950 °)		
								BANARESCU 1964	Rumänien	
								VLADYKOV 1931 °)		
								MOVTSCHAN & SMIRNOV 1983		
								SMIRNOV 1943 °)		
								vorliegende Arbeit	Neusiedler See	165
								ZHUKOV 1965 °°)	Dnepr	24 - 29
								LELEK 1987		
								BALON 1956	Donau bei Medved'ove	27
								KONTSEVAYA 1977	ozero Il'men'	98
								HECKEL & KNER 1858		
								DYK 1952 °)		
								HERMAN 1887 °)		
								KYLE & EHRENBAUM 1929 °)		
								EHRENBAUM 1936 °)		
								ANTIPA 1909 °)		
								VLADYKOV 1926 °)		
								vorliegende Arbeit	Donau bei Wien	7
								KOSTYUCHENKO 1962 °°)	Dnepr	27 - 30

Für die Analyse der Zählwerte wurden die Sichlinge vom Neusiedler See in eine Gruppe zusammengefaßt (Tab. 3). Da beim Material aus dem Naturhistorischen Museum die Kiemenbögen nicht untersucht werden konnten, beziehen sich die Angaben über die Anzahl der Kiemenreusendornen nur auf das gefrorene Material vom Neusiedler See. An statistischen Kenngrößen sind für die Meß- und Zählwerte neben dem Mittelwert Standardabweichung (SD) und relativer Variationskoeffizient (Vr) angegeben.

Ergebnisse und Diskussion

Vergleich der Meßwerte zwischen fixiertem und gefrorenem Material vom Neusiedler See

Aus der Literatur ist bekannt, daß bei einer Konservierung in Formol die Körperlänge von Fischen schrumpft (PARKER 1963, TREASURER 1992, siehe auch Literaturübersicht in BILLY 1992). Bei *Sarotherodon mossambicus* TREWAVAS konnte jedoch BILLY (1992) nach 5-tägiger Konservierung in 10 %-igem Formol und anschließender Fixierung in Isopropylalkohol nach insgesamt 70 Tagen kaum eine Veränderung in der Körperlänge feststellen. Das Material aus dem Naturhistorischen Museum Wien ist auf ähnliche Weise konserviert. Im Vergleich zwischen den alkoholfixierten und den gefrorenen Sichlingen vom Neusiedler See können zwar eventuelle Veränderungen in der Körperlänge nicht erfaßt werden, wohl aber Veränderungen in den Körperproportionen.

Für über die Hälfte der Merkmale besteht ein signifikanter Unterschied zwischen alkoholfixiertem und gefrorenem Material (Tab. 2). Die Längenrelationen lc, prO, poO, Oh, pD, pV und pA (alle in %-Fl) sind beim fixierten Material signifikant kleiner als beim

gefrorenen. Zieht man in Betracht, daß hinsichtlich der Maße P-V und V-A keine Unterschiede vorliegen, so kann dieses Phänomen nur durch eine Schrumpfung im Kopfbereich erklärt werden, wobei sich aber innerhalb des Kopfbereichs die Proportionen nicht verändern.

Die Körperhöhenmaße im Caudalbereich (H und hpc) sind im Gegensatz zu den oben genannten Längenmaßen bei den in Alkohol konservierten Sichlingen signifikant größer als beim gefrorenen Material. Damit in Zusammenhang dürfte auch der bei fixiertem Material signifikant höhere Mittelwert des Parameters A-C stehen. Der Vergleich der Längen der Pectoralis ergab eine signifikant geringere Länge für das Material aus dem Naturhistorischen Museum.

Vergleich der Meßwerte innerhalb des alkoholfixierten Materials

Die bearbeiteten Sichlinge sind hinsichtlich ihrer Herkunft und Größenklasse sehr heterogen, was die Ursachenzuschreibung bei Unterschieden zwischen zwei Gruppen manchmal schwierig macht. So können Unterschiede aufgrund verschiedener Herkunft nur dann sicher festgestellt werden, wenn der Vergleich zwischen Gruppen derselben Größenklasse durchgeführt wird. Da im bearbeiteten Material jede Größenklasse aber nur einmal vorliegt, ist es nicht möglich, einen solchen Zusammenhang sicher zu diagnostizieren. Unterschiede aufgrund verschiedener Körperlänge lassen sich am Material vom Neusiedler See, das in zwei klar von einander getrennte Größenklassen geteilt werden kann, gut dokumentieren. Betrachtet man alle untersuchten Gruppen, so ergibt sich - trotz teilweise unterschiedlicher Herkunft - ein Trend für die Entwicklung der einzelnen Merkmale mit zunehmender Länge.

Bei den Vergleichen der Gruppen untereinander fällt auf, daß sich die Sichlinge aus der Donaumündung stark von den anderen drei Gruppen aus dem Neusiedler See und der Donau bei Wien unterscheiden (in 13 bzw. 14 von 19 Merkmalen) und zwar vor allem in den Parametern poO (%-lc), hc, H, hpc, pV, P-V und V-A (Tab. 2). Diese Proportionen sind bei der nächsten Größenklasse signifikant größer und zeigen bei Vergleichen innerhalb der Gruppen vom Neusiedler See und der Donau bei Wien keine oder nur geringfügige Unterschiede. Die starken Differenzen stehen höchstwahrscheinlich im Zusammenhang mit der geringen Größe der Sichlinge aus dem Donaudelta, die vermutlich der Altersgruppe 0+ angehören.

Der Vergleich zwischen den beiden Größenklassen von Sichlingen aus dem Neusiedler See zeigt eine Verlängerung des Kopfes mit zunehmender Körperlänge, wobei sich auch innerhalb des Kopfes die Proportionen verändern: Während sich der Augendurchmesser (Oh) verkleinert, nimmt der Postorbitalabstand (poO) zu. Die hochsignifikante Zunahme von pD und pA mit der Körperlänge kann nicht nur im Zusammenhang mit der Verlängerung des Kopfes gesehen werden, da pV unverändert bleibt. Somit muß eine Verlängerung im Bereich zwischen Ventralis und Analis beziehungsweise Dorsalis angenommen werden. Eine weitere Veränderung betrifft den Schwanzstiel: Er wird mit zunehmender Körperlänge dünner (hpc) und kürzer (A-C).

Vergleicht man nun die beiden Gruppen vom Neusiedler See mit dem Material aus der Donau bei Wien, so zeigen die jeweils benachbarten Größenklassen unterschiedlicher Herkunft eine größere Ähnlichkeit als die weiter auseinander liegenden Größenklassen

Tab. 2: Statistische Vergleiche zwischen den bearbeiteten Gruppen. n.s. = $p > 0,05$ (statistisch nicht signifikant), * = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$, *** = $p < 0,001$. Abkürzungen der metrischen Merkmale siehe im Text.

	t-Test	ANOVA					
	Neusiedler See (Alkohol) 150 - 220 mm	Neusiedler See 150 - 220 mm	Neusiedler See 316 - 392 mm	Neusiedler See 150 - 220 mm	Neusiedler See 150 - 220 mm	Donau bei Wien 226 - 273 mm	Neusiedler See 316 - 392 mm
	Neusiedler See (gefroren) 149 - 223 mm	Neusiedler See 316 - 392 mm	Donau bei Wien 226 - 273 mm	Donau bei Wien 226 - 273 mm	Donau-mündung 68 - 91 mm	Donau-mündung 68 - 91 mm	Donau-mündung 68 - 91 mm
%-Ic							
prO	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
poO	n.s.	*	n.s.	*	***	***	***
Oh	n.s.	***	***	*	***	***	***
io	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
%-Fl							
lc	***	*	**	n.s.	*	**	n.s.
lcO	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
poO	***	***	**	n.s.	***	***	***
Oh	***	***	n.s.	**	***	***	***
io	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
hc	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***	***	***
H	*	n.s.	n.s.	n.s.	***	***	***
hpc	***	*	n.s.	n.s.	***	***	***
pD	***	***	***	n.s.	*	n.s.	***
pV	***	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**
pA	*	***	**	n.s.	***	***	***
P-V	n.s.	n.s.	n.s.	*	***	***	***
V-A	n.s.	n.s.	n.s.	*	***	***	***
A-C	*	**	n.s.	***	n.s.	***	**
IP	*	n.s.	***	***	***	n.s.	**

aus dem Neusiedler See. Offensichtlich überlagern allometrische Veränderungen im Laufe des Wachstums mögliche morphologische Unterschiede zwischen den Populationen. Den einzigen Hinweis auf eventuelle Unterschiede zwischen den Populationen vom Neusiedler See und der Donau bei Wien stellt die Länge der Pectoralis (IP) dar: Während sich die beiden Größenklassen vom Neusiedler See diesbezüglich nicht unterscheiden, ergibt der Vergleich dieser beiden Gruppen jeweils mit dem Material aus der Donau bei Wien und der Donaumündung stark signifikante Unterschiede. Beim Vergleich mit dem Material aus der Donaumündung kann der Unterschied vielleicht wieder mit der geringen Körpergröße der Sichlinge aus dem Delta in Zusammenhang gebracht werden, beim Vergleich mit den Fischen aus der Donau bei Wien jedoch könnte es sich um einen Unterschied zwischen den Populationen handeln. In diesem Zusammenhang sei nochmals der von NIKOLSKIY (1938, zit. in KONSEVAYA 1977) festgestellte Sexualdimorphismus erwähnt. Die Möglichkeit eines geschlechtsspezifischen Unterschieds kann jedenfalls für diesen Datensatz nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

6	7	8	9	10	Autor	Untersuchungsgebiet	n
					BERG 1964		
					NIKOLSKIJ 1930 °)	Aral See	
					BERG 1949 °)		
					STAFF 1950 °)		
					KOSTYUCHENKO 1962 °°)	Dnepr	27 - 30
					MAKSUNOV 1961 °°)	Farkhad Stausee	56 - 193
					ZHUKOV 1965 °°)	Dnepr	24 - 29
					BANARECSU 1964	Rumänien	
					BALON 1956	Donau bei Medved'ove	
					MOVTSCHAN & SMIRNOV 1983		
					VLADYKOV 1931 °)		
					vorliegende Arbeit	Neusiedler See	189
					KONTSEVAYA 1977	ozero Il'men'	98
					HECKEL & KNER 1858		
					HERMAN 1887 °)		
					ANTIPA 1909 °)		
					VLADYKOV 1926 °)		
					KYLE & EHRENBAUM 1929 °)		
					EHRENBAUM 1936 °)		
					SMIRNOV 1943 °)	Kura	
					DYK 1952 °)		
					BAUCH 1954 °)		
					vorliegende Arbeit	Donau bei Wien	10
					vorliegende Arbeit	Donaumündung	9
					LELEK 1987		

Alle bearbeiteten Gruppen unterscheiden sich signifikant im Merkmal Oh (%-lc), das mit zunehmender Länge relativ kleiner wird. Dieser Trend läßt sich auch bei Angabe des Abb. 3: Anzahl der Weichstrahlen in der Dorsalis (Literaturvergleich). Dicke Balken = Mittelwerte, schlanke Balken = Größenbereich, dünne Balken = in Klammern angegebene Werte, °) zit. in BALON (1956), °°) zit. in KONTSEVAYA (1977).

Merkmals im Verhältnis zur Furcallänge verfolgen. Bezüglich der Merkmale prO und io (beide in %-lc) hingegen konnten zwischen den Gruppen keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Auch die Relation dieser Merkmale zur Furcallänge stimmt bei den meisten Gruppen weitgehend überein (Tab. 2).

Meßwerte im Literaturvergleich

Die Interpretation von Unterschieden zwischen den hier vorgelegten Datensätzen und entsprechenden Literaturangaben wird durch den Umstand erschwert, daß über die Konservierung des in der Literatur beschriebenen Materials keine Informationen vorliegen. Unterschiedliche Konservierungsmethoden können aber - wie oben gezeigt - je nach Merkmal zu signifikanten Unterschieden zwischen Gruppen gleicher Größenklasse und Herkunft führen. Die Vergleiche des gefrorenen bzw. alkoholfixierten Materials vom Neusiedler See mit Datensätzen vom ozero Il'men' und Dnepr stimmen jedoch - mit je einer Ausnahme - auffallend gut überein, sodaß mit Vorsicht die Unterschiede der verschiedenen Herkunft des Materials zugeschrieben werden können.

Die Vergleiche mit den Sichlingen aus ozero Il'men', einem See südlich von Novgorod, zeigen deutliche Unterschiede bezüglich der Kopfmaße (Tab. 3). In Relation zur Tab. 3: Meßwerte im Literaturvergleich. Wiedergegeben sind die Größenklassen und Mittelwerte \bar{x} der für den Vergleich relevanter Literaturdaten. Als Maß für den Vergleich ist angeführt, ob der Mittelwert der Literaturdaten innerhalb (-) beziehungsweise außerhalb (+) des Bereichs $\bar{x} \pm 2$ SD der Originaldaten liegt. Dm = Sichlinge aus der Donaumündung (68 - 91 mm SI), DW = Sichlinge aus der Donau bei Wien (226 - 273 mm SI), NSS* = gefrorenes Material aus dem Neusiedler See (149 - 223 mm SI), NSS° = Sichlinge aus dem Neusiedler See (150 - 220 mm SI), NSS°° = Sichlinge aus dem Neusiedler See (316 - 392 mm SI). Abkürzungen der metrischen Merkmale siehe im Text.

Herkunft	ozero Il'men'			Dnepr			Donau bei
Autor	KONTSEVAYA 1977			MOVTSCHAN & SMIRNOV 1983			Medved'ov
Größenklasse SI	66 - 136 mm	137 - 212 mm	213 - 284 mm	102 mm	216 mm	256 mm	255 - 346 mm
	\bar{x} Dm	\bar{x} NSS*NSS°	\bar{x} DW	\bar{x} Dm	\bar{x} NSS*NSS°	\bar{x} DW	\bar{x} NSS°°
%-SI							
lc	17,95 +	17,85 + +	17,99 +	19,87 +	20,18 - -	19,49 -	21,00 -
rO	4,65 +	4,64 + +	5,08 -				
poO	8,41 -	8,13 + +	8,02 +				
Oh	5,11 +	4,75 + +	4,35 +				
io	3,91 -	3,92 - -	3,78 -				
hpc	7,25 +	7,22 - +	6,36 +	6,91 -	7,79 - -	7,05 +	
pD	68,98 -	70,37 - -	68,79 -	66,55 +	67,11 + -	67,42 -	68,00 +
pV				50,39 -		52,24 +	52,78 -
pA				66,11 +	66,67 + +	67,68 +	68,59 +
P-V	27,94 -	30,25 - -	29,27 +	29,15 -	30,15 - -	31,61 -	
V-A	15,21 -	16,72 - -	16,77 -	17,19 -	17,23 - -	16,30 +	
IP	28,81 +	31,55 - -	30,77 -	26,75 +	30,59 + +	30,79 -	30,41 -
IC1					19,51 -		
IC2					21,19 -		
%-lc							
prO	27,04 -	27,05 - -	26,01 -	27,79 -	28,03 - -	27,79 -	27,89 -
poO	47,43 +	48,07 + +	47,29 -	50,07 -			
Oh	28,61 +	27,88 - -	27,43 -	27,67 +	24,11 + +	23,74 +	25,93 -
io	22,88 -	22,74 + +	21,93 +	25,83 +	22,55 + +	22,14 +	26,04 +

Standardlänge sind lc, prO, poO und Oh bei den Fischen aus dem Donaueinzugsgebiet meist deutlich größer, wobei die Proportionen innerhalb des Kopfes bezüglich prO und Oh jedoch gleich bleiben (für poO liegt kein Datenmaterial vor). Nur die Fische aus der Donaumündung haben relativ zur Kopflänge auch größere Augendurchmesser. Allerdings umfaßt die Vergleichsgruppe vom ozero Il'men' auch Individuen, die deutlich größer sind als jene aus dem Donaudelta, was beim Vergleich zweier so kleiner Größenklassen durchaus ein Rolle spielen könnte. Wie oben erwähnt, nimmt das Merkmal Oh mit zunehmender Körperlänge ab. Der Interorbitalabstand zeigt bei den Vergleichen in Relation zur Standardlänge keine Unterschiede, im Verhältnis zur Kopflänge ist er bei den Fischen aus dem Neusiedler See und der Donau bei Wien entsprechend kleiner.

Beim alkoholfixierten Material aus dem Neusiedler See und der Donau bei Wien ist hpc höher als bei den Vergleichsgruppen vom ozero Il'men'. Kein bemerkenswerter Unter-

23	24	25	26	27	28	29	30	31	Autor	Untersuchungsgebiet	n
									MAKSUNOV 1961 °°)	Farkhad Stausee	56 - 193
									BALON 1956	Donau bei Medved'ove	
									MOVTSCHAN & SMIRNOV 1983		
									VLADYKOV 1931 °)		
									BERG 1964		
									BERG 1949 °)		
									STAFF 1950 °)		
									NIKOLSKIJ 1930 °)		
									KOSTYUCHENKO 1962 °°)	Dnepr	27 - 30
									ZHUKOV 1965 °°)	Dnepr	24 - 29
									BANARESCU 1964		
									KYLE & EHRENBAUM 1929 °)		
									EHRENBAUM 1936 °)		
									SMIRNOV 1943 °)		
									LELEK 1987		
									HECKEL & KNER 1858		
									HERMAN 1887 °)		
									ANTIPA 1909 °)		
									VLADYKOV 1926 °)		
									DYK 1952 °)		
									BAUCH 1954 °)		
									vorliegende Arbeit	Donaumündung	7
									KONTSEVAYA 1977	ozero Il'men'	98
									vorliegende Arbeit	Neusiedler See	194
									vorliegende Arbeit	Donau bei Wien	10

schied tritt jedoch beim gefrorenen Material aus dem Neusiedler See auf. Der Vergleich zwischen gefrorenem und alkoholfixiertem Material hat gezeigt, daß hpc bei ersterem Abb. 4: Anzahl der Weichstrahlen in der Analis (Literaturvergleich). Dicke Balken = Mittelwerte, schlanke Balken = Größenbereich, dünne Balken = in Klammern angegebene Werte, °) zit. in BALON (1956), °°) zit. in KONTSEVAYA (1977).

signifikant geringer ist (Tab. 1, 2). Es kann für dieses Merkmal also nicht entschieden werden, ob sich die Sichlinge vom ozero Il'men' von jenen aus dem Neusiedler See beziehungsweise der Donau bei Wien unterscheiden oder nicht. Bei den Sichlingen aus der Donaumündung ist hpc jedoch kleiner als bei der Vergleichsgruppe, was möglicherweise wieder auf die nicht ganz übereinstimmenden Größenklassen zurückgeführt werden kann. Die relative Höhe des Schwanzstiels ist bei Fischen im ersten bzw. zweiten Lebensjahr deutlich kleiner als bei älteren (Tab. 1, 2).

In der Relation von Kopflänge zu Standardlänge unterscheiden sich die Fische aus dem Neusiedler See und der Donau bei Wien von jenen aus dem Dnepr nicht. Nur bei den Sichlingen aus der Donaumündung ist lc relativ länger als bei der Vergleichsgruppe, was wiederum mit den nicht ganz deckungsgleichen Größenklassen der beiden Vergleichsgruppen zusammenhängen könnte. Bezogen auf die Kopflänge haben die Sichlingen aus dem Donaueinzugsgebiet einen größeren Augendurchmesser, während der Postorbital- und Interorbitalabstand kleiner sind und der Präorbitalabstand keine Unterschiede zeigt.

Auch die Länge der Brustflossen liegt bei den Sichlingen aus dem Neusiedler See und

der Donaumündung höher als bei den Vergleichsgruppen. Beim Material aus der Donau bei Wien, das ja signifikant kürzere Brustflossen hat als jenes aus dem Neusiedler See Tab. 4: Numerische Kenngrößen der untersuchten Sichlinge. n = Stichprobenumfang, \bar{x} = Mittelwert, min = kleinster Wert, max = größter Wert, SD = Standardabweichung, Vr = Variationskoeffizient. Abkürzungen der numerischen Merkmale siehe im Text.

	Neusiedler See						Donau bei Wien						Donaumündung					
	n	\bar{x}	min	max	SD	Vr	n	\bar{x}	min	max	SD	Vr	n	\bar{x}	min	max	SD	Vr
I.l.	165	104,86	96	113	3,42	0,25	7	108,29	106	113	2,43	0,85						
Db	189	7,98	6	9	0,24	0,22	10	8,00	8	8	0,00	0,00	9	8,11	8	9	0,33	1,37
Ab	194	27,71	25	31	1,30	0,34	10	28,30	27	30	1,06	1,18	7	27,25	26	30	0,80	1,20
Sp.br.1a	152	4,53	3	5	0,51	0,92												
Sp.br.1b	147	15,97	12	19	1,50	0,77												
SP.br.1	144	20,46	16	24	1,57	0,64												
Sp.br.2a	131	6,69	4	9	0,82	1,08												
Sp.br.2b	141	18,06	15	21	1,08	0,51												
Sp.br.2	126	24,48	19	28	1,69	0,62												

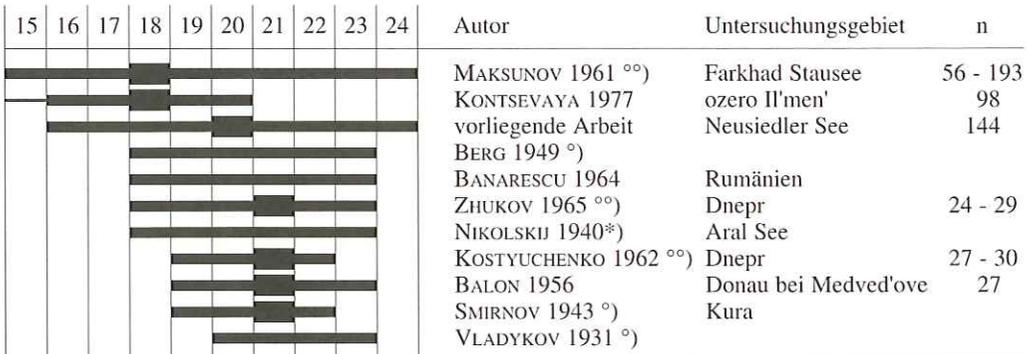
(Tab. 1, 2), ist das nicht der Fall. Ebenfalls höher als bei den Literaturdaten liegen bei allen Gruppen die Werte für den Präanalabstand pA. Weitere Unterschiede zeigen sich beim Vergleich mit dem Material aus der Donau bei Wien, das bezüglich hpc, pV und V-A höhere Werte als die Vergleichsgruppe aufweist.

Bei pD kommt nochmals der Unterschied in der Konservierung beim Material vom Neusiedler See zum Tragen. Während beim gefrorenen Material pD deutlich größer ist als bei der Vergleichsgruppe, ist das beim alkoholfixierten Material nicht der Fall. Diese Kenngröße ist beim alkoholfixierten Material signifikant kleiner als beim gefrorenen. Daß auch bei den Sichlingen aus dem Donaudelta pD größer ist als bei der Vergleichsgruppe, läßt sich diesmal nicht durch die unterschiedlichen Größenklassenbereiche erklären.

Beim Vergleich der großen Sichlinge vom Neusiedler See mit Material aus der Donau bei Medved'ov (BALON 1956) ergeben sich Unterschiede im Prädorsal-, Präanal- und Interorbitalabstand (%-Ic). Die ersten beiden Merkmale sind bei den Fischen vom Neusiedler See größer, letzteres ist kleiner als bei den Sichlingen aus der slowakischen Donau. Da nicht bekannt ist, ob die beiden Vergleichsgruppen auf die gleiche Weise fixiert sind, müssen diese Ergebnisse mit Vorsicht betrachtet werden. Ausgehend vom Ergebnis des Vergleichs zwischen fixiertem und gefrorenem Material (Tab. 2), kann man den Unterschied bezüglich io wahrscheinlich als gegeben betrachten.

Zählwerte

Im Durchschnitt beträgt die Anzahl der Schuppen in der Seitenlinie bei den Sichlingen vom Neusiedler See 105 und bei jenen aus der Donau bei Wien 108, die Schwankungsbereiche liegen zwischen 96 (Sichlinge vom Neusiedler See) beziehungsweise 106 (Sichlinge aus der Donau bei Wien) und 113 (Tab. 4). Das stimmt gut mit der Literatur überein, die Mittelwerte von 102 bis 109 und Grenzwerte zwischen 90 und 115 angibt (Abb. 2). Die niedrigsten und auch die höchsten Werte ermittelte MAKUNOV (1961, zit.



in KONTSEVAYA 1977) mit 88 bis 120 Schuppen in der Seitenlinie bei den Sichlingen aus dem Farkhad Stausee.

Abb. 5: Anzahl der Kiemenreusendornen am lateralen Ast des ersten Kiemenreusenbogens (Literaturvergleich). Dicke Balken = Mittelwerte, schlanke Balken = Größenbereich, dünne Balken = in Klammern angegebene Werte, (°) zit. in BALON (1956), (°°) zit. in KONTSEVAYA (1977), (*) zit. in BERG (1964).

Die Sichlinge vom Neusiedler See, aus der Donau bei Wien und aus der Donaumündung haben im Durchschnitt 8 Weichstrahlen in der Dorsalis (Tab. 4), während in der Literatur meistens 7 Weichstrahlen als Mittelwert angegeben werden (Abb. 3). Nur KONTSEVAYA (1977) ermittelte für die Sichlinge vom ozero Il'men' ebenfalls einen Durchschnittswert von 8, und LELEK (1987) gibt einen Bereich von 8 - 10 an.

Für das Material aus dem Neusiedler See und der Donau bei Wien beträgt die durchschnittliche Anzahl der Weichstrahlen in der Analis 28, für die Sichlinge aus der Donaumündung 27 (Tab. 4), wobei das Minimum zwischen 25 und 27, das Maximum bei 30 oder 31 liegt. Mittelwerte und Größenbereiche stimmen gut mit der Literatur überein, die Mittelwerte von 25 bis 27 und Grenzwerte zwischen 23 und 31 angibt (Abb. 4). Interessant ist, daß unter den Sichlingen aus der Donaumündung ein Exemplar mit nur 17 Weichstrahlen in der Analis vertreten war (in Tab. 4 und Abb. 4 nicht berücksichtigt).

In der lateralen Reihe des ersten Kiemenbogens stehen bei den Sichlingen vom Neusiedler See zwischen 16 und 24 Kiemenreusendornen, im Durchschnitt sind es 20 (Tab. 4). Diese Werte decken sich gut mit den Literaturdaten, die Mittelwerte von 18 bzw. 21 Reusendornen sowie Bereiche zwischen 15 und 24 beinhalten (Abb. 5).

Für die mediane Reihe des ersten Kiemenbogens, deren Reusendornen deutlich kürzer sind als jene der vorderen Reihe, ergab sich ein Mittelwert von 24 und ein Bereich zwischen 19 und 28 (Tab. 4). Die Ergebnisse von BALON (1956) weisen einen Mittelwert von 25 bei Grenzwerten von 23 und 27 auf.

Literatur

BALON, E. 1956: Prispevok k systematike, ekológii, morfológii, veku, rastu a poctu ikier u sable krivociarej (*Pelecus cultratus* (L.)) z Dunaja pri Medved'ove. – Biologické práce 2(13):

63-88.

- BANARESCU, P. 1964: Pisces - Osteichthyes. Fauna Republicii Populare Romine, 13. – Bukarest: EARPR, 959 pp.
- BERG, L.S. 1964: Freshwater Fishes of the U.S.S.R. and adjacent countries, Vol. 2. – Jerusalem: Israel Program for Scientific Translations, 496 pp.
- HACKER, R. 1979: Fishes and fishery in Neusiedlersee. In H. LÖFFLER (ed): Neusiedlersee: The limnology of a shallow lake in Central Europe, Monogr. Biol. 37. – The Hague - Boston - London: Dr. W. Junk bv Publ., 423-438.
- HECKEL, J. & R. KNER 1858: Die Süßwasserfische der Österreichischen Monarchie. – Leipzig: Wilhelm Engelmann, 388 pp.
- HERZIG, A., E. MIKSCHI, B. AUER, A. HAIN, A. WAIS & G. WOLFRAM 1994: Fischbiologische Untersuchung des Neusiedler Sees. – BFB-Bericht 81, 125 pp.
- HERZIG, A. & H. WINKLER 1983: Beiträge zur Biologie des Sichlings - *Pelecus cultratus* (L.). – Österr. Fischerei 36: 113-128.
- KONTSEVAYA, N.Y. 1977: On the morphology of the Lake Il'men' sabrefish *Pelecus cultratus*. – J. Ichthyol. 17: 678-683.
- LELEK, A. 1987: Threatened Fishes of Europe. The Freshwater Fishes of Europe, Vol. 9. – Wiesbaden: Aula-Verlag, 343 pp.
- LIU, X., in Vorb.: Food, feeding behaviour of *Pelecus cultratus* (L.) and its relation to the zooplankton community in a shallow lake.
- MIKSCHI, E., G. WOLFRAM & A. WAIS 1995 (in Druck): Long-term changes in the fish community of Neusiedler See (Burgenland, Austria). – Advances in Life Sciences.
- MOVTSCHAN, J.W. & A.I. SMIRNOV 1983: Ribi - Koropovi. Fauna Ukraini, Tom 8/2. – Kiew: Naukova Dumka.
- SCHIEMER, F., M. JUNGWIRTH & G. IMHOF 1994: Die Fische der Donau - Gefährdung und Schutz. – Grüne Reihe d. BmUJF, Bd. 5, 160 pp.

