

BOKU-Berichte  
zur Wildtierforschung  
und Wildbewirtschaftung

*Boku-Reports on Wildlife  
Research & Game Management*

ISSN 1021-3252 (print Version)  
ISSN (online) 2788-5747

**12**

1996

## Fischbestimmungsatlas

als Grundlage für nahrungsökologische  
Untersuchungen

Michael KNOLLSEISEN

Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft  
Universität für Bodenkultur Wien

**IWJ**

---

BOKU-Berichte  
zur Wildtierforschung  
und Wildbewirtschaftung

*Boku-Reports on Wildlife  
Research and Management*

Herausgegeben am Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft  
Universität für Bodenkultur Wien

von

Hartmut Gossow  
und Mitarbeitern

Anmerkungen der Herausgeber zu dieser Berichte-Reihe

Im Bereich der Wildtierforschung hat sich in der letzten Zeit durch eine zunehmende Anzahl von Diplom- und Doktorarbeiten sowie von Gutachten und einschlägigen Forschungsprojekten an der Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) viel Material angesammelt. Nicht alles davon ist in der vorliegenden ausführlichen Form bzw. wegen des teilweise noch vorläufigen Charakters zu Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Journalen geeignet. Auf Grund der "angewandten" Ausrichtung zahlreicher Arbeiten kann aber doch mit einem erhöhten Interesse seitens der Praxis an den Ergebnissen dieser Studien gerechnet werden. In der einschlägigen Fachpresse würde eine genauere Darstellung der Themen aber meist mehr Raum beanspruchen, als verfügbar ist.

Wir sind deshalb übereingekommen, an der BOKU eine unregelmässig erscheinende Berichte-Reihe herauszugeben. Um die Fachpresse über die aktuellen Neuerscheinungen zu informieren, sind wir bereit, zusätzlich auch für die forstlichen, jagdlichen, fischereilichen und naturschutzorientierten Zeitschriften kürzer gefasste Hinweisartikel anzubieten. Nicht zuletzt hoffen wir, uns mit diesen Beiträgen in der BOKU-Berichte-Reihe bei Kollegen und Partnerinstituten für die Überlassung von Schriften, Publikationen, Sonderdrucken etc. revanchieren zu können.

Die Berichte-Reihe ist lediglich in einer begrenzten Auflagenstärke verfügbar und kann an "Dritt" nur in beschränkter Zahl (um den jeweiligen Selbstkostenpreis) abgegeben werden.

**Sofern in der Berichte-Reihe veröffentlichte Beiträge in andere Publikationsmedien übernommen werden, bitten wir um vollständige Quellenangabe.**

© Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft

A - 1190 Wien, Peter Jordanstrasse 76  
Tel. (0222) 47 654 - 4450  
Fax (0222) 47 654 - 4459

INSTITUT FÜR WILDBIOLOGIE  
UND JAGDWIRTSCHAFT  
UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR

LFD. NR.: 5035
<del>0.1.</del>

4318/12

Z S

**IWJ**

Institut für Wildbiologie  
und Jagdwirtschaft  
Univ. für Bodenkultur Wien

INSTITUT FÜR WILDBIOLOGIE  
UND JAGDWIRTSCHAFT  
UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR

LFD. NR.: 4318/12
Z

## Fischbestimmungsatlas

als Grundlage für nahrungsökologische  
Untersuchungen

von  
Michael KNOLLSEISEN

Erstellt im Rahmen des Projektes „Ökologie des Fischotters in einem Teichgebiet“  
Finanziert vom Fond zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung  
(FWF Projekt P-10626-BIO)

Projektleitung: Univ. Prof. Dr. H. Gossow, IWJ, Univ. f. Bodenkultur Wien

Unterstützt wurde die Arbeit weiters von der A. S. Rybarstvy a.s. Telc (Fischmeister Milan Krechler, Lipnice, Tschechische Republik), von Mitarbeitern am Institut für Zoologie (Abt. Süßwasseraquarium) der Univ. Wien und von Kollegen der Abt. Hydrobiologie der Univ. f. Bodenkultur Wien.

Wien, Juni 1996

UB BOKU



+H41067801



# Fischbestimmungsatlas als Grundlage für nahrungsökologische Untersuchungen

## Kurzfassung

Die vorliegende Arbeit stellt eine erste Grundlage für das nahrungsökologische Arbeiten mit Fischfressern dar. Es wurde der Versuch unternommen, z.T. unpublizierte oder schwer zugängliche Bestimmungsliteratur zusammenzufassen und durch eine Anzahl von Fotos der wichtigsten bestimmmbaren und schwer verdaulichen Hartteile von einheimischen Süßwasserfischen zu ergänzen. Eine einleitende Darstellung der Lage, Funktion und Anzahl der jeweiligen Hartteile soll einen Einstieg in die Materie ermöglichen, jedoch nicht eine allumfassende anatomische Beschreibung der einzelnen Fischarten liefern. Das behandelte Artenspektrum deckt einen Großteil der potentiellen bzw. schon nachgewiesenen Beutefischarten des Fischotters in Mitteleuropa ab. Erfasst wurden dabei 6 *Percidae*, 2 *Centrarchidae*, 4 *Salmonidae*, 2 *Coregonidae*, 3 *Cobitidae*, 21 *Cyprinidae* und je ein Vertreter der Familie der *Anguillidae*, *Gadidae*, *Gobiidae*, *Esocidae*, *Siluridae*, *Ictaluridae*, *Thymallidae* und *Gasterosteidae*. Die Bestimmungsmerkmale einer jeden Art sind bildlich (Fotos und Zeichnungen von Schuppen, Wirbeln, Schlundzähnen, Kiemendeckelknochen usw.) und deskriptiv auf eigenen Fotoseiten zusammengefaßt. Im Anhang finden sich noch ein Amphibien- und ein Reptilienknochenbestimmungsschlüssel, weiters eine Reihe von Regressionsformeln zur Berechnung der Beutefischlängen aus der jeweiligen Wirbelzentrumslänge.

## Abstract

This "Fischbestimmungsatlas" (Fish-identification-key) should support studies on feeding ecology of fish eating birds and mammals. The aim of this work was to summarize information from the existing fishbone identification literature, to translate English identification keys into German and to supplement them by some Central European fish species. In the introduction, functions of fishbones and their positions in the fish body is described. In the second part of this report black and white pictures and drawings of typical fishbones of each species are documented. Altogether 46 fish species ( 6 *Percidae*, 2 *Centrarchidae*, 4 *Salmonidae*, 2 *Coregonidae*, 3 *Cobitidae*, 21 *Cyprinidae* and one species from the family of *Anguillidae*, *Gadidae*, *Gobiidae*, *Esocidae*, *Siluridae*, *Ictaluridae*, *Thymallidae* and *Gasterosteidae*) occurring in the range and diet of otters in Central Europe are included in this atlas. In the appendix, regression formulas from different authors for the size calculation of predated fish from bones found in spraints and food remains are shown. Finally this report is supplemented with an identification key for amphibian and reptile bones.



## Inhaltsverzeichnis

EINLEITUNG	1
MATERIAL UND METHODE	1
ÜBERSICHT ÜBER DIE BEHANDELTEN FISCHARTEN UND DEREN SYSTEMATISCHE ZUORDNUNG	2
VERWENDUNG UNVERDAULICHER HARTTEILE FÜR DIE BESTIMMUNG VON FISCHEN	4
SCHUPPEN	4
WIRBEL	8
SCHÄDELKNOCHEN SCHLUNDZÄHNE	9
OTOLITHEN	12
PREOPERCULUM	13
OPERCULUM	13
OS PREMAXILLARE	14
PFLUGSCHARBEIN	15
OS DENTALE	15
WIRBELBESTIMMUNGSSCHLÜSSEL	16
SCHLUNDZAHNBESTIMMUNGSTABELLE	20
BESCHREIBUNG UND DARSTELLUNG DER EINZELNEN ARTEN	22
ANHANG:       REGRESSIONSTABELLEN ZUR LÄNGENBERECHNUNG VON BEUTEFISCHEN AUS WIRBELN	76
WACHSTUMSTABELLE EINHEIMISCHER FISCHARTEN	78
VERGLEICHENDE DARSTELLUNG VON FISCHKNOCHEN	79
BESTIMMUNG VON AMPHIBIENRESTEN	85
BESTIMMUNG VON REPTILIENRESTEN	92
LITERATURVERZEICHNIS	93

## EINLEITUNG

Ziel der Arbeit war es, eine Bestimmungshilfe für nahrungsökologische Arbeiten am Institut für Wildbiologie zu erstellen und damit die schon vorhandenen Bestimmungsatlas über Haare afrikanischer Säugetiere (Th. Bodendorfer 1995) und über Pflanzenepidermen (Ch. Wildburger 1993) zu ergänzen. Die Arbeit soll künftigen Mitarbeitern des Instituts den Einstieg in die nahrungsökologische Arbeit mit Fischfressern (Fischotter, Kormoran, Graureiher,...) erleichtern und somit Einarbeitungszeit und viel Aufwand sparen helfen. Der Bestimmungsatlas soll dazu dienen, Überreste von Fischen in Losungen, Verdauungstrakten und Gewöllen zu bestimmen, nicht aber allumfassend die Anatomie von Fischen darzustellen. Behandelt wurden in der Arbeit die verschiedensten potentiellen Beutefische des Fischotters im Waldviertel und im angrenzendem südlichen Tschechien. Dabei wurde versucht, sich auf wesentliche Unterscheidungsmerkmale zwischen den verschiedenen Arten zu konzentrieren und die entsprechenden Knochen und Schuppen darzustellen. Die Arbeit war weiters ein Versuch die verfügbare Literatur zusammenzufassen und in einem übersichtlichen und arbeitsfreundlichen Rahmen darzustellen. Der Bestimmungsatlas soll dadurch effektives Arbeiten in der Nahrungsökologie ermöglichen. Jeder Neuling in diesem Gebiet sollte wissen, dass es meist wichtiger ist, einzelne besonders charakteristische Knochen sicher zu beherrschen, als verzweifelt irgendwelche Bruchstücke zu bestimmen versuchen. Die Analyse sollte so genau als nur irgendwie möglich, aber mit möglichst geringem Zeitaufwand durchgeführt werden. Bei tiefergehender Beschäftigung mit der Materie sollte diese Bestimmungshilfe durch eine Vergleichssammlung ergänzt werden.

## MATERIAL UND METHODE

Die als Fotovorlage benutzten Schuppen wurden mit einer Pinzette aus dem frischtoten Fisch entnommen, 24 Stunden in Geschirrspülmittel eingeweicht, gereinigt und anschließend zwischen zwei Objektträgern eingeklemmt. Nach der Entnahme der Schuppen wurde der Fisch entweder einige Minuten in Wasser gekocht (um das Fleisch leichter von den Knochen lösen zu können) oder beidseitig gut angebraten und exklusive der für die Analyse notwendigen Knochen genüßlich verspeist. Der noch heiße Fisch wurde zerteilt und sämtliche für die

Bestimmung wichtigen Hartteile wurden herauspräpariert. Darauf wurden die Hartteile zum Entfetten eine Woche in Geschirrspülmittel oder Aceton eingeweicht, dann gründlich gewaschen und mit Pinzette, Nadel und Skalpell von letzten Fleischresten befreit. Alle Fischknochen wurden anschließend in 5 %igem Wasserstoffsuperoxyd gebleicht. Die so behandelten Schuppen- und Knochenpräparate wurden je nach Größe mit einem Binokular (Wild-Leitz + Fotoaufsatz + Nikon F4s) oder einer Spiegelreflexkamera mit 100 mm - Makroobjektiv (Nikon F4s + Vivitar 2,8/100; 1:1) fotografiert. Verschiedene zeichnerische Abbildungen wurden aus Schiemer (1994)<sup>1</sup>, Rutte (1962)<sup>2</sup>, Nitsche (1932)<sup>3</sup>, Muus & Dahlström (1990)<sup>4</sup>, Mehner (1990)<sup>5</sup>, März (1987)<sup>6</sup>, Libois *et al.* (1987)<sup>7</sup>, Heckel und Kner (1858)<sup>8</sup>, Grote (1909)<sup>9</sup>, Frost (1925)<sup>10</sup>, Engelmann (1986)<sup>11</sup>, Camby *et al.* (1984)<sup>14</sup>, Wheeler (1978)<sup>15</sup> und aus Roche (in prep.)<sup>16</sup> entnommen. Die hochgestellten Zahlen sind an den Zeichnungen als Literaturcode angeführt. Alle Amphibiendarstellungen stammen aus Engelmann (1986).

### Übersicht über die in dieser Arbeit behandelten Fischarten und deren systematische Zuordnung (Muus, Dahlström 1990) (jeweils wissenschaftliche, deutsche, englische und tschechische Bezeichnung)

• Percidae:	<i>Perca fluviatilis</i>	Flußbarsch	<i>perch</i>	<i>Okoun Ricni</i>
	<i>Stizostedion lucioperca</i>	Zander	<i>pikeperch</i>	<i>Candat Obecny</i>
	<i>Gymnocephalus cernua</i>	Kaulbarsch	<i>ruffe</i>	<i>Jezdik Obecny</i>
	<i>Gymnocephalus schraetzer</i>	Schrätzer	<i>striped ruffe</i>	
	<i>Zingel zingel</i>	Zingel	<i>chob</i>	<i>Drsek Vetsi</i>
	<i>Zingel streber</i>	Streber	<i>little chob</i>	<i>Drsek Mensi</i>
• Centrarchidae:	<i>Lepomis gibbosus</i>	Sonnenbarsch	<i>pumpkinseed</i>	<i>Slunecnice Pestra</i>
	<i>Micropterus salmoides</i>	Forellenbarsch	<i>Black bass</i>	<i>Okounek Pstruhovy</i>
• Anguillidae:	<i>Anguilla anguilla</i>	Aal	<i>eel</i>	<i>Uhor Ricni</i>
• Gadidae:	<i>Lota lota</i>	Aalrutte	<i>burbot</i>	<i>Mnik Jednovousy</i>
• Gobiidae:	<i>Cottus gobio</i>	Groppe	<i>bullhead</i>	<i>Vranka Obecna</i>
• Cobitidae:	<i>Noemacheilus barbatulus</i>	Schmerle	<i>stone loach</i>	<i>Mrenka Mramorovana</i>
	<i>Misgurnus fossilis</i>	Schlammpeitzger	<i>mud loach</i>	<i>Piskor Pruhovany</i>
	<i>Cobitis taenia</i>	Steinbeißer	<i>spined loach</i>	<i>Sekavec Piseчны</i>
• Esocidae:	<i>Esox lucius</i>	Hecht	<i>pike</i>	<i>Stika Obecna</i>
• Siluridae:	<i>Silurus glanis</i>	Wels (Waller)	<i>catfish</i>	<i>Sumec velky</i>

len die  
Aceton  
ell von  
%igem  
ochen-  
fsatz +  
(Nikon  
lungen  
alström  
(1858)<sup>8</sup>,  
Wheeler  
sind an  
lungen  
  
en  
ung)  
  
stra  
uhovy  
  
sy  
ia  
orovana  
vany  
ny

• <i>Ictaluridae</i>	<i>Ictalurus nebulosus</i>	Zwergwels	<i>brown bullhead</i>	<i>Sumecek Americky</i>
• <i>Salmonidae:</i>	<i>Salmo trutta f. fario</i>	Bachforelle	<i>trout</i>	<i>Pstruh Obecny</i>
	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Regenbogenforelle	<i>rainbow trout</i>	<i>Pstruh Duhovy</i>
	<i>Salvelinus alpinus</i>	Seesaibling	<i>char</i>	<i>Siven Alpsky</i>
	<i>Hucho hucho</i>	Huchen	<i>danube salmon</i>	<i>Hlavatka Podunajska</i>
	<i>Thymallus thymallus</i>	Äsche	<i>grayling</i>	<i>Lipan Podhorni</i>
	<i>Coregonus peled</i>	Peledmaräne	<i>whitefish</i>	<i>Sih peled</i>
	<i>Coregonus lavaretus</i>	Große Schwebrenke	<i>whitefish</i>	<i>Sih Severni</i>
• <i>Gasterosteidae</i>	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Dreistachliger Stichling	<i>stickleback,</i>	<i>Kolsuska Triostna</i>
• <i>Cyprinidae:</i>	<i>Cyprinus carpio</i>	Karpfen	<i>carp</i>	<i>Kapr Obecny</i>
	<i>Tinca tinca</i>	Schleie	<i>tench</i>	<i>Lin Obecny</i>
	<i>Rutilus rutilus</i>	Rotauge	<i>roach</i>	<i>Plotice Obecna</i>
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Rotfeder	<i>rudd</i>	<i>Perlin Ostrobrichy</i>
	<i>Carassius auratus gibelio</i>	Giebel	<i>golden carp</i>	<i>Karas Stribrity</i>
	<i>Carassius carassius</i>	Karausche	<i>crucian carp</i>	<i>Karas Ob.</i>
	<i>Abramis brama</i>	Brachsen (Blei)	<i>silver bream</i>	<i>Cejn Velky</i>
	<i>Leucaspis delineatus</i>	Moderlieschen	<i>able</i>	<i>Slunka Obecna</i>
	<i>Rhodeus sericeus amarus</i>	Bitterling	<i>bitterling</i>	<i>Horavka Duhova</i>
	<i>Blicca björkna</i>	Güster	<i>common bream</i>	<i>Cesjneck Maly</i>
	<i>Alburnus alburnus</i>	Ukelei (Laube)	<i>bleak</i>	<i>Ouklej Ob.</i>
	<i>Aspius aspius</i>	Schied (Rapfen)	<i>asp</i>	<i>Bolen Dravy</i>
	<i>Leuciscus cephalus</i>	Aitel	<i>chub</i>	<i>Jelec Tloust</i>
	<i>Leuciscus leuciscus</i>	Hasel	<i>dace</i>	<i>Jelec Proudnik</i>
	<i>Gobio gobio</i>	Gründling	<i>gudgeon</i>	<i>Hrouzek Ob.</i>
	<i>Barbus barbus</i>	Barbe	<i>barbel</i>	<i>Parma Obecna</i>
	<i>Condrostoma nasus</i>	Nase	<i>nase</i>	<i>Ostroretka Stehovava</i>
	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Elritze	<i>minnow</i>	<i>Strevole Potocni</i>
	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Graskarpfen	<i>grass carp</i>	<i>Amur bily</i>
	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Silberkarpfen	<i>bighead carp</i>	<i>Tolstobik Bily</i>
•	<i>Pseudorasbora parva</i>	Blaubandbärbling	<i>moroco</i>	<i>Hrouzkovec Maly</i>

## Verwendung unverdaulicher Hartteile für die Bestimmung von Fischen

Hartteile von Fischen wie Schuppen, Wirbel und verschiedene Schädelknochen sind schwer verdaulich und können somit in Losungen, in Magendarmtrakten und in Gewöllen von Fischfressern gefunden werden. Die spezifischen anatomischen Besonderheiten dieser Überreste ermöglichen eine Bestimmung der einzelnen Fischarten. Weiters erlauben einige dieser Fundstücke die Alters- und Größenbestimmung der gefressenen Beutfische.

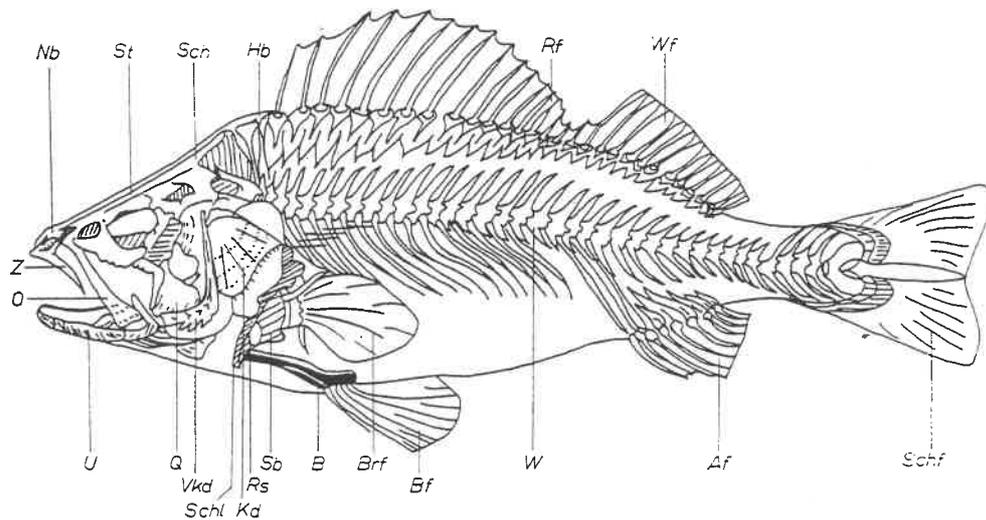


Abb. 1: Skelett eines Knochenfisches (aus März 1987)

Af	Afterflosse	Sb	Schulterbein ( <i>Scapula</i> )
B	Becken ( <i>Pelvis</i> )	Sch	Scheitelbein ( <i>Os parietale</i> )
Bf	Bauchflosse	Schf	Schwanzflosse
Brf	Brustflosse	Schl	Schlüsselbein ( <i>Clavicula</i> )
Hb	Hinterhauptsbein ( <i>Os occipitale</i> )	St	Stirnbein ( <i>Os frontale</i> )
Kd	Kiemendeckel ( <i>Operculum</i> )	U	Unterkiefer ( <i>Mandibula</i> )
Nb	Nasenbein ( <i>Os nasale</i> )	Vkd	Vordeckel ( <i>Präoperculum</i> )
O	Oberkiefer ( <i>Maxilla</i> )	W	Wirbelsäule ( <i>Columna vertebralis</i> )
Q	Quadratbein ( <i>Os quadratum</i> )	Wf	Weichflosse
Rf	Rückenflosse	Z	Zwischenkiefer ( <i>Praemaxilla</i> )
Rs	Rabenschnabelfortsatz		

**Schuppen** gehören zu den am häufigsten zu findenden Fischresten in Losungen und Gewöllen. Man unterscheidet Kamm- oder Ctenoidschuppen (Barsch, Zander) und Rund- oder Cycloidschuppen (Salmoniden) (siehe Abb. 2). Fische lassen sich aufgrund von Schuppen auf jeden Fall bis zur Familie, häufig auch bis zur Art bestimmen. Außerdem ist es unter Zuhilfenahme eines Mikroskopes zumeist möglich, die durch unterschiedliches Wachstum des Fisches im Sommer

# Fischen

lknochen  
ntrakten  
zifischen  
nung der  
ters- und

und im Winter entstehenden Jahresringe (Abb. 2) ähnlich den Jahresringen eines Baumes zu zählen und somit das Alter des Fisches zu bestimmen (Bagenal 1974). Die Anzahl der Schuppen entlang der Seitenlinie, bzw. deren Anzahl von der Seitenlinie nach oben bzw. nach unten ist ein wichtiges Bestimmungsmerkmal am ganzen Fisch (Tab. 1).

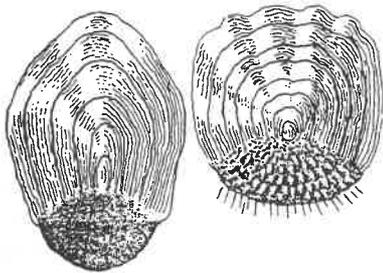


Abb. 2: Darstellung einer Rund- (Salmoniden) und einer Kammschuppe (Perciden), jeweils mit Jahresringen. (aus Muus & Dahlström 1990)

Weiters lassen sich aus den unterschiedlich breiten jährlichen Zuwachsrings und der aktuellen Fischlänge die jährlichen Längenzuwächse des Fisches zurückberechnen. Dadurch ist es möglich zu sagen wieviel cm der Fisch in jedem Jahr seines Lebens gewachsen ist und kann diese Ergebnisse mit bekannten Umweltbedingungen des jeweiligen Jahres vergleichen.

Es besteht ein linearer Zusammenhang zwischen Gesamtschuppenradius und der jeweiligen Fischlänge (Abb. 3). Dies bedeutet, daß Schuppen für die Größenbestimmung der Beutfische herangezogen werden können.

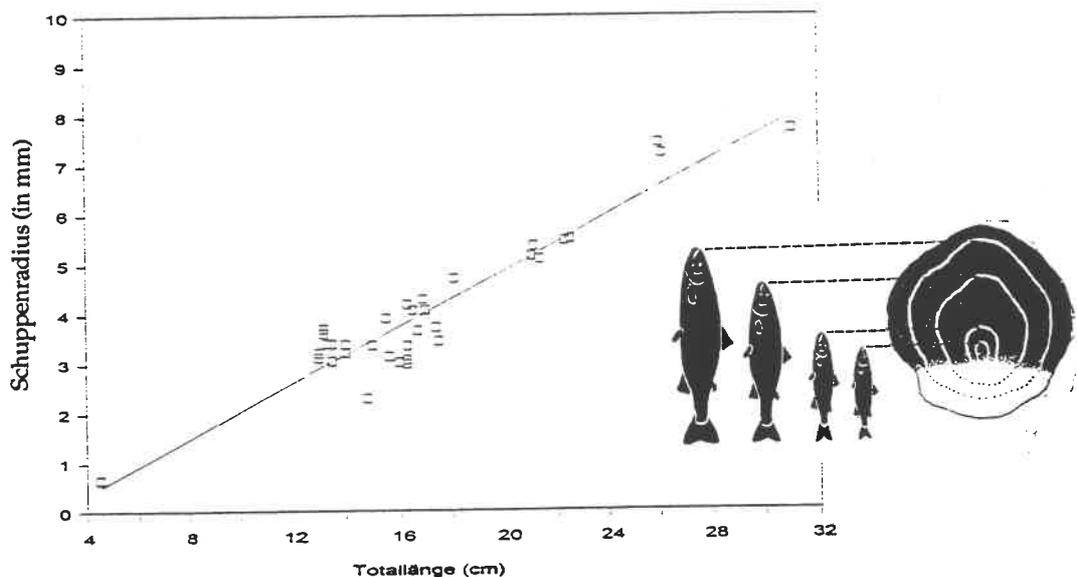


Abb. 3: Korrelation der Totallänge (in cm) zum Gesamtschuppenradius (in mm) mit berechneter Regressionsgerade (Anzahl der Fische (*Rutilus*) = 34; von 5,5 - 31 cm Totallänge)

Dabei ist aber zu beachten, daß Schuppen aus unterschiedlichen Körperpartien verschieden groß sind und teilweise auch sehr verschieden aussehen (Abb. 4). Es ist oft nicht eindeutig möglich gefundene Schuppen einer bestimmten Körperregion zuzuordnen. Für Referenzproben aber und für die Altersbestimmung von Fischen

werden Schuppen aber üblicherweise von der Seitenflanke des Fisches, zwischen Rückenflosse und Seitenlinie (eine meist deutlich sichtbare Reihe perforierter Schuppen, an denen die Ausführgänge des Seitenlinienkanals münden) entnommen. Da dies mit einiger Vorsicht auch am lebenden Fisch gemacht werden kann und eines sehr geringen Präparationsarbeitsaufwandes bedarf, werden Schuppen häufig bei Freilandarbeiten verwendet.

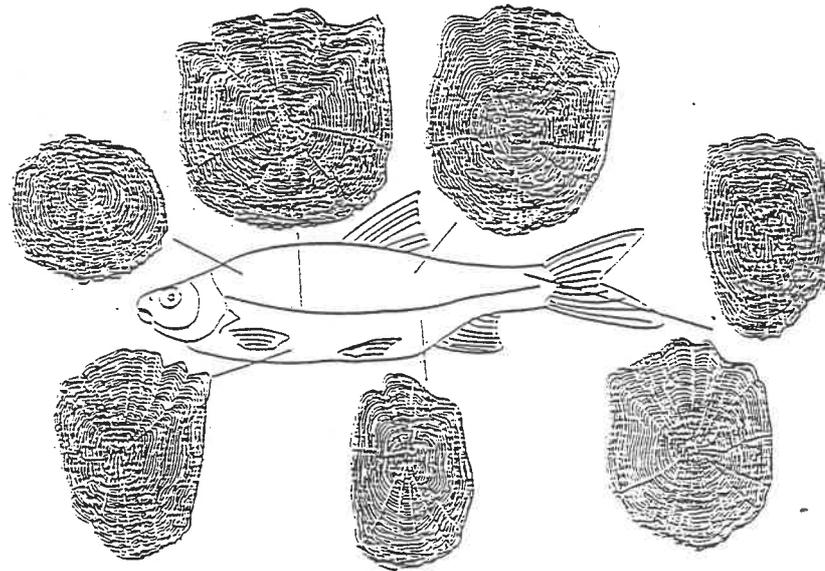


Abb. 4: Beispiel zur Darstellung der großen Unterschiede von Schuppen aus verschiedenen Körperregionen (Beispiel: Rotauge *Rutilus rutilus*) (aus Camby 1984)

Insbesondere Cypriniden lassen sich über Schuppen oft nicht bis zur Art bestimmen. Abb. 5 zeigt die Merkmale einer Schuppe, welche für die Bestimmung herangezogen werden.

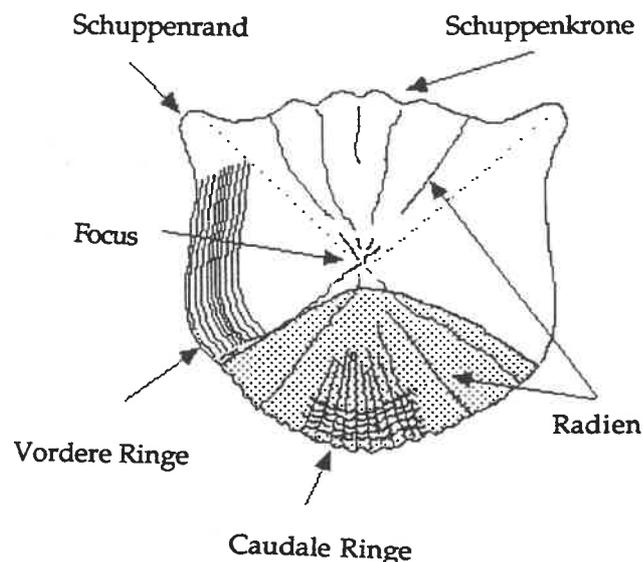


Abb. 5: Darstellung der für die Bestimmung wichtigen Termini an einer typischen Cyprinidenschuppe

Tab  
Art  
Perc  
Stiz  
Gyn  
Zing  
Zing  
Lep  
Mic  
Lot  
Uml  
Thy  
Saln  
Onc  
Huc  
Cyp  
Tinc  
Ruti  
Ruti  
Scar  
Car  
Car  
Rho  
Leu  
Leu  
Abr  
Abr  
Abr  
Leu  
Blic  
Alb  
Asp  
Leu  
Leu  
Cha  
Pele  
Gob  
Gob  
Gob  
Bar  
Cho  
Vim  
Alb  
Pho  
Cter  
Hyp

zwischen  
 forierter  
 nünden)  
 gemacht  
 bedarf,

Tab. 1: Schuppenanzahl bei Fischen entlang der Linea lateralis (Seitenlinie), Schuppenreihen ober bzw. unter der Seitenlinie (nach Riedl 1974)

Art	Schuppen entlang Seitenlinie	Schuppenreihen	
		ober Seitenlinie	unter Seitenlinie
<i>Perca fluviatilis</i>	57-68	12-15	7-10
<i>Stizostedion lucioperca</i>	75-97	16-35	12-16
<i>Gymnocephalus schraetser</i>	55-70	13-14	7-9
Zingel zingel	82-95	13-14	7
Zingel streber	70-82	6-10	4-5
<i>Lepomis gibbosus</i>	35-47	-	-
<i>Micropterus salmoides</i>	62-70	17-20	7-8
<i>Lota lota</i>	65-85	-	-
<i>Umbra craneri</i>	31-35	-	-
<i>Thymallus thymallus</i>	74-96	7-12	7-8
<i>Salmo trutta f. fario</i>	110-130	13-19	21-24
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	125-160	20	14-21
<i>Hucho hucho</i>	180-200	20-24	18-27
<i>Cyprinus carpio</i>	27-40	5-6	5-6
<i>Tinca tinca</i>	90-120	19-23	30-32
<i>Rutilus pigus virgo</i>	44-49	4	7
<i>Rutilus rutilus</i>	39-48	3-4	7-8
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	37-45	3-4	7-8
<i>Carassius auratus gibelio</i>	27-34	5-7	5-7
<i>Carassius carassius</i>	19-55	5-7	6-8
<i>Rhodeus sericeus amarus</i>	32-42	10-12	10-12
<i>Leuciscus soufia</i>	45-56	4-5	8-10
<i>Leuciscus idus</i>	53-63	4-6	8-10
<i>Abramis brama</i>	50-60	6-8	12-14
<i>Abramis sapa</i>	47-52	6-10	9-13
<i>Abramis balerus</i>	62-77	8-11	13-15
<i>Leucaspis delineatus</i>	2-13	4	7-8
<i>Blicca bjoerkna</i>	43-51	4-6	9-10
<i>Alburnus alburnus</i>	45-55	3-4	7-9
<i>Aspius aspius</i>	64-76	4-6	11-12
<i>Leuciscus cephalus</i>	43-47	3-4	7-8
<i>Leuciscus leuciscus</i>	45-55	3-5	7-9
<i>Chalcalburnus chalcoides</i>	54-70	3-4	9-10
<i>Pelecus cultratus</i>	95-115	5-6	14-15
<i>Gobio gobio</i>	38-45	3-5	5-6
<i>Gobio albipinnatus</i>	39-45	4-5	5-7
<i>Gobio urnoscopus</i>	40-43	4	5-6
<i>Gobio kessleri</i>	40-42	3-4	5
<i>Barbus barbus</i>	56-65	7-9	11-14
<i>Chodrostoma nasus</i>	57-63	4-6	8-9
<i>Vimba vimba</i>	51-64	5-7	9-11
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	44-51	4-5	9
<i>Phoxinus phoxinus</i>	80-100	-	-
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	110-124	16-28	28-33
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	42-45	5	5-7

schiedenen

zur Art  
 timmung

idenschuppe



## Wirbel

Schon allein die Anzahl der Wirbel spielt bei der Bestimmung von Fischen, insbesondere Jungfischen, eine nicht unbedeutende Rolle. Die Wirbelsäulenmorphologie kann zur sicheren Unterscheidung aller einheimischen Familien der Teleosteer verwendet werden (Mehner 1990); z.T. lassen sich Fische aufgrund zwischenartlicher Differenzen in der Ausbildung der Wirbel auch auf Artniveau unterscheiden.

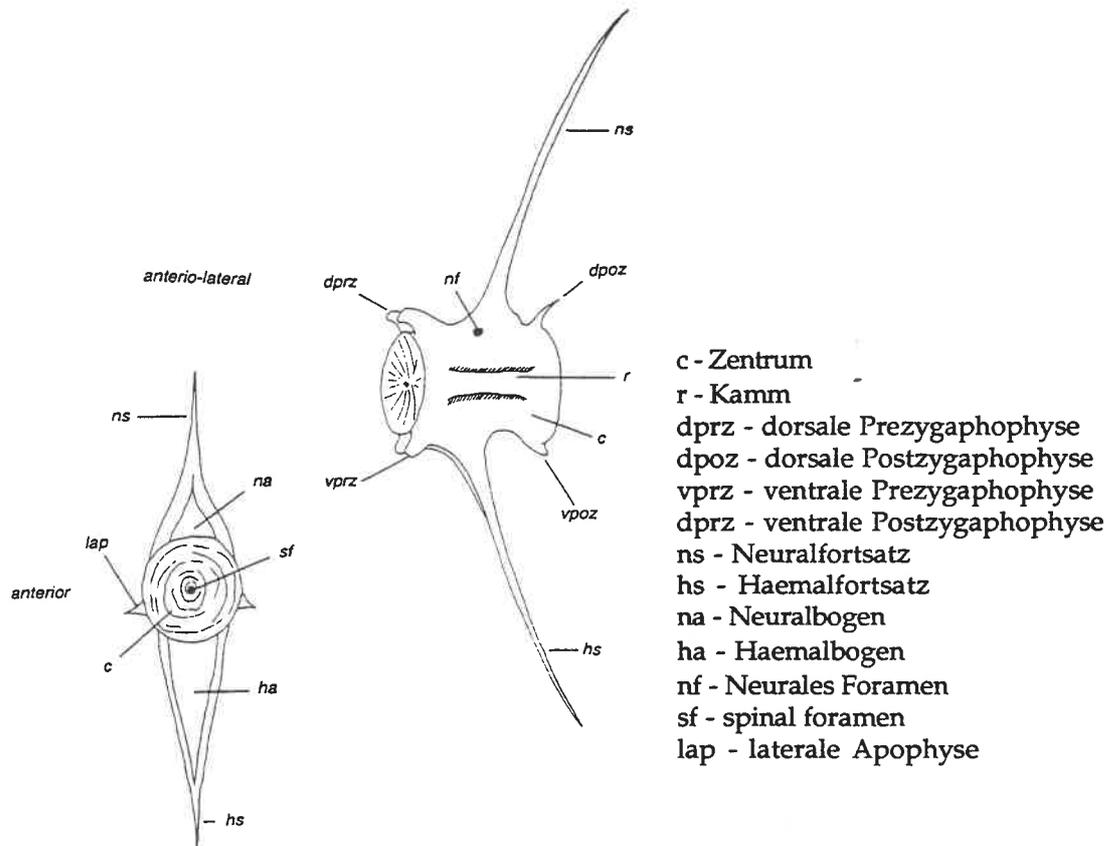


Abb. 6: Caudaler Wirbel, Ansicht von vorne und von der Seite; Bezeichnung der für die Bestimmung wichtigen Termini. (aus Conroy *et al.* 1993)

Zusätzlich gibt es für eine Reihe von Arten Regressionsformeln, um aus der Länge des Wirbelzentrums die Gesamtfischlänge zu berechnen (Wise 1980; siehe Regressionsstabellen im Anhang). Im Unterschied zu den Schuppen lassen sich Wirbel relativ leicht in Brust- bzw. Schwanzwirbel unterscheiden (Regressionsformeln gibt es für beide Wirbeltypen); auch das Erkennen der letzten paar Schwanzwirbel, die bei der Berechnung der Formel aufgrund ihrer kleinen Maße normalerweise weggelassen werden, ist möglich. Ein Problem stellen sehr große Wirbel dar (z. B. von Karpfen), die zumindest in Fischotterlosungen häufig nur in

1 Fische,  
belsäulen-  
milien der  
aufgrund  
Artniveau

Bruchstücken zu finden sind. Dadurch gestaltet sich sowohl eine sichere Bestimmung als auch die Größenkalkulation oft als sehr schwierig. Ein weiteres Problem stellt die Bestimmung der in Losungen oder Gewöllen gefundenen Wirbel auf Artniveau dar. Ähnlich wie bei den Schuppen sind Cypriniden oft nur auf Familienniveau zu bestimmen.

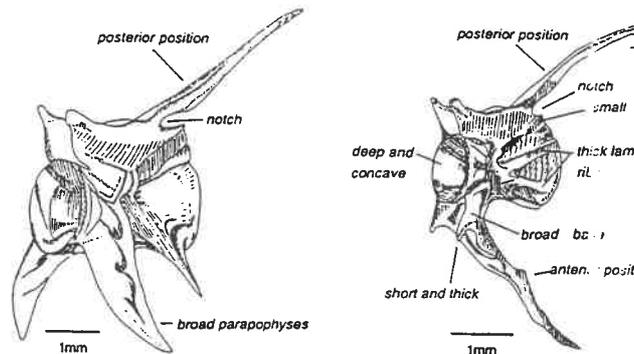


Abb. 7: Darstellung eines thorakalen (Brust-) und eines caudalen Wirbels (Schwanzwirbel) im Vergleich (Beispiel Aal, *Anguilla anguilla*; aus Conroy et al. 1993)

ophyse  
hophyse  
hophyse  
phophyse

## Schädelknochen

Die Schädelknochen haben im Unterschied zu Schuppen und Wirbeln den Vorteil, daß sie meist nur in zweifacher Ausführung vorkommen; dadurch ist es möglich, die Anzahl der Fische in der zu untersuchenden Probe zu bestimmen. Verschiedenste Schädelknochen sind mehr oder weniger leicht auf Artniveau zu bestimmen. Für einige, z. B. Schlundzähne der Cypriniden, gibt es auch Methoden zur Berechnung der dazugehörigen Fischlänge (Prigioni, pers. commun.; Libois et al. 1987). Schädelknochen von größeren Fischen sind oft leider nur in Bruchstücken oder überhaupt nicht zu finden, was eine Bestimmung natürlich zusätzlich erschwert. Verschiedene Knochengebilde am Schädel (Schlundzähne und z.T. *Praeopercula*) sind aber so artspezifisch, daß selbst kleine Bruchstücke für eine sichere Bestimmung reichen. Nachstehend möchte ich auf die Schlundzähne, welche die einzig mögliche sichere Bestimmung von Cypriniden auf Artniveau zulassen, genauer eingehen.

Bestimmung

der Länge  
1980; siehe  
lassen sich  
egressions-  
etzten paar  
einen Maße  
sehr große  
tuffig nur in

Als **Schlundzähne** werden Zähne und zahnartige Gebilde in der Schlundregion von Fischen bezeichnet, wenn sie einem Paar von Schlundknochen aufsitzen.

Fische mit echten Schlundzähnen besitzen in der Mundhöhle keine Zähne (Rutte 1962). Hauptrepräsentanten sind die Familien *Cyprinidae* (karpfenartige Weißfische) und *Cobitidae* (Schmerlen).

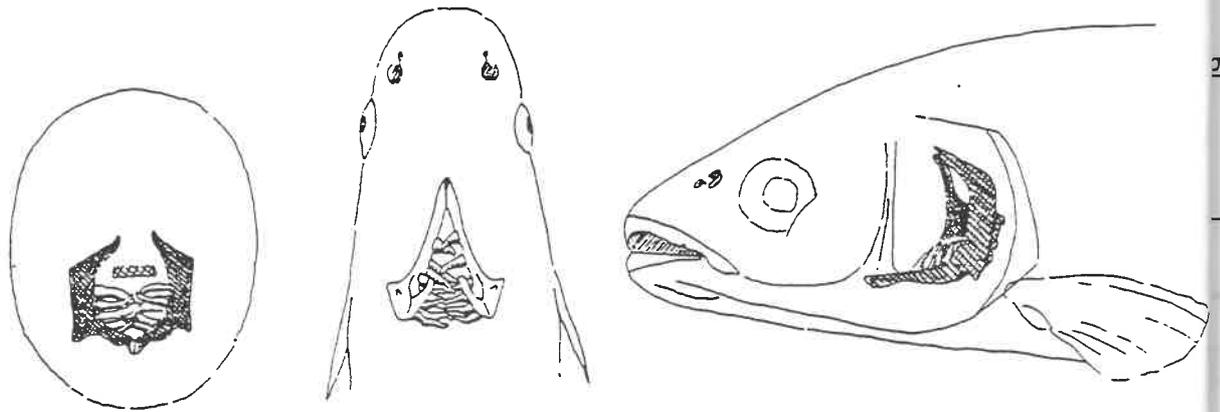


Abb. 8: Lage der Schlundknochen und Schlundzähne im Fisch (Aitel, *Leuciscus cephalus*): von vorne, von oben, von der Seite (nach Rutte 1962).

Zähne ähnlich den Schlundzähnen kann man auf Ober- bzw. Unterkiefer, Zwischenkiefer, Pflugscharbein, Gaumenbein, Zungenknochen oder auf Teilen der Kiemenbögen z. B. von *Esox*, *Umbra*, *Lota*, *Perca*, *Acerina*, *Aspro*, *Cottus*, *Gasterosteus*, bei Salmoniden u.a. finden. Diese sind z.T. auch für die Artbestimmung von großer Bedeutung (z.B. Pflugscharbeinbezahnung als Unterscheidungsmerkmal zwischen Bachforelle, Saibling, Lachs und Regenbogenforelle), eine Verwechslung mit echten Schlundzähnen ist aber kaum möglich.

Echte Schlundzähne können vom Fisch wiederholt ausgewechselt werden. Abgenutzte alte Zähne werden z. T. in Seesedimenten gefunden und für zoopaleontologische Untersuchungen verwendet (Rutte 1962). Solch einzelne Zähne können bei den Cypriniden z.T. schon auf Artniveau bestimmt werden (siehe Schlundzahnbestimmungstabelle), bei den Cobitiden hingegen nicht.

ne (Rutte  
fenartige

1a-3a  
obere (zweite) Reihe  
der Kleinen SZ  
1b-2b  
oberste (dritte) Reihe  
der Kleinsten SZ  
: von vorne,

er, Zwi-  
teilen der  
, Cottus,  
für die  
nung als  
chs und  
aber kaum  
werden.  
und für  
einzelne  
nt werden  
nicht.

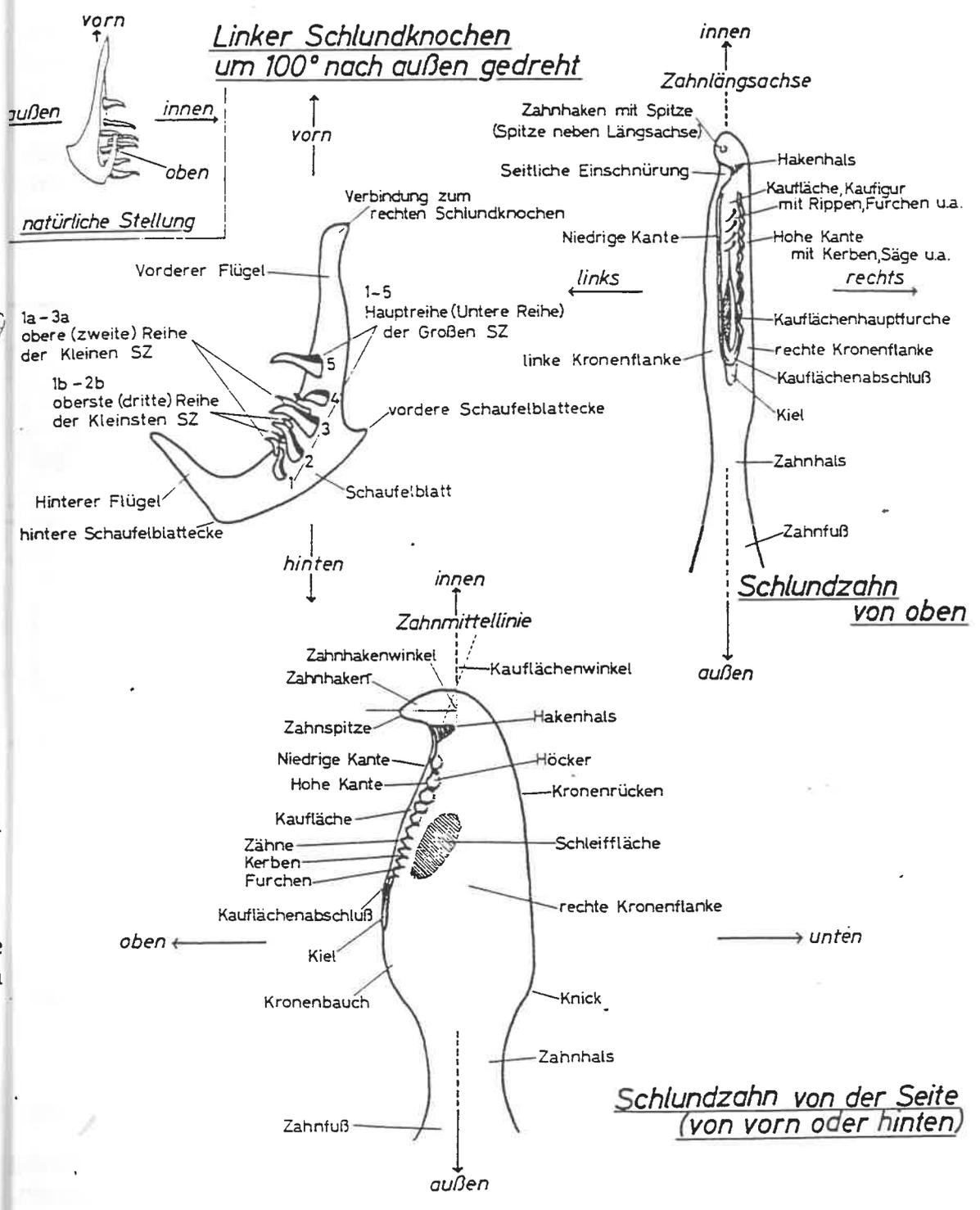


Abb. 9: Schlundzähne und Schlundknochen von Cypriniden. Termini, Orientierung (nach Rutte 1962)

Das Gebiß der Cypriniden setzt sich aus dem Schlundknochen und den darauf aufsitzenden Schlundzähnen zusammen. Bei den Cypriniden ist jeweils der 5. Kiemenbogen zum Schlundknochen (*Os pharyngeus inferior*) bzw. Unterschlundknochen umgestaltet. Als sicheres Bestimmungsmerkmal dienen sowohl die Form (Umriß) des Schlundknochens, der einzelnen Zähnen als auch deren Zahl und Anordnung auf dem Schlundknochen. Die Anzahl der Schlundzähne in Verbindung mit der Anzahl der Reihen gibt die Schlundzahnformel (siehe Abb. 9). Die spangenartigen Schlundzähne lassen sich durch Abheben des Kiemendeckels insbesondere beim gekochten Fisch relativ leicht herauspräparieren. Gegenfront der paarigen Schlundzähne ist die Kauplatte, übrigens auch ein gutes Bestimmungsmerkmal (Rutte 1962).

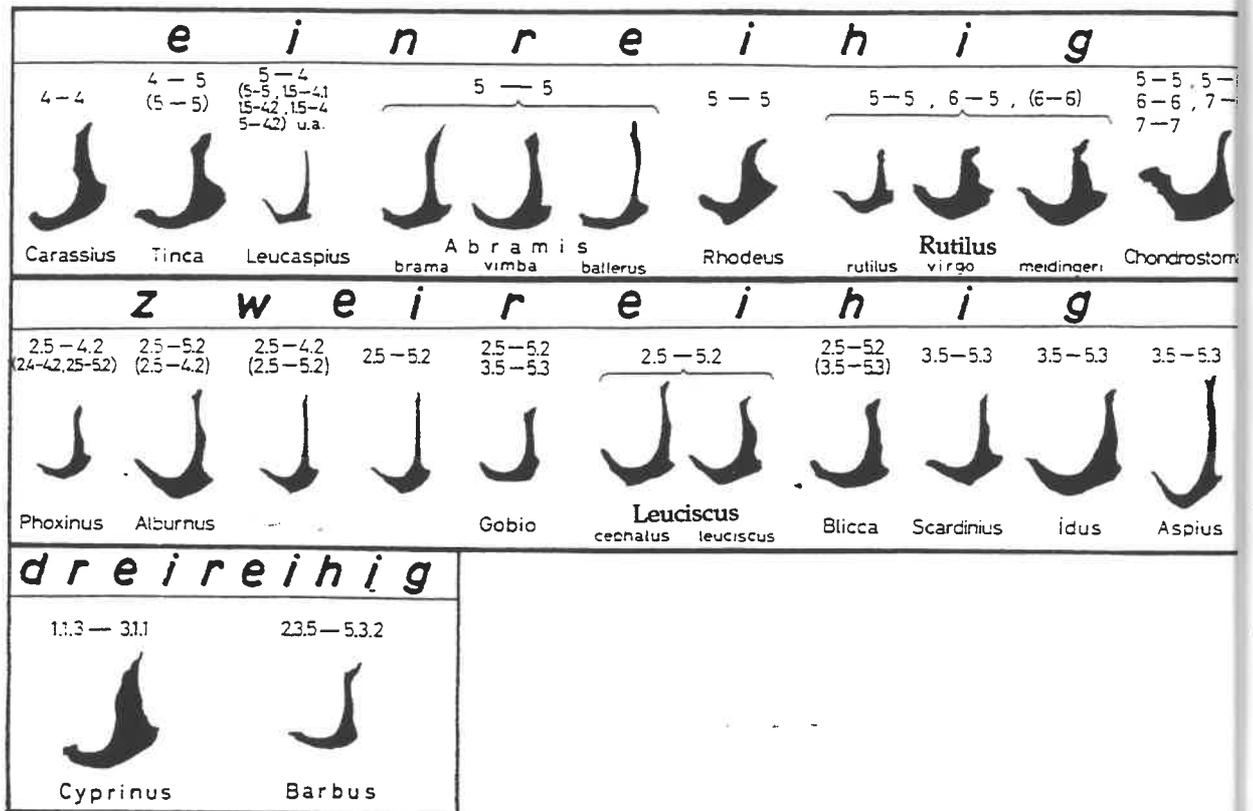


Abb. 9: Schlundknochenumrisse und Schlundzahnformeln einheimischer Cypriniden im Vergleich (nach Rutte 1962)

Otolithen sind Hörsteine der Fische und können z.T. für die Artbestimmung herangezogen werden. Außerdem verwendet man sie bei Fischen mit kleinen, brüchigen, kaum lesbaren Schuppen (Salmoniden) für die Altersbestimmung. Hammond *et al.* verwendeten in ihrer Untersuchung über die Ernährungsgewohnheiten von Seehunden Otolithen sowohl für die Artbestimmung als auch für die Berechnung der Beutefischgrößen. Vergleichbare Arbeiten über

en darauf  
ils der 5.  
rschlund-  
die Form  
Zahl und  
zähne in  
e Abb. 9).  
endeckels  
egenfront  
in gutes

einheimische Süßwasserfische bzw. ein Bestimmungsschlüssel für deren Otolithen sind mir derzeit nicht bekannt. Im Anhang sind Otolithen einiger heimischer Arten in Zeichnungen dargestellt.

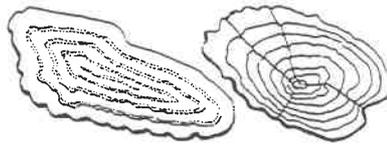
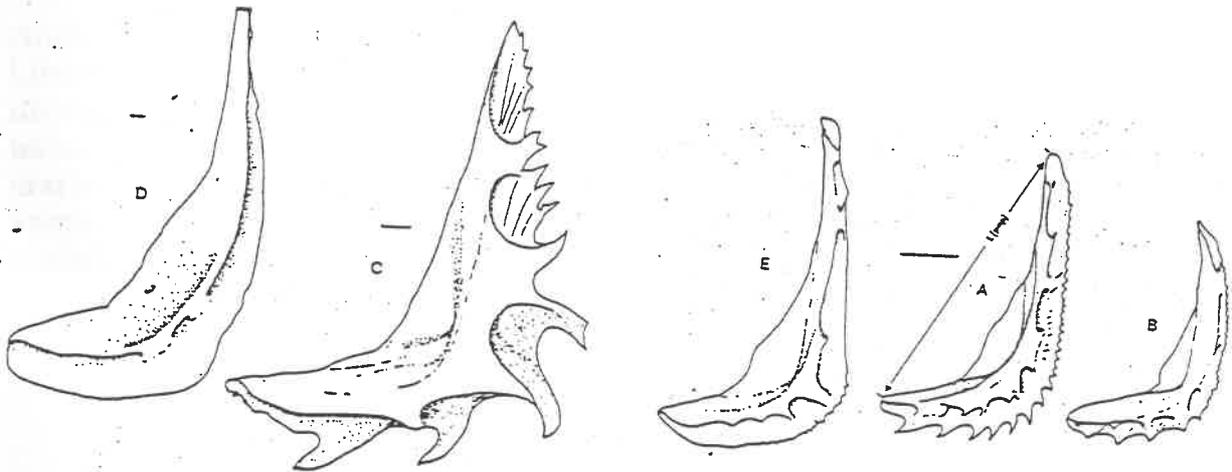


Abb. 10: Gehörsteine (Otolithen) von Fischen mit Jahresringen am Beispiel der Aalrutte (*Lota lota*). (aus Muus & Dahlström 1990)

5-5, 5-  
6-6, 7-  
7-7  
Chondrostom  
3,3 3,5-5,3  
Aspius

**Praeoperculum (Vordeckel)** ermöglichen z.T. eine sehr leichte Artbestimmung (siehe Abb. 11). Außerdem sind sie für die Bestimmung der Beutezahlen verwendbar. März (1987) hat in seiner Gewöll- und Rupfungskunde die Vordeckelknochen von Fischen zeichnerisch dargestellt (siehe Anhang). Aufgrund des Fehlens jeglicher Beschreibung bzw. Darstellung von Unterscheidungsmerkmalen sind die Abbildungen leider nur beschränkt für eine Bestimmung verwendbar.



Vergleich

Abb. 11: Praeopercula der Perciden und Centrarchiden im Vergleich (Libois et al. 1987); A: *Perca fluviatilis*, B: *Stizostedion lucioperca*, C: *Gymnocephalus cernua*, D: *Micropterus salmoides*, E: *Lepomis gibbosus*.

stimmung  
it kleinen,  
stimmung.  
nährungs-  
g als auch  
iten über

**Kiemendeckelknochen (Operculum)** sind in Losungen selten unversehrt zu finden. Einige Arten, z. B. Flußbarsch und Kaulbarsch, lassen sich aufgrund ihrer Kiemendeckel sehr einfach unterscheiden, bei den meisten anderen Arten gestaltet

sich die Bestimmung wesentlich schwieriger. Im Anhang sind Kiemen-  
deckelabbildungen aus März (1987) vergleichend dargestellt.

Os premaxillare (Zwischenkiefer) tragen Zähne und ermöglichen z. B. die Unterscheidung der drei einheimischen Perciden (Fluß- und Kaulbarsch, Zander) und der beiden Exoten Sonnen- und Forellenbarsch (Abb. 12). Abbildung 13 zeigt die für die Bestimmung wichtigen Termini an der Premaxilla.

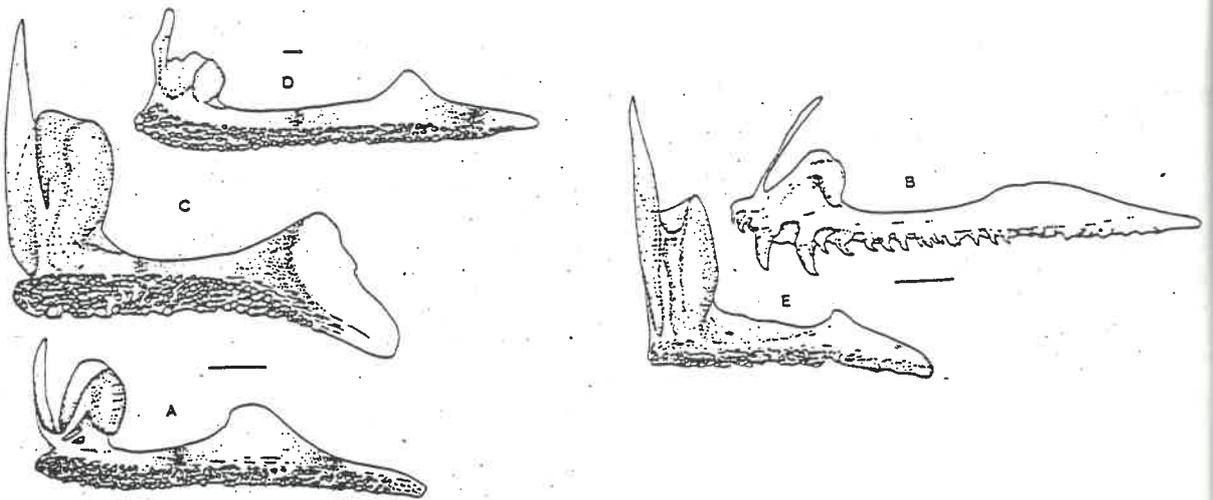


Abb. 12: Os premaxillare der drei einheimischen Perciden und der Centrarchiden im Vergleich (Libois et al. 1987); A: *Perca fluviatilis*, B: *Stizostedion lucioperca*, C: *Gymnocephalus cernua*, D: *Micropterus salmoides*, E: *Lepomis gibbosus*.

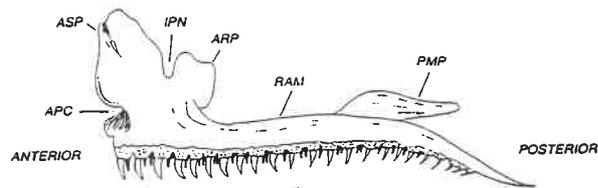


Fig. a

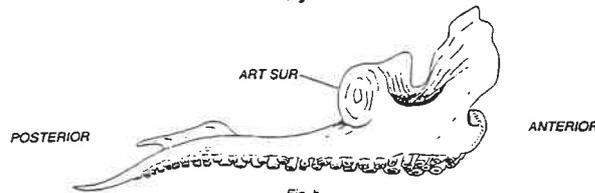


Fig. b

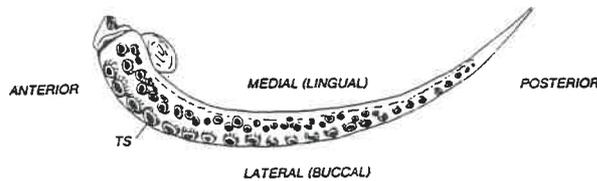


Fig. c

- APC - vordere maxillare Einbuchtung
- ASP - aufsteigender Fortsatz
- ARP - artikulärer Fortsatz
- ART SUR - artikuläre Oberfläche
- PMP - postmaxillärer Fortsatz
- RAM - ramus
- IPN - Zwischenfortsatzkerbe

Abb. 13: Darstellung einer Premaxilla mit Bezeichnung der für die Bestimmung wichtigen Termini (aus Conroy et al. 1993)

Kiemens-

**Pflugscharbein (Vomer)** ist ein zahntragender Knochen im Gaumen verschiedener Fische, welcher z. B. für die Unterscheidung der einzelnen Salmonidenarten von großer Bedeutung ist. Wichtig für die Bestimmung ist die Anzahl und Stellung der Zähne auf der Platte und am Stiel.

z. B. die  
(Zander)  
; 13 zeigt

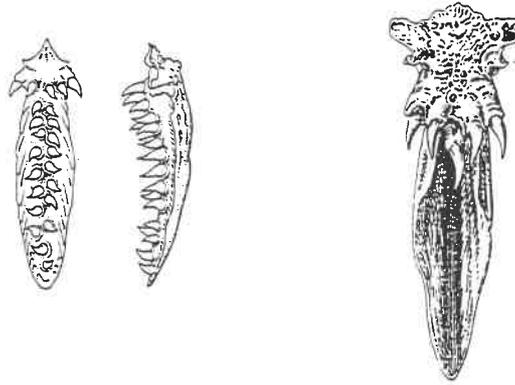
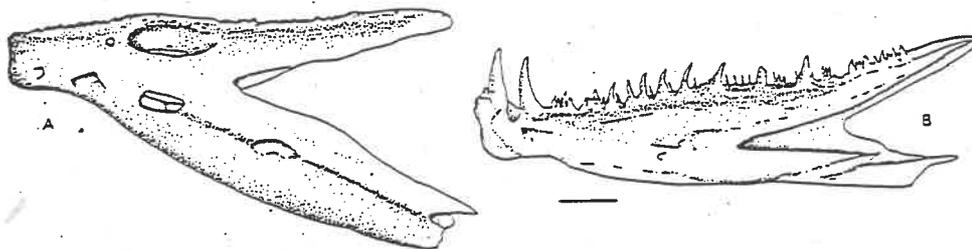


Abb. 14: Pflugscharbein von *Salmo trutta* (links) und *Salvelinus salvelinus* (rechts) im Vergleich. <sup>3</sup>

gleich  
talus

Auch das **Unterkiefer (Os dentale)** kann zur Bestimmung herangezogen werden. Libois *et al.* (1987) waren durch eine große Zahl morphometrischer Messungen an diesem Knochen in der Lage, einen Bestimmungsschlüssel nicht nur für die teilweise sehr typisch bezahnten Raubfischkiefer, sondern auch für Cypriniden zu erarbeiten. Da die für die Bestimmung nötigen Messungen am Knochen sowohl kompliziert als auch sehr zeitaufwendig sind, wird auf diese Bestimmungsmethode in dieser Arbeit nicht näher eingegangen.

uchtung



tz

ie

Abb. 15: Unterkiefer einheimischer Perciden (Libois *et al.* 1987); A: *Perca fluviatilis*, B: *Stizostedion lucioperca*,

in Termini

## Wirbelbestimmungsschlüssel (verändert nach Conroy *et al.* 1993)

Folgender Schlüssel wurde aus "Conroy *et al.*: *A Guide to the Identification of Prey Remains in Otter Spraint*" übernommen, durch einige Süßwasserarten ergänzt und aus dem Englischen übersetzt (Süßwasserarten sind fett gedruckt).

Auf die verschiedenen im Schlüssel behandelten marinen Fischarten wird im Rest des Atlases nicht näher eingegangen. Von den Cypriniden befindet sich keine Art im Schlüssel, da diese Fischgruppe aufgrund ihrer Wirbel sehr schwierig genauer zu bestimmen ist. Die Bestimmung sämtlicher Cyprinidenwirbel endet in diesem Schlüssel daher bei *Cyprinidae*.

1	Wirbel hat keine Fortsätze		2	
	Wirbel hat Fortsätze		3	
				14
2	Wirbelzentrum honigwabenartig - mit Kämmen	# <i>Salmonidae</i> (Thoracal)		
	Wirbelzentrum honigwabenartig - ohne Kämme	# <i>Esox lucius</i>		15
3	Wirbel vom Ende aus gesehen dreieckig	# <i>Gasterosteus</i>		
	Wirbel nicht dreieckig		4	16
4	Neuralfortsatz zentral		5	
	Neuralfortsatz nicht zentral		22	
5	Neural- und Haemalfortsätze kurz fast senkrecht und seitlich abgeflacht	# <i>Syngnathus acus</i>		
	Anders		6	17
6	Dorsale Prezygapophysen vorhanden		7	18
	Dorsale Prezygapophysen nicht vorhanden		33	
7	Dorsale Prezygapophysen klein, ev. nicht vorhanden		8	19
	Dorsale Prezygapophysen deutlich vorhanden		12	
8	Laterale Apophysen deutlich vorhanden	# <i>Bothidae, Pleuronectidae</i>		
	Laterale Apophysen nicht vorhanden		9	20
9	Wirbel durchscheinend und normalerweise groß	# <i>Cyclopterus lumpus</i>		
	Wirbel nicht durchscheinend		10	21
10	Haemalfortsatz mit breiter Basis (Bedeutend länger als Neuralfortsatz)	# <i>Liparis</i> ssp.		
	Haemalfortsatz dünn		11	22
11	Haemal- und Neuralfortsatz dünn und			

3)	gekurvt; Zentrum honigwabenartig	# <i>Salmonidae</i>	12
ion of Prey gänzt und			
rd im Rest keine Art ig genauer in diesem	12 Dorsale Postzygapophysen stark ausgebildet Dorsale Postzygapophysen nicht stark ausgebildet	# <i>Salmo trutta</i>	13
	13 Seitenstruktur deutlich honigwabenartig Seitenstruktur nicht deutlich honig- wabenartig	# <i>Coregonus</i> # <i>Thymallus thymallus</i>	
2			
3	14 Dorsale Prezygapophyse gebogen - horizontal		15
cal)	- vertikal		18
	15 Wirbel klobig Wirbel nicht klobig		16 17
4	16 Neuralfortsatz senkrecht gebogen, dorsale Prezygapophyse reicht bis hinter Zentrum	# <i>Myxocephalus scorpius</i> <i>Taurulus bubalis</i>	
5			
22	Einzelner dicker Lamellenkiel, Fortsätze kurz und nach hinten	# <i>Cottus gobio</i>	
6	17 Einzelner deutlicher Kiel	# <i>Pholis gunnelus</i>	
7	18 Struktur des Zentrums geringelt		19
33	Zentrum nicht geringelt		20
8	19 Zentrum geringelt		
12	- glänzendes Aussehen - Fortsätze mit breiter Basis - Loch in Basis des Haemalfortsatzes	# <i>Gasterosteus</i>	
ctidae			
9	20 Keine lamellenartigen Kämme Lamellenartige Kämme vorhanden	# <i>Noemacheilus</i>	21
s			
10	21 Einzelner Kamm - Knochen üblicherweise blaßgrün Mehr als ein Kamm	# <i>Zoarces viviparus</i>	22
11	22 Kämme dünn Kämme dick		23 24

23	Zwei bis drei dünne Kämme	# <i>Chirolophis ascanii</i>	35
24	Zwei dicke Kämme (vereinzelt nur einer) - lange ventrale Zygapophysen - lange dünne Fortsätze mit ungleich großer Basis	# <i>Percidae</i>	25 36
25	Enden der Basapophysen rund Enden der Basapophysen spitz	# <i>Stizostedion lucioperca</i>	26
26	Verstärkungsleiste vom Neuralbogen zum Wirbelkörper läuft - nahe am vorderen Rand des Wirbels - im vorderen Drittel mit größerer Entfernung zum Rand	# <i>Perca fluviatilis</i> # <i>Gymnocephalus cernua</i>	37
27	Neuralfortsatz - vorne Neuralfortsatz - hinten		28 30
28	Dorsale Prezygapophysen - sehr klein oder nicht vorhanden - Wirbel klein und gestreckt Dorsale Prezygapophysen stark ausgebildet	# <i>Gobius spp.</i>	29
29	Zweiter Knopf hinter Neuralfortsatz Kein zweiter Knopf		30 31
30	Zweiter Knopf hinter Neuralfortsatz Dorsale Prezygapophysen nach oben gerichtet Dicke lamellenartige Kämme	# <i>Cyprinidae</i>	
31	Dorsale und ventrale Prezygapophysen - stark ausgebildet  Dorsale und ventrale Prezygapophysen - schwach ausgebildet	# <i>Ciliata, Gadropsarus, Rhinonemus</i>	32
32	Dorsale und ventrale Prezygapophysen klein und schwach ausgebildet	# <i>Gadidae</i>	
33	Haemalfortsatz vorne Haemalfortsatz hinten		34 35
34	Dorsale Prezygapophysen lang und stark ausgebildet, Zentrum waisted Haemalfortsatz mit dicker Basis; macht stabilen Eindruck	# <i>Lepadogaster spp.</i> # <i>Anguilla anguilla</i>	

- 35 Seitlich abgeflacht, oberer und unterer  
 Rand nicht glatt; Thorakalwirbel mit starken  
 seitlichen Fortsätzen # *Spinachia spinachia*  
 Ränder glatt 36
- 25 36 Seitlich abgeflacht, lange und rechteckige  
 Ränder sind glatt; Dorsale und ventrale  
 Prezygapophysen lang und stark ausgebildet;  
 26 Weiß, eventuell durchscheinend # *Callionymus spp.*
- 37 Dorsale Prezygapophysen fehlen, Neuralbogen  
 mit breiter Basis, einzelner lamellenartiger  
 Kamm; Zwei neurale Foramen, Fortsätze lang  
 und nach hinten gekrümmt # *Labridae*

28  
 30

29

30  
 31

32

34  
 35

## Bestimmungstabelle für Schlundzähne einheimischer Cypriniden

Die nachfolgende Tabelle wurde leicht verändert von Rutte (1962) übernommen.

I. Krone mit Haken								
hohe Kante als Kiel bzw. Schneide ausgebildet oder nur andeutungsweise gekerbt								
Arten	L. i.	A. a.	B. b.	G. g.	A. bi.	P. p.	A. b.	B. bj.
Krone lang-rundlich-zylindrisch...	+	+	+	+	+			
Zahn relativ groß...	+	+	+					
Krone keulenförmig verdickt...			+	+				
Zahn extrem in die Länge gezogen...	+	+						
Krone S-förmig gebogen ...			+	+			+	
Zahnhaken überdimensioniert...			+				+	
Starker Knick...				+		+		++
Kauflä. lang, schmal, kaum gekrümmt...	+					+		+
Kauflä. parallel zur Zahnlängsachse...	+	+				+		+
Kaufläche schräg zur Zahnlängsachse...			+	+	+		+	
Kauflä. elliptisch, kommaförmig gebogen...					+			+
Krone komprimiert...	+				+			
Krone stark komprimiert, gedrunken...						+	+	+
Zahn relativ klein...				+	+	+		

II. Krone mit Haken								
hohe Kante auffällig gekerbt bzw. sägeförmig bzw. gezähnt								
Arten	R. r.	S. e.	L. c.	L. l.	A. a.	P. c.	L. d.	L. s. a.
Krone lang-rundlich-zylindrisch...		+	+	+	+	+		+
- dabei extrem schlank...		+	+	+		+		+
- dabei andeutungsweise komprimiert...			+	+	+	+	+	
Krone stark komprimiert, breit. Kaufläche gewöhnlich stark abgerieben Kauflächen- winkel um 45 °...	+							
Kauflächenwinkel gering, hohe Kante meist stark abgerieben...					+			+
Kaufläche parallel zur Zahnlängsachse...	+	+	+	+		+		+
Knick...	+							
Kaufläche beiderseits von durchgehenden Kanten eingefaßt...	+		+	+	+		+	+
Hohe Kante eine kräftige Säge, Kerbenreihe meist nicht abgerieben und annähernd parallel der Zahnmittellinie...		+				+	+	
Kaufläche ungefähr halbe Zahnlänge...	+		+	+	+	+	+	+
Kaufläche ein Drittel der Zahnlänge...		+						
Zahn stark S-förmig, insbes. von der Seite...			+	+				
Zahn schwach S-förmig...					+		+	
Zahn relativ winzig und zart...					+		+	
Zahn relativ groß und kräftig...	+	+	+	+				
Kaufigur lang und schmal, kaum gekrümmt...		+	+					+

nommen.

III. Krone gewöhnlich breitflächig abgekaut, deshalb zumeist ohne Haken (höchstens auf dem größten Zahn Relikte von Spitzen), Kaufläche schräg

Arten	Chodrostoma	Carassius	Rhodeus	Tinca
Krone stark komprimiert, messerartig, Spitze in Verlängerung der Zahnhalsachse...	+		+	
Krone stark komprimiert, beilförmig, Spitze neben der Zahnhalsachse...		+		
Krone knopfförmig, dick-rundlich, Kaufläche breit-oval oder halbmondförmig...				+
Kaufigur langgezogen, tropfen oder kommaförmig...	+	+	+	
Zahnals gekrümmt und stärker eingeschnürt...	+			
Zahnals stärker eingeschnürt, aber kaum gekrümmt...		+	+	+
IV. Krone eiförmig mit konvexer, ovaler Kaufläche...				
* <i>Rutilus frisii meidingeri</i>				
V. Krone knollig - knopfförmig (Pflasterzahn)				
Kaufläche rundlich, senkrecht oder schwach schräg zur Zahnängsachse; Kaufläche mehrfach gefurcht...	* <i>Cyprinus carpio</i>			

d. L. s. a.

Erklärung zu den Maßstäben für die folgenden Fotoseiten:

Bei den Vergrößerungsangaben handelt es sich um lineare Vergrößerungen; d. h.: 1 mm auf dem Foto entsprechen in Wirklichkeit nur dem als x - fach angegebenen Teil eines mm

z. B. 1 mm auf dem Foto sind bei einer Vergrößerung von 10 x in Wirklichkeit nur 0,1 mm

Strich = Einheit für 1 mm bei den verschiedenen Vergrößerungen

2 x	—	3 x	—
4 x	—	5 x	—
8 x	—	10 x	—
12 x	—	15 x	—
20 x	—	25 x	—

*Perca fluviatilis* (Flußbarsch)

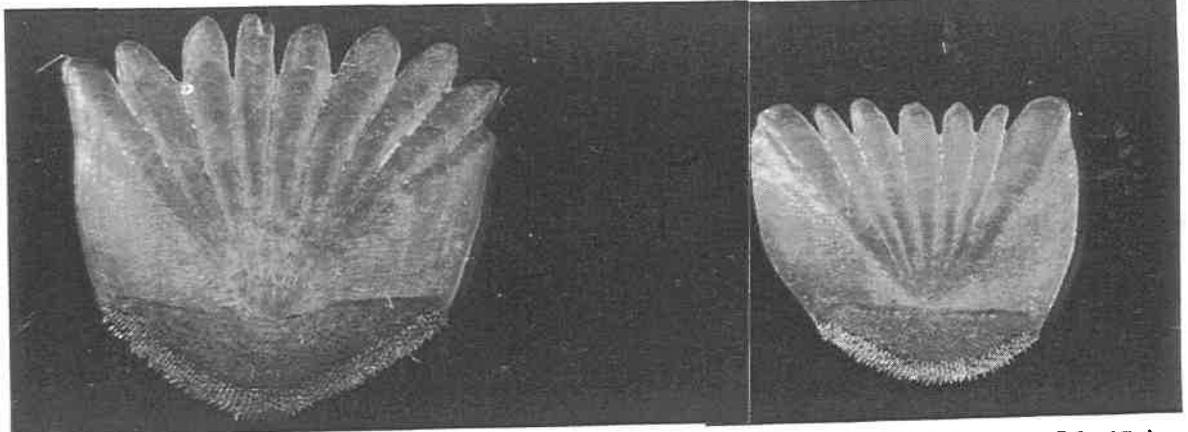
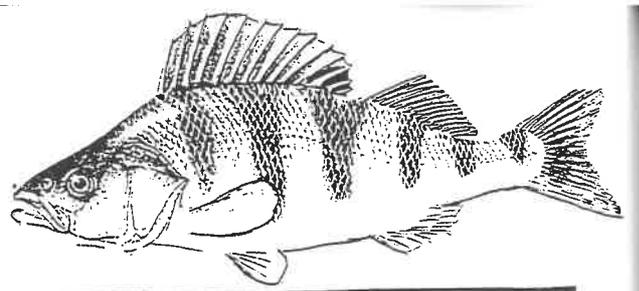


Foto: Barschschuppe (seitlich ober Seitenlinie; 15 x)

Foto: Schuppe (seitlich unter S 1; 15x)

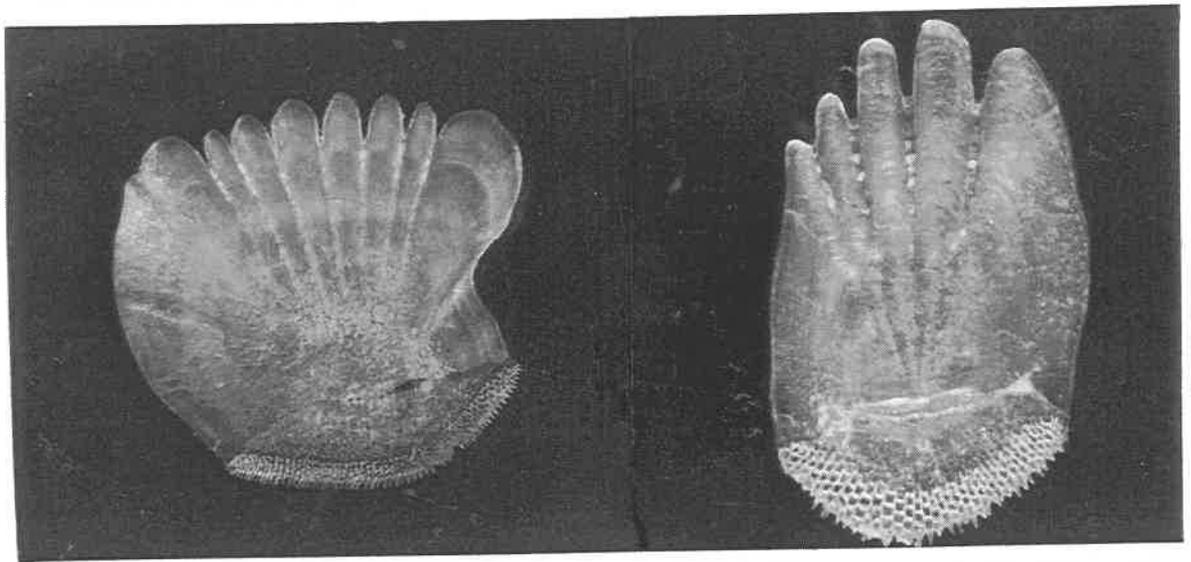


Foto: Barschschuppe (aus Seitenlinie; 15 x)

Foto: Barschschuppe (vom Bauch; 15 x)

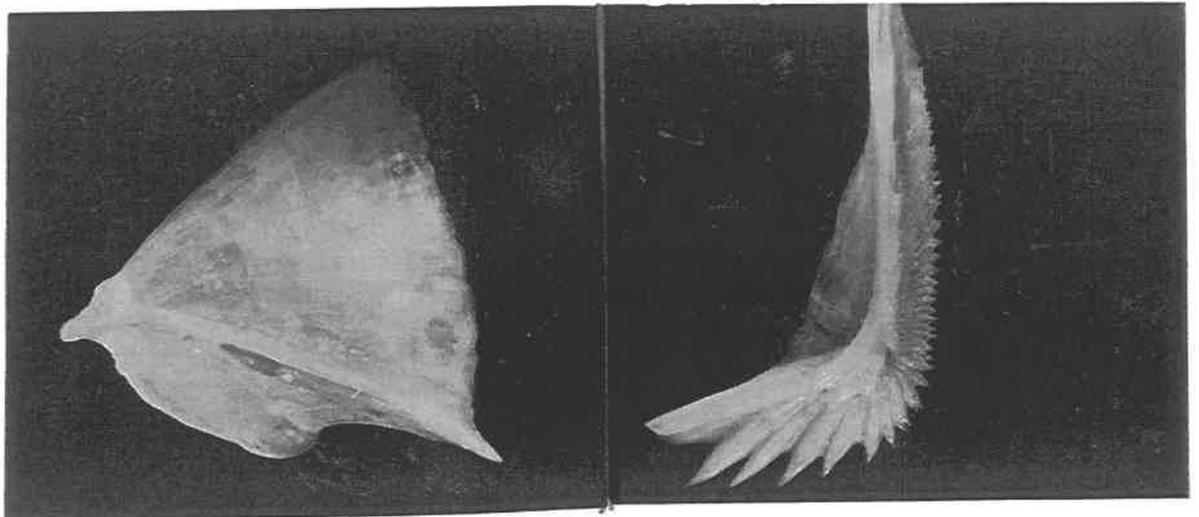


Foto: Operculum vom Flußbarsch

Foto: Preoperculum vom Flußbarsch

*Perca fluviatilis*, 2. Seite

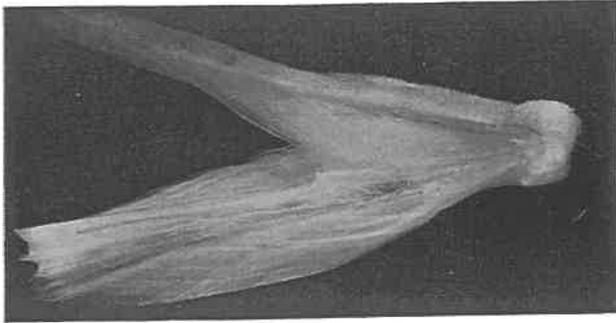
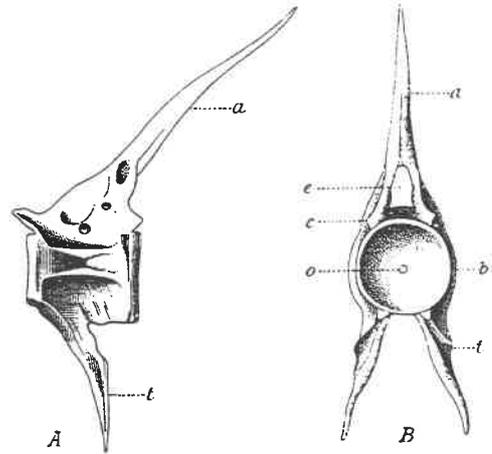
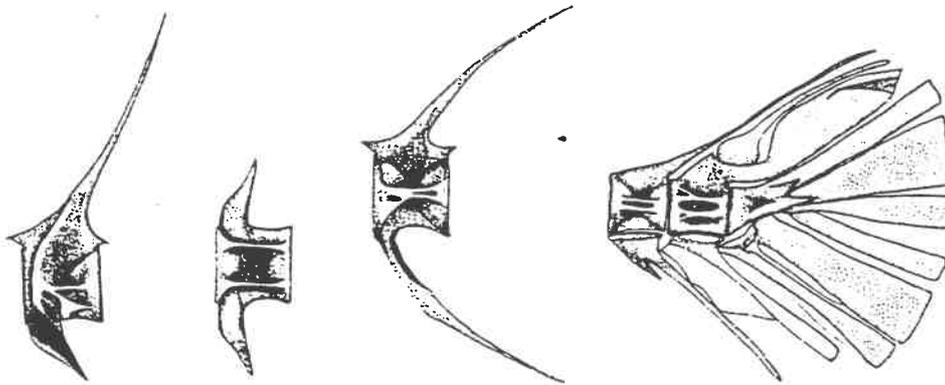


Foto: Unterkiefer eines Flußbarsches (Vergrößerung = 4 x)



Thoraxwirbel vom Barsch<sup>3</sup>

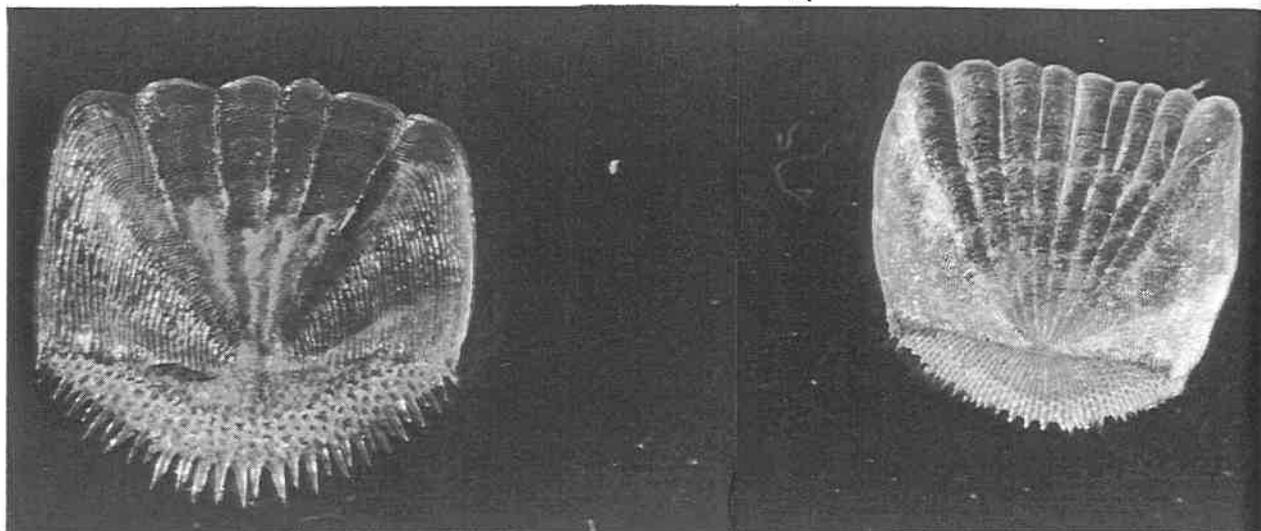
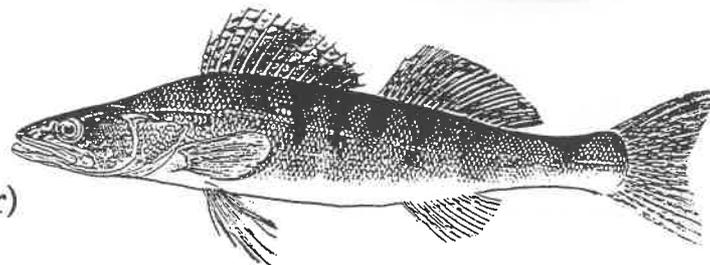


Zeichnung: Brust- und Schwanzwirbel vom Barsch, rechts hintersten Schwanzwirbel + Urostyl<sup>5</sup>

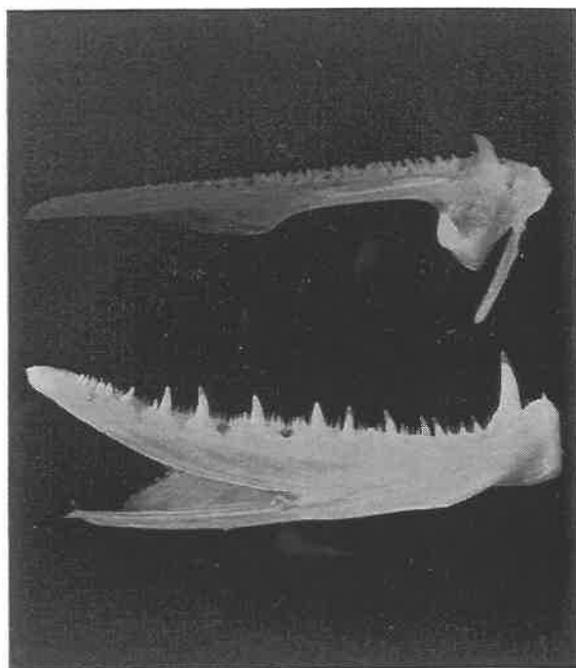
**Wichtige Merkmale:**

- Schuppen mit 4-5 Radien, tiefe Einkerbungen;
- Präoperculum mit arttypischer Zähnung (vergl. Abb. 11);
- Premaxillare mit vielen kleinen Zähnen, aufsteig. Fortsatz senkrecht bis leicht nach vorne gerichtet, artik. Fortsatz fast ebenso lang (vergl. Abb. 12)
- Unterkiefer mit kleinen regelmäßigen Zähnen, mehrere Foramen (Abb. 13);
- Wirbel: Kämme miteinander verbunden, charakteristisches Muster; Enden der Basapophysen spitz, Vertärkungsleiste vom Neuralbogen zum Wirbelkörper verläuft nahe am vorderen Rand des Wirbels (Unterschied zu Kaulbarsch), 2 - 3 seitliche Querleisten an den Wirbeln kurz vor dem Urostyl;

*Stizostedion lucioperca* (Zander)



Fotos: Schuppen eines 35 cm langen Zanders (25 fache Vergrößerung)



Fotos: Bezahnte Kiefer- und Gaumenknochen vom Zander (unten = Unterkiefer; rechts oben = Premaxillare; 4 x)

*Stizostedion lucioperca*, 2. Seite

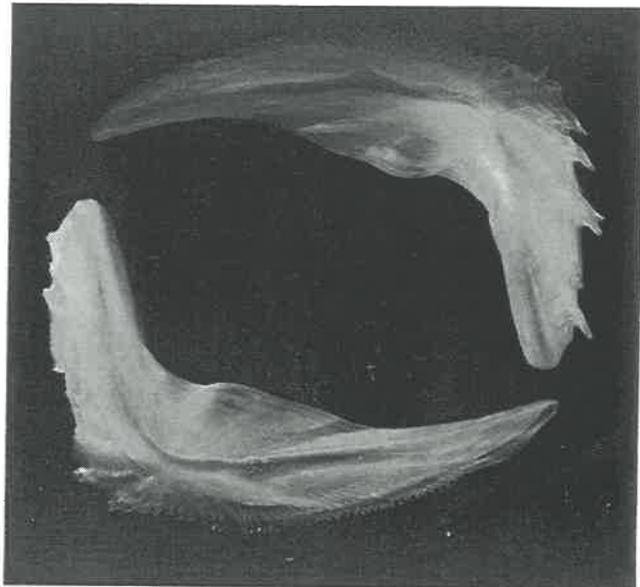
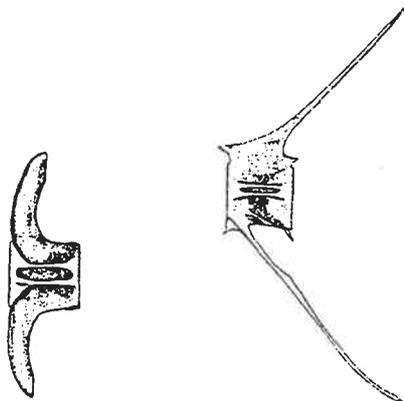
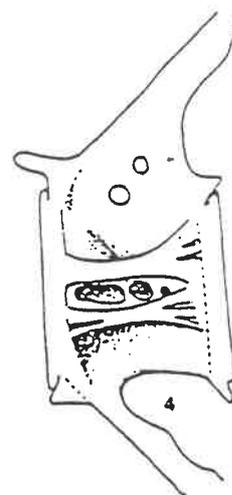


Foto: Preopercula (Vordeckelknochen) eines 35 cm langen Zanders (4 x)



Zeichnung: Vorderer Brust- und Schwanzwirbel vom Zander<sup>5</sup>



Schwanzwirbel<sup>7,12</sup>

**Wichtige Merkmale:**

Schuppen mit 5 Radien, sehr geringe Einkerbungen, deutlich ausgebildete Ringe;

Präoperculum mit arttypischer Zähnung (vergleiche Abb. 11);

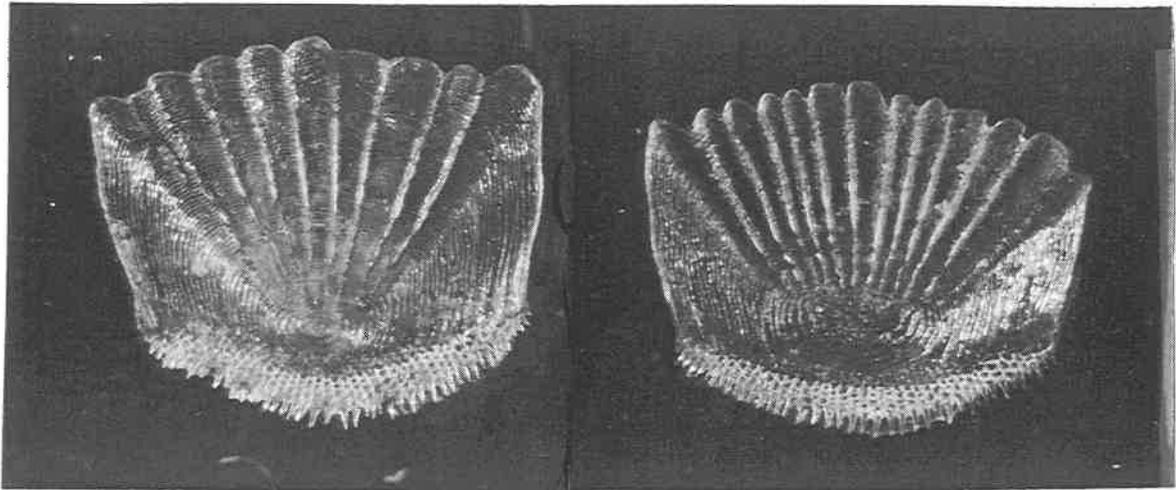
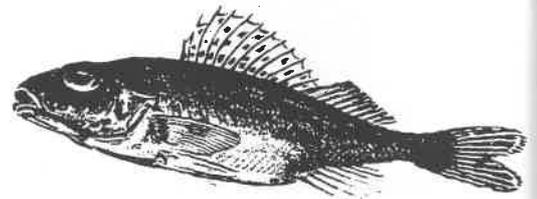
Premaxillare mit vorne zwei großen Zähnen, dahinter kleinere aber deutlich ausgebildete Zähne, aufsteig. Fortsatz sehr dünn und nach hinten gerichtet (vergl. Abb. 12)

Unterkiefer vorne zwei große Zähne, dann unregelmäßige Aufeinanderfolge von größeren und kleineren Zähnen (vergl. Abb. 13);

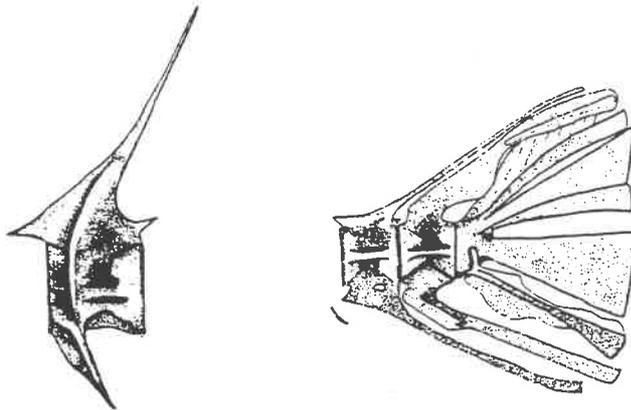
Wirbel: Enden der Basapophysen rund, 3 - 4 seitliche Querleisten an den Wirbeln kurz vor dem Urostyl;



*Gymnocephalus cernua* (Kaulbarsch)



Fotos: Seitenflankenschuppen eines Kaulbarsches (14 cm);



Zeichnung: Brustwirbel (links) und letzte Schwanzwirbel mit Urostyl<sup>5</sup>

**Wichtige Merkmale:**

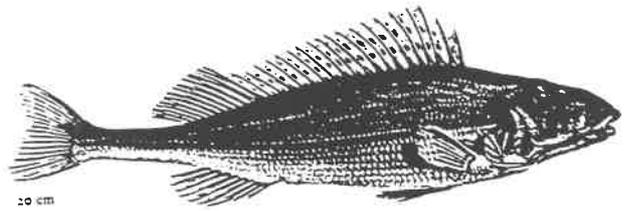
Schuppen: Focus weiter vorne als bei anderen Perciden, 10 oder mehr Radien, flache Einkerbungen, deutlich ausgeprägte Ringe, Radien enden vor dem Focus;

Präoperculum mit arttypischer Zähnung (vergleiche Abb. 11);

Premaxillare: beide Fortsätze sehr stark ausgeprägt, Knochen insgesamt wesentlich massiver als bei *Perca fluviatilis* (vergl. Abb. 12)

Wirbel: zwei voneinander getrennte Kämmen; Enden der Basapophysen spitz, Vertärkungsleiste vom Neuralbogen zum Wirbelkörper verläuft im vorderen Drittel mit größerer Entfernung zum Rand (Unterschied zu Flußbarsch), eine seitliche Querleiste an den Wirbeln kurz vor dem Urostyl;

*Gymnocephalus schraetzer* (Schrätzer)

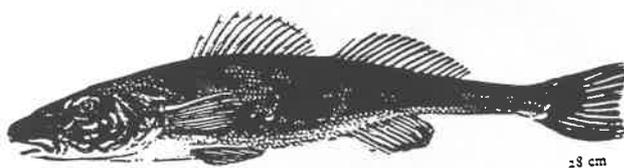


Schuppe eines Schrätzers (2,5 x 2,5 mm)<sup>3</sup>

**Wichtige Merkmale:**

Schuppen: Focus sehr weit vorne und sehr deutlich ausgeprägt, 7 Radian,  
Schuppe quadratisch (2,5 x 2,5), aber nicht sehr eckig, Hinterrand gerade  
abgeschnitten;

*Zingel zingel* (Zingel)

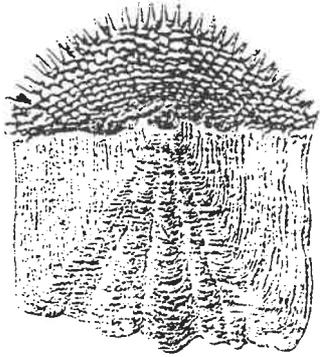
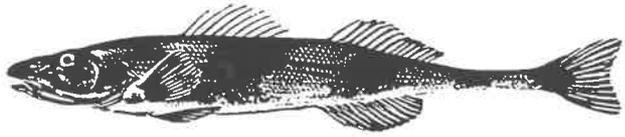


Schuppe eines Zingels (2,5 x 4 mm)<sup>3</sup>

**Wichtige Merkmale:**

Schuppen: vorderer Rand sehr stark bezahnt, Schuppe eher länglich (2,5 x 4), 5 Radian, kaum eingekerbt, hinterer Rand zur Gänze von den Kämmen eingenommen;

*Zingel streber* (Streber)

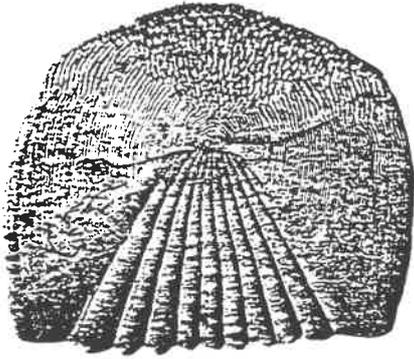
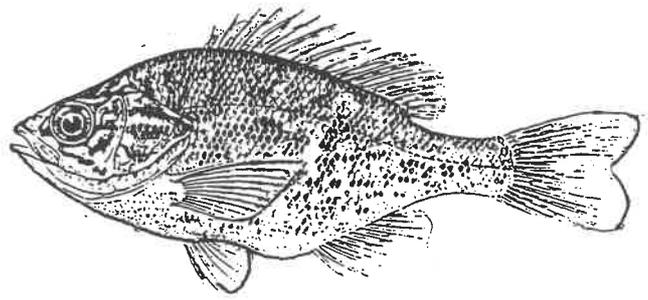


Schuppe eines Strebers (2 x 2 mm)<sup>3</sup>

**Wichtige Merkmale:**

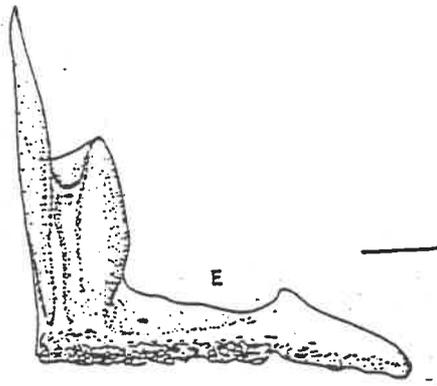
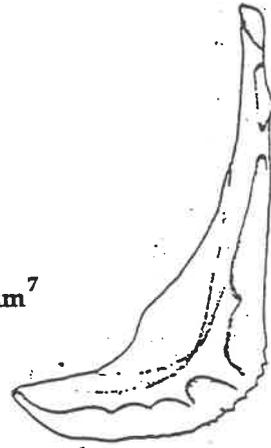
Schuppen: vorderer Rand sehr stark bezahnt, Schuppe quadratisch (2 x 2), eckig, 5 - 6 Radian, Kämme ungleich groß, mittlerer etwas länger als übrigen;

*Lepomis gibbosus* (Sonnenbarsch)



Schuppe eines Sonnenbarsches<sup>3</sup>

Preoperculum<sup>7</sup>

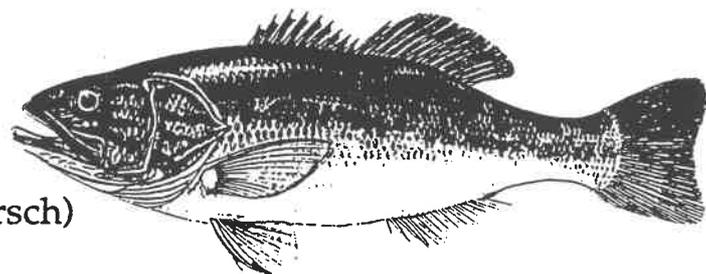


Premaxillare (Strich = Einheit für 1 mm)<sup>7</sup>

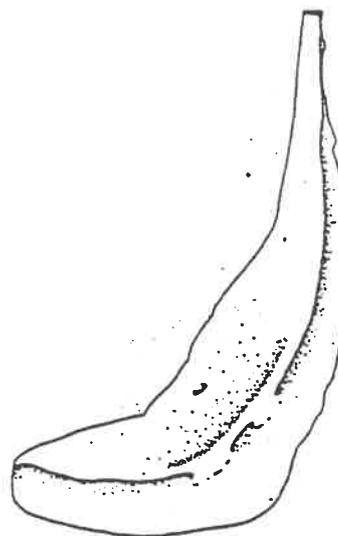
**Wichtige Merkmale:**

- Schuppen quadratisch, eher groß, 10 Radian, sehr symmetrische Schuppe, Kämme leicht über hinteren Rand hinausstehend;
- Preoperculum fast unbezahnt (vergl. mit anderen Perciden Abb. 11);
- Premaxillare mit stark ausgebildeten, verwachsenen Fortsätzen (vergl. Abb. 12)

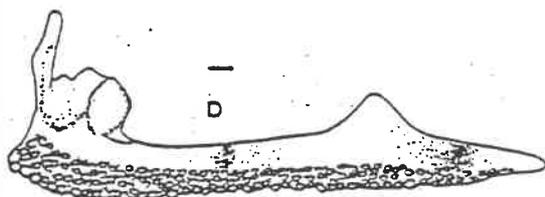
*Micropterus salmoides* (Forellenbarsch)



Schuppe eines Forellenbarsches (6 x 6 mm)<sup>3</sup>



Preoperculum<sup>7</sup>

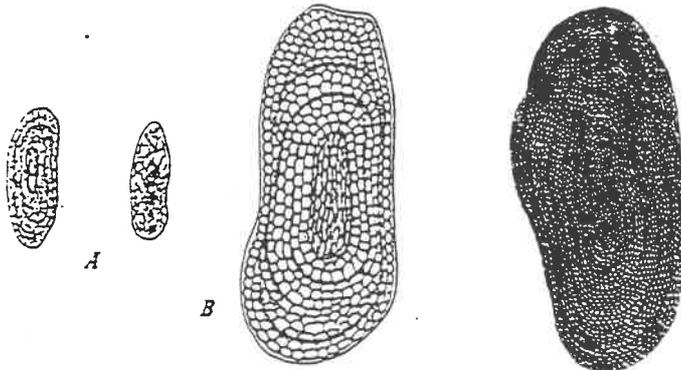


Premaxillare (Strich = Einheit für 1 mm)<sup>7</sup>

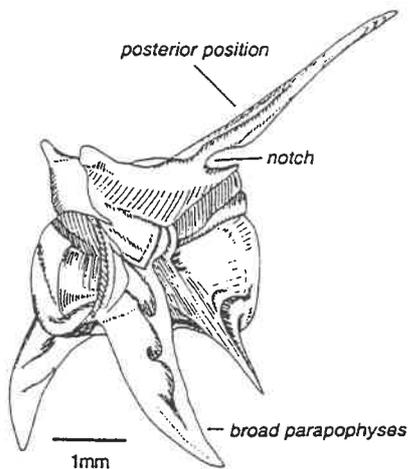
**Wichtige Merkmale:**

Schuppen quadratisch (6 x 6), 9 Radien, nicht symmetrisch;  
Preoperculum vollkommen zahnlos, unteres Ende rundlich, (vergl. Abb. 11);  
Premaxillare mit kleinen verwachsenen Fortsätzen (vergl. Abb. 12);

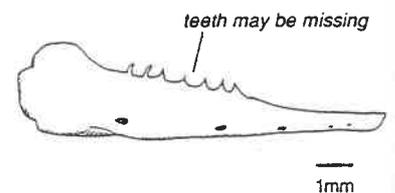
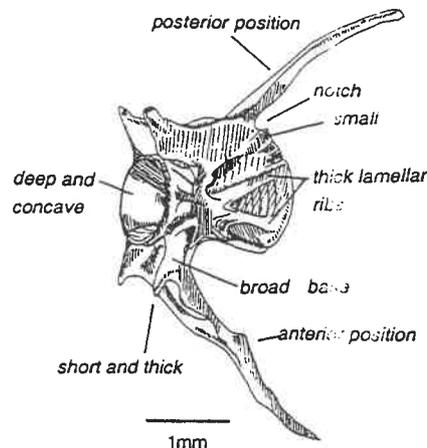
*Anguilla anguilla* (Aal)



Schuppen vom Aal (A 10 -fach, B 25-fach vergrößert)<sup>3</sup>



Brust- und Schwanzwirbel vom Aal<sup>13</sup>



Unterkiefer vom Aal<sup>13</sup>

**Wichtige Merkmale:**

Schuppen unscheinbar, zerbrechlich, klein, länglich oval, in Losungen eigentlich nie zu finden;

Wirbel: Zentrum breit und quadratisch, Neuralfortsatz (oben) setzt am Hinter-, der Haemalfortsatz (unten) am vorderen Ende des Wirbels an, Neuralfortsatz ist wesentlich kürzer;

*Lota lota* (Aalrutte, Quappe)

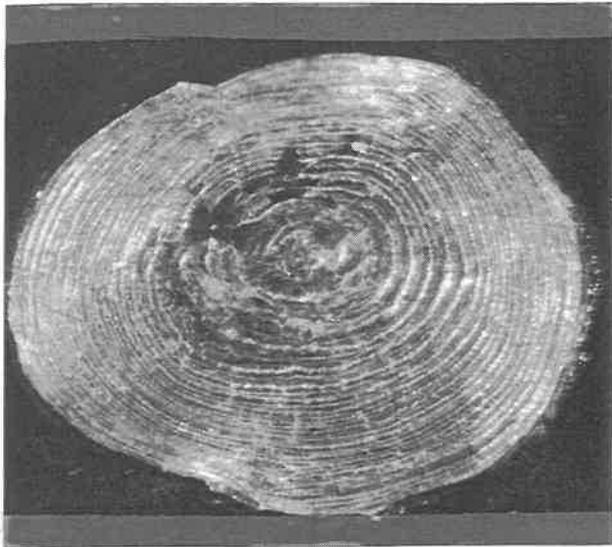
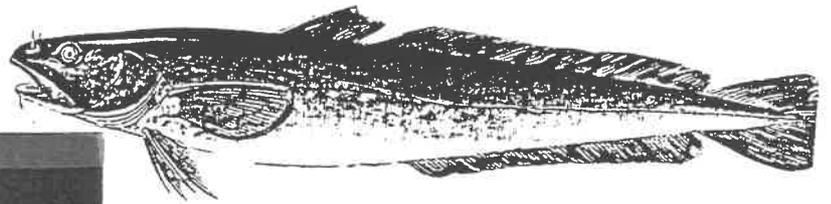
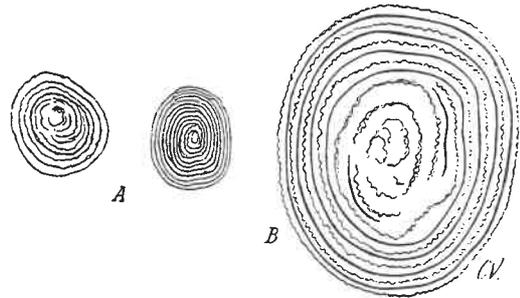


Foto: Schuppe einer Aalrutte



Zeichnung: Schuppe einer Aalrutte<sup>3</sup>  
(10-fach und 25-fach vergrößert)

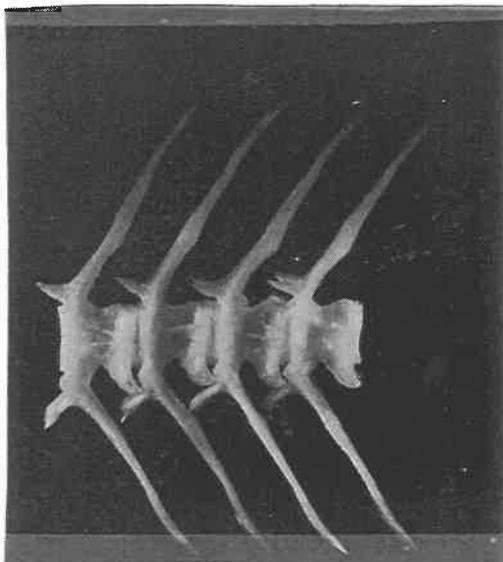


Foto: Schwanzwirbel der Aalrutte (Länge 30 cm)

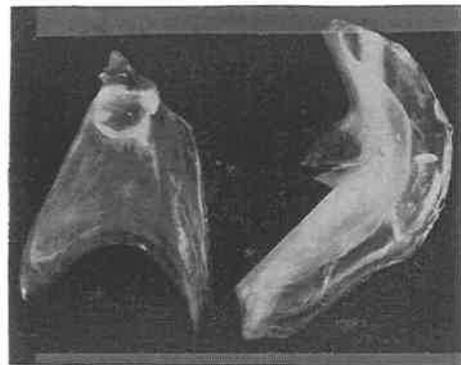
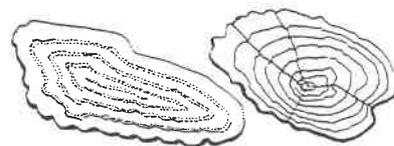


Foto: Operculum (links) und Preoperculum



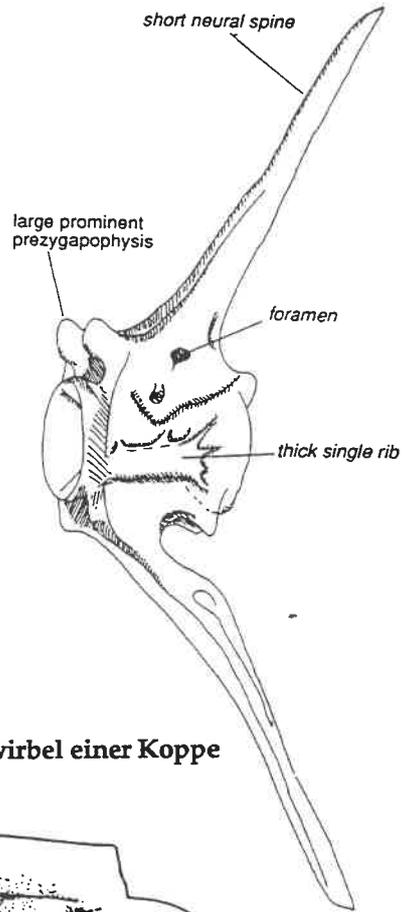
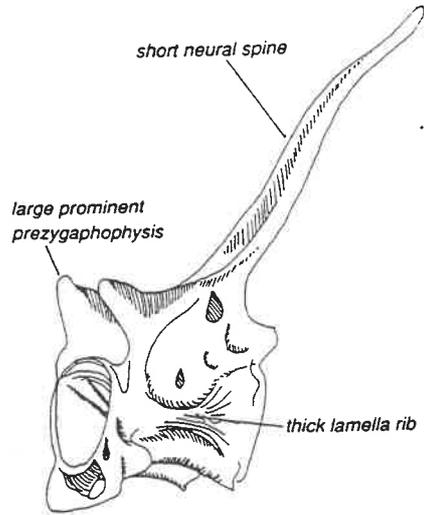
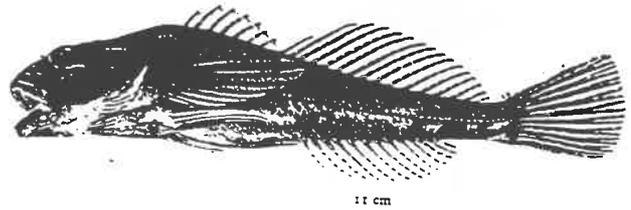
Zeichnung: Gehörsteine der Aalrutte<sup>4</sup>

**Wichtige Merkmale:**

Schuppen klein rundlich zerbrechlich, in Losungen kaum zu finden;

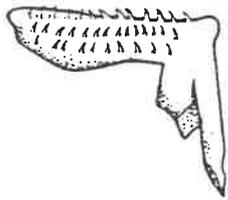
Wirbel: durch typische Ausbildung der Fortsätze und Basapophysen eigentlich unverwechselbar;

*Cottus gobio* (Koppe, Groppe)



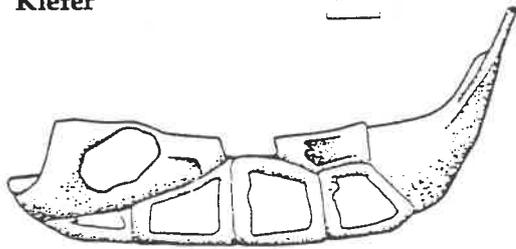
Brustwirbel einer Koppe

Schwanzwirbel einer Koppe

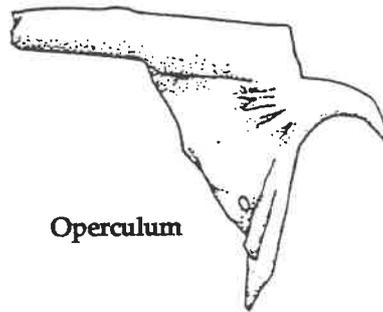


Kiefer

1mm



Brustbein



Operculum

(aus Conroy *et al.* 1993)

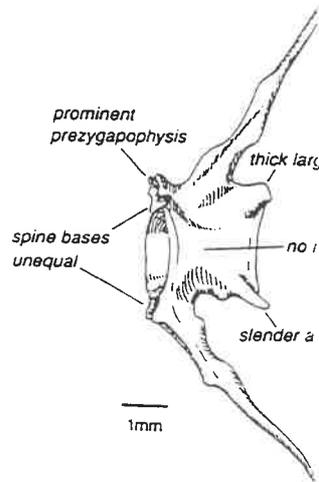
Wichtige Merkmale:

Wirbelzentrum mit einer einzelnen dicken Leiste, beide Fortsätze sehr kurz, Neuralfortsatz setzt in der Mitte an und hat eine breite Basis, dorsale Prezygapophyse groß und deutlich ausgeprägt, Basis des Neuralfortsatzes mit Foramen;

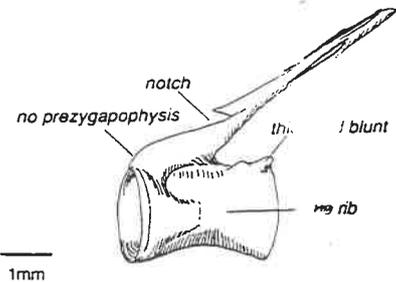
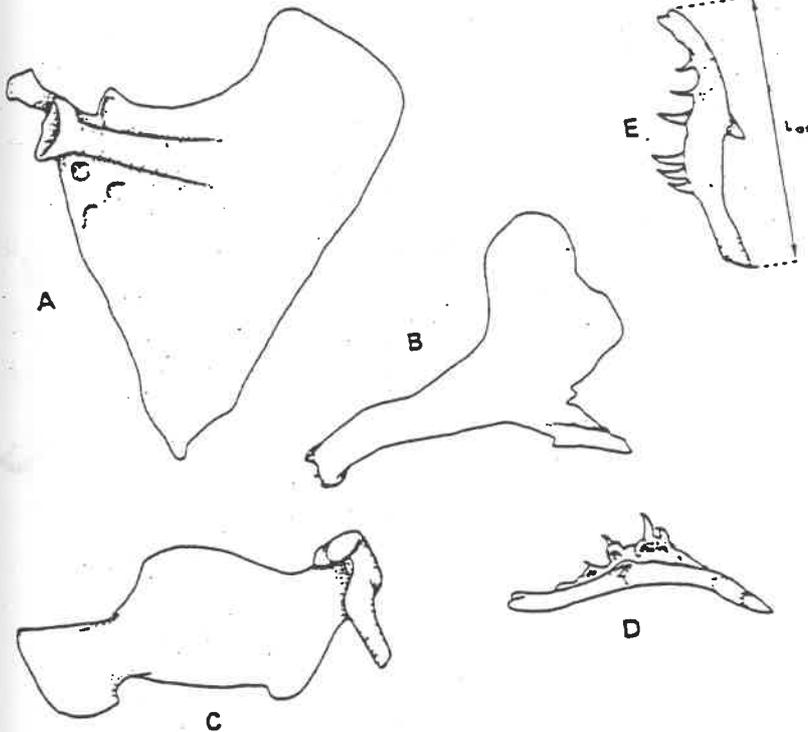
*Noemacheilus barbatulus* (Schmerle)



Schuppe einer Schmerle (0,3 x 0,3 mm)<sup>3</sup>



Schwanzwirbel einer Schmerle<sup>13</sup>



Brustwirbel einer Schmerle<sup>13</sup>

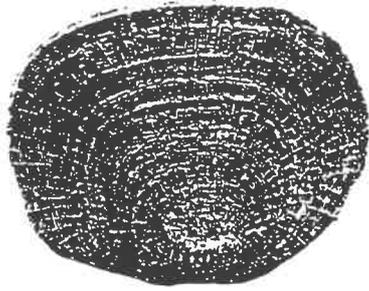
A: Operculum B: Unterkiefer C: Maxillare D + E: Schlundzähne<sup>7</sup>

**Wichtige Merkmale:**

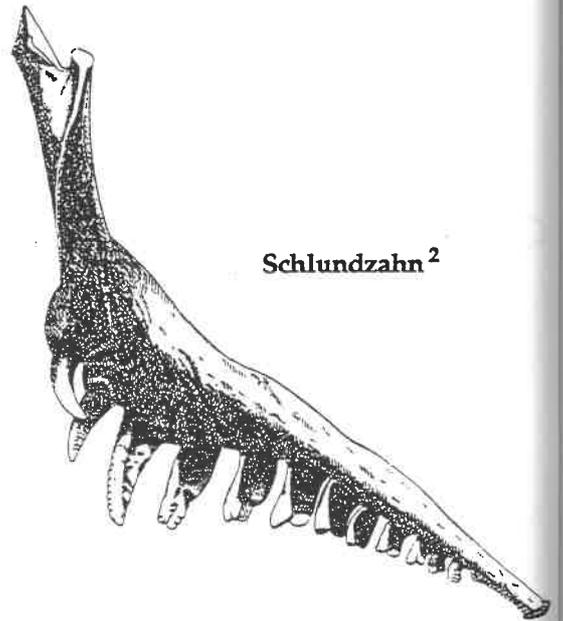
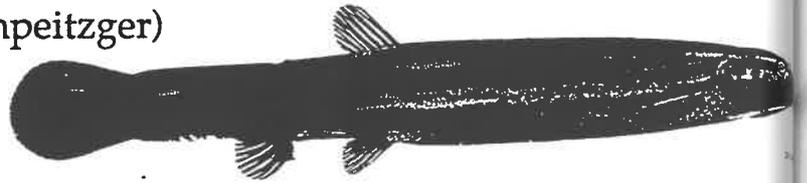
Schuppen: sehr klein und selten zu finden, eiförmig (0,3 x 0,3 mm);  
 Wirbelzentrum ohne ausgebildete Leiste, Fortsätze dick, Hämalfortsatz mehr nach hinten gerichtet als dickerer Neuralfortsatz, Basen der Fortsätze ungleich, dorsale Prezygapophysen dick, breit und stumpf, Thoraxwirbel ähnlich, aber mit einer charakteristischen Kerbe im Neuralfortsatz;

Schlundzähne: 6 größere, sehr schlanke Zähne, spitzer Fortsatz nach hinten  
 Operculum und Unterkiefer sehr arttypisch (vergl. mit anderen Cobitiden)

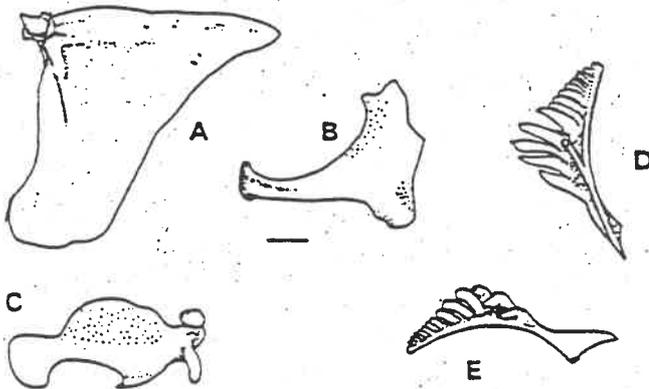
*Misgurnus fossilis* (Schlammpeitzger)



Schuppe (1,5 x 1,5 mm)<sup>3</sup>



Schlundzahn<sup>2</sup>



A: Operculum

B: Unterkiefer

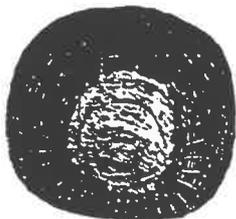
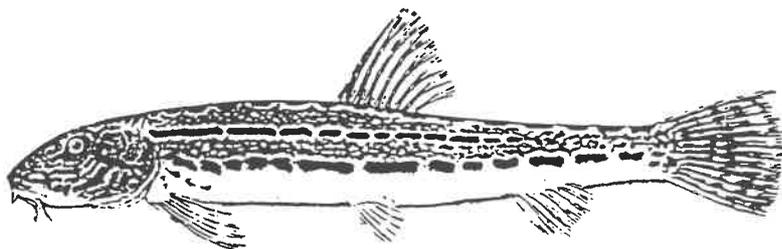
C: Maxillare

D + E: Schlundzähne<sup>7</sup>

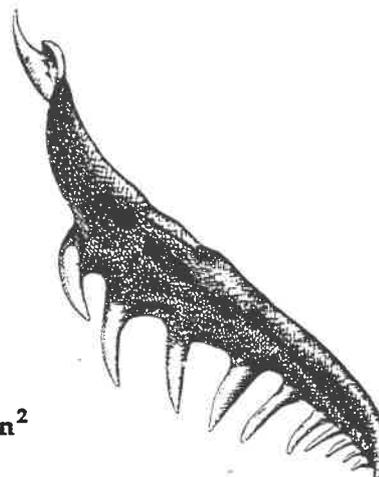
**Wichtige Merkmale:**

Schuppen: viele Radien, leicht rechteckig (1,5 x 1,5 mm);  
 Schlundzähne: 9 größere, dicke Zähne, breiter, stumpfer Fortsatz nach hinten;  
 Operculum und Unterkiefer sehr arttypisch (vergl. mit anderen Cobitiden)

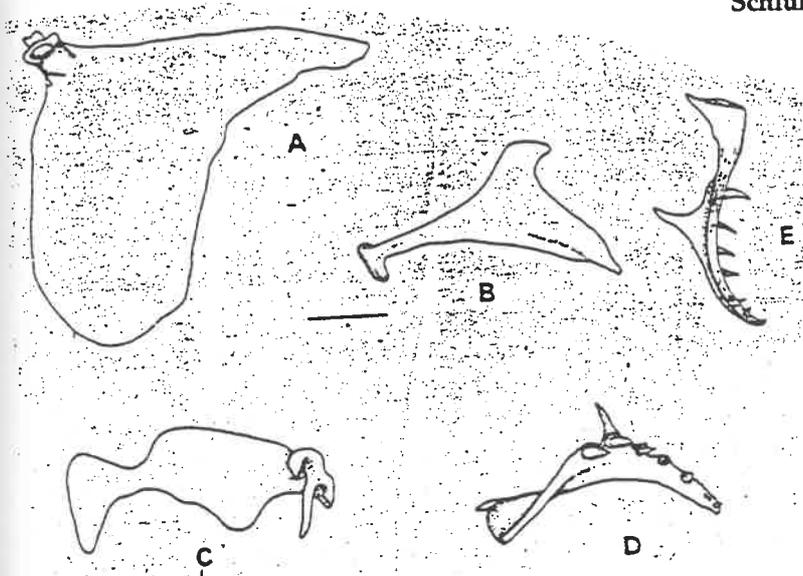
*Cobitis taenia* (Steinbeißer)



Schuppe (0,5 x 0,5 mm)<sup>3</sup>



Schlundzahn<sup>2</sup>

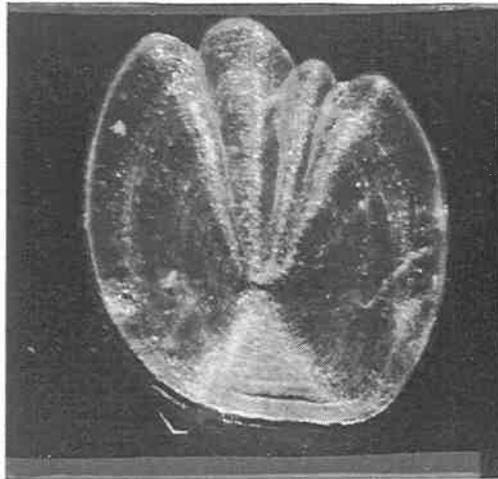
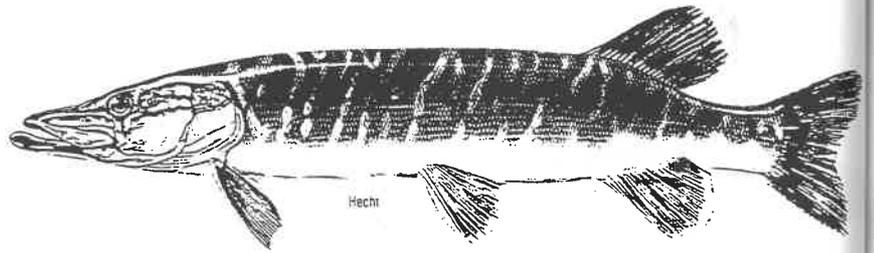


- A: Operculum
- B: Unterkiefer
- C: Maxillare
- D + E: Schlundzähne<sup>7</sup>

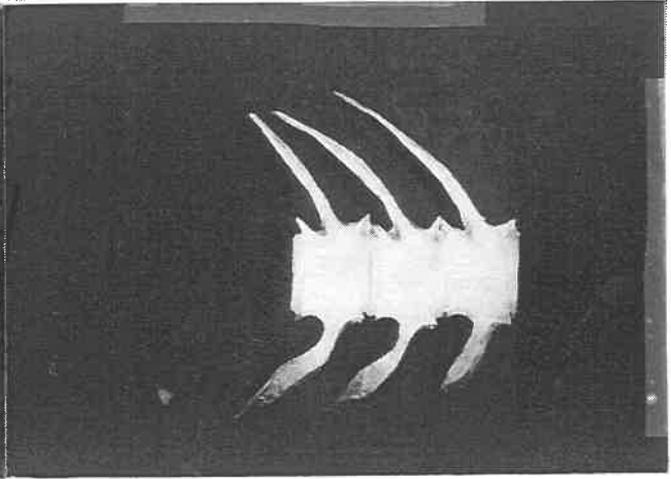
Wichtige Merkmale:

Schuppen: quadratisch (0,5 x 0,5 mm), viele Radien in alle Richtungen;  
Schlundzähne: 8 größere Zähne, stumpfer Fortsatz nach hinten;  
*Operculum* und Unterkiefer sehr arttypisch (vergl. mit anderen Cobitiden)

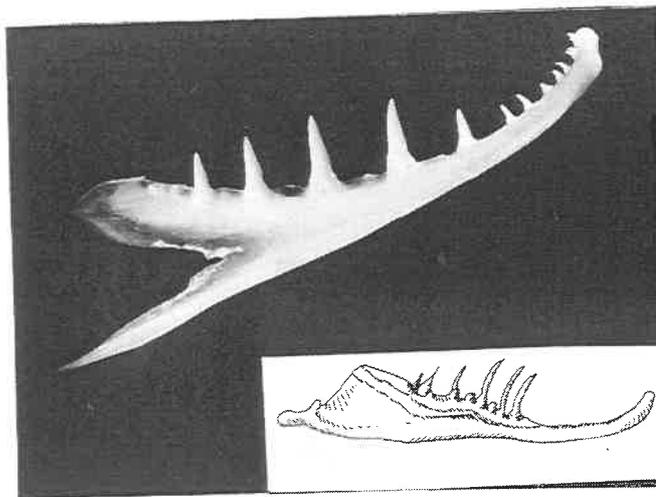
*Esox lucius* (Hecht)



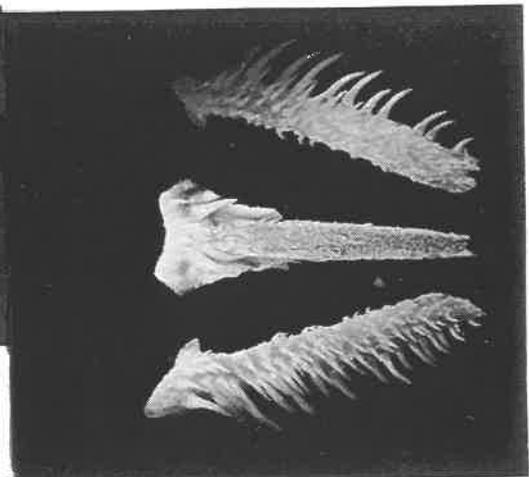
Schuppe eines Hechts (30 cm lang)



Hechtwirbel (Brustbereich)

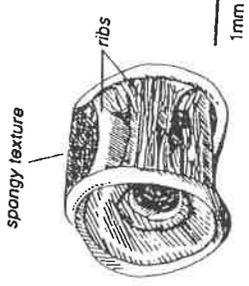
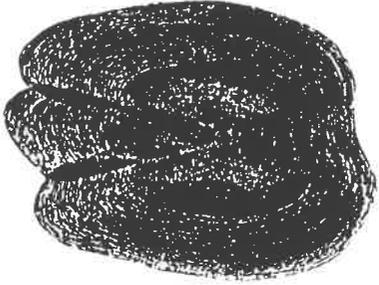


Hechtunterkiefer (Ansicht von innen)



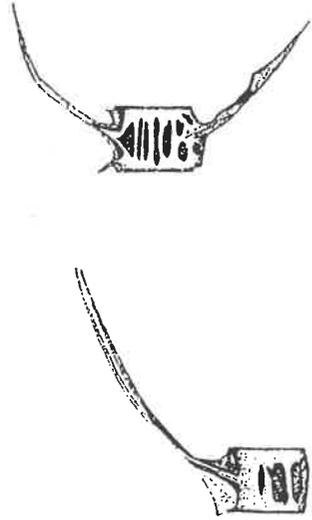
Bezahnte Gaumenknochen des Hechts

*Esox lucius*, 2. Seite



Zeichnung einer Hechtschuppe<sup>3</sup>

Hechtwirbel (ohne Fortsätze)<sup>13</sup>



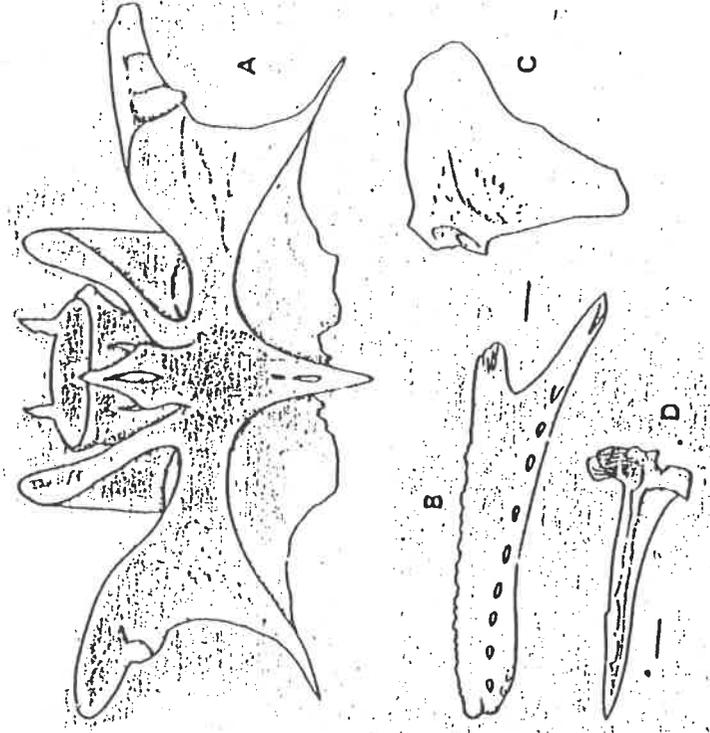
Hechtwirbel (Brust-, Schwanzwirbel und Urostyl)<sup>5</sup>

Wichtige Merkmale:

Schuppen: länglich oval, länger als breit, bis über 1 cm groß, Vorderseite dreifingrig

Kiefer: lange spitze, nach hinten gebogene Zähne, noch weitere Gaumenknochen mit zahlreichen spitzen Zähnen in mehreren Reihen;  
 Wirbel: In Seitenansicht sind die Prähämalwirbel des Hechts kompakt und annähernd quadratisch. Der Neuralfortsatz ist im vorderen Bereich gespalten und setzt etwa in der Mitte des Wirbelkörpers an. Präzygapophysen sind nur angedeutet. Die ersten 6 bis 8 Wirbel tragen starke obere Rippen. Auch die Hämalwirbel sind ungewöhnlich kurz. Kleine Neural- und Hämalbögen setzen in der Mitte des Wirbels an, seitlich sind viele Leisten angedeutet, die Struktur ist honigwabenartig. Exapophysen fehlen. Die Hypuralia am Urostyl sind alle nur lose mit dem Wirbel verbunden. Fortsätze in Losungen nie zu finden.

*Silurus glanis* (Wels, Waller)



A: erster Wirbel, Ansicht von oben

B: Unterkiefer

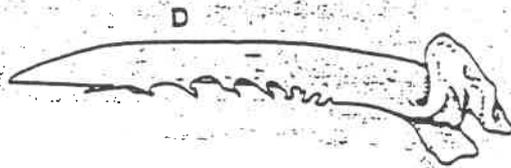
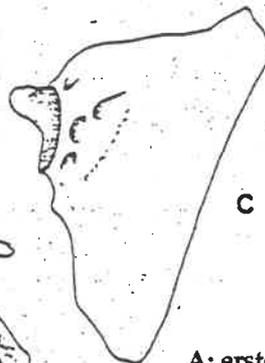
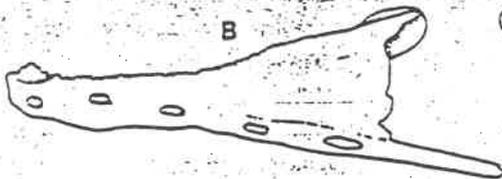
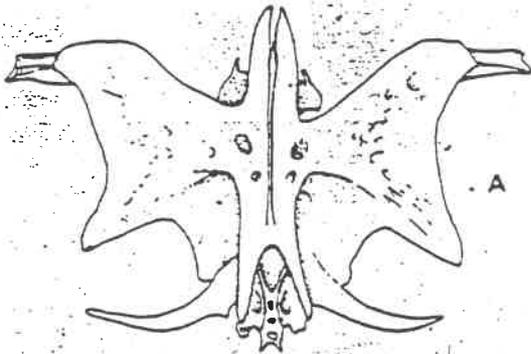
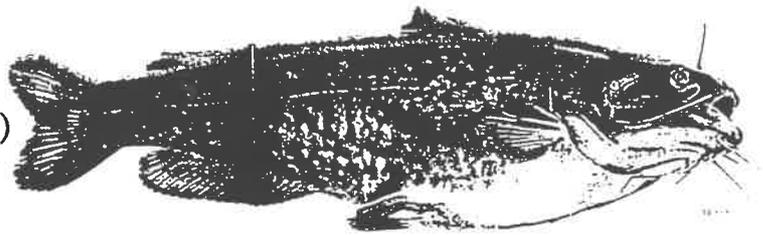
C: Operculum, Innenansicht

D: Hartstrahl der Brustflosse<sup>7</sup>

**Wichtige Merkmale:**

Wirbel: erster Wirbel breiter als lang, Fortsätze vollkommen anders als bei Zwergwels;  
Unterkiefer mit vielen, kleinen Foramen (9) in gleichmäßigen Abständen, keine größeren Zähne, Unterkiefer im Ansatz ungefähr gleich hoch wie vorne;

*Ictalurus nebulosus* (Zwergwels)



A: erster Wirbel, Ansicht von oben

B: Unterkiefer

C: Operculum, Innenansicht

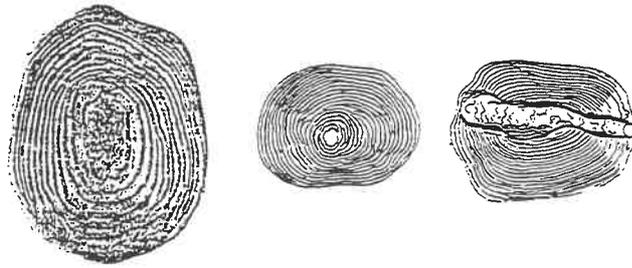
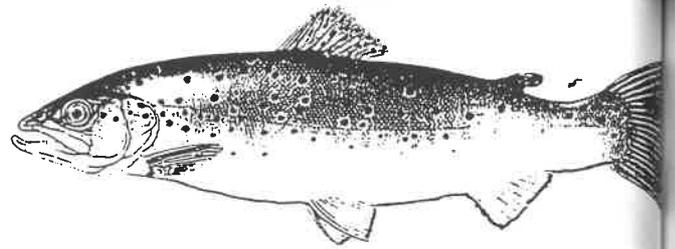
D: Hartstrahl der Brustflosse<sup>7</sup>

**Wichtige Merkmale:**

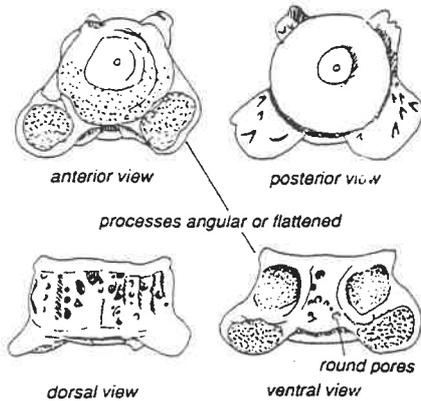
Wirbel: erster Wirbel länger als breit, Fortsätze vollkommen anders als bei Wels;

Unterkiefer mit weniger (5) und größeren Foramen in gleichmäßigen Abständen, keine größeren Zähne, Unterkiefer im Ansatz deutlich höher als vorne;

*Salmo trutta f. fario* (Bachforelle)

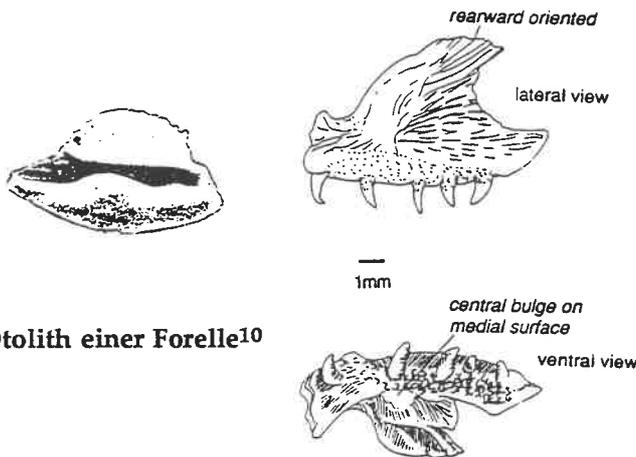


Forellenschuppen (1 x 1,5 mm)<sup>3</sup>

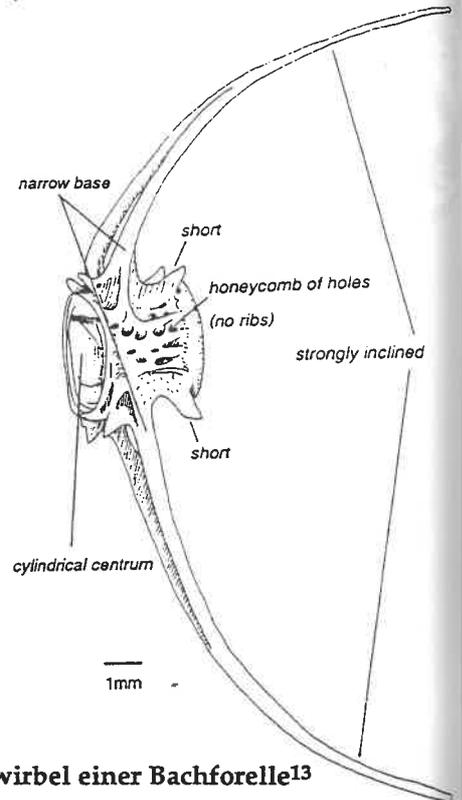


1mm

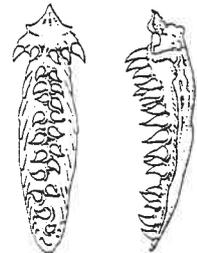
Atlas: Ansicht von vorne, hinten, ventral u. dorsal<sup>13</sup>



Premaxilla<sup>13</sup>



Schwanzwirbel einer Bachforelle<sup>13</sup>

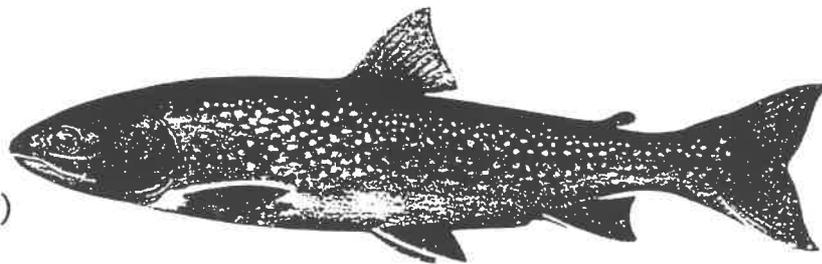


Pflugcharbein (Foto und Zeichnung<sup>3</sup>)

Wichtige Merkmale:

Schuppen sind klein, rundlich und zerbrechlich;  
 Haemal- und Neuralfortsatz dünn und gekrümmt, Wirbelzentrum honigwabentypig, dorsale Postzygapophyse nicht stark ausgebildet;  
 Pflugcharbein mit 5 Zähnen auf der Platte, am Stiel meist Doppelzahnreihen (6-22 Zähne);

*Salvelinus alpinus* (Seesaibling)



Schuppe eines Saiblings (1 x 1,5 mm)<sup>3</sup>

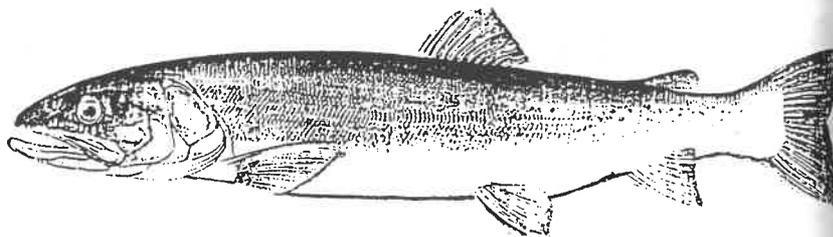


Zeichnung: Pflugscharbein<sup>3</sup>

Wichtige Merkmale:

Pflugscharbein kurz, am Vorderteil Zähne, Stiel zahnlos, mit 5 Zähnen auf der Platte, 4 davon in einer Reihe,

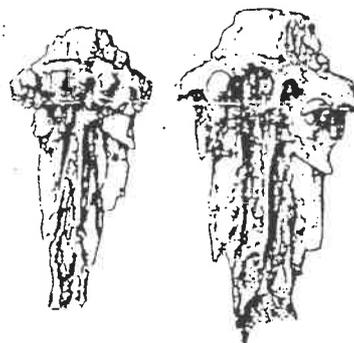
*Hucho hucho* (Huchen)



Schuppe eines Huchen (3 x 5 mm)<sup>3</sup>



Pflugscharbein eines jungen 24 cm  
langen Huchen (Strich daneben  
die natürliche Größe);<sup>9</sup>



Pflugscharbeine von adulten Huchen (natürliche  
Größe), Ansicht von vorne (a) und von der Seite (b);<sup>9</sup>

**Wichtige Merkmale:**

Schuppen: wesentlich größer und eckiger als bei Bachforelle, nicht so oval;  
Pflugscharbein mit 7 Zähnen auf der vorderen stumpfzipfeligen Platte, Stiel  
ohne Zähne

*Oncorhynchus mykiss* (Regenbogenforelle)

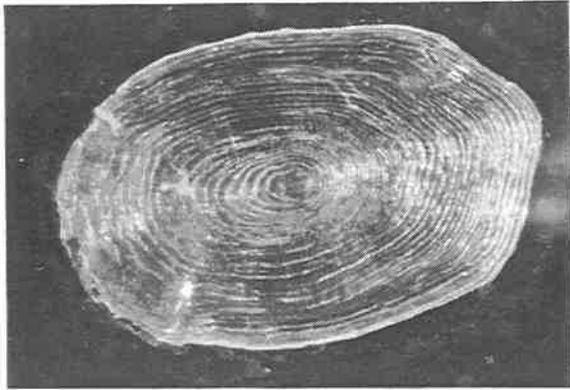
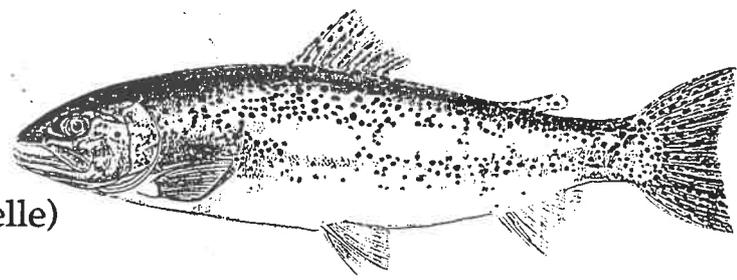


Foto: Schuppe einer Regenbogenforelle (25 x)    Zeichnung: Schuppe einer Regenbogenforelle<sup>3</sup>



Foto: Pflugscharbein der Regenbogenforelle (4 x)

**Wichtige Merkmale:**

Schuppen meist deutlich größer als bei gleich großer Bachforelle  
Wirbel: Haemal- und Neuralfortsatz dünn und gekurvt, Zentrum  
          honigwabenartig  
Pflugscharbein vorne nur 4 Zähne

*Thymallus thymallus* (Äsche)

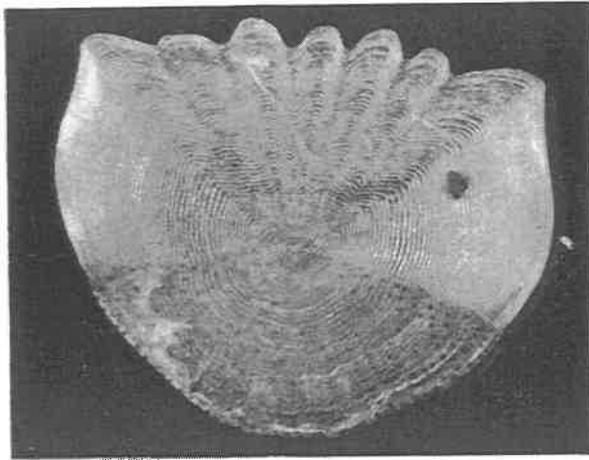
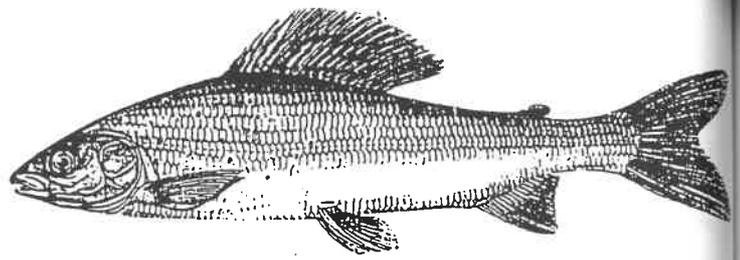
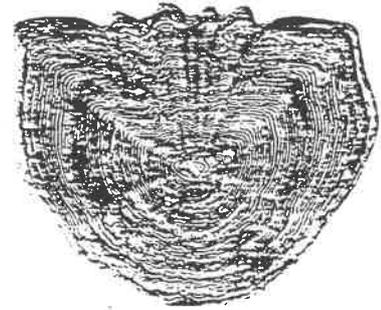
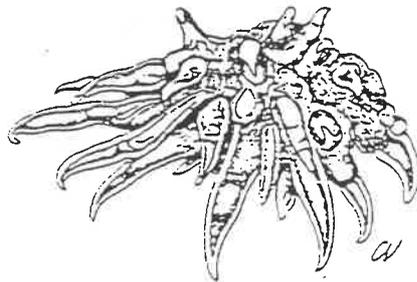


Foto: Schuppe einer Äsche

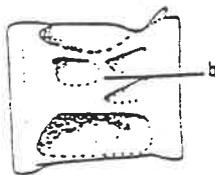


Zeichnung: Schuppe einer Äsche<sup>3</sup>



Pflugscharbein und Schlundzähne der Äsche (6 x)<sup>9</sup>

Otolith einer Äsche<sup>10</sup>



Wirbel der Äsche (links thorakal, rechts caudal)<sup>7, 12</sup>

Wichtige Merkmale:

Schuppen cyprinidenähnlich, typisch ist der gezakte obere Rand;  
 Haemal- und Neuralfortsatz dünn und gekurvt, dorsale Postzygapophyse am  
 Wirbel stark ausgebildet, Seitenstruktur nicht deutlich honigwabenartig;  
 Pflugscharbein mit drei Zahnreihen auf der Platte, Stiel ohne Zähne



*Coregonus lavaretus* (Maräne)

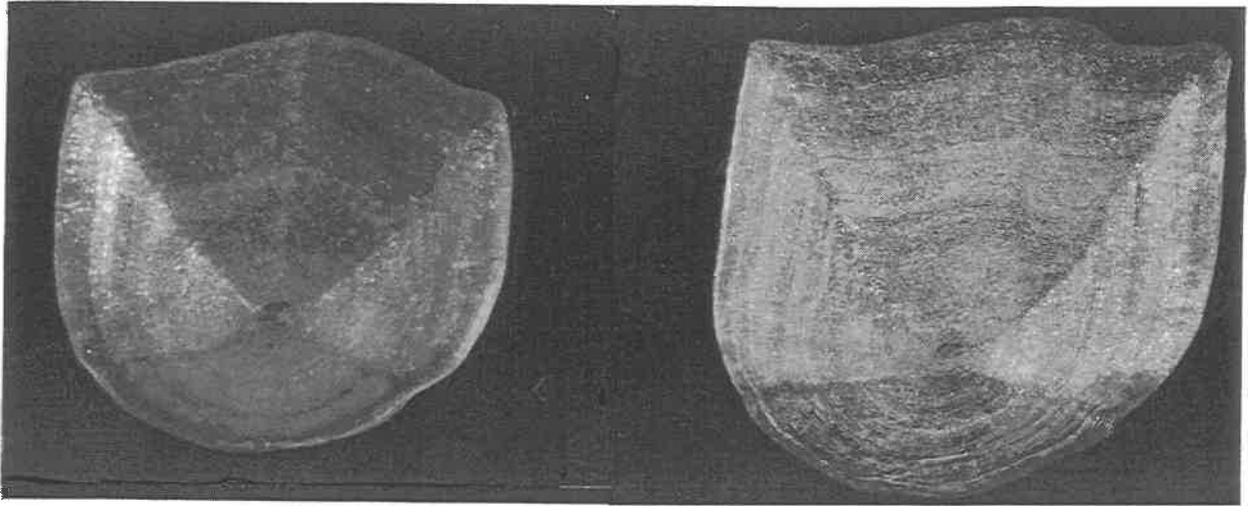
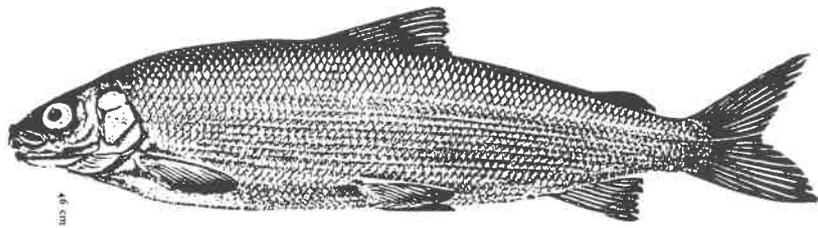


Foto: Schuppe (aus Seite ober Seitenlinie; 10 x)

Foto: Schuppe (aus Seite unter Sl.; 10 x)

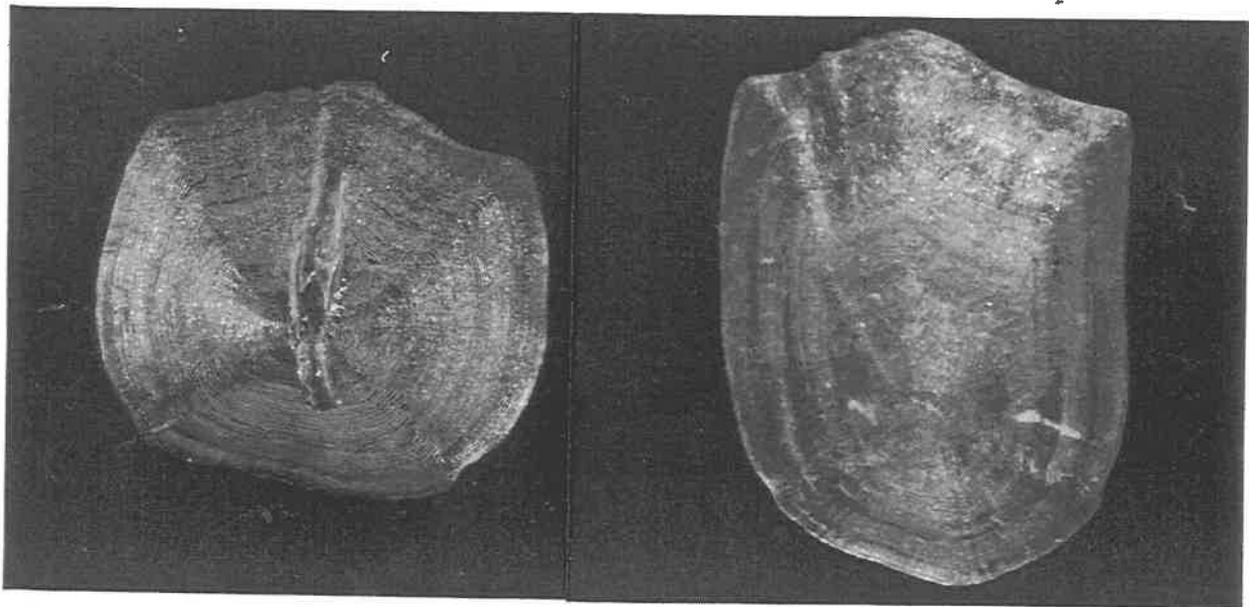


Foto: Schuppe aus Seitenlinie (10 x)

Foto: Schuppe vom Bauch (10 x)



Zeichnung: Otolith einer Corgone<sup>10</sup>

*Coregonus lavaretus*, 2. Seite

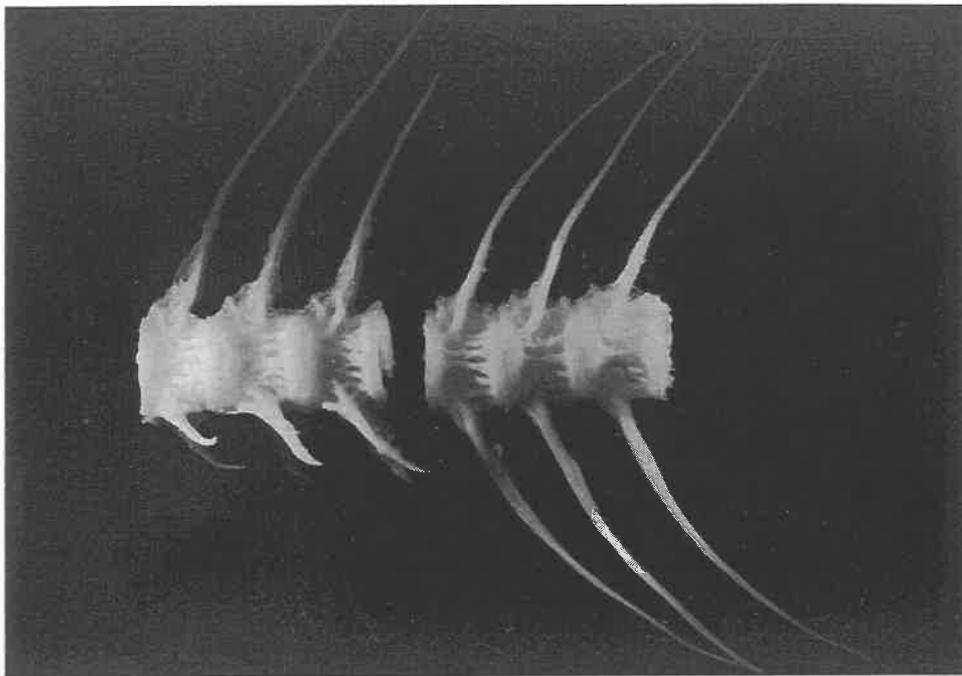


Foto: CoregonenWirbel (links thorakal, rechts caudal; Wirbellänge = 3 mm)



Foto: Operculum (2 - fach)

Foto: Schuppe einer kleinen Maräne (12 cm; 20 x)

**Wichtige Merkmale:**

- Schuppen der Coregonen sind cyprinidenähnlich, haben aber keine deutlich ausgeprägten Radien;
- Wirbel: Haemal- und Neuralfortsatz dünn und gekurvt, dorsale Postzygapophyse am Wirbel stark ausgebildet, Seitenstruktur deutlich honigwabenartig, kein Unterscheidungsmerkmal zu *C. peled*;

*Coregonus peled* (Peledmaräne)

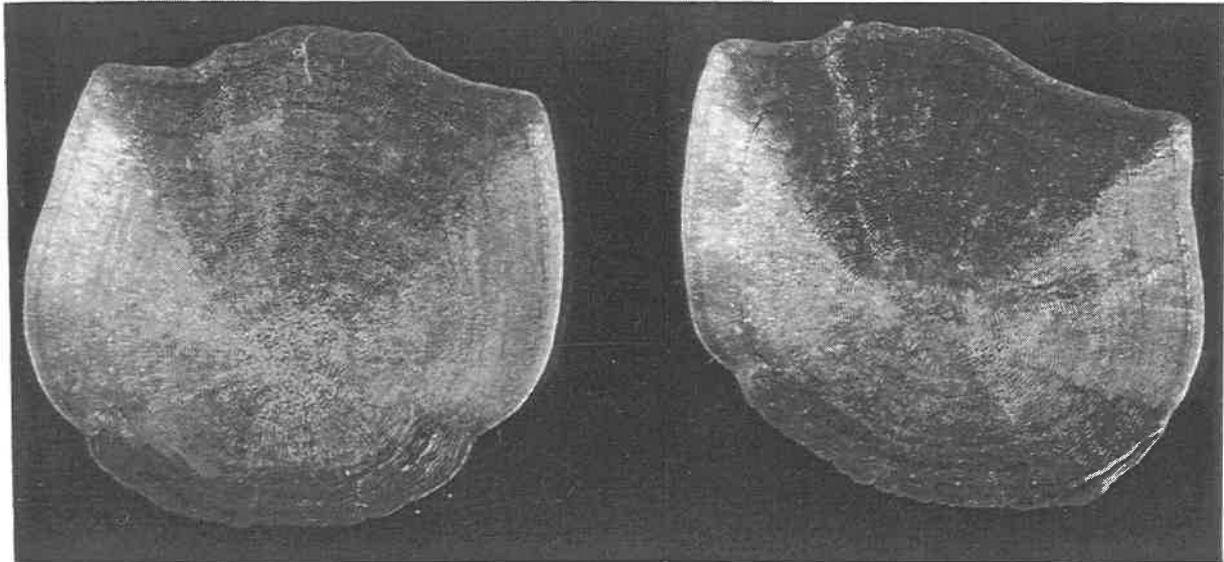
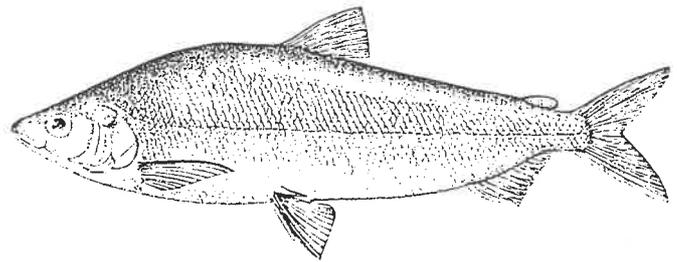


Foto: Schuppe (aus Seite ober SL; 10 x)

Foto: Schuppe (aus Seite unter SL; 10 x)

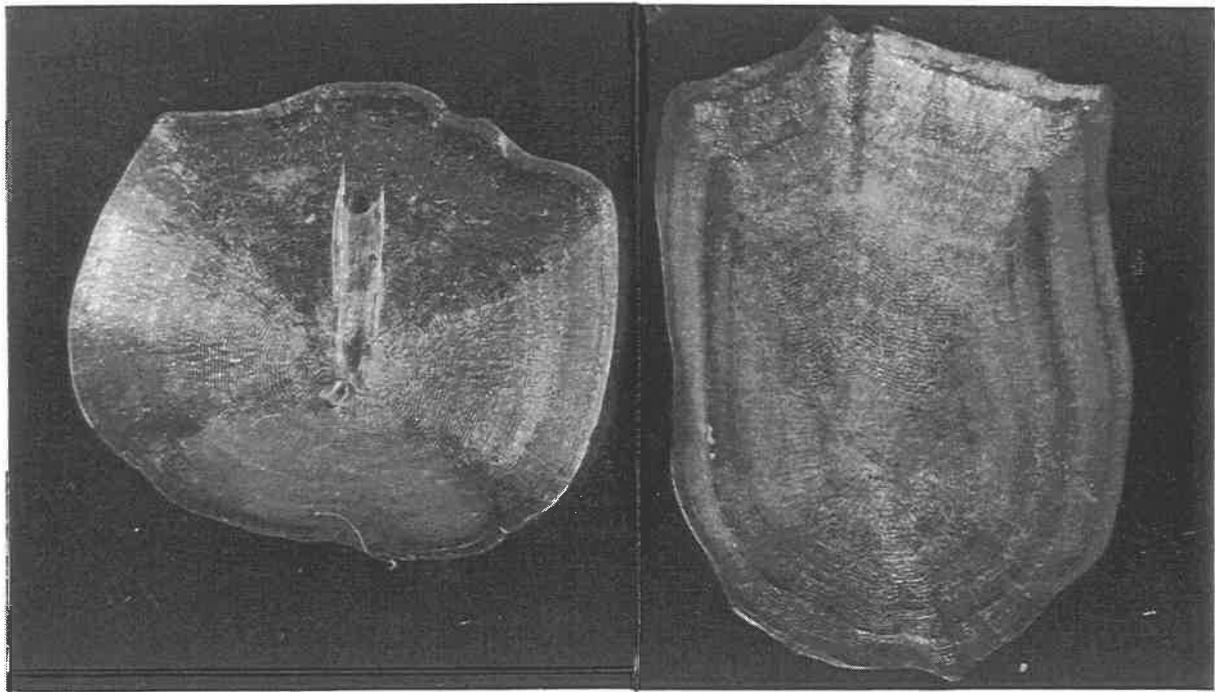


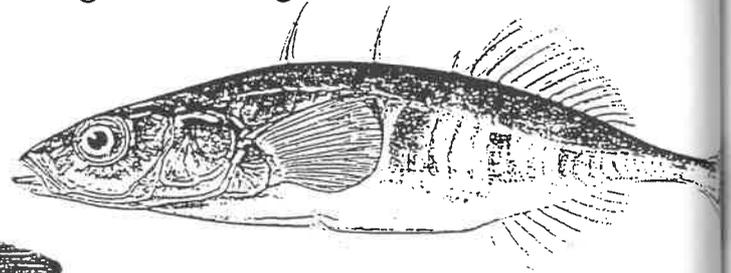
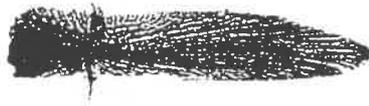
Foto: Schuppe aus der Seitenlinie; (10 x)

Foto: Schuppe vom Bauch (10 x)

Wichtige Merkmale:

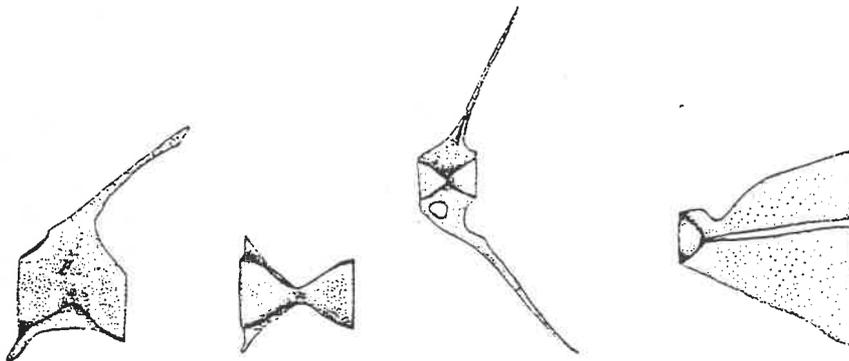
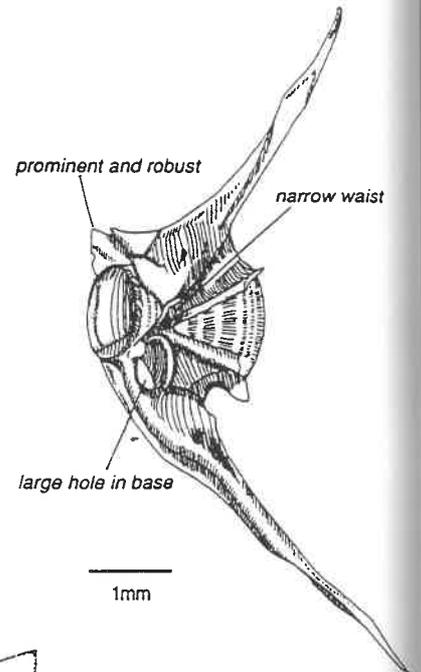
Siehe *C. lavaretus*;

*Gasterosteus aculeatus* (dreistacheliger Stichling)



Schuppen des Stichlings (0,5 x 1 mm)

Schwanzwirbel<sup>13</sup>



Prehaemalwirbel (Seiten- und Ventralansicht), Haemalwirbel und Urostyl des Stichlings.<sup>5</sup>

**Wichtige Merkmale:**

Stichlingswirbel haben keine seitliche Leisten und die Basapophyse ist mit dem Wirbel verwachsen. Die Hämalwirbel sind durch den breiten Ansatz von Neural- und Hämalbogen gekennzeichnet, außerdem befindet sich in der Basis des Hämalbogens ein Loch. Die Wirbel von 3 und 9 stacheligen Stichling lassen sich aufgrund weiterer Merkmale sicher unterscheiden (Mehner 1990).

*Cyprinus carpio* (Karpfen)

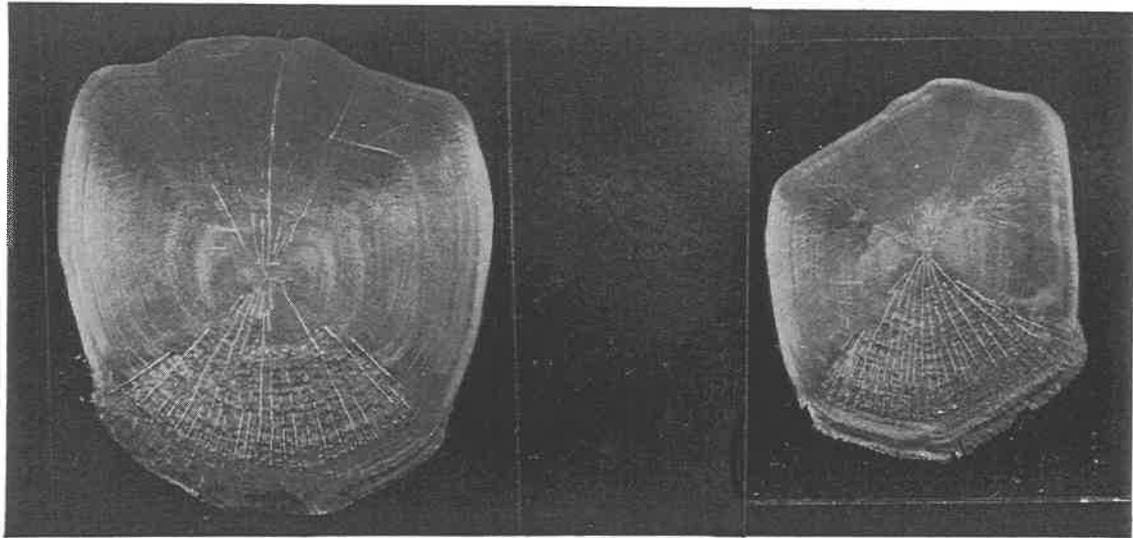
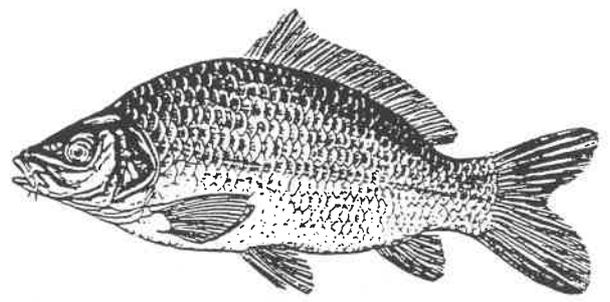


Foto: Schuppe (aus Seite ober Seitenlinie; 2 x)

Foto: Schuppe (unter Seitenlinie; 2 x)

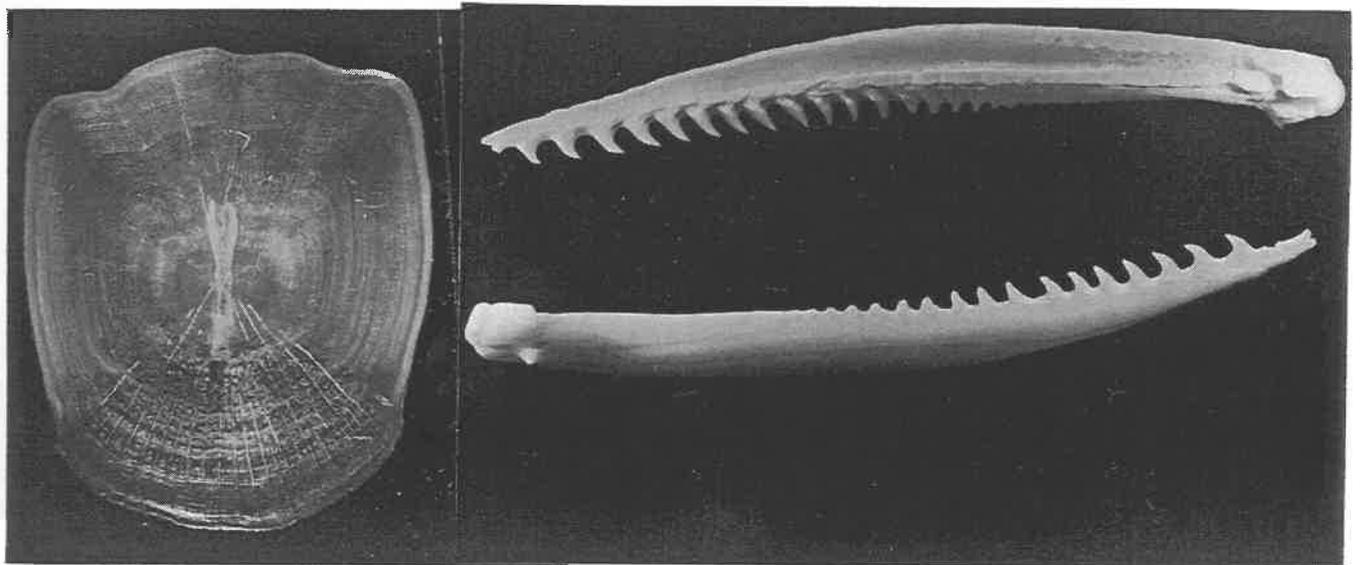
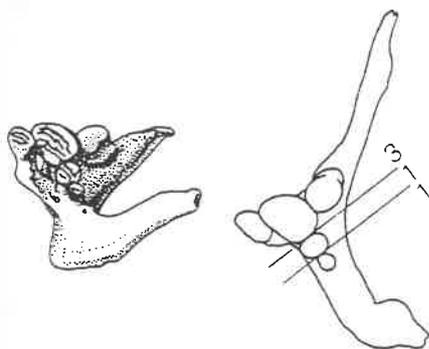


Foto: Schuppe (aus Seitenlinie; 2 x)

Foto: 1. Hartstrahl der Rückenflosse (2 x)



Zeichnung: Karpfenschlundzahn



Foto: Schlundzahn (einzelner Zahn, von oben gesehen; 20 x)

*Cyprinus carpio*, 2. Seite

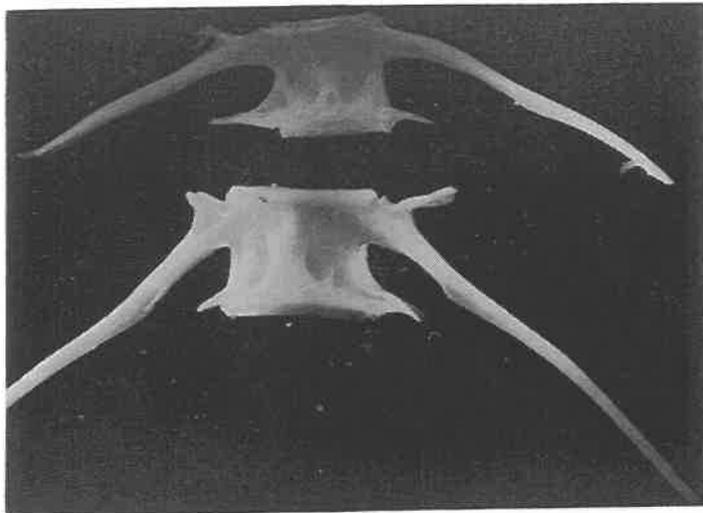
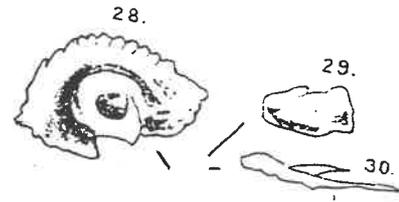


Foto: Karpfenwirbel (caudal; 4 x)



Zeichnung: Otolithen eines Karpfen<sup>10</sup>

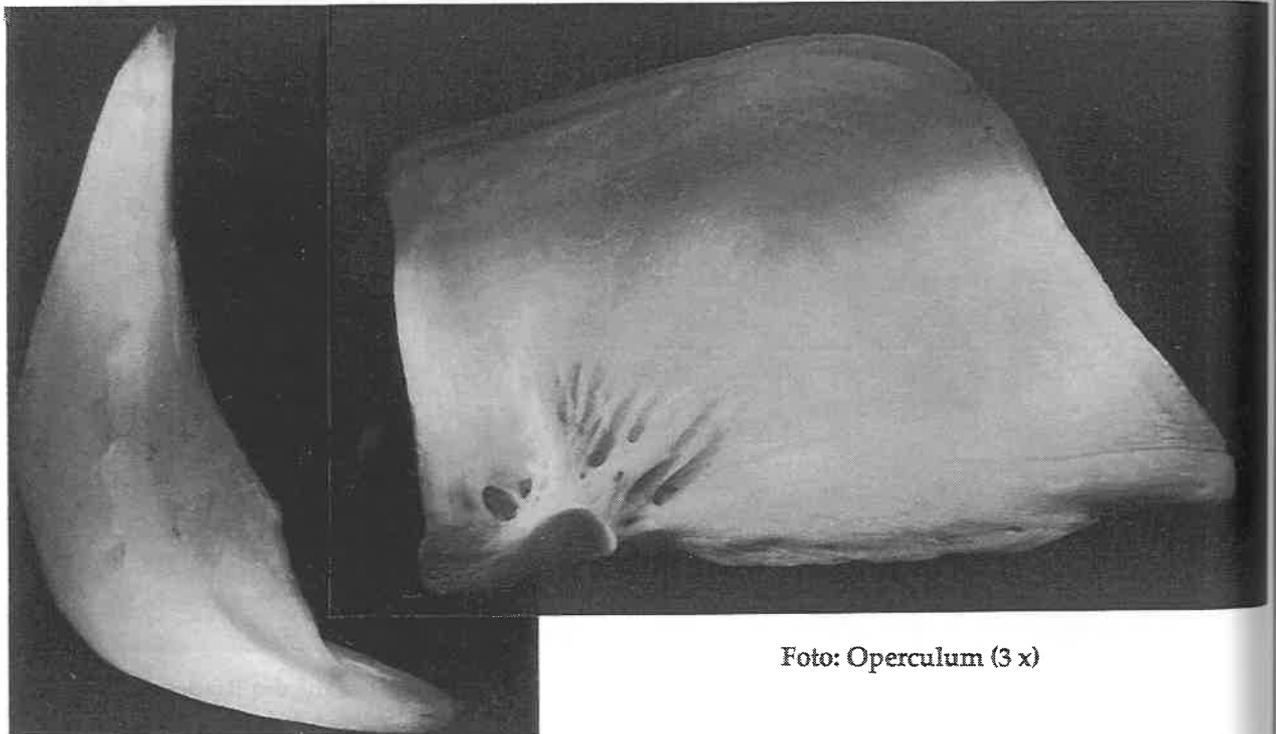


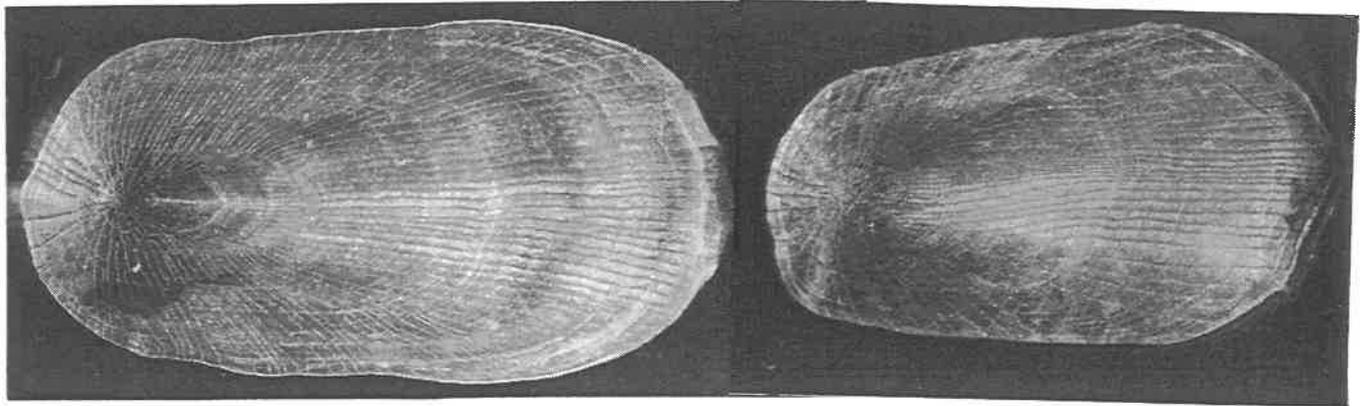
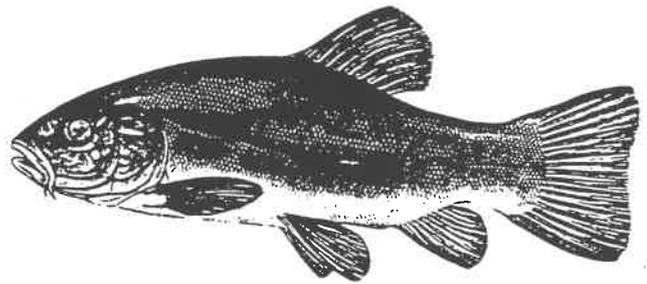
Foto: Operculum (3 x)

Foto: Preoperculum (3 x)

**Wichtige Merkmale:**

- Schuppen sind groß, quadratisch, fast ohne Krone;
- Wirbel: typischer großer Cyprinidenwirbel, seitliche Leiste breit und bei den hinteren Schwanzwirbeln porös bis honigwabenartig;
- Schlundzahn: Kaufläche des Einzelzahns aufgrund halbmondförmiger Kerbung unverwechselbar (Formel: 1. 2. 3. - 3. 2. 1.);
- 1. Hartstrahl der Rückenflosse mit arttypischer Zähnung;

*Tinca tinca* (Schleie)



Fotos: Schleieschuppen (20 x)

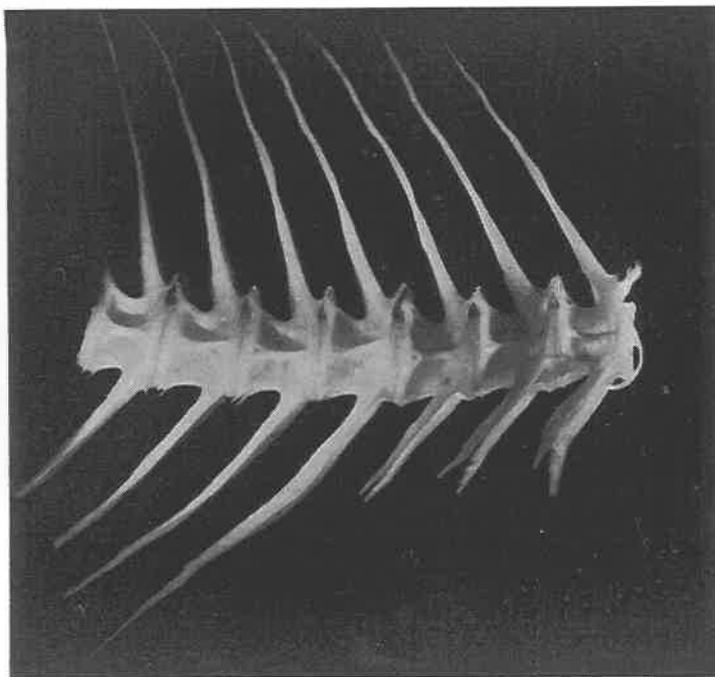
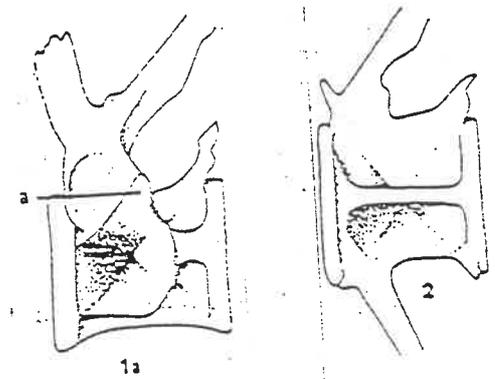


Foto: Schwanz- und Brustwirbel der Schleie



Zeichnung: Wirbel der Schleie<sup>7, 12</sup>

*Tinca tinca*, 2. Seite

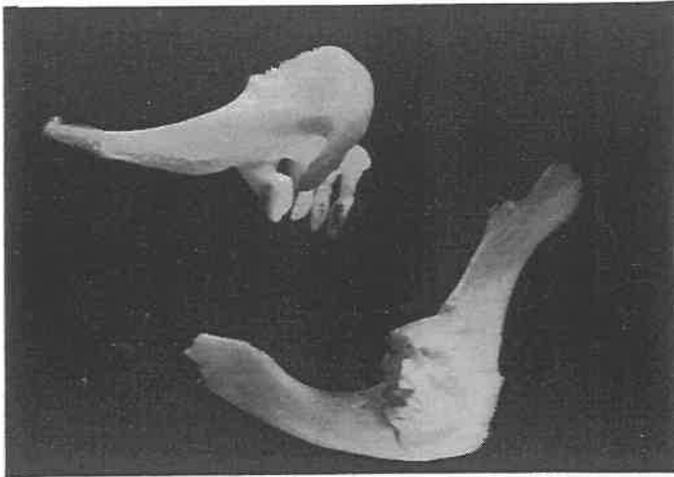
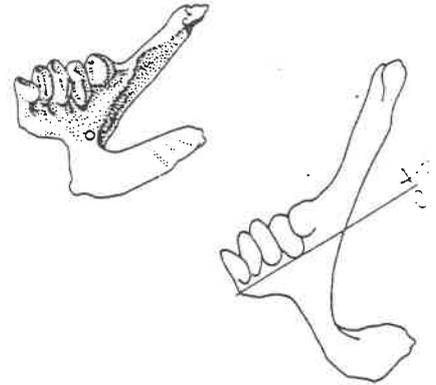
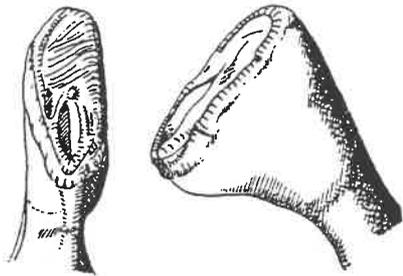


Foto: Schlundzahn der Schleie (8 x)



Zeichnung: Schlundzahn der Schleie



Zeichnung: Einzelzahn einer Schleie<sup>2</sup>

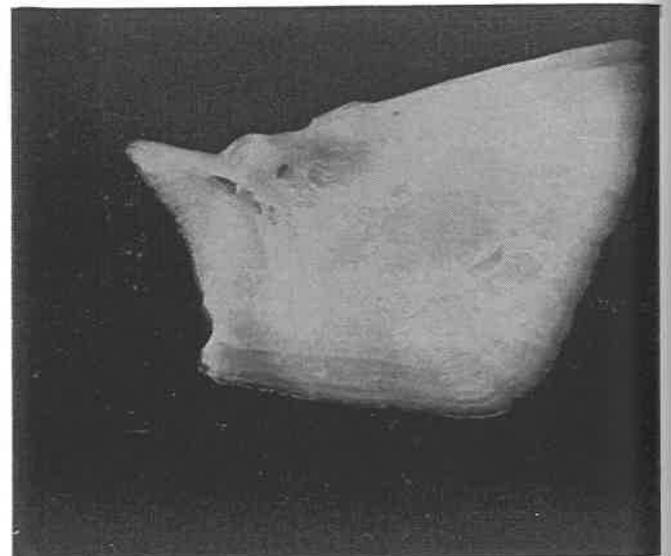
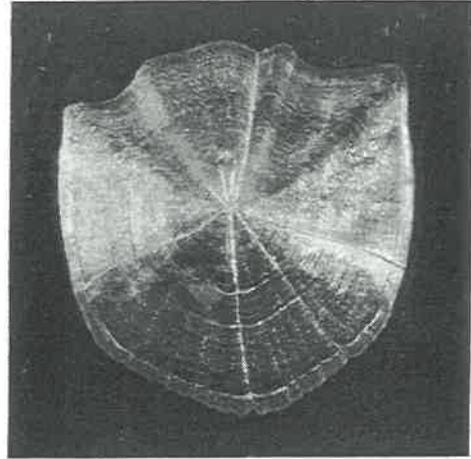
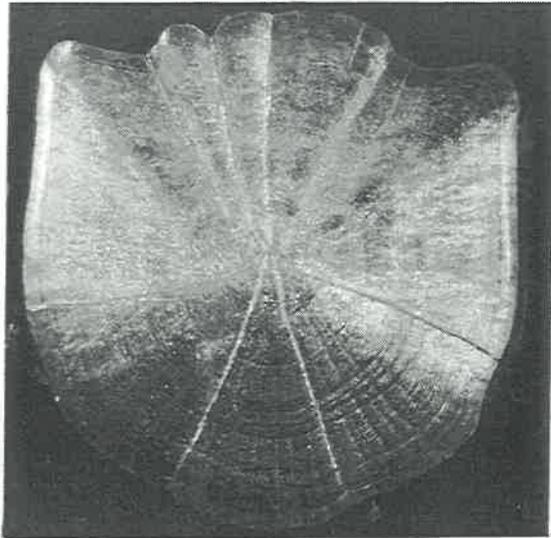
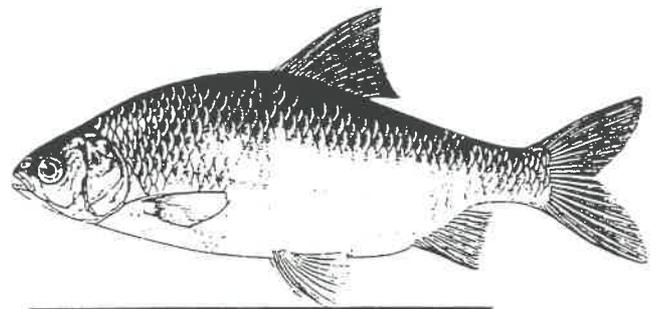


Foto: Operculum einer Schleie

**Wichtige Merkmale:**

- ✓ Schuppen: klein, zerbrechlich, eiförmig, Zeichnung und Anordnung der Radien sehr typisch, mit anderen Cyprinidenschuppen nicht zu verwechseln;
- Schlundzahn: Formel 4 - 4 (mit Variationen), Kaufläche ähnlich Karpfen, aber ohne halbmondförmige Ringe;

*Rutilus rutilus* (Rotaue, Plötze)



Fotos: Schuppe aus der Seite ober Sl. (10 x)

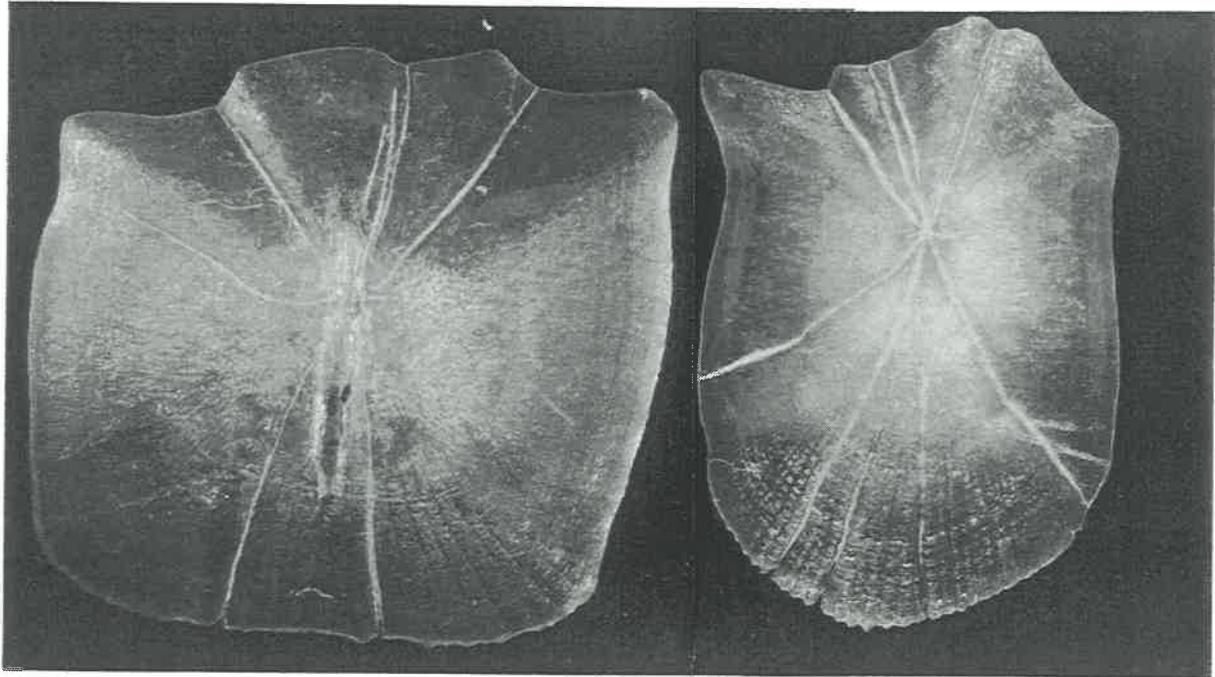


Foto: Schuppe aus der Seitenlinie (10 x)

Foto: Schuppe vom Bauch (10 x)



Zeichnung: Otolithen vom Rotaue<sup>10</sup>



*Rutilus rutilus*, 2. Seite

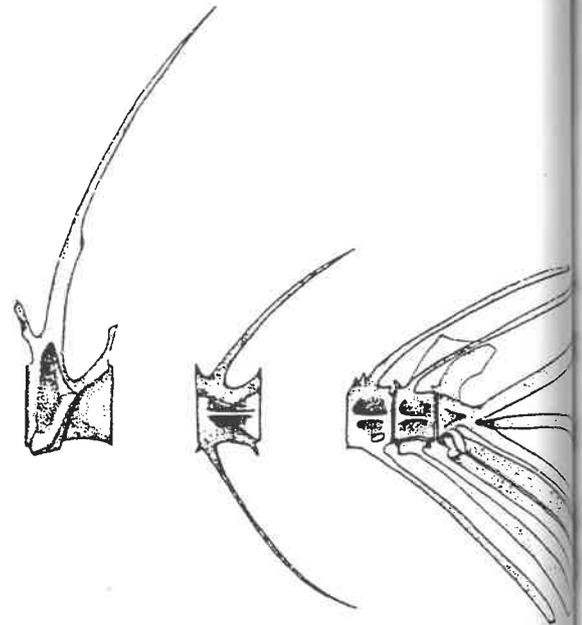
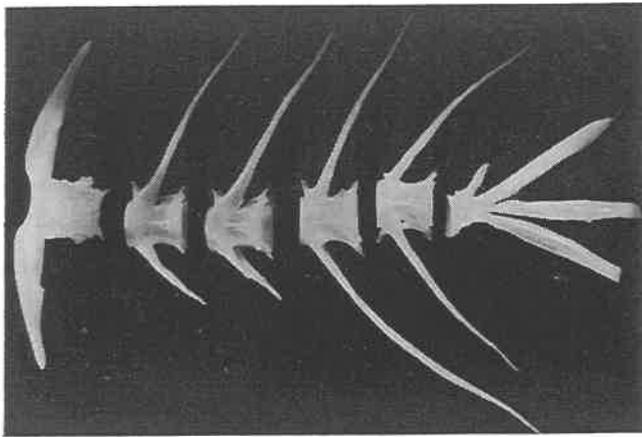


Foto und Zeichnung<sup>5</sup>: Atlas, Brust- u. Schwanzwirbel und Urostyl vom Rotaug (3 x vergrößert)

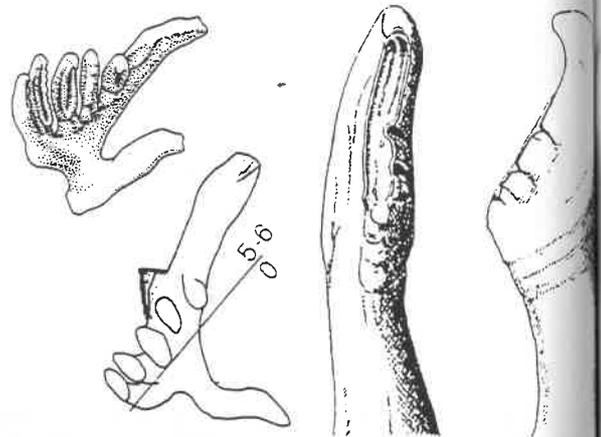
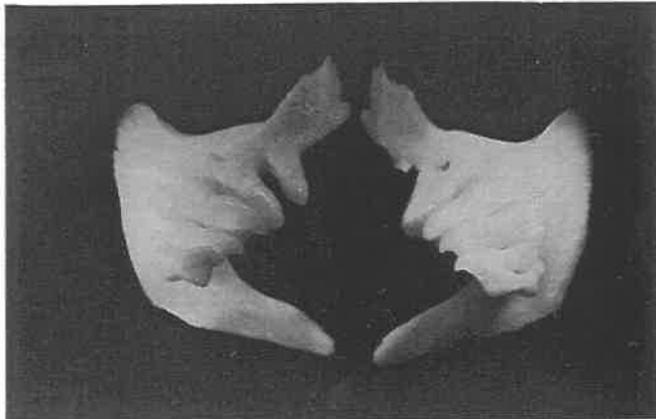


Foto und Zeichnung<sup>12, 2</sup>: Schlundzähne vom Rotaug, rechts einzelner Zahn

Operculum und Preoperculum vom Rotaug (5 x)



Wichtige Merkmale:

Schuppen haben eine deutliche zentrale Krone; 4 - 5 deutliche ausgebildete Radien, vorne und caudal, oft mit deutlich ausgebildeten Bruchstellen, Focus weit vorne, klare Ringe, sanfter hinterer Rand;  
Wirbelzentrum länger als breit, einzelner Kamm oft in zwei Leisten gespalten;  
Schlundzähne: spitz, stark gesägt, Formel: 6 - 6 (5 - 5);

*Scardinius erythrophthalmus* (Rotfeder)

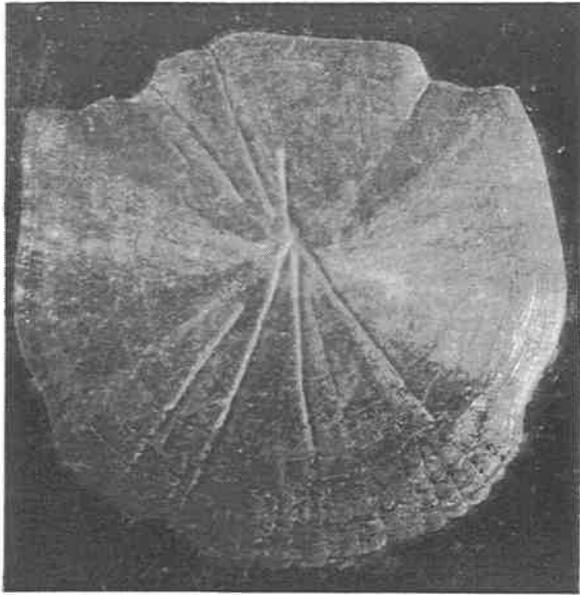
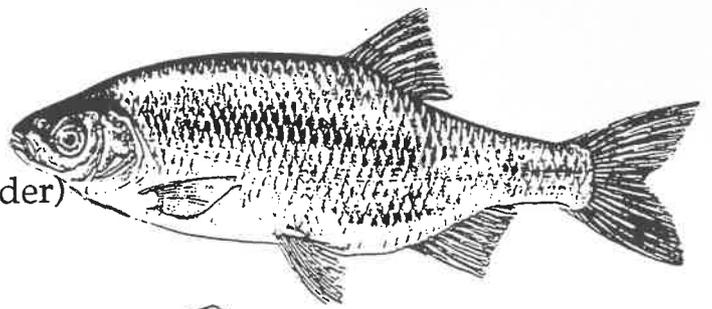
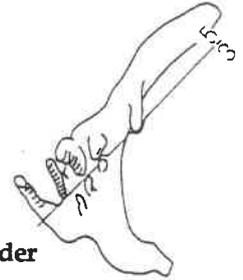
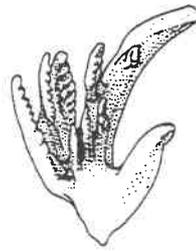
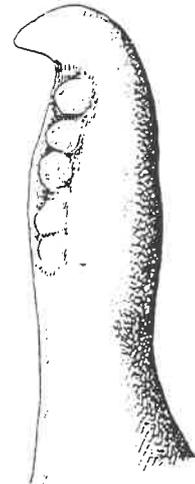
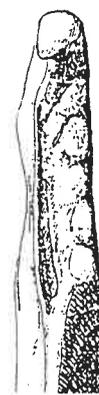


Foto: Schuppe (aus Seite; 12 x)



Zeichnung: Schlundzähne der Rotfeder



Zeichnung: Einzeler Schlundzahn<sup>2</sup>

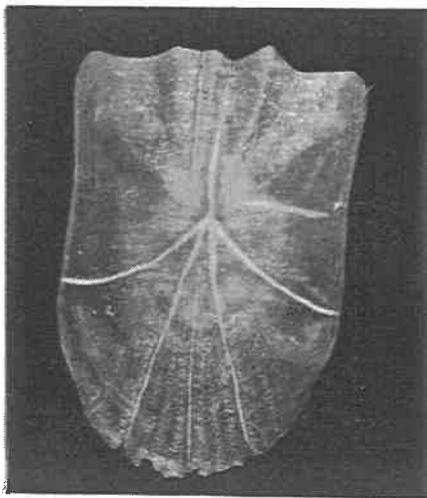


Foto: Schuppe vom Bauch (12 x)

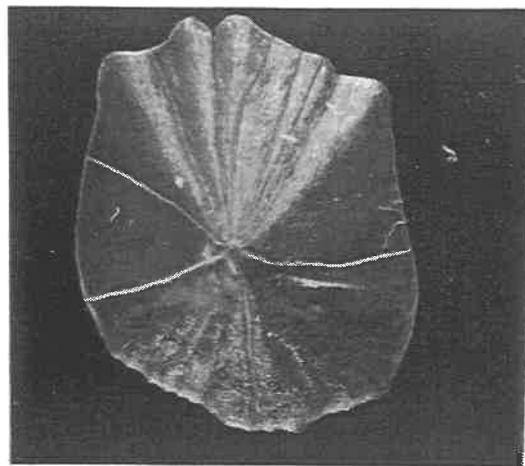


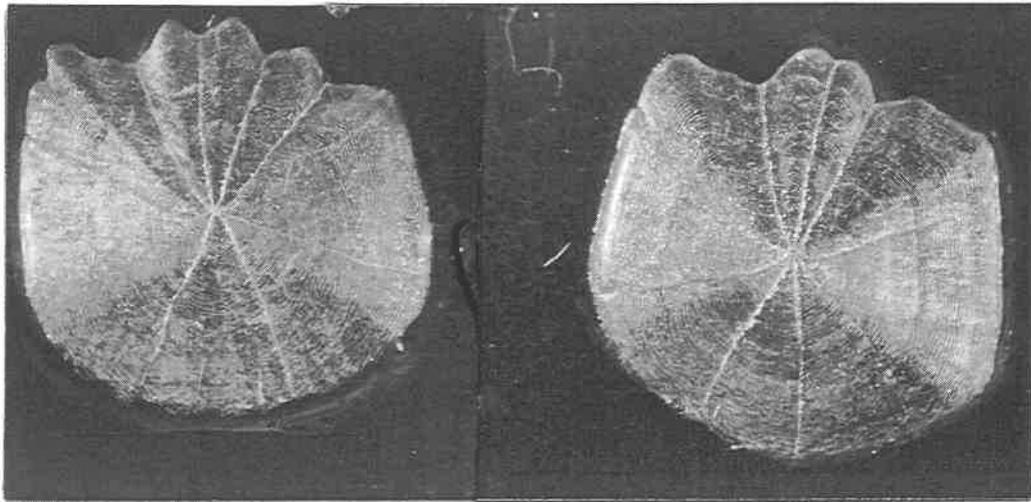
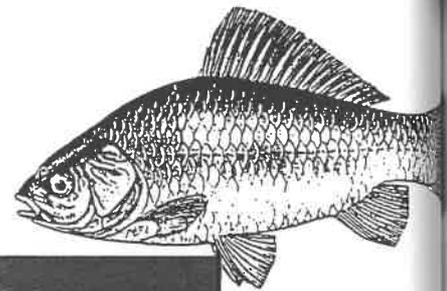
Foto: Schuppe aus dem Schwanzbereich (12 x)

**Wichtige Merkmale:**

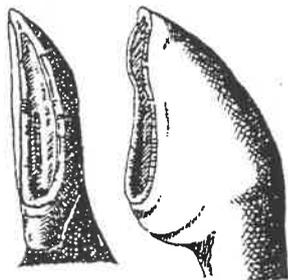
Schuppen haben eine deutliche zentrale Krone; 4 - 5 deutliche ausgebildete Radien, vorne und caudal, oft mit deutlich ausgebildeten Bruchstellen, Focus weit hinten (caudal), caudale Ringe mit Welle, gewellter hinterer Rand;

Schlundzähne: Schlundzahnformel (3. 5.-5. 3.) ist gleich wie bei *Gobio*, die Rotfeder ist aber durchschnittlich viel größer (siehe Wachstumstabelle),

*Carassius auratus gibelio* (Gibel)



Fotos: Schuppen vom Gibel (10 x)



Einzelne Schlundzähne<sup>2</sup>



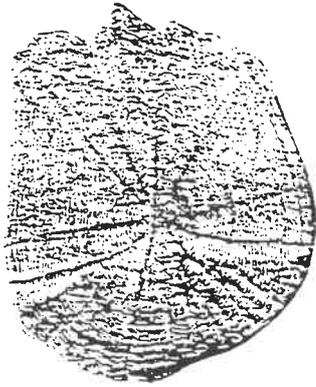
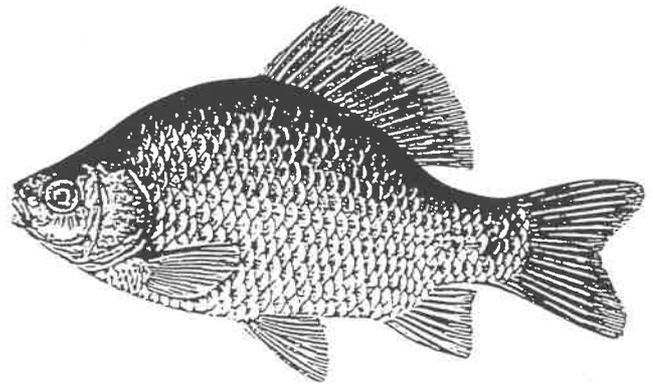
1. Hartstrahl der Rückenflosse<sup>14</sup>

**Wichtige Merkmale:**

Schlundzähne: einreihig, 4 Zähne (4 - 4), Kaufläche glatt;

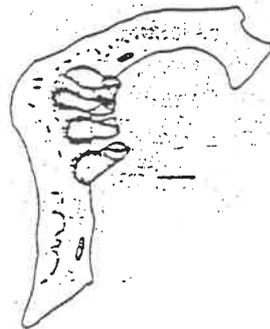
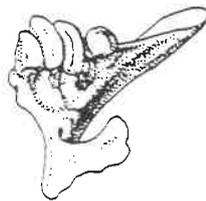
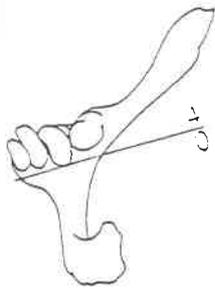
1. Flossenstrahl (Hartstrahl) der Rückenflosse im oberen Bereich sehr starke, im mittleren Bereich feinere Zähnung (vergl. mit Karausche)

*Carassius carassius* (Karausche)



Zeichnung: Schuppe der Karausche<sup>3</sup>

1. Hartstrahl der Rückenflosse<sup>14</sup>



Schlundzähne der Karausche<sup>7, 12</sup>

**Wichtige Merkmale:**

Schuppen: unsymmetrisch, nach links verzogen, Focus leicht nach caudal versetzt;

Schlundzähne: Zahnformel = 4 - 4;

1. Flossenstrahl (Hartstrahl) der Rückenflosse hat eine sehr feine, regelmäßige Zähnung (vergl. mit Giebel);

*Abramis brama* (Brachsen, Blei)

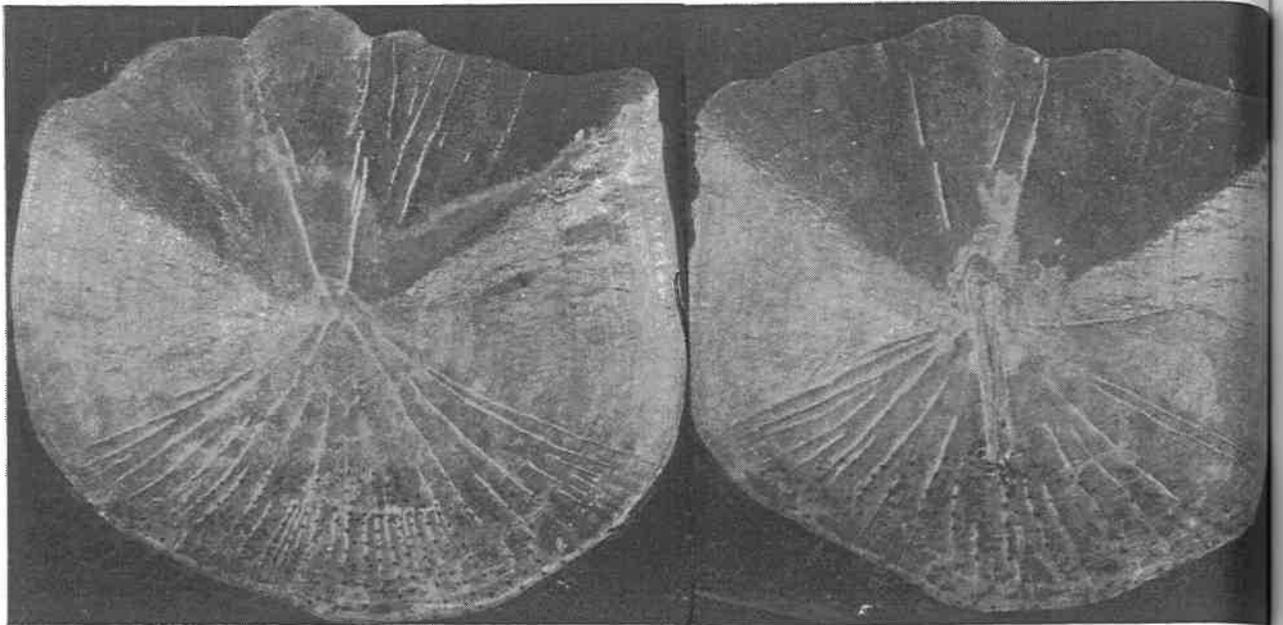
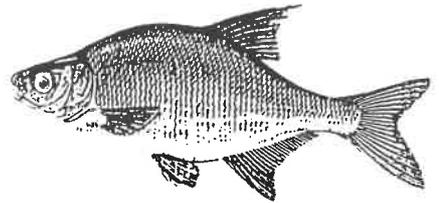
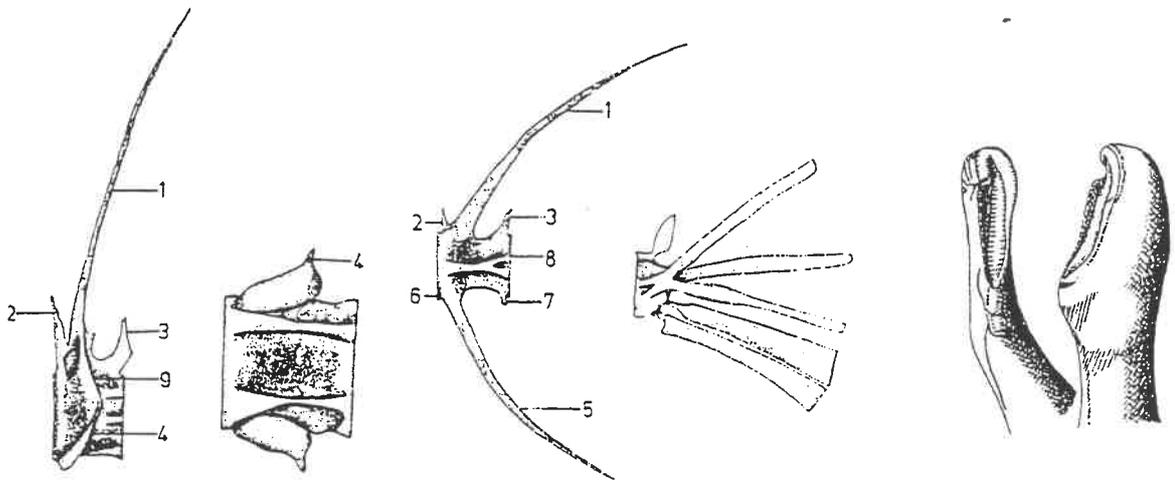


Foto: Schuppen des Brachsen (12 x)

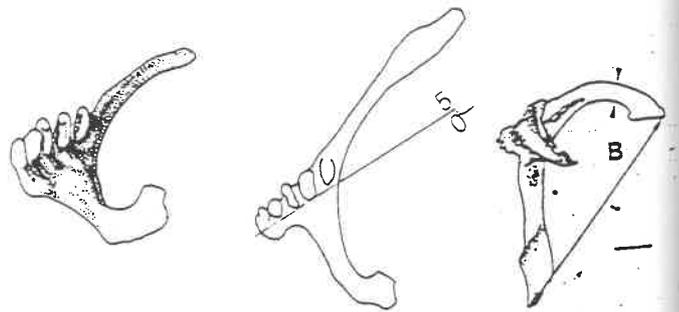
Foto: Seitenlinienschuppe des Brachsen (12 x)



Zeichnung: Brust-, Schwanzwirbel und Urostyl des Brachsen<sup>5</sup>

Einzelner Schlundzahn<sup>2</sup>

Zeichnung: Schlundzähne vom Brachsen<sup>7, 12</sup>

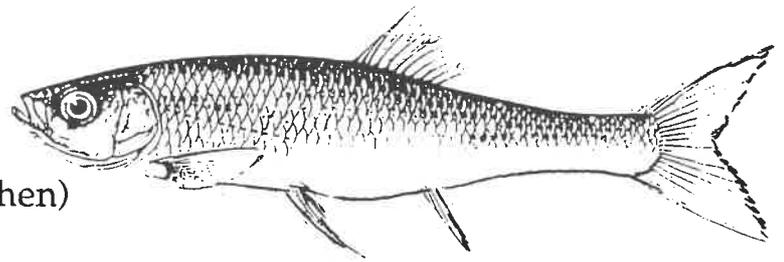


Wichtige Merkmale:

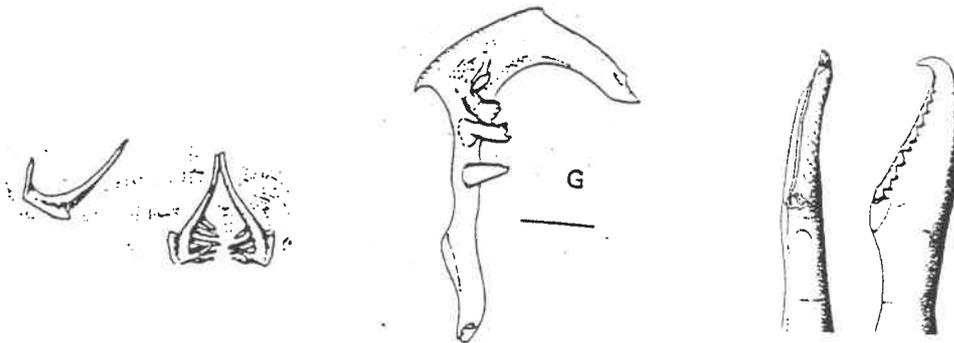
Schuppen: typische Cyprinidenschuppe, aber Ecken unsymmetrisch, linke Ecke ist abgerundet, andere eckig;

Schlundzähne: Zahnformel = 5 - 5, Einzelzahn leicht gehakt, aber nicht gesägt;

*Leucaspius delineatus* (Moderlieschen)



Zeichnung: Schuppe vom Moderlieschen<sup>3</sup>



Schlundzähne vom Moderlieschen (Strich = 1 mm)<sup>7,12</sup>

Einzelzahn<sup>2</sup>

Wichtige Merkmale:

Schuppen klein, unscheibar, in Losungen eigentlich nicht zu finden;  
Schlundzahn einreihig bezahnt, Zahnformel sehr unterschiedlich (meist 5 - 4;  
vergl. Abb. 2), Krone mit Haken und hohe Kante stark gekerbt;

*Rhodeus sericeus amarus* (Bitterling)

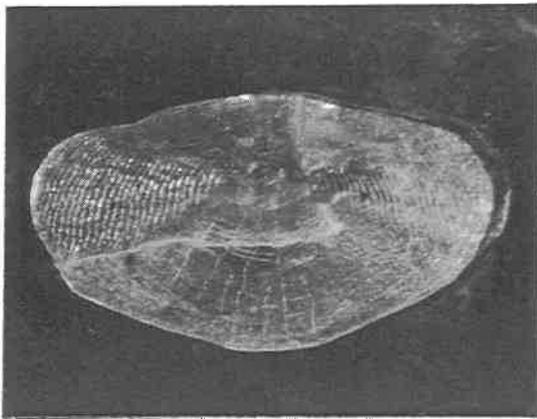
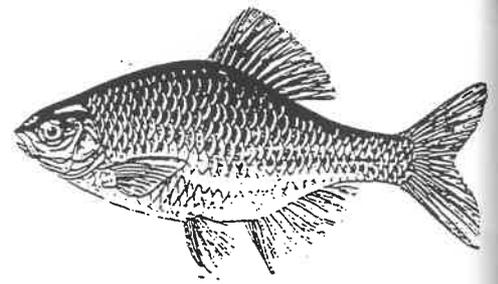
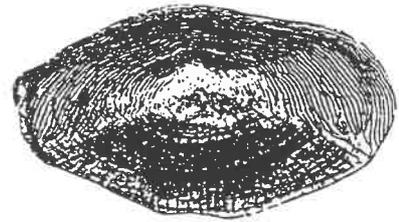
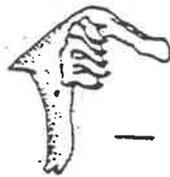


Foto: Bitterlingschuppe (25 x)



Zeichnung: Bitterlingschuppe (2 x4 mm)<sup>3</sup>



Zeichnung: Schlundzähnen vom Bitterling (Einheit = 1 mm)<sup>7, 12</sup>

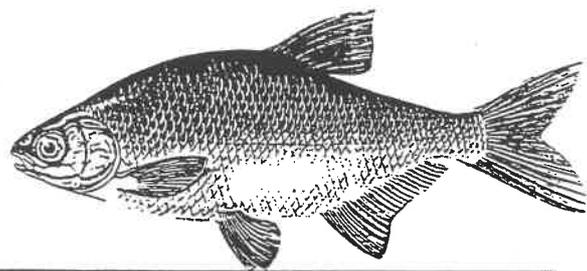


Einzelzahn<sup>2</sup>

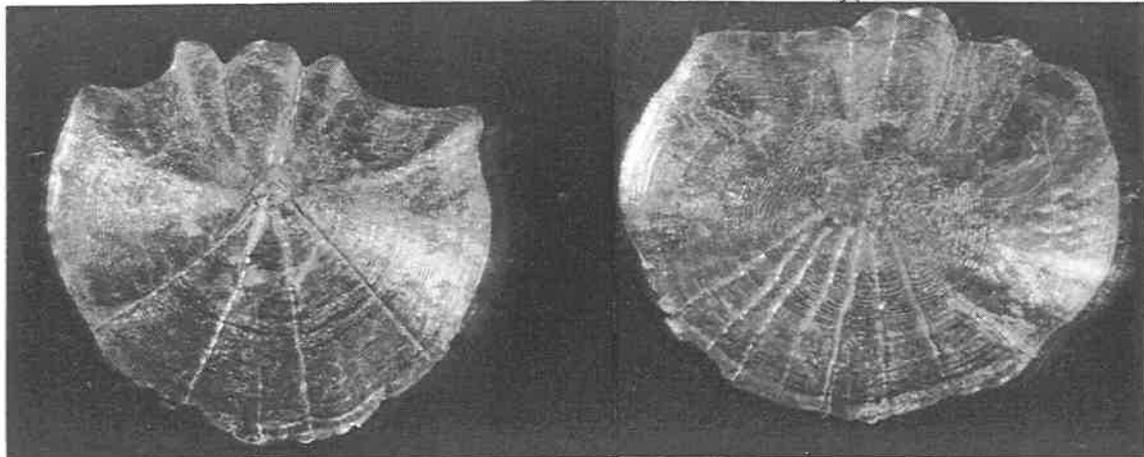
**Wichtige Merkmale:**

Schuppen: viel breiter als lang (2 x 4 mm), dadurch leicht von anderen Cypriniden zu unterscheiden;

Schlundzähne: Schlundknochen sehr plump (vergl. Abb. 9), dadurch von Arten mit gleicher Zahnformel (5 - 5) leicht zu unterscheiden, Einzelzahn nicht gehakt, Kauplatte mit sehr glatter Kante;



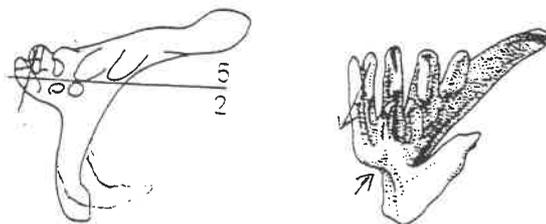
***Blicca bjoerkna* (Güster)**



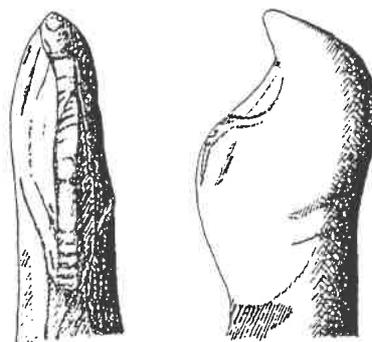
Fotos: Schuppen der Güster (8 x)



Zeichnung: Schuppe der Güster<sup>3</sup>



Schlundknochen mit Schlundzähnen



Einzelner Schlundzahn der Güster<sup>2</sup>

**Wichtige Merkmale:**

Schuppen: leicht quadratisch, hinten deutlich mehr Radien, Focus zentral;  
Schlundzähne: Schlundzahnformel = 2. 5 - 5. 2 oder 3. 5 - 5. 3, hintere  
Schaufelblattecke (Unterschied zu Arten mit gleicher Zahnformel) stark  
abgerundet (vergl. Abb. 9), Stellung der Zähne am Knochen ist zu  
beachten;

*Alburnus alburnus* (Laube)

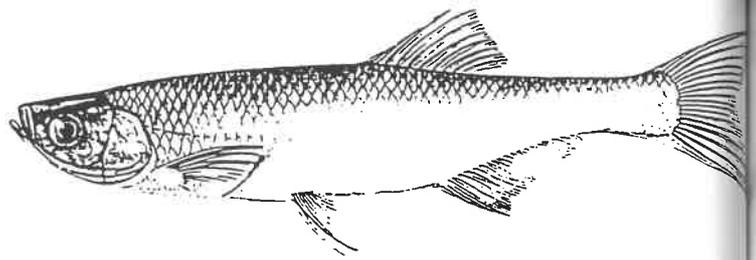
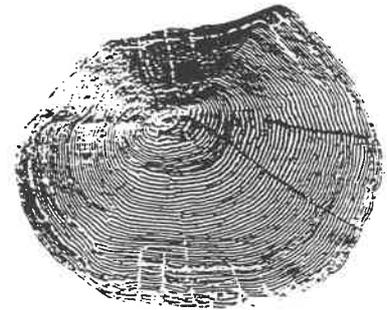
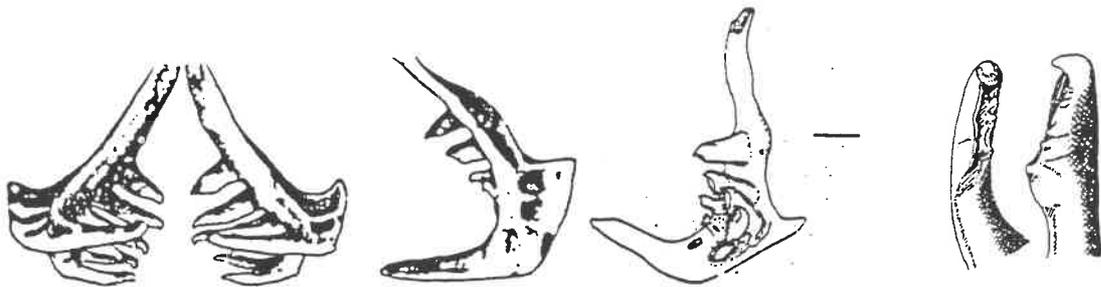


Foto: Schuppe der Laube (25 x)

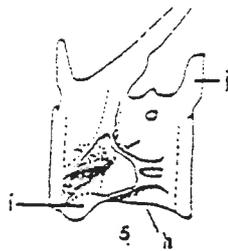


Zeichnung: Schuppe der Laube<sup>3</sup>



Zeichnung: Schlundzähne der Laube<sup>8, 12</sup>

Einzel Schlundzahn der Laube<sup>2</sup>



Brust- (links) und Schwanzwirbel der Laube<sup>7, 12</sup>



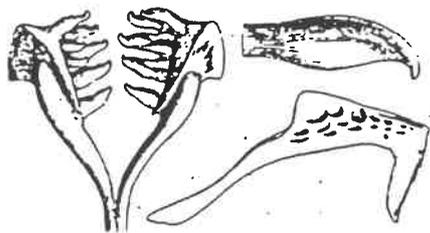
Wichtige Merkmale:

Schuppen: unsymmetrische Schuppe, linke obere Ecke stark abgerundet, rechte leicht spitz nach oben gezogen, viele feine um den Focus herumlaufende Ringe;  
 Wirbel: hat zwei dünne, nach hinten auseinandergelungene seitliche Leisten;  
 Schlundzähne: Schlundzahnformel = 2. 5 - 5. 2, Schlundknochen anders als bei *Leuciscus* (vergleiche Abb. 9), Zähne stark gehakt, aber nicht gesägt;

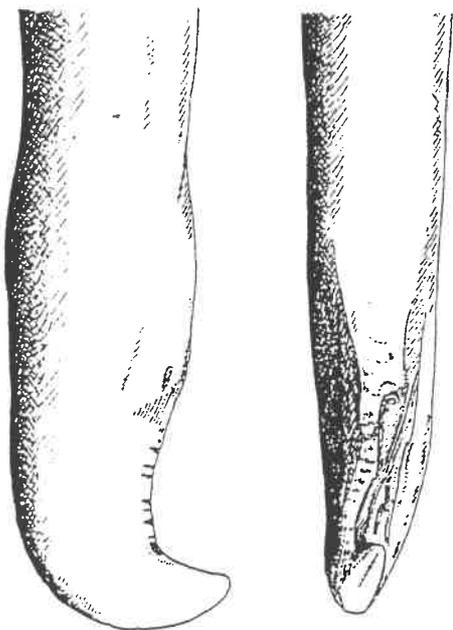
Schuppen: mit sehr vielen caudalen Radien, caudales Ende nach hinten verlängert, Schuppe ähnlich wie von *Gobio*, Focus in der Mitte (Unterschied zu *Gobio*), sehr enge Ringsstruktur;  
 Schlundzähne: Schlundzahnformel = 3. 5 - 5. 3, Schlundknochen aber ganz anders als bei *Gobio* und *Scardinius* (siehe Abb. 9)

Wichtige Merkmale:

Schlundknochen und Schlundzähne vom Schied<sup>8</sup>



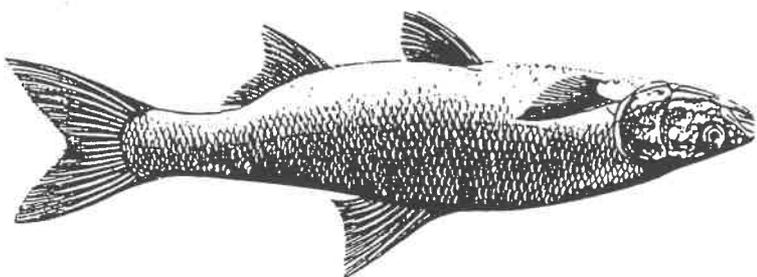
Einzelne Schlundzähne vom Schied<sup>2</sup>



Zeichnung: Schuppe vom Schied (8 x 8 mm)<sup>3</sup>



*Aspius aspius* (Schied, Rapfen)



*Leuciscus cephalus* (Aitel, Döbel)

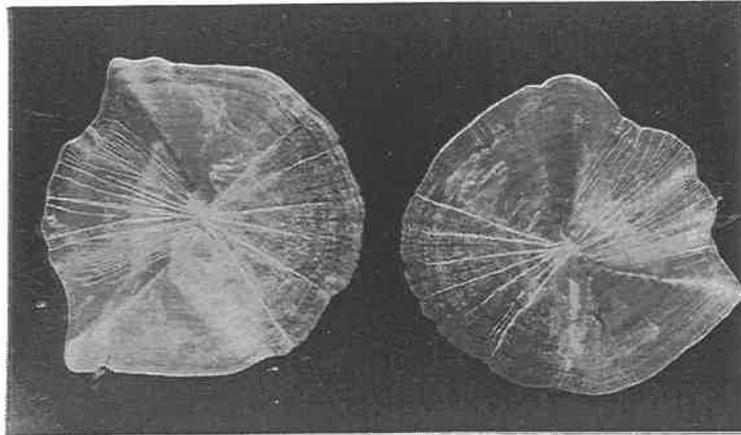
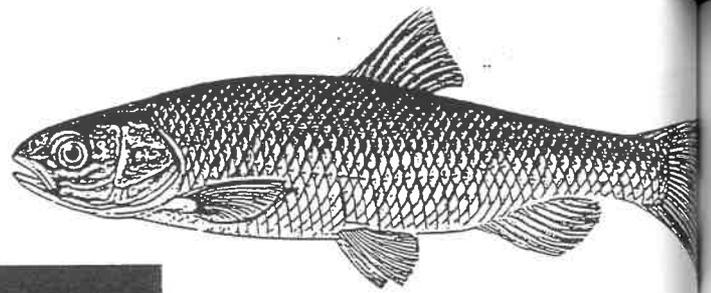
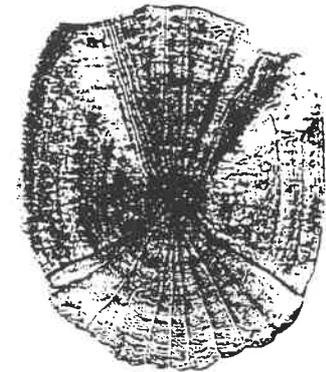
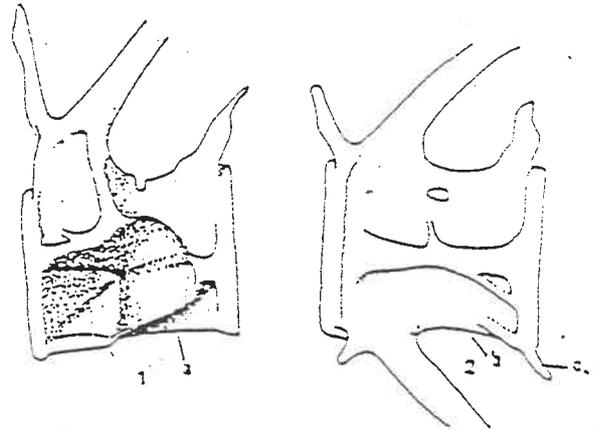
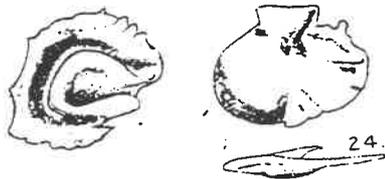


Foto: Schuppen vom Aitel (5 x)

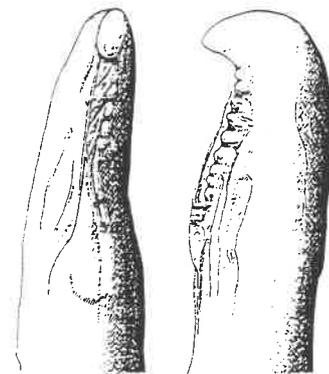
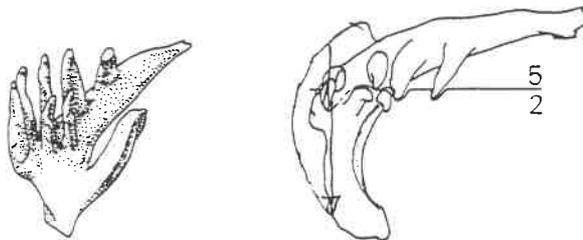


Zeichnung: Schuppe vom Aitel<sup>3</sup>

Brust- und Schwanzwirbel vom Aitel<sup>7, 12</sup>



Otolithen vom Aitel<sup>10</sup>



Schlundzähne und Einzelzahn vom Aitel<sup>8, 2</sup>

Wichtige Merkmale:

Schuppen: vorne mehr Radien, deutlich ausgebildete Krone, Focus zentral;  
 Schlundzähne: Zahnformel 2. 5 - 5. 2, vorderer Flügel und Anordnung der  
 zweiten Zahnreihe anders als bei *Leuciscus leuciscus*;

*Leuciscus leuciscus* (Hasel)

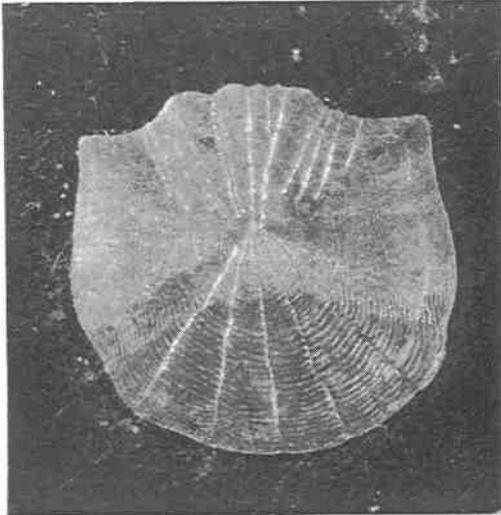
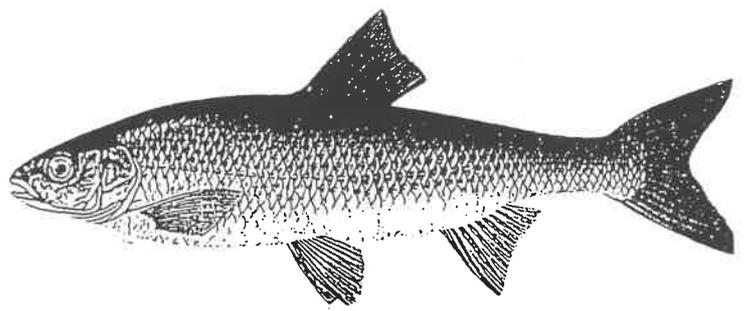
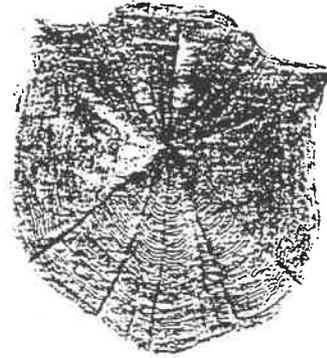
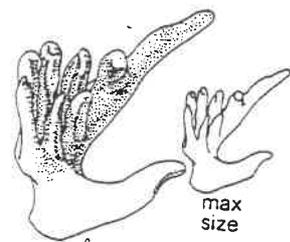
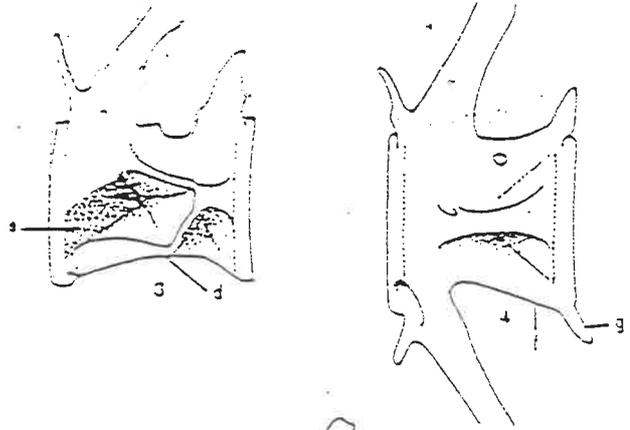


Foto: Schuppen der Hasel (8 x)



Zeichnung: Schuppe der Hasel<sup>3</sup>

Brust- und Schwanzwirbel der Hasel<sup>7, 12</sup>



Zeichnung: Schlundzähne der Hasel (ca. 3 fach vergrößert)



Wichtige Merkmale:

- Schuppen: von der Form ähnlich Aitel, aber Radien nicht so deutlich ausgebildet, Radien z. T. nicht bis zum Focus reichend, obere Ecken spitzer und zipfelig als bei Aitel;
- Wirbel: seitliche Leiste etwas anders als bei Aitel (vergl. Abbildungen);
- Schlundzähne: Zahnformel = 2. 5 - 5. 2, im Unterschied zum Aitel in der zweiten Zahnreihe z. T. auch 3 Zähne, weitere Unterscheidungsmerkmale siehe Aitel;

*Gobio gobio* (Gründling)

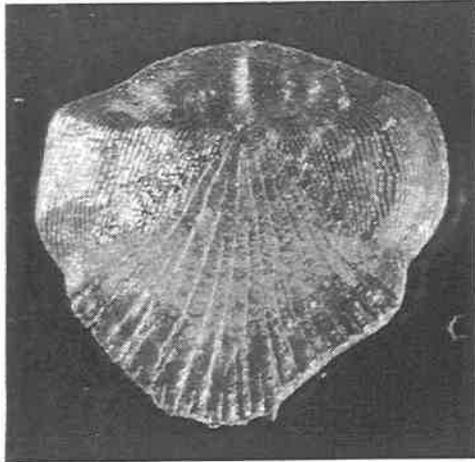
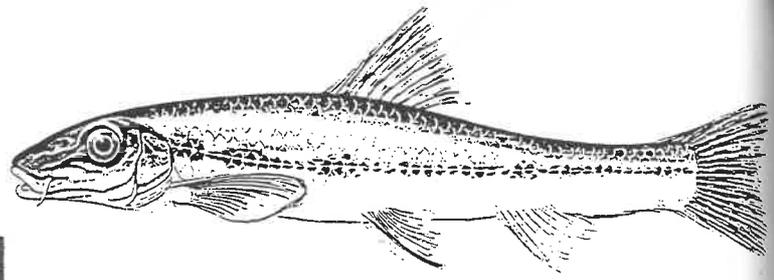


Foto: Schuppe vom Gründling (15 x)



Zeichnung: Schuppe vom Gründling (3 x 3 mm)<sup>3</sup>

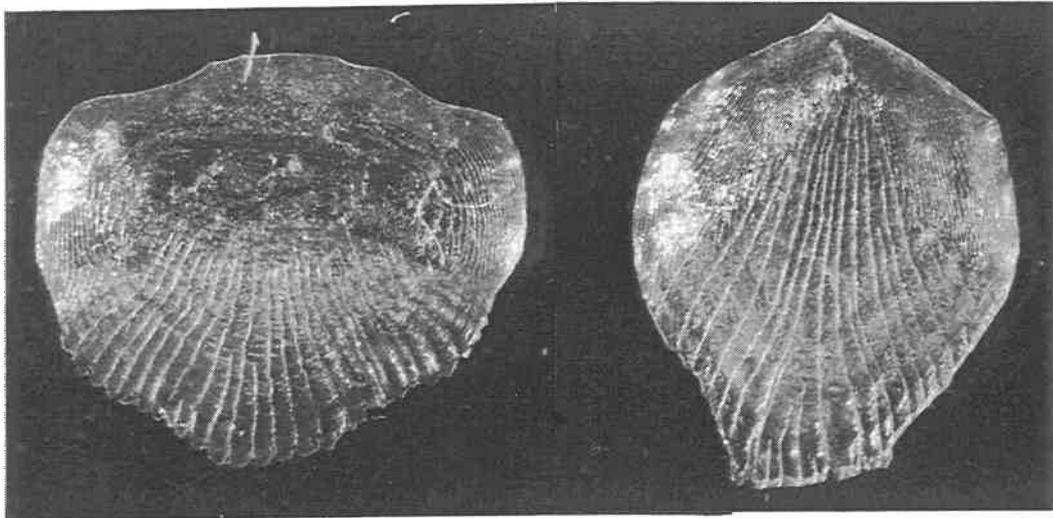


Foto: Gründlingsschuppe (15 x)

Foto: Schuppe vom Bauch (15 x)

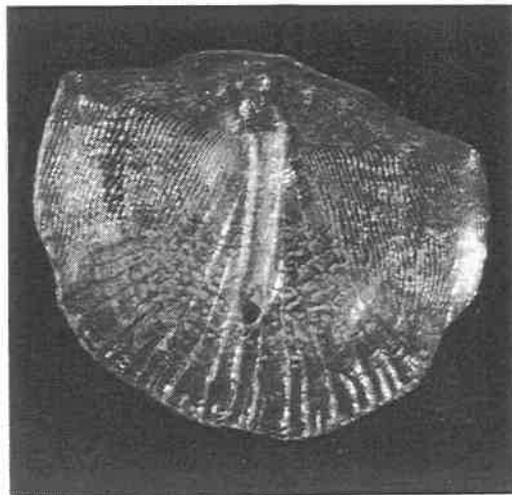
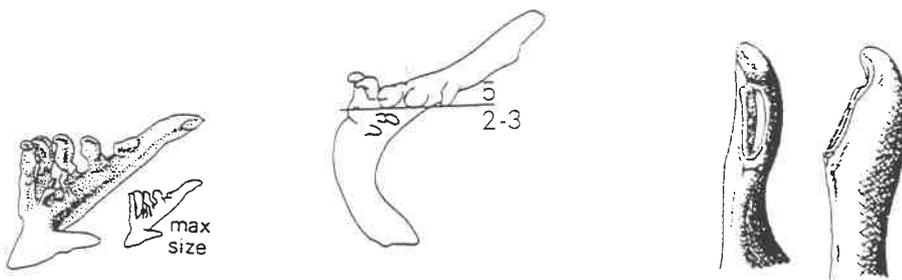


Foto: Schuppe aus der Seitenlinie (15 x)

*Gobio gobio*, 2. Seite



Otolith eines Gründlings<sup>10</sup>



Schlundzähne von Gründling

Einzelner Schlundzahn<sup>2</sup>

Wichtige Merkmale:

Schuppen: am caudalen Ende sehr viele Radien, Schuppe in der Mitte nach hinten ausgezogen, Focus sehr weit vorne (Unterschied zum Schied)

Schlundzähne: Schlundzahnformel = 2. 5 - 5. 2 (oder 3. 5 - 5. 3), hintere Schaufelblattkante senkrecht vorderem Flügel (Unterschied zu anderen Cypriniden mit gleicher Zahnformel);

***Barbus barbatus* (Barbe)**

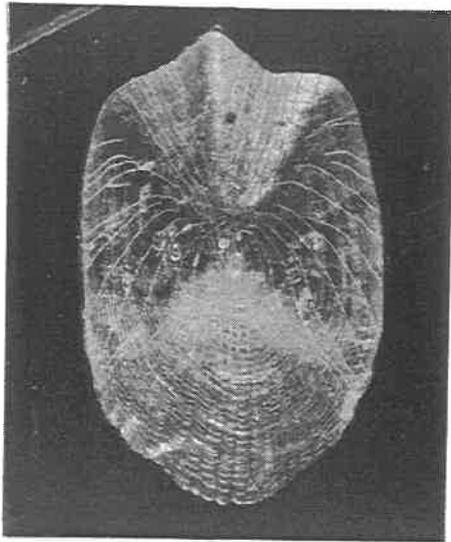
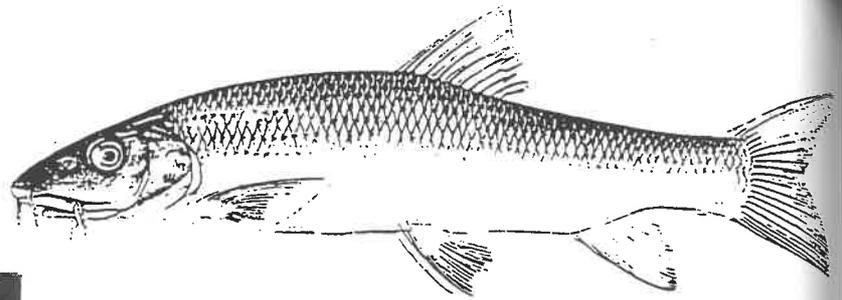
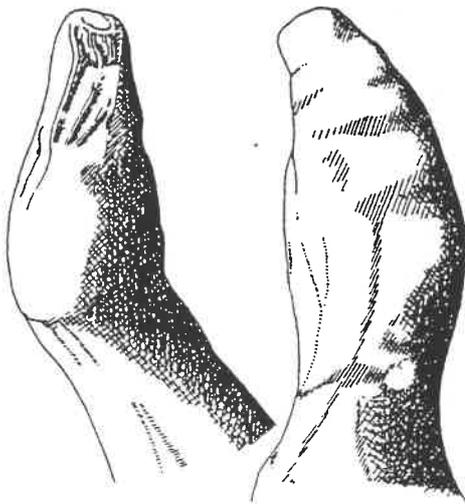


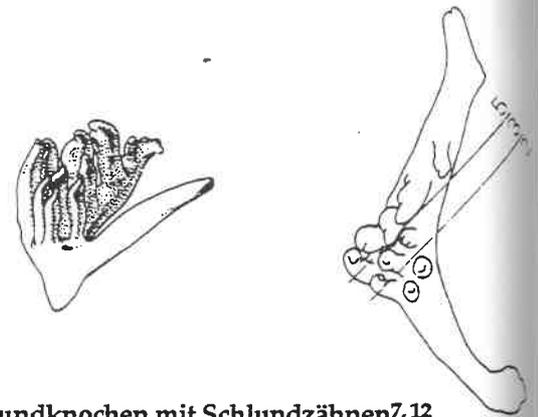
Foto: Schuppe einer Barbe (12 x)



Zeichnung: Schuppe einer Barbe (4 x 5 mm)<sup>3</sup>

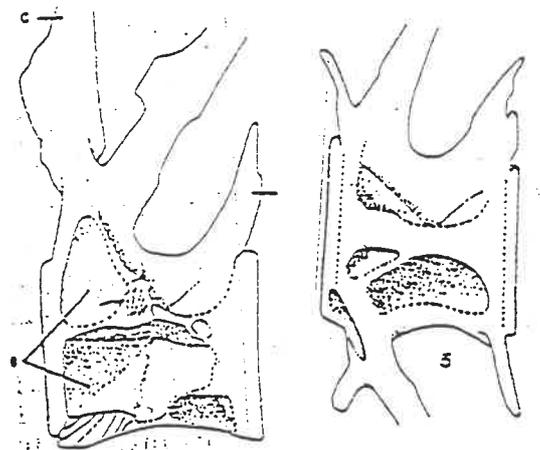


Einzelner Schlundzahn<sup>2</sup>



Schlundknochen mit Schlundzähnen<sup>7,12</sup>

Brust- und Schwanzwirbel der Barbe



**Wichtige Merkmale:**

Schuppen leicht zerbrechlich und mit vielen Radien;  
 Schlundzahn dreireihig bezahnt (2. 3. 5. - 5. 3. 2.), Krone mit Haken, hohe Kante  
 nicht sägeförmig;

*Condrostoma nasus* (Nase)

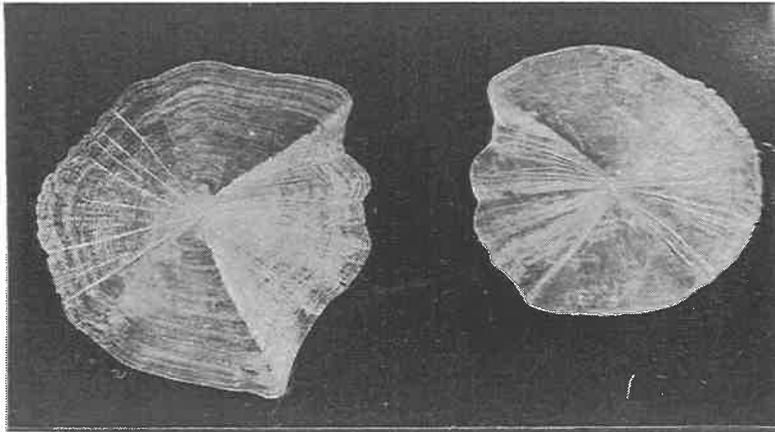
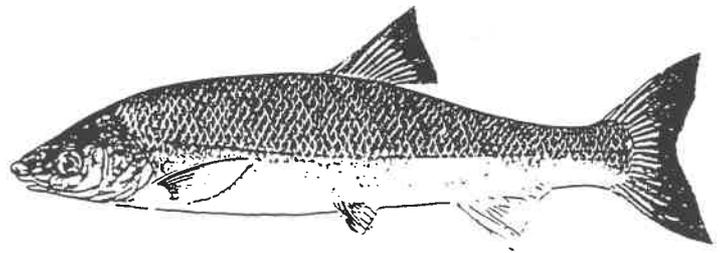
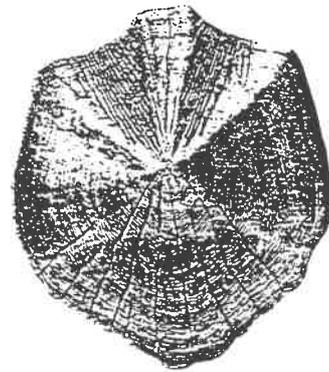
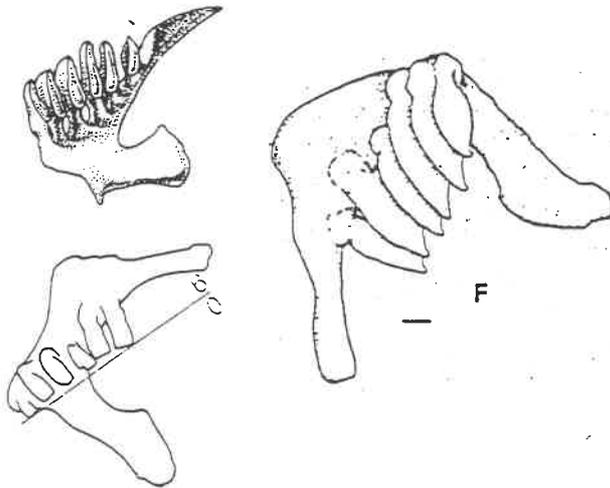


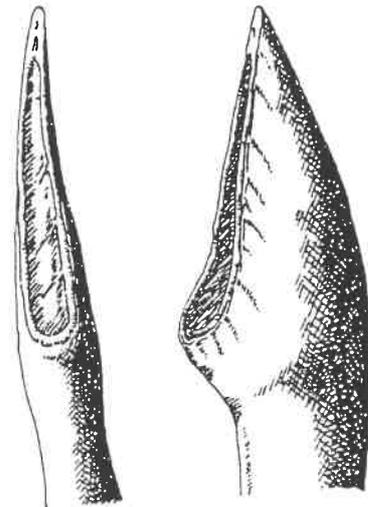
Foto: Schuppe der Nase (3 x)



Zeichnung: Schuppe der Nase (7 x 8 mm)<sup>3</sup>



Schlundzähne der Nase<sup>7, 12</sup>

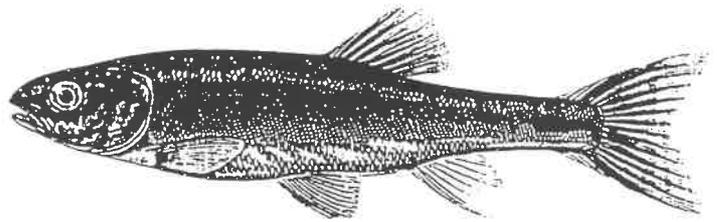


Einzelner Schlundzahn der Nase<sup>2</sup>

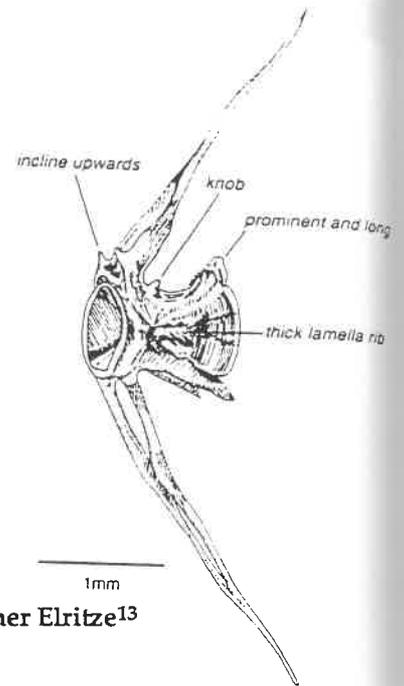
**Wichtige Merkmale:**

Schuppen: länger als breit, deutlich ausgebildete Krone und verlängertes caudales Ende, vorne Radien enger als hinten, Focus zentral;  
 Schlundzähne: Schlundzahnformel = 5 - 5 bis 7 - 7, typische Ausbildung des hinteren Flügels (vergl. Abb. 9), Zähne nicht gehakt und nicht gesägt;

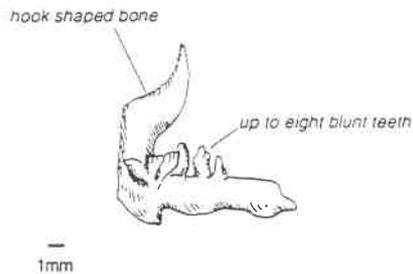
*Phoxinus phoxinus* (Elritze)



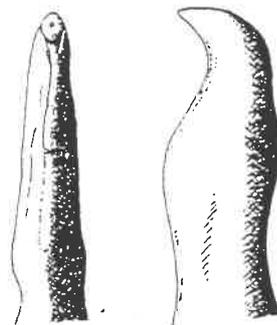
Zeichnung: Schuppe einer Elritze (1 x 1 mm)<sup>3</sup>



Zeichnung: Schwanzwirbel einer Elritze<sup>13</sup>



Schlundzahn der Elritze<sup>13</sup>

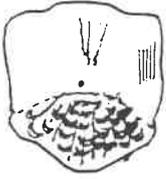
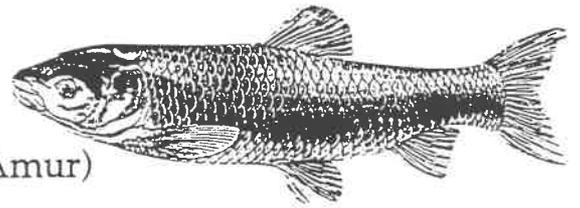


Einzelner Schlundzahn der Elritze<sup>2</sup>

**Wichtige Merkmale:**

- Schuppen: klein (1 x 1 mm), oval, ziemlich unscheinbar, in Losungen kaum zu finden;
- Wirbel: breite lamellenartige Seitenleiste, zweiter Knopf hinter Neuralfortsatz, dorsale Prezygapophysen nach oben gerichtet;
- Schlundzähne: Schlundzahnformel = 2. 5 - 4. 2 (mit Variationen, siehe Abb. 9), sehr kleiner Schlundknochen (max. Fischlänge um 10 cm), Einzelzähne spitz, gehackt und nicht gesägt;

*Ctenopharyngodon idella* (Graskarpfen, Amur)



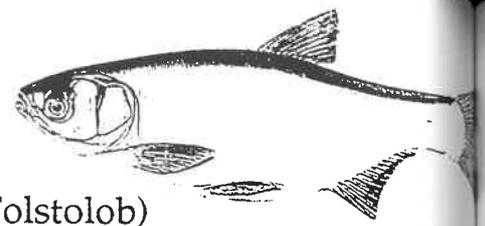
Zeichnung: Schuppe eines Amur<sup>6</sup>

Zeichnung: Schlundzahn vom Amur<sup>6</sup>

Wichtige Merkmale:

Schuppen: ähnlich Karpfenschuppe, am caudalen Ende aber fast zugespitzt, keine oder nur kleine Radien am vorderen Ende, Focus zentral, Löcher bilden gewellte Struktur am hinteren Ende;

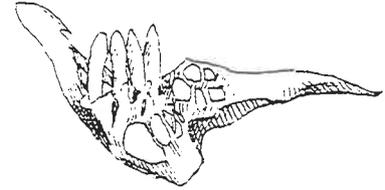
Schlundzähne: Schlundzahnformel= 3. 5. - 5. 3., die 5 großen Zähne stark ausgebildet, mit breiter karpfenähnlicher Kaufläche;



*Hypophthalmichthys molitrix* (Silberkarpfen, Tolstolob)



Zeichnung: Schuppe eines Tostolob<sup>6</sup>



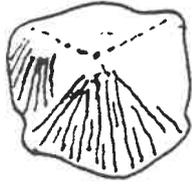
Zeichnung: Schlundzahn vom Tolstlob<sup>6</sup>

**Wichtige Merkmale:**

Schuppen: glockenförmige Form, Focus zentral, sehr wenige kleine Kanäle und nur am caudalen Ende; deutliche Ringe, gewellte Struktur am hinteren Ende;

Schlundzähne: Schlundzahnformel= 4 - 4, Zähne abgeplattet, Schlundknochen auffallend anders als bei restlichen Cypriniden;

*Pseudorasbora parva* (Blaubandbärbling)



Zeichnung: Abbildung einer Pseudorasbora - Schuppe (nach Roche )

**Wichtige Merkmale:**

Schuppen: kleine Schuppen, keine deutlich ausgebildete Krone, keine vorderen Radian, viele starke caudale Radian, hinterer Rand glatt, aber deutlich

## Anhang:

Tab. 2: Resultate der Fischlängenberechnungen (in cm) aus Wirbelzentrumlängen (auf 0,1 mm genau gemessen) und Berechnungsformel nach Wise 1980.

		Rutilus	Perca	Salmo	Esox	Anguilla
Anzahl getesteter Fische		57	41	43	26	28
Minimallänge (cm)		5,5	4	6,4	11	13
Maximallänge (cm)		22	24	22	67	70
Wirbelanzahl		37-40	39-41	57-59	59-62	114-116
Ahnzahl Abdominalwirbel		22	20	29	42	46
Ahnzahl nichtverwendeter Abd. Wirbel		4	4	4	6	8
Ahnzahl nichtverwendeter Caudalwirbel		6	6	9	6	21
<b>#Alle Wirbel</b>						
Mittelwert	R	0,948	0,957	0,903	0,969	0,795
	m	0,495	0,548	0,675	0,812	0,823
	c	2,53	1,56	2,99	4,95	11,49
Max.	R	0,964	0,977	0,957	0,967	0,867
	m	0,682	0,854	1,052	1,247	2,671
	c	2,69	0,05	1,87	2,35	12,49
Min.	R	0,993	0,994	0,990	0,992	0,728
	m	0,497	0,518	0,729	0,731	0,697
	c	1,01	0,63	0,41	4,69	8,71
<b>## Abdominalwirbel</b>						
Mittelwert	R	0,948	0,992	0,965	0,992	0,970
	m	0,506	0,531	0,751	0,815	1,024
	c	2,06	1,32	1,93	3,42	1,28
Max.	R	0,988	0,993	0,987	0,984	0,969
	m	0,541	0,569	0,879	0,896	1,072
	c	1,85	1,33	0,99	2,52	1,97
Min.	R	0,982	0,994	0,992	0,991	0,968
	m	0,505	0,511	0,731	0,786	0,968
	c	1,21	1,00	0,80	2,84	1,00
<b>### Caudalwirbel</b>						
Mittelwert	R	0,988	0,985	0,980	0,987	0,932
	m	0,514	0,572	0,720	0,833	1,152
	c	1,27	0,31	1,21	2,66	0,92
Max.	R	0,985	0,988	0,978	0,919	0,977
	m	0,542	0,643	0,787	0,940	1,957
	c	1,18	-0,32	1,33	2,55	-3,60
Min.	R	0,993	0,994	0,989	0,959	0,974
	m	0,499	0,533	0,730	0,776	1,070
	c	0,99	0,38	0,40	1,42	-1,39

Berechnungsformel:  $y = mx + c$  wobei y die zu berechnende Fischlänge und x die gemessene Wirbelzentrumlänge ist.

Regressionsformeln nach Thom 1990:

Anguilla:	Caudal vertebrae	FL= 1,152 VL + 0,92; r= 0,932
	Thoracic vertebrae	FL= 1,024 VL + 1,28; r= 0,970
Salmo:	Caudal vertebrae	FL= 0,751 VL + 1,93; r= 0,965
	Thoracic vertebrae	FL= 0,720 VL + 1,21; r= 0,98
	Atlas	FL= 60,5 AW - 8,95 (n=200; rs= 0,961) (Feltham & Marquiss 1989; AW= Atlaswidth)
Phoxinus:	Caudal vertebrae	FL= 0,514 VL + 1,27; r= 0,988
	Thoracic vertebrae	FL= 0,506 VL + 2,06; r= 0,984
Noemacheilus:	Caudal vertebrae	FL= 0,593 VL + 0,51
	Thoracic vertebrae	FL= 0,489 VL + 0,52
Gasterosteus:	Caudal vertebrae	FL= 0,471 VL + 0,7
	Thoracic vertebrae	FL= 0,433 VL + 0,24
Perca fluviatilis:	Caudal vertebrae	FL= 0,985 VL + 0,32; r= 0,985
	Thoracic vertebrae	FL= 0,531 VL + 1,32; r= 0,992

Regressionsformeln nach Mehner 1990:

Rutilus rutilus:	Caudal vertebrae	FL= 59,83 VL exp. 0,996 (10 Fische, n= 174)
	Thoracic vertebrae	FL= 59,49 VL exp. 1,006 (10 Fische, n= 166)
Perca fluviatilis:	Caudal vertebrae	FL= 60,43 VL exp. 0,870 (11 Fische, n= 252)
	Thoracic vertebrae	FL= 58,13 VL exp. 0,976 (12 Fische, n= 229)
Kaulbarsch:	Caudal vertebrae	FL= 53,92 VL exp. 0,827 (10 Fische, n= 148)
	Thoracic vertebrae	FL= 57,75 VL exp. 0,878 (10 Fische, n= 177)
Gasterosteus:	Caudal vertebrae	FL= 40,24 VL exp. 0,733 (8 Fische, n= 112)
	Thoracic vertebrae	FL= 51,23 VL exp. 0,719 (18 Fische, n= 124)

Libois et al. (1987) haben eine Regressionsformel zur Berechnung der Totallänge von *Noemacheilus barbatulus* (Schmerle) aus der Länge des *Os pharyngeum* (Los) errechnet. Das *Os pharyngeum* gehört zu den bezahnten Knochen im Mundhöhlenbereich mancher Fische.

$$LT = 27,778 \text{ Los} - 11,028 \quad (r = 0,903; n = 62)$$

$$\text{Log (P)} = 3,17 \log (\text{LT}) - 5,54 \quad (r = 0,971; n = 83)$$

Tab. 3: Wachstum verschiedener Fischarten (nach Riedl 1974)

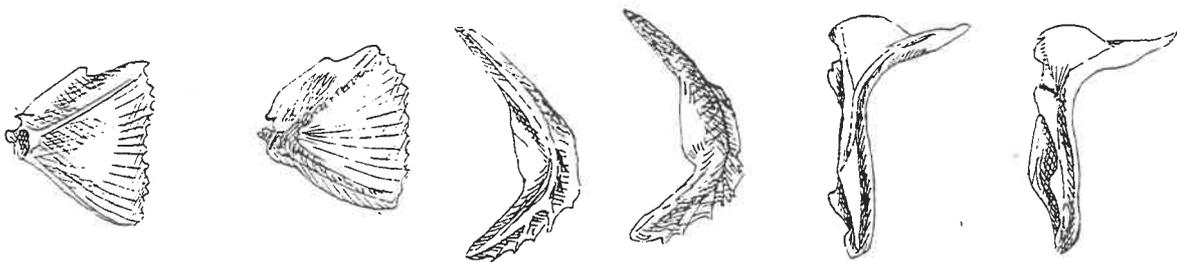
Arten	Wachstum (Länge in cm; Gewicht in (g))						Erreichbare Endlänge (cm) und Gewicht (kg)	
	1.	2.	3.	4.	5.	6. Lebensjahr		
Aal (Süßwasser)	10	15	22	27	35	66	150	6
Flußbarsch	7,5 (4,5)	12,5 (30)	17,5 (80)	21,5 (150)			45	-
Zander	17 (40)	31 (260)	43 (750)	52 (1300)			125	14-15
Aalrutte	12-14	24-26	33-35	40-42			ca. 80	4
Groppe	5	10	15	-	20		20	
Hecht	12-20	28-35	42-50	56-60			160	25-30
Bachforelle	9-11 (7-14)	16-22 (46-250)	23-31 (100-300)	26-37 (180-520)			40-60 (20-100)	0,6-2 (bis 15 kg)
Regenbogenforelle	8	16	23					1-2 (bis 20 kg)
Äsche	5	13	20	30 (300)	40 (500)	45 (1000)	50	1-1,5
Kleinmaräne	10-11 (9-11)	18-19 (50-60)	20-21				40	
Maräne	10 (11)	21 (80)	28 (200)	33 (330)			53	1,3
Karpfen	10 (16)	23 (200)	34 (600)	43 (1250)		65	150	30
Schleie	8 (8,5)	15 (55)	21,5 (160)	27 (320)			65	4,5
Rotaugen, Plötze	7,1	9,1	11,6	14,3	17,1	19,9	50	3
Rotfeder	4	8	12	14	16	18	40	
Aitel, Döbel	9,5	14	23	25			60	3
Brachsen, Blei	6	10	15	19	23	26	70	6,5
Karassche	3	10,8	12,5				80	
Nase	8,5	16	22,5	27,5		50		

Vergleichende Darstellung von *Operculum*, *Preoperculum* und *Clavicula* verschiedener Fischarten (aus März 1987)

*Perca fluviatilis* (Flußbarsch)



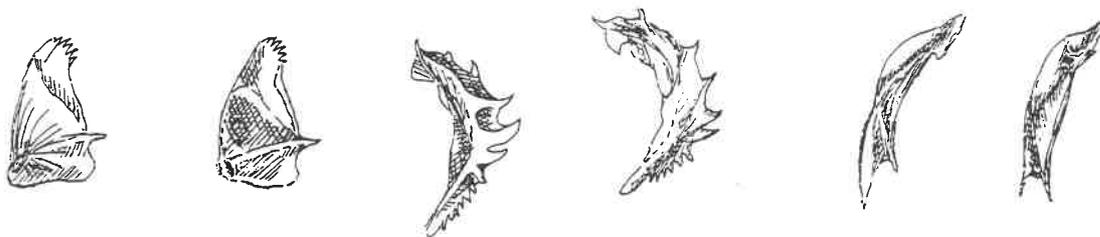
*Stizostedion lucioperca* (Zander)



*Gymnocephalus cernua* (Kaulbarsch)



*Gymnocephalus schraetzer* (Schrätzer)



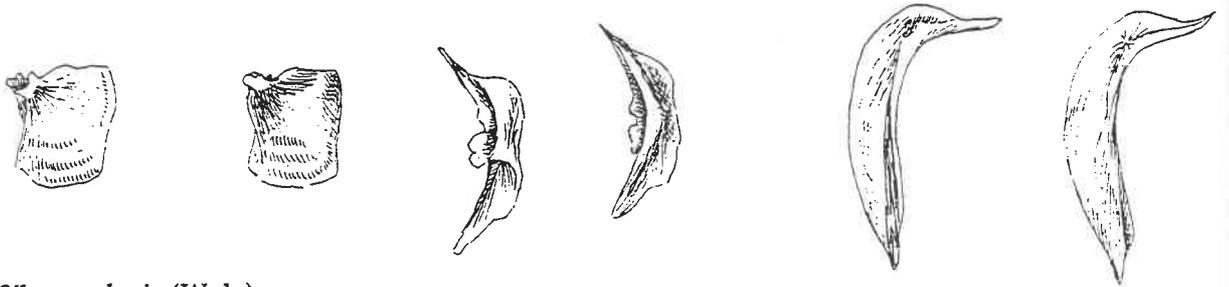
*Lepomis gibbosus* (Sonnenbarsch)



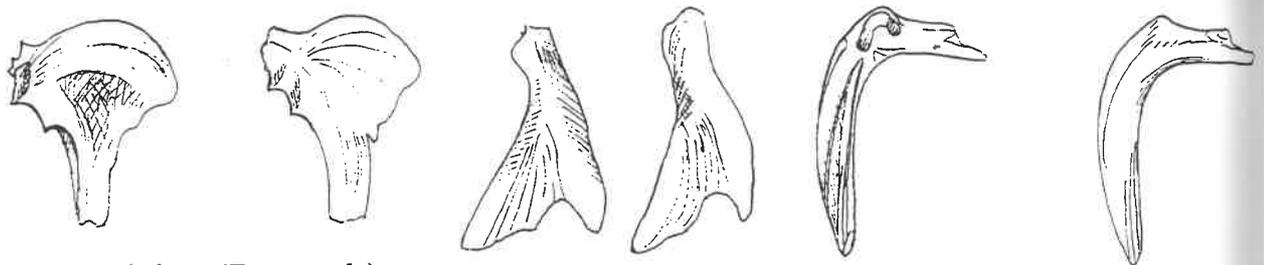
*Lota lota* (Aalrutte)



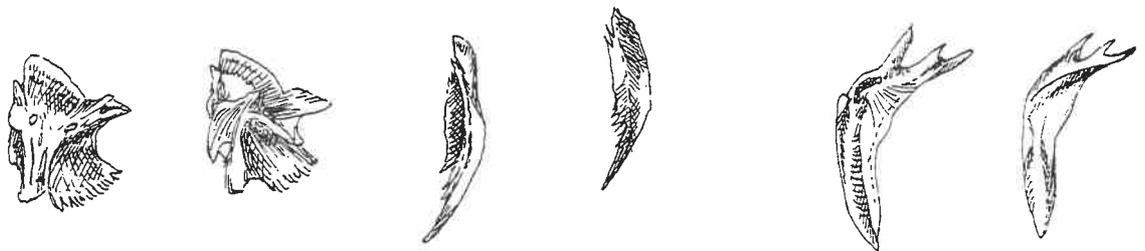
*Esox lucius* (Hecht)



*Silurus glanis* (Wels)



*Ictalurus nebulosus* (Zwergwels)



*Salmo trutta f. fario* (Bachforelle)



*Oncorhynchus mykiss* (Regenbogenforelle)



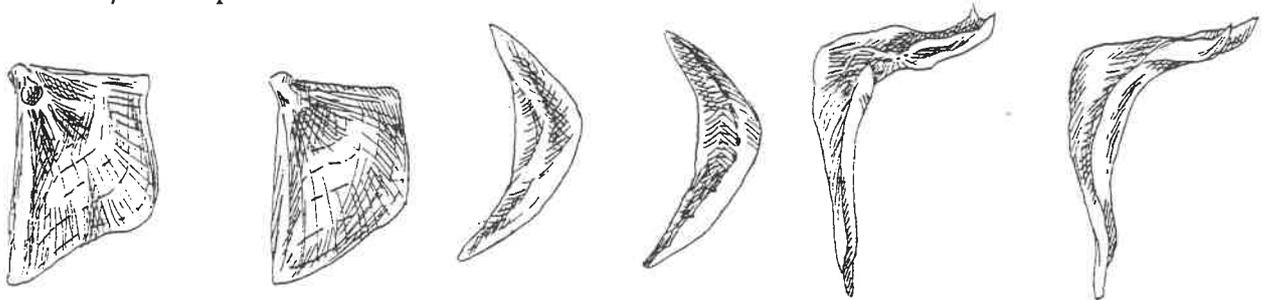
*Noemacheilus barbatulus* (Schmerle)



*Misgurnus fossilis* (Schlammpeitzger)



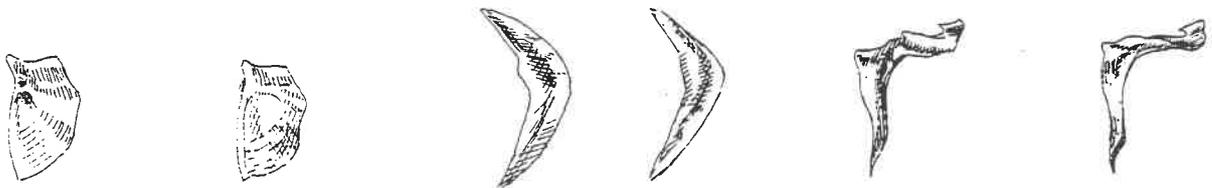
*Cyprinus carpio* (Karpfen)



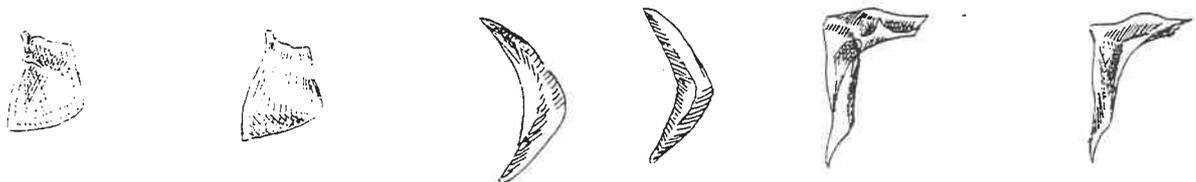
*Tinca tinca* (Schleie)



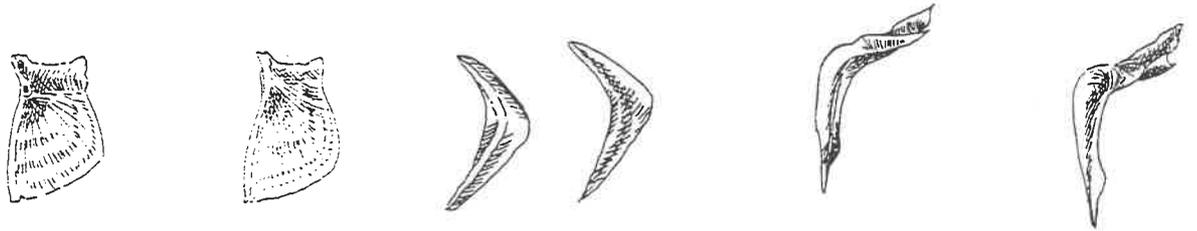
*Rutilus rutilus* (Rotauge)



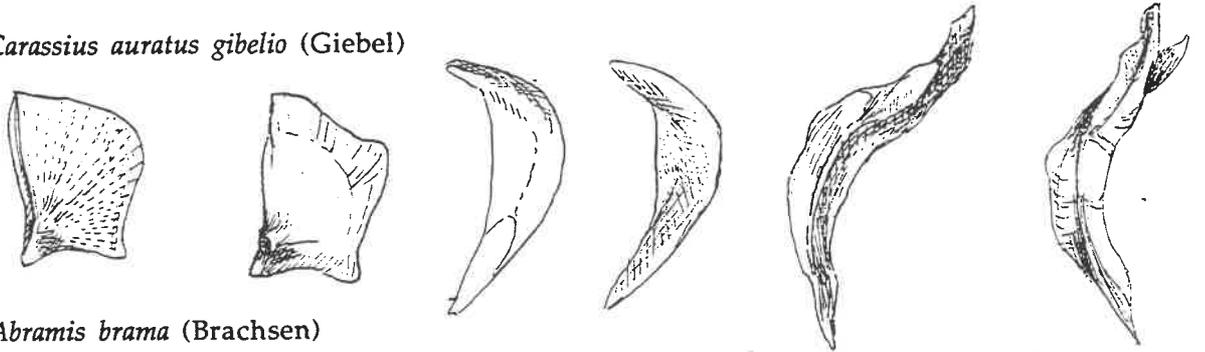
*Scardinius erythrothalmus* (Rotfeder)



*Carassius carassius* (Karasche)



*Carassius auratus gibelio* (Gibel)



*Abramis brama* (Brachsen)



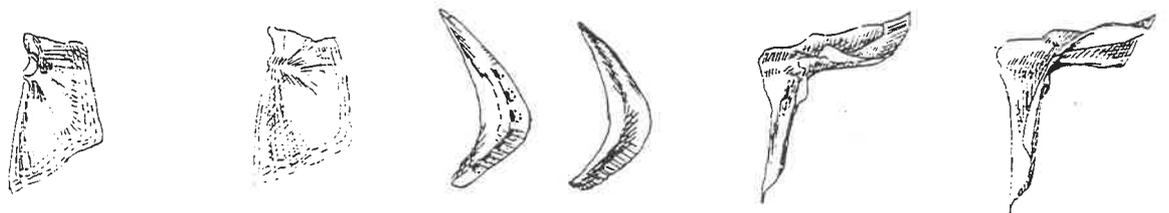
*Leucaspis delineatus* (Moderlieschen)



*Rhodeus sericeus amarus* (Bitterling)



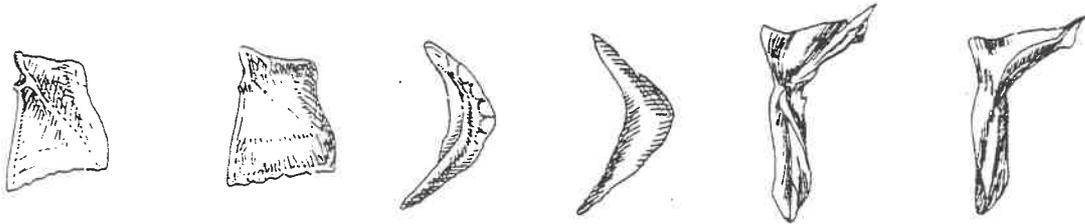
*Blicca björkna* (Güster)



*Alburnus alburnus* (Laube)



*Aspius aspius* (Schied)



*Leuciscus cephalus* (Aitel)



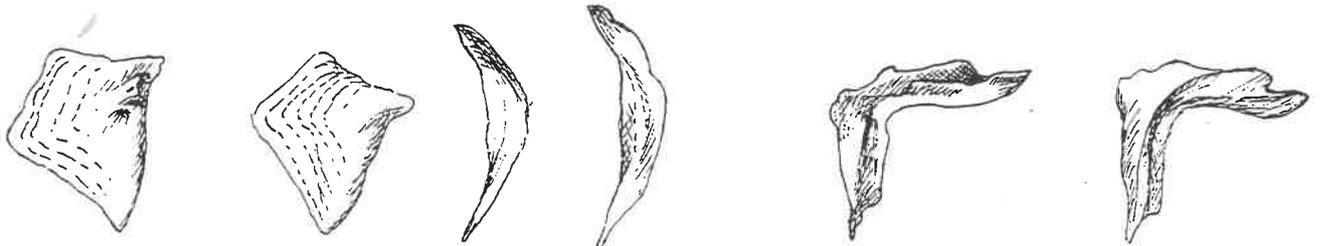
*Leuciscus leucicus* (Hasel)



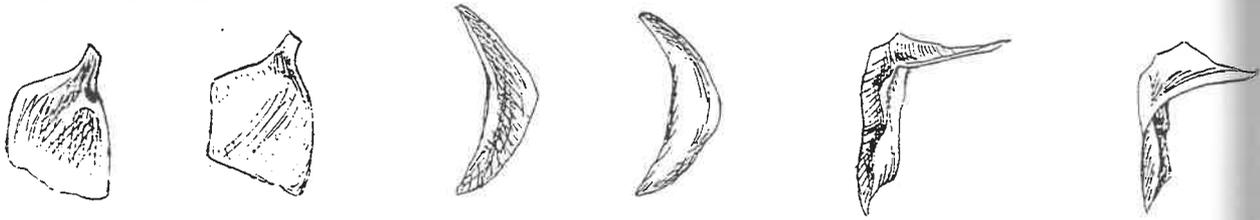
*Gobio gobio* (Gründling)



*Barbus barbus* (Barbe)



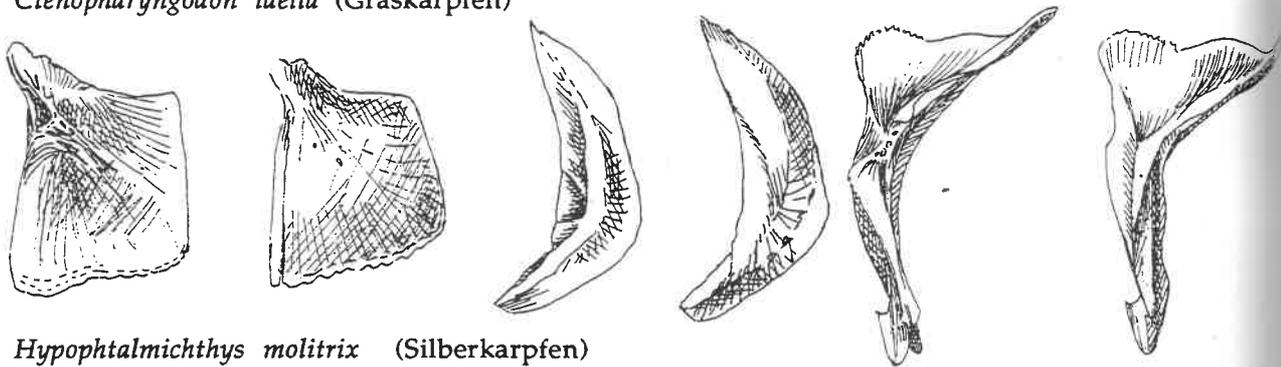
*Condrostoma nasus* (Nase)



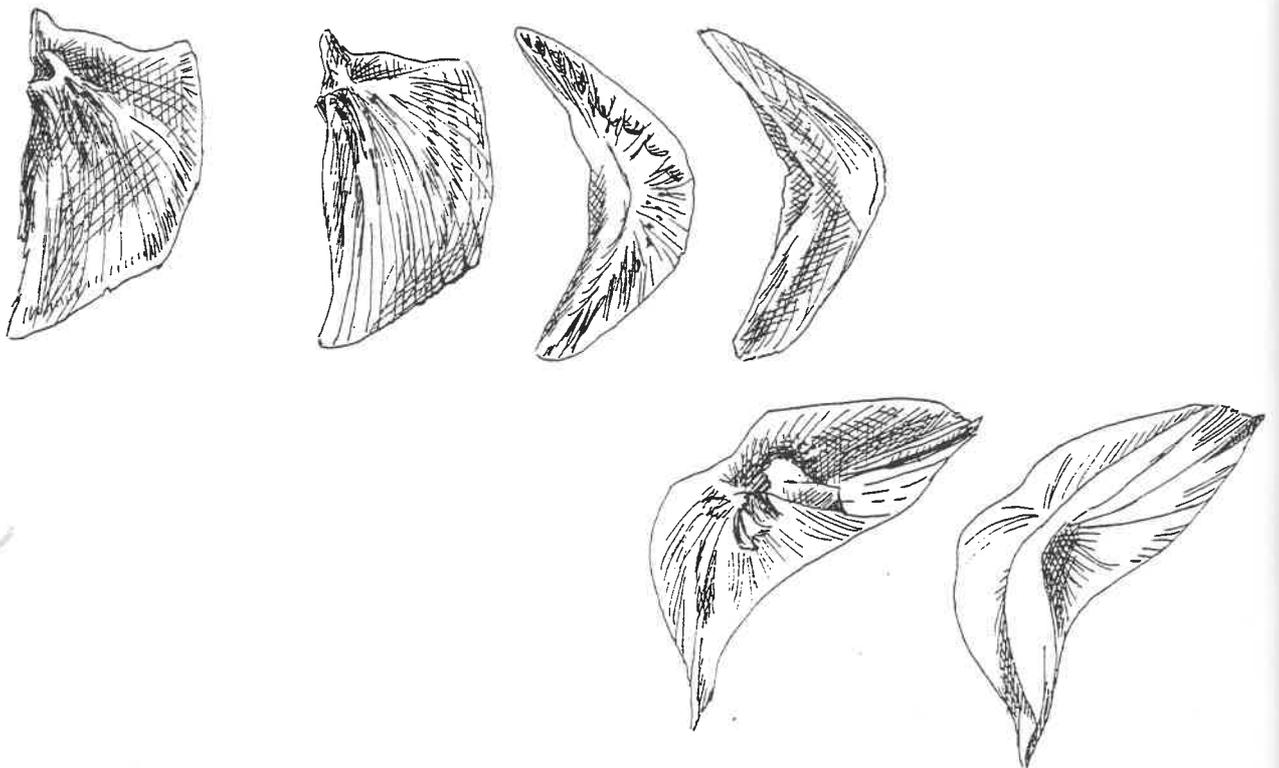
*Phoxinus phoxinus* (Elritze)



*Ctenopharyngodon idella* (Graskarpfen)



*Hypophthalmichthys molitrix* (Silberkarpfen)



## Bestimmung der Froschlurche anhand ihrer Knochen

Zur Bestimmung von Amphibienresten in Losungen und Gewöllen kann man das Ileum (Darmbein; s. Abb. 2), das Frontoparietale (Stirn- und Scheitelbein; s. Abb. 3) und das Sacrum (Sacral- oder Kreuzbeinwirbel; s. Abb. 4) verwenden (Engelmann 1986). Die Lage dieser Knochen im Skelett ist in der untenstehenden Abbildung zu sehen (Abb. 1).

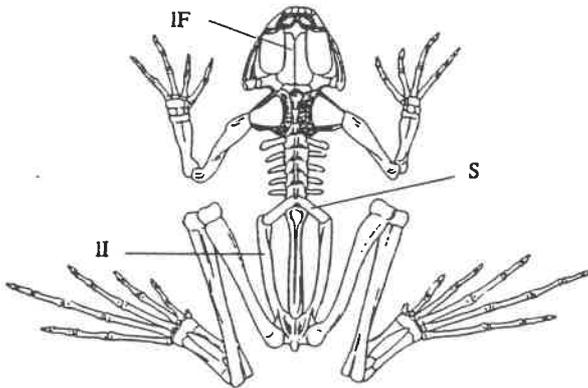


Abb. 1: Skelett eines Froschlurches  
(Gattung *Rana*)  
IF linkes *Frontoparietale*,  
II linkes *Ileum*  
S *Sacralwirbel*

Das Ileum ist ein Element des Beckengürtels. Es ist paarig angelegt, äußerst langgestreckt und verläuft parallel zur Wirbelsäule. Vorn mit den Querfortsätzen des Kreuzbeinwirbels verbunden, bildet es im hinteren Abschnitt gemeinsam mit Sitz- und Schambein (*Ischiopubis*) die Gelenkpfanne (*Acetabulum*) für das Hüftgelenk. Gestalt und Lage von *Tuber superior* und *Vexillum* und die Form der Verbindungsfläche zum *Ischium* (*Junctura ilioischiadica*) sind die wichtigsten Artbestimmungsmerkmale.

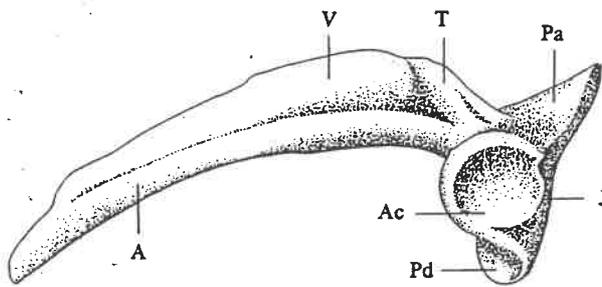


Abb. 2: Linkes Ileum eines Froschlurches:

A *Ala*, V *Vexillum*, T *Tuber superior*, J *Junctura ilioischiadica*, Ac *Acetabulum*, Pa *Pars ascendens ilii*, Pd *Pars descendens ilii* (Ac + Pa + Pd = *Corpus ilii*)

Die *Frontoparietalia* bestehen aus völlig miteinander verwachsenen *Parietale* und *Frontale* und sind bei den meisten Gruppen paarig ausgebildet. Sie bilden den oberen Teil der Schädelkapsel und schützen das darunterliegende Gehirn. Für die Bestimmung der Taxa verwendet man sowohl Umriß als auch Relief von Ober- und Unterseite der *Frontoparietalia*.

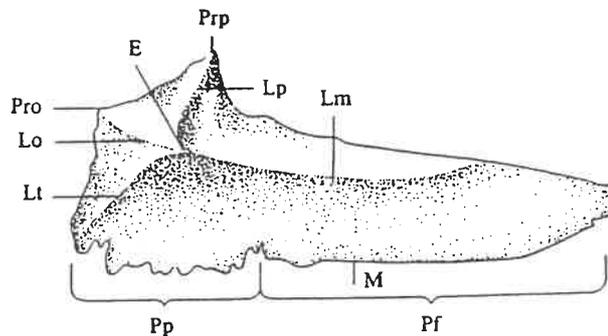


Abb. 3: Linkes Frontoparietale eines Froschlurches:

E *Eminentia parietalis*, Lm *Linea medialis*, Lo *Linea occipitalis*, Lp *Linea prooticalis*, Lt *Linea transversalis*, M *Margo sagittalis*, Pf *Pars frontalis*, Pp *Pars parietalis*, Pro *Processus occipitalis*, Prp *Processus prooticalis*

Das Sacrum ist der letzte Wirbel vor dem stabförmigen letzten Wirbelsäulenabschnitt, dem Urostyl. An seinen Querfortsätzen (Sacraldiapophysen) sind die *Ilia* befestigt. Die Form dieser Querfortsätze sowie die Ausbildung der Gelenkhöcker ist wichtig für die Bestimmung.

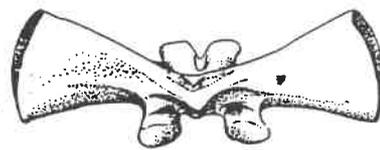


Abb. 4: Beispiel für das Sacrum eines Froschlurches

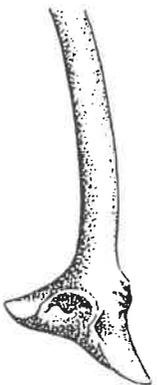
#### Tabelle zur Bestimmung der Gattungen anhand des *Ileum*

- |   |   |                       |
|---|---|-----------------------|
| 1 | <i>Pars descendens ilii</i> (Pd) bei Sicht auf die <i>Junctura ischiadica</i> wesentlich stärker ausgeprägt als <i>Pars ascendens ilii</i> (Pa)                               | 2                     |
|   | Pd gleichstark oder schwächer ausgeprägt als Pa   | 4                     |
| 2 | <i>Ala</i> mit niederen <i>Vexillum</i>   | # <i>Discoglossus</i> |
|   | <i>Ala</i> ohne <i>Vexillum</i>   | 3                     |
| 3 | Durchmesser des <i>Acetabulum</i> kleiner als der doppelte Durchmesser der <i>Ala</i> , <i>Acetabulum</i> nicht bis zum unteren Rand der <i>Pars descendens ilii</i> reichend | # <i>Alytes</i>       |
|   | Durchmesser des <i>Acetabulum</i> größer als der doppelte Durchmesser der <i>Ala</i> , <i>Acetabulum</i> bis zum unteren Rand der Pa reichend                                 | # <i>Bombina</i>      |
| 4 | <i>Ala</i> mit <i>Vexillum</i>  | # <i>Rana</i>         |
|   | <i>Ala</i> ohne <i>Vexillum</i>   | 5                     |
| 5 | <i>Tuber superior</i> nicht oder nur sehr schwach ausgebildet   | 6                     |
|   | <i>Tuber superior</i> deutlich ausgeprägt   | 7                     |

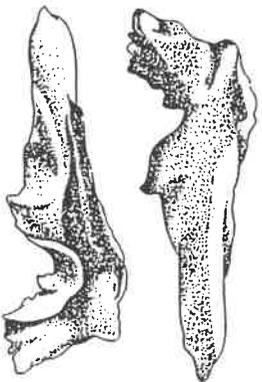
- 6 Rinnenartige Vertiefung auf der *Ala* kurz vor dem Übergang zum *Corpus*  
vorhanden # Pelobates  
Keine rinnenartige Vertiefung auf der *Ala* # Pelodytes
- 7 *Tuber* nach oben gerichtet # Bufo  
*Tuber* seitwärts zum *Acetabulum* geneigt # Hyla



**Charakteristische Knochen verschiedener Amphibienarten**  
(mit einigen Änderungen aus Engelmann 1986 übernommen)



*Alytes obstetricans* (Geburtshelferkröte)  
Linkes Ileum, Vexillum fehlt, *Tuber superior* kräftig ausgebildet und über dem *Acetabulum* gelegen.



*Bombina variegata* (Gelbbauchunke)  
Linkes Ileum, Vexillum fehlt, *Tuber superior* nur sehr schwach ausgebildet.

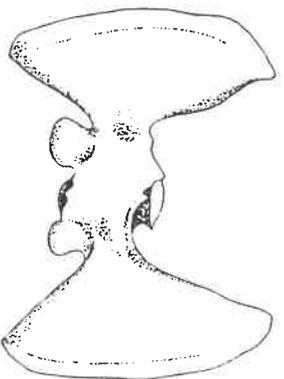
Linkes *Frontoparietale* (dorsale und ventrale Ansicht), charakteristisch sind die beiden großen Einbuchtungen am "unteren" Rand (Fontanellen zwischen linkem und rechtem *Frontoparietale*)



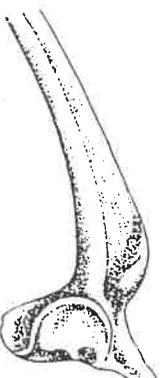
Linkes *Frontoparietale*, sehr dünn und zerbrechlich, deshalb kaum unversehrt in Losungen zu finden.



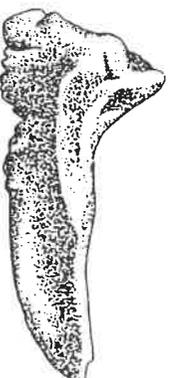
*Bombina bombina* (Rotbauchunke)  
Sacralwirbel, vorderer und hinterer *Condylus* nur einfach ausgebildet, die Querfortsätze sind stark verbreitert.



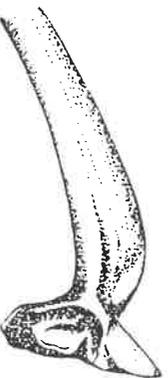
*Rana arvalis* (Moortrosch)  
Linkes Ileum, Vexillum verläuft bogig und erreicht höchsten Punkt am *Tuber superior*.

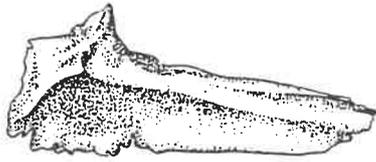


Linkes *Frontoparietale*, *Eminentia parietalis* in der Mitte der *Pars parietalis* gelegen, nur *Linea medialis* kräftig entwickelt und oft bis in unmittelbare Nähe der *Margo sagittalis* reichend.



*Rana dalmatina* (Springfrosch)  
Linkes Ileum, Vexillum höher als *Tuber superior*.



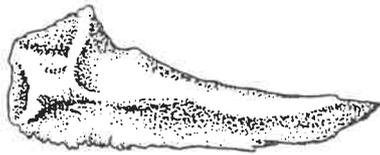
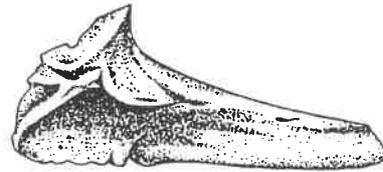


Linkes *Frontoparietale*, *Eminentia parietalis* in der oberen Hälfte der *Pars parietalis* gelegen, *Linea medialis* nach vorn (rechts in der Abb.) oft geteilt, *Linea occipitalis* nicht oder nur undeutlich hervortretend.

***Rana temporaria*** (Grasfrosch)  
Linkes *Ileum*, *Corpus ilii* bei Sicht auf die *Junctura* relativ schlank, *Pars descendens ilii* mit ausgeprägter Wölbung in der Mitte.

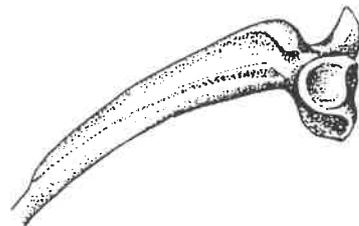


Linkes *Frontoparietale*, *Eminentia parietalis* in der oberen Hälfte der *Pars parietalis* gelegen, alle *Lineae* kräftig entwickelt, vom *Processus prooticalis* zum *Processus occipitalis* oft eine bogenartig verlaufende rinnenartige Vertiefung.

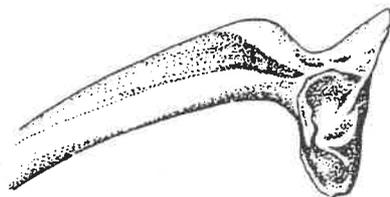
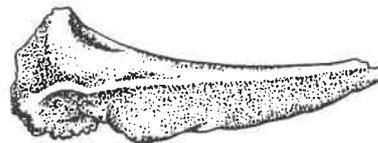


***Rana esculenta*** (Wasserfrosch)  
Linkes *Frontoparietale*, Merkmalsausprägung intermediär zwischen *R. ridibunda* und *R. lessonae*, durch zahlreiche Übergänge des öfteren nicht von der einen bzw. anderen Art zu trennen. Das gleiche trifft auf das *Ileum* zu.

***Rana lessonae*** (Teichfrosch)  
Linkes *Ileum*, *Tuber* kräftig seitlich hervortretend, über dem Vorderrand des *Acetabulum* gelegen.

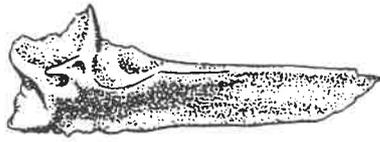


Linkes *Frontoparietale*, graziler als bei *R. ridibunda*, nur *Linea transversalis* ausgebildet, *Processus occipitalis* schwach entwickelt, *Pars frontalis* kürzer als bei *R. ridibunda* und *Margo sagittalis* sichelförmig gebogen.



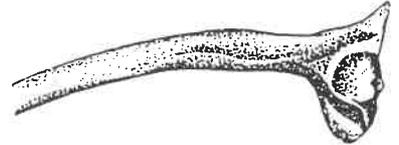
***Rana ridibunda*** (Seefrosch)  
Linkes *Ileum*, *Vexillum* höher als *Ala* und bogig verlaufend, *Tuber* kräftig entwickelt, vor dem Vorderrand des *Acetabulum* gelegen.

Linkes *Frontoparietale*, dickwandiger als bei den Braunfröschen, alle *Lineae*, besonders aber die *Linea medialis* sehr

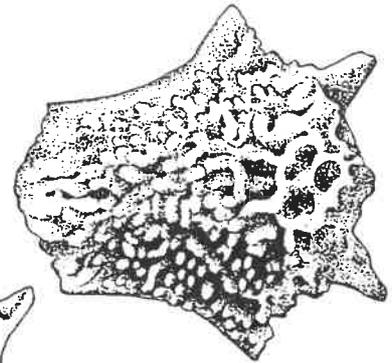


deutlich ausgebildet, *Processus occipitalis* sehr kräftig entwickelt, bei älteren Exemplaren häufig zahnartige Bildung zwischen *Linea prooticalis* und *Linea occipitalis*, *Pars frontalis* relativ länger als bei *R. lessonae*, *Margo sagittalis* gerade.

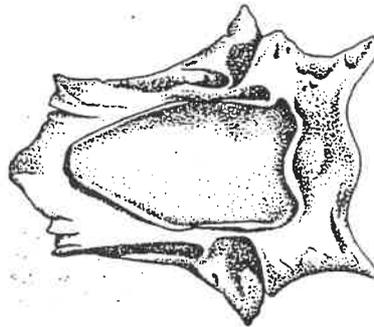
*Pelobates fuscus* (Knoblauchkröte)  
Linkes *Ileum*, *Vexillum* und *Tuber superior* fehlen, rinnenartige Einschnürung auf der *Ala* am Übergang zum *Corpus ilii*.



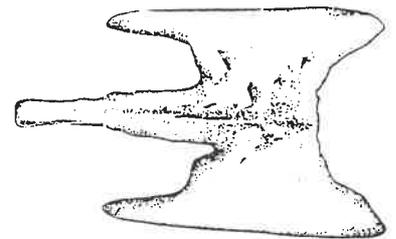
*Frontoparietalia*, Oberseite



*Frontoparietalia*, Unterseite

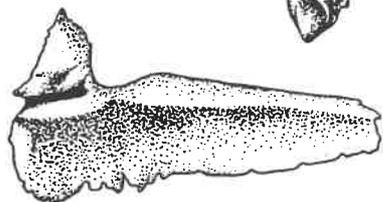


Sacralwirbel, die Querfortsätze sind flügelartig verbreitert und verlängert, *Sacrum* gewöhnlich mit dem *Urostyl* verwachsen und dann als *Synsacrum* bezeichnet.

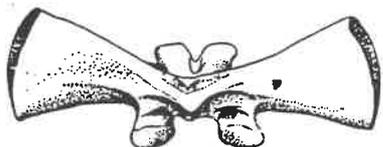


*Bufo bufo* (Erdkröte)

Linkes *Ileum*, *Tuber superior* über dem *Acetabulum* gelegen, oft mit mehreren Spitzen.



Linkes *Frontoparietale*, deutlich Rinne in der oberen Hälfte der *Pars parietalis*, keine weiteren Reliefbildungen auf der Oberseite.



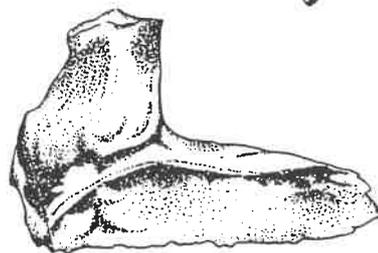
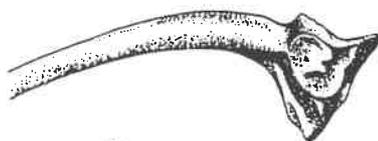
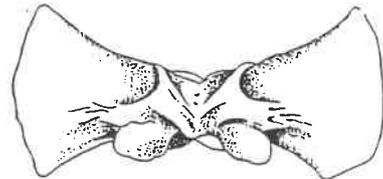
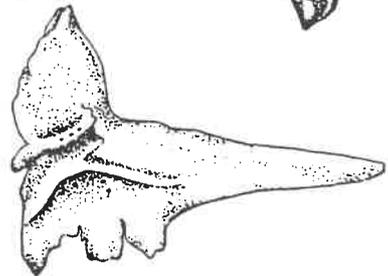
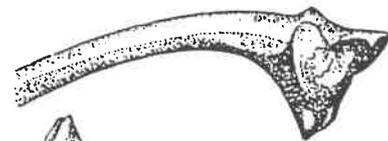
Sacralwirbel, die Querfortsätze sind mäßig verbreitert, artcharakteristisch ist das Relief auf dem Mittelteil des Wirbels (Neuralbogen).

*Bufo calamita* (Kreuzkröte)

Linkes Ileum, *Tuber superior* nur mit einer scharfen Spitze.

Linkes *Frontoparietale*, mit dem *Prooticum* verwachsen und dadurch Bildung eines längeren Schaftes, Rinnenbildung auf der *Pars parietalis* vorhanden, *Pars frontalis* mehr oder weniger zugespitzt (große vordere Fontanelle).

Sacralwirbel, artcharakteristisches Relief auf dem Mittelteil des Wirbels.



*Bufo viridis* (Wechselkröte)

Linkes Ileum, *Tuber superior* oft mehrspitzig, deutliche Einschnürung der *Ala* am unteren Übergang zum *Corpus ilii*.

Linkes *Frontoparietale*, häufig mit dem *Prooticum* verwachsen und dadurch Bildung eines längeren Schaftes, Rinne auf der *Pars parietalis* ausgeprägt und deutliche Reliefbildung auf der Oberseite.

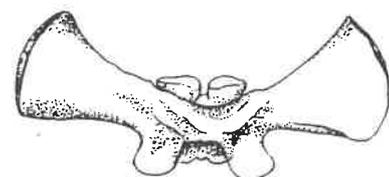
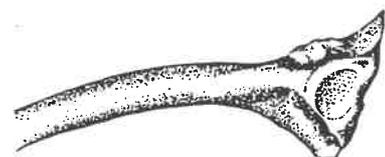
Sacralwirbel, artcharakteristisches Relief auf dem Mittelteil des Wirbels.

*Hyla arborea* (Laubfrosch)

Linkes Ileum, *Tuber superior* gut entwickelt und seitlich sitzend, breit ausgezogener unterer Übergang zwischen *Ala* und *Corpus ilii*.

Linkes *Frontoparietale*, schmale, sehr zerbrechliche Knochenspanne, die kaum einmal unversehrt in Nahrungsrückständen anzutreffen ist.

Sacralwirbel, ähnlich wie bei der Gattung *Bufo*, jedoch im Mittelteil des Wirbels weniger skulpiert und wesentlich kleiner als bei adulten Exemplaren jener Gattung.



## Reptilienbestimmung anhand von Knochen (Unterkiefer) und Schuppen

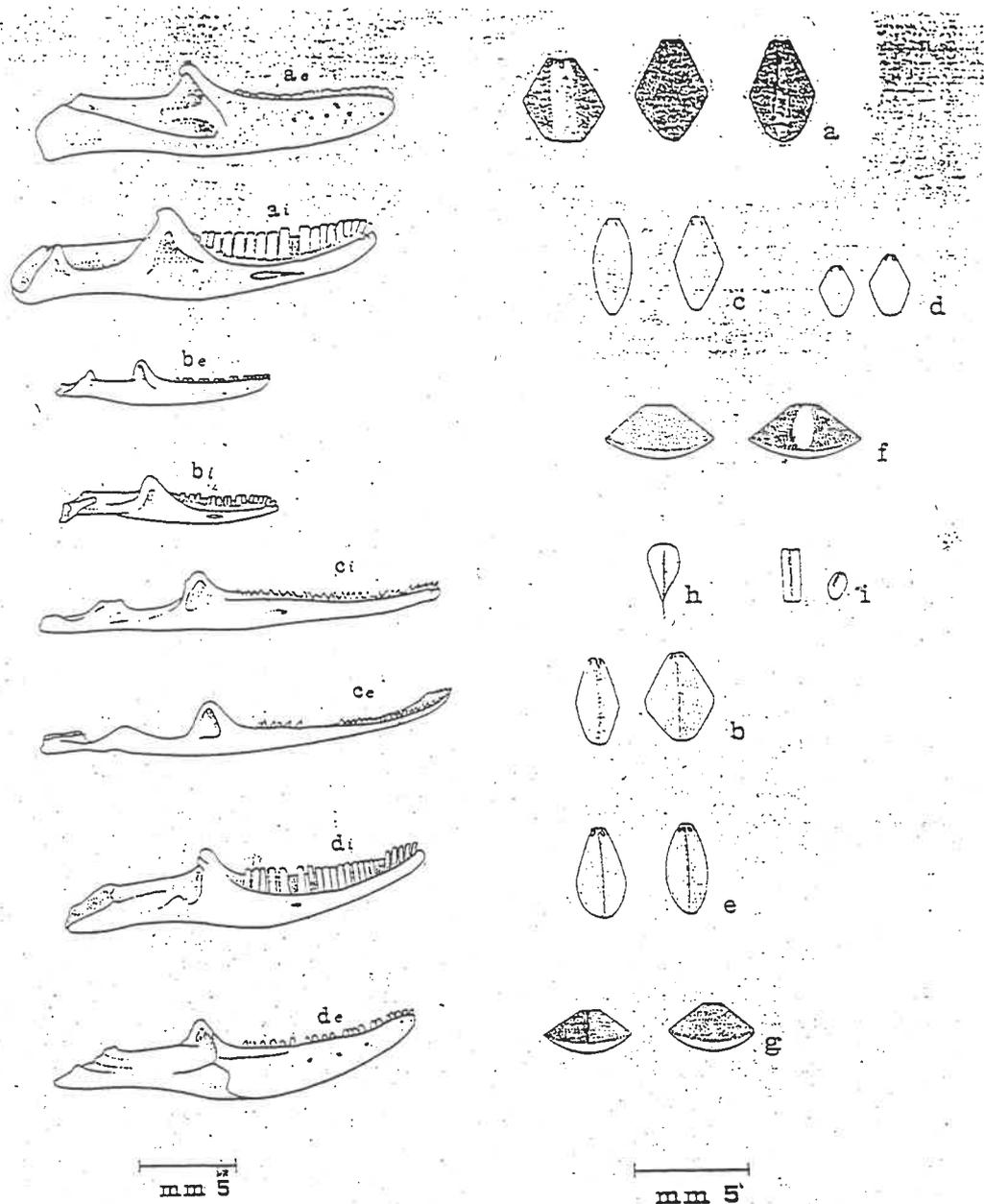


Abb. A: Mandibeln verschiedener Eidechsen;  
 a - *Chalcides oellatus*, b - *C. chalcides*,  
 c - *Tarentula mauritanica*, d - *Podarcis sicula*,  
 e - Profil von außen, i - Profil von innen;

Abb. B: Rückenschuppen verschiedener Reptilien;  
 a - *Colluber viridiflavus*, b - *Natrix natrix*,  
 c - *Elaphe longissima*, d - *Coronella austriaca*,  
 e - *Vipera aspis*, f - *Chalcides oellatus*,  
 g - *C. chalcides*, h - *Psammodromus algiris*, i - *Podarcis sicula*

## Literaturverzeichnis

- Bagenal, T. B.** (1974): *The Ageing of Fish* Unwin Brothers, London.
- Berg, L. S.** (1949): *Freshwater fishes of the U. S. S. R. and adjacent countries*. Vol. 1, 2, 3, Israel Programm for Scientific Translations, 1500 pp.
- Bodendorfer, T.** (1995): *Zur Ernährungsbiologie von Grosskatzen in der Elfenbeinküste - Eine Untersuchung anhand von Kotproben*. Dipl. Arb. Univ. Wien (Boku Berichte zur Wildtierforschung Nr. 10)
- Camby, A. et al.** (1984): *Atlas d'identification des restes alimentaires de la Loutre (Premiers elements)*. Groupe Loutres, Bulletin de Liasion 16 (SFPEM).
- Conroy, J. W. H., Watt, J., Webb, J. B. & Jones, A.** (1993): *A guide to the identification of prey remains in otter spraints*. Occasional publication No.16, THE MAMMAL SOCIETY, LONDON.
- Engelmann, W. E.** (1986): *Lurche und Kriechtiere Europas*. DTV Enke, pp. 420.
- Frost, A.** (1925): *A comparative study of the otholiths of the neopterygean fishes*. The annals and Magazine of Natural History, ser. 9, vol XV: 152-163 (+ plate XI-XIII); 553-561 (+ plate XXIX).
- Grote, W., Vogt, C., & Hofer, B.** (1909): *Die Süßwasserfische von Mitteleuropa*, Commisionsverlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig, pp. 558.
- Hammond, P. S., Hall, A. J. and Prime, J. H.** (1994): *The diet of grey seals in the Inner and Outer Hebrides*. Journal of Applied Ecology 1994, 31, 737 - 746.
- Heckel, J., Kner, R.** (1858): *Die Süßwasserfische der Österreichischen Monarchie*. Verlag Wilhelm von Engelmann, Leipzig, pp. 388.
- Koch, W.** (1982): *Fischzucht*. Parey, pp. 235.
- Libois, R. M. et al.** (1987): *Elements pur lídentification des restes craines des poissons dulcaquioles de Belgique du nord de la France Centrae de recherches Archeologiques du CNRS*. APDCA. Juan-les-Pins: 1-15
- März, R.** (1987): *Gewöll- und Rupfungskunde*; Akademie Verlag Berlin, pp. 398.
- Mehner, T.** (1990): *Zur Bestimmung der Beutefischarten aus Fragmenten der Wirbelsäule bei der Nahrungsanalyse*. Zool. Anz. (Jena) 225, 3/4, 210-222.

- Muus, B. J. & Dahlström, P. (1990): Süßwasserfische Europas, BLV, pp. 224.
- Nitsche, H., Hein, W. und Röhler, E. (1932): Die Süßwasserfische Deutschlands, Verlag des Deutschen Fischereivereines, Berlin, pp. 87.
- Riedl, D. (1974): Fisch und Fischerei, Ulmer 1974, pp. 287.
- Roche, K. (unpublished): On the Collection, Recognition, Analysis and Preparation of Spraint: a few notes on the use of bones, scales and vertebrae used in the analysis of otter spraint samples. Presented at the Academy of Sciences of the Czech Republic, June, 1995.
- Rutte, E. (1962): Schlundzähne von Süßwasserfischen. Palaeontografica Abt. A 120: 165-212.
- Schiemer, F. *et al.* (1994): Endbericht Limnologische Projektstudie "ÖKOLOGIE VON AUGEWÄSSERN" Univ. Wien.
- Thom, T. J. (1990): The Ecology of otters (*Lutra lutra*) on the Wansbeck and Blyth river catchments in Northumberland. In: Conroy, J. H. W. et al (1993): A guide to the identification of prey remains in otter spraints.
- Wildburger, Ch. (1993): Zur Nahrungsökologie des Steinhuhns *Alectoris graeca*. Typoskript Institut für Wildbiologie, Boku Wien.
- Wheeler, A. (1978): Key to the fishes of Northern Europe. Frederick Warne + Co Ltd. London.
- Wise, M. H. (1980): The use of vertebrae in scats for estimating prey size of otters and mink. J.Zool., London 192: 25-31.

