

D I P L O M A R B E I T

Erlangen 1983

Die vorliegende Arbeit wurde am Institut für Zoologie,
Lehrstuhl I, der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg durchgeführt

Institutsvorstand: Professor Dr. R. Siewing

Thema:

Eidonomie und Anatomie des Schlammpeitzgers
(*Misgurnus fossilis* L., Cobitidae, Teleostei)

Dozent: Professor Dr. R. Siewing

Vorgelegt von: Bernd Horst

Fach: Biologie / Diplom

An dieser Stelle möchte ich Herrn Professor Dr. R. Siewing für die Auswahl des Themas dieser Arbeit, für die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes im Zoologischen Institut I der Universität Erlangen-Nürnberg und für alle Ratschläge und Anregungen herzlich danken. Mein Dank gilt gleichfalls allen, die in irgendeiner Weise am Gelingen dieser Arbeit beteiligt waren.

	Seite
7. Der Orientierungsapparat	44
7.1. Die Sinnesorgane des Kopfes	44
7.1.1. Das Geruchsorgan	44
7.1.2. Das Auge	52
7.1.3. Das statoakustische Organ und seine Hilfsorgane	54
7.2. Der Schädelbau	64
7.3. Das Gehirn	67
8. Der Bewegungsapparat	70
8.1. Das Axialskelett	70
8.2. Der Flossenbau	72
9. Der Betriebsapparat	74
9.1. Kreislauforgane	74
9.1.1. Das Herz	74
9.1.2. Blutgefäße	75
9.1.3. Die Milz	76
9.2. Die Atemorgane	77
9.3. Die Verdauungsorgane	81
9.3.1. Der Darmtrakt	81
9.3.2. Leber und Galle	90
9.3.3. Das Pankreas	92
9.4. Die Nieren	92
10. Die Organe der Arterhaltung	95
10.1. Hoden und Vas deferens	95
10.2. Ovar und Eileiter	97

	Seite
11. Vergleichende biologische Anatomie	99
12. Zusammenfassung	106
Literaturverzeichnis	108

1. Einleitung

Der Schlammpeitzger, der bereits 1758 von Linne beschrieben wurde, rief im Laufe der Jahrhunderte immer wieder das Interesse der Forscher hervor. Obwohl wirtschaftlich unbedeutende Fische wie er relativ häufig auf wissenschaftliches Desinteresse stoßen, konnte er doch durch sein auffallendes Äußeres und seine ungewöhnliche Lebensweise auf sich aufmerksam machen. Schon seine regional verschiedenen Namen, wie Schlammbeißer, Bisgurre und Mistheingel, wie er im Aischgrund zwischen Erlangen und Höchststadt heißt, weisen auf seine Lebensweise im Schlamm oder auf das Knurren beim Ausstoßen der Atemluft durch den After hin.

Bei dem Versuch mehr über diesen Fisch zu erfahren, stieß ich in der einschlägigen Literatur auf wenige und nur sehr unkonkrete Angaben über seine Biologie und Anatomie, so daß ich gezwungen war, mich eingehender mit diesem Tier zu beschäftigen. Dabei konnten etliche Arbeiten ausfindig gemacht werden, die sich zwar mit Teilaspekten seiner Anatomie und Biologie auseinandersetzten, aber praktisch nie Bezüge zu anderen Teilgebieten seiner Erforschung herstellten, so daß oft Befunde nur unzureichend erklärt werden konnten. Es lagen auch bisher keine rasterelektronenmikroskopischen Untersuchungen vor.

Um ein umfassendes Bild von diesem Tier geben zu können, durfte ich die vorliegenden Ergebnisse überprüfen, mit neuen Methoden darstellen, in wesentlichen Teilbereichen ergänzen und Bezüge zwischen den verschiedenen Ergebnissen herstellen.

Der Schlammpeitzger hat im Aischgrund einen Verbreitungsschwerpunkt innerhalb Deutschlands. Trotzdem gestaltete sich die Materialbeschaffung nicht leicht, da sich sein Bestand in den vergangenen 15 Jahren rapide verringert hat und dieser ehemalige Massenfisch nur noch an wenigen Standorten anzutreffen ist. Unter Umständen ist bereits in einigen Jahren eine Beschaffung dieses Fisches bei uns nicht mehr möglich. Umso dringender schien es, die vorliegende Arbeit zu erstellen.

2. Material und Methoden

Als Material standen mir ca. 50 Exemplare im Alter von 2 - 6 Jahren zur Verfügung. Davon stammten einige aus den Beständen von Herrn Dr. Pleyer. Ca. 15 Exemplare konnte ich bei Abfischungen von Teichen im Herbst '82 im Moorhofgebiet bei Höchststadt erlangen. Der weitaus größte Teil stammt aus eigenen Fängen mit selbstkonstruierten Flügelreusen, mit denen ich im April '81 die Ablaufgräben einiger Teiche im Moorhofgebiet abriegelte. Nach der Bestimmung von Alter, Maßen und Geschlecht wurde, um den Bestand dieser gefährdeten Tierart nicht unnötig zu dezimieren, ein großer Teil der Tiere wieder ausgesetzt. Weitere 80 Exemplare im Alter von 6 - 20 Wochen konnte ich durch eigene Zucht in meinem Gartenteich dazugewinnen.

Die Untersuchungsmethoden gestalteten sich, um der Komplexität des Themas nur einigermaßen gerecht zu werden, sehr vielschichtig. Die lebenden Tiere wurden soweit möglich im Freiland, und zum größeren Teil in Aquarien des Zoologischen Instituts, sowie bei mir zu Hause beobachtet. Es wurde ein Super 8 Film angefertigt, um die Bewegungen beim Eingraben und Luftschlucken der Tiere genauer studieren zu können.

Die Oberfläche der durchwegs formolfixierten Tiere wurde makroskopisch, mit dem Binokular und, zur Darstellung der Feinstrukturen der Haut, mit dem Rasterelektronenmikroskop (im weiteren Verlauf der Arbeit mit REM abgekürzt) untersucht.

Zur Untersuchung der inneren Organisation wurden die Tiere aufpräpariert und einzelne Organe entnommen. Weiterhin wurden bei den Jungtieren mit einer Größe von 20 - 30 mm in allen drei Ebenen des Raumes Serienschritte angefertigt, sowie bei adulten Exemplaren in einzelnen Bereichen Teilschnitte. Die Schnittdicke betrug dabei 10 - 15 µm. Die Färbung erfolgte mit Azan oder mit einer kombinierten Färbung aus Alcianblau/grün, Mayer's Hämalaun, Eosin/Orange G und Anilinblau. Diese Kombination ergab allerdings sehr unterschiedliche Farbabstufungen, da die einzelnen Farben in den Zwischenbädern leicht wieder ausgewaschen werden. Die Oberfläche des gesamten Darmkanals und der Galle wurde von ihrer Innenseite her mit dem REM untersucht. Ebenso wurde mit der Oberfläche des Riechepithels verfahren.

Zur Untersuchung der Skelettelemente wurden einige frisch getötete

Tiere durch Faulen mazeriert. Das Skelett eines bereits fixierten Exemplares wurde durch Abpraeparation der Fleischteile und anschließender Mazeration in 4%iger NaOH freigelegt. Die Fotos der Skeletteile wurden der größeren Tiefenschärfe wegen ebenfalls mit dem REM erstellt.

Bei zwei Tieren wurde die Eizahl bestimmt.

3. Systematische Stellung

Superklasse : Pisces
Klasse : Osteichthyes
Unterklasse : Actinopterygii
Überordnung : Teleostei
Ordnung : Ostariophysi (Cypriniformes)
Unterordnung: Cyprinoidea
Familie : Cobitidae
Unterfamilie: Cobitinae
Gattung : Misgurnus
Art : M. fossilis

Der Schlammpeitzger wird in die Familie der Cobitidae oder Schmerlen gestellt, die zusammen mit den Cypriniden oder Karpfenartigen und vier weiteren artenarmen Familien den großen Kreis der Karpfenähnlichen bilden. Dieser Gruppe könnte man unter Umständen den Rang einer Überfamilie zuordnen, was aber um der Übersichtlichkeit willen meist vermieden wird.

Wie den Cypriniden fehlen den Cobitiden Kieferzähne und mit Ausnahme einer Gattung auch ein echter Magen. Gemeinsam ist der Besitz einer gekammerten Schwimmblase und die Umbildung des fünften Kiemenbogens zu sog. Schlundzähnen. Die Cobitiden unterscheiden sich von den Cypriniden, zu denen sie früher gerechnet wurden, durch den Besitz von drei Paar Barteln am Oberkiefer und dadurch, daß ihr Auge von der Epidermis bedeckt ist. Eine Sonderbildung ist die knöcherne oder aus faserigem Bindegewebe bestehende Schwimmblasenkapsel, die nur noch die nahe verwandte Familie der Plattschmerlen oder Homalopteridae besitzt.

Zusammen mit den Gattungen Cobitis und Sabanejewia bildet die Gattung Misgurnus die Unterfamilie der Cobitinae, die einen aufstellbaren Unteraugendorn besitzt, und sich durch das Fehlen eines Seitenlinienkanals auszeichnet.

Die Gruppe der Karpfenähnlichen bildet zusammen mit den Salmlern oder Characiden im weiteren Sinne die Unterordnung der Cyprinoidea. Diese werden mit den Welsartigen (Siluroidea) zu der Ordnung der Ostariophysi, den Besitzern eines Weberschen Apparates, zusammengefaßt. Diese Ordnung ist mit ca. 5000 Arten die artenreichste aller Fischordnungen.

4. Vorkommen

4.1. Verbreitung

Bei uns in Mitteleuropa erreicht der Schlammpeitzger, von einigen punktuellen Vorkommen in Westfrankreich abgesehen, seine westliche Verbreitungsgrenze. Es ist allerdings möglich, daß sich diese in den nächsten Jahren, durch anthropogene Veränderungen bedingt, weiter nach Osten verschieben wird. (siehe dazu Kap. 11.2.) Sein nördliches Vordringen ist klimatisch begrenzt, da seine Vorzugstemperatur beim Laichakt ca. 15°C beträgt und somit eine Vermehrung nördlich des 60. ten Breitengrades (Südskandinavien) kaum möglich ist. Seine südliche Verbreitungsgrenze wird durch die Donau, das Schwarze Meer und den Kaukasus markiert. Aus dieser Region kommen auch Berichte über eine Nutzung dieser Species als Röst- oder Kochfisch. Im Osten reicht sein Verbreitungsgebiet bis an den Ural. Ab da wird er von dem asiatischen Schlammpeitzger *Misgurnus anquillicaudatus* abgelöst. Eine Unterart unseres einheimischen Schlammpeitzgers kommt im östlichen Verbreitungsgebiet vor. Sie besitzt eine etwas abweichende Körperzeichnung. (siehe Kap. 5.1.1.).

4.2. Biotopbeschreibung

Schlammpeitzger führen ein sehr verstecktes Dasein auf dem Grunde stehender und langsam fließender Gewässer wie Teiche und deren Ablaufsysteme oder Altwässer von Flüssen. Dort vergraben sie sich zwischen den Wurzeln von Bäumen oder Wasserpflanzen im Sand oder Schlamm bis in eine Tiefe von 75 cm. Es werden auch gerne Gänge von Nagern und Insektivoren der Gewässerränder als Verstecke angenommen. Im Substrat vor Austrocknung geschützt, können sie auch kurze Trockenperioden überstehen, da sie in der Lage sind atmosphärische Luft im Darm zu veratmen. (siehe Kap. 9.2.). Wie Jeuken (1957) feststellte, sind die Tiere in der Lage ihren gesamten Sauerstoffbedarf auf diese Art und Weise zu decken.

Der Biotop des Schlammpeitzgers muß außerdem eine ausreichende Menge an krautigen Unterwasserpflanzen aufweisen, an die sich ihre klebrigen Eier anheften können, die sonst im Schlamm ersticken würden. Die Nahrung dieser Tiere besteht in den von mir untersuchten Biotopen im wesentlichen aus kleinen Articulaten, z.B. *Gammarus spec.*, *Asellus aquaticus*, Tubificiden, etc., die vom Substrat abgelesen

werden. (siehe auch Kap. 9.3.1.). Entgegen anders lautender Berichte gelang es mir nicht, die Tiere an kommerzielles Trockenfutter zu gewöhnen.

5. Äußere Erscheinung

5.1. Die Gestalt des Adultus

Der Schlammpeitzger hat einen langgestreckten fast drehrunden Körper, der sich ab den sich gegenüberstehenden Bauch- und Rückenflossen, zum Schwanz hin lateral abplattet. Der Kopf des Tieres ist kegelförmig zugespitzt und besitzt ein stark unterständiges Maul mit wulstigen Lippen. An der Oberlippe befinden sich drei Paar Barteln. Die Unterlippe ist durch ein Paar Mentallappen vergrößert und trägt zusätzlich zwei Paar Barteln. (siehe auch Kap. 9.3.1.).



Abb. 1 Schlammpeitzger männl. lateral. W = Seitenwulst des Männchens. Sb = Verbreiterung der Schwanzwurzel. D = Rückenflosse. B = Barteln.

Die Flossen sind im Verhältnis zur Körperlänge sehr klein und mit Ausnahme der Pectoralen des Männchens ganzrandig konvex. (siehe Kap. 8.2.) Die Pectorale sitzt ventral in Höhe des hinteren Randes des Kiemendeckels. Dorsale und Ventrals stehen sich auf halber Körperlänge gegenüber. Die Anale befindet sich auf halbem Weg zwischen Ventrals und Caudale.

Das Verhältnis von Kopf- zu Körperlänge beträgt bei adulten Tieren ca. 1:7,2. Das Verhältnis von Körperhöhe zu Körperlänge beträgt ca. 1:9,6. (weitere Maße in Kap. 5.5.)

Die Grundfärbung des Schlammpeitzgers ist gelblich bis bräunlich. Darauf zeichnen sich vom hinteren Kiemendeckelrand bis zum Schwanzflossenansatz drei schwarzbraune Längsstreifen ab. Sie verlaufen parallel auf jeder Körperseite. Bei der östlichen Unterart des Schlammpeitzgers sind diese Streifen zu Punkten aufgelöst.

Ein dunkler Streifen zieht sich vom Nasensegel über das Auge zum Rand des Kiemendeckels hin. Er ist Teil einer individuell verschiedenen Gesichtszeichnung dieser Art. (siehe Kap. 5.3.). Eine solche Tarnung des Auges als Schutz vor Freßfeinden ist in vielen Tiergruppen anzutreffen.

Am Kopf der Tiere fällt noch das Nasensegel auf, das wie eine schräg abgeschnittene Röhre über die Oberfläche des Kopfes hinausragt. Dadurch liegt der untere Rand der Einströmöffnung bei großen Exemplaren ca. 1,5 mm über der Körperoberfläche. (siehe auch Kap. 7.1.1.).

5.2. Larvale Merkmale

An dieser Stelle möchte ich noch auf die besonderen Merkmale der Larven dieser Species eingehen. Leider waren meine Jungtiere bereits über dieses Stadium hinaus als ich sie erhielt, so daß ich mich in meinen Ausführungen auf die einzige bisher darüber erschienene Arbeit (A.W. Grieb 1937) stützen muß.

Misgurnus fossilis ist einer der wenigen Knochenfische, die als Larve Außenkiemen besitzen. Es handelt sich hierbei um bis zu 16 Fäden, die $\frac{1}{3}$ der Körperlänge der Larven erreichen können. Sie werden noch vor der Ausbildung eines Kiemendeckels zu je zwei Fäden auf jedem der ersten vier Kiemenbögen angelegt, und wachsen bis zum siebten oder achten Tag nach dem Schlüpfen.

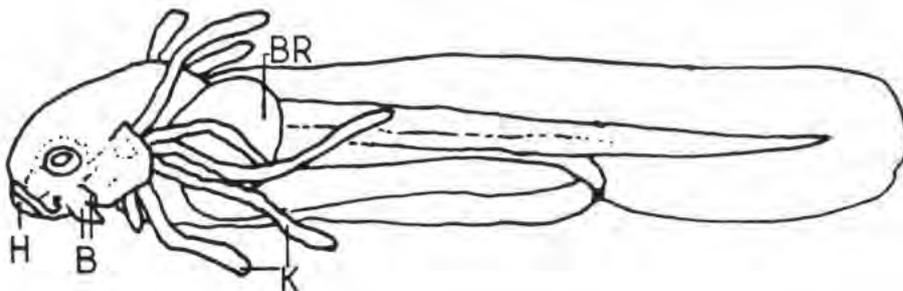


Abb. 2 Larve ca. 7 Tage nach dem Schlüpfen. (Umgezeichnet nach Grieb 1937) H= Haftorgan am Unterkiefer, B= Bartelanlagen, BR= Brustflosse, K= Kiemenfäden.

Danach setzt langsam die Reduktion der Außenkiemen ein. Die Kiemenspalten sind dann fast vollständig durchgebrochen und die Kiemendeckel gut entwickelt. 14 Tage nach dem Schlüpfen sind die Außenkiemen verschwunden und die, in diesem Stadium sehr große und mit feinen Kapillaren ausgestattete Brustflosse, hat zusammen mit dem ebenfalls gut durchbluteten Flossensaum einen Teil der Respiration übernommen.

Diese Anpassung ermöglicht dem Schlammpeitzger neben der Darmatmung, die offenbar erst auf einer späteren Entwicklungsstufe einsetzt, die Existenz in sauerstoffarmen Gewässern. Dieser Vorteil muß offensichtlich größer sein, als die Gefahr, die solchen exponierten Organen durch Verletzung oder Parasitenbefall droht. Leider sind bei Grieb keine Angaben über den Feinbau dieser spezifischen Organe zu finden, und da sich meines Wissens auch sonst niemand mit diesem Phänomen befaßt hat, wäre eine detailliertere Beschreibung der Anatomie und Entwicklung dieser accessorischen Respirationsorgane wünschenswert.

5.3. Die Kopfzeichnung

Schlammpeitzger besitzen auf dem Kopf eine individuell verschiedene schwarz-braune Zeichnung, ähnlich wie die Unken sie am Bauch zeigen. Die Anordnung der Punkte und Bänder auf dem hellen Untergrund ist auf linker und rechter Kopfhälfte ähnlich, aber nie völlig identisch. Bei allen 21 von mir dahingehend untersuchten Exemplaren lag dieser Zeichnung ein Schema zugrunde, das durch unterschiedlich starke Pigmentierung in den einzelnen Ästen dieser "Grundzeichnung" variiert sein konnte. Diese Grundzeichnung besteht:

aus einem Band A, das vom Rand des Kiemendeckels aus über das Auge verläuft, und meist auf halbem Weg zwischen Nasensegel und Oberlippe endet und fast immer vollständig vorliegt.

aus einem Band B, das von A ausgehend sich entlang des Kiemendeckelrandes ventralwärts zieht.

aus einem Band C, das sich von A ausgehend zum Mundwinkel hinzieht.

aus einem Band D, das zu B und C parallel zwischen beiden verläuft.

B , C und D können oft nur andeutungsweise vorhanden sein. Alle Bänder können außerdem durch Zacken und Ausbuchtungen ein vielgestaltiges Erscheinungsbild zeigen.

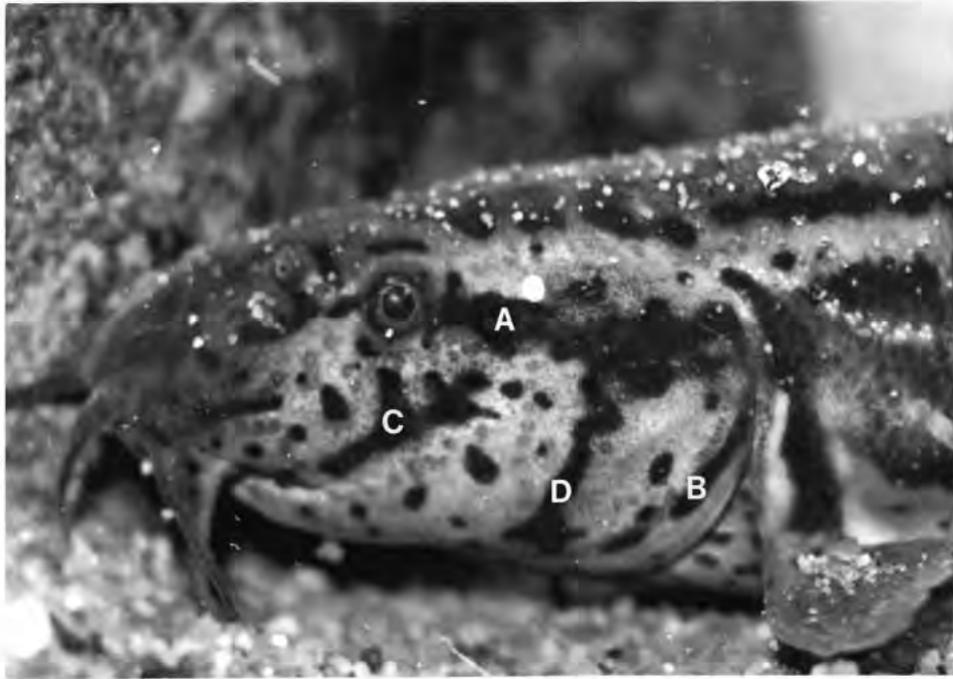


Abb.3 Kopfzeichnung. Die Bänder B,C,D sind kräftig ausgebildet.



Abb.4 Kopfzeichnung. Die Bänder B,C,D sind nur andeutungsweise vorhanden. A,B,C,D, wie oben beschrieben.

Da es für Freilanduntersuchungen an diesen Tieren wünschenswert wäre einzelne Individuen zu erkennen, ohne sie markieren zu müssen, versuchte ich die Pigmentierung in ein anwendbares Raster zu pressen. Leider mußte ich bald erkennen, daß dies wahrscheinlich genauso unmöglich ist, wie die Physiognomie eines Menschen in ein Raster zu bringen, so daß selbst bei großer Übung wohl nur ein Wiedererkennen weniger Exemplare möglich wäre.

5.4. Sekundäre Geschlechtsmerkmale

Beim Schlammpeitzger ist ein ausgeprägter sekundärer Geschlechtsdimorphismus vorhanden, der zum größten Teil im Dienste der Fortpflanzung steht. Die Ausprägung erfolgt in folgenden Merkmalen.

a) Die Pectorale des ♂ ist fast doppelt so lang wie die des ♀, und läuft in einer Spitze aus, während die des ♀ abgerundet ist. Diese Form steht im Zusammenhang mit dem stark verdickten zweiten Flossenstrahl der männlichen Brustflosse, der zu ihrer Stabilisierung nötig ist. Wie Knaak (1961) feststellte dient diese zum Halten des ♀ bei der Balz, wobei sie unter dem Körper des ♀ durchgeschoben wird, und durch ein Aufwärtskrümmen ihrer Spitze das ♀ an das ♂ herandrückt. Ein ähnlicher Dimorphismus ist auch bei anderen Vertretern der Cobitiden anzutreffen. (siehe Abb. 5 und 6).

b) Die Männchen besitzen, ventral der Rückenflosse gelegen, einen Wulst, der während der Laichzeit besonders stark hervortritt und dann eine auffallend orangerote Färbung aufweist. Dieser Wulst ist auf die dorsale Körperhälfte beschränkt und nimmt von der Rückenflosse ausgehend ca. 1/5 der verbleibenden Körperlänge ein. Ich vermutete darin ein sekretorisches Organ, das in irgend einer Beziehung zum Laichvorgang steht. Nach meinen Untersuchungen konnte ich jedoch nur einen Muskelwulst feststellen, der von einem Unterhautfettgewebe überzogen ist, dessen Lage etwas stärker ist, als in anderen Körperregionen.

Eine sinnvolle Interpretation dieser Struktur könnte sich aus dem Laichverhalten ableiten lassen. Da die Männchen sich beim Ausstossen der Laichprodukte um den Körper der Weibchen herumwinden, könnten die hervortretenden Wülste dabei eine stimulierende Wirkung haben, oder einfach beim mechanischen Auspressen der Eier helfen. Diese werden dabei befruchtet und mit der Schwanzflosse auf dem Substrat verteilt.

Die auffallende Färbung dieser Vorwölbung könnte dagegen bei der Erkennung der Geschlechter von Nutzen sein, da diese Species immer paarweise ablaicht, und sich ♂ und ♀ finden müssen. (siehe Abb. 1, 5 und 7).



Abb. 5 Männchen Dorsalansicht. Ca. 3/4 nat. Größe. W = Seitenwulst.
P = Brustflosse (Pectorale). B = Barteln.



Abb. 6 Weibchen Dorsalansicht. Legende wie Abb. 5

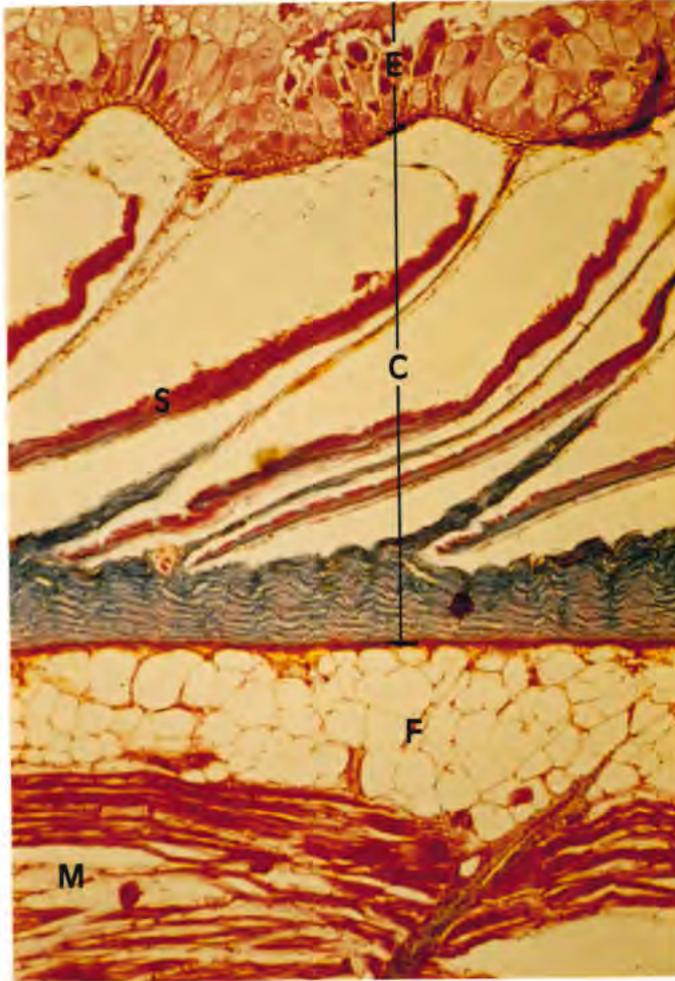


Abb.7 Längsschnitt durch die Peripherie eines Seitenwulstes. Färbung: Azan, Vergr. 75 x
M= Körpermuskulatur.
F= Unterhautfettgewebe.
C= Corium. S= Schuppe.
E= Epidermis.

c) Der Schwanzstiel der Männchen ist nach dorsal und ventral häutig verbreitert, so daß Schwanzstiel und Schwanzflosse annähernd die gleiche Breite besitzen. Bei den Weibchen fehlt diese Verbreiterung, so daß die Caudale eher abgesetzt erscheint. (siehe Abb.1). Diese Ausprägung des Schwanzstieles beim ♂ könnte ebenfalls beim Laichen eine Verwendung finden. Da sich das ♂ um das ♀ herumwindet,

und das ganze Laichgeschäft beim Schwimmen stattfindet sind die Geschlechtsöffnungen der beiden Partner meist in einer für die Befruchtung suboptimalen Lage. Der etwas breitere Schwanz des ♂ könnte dabei ein zu starkes Auseinanderdriften von Eiern und Sperma verhindern.

d) Der Kopf der Männchen gleicht einer spitzen Pyramide mit der Grundfläche eines Dreiecks, wogegen der Kopf der Weibchen in seiner Form eher an einen stumpfen Kegel erinnert.

e) Oben genanntes Merkmal steht wahrscheinlich in allgemeinem Bezug zur gesamten Körperform, die beim ♀ plumper und dicklicher ist als beim ♂. Hier drängt sich der Vergleich zwischen einer dicken Zigarre und einem Zigarrillo auf. Dieser Unterschied in der Gestalt von ♂ und ♀ ist bei Fischen allgemein stark verbreitet, und am besten während der Laichzeit zu erkennen, da in dieser Zeit die Ursache dieser Fülligkeit, das Ovar, am besten entwickelt ist.

f) In der Körperlänge und im Körpergewicht unterscheiden sich die Geschlechter ebenfalls deutlich. Bei 5 - 6 sömrrigen Exemplaren übertraf die Körperlänge der ♀ die der ♂ um ca. 25%, bei einer maximalen Länge von 26,5 cm. (Literaturangabe um 30 cm). Im Bezug auf das Körpergewicht ist der Unterschied noch größer. Das größte von mir gefangene ♀ übertraf mit 97,5 Gramm das größte ♂ mit 32 Gramm um über 200%. (siehe auch Kap. 5.5.).

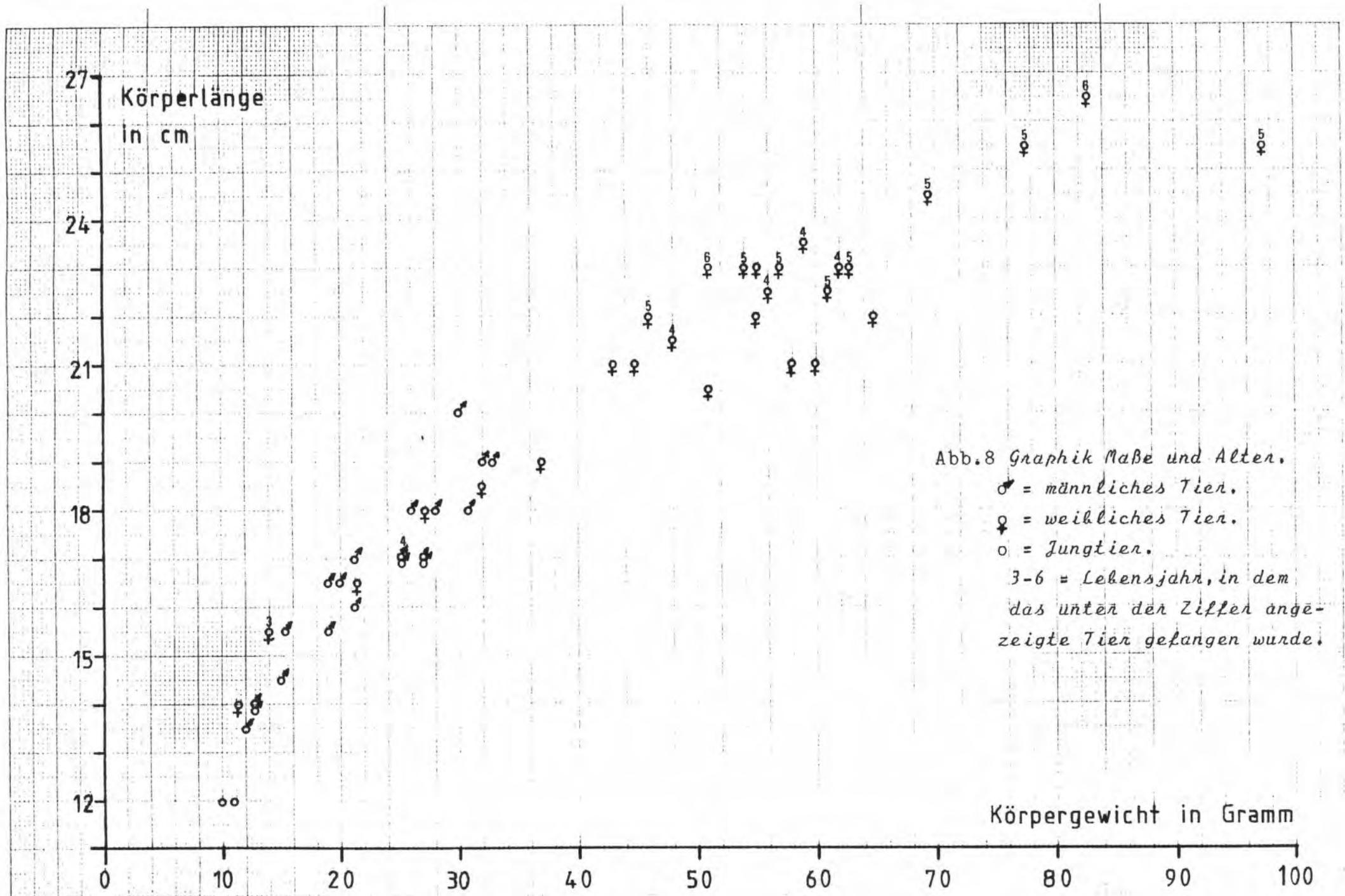
g) Ridet und Bauchet (1976) konnten feststellen, daß die Männchen im Verhältniss zum Körpergewicht ein höheres Gehirngewicht als die Weibchen aufweisen.

Diese Tatsache ist allerdings nicht weiter verwunderlich, wenn man bedenkt, daß durch das schwere Ovar der Weibchen die Proportionen zu deren Ungunsten verschoben sind, und diese Erkenntnis somit wohl wenig Aussagekraft hat.

5.5. Maße und Alter

Um Aufschluß über die Abwachsrate der Schlammpeitzger zu erlangen, bestimmte ich bei allen 48 gefangenen Exemplaren Länge, Gewicht und, sofern möglich, das Geschlecht, was erst ab einer Körpergröße von ca. 12 cm leidlich möglich ist. Zu Beginn der Untersuchungen entnahm ich nur den getöteten Tieren Schuppen zur Altersbestimmung, da ich befürchten mußte, die sich heftig wehrenden und um sich schlagenden Tiere zu verletzen und dabei deren Verpilzung zu provozieren. Dies hätte den ohnehin kleinen Bestand an Tieren unnötig weiter dezimiert. Die Entnahme von Schuppen wird bei dieser Species außerdem noch durch eine dicke schleimige Epidermis erschwert. Im weiteren Verlauf der Arbeit gelang es mir dann die Tiere ruhig zu stellen, indem ich sie mit dem Kopf voran in eine, an einem Ende verschlossene Röhre schob. So konnte ich jetzt mit einer spitzen Pinzette am Abdomen, das aus der Röhre ragte, Schuppen entnehmen. Bei 17 Exemplaren konnte ich so eine Altersbestimmung vornehmen. Leider kann diese trotzdem nur ungenau sein, da die Zuwachsstreifen auf den meisten Schuppen nur sehr undeutlich abgegrenzt sind, und durch zusätzliche Laichmarken eine genaue Datierung weiter erschwert wird. (siehe auch Kap. 6.2.).

Trotz dieser Mängel, mit denen folgende Graphik behaftet ist, können aus ihr einige Schlüsse gezogen werden.



Auswertung der Graphik Abb.8

- a) Die Individuen dürften in den untersuchten Biotopen ein Höchstalter von 6 Jahren nur unwesentlich überschreiten.
- b) Die Differenz im Größenzuwachs von Männchen und Weibchen wird deutlich. Bereits nach dem dritten Sommer ist die Länge der Weibchen größer als die maximale Länge der Männchen.
- c) Die Abhängigkeit des Körpergewichts von der Körperlänge ergibt graphisch eine Gerade. Daraus ergibt sich die Vermutung, daß das natürlich erreichbare Alter dieser Species höher liegen dürfte, als das der untersuchten Exemplare. Im Normalfall eilt der Gewichtszuwachs bei älteren Fischen dem Längenzuwachs voran, und es ergibt sich dadurch in der Graphik eine sich langsam zur x-Achse hin neigende Kurve, was für Abb.8 nicht zutrifft.
- d) Die Schwankungsbreite des Gewichts im Verhältniss zur Körperlänge ist vergleichbar gering und weicht maximal $\pm 15\%$ vom Durchschnittsgewicht einer bestimmten Länge ab. Dieser Unterschied kann bei den Weibchen bereits durch das unterschiedliche Ovargewicht vor und nach dem Laichvorgang hervorgerufen werden. Betrachtet man den schmalen Körperbau dieser Tiere, sind diese geringen Differenzen nicht weiter verwunderlich.
- e) Das Geschlechterverhältnis ist mit 21 ♂ zu 29 ♀ annähernd gleich. Dazu ist allerdings zu bemerken, daß durch die Verwendung von Gittern am Mönch beim Ablassen der Teiche eine Selektion stattfindet, so daß ich in den Ablassgräben eine überwiegende Anzahl der kleineren Männchen vorfand (ca. 2/3 der Individuenzahl), wogegen in den abgelassenen Teichen fast ausschließlich die größeren Weibchen zu finden waren. Diese Selektion könnte sich negativ auf das Vorkommen dieser Species bei uns auswirken. Leider läßt die geringe Zahl der vermessenen Individuen keine genaueren Aufschlüsse zu.

6. Hautstrukturen

Die Haut spielt bei der Anpassung des Schlammpeitzgers an seinen Lebensraum eine hervorragende Rolle, sowohl im Hinblick auf die chemischen und physikalischen Einflüsse denen die Haut zB. bei Austrocknung ausgesetzt ist, und die somit Schutzfunktion hat, als auch im Bezug auf Orientierung und Futtersuche. Dabei spielen die Sinnesorgane der Haut eine wichtige Rolle.

6.1. Corium und Epidermis

Die Haut des Schlammpeitzgers ist sehr dick, wobei Corium und Epidermis in den verschiedenen Körperregionen unterschiedlich stark sein können. Jakubowski (1958) stellte eine Schwankungsbreite für die Epidermis von 182-468 μm und für das Corium von 171-599 μm fest. Dabei weist der Kopfbereich die dickere Epidermis und der Rumpf das dickere Corium auf.

Die oberste Schicht der Epidermis besteht aus 1-3 Lagen flacher Deckzellen, die sich gegenseitig überlappen können. Die äußerste dieser Schichten zeigt auf ihrer Oberfläche ein arttypisches Mikroleistenmuster, gewissermaßen den Fingerabdruck dieser Species.

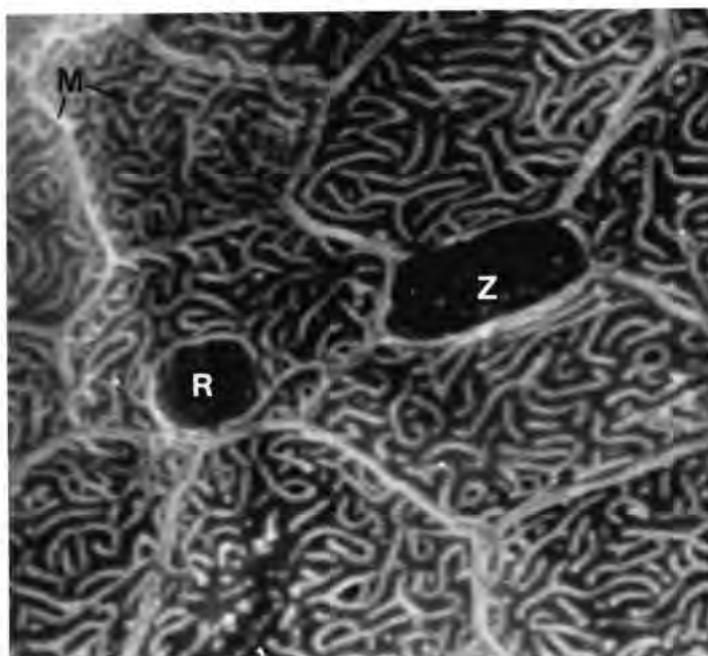


Abb. 9 Mikroleistenmuster der Hautoberfläche.
E= Epidermiszelle
M= Mikroleiste
R= Receptorzelle
Z= Zellbildung
Vergr. 3000 x

Als nächste Lage folgt eine Reihe großer, bis zu 200 μm langer Schleimzellen, deren Kern meist basal steht und deren Öffnungen zwischen den Deckzellen an der Hautoberfläche liegen.

Darauf folgt eine Schicht Becherzellen, die kleiner sind, und deren Kern zentral steht. Darunter liegt in 1-3 Reihen das Stratum germinativum, dessen Zellen sich auch zwischen die Becherzellen schieben können. Den Abschluß zum Corium hin bildet die Basalmembran.

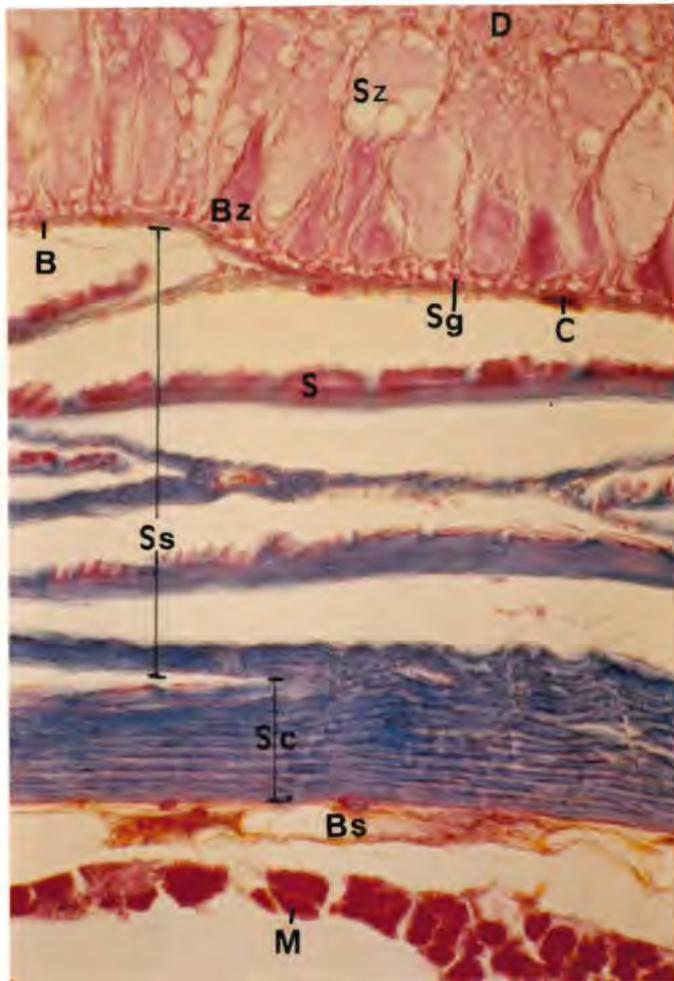


Abb.10 Querschnitt durch die Haut, hintere Rumpfhälfte nahe After.
B= Basalmembran
Bs= Bindegewebsschicht
Bz= Becherzelle
C = Chromatophor
M = Muskelbündel
S = Schuppe
Sg= Stratum germinativum
Sc= Strat. compactum
Ss= Strat. spongiosum
Sz= Schleimzelle
D = Deckzellen
Vergr. 240 x

Zwischen all diesen Zellen ragen die Sinneshügel der Haut hervor. Sie sitzen meist der Basalmembran direkt auf, und sie bestehen aus den ei-

gentlichen Sinneszellen und den sie umgebenden Deckzellen. (siehe dazu Kap. 6.3.).

Die oberste Schicht des Corium ist das lockere Stratum spongiosum. Die kleinen Schuppen stecken vollständig in dieser Schicht. In ihr finden wir ein Netz von Blutkapillaren. (Jakubowski 1958). Trotz der dicken Epidermis kann der Schlammpeitzger über dieses Gefäßsystem 1/6 seines Sauerstoffbedarfs decken. (Jeuken 1957).

Unter dem Stratum spongiosum liegt das Stratum compactum, das eine festgefügte Grundlage für das Integument bildet. Dessen Abgrenzung zur Körpermuskulatur übernimmt eine dünne Bindegewebsschicht. Sowohl dieser Bindegewebsschicht anliegend, als auch im Stratum spongiosum befinden sich Chromatophoren. Dabei fällt auf, daß bei Jungtieren

die Farbzellen an der Basis des Coriums wesentlich größer sind als die des Stratum spongiosum. Bei den adulten Tieren ist dieser Unterschied ausgeglichen und tendiert eher zu einer gegenteiligen Ausprägung.

Das Auffallendste dieses Integuments, die großen Schleimzellen der Epidermis, sind nötig um den hohen Abrieb an Schleim bei der Bewegung im Bodengrund auszugleichen und den Tieren ein gutes Gleiten zu ermöglichen. In diesem Zusammenhang ist auch die tiefe Einbettung der Schuppen ins Stratum spongiosum zu verstehen, die sonst leicht dabei verloren werden könnten. Dies hätte eine Verletzung der Epidermis zur Folge, und einem Eindringen von Parasiten und Bakterien würde Vorschub geleistet. Auf der dicken Schleimschicht, die sich laufend erneuert, finden auch Ektoparasiten keinen Halt.

Trotzdem kann bei der Aquarienhaltung ohne geeigneten Bodengrund leicht ein Ektoparasitenbefall auftreten, da dann ein Substrat zum Abscheuern der Schleimhaut fehlt.

Die Funktion der Becherzellen ist meines Wissens beim Schlammpeitzger noch nicht geklärt.

6.2. Die Schuppen

Der Schlammpeitzger besitzt sehr kleine, annähernd kreisrunde Cykloidschuppen. Sie haben bei 3-5 sömrrigen Tieren einen Durchmesser von ca. 1,0-1,2 mm. Sie liegen vollständig im Corium eingebettet und sitzen dadurch sehr fest in der Haut. (vergl. Kap. 5.5. und 6.1., sowie Abb. 10). Auf den ersten Blick sind sie am Tier kaum zu erkennen. Der Kopf und die Flossen sind unbeschuppt. Zwischen Kiemendeckel und Schwanzflosse befinden sich entlang der Seitenlinie 135-175 Querreihen von Schuppen. Sie überlappen dachziegelartig, so daß in einer Reihe manchmal noch die Basis jeder vierten Schuppe von der jeweils ersten überdeckt wird. (siehe Abb. 7)

Bei meinen Altersuntersuchungen konnte ich hohe Zahlen von Jahresringen auf den Schuppen feststellen, die im Verhältnis zum Ring der ersten beiden Jahre eine sehr geringe Ausdehnung hatten. Das daraus ermittelte Alter erschien mir auch zu hoch. Wahrscheinlich kann dieses Phänomen mit der jahresperiodischen Aktivität dieser Tiere erklärt werden, die Lieber (1936) an Hand ihrer Schilddrüsentätigkeit feststellen konnte. So folgt nach einer Freßperiode im Früh-

jahr das Abbläichen im Mai und Juni. Anschließend erfolgt eine Abnahme der Stoffwechselaktivität. Dieses Verhalten ist auch auf den Schuppen anderer Fischarten als sog. Laichmarken zu beobachten. Im Herbst, wenn die meist widrigen Lebensumstände des Sommers vorüber sind (Austrocknung, fauliges Wasser), verstärkt sich die Freßlust der Tiere erneut und auf der Schuppe ist wieder ein stärkerer Zuwachs festzustellen. Eine Freßpause nach dem Abbläichen ist deshalb schon sinnvoll, da dadurch die Brut vor der Konkurrenz und den Nachstellungen ihrer Eltern geschützt ist. Im Bezug auf die Altersbestimmung folgt also aus alledem, daß immer nur die ersten drei, und dann jeder weitere zweite Ring zur Altersbestimmung herangezogen werden darf.

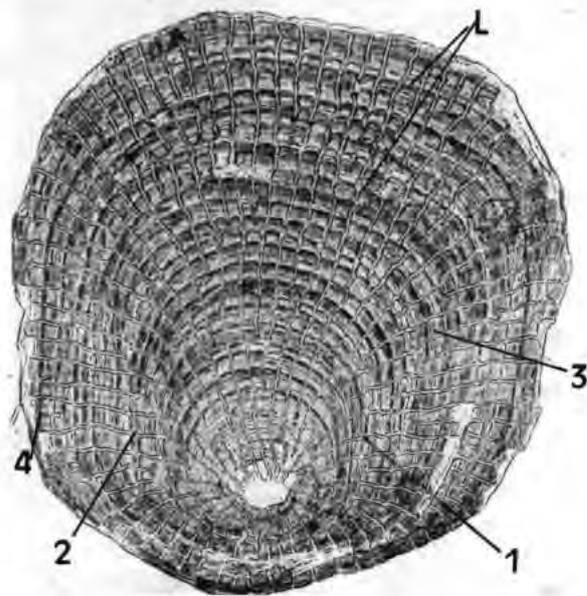


Abb.11 Schuppe Aufsicht. Verg. 65x
1,2,3,4= Jahresringe.
L= Laichmarke.

6.3. Hautsinnesorgane

Zu jeder Zeit von großem wissenschaftlichen Interesse war das Problem der Darmrespiration und Verdauung des Schlammpeitzgers. Auch die Schall- und Druckreception dieser Tiere und die dazugehörigen Hilfsorgane, Schwimmblase und -kapsel, Weber'sche Knöchelchen und Labyrinth sind gut untersucht. Dabei wurde eine Organfamilie fast "übersehen", und nur in wenigen Arbeiten relativ oberflächlich behandelt, die dies auf Grund ihrer interessanten Gestalt und ihrer Bedeutung für die Biologie dieser Species sicher nicht verdient hat. Ich will diese Organe hier erst einmal pauschal Sinnes Hügel nennen

um später eine eingehende Beschreibung zu liefern. Es ist nicht verwunderlich, daß sich diese Strukturen bisher einer genaueren Untersuchung entzogen haben. Bei der Suche nach diesen Organen wird man sie bei formolfixierten gesunden erwachsenen Tieren weder mit dem Auge noch mit dem Binokular, noch mit dem REM entdecken, da sie, an der Körperoberfläche liegend, mit einer in fixiertem Zustand trüben, lichtundurchlässigen Schleimschicht überzogen sind. Ich selbst entdeckte einige dieser Strukturen bei den adulten Tieren erst, als ich sie, von den jungen Tieren her kennend, bei den Alten zu suchen begann. Ich fand sie bei verendeten Tieren, die einen Teil ihrer Schleimhaut abgestoßen hatten, als kleine glänzende Hügelchen, die mit dem bloßen Auge gerade noch zu erkennen waren. Bei lebenden Tieren sind sie für den aufmerksamen Beobachter bei günstigem Lichteinfall zumindest am Kopf zu erkennen. Bei Jungtieren, die auf Grund ihrer verborgenen Lebensweise und ihrer Seltenheit schwer aufzufinden sind, und die ich nur aus eigener Zucht kenne, sind in den ersten zehn Wochen die Sinneshügel der Bartfäden mit bloßem Auge gut zu erkennen. Sie sind in der Entwicklung, die von Cranial nach Caudal verläuft offenbar schon weiter fortgeschritten als die des übrigen Körpers. Im übrigen sind Sinneshügel nur durch REM-Untersuchungen oder Dünnschnitte genauer zu lokalisieren und zu definieren. Dabei stellt sich heraus, daß sich unter dem Terminus Sinneshügel zwei in Funktion, Aufbau und Anordnung sowie in ihrer Oberfläche sich unterscheidende Gebilde verbergen.

6.3.1. Das Seitenlinienorgan

Der erste Typ dieser Sinneshügel ist der des Seitenlinienorgans, der zur Perception von Wasserströmungsdifferenzen dient. (Dykgraaf 1934).

Bei der zweiten Kategorie handelt es sich um Chemoreceptoren die unter Umständen mit Tastreceptoren gekoppelt sein können, und die im Kap. 6.3.2. eingehend betrachtet werden sollen.

Für die Annahme, daß diese noch näher zu beschreibenden Sinneshügel vom ersten Typ als freie Neuromasten der Seitenlinie anzusehen sind sprechen mehrere Gründe.

- a) Eine Seitenlinie im herkömmlichen Sinn als eingetiefte unter den Schuppen im Corium liegende Röhre mit zur Oberfläche der Haut

reichenden Poren fehlt dieser Art völlig. Die Neuromasten entspricht aber dem Verlauf einer Seitenlinie.

- b) Der Bau der Hügel mit ihren langen Cilien weist große Ähnlichkeit mit dem auf, wie er bei anderen Teleostiern am Kopf vorkommt.
- c) Beim asiatischen Schlammpeitzger, *Misgurnus anquillicaudatus*, treten neben den freien Neuromasten bei ca. 50% aller Exemplare auch Reste einer eingetieften Seitenlinie auf. Diese kann auf beiden Körperseiten gleichzeitig oder nur einseitig auftreten. Sie liegt aber immer im cranialen Bereich des Rumpfes und erstreckt sich bei Tieren mit einer Körperlänge von 12-16 cm über eine Länge von 1 cm. Dieser Kanal sitzt unter der Basalmembran der Epidermis und wird von Epidermiszellen gebildet, die einen, den ganzen Kanal umhüllenden, bindegewebigen Schicht aufsitzen. Die Neuromasten dieses Systems sind aber im Aufbau identisch mit den an der Hautoberfläche stehenden. (Myadi 1927). Weiterhin fand Myadi Neuromasten, die in einer Höhlung direkt in der Epidermis saßen ohne von Bindegewebe umgeben zu sein. Es bestand jedoch keine Verbindung zum Außenmedium. Diese deutete er als Reste eines Seitenlinienkanals.

Der Schluß erscheint mir aber nicht zwingend, da es sich hierbei auch um "Ersatzneuromasten" handeln könnte. Dies wäre zumindest biologisch sinnvoll, da durch die Lebensweise des Schlammpeitzgers im Substrat die Verletzungsgefahr der freiliegenden Neuromasten sehr hoch ist, und so durch ein einfaches Abstoßen der deckenden Epidermiszellen im Bedarfsfall Ersatz vorhanden wäre. Für diese Deutung könnte die Tatsache sprechen, daß bei den einheimischen Exemplaren quasi Ersatzhügel dadurch vorhanden sind, daß die meisten Neuromasten des Rumpfes in Gruppen von zwei oder dreien direkt nebeneinander stehen. (siehe Abb. 20)

Bei *Misgurnus fossilis* können Poren eines versenkten Seitenlinienkanals durch die Körperzeichnung vorgetäuscht werden, was einige Autoren veranlaßte einen solchen zu postulieren. (Heckel und Kner 1858, Kessler 1864). Ich gehe aber mit Kozikowska und Lorenkova (1960) konform, wenn ich in Punkto Seitenlinienkanal negativen Befund melde. Ob allerdings nicht doch bei einigen Exemplaren derartige Rudimente vorhanden sind, kann ich bei der geringen Anzahl der von mir geschnittenen Tiere nicht völlig ausschließen.

6.3.1.1. Die Neuromasten der Linea lateralis des Rumpfes

Die freien Neuromasten der Seitenlinie stellen sich auf dem REM-Bild als mehrzellige Hügel dar, die als solche wiederum in die Epidermis eingesenkt sind. Dadurch entsteht zwischen Hügel und umgebender Hautoberfläche ein Graben, dessen Boden nur durch einen Zellsaum aus kleinen Epidermiszellen bis zur Dicke einer einzelligen Lage von der Basalmembran der Epidermis getrennt ist.



Abb.12 Neuromast der Seitenlinie. Horizontalschnitt, vergr. 1200 x. Färbung: Azan.

C = Corium

D = Deckzellen (Stützzellen).

E = Epidermis

EZ = Einzellige Lage von Epidermiszellen unter dem Neuromasten.

N = Durchtrittsstelle der Neuronen der Sinneszellen

S = Sinneszellen.

Jeder einzelne Hügel kann mit dem nächsten durch einen seichten Graben verbunden

sein, jedoch nur im Bereich der lateralen Seitenlinie.

Da nach Dykgraaf (1934) jede Seitenlinie an der Körperoberfläche angelegt wird, und im Verlauf der Ontogenese eingesenkt wird, könnte dieser Befund je nach Betrachtungsweise als Vorstadium oder als Degeneration einer typischen Seitenlinie gedeutet werden. Letztere Ansicht vertritt auch Myadi (1927). Andererseits könnte man diese Entwicklung auch als Atavismus deuten, der sich als biologisch sinnvoll erwiesen hat, so daß diese Species im Laufe der

Entwicklung in diesem Punkt auf eine Vorstufe zurückgefallen ist.



Abb.13 *Seitenlinie im hinteren Rumpfbereich. Jungtier, vergr. 20 x*
A= Afterpapille
F= Flossensaum
G= Graben zwischen den Neuromasten
N= Neuromast
R= Rückenflosse

Der einzelne Sinneshügel kann auf dem REM-Bild in drei Regionen unterteilt werden.

- 1) Die Wände der Erhebung werden von einer Anzahl von ca. 20 Zellen gebildet, deren Oberfläche sich durch ein anders gestaltetes Mikroleistenmuster von den umliegenden Epidermiszellen unterscheidet. Kozikowska und Lorenkova (1960) setzen sie auf Grund von lichtmikroskopischen Befunden mit den Epidermiszellen gleich. Endgültigen Aufschluß darüber könnten unter Umständen transmissionselektronenmikroskopische Untersuchungen bringen.

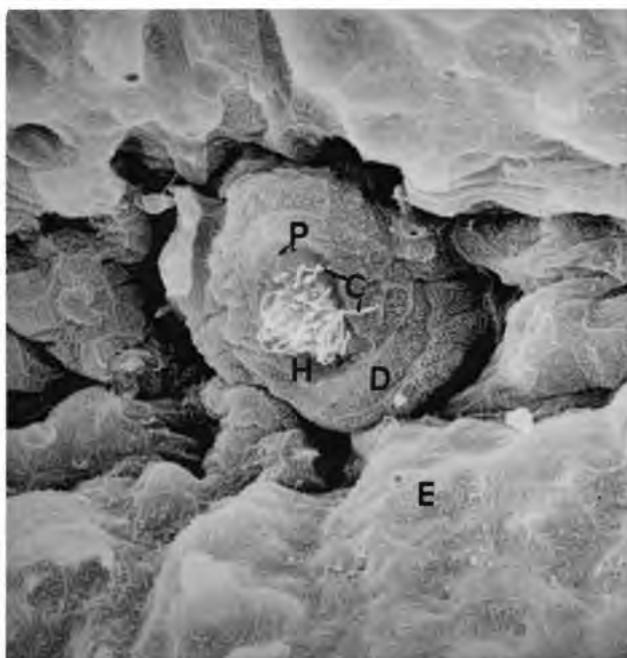


Abb.14 *Neuromast der Seitenlinie. vergr. ca. 1000x*
C= Cilien (Sinnescilien)
D= Deckzellen
E= Epidermiszellen
H= Hof
P= Pore

- 2) An diese Zellen schließt sich, zur Spitze des Hügels hin, ein ringförmiger Hof an. Dieser ist im Verhältnis zum Rand des Hügels leicht eingesenkt und zeigt weder Zellgrenzen, noch ein Mikroleistenmuster. An der Zellgrenze zwischen Deckzellen und Hof sind eine Anzahl von Poren zu erkennen. Ihr Durchmesser beträgt zwischen 0,1 und 0,6 μm . Es ist vorstellbar, daß durch diese Öffnungen eine Cupula, wie sie für Neuromasten dieser Art zu fordern wäre, und auch von Kozikovska und Lorenkova (1960) beschrieben wurde, abgeschieden wird. Im REM-Bild ist diese Cupula auf Grund des Praeparationsweges nicht nachweisbar, da sie beim Trocknen sehr wahrscheinlich durch Aceton aufgelöst wird. Unter Umständen wäre es deshalb auch möglich, daß Strukturen dieses Hofes durch Reste der Cupulagallerte verdeckt sind und deshalb nicht zu sehen sind.
- 3) Die dritte Region wird von einer zentral im Hof stehenden Gruppe von 15 - 20 Cilien bestimmt, die die Ausläufer der Sinneszellen darstellen. Ihre Länge beträgt 5 - 10 μm , ihr Durchmesser ca. 0,2 μm . Zwischen den einzelnen Haaren sind weitere Strukturen zu erkennen, die aber nicht näher zu bestimmen waren. Es ist jedoch nicht auszuschließen, daß es sich ebenfalls um Poren des oben beschriebenen Typs handelt. Kozikovska und Lorenkova (1960) beschreiben diese "Sinneshaare" als Ausläufer von Sinneszellen, die sich im Inneren des Hügels befinden und zusammen mit sog. "supporting cells" einen Verband bilden. Diesen "Stützzellen" sprechen sie die Funktion der Cupulabildung zu. Auch hierüber könnten unter Umständen transmissionselektronenmikroskopische Untersuchungen neue Erkenntnisse bringen.

6.3.1.2. Die Ausdifferenzierung der Seitenlinienneuromasten

Glücklicherweise befand ich mich im Besitz von eigener Nachzucht, sodaß es mir gelang bei ca. 8 Wochen alten Tieren die Ausdifferenzierung der Neuromasten elektronenoptisch zu dokumentieren. Die dabei beobachteten Organe lagen auf dem Rumpf, caudal der Achse Rückenflosse - Bauchflosse. Folgt man der Reihe der Sinneshügel auf Bild Nr. 13 erkennt man am rechten Rand des Bildes in Höhe der Rückenflosse den Graben, der nach links zum Schwanz hin ziehend immer flacher wird und sich verläuft. Durch ihn wird die letzte

Stufe der Ausdifferenzierung, das Eintiefen dokumentiert. Untersucht man nun die einzelnen Neuromasten fortlaufend in caudaler Richtung, finden sich verschiedene Stadien ihrer Ontogenese.

Abb.14 zeigt einen ventral der Rückenflosse gelegenen Neuromasten. Er ist voll ausdifferenziert. Hügel und Graben, sowie der Verbindungskanal zwischen den Sinneshügeln sind vorhanden.

Abb.15 zeigt einen Neuromasten, dorsal der Afterflosse gelegen. Hügel und Graben sind erkennbar, ein Verbindungskanal fehlt jedoch.

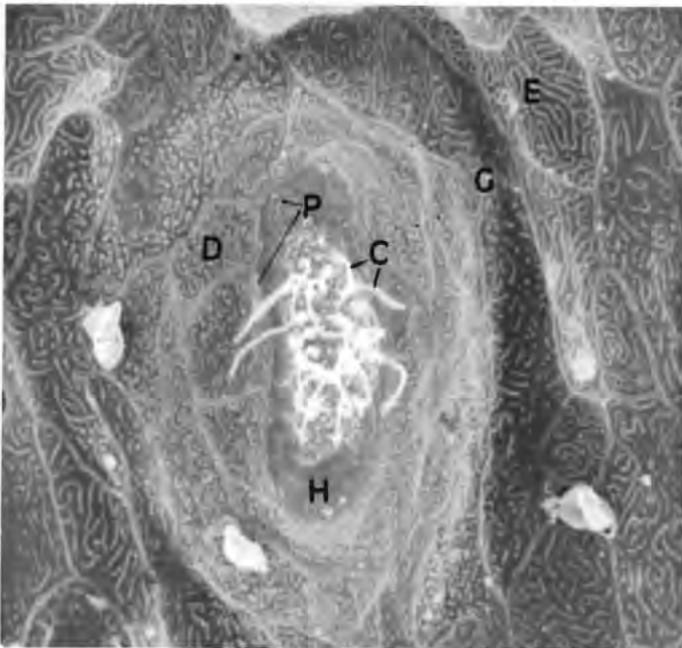


Abb.15 Neuromast, dorsal Afterflosse.

Vergr. 1700 x

C = Cilien

D = Deckzellen

E = Epidermiszellen

G = Graben

H = Hof

P = Pore

Abb.16 Eine Eintiefung des entstehenden Neuromasten ist cranial bereits erfolgt, die caudale Seite zieht später nach. Ein Hügel ist noch nicht zu erkennen. Hof und Sinnes Cilien sind ausdifferenziert.

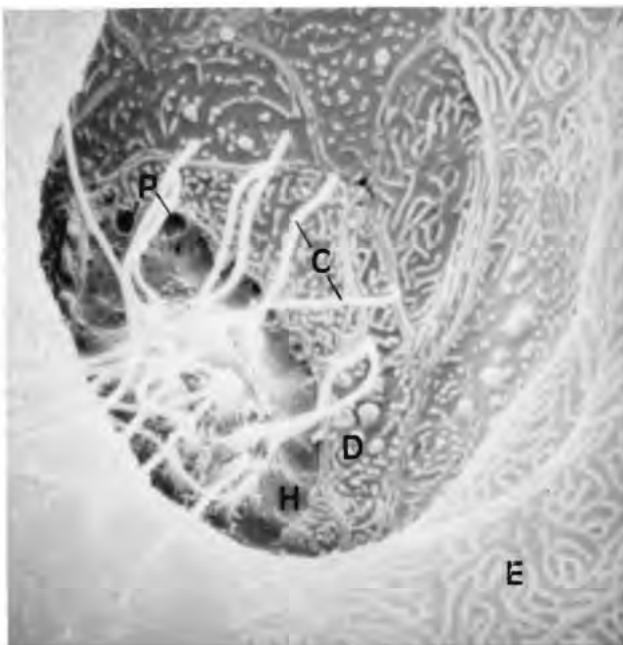


Abb.16 Neuromast, drittes Stadium der Ausdifferenzierung.

Legende wie Abb.15

Vergr. 3000 x

Abb.17 zeigt den vorletzten noch als solchen erkennbaren Neuro-
masten der Seitenlinie im Schwanzbereich des Rumpfes. Es ist
keine Eintiefung festzustellen. Sinnescilien sind zum Teil aus-
differenziert. Der Hof beginnt sich auszubilden, weist aber noch
Strukturen auf, die später verschwinden.

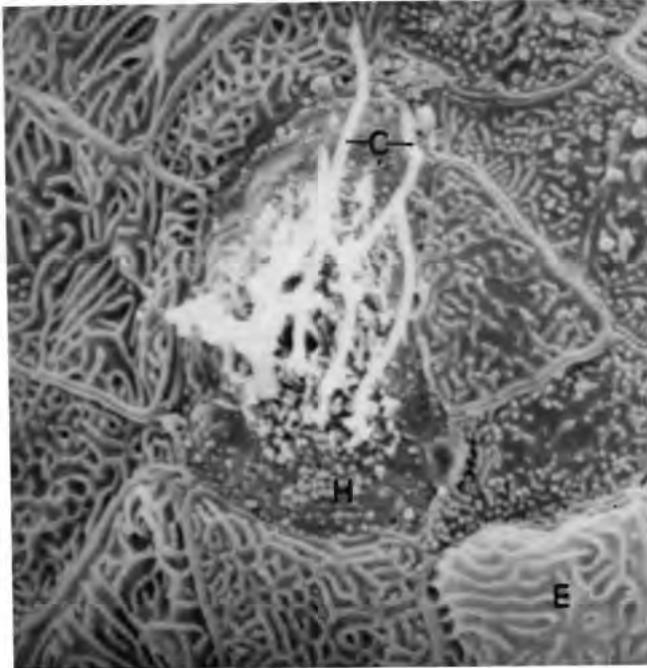


Abb.17 *Neuromast, zweites
Stadium der Aus-
differenzierung.
Vergr. 4000 x
C = Cilien
E = Epidermiszellen
H = Hof*

Abb.18 Das erste Stadium einer erkennbaren Anlage eines Neuromas-
ten. Das Areal der späteren Sinnesknospe ist auf den ersten Blick
kaum von der Umgebung zu unterscheiden. Die Sinnescilien beginnen
sich gerade auszubilden, der Hof ist durch einige Poren angedeutet.

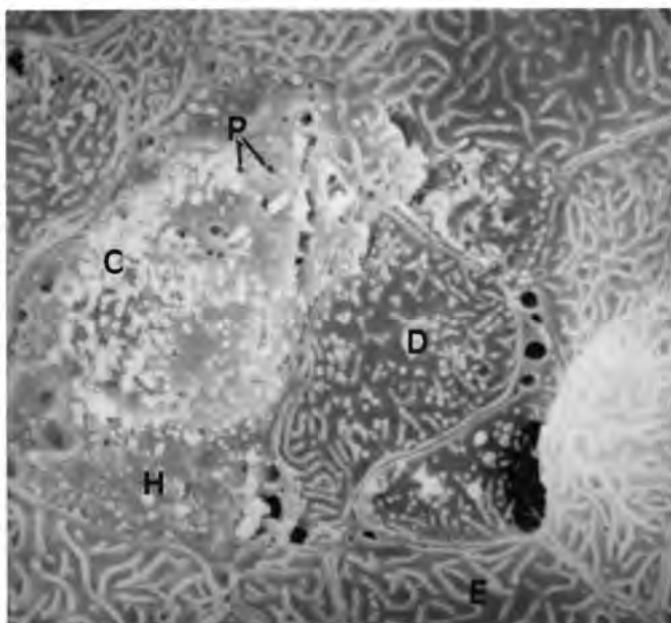


Abb.18 *Neuromast, erstes
Stadium der Aus-
differenzierung
Vergr. 4000 x
C = Cilien (Vorsta-
dium)
D = Deckzellen (Mi-
kroleistenmus-
ter löst sich
auf)
E = Epidermiszellen
H = Hof
P = Pore*

Aus diesen Bildern wird deutlich, daß das Sinnesfeld nach der Anlage an der Epidermisoberfläche sich zuerst eintieft, um sich dann auf einem Hügel wieder empor zu heben. Dadurch ist es nie durch einen zu exponierten Standort den mechanischen Kräften, die auf den Fisch einwirken und zerstörend wirken könnten, zu sehr ausgesetzt. Aus der Entwicklungsreihe ist weiter zu ersehen, daß die Sinnesknospen des cranialen Teiles der Seitenlinie früher ausdifferenziert werden als die caudal gelegenen Teile, und somit auch für dieses Organ die Regel gilt, daß die Entwicklung allgemein in Kopf - Schwanz - Richtung erfolgt. Wenn wir uns jetzt an die in Punkt 6.3.1.1. gestellte Frage nach der phylogenetischen Einordnung dieses Organs erinnern, können wir die Hypothese eines degenerierten Seitenlinienorgans beim Schlammpeitzger in den Hintergrund rücken. Zumindest dann, wenn man unter Degeneration das Verschwinden einer Struktur im Zuge einer Weiterentwicklung versteht. Denn würde das Auftreten der freien Neuromasten einer Degeneration oder einer Weiterentwicklung folgen, so müßte die alte Seitenlinie des östlichen Schlammpeitzgers von vorne nach hinten abgelöst werden. Das heißt, daß sie im Zuge der Entwicklung im cranialen Bereich des Rumpfes bereits verschwunden sein müßte, während im caudalen Bereich noch Reste vorhanden sein müßten. Da aber genau das Gegenteil zutrifft, spricht dies eher für das Auftreten eines Atavismus, der sich als konstant erwiesen hat.

6.3.1.3. Die Neuromasten der Kopf- und der accessorischen Seitenlinien

Die freien Neuromasten des Kopfes und der Rami dorsalis und accessorius der Seitenlinie unterscheiden sich von den Seitenlinienknospen des Ramus lateralis (eigentliche "Seitenlinie") nur dadurch, daß bei ersteren in keinem Fall ein verbindender Kanal zwischen den einzelnen Sinneshügeln ausgebildet ist. Das ist nicht verwunderlich, da auch bei vielen anderen Species, die eine eingesenkte Seitenlinie besitzen, diese Regionen dieses Organs freie, an der Hautoberfläche sitzende Sinnesknospen aufweisen.

6.3.1.4. Der Verlauf der Seitenlinie

Der Verlauf der Seitenlinie weicht nur unwesentlich vom Grundbauplan der Teleostier ab.

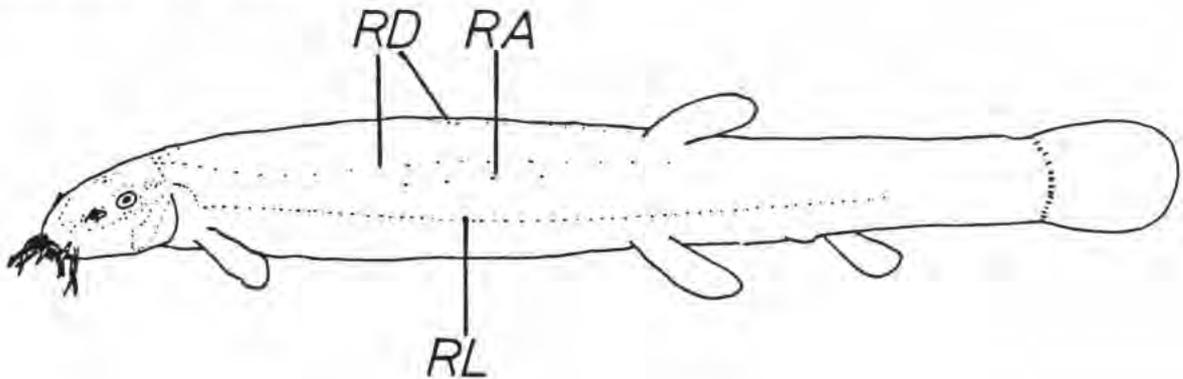


Abb.19 *Linea lateralis des Rumpfes (aus dorso-lateralem Blickwinkel)*
RA= Ramus accessorius. RD= Ramus dorsalis (rechte Seite des Rückens mitgezeichnet). RL= Ramus lateralis.

Der Ausgangspunkt des Ramus dorsalis und des Ramus lateralis liegt dorsal des Kiemendeckels. Der Ramus dorsalis zieht sich dann am Rücken des Tieres entlang bis in Höhe der Rückenflosse, wo er endet. Kozikovska und Lorenkova (1960) geben eine Zahl von 20 Sinneshügeln in dieser Reihe an. Der Ramus lateralis verläuft vom Ausgangspunkt aus in einem Bogen am Operculum entlang nach ventral bis zur Körpermitte um in Höhe der Brustflossen nach caudal abzubiegen. Das Ende dieses Astes befindet sich kurz hinter der Afterflosse. Der Ramus accessorius, der zB. bei der Schleie (*Tinca tinca*; Cyprinidae) sehr stark ausgebildet ist, und der die laterale mit der dorsalen Seitenlinie verbindet, ist beim Schlammpeitzger nur durch 3-5 Sensoren vertreten. Im Gegensatz zu ihrer Verteilung am Kopf des Tieres, stehen die Neuromasten des vorderen Rumpfteiles oft in Gruppen zu zweien oder dreien. (siehe Abb.20)

Die Verteilung der Neuromasten des Kopfes sieht auf den ersten Blick etwas unregelmäßig aus, da einige Rami in einer Reihe bis zu drei einzelne Sinnesknospen haben können. Dennoch sind auch sie leidlich gut voneinander zu unterscheiden.

Der längste Ast der Kopfseitenlinie ist der Ramus infraorbitalis. Er nimmt seinen Ausgangspunkt an der gleichen Stelle wie die Rami dorsalis und lateralis des Rumpfes, und stellt über dem

Scheitelpunkt des Kopfes eine Verbindung zwischen den Seitenlinien der beiden Körperhälften her. Vom ventralen Ende dieser Verbindung knickt er unter dem Scheitel nach rostral um und zieht oberhalb von Auge und Nase bis zur Schnautzenspitze. Dort ändert er erneut die Richtung um entlang der Oberlippe, um die äußerste Bartel herum, bis zum Mundwinkel zu gelangen.



Abb.20 Ein mit zwei Neuromasten besetzter Punkt der lateralen Seitenlinie des Rumpfes.
Vergr. 2000 x
C = Cilien
E = Epidermiszelle
N = Neuromast

Von der Schnautzenspitze ausgehend, im Knick des Ramus infraorbitalis beginnend, zieht sich der Ramus jugalis unterhalb des Auges nach caudal. Er endet etwa bei der halben Kopflänge. Auf dem Operculum befinden sich zwei Äste der Seitenlinie. Am hinteren Rand des Operculums, seiner Krümmung sich anpassend, verläuft der Ramus opercularis posterior. Nahezu den gleichen Ausgangs- und Endpunkt besitzt der Ramus opercularis anterior, der aber in erster Linie über dem vorderen Teil des Operculums verläuft. Der kürzeste Ast der Linea lateralis des Kopfes ist der Ramus praeopercularis. Er versorgt die noch freie Stelle zwischen den Barteln und dem Ramus opercularis anterior mit Sinnesknospen. (siehe Abb.21).
Wie leistungsfähig die gesamte Seitenlinie des Schlammpeitzgers ist, läßt sich auf Grund dieser Untersuchung nicht feststellen. Dykgraaf (1934) stellte jedoch an Hand von Versuchen fest, daß die Schmerle (*Noemacheilus barbatula*) aus der gleichen Familie wie der Schlammpeitzger mit ihrer eingesenkten Seitenlinie

wesentlich sensibler auf Strömungsdifferenzen reagiert als der Schlammpeitzger mit seinen freien Neuromasten. Es ist auch einsehbar, daß für einen Fisch, der sich die meiste Zeit im Substrat stehender Gewässer aufhält, dieser Ferntastsinn keine allzu große Bedeutung haben dürfte.

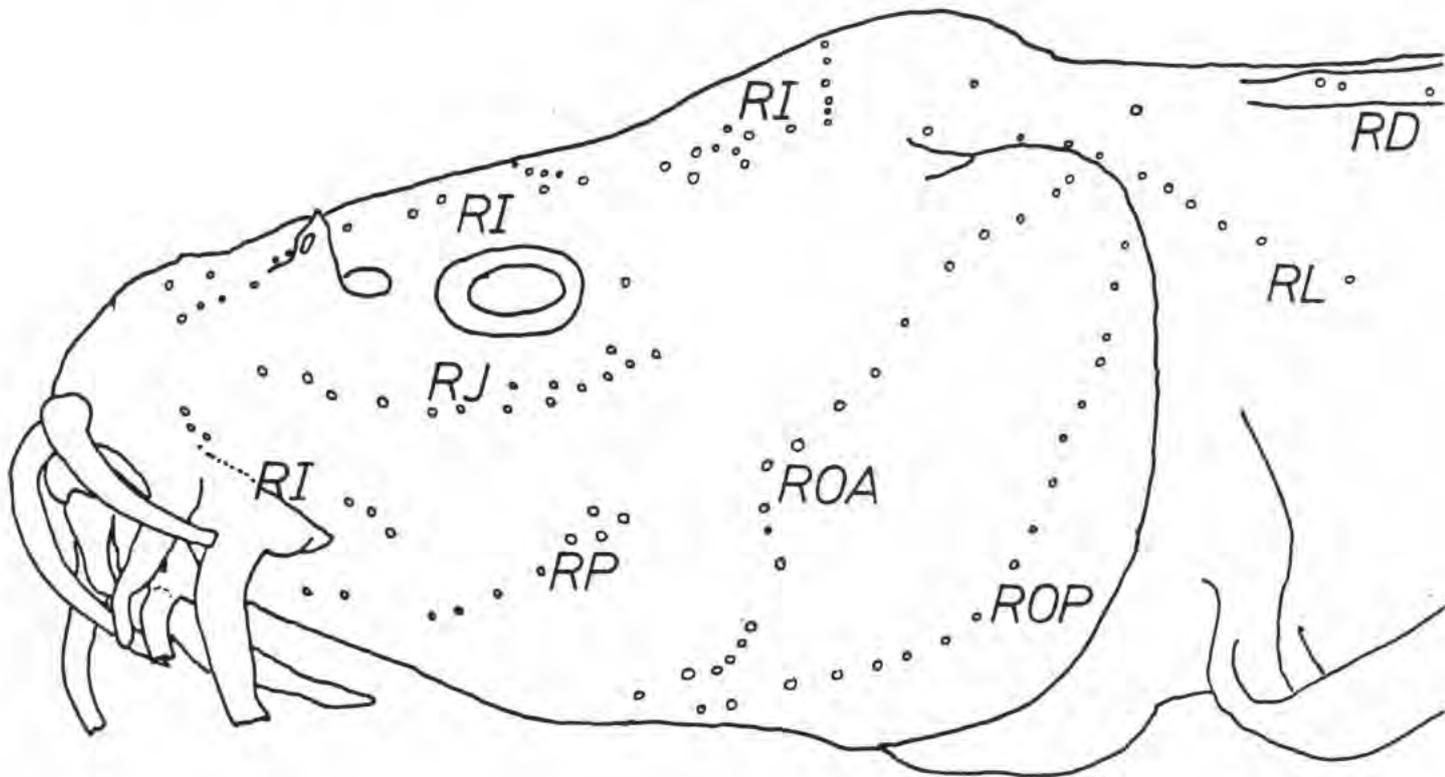


Abb.21 *Linea lateralis des Kopfes.* Gezeichnet nach REM-Aufnahmen.

Vergn. ca. 20 x

RD= Ramus dorsalis. RI= Ramus infraorbitalis. RJ= Ramus jugalis. RL= Ramus lateralis. ROA= Ramus opercularis anterior. ROP= Ramus opercularis posterior. RP= Ramus praeopercularis.

6.3.2. Der Geschmackssinn

Der Schlammpeitzger besitzt eine erstaunlich hohe Zahl von Geschmackspapillen, deren weitaus größte Zahl sich auf den Kopfbereich konzentriert. Im histologischen Schnitt zeigen sie sich als Gruppe von Stütz-(Deck-) und Sinneszellen, die durch Form oder Größe mehr oder weniger gut von den umgebenden Epidermiszellen abgegrenzt sind.

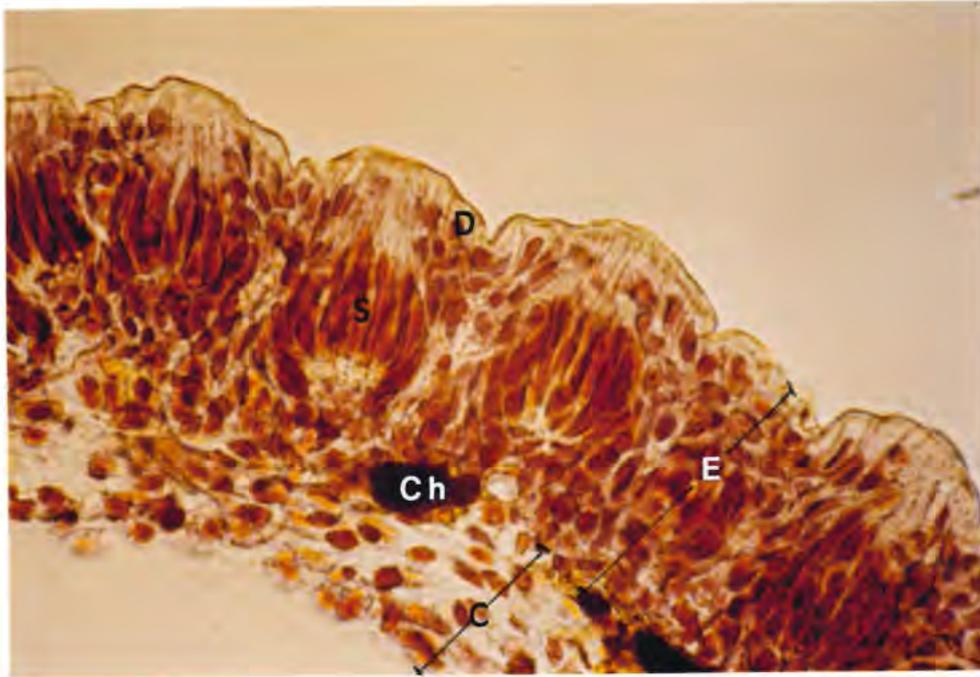


Abb.22 Geschmackspapillen der Unterlippe. Vergr. 850 x
C = Corium. Ch = Chromatophor. D = Deckzelle (Stützzelle)
E = Epidermis. S = Sinneszellen.

Bei dieser Form der Betrachtung zeigt sich eine gewisse Ähnlichkeit zu den freien Neuromasten der Seitenlinie, was Koziowska und Lorenkova (1960) Übergangsformen zwischen beiden Organen postulieren ließ. Allerdings bemerkten sie Unterschiede in der Anordnung, Inervierung und Funktion der beiden Typen von Sinneshögen. Da keine weiteren Angaben über Struktur und Gestalt dieser Sinnesorgane vorlagen, versuchte ich mit Hilfe des REM Aufschluß über die Oberflächenstruktur bzw. sich daraus ergebende Unterschiede in der Funktion dieser Organe zu erlangen. Wie ich feststellen konnte, lassen sich die Geschmackspapillen von den Neuromasten der Seitenlinie im REM-Bild durch folgende

Charakteristica gut unterscheiden.

- a) Die Geschmackspapillen besitzen nie Flimmerhaare, die Neuromasten der Seitenlinie typisch sind.
- b) Eine räumliche Abgrenzung einer "Sinnesplatte" von den umgebenden Stütz- oder Deckzellen durch einen sog. Hof (siehe Kap. 6.3.1.) findet nicht statt. Stützzellen und Sinneszellen folgen in der Aufsicht Übergangslos aufeinander.
- c) Während die freien Neuromasten der Seitenlinie immer in die umgebende Epidermis wie in einem Tal eingesenkt sind und sie in der Regel nie über deren Oberfläche hinausragen, bilden die Geschmackspapillen immer eine Erhebung gegenüber der sie umgebenden Haut. Dieser Unterschied gilt allerdings nicht für einen Typ Geschmacksreceptor, der aber andererseits nicht mit einem Neuromasten der Seitenlinie verwechselt werden kann, da er nicht als Hügel vorliegt, sondern nur als Stiftchenreceptor zwischen den Epidermiszellen auftritt.
- d) Die Stützzellen der Seitenlinienneuromasten sind voneinander durch eine Mikroleiste, die jede Zelle an ihrem Rand umgibt, gut voneinander abgegrenzt. Bei den Stützzellen der Geschmackspapillen sind die Zellgrenzen oft schwer definierbar, da diese Mikroleiste meist fehlt.

Das Erscheinungsbild der Geschmacksknospen kann im Rahmen der oben gezeigten Kriterien sehr stark variieren. Es wechseln flache, stumpfe Typen mit relativ hohen spitzen ab, sowie welche mit kreisrundem Grundriß mit solchen, die einen eher ovalen Grundriß besitzen. Eine besonders abweichende Form zeigt ein zylindrisch aus seiner Umgebung aufragender Typ, dessen Sinnesplatte konkav eingesenkt ist. Leider ist es mir nicht gelungen alle diese Formen eindeutig voneinander abzugrenzen, da weder im Schnittbild noch im REM-Bild, weder vom Standort her, noch durch auffällige wiederholt auftretende Merkmale eine genaue Unterscheidung möglich war. Die zylinderförmige Knospe konnte zum Beispiel bei einem Exemplar auftreten, bei einem anderen jedoch völlig fehlen. Diese Erscheinung mag ihre Ursache darin haben, daß die meisten von mir untersuchten Tiere ein Alter von 5-12 Wochen hatten und die Form dieser Organe während dieser Zeit unter Umständen einer Umgestaltung unterworfen ist.

Trotzdem konnte ich drei Erscheinungsformen voneinander abgrenzen. Sie unterscheiden sich im Bau der Sinnesplatte, durch ihren Stand-

Charakteristica gut unterscheiden.

- a) Die Geschmackspapillen besitzen nie Flimmerhaare, die für die Neuromasten der Seitenlinie typisch sind.
- b) Eine räumliche Abgrenzung einer "Sinnesplatte" von den umgebenden Stütz- oder Deckzellen durch einen sog. Hof (siehe Kap. 6.3.1.) findet nicht statt. Stützzellen und Sinneszellen folgen in der Aufsicht übergangslos aufeinander.
- c) Während die freien Neuromasten der Seitenlinie immer in die umgebende Epidermis wie in einem Tal eingesenkt sind und sie in der Regel nie über deren Oberfläche hinausragen, bilden die Geschmackspapillen immer eine Erhebung gegenüber der sie umgebenden Haut. Dieser Unterschied gilt allerdings nicht für einen Typ Geschmacksreceptor, der aber andererseits nicht mit einem Neuromasten der Seitenlinie verwechselt werden kann, da er nicht als Hügel vorliegt, sondern nur als Stiftchenreceptor zwischen den Epidermiszellen auftritt.
- d) Die Stützzellen der Seitenlinienneuromasten sind voneinander durch eine Mikroleiste, die jede Zelle an ihrem Rand umgibt, gut voneinander abgegrenzt. Bei den Stützzellen der Geschmackspapillen sind die Zellgrenzen oft schwer definierbar, da diese Mikroleiste meist fehlt.

Das Erscheinungsbild der Geschmacksknospen kann im Rahmen der oben gezeigten Kriterien sehr stark variieren. Es wechseln flache, stumpfe Typen mit relativ hohen spitzen ab, sowie welche mit kreisrundem Grundriß mit solchen, die einen eher ovalen Grundriß besitzen. Eine besonders abweichende Form zeigt ein zylindrisch aus seiner Umgebung aufragender Typ, dessen Sinnesplatte konkav eingesenkt ist. Leider ist es mir nicht gelungen alle diese Formen eindeutig voneinander abzugrenzen, da weder im Schnittbild noch im REM-Bild, weder vom Standort her, noch durch auffällige wiederholt auftretende Merkmale eine genaue Unterscheidung möglich war. Die zylinderförmige Knospe konnte zum Beispiel bei einem Exemplar auftreten, bei einem anderen jedoch völlig fehlen. Diese Erscheinung mag ihre Ursache darin haben, daß die meisten von mir untersuchten Tiere ein Alter von 5-12 Wochen hatten und die Form dieser Organe während dieser Zeit unter Umständen einer Umgestaltung unterworfen ist.

Trotzdem konnte ich drei Erscheinungsformen voneinander abgrenzen. Sie unterscheiden sich im Bau der Sinnesplatte, durch ihren Stand-

ort und beim dritten Typ durch das jegliche Fehlen einer Erhebung voneinander. In wie weit sich dadurch ein Unterschied in der Art der von ihnen erfassbaren Stoffe ergibt, kann ich nicht beurteilen. Die einzelnen Typen stellen sich folgendermaßen dar.

Typ I : Diesen Typ möchte ich als Stiftchenreceptorknospe bezeichnen. Er besitzt auf seiner Sinnesplatte eine unterschiedliche Anzahl von ca. 0,5- 1 μm langen Stiftchen, die bei Typ II fehlen.

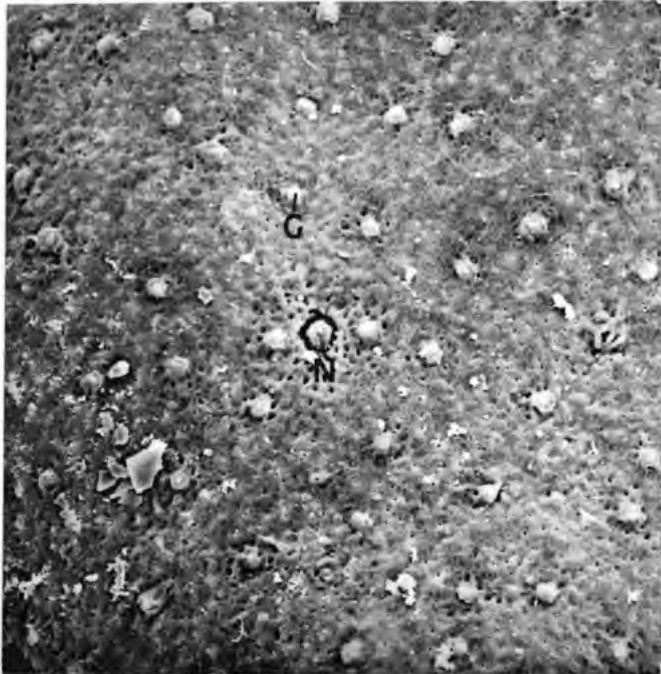


Abb.23 Geschmacksknospen auf der Kopfhaut.
Vergr. 100 x
G = Geschmacksknospe
N = Neuromast der Seitenlinie

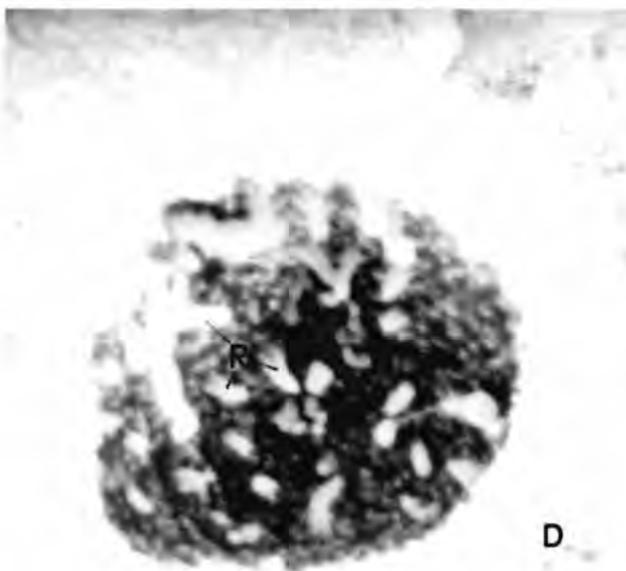


Abb.24 Sinnesplatte einer Stiftchenreceptorknospe des Nasensegels. Vergr. 8000 x
D = Deckzellen
R = Receptorstiftchen

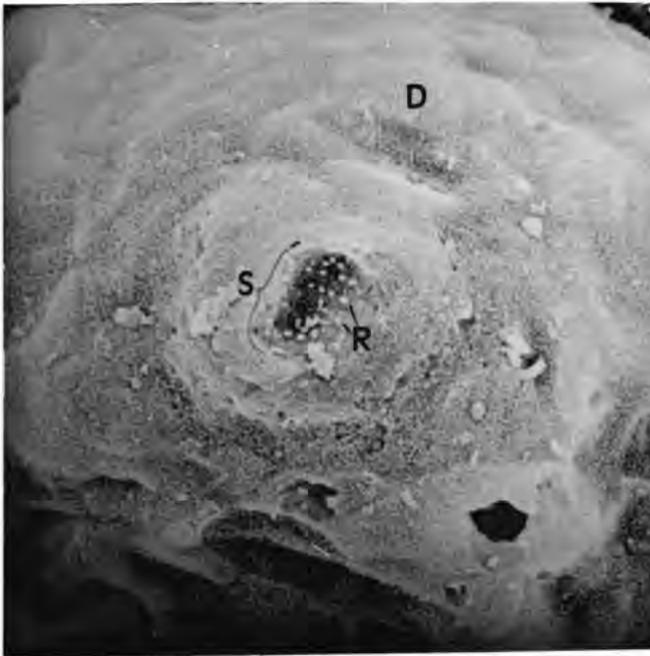


Abb.25 *Stiftchenreceptor-
knospe des Nasensegels
total.Vergr. 2000 x*
D = Deckzelle
S = Sinnesplatte
R = Receptorstiftchen

Typ II :Dieser besitzt 3-20 Poren auf seiner Sinnesplatte, die streng genommen wahrscheinlich nur eine Schutzplatte ist. Das Auftreten dieser Poren läßt auf ein Vorhandensein von Receptorzellen im Inneren der Knospe schließen, zu denen die Geruchsstoffe durch die Poren gelangen. Solche Öffnungen fehlen beim Typ I.

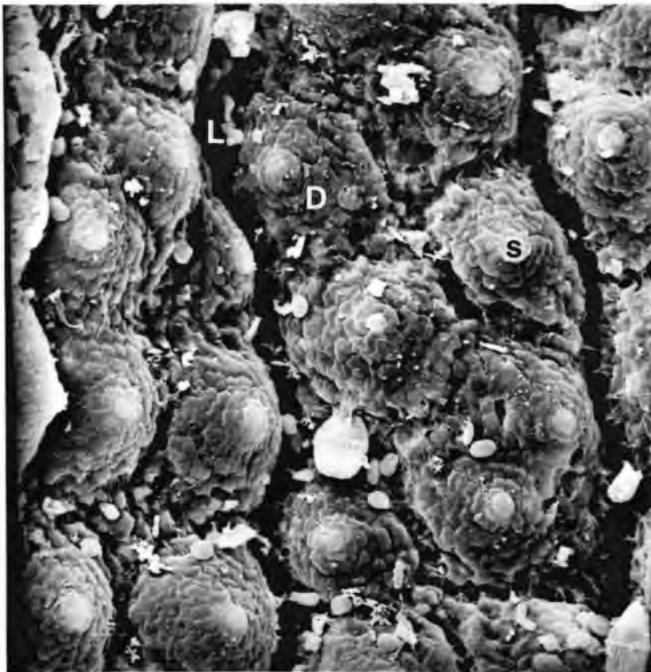


Abb.26 *Geschmacksknospen des
vorderen Munddaches
im Verband.Vergr. 300 x*
D = Deckzellen
*L = Längsfurchung der
Mundschleimhaut*
S = Sinnesplatte.

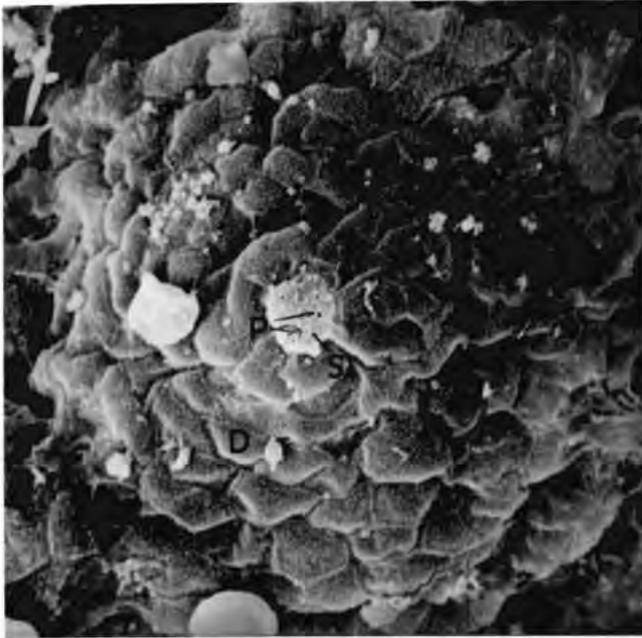


Abb.27 Geschmacksknospe aus dem Verband von Abb.26 Typ II zugehörig.
Vergr. 1000 x
D = Deckzelle
S = Sinnesplatte
P = Pore

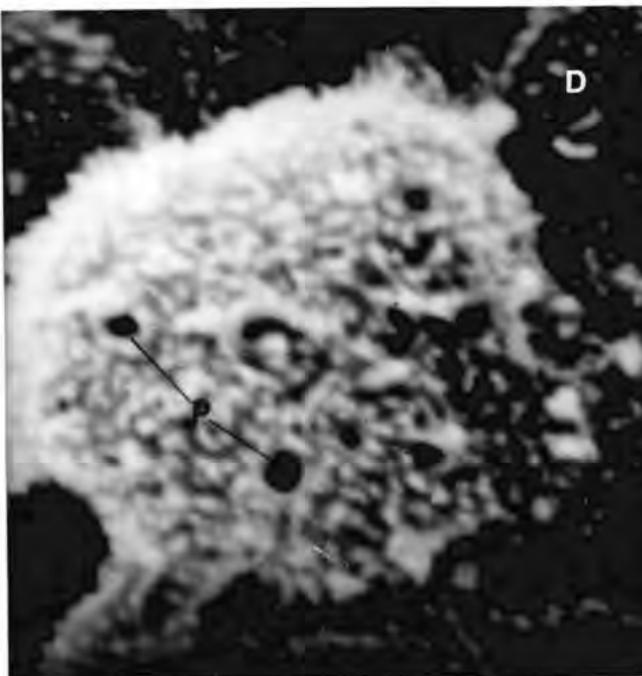


Abb.28 Sinnesplatte der Geschmacksknospe aus Abb.27 .Vergr 11000 x
D = Deckzelle
P = Pore

Typ III :Dieser Typ ist streng genommen eigentlich keine Geschmacksknospe oder -papille, da er nicht als Hügel über die Oberfläche der Haut aufragt, sondern nur seine Receptorplatte zwischen zwei Epidermiszellen hervorschaut. Dieser Typ ist erst ab Vergrößerungen von 6000 x und mehr als solcher an seinen Stiftchenreceptoren zu erkennen. Bei kleineren Vergrößerungen ist er nicht von den Öffnungen der Schleimzellen zu

unterscheiden.

Bei allen drei Typen kann nicht ausgeschlossen werden, daß sie zusätzlich zu den chemischen Reizen auch auf Berührungsreize reagieren.

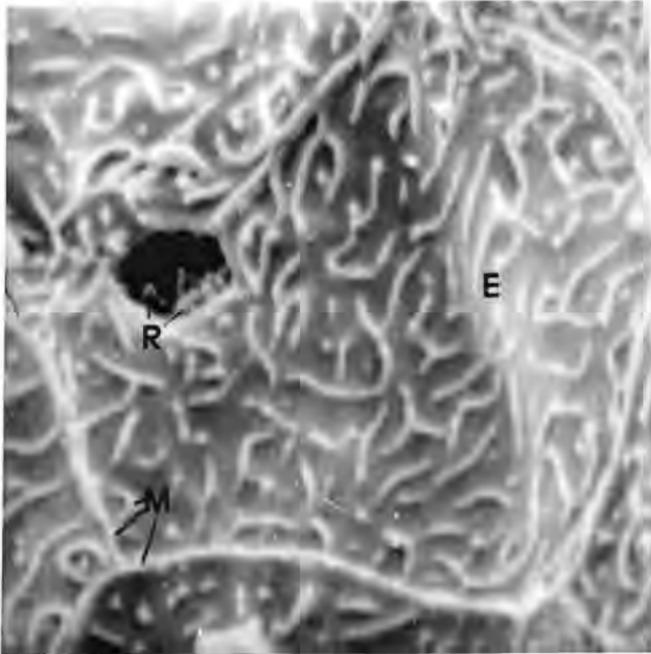


Abb.29 *Geschmacksreceptor auf dem Schwanzstiel. Vergr. 6000 x. Typ III. E = Epidermiszelle M = Mikroleiste R = Receptorstiftchen*

Während Typ I in allen mit Geschmacksknospen besetzten Körperregionen vorkommt, ist Typ II auf die Barteln und die Mundhöhle beschränkt. Da Barteln und Mundhöhle starker mechanischer Beanspruchung ausgesetzt sind, ist ein Schutz der Receptorstiftchen in diesem Bereich durch eine poröse Platte verständlich.

Typ III, der vom Bau der Receptorplatte her Typ I gleicht, aber durch das Fehlen eines Hügels keine so exponierte Lage besitzt, kommt auf der ganzen Körperoberfläche vor, fehlt aber in der Mundhöhle, soweit ich es feststellen konnte.

Reutter und Breipohl (1974), die die Geschmacksknospen des Schwertträgers *Xiphophorus helleri* (Poeciliidae, Cyprinodontiformes) rasterelektronenmikroskopisch untersuchten, fanden dort ebenfalls drei Typen. Ihr erster und zweiter Typ ähneln meinem Typ I insofern, als es sich bei jenen ebenfalls um Stiftchenreceptoren handelt, die einem Hügel aufsitzen. Die Ausprägung des Hügels jedoch und die Anzahl und Größe der Stiftchen sind verschieden. Sie unterscheiden ihren ersten Typ vom zweiten dadurch, daß letzterer einen Graben um den Hügel herum aufweist, der ersterem fehlt.

Der von Reutter und Breipohl beschriebene Typ 3 ist nahezu identisch mit meinem Typ III.

Den von mir beschriebenen Typ II mit seiner porösen Deckplatte konnten sie beim Schwertträger nicht feststellen.

Da beide Species zwei verschiedenen Ordnungen angehören, sind diese Unterschiede in der Ausstattung der Geschmacksknospen realistisch.

Die Verteilung der Geschmacksknospen beim Schlammpeitzger weist in den unterschiedlichen Körperregionen verschiedene Muster auf.

- a) Der gesamte Rumpf ist sehr schwach mit Sinnesknospen besetzt. Sie konzentrieren sich auf eine Reihe von Knospen beiderseits der ventralen Rumpfhälfte. Diese Reihe verläuft etwa auf halbem Weg zwischen Seitenlinie und Bauchkante, und besteht aus ungefähr zehn Hügeln. Dabei kann die Anzahl auf beiden Körperhälften differieren. Wesentlich höher dürfte die Anzahl der eingesenkten Geschmacksreceptoren vom Typ III in diesem Bereich liegen, die aber auf Grund der schlechten Erkennbarkeit dieses Typs nicht genauer zu bestimmen ist.
- b) Die Fläche des Kopfes wird zu ca. 6% von Geschmacksknospen eingenommen. Auch hier treten Geschmacksreceptoren vom Typ III auf. Die Receptoren konzentrieren sich dabei hauptsächlich auf den dorsalen und lateralen Teil des Kopfes. Die Unterseite des Kopfes ist nahezu geschmacksknospenfrei.
- c) Wesentlich dichter ist die Verteilung auf den Barteln. Dort stehen ca. 30% der Hautoberfläche im Dienste der Chemoreception.
- d) Die Lippen sind zu ca. 10% von Geschmacksknospen besetzt.

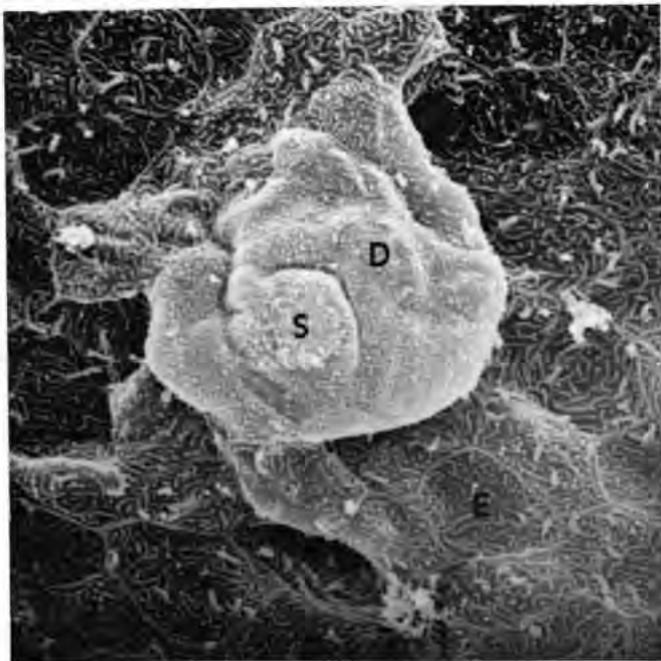


Abb.30 Geschmacksknospe
der Kopfhaut (siehe
auch Abb.23).
Vergr. 2000 x
E = Epidermiszelle
D = Deckzellen
S = Sinnesplatte

- e) Die größte Verteilungsdichte wird am Gaumen erreicht. Bis zum Beginn des Oesophagus beträgt der Anteil der Geschmacksknospen an der Gesamtfläche des Munddaches fast 100%.

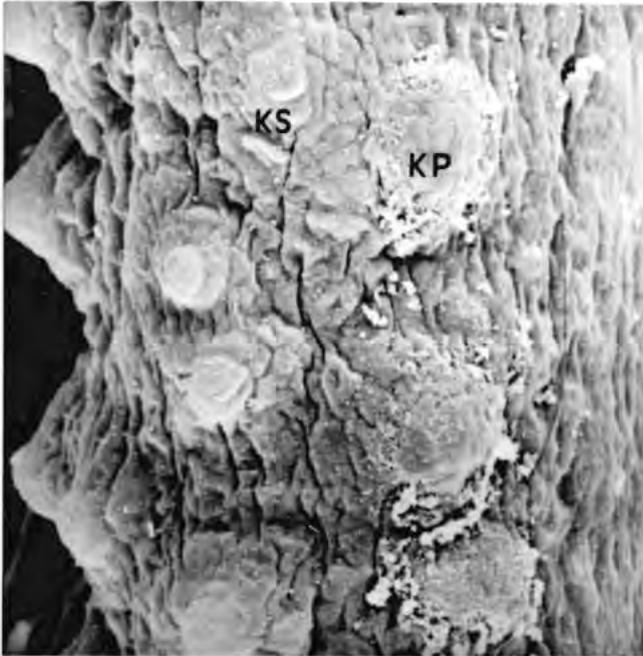


Abb.31 Geschmacksknospen auf einer Bartel. Vergr. 600 x
KS= Knospe mit Stiftchenreceptor.
KP= Knospe mit poröser Abdeckplatte.



Abb.32 Geschmacksknospe vom Typ II auf einer Bartel. Vergr. 2000 X
D = Deckzellen
P = Pore

- f) Der Oesophagus zeigt zu seinem Beginn noch einige wenige Geschmacksknospen, die während seines Verlaufs immer weniger werden. Ein nochmaliges Sondieren der Nahrung ist in diesem Bereich auch nicht mehr sehr sinnvoll.



Abb.33 *Depresse Stiftchen-
receptorknospen am
hinteren Munddach.
Vergr. 300 x
Die Furchen ziehen in
Längsrichtung zur
Körperachse.
S = Sinnesplatte
(in den Kegel der
Knospe eingedellt).*



Abb.34 *Gleiche Region wie
Abb.33 aber anderes
Individuum. Zylinder-
förmige Knospen.
R = Receptorfeld
Z = Zylinderknospe.
Vergr. 800 x*

- g) Auf der Kiemenreuse und im Zungenbereich findet sich eine Deckung durch Sinneshügel von ca.30%.
Ungewöhnlich ist ein Vorkommen von Geschmacksknospen auf den Ästen des ersten Kiemenbogens. Dies ist wahrscheinlich durch das Fehlen der äußeren Kiemenreusendornen dieses Bogens bedingt, wo sie ursprünglich angelegt sein dürften. Durch den Ausfall dieser Kiemenreusendornen könnte sich diese Ektodermregion mit ihrer Geschmacksknospenanlage auf die Kiemenäste hin verschoben haben.

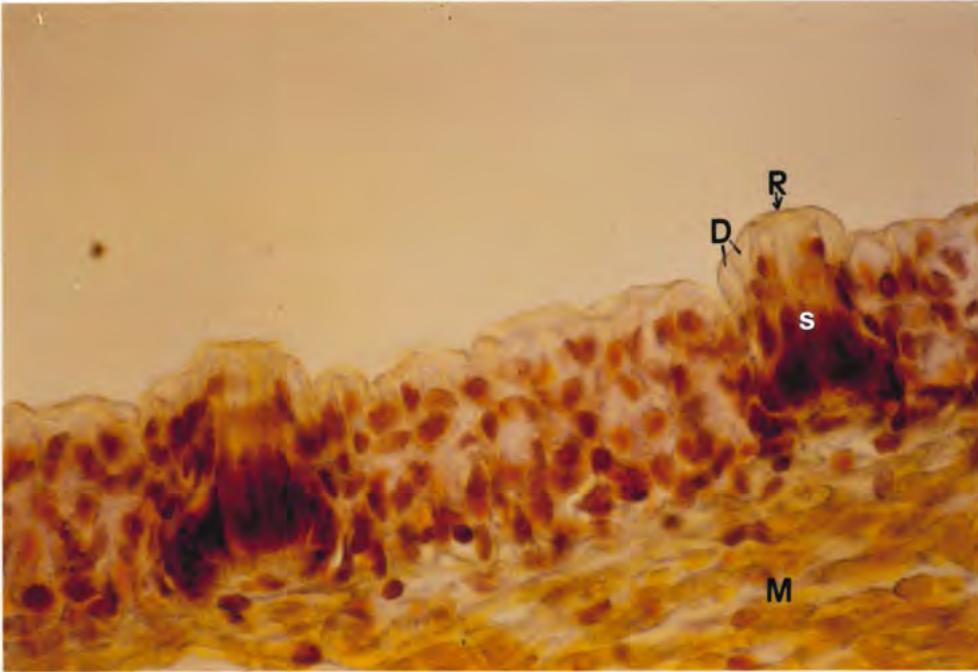


Abb.35 Schnitt durch Geschmacksknospen des hinteren Munddaches. Es könnte sich von der Form her um zylinderförmige Sinneshügel handeln. Vergr. ca. 760 x. kombinierte Färbung. D = Deckzellen. M = Muskelzellen. R = Receptorfeld. S = Sinneszellen.



Abb.36 Stiftchenreceptor-knospen auf einem Kiemenreusendorn des zweiten Kiemenbogens. Vergr. 500 x
D = Deckzellen
R = Receptorfeld.

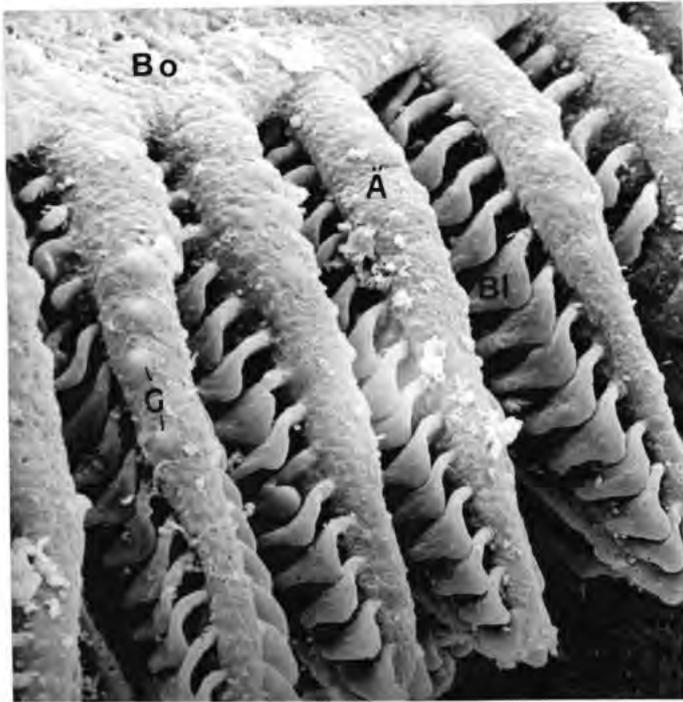


Abb.37 Geschmackspapillen auf den Kiemenästen des ersten Kiemenbogens. Vergr. 200x
Ä = Kiemenästchen
Bo = Kiemenbogen
Bl = Kiemenblättchen
G = Geschmackspapille

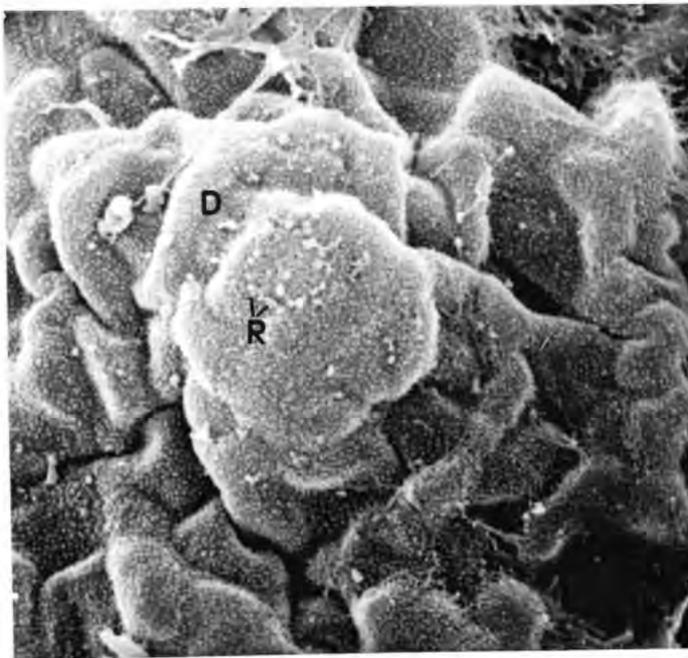


Abb.38 Stiftchenreceptorpapille von einem inneren Reusendorn des ersten Kiemenbogens. Vergr. 2000 x
D = Deckzellen
R = Receptorstiftchen

h) Sehr gering ist die Zahl der Geschmacksknospen die ventral der Kiemen gelegen auf dem Mundboden und der Innenseite des Operculums sitzen. Dies verwundert nicht weiter, da die bis dort hin gelangende Nahrung für den Fisch zu klein ist, um aus dem Atemwasser gesiebt werden zu können und so nicht weiter verwertbar ist.

Wenn auch über die genaue Receptorstruktur, über die Unterscheidbarkeit bestimmter Bauvarianten und über die Art der Geschmacksqualitäten die perzipiert werden können noch keine endgültigen Ergebnisse vorliegen, können doch aus dem bisher ausgewerteten Material einige Schlüsse gezogen werden.

Offensichtlich kommt dem Geschmacksorgan beim Schlammpeitzger eine überdurchschnittlich hohe Bedeutung zu. Dies ergibt sich schon aus der großen Zahl der Sinnesbügel bzw. ihrer hohen Verteilungsdichte im Kopfbereich. (siehe auch Kap. 7.3.). Diese Bedeutung ist im Hinblick auf seine Lebensweise verständlich. Durch den Aufenthalt im Bodengrund von stehenden oder langsam fließenden Gewässern wird dieser Species wenig Information über Beutetiere durch das Wasser zugetragen. Auch ein Sehen der Beute ist im trüben Wasser bzw. im Sand oder Schlamm nur sehr schlecht möglich. So muß das Tier seine Beute meist direkt anstoßen um sie zu erkennen. Dabei helfen die Barteln mit, um die Kontaktzone zu vergrößern. Diese Notwendigkeit der direkten Berührung der Nahrung ließ sich auch bei der Aquarienhaltung feststellen.

Daß die Ausstattung mit Geschmacksorganen am Rumpf so relativ gering ist, hängt wohl auch mit dem gleichen Phänomen der eingegrabenen Lebensweise zusammen. Ein Wenden des Tieres zum Schwanz hin, bei Erkennen eines freißbaren Gegenstandes wäre durch das umgebende Milieu so stark behindert, daß ein Erreichen der Beute unwahrscheinlich werden würde, und nur unnötigen Kräfteverschleiß bedeuten würde. Dies jedoch hat der Schlammpeitzger aus noch in Kap. 9.3.1. zu erläuternden Gründen tunlichst zu vermeiden.

7. Der Orientierungsapparat

Die Orientierung der Wirbeltiere erfolgt in erster Linie mit den auf dem Kopf liegenden Sinnesorganen, deren Eindrücke dann im Gehirn verarbeitet werden. Damit nimmt der Kopf im Verhältnis zum übrigen Körper und dessen Sinnesleistungen im Bezug auf die Orientierung eine besondere Stellung ein.

7.1. Die Sinnesorgane des Kopfes

Nach den Sinnesorganen der Haut, die ja auch den Kopfbereich bedeckt, sollen hier die vom Gehirn abstammenden Strukturen, einschließlich der statoakustischen Hilfsorgane besprochen werden.

7.1.1. Das Geruchsorgan

Über die Nase unseres einheimischen Schlammpeitzgers liegen meines Wissens keine Arbeiten vor. Allerdings wurde bereits das olfactorische Epithel von engeren und weiteren Verwandten unseres Untersuchungsobjektes beschrieben, so zB. das Riechepithel des asiatischen Schlammpeitzgers und etlicher anderer Species der Karpfenähnlichen. (Yamamoto und Ueda 1979; Breipohl 1973).

Der Schlammpeitzger besitzt wie alle Teleostier eine einfache Riechgrube ohne Verbindung zur Mundhöhle. Der größte Teil der Grube ist vom Integument abgedeckt, das nur eine Ein- und eine Ausströmöffnung freiläßt. Die rostral liegende Einströmöffnung besitzt ein auffallend hoch aufragendes Nasensegel, das das zu prüfende Wasser über eine Röhre dem Riechepithel zuführt. Bei erwachsenen Tieren hat diese eine Länge von ca. 1,5 mm. Dadurch kann unter Umständen das Eindringen von Schlamm, der sich auf den ruhig am Boden liegenden Tieren ablagert, in die Riechgrube verhindert werden. (siehe Abb. 39).

Praepariert man das Integument über der Riechgrube ab, ist die aus einer "Raphe" und zehn "Lamellen" bestehende Riechrosette zu erkennen. Von der Raphe aus, die schräg unterhalb der Ausströmöffnung liegt, ziehen sich die zehn Lamellen alternierend nach links und rechts zur Einströmöffnung hin. (siehe Abb. 40).

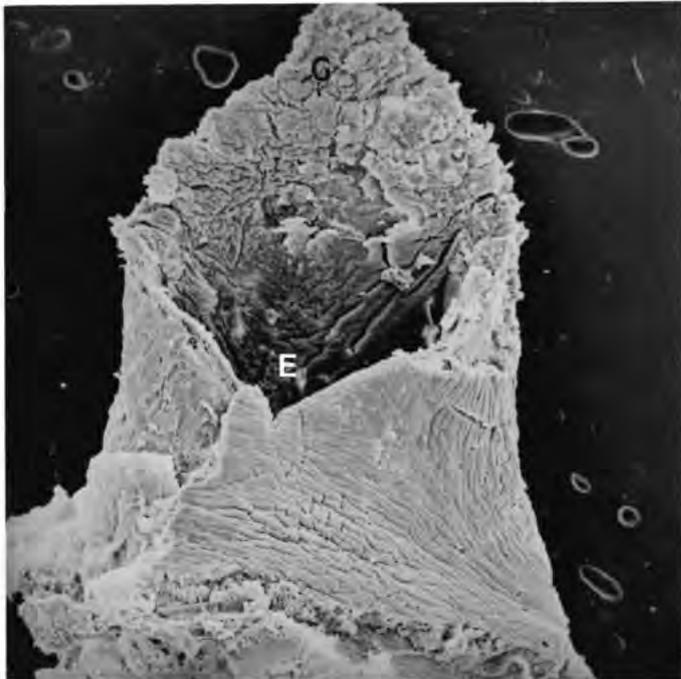


Abb.39 Nasensegel

Vergr. 50 x

E = Einstromöffnung

G = Geschmacksknospe

Abb.40 Riechrosette

Vergr. 40 x

L = Lamelle

R = Raphe

R1 = Region 1

R2 = Region 2

R3 = Region 3

V = Verwachsungs-
stelle der Lamel-
le mit dem Boden
der Riechgrube



Die Spitzen der Lamellen stehen frei in die Nasengrube hinein. Die Raphe und der Rest der Lamellen sind mit dem Boden der Riechgrube verwachsen, bzw. aus diesem aufgefalt. Die gesamte "Nasenhöhle" wird vom Riechepithel ausgekleidet, das bei jungen Exemplaren noch über den Rand der Ein- und Ausströmöffnung hinausreicht.

Die Anzahl der Lamellen ist mit zehn unterdurchschnittlich gering. Auf Grund dessen ist zu vermuten, daß auch die Gesamtfläche des

Riechepithels nicht sehr groß sein dürfte. Die Anzahl der Lamellen lag bei den von Yamamoto und Ueda untersuchten 15 Arten im Durchschnitt bei 19,5. Dabei hatte der Bärbling *pseudorasbora parva* (Cyprinidae) mit ebenfalls zehn Lamellen die geringste Anzahl. Dann folgte der Graskarpfen *Ctenopharyngodon idellus* und der Goldfisch *Carassius auratus* mit 12 Lamellen. Die höchste Anzahl an Lamellen hatte der Karpfen *Cyprinus carpio* (alle Cyprinidae) mit 31. Beim Graskarpfen ist diese geringe Zahl von Lamellen nicht verwunderlich, da er ein reiner Pflanzenfresser ist, der seine Beute nicht erschnuppern muß. Bei ihm übernimmt das überdurchschnittlich große Auge die Aufgabe der Nahrungserkennung.

Es sieht also so aus, als ob der Schlammpeitzger auf den Geruchseindruck nicht sehr stark angewiesen ist, was ihn von seinem asiatischen Vetter unterscheidet. Dieser kommt mit immerhin 17 Lamellen dem Durchschnitt sehr nahe.

Betrachten wir nun das Riechepithel genauer, erhärtet sich dieser Eindruck allerdings nicht. Das Riechepithel des Schlammpeitzgers kann auf Grund der Verteilung der vorkommenden Zelltypen in drei Regionen gegliedert werden. (siehe Abb. 40).

Region 1 umfaßt die Spitze einer jeden Lamelle bis zu 1/7 ihrer Gesamtlänge, sowie die komplette Oberfläche der Raphe. In dieser Region treten drei Zelltypen auf.

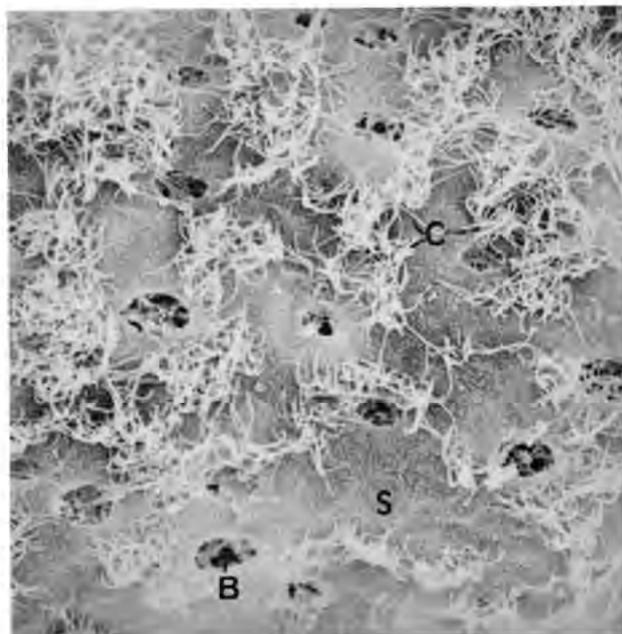
a) Am weitaus häufigsten ist in diesem Bereich ein Zelltyp, der an seiner Oberfläche außer einem Mikroleisten- oder Mikropünktchenmuster keinerlei Strukturen aufweist. Die Zellgrenzen dieses Typs sind durch einen Mikroleistensaum gut sichtbar. Diese Zellen ähneln in ihrer Oberfläche sehr stark den Stützzellen (Deckzellen) der freien Neuromasten der Seitenlinie. Wie auch aus den Arbeiten von Breipohl (1973) und Yamamoto und Ueda (1979) ersichtlich, handelt es sich hierbei offensichtlich um Stützzellen.

b) Der zweite hier vorkommende Zelltyp ist der der Becherzelle (Schleimzelle). Wahrscheinlich handelt es sich dabei um den gleichen Zelltyp, wie er auch in der Epidermis vorkommt. Sowohl der Durchmesser der Zellöffnungen von 4-7 µm als auch die Anordnung zwischen den umgebenden Zellen, als auch die Feinstruktur des Inneren einer entleerten Zelle stimmen bei beiden überein. Breipohl konnte in seiner Arbeit auch die Oberfläche dieses Zelltyps beschreiben, da seine Praeparationstechnik

am narkotisierten Tier mit anschließender Glutaraldehydfixierung des Epithels ein Ausschleudern des Schleimsekrets verhinderte. Bei meiner Fixierung mit Formaldehyd wurde bei allen sekretorischen Drüsen der Nasenschleimhaut der Inhalt abgegeben. Zwischen 10 und 20% aller Zellen dieser Region sind Becherzellen.

- c) Bei dem dritten Typ handelt es sich um bewimperte Zellen, deren Cilien die Zelloberfläche vollständig bedecken. Der Durchmesser dieser Cilien beträgt ca. $0,2 \mu\text{m}$, die Länge variiert zwischen 7 und $10 \mu\text{m}$. Bei grundsätzlich allen Größenangaben ist jedoch zu bedenken, daß diese nur mit Hilfe des vom REM am Bildschirm angezeigten Maßstabs rekonstruiert werden konnten, und Verzerrungen, wie sie durch den Betrachtungswinkel des Objekts entstehen, nicht genügend berücksichtigt werden können. In der Region 1 gehören je nach Standort 15 - 35 % aller Zellen diesem Typ an.

Abb. 41 *Nasenschleimhaut
der Region 1 nahe
der Grenze zu
Region 2.
Vergr. 1200 x
B = Becherzelle
C = Cilie
S = Stützzelle*



All diese Zellen sind nicht zur Chemoreception befähigt. Ichikawa und Ueda (1977) konnten dies bei *Carassius auratus* durch Transmissions-EM-Untersuchungen feststellen. Diese Ergebnisse können auch auf den Schlammpeitzger übertragen werden, da nach Untersuchungen von Yamamoto und Ueda (1979) die gesamte Unterordnung der Cyprinoidea im Riechepithel mit geringen Abweichungen die gleiche Ausstattung an Zelltypen besitzt.

Region 2 erstreckt sich, an Region 1 angrenzend, über die folgenden 2/7 der Lamellenlänge, über den vorderen Rand der Lamelle bis zur Raphe hin und über die gesamte Epithelfläche die am Grund der Nasengrube zwischen den Lamellen liegt. (siehe Abb. 40).

Die hier auftretenden Zelltypen sind mit einer Ausnahme die gleichen wie in Region 1. Allerdings sinkt der Anteil der Stützzellen auf unter 5%, während sich der Anteil der Flimmerzellen noch leicht erhöht. Der Anteil der Becherzellen bleibt in etwa gleich. Die Flimmerzellen von Region 1 und 2 dürften für die Hauptlast des Wassertransports durch die Riechgrube zuständig sein.

In dieser Region finden wir aber auch den ersten wirklichen Riechreceptor.

- d) 30 - 40% der Zelltypen dieses Bereichs sind sog. Mikrovilli- oder Mikrozottenreceptoren. Dieser Receptortyp dürfte somit der häufigste auf dem Riechepithel des Schlammpeitzgers sein. Breipohl beschreibt ihn 1973 bei *Carassius auratus* und gibt für ihn eine Zahl von 15 - 100 Mikrovilli pro Zelle an. Diese Zahlen decken sich mit meinen Ergebnissen.

Abb. 42 Mikrozottenreceptor der Region 2 des Riechepithels.

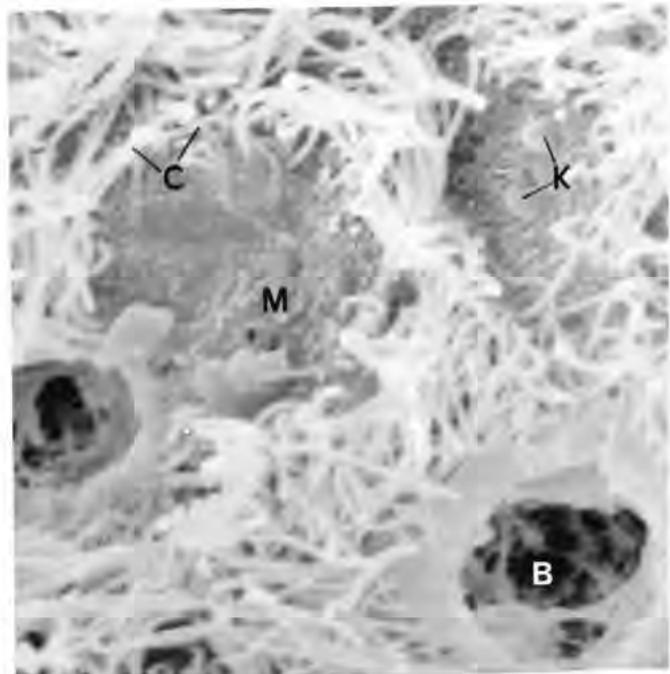
Vergn. 5000 x

B = Becherzelle

C = Cilie

K = Köpfchen (eine Aufwölbung des Epithels, die bei allen Receptorzellen auftreten kann).

M = Mikrozottenreceptorzelle.

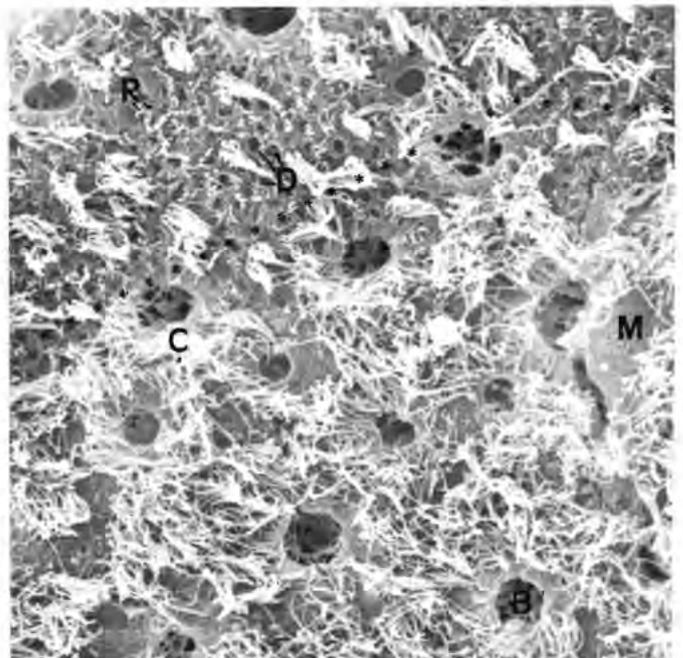


Region 3 ist ein Bereich des Riechepithels, der vollständig verdeckt zwischen den einzelnen Lamellen auf deren Ober- und Unterseite liegt. Er erstreckt sich über 4/7 der Lamellenlänge bis zur Raphe hin, nimmt aber höchstens die Hälfte der Lamellenfläche ein.

In diesem Bereich fehlen die Stützzellen völlig, und auch die Zahl der Becher- und Flimmerzellen geht auf einen Anteil von jeweils 10% der hier vorkommenden Zellen zurück. An deren Stelle treten nun zwei neue Zelltypen.

- e) Hier begegnet uns der zweite Receptorzelltyp. Er zeichnet sich durch 3 - 10 kurze Cilien aus, die auf seiner Oberfläche verteilt sind. Ihre Länge beträgt etwa 2 μm . Bis zu 50% aller Zellen dieses Bereichs gehören diesem Typ an. Der unter d) beschriebene Zelltyp tritt hier nur sehr vereinzelt auf.
- f) 30 - 40% aller Zellen dieser Region werden von einem Zelltyp gestellt, bei dem es sich vermutlich um Drüsenzellen handelt. Breipohl (1973) grenzt bei *Carassius* Drüsenzellen von Becherzellen ab. Auch hier scheint diese Abgrenzung auf Grund des großen Unterschieds im Durchmesser der an der Epitheloberfläche sichtbaren Zellöffnungen gerechtfertigt. Der Durchmesser dieser Öffnungen ist bei den Becherzellen drei mal so groß wie der der Drüsenzellen, deren Durchmesser 1 - 2 μm beträgt. Es sind auch keine Übergangsstadien zwischen beiden Typen zu finden.

Abb. 43 Grenze zwischen Region 2 (linke obere Bildhälfte) und 3 (rechts unten). Vergr. 1000 x
B = Becherzelle
C = Cilien des Flimmerepithels
D = Drüsenzelle
M = Mikrozoitenreceptorzelle
R = Receptorcilien
.... = Grenze zwischen den Regionen



Die unter d) und e) beschriebenen Zellen können zusätzlich an ihrer Oberfläche kleine Köpfchen mit einem Durchmesser von 0,4 - 0,7 μm besitzen. Breipohl (1973) bezeichnet diese Struktur als Riechköpfchen und schreibt ihnen die Funktion einer Receptorstelle zu.

Yamamoto und Ueda (1979) erwähnen diese Köpfchen allerdings in keiner Form. Diese beiden Zelltypen sind auch die einzigen, die laut Ichikawa und Ueda (1977) vom Nervus olfactorius innerviert werden.

Abb.44 Riechepithel der
Region 3.
Vergr. 3000 x
Legende wie Abb.43

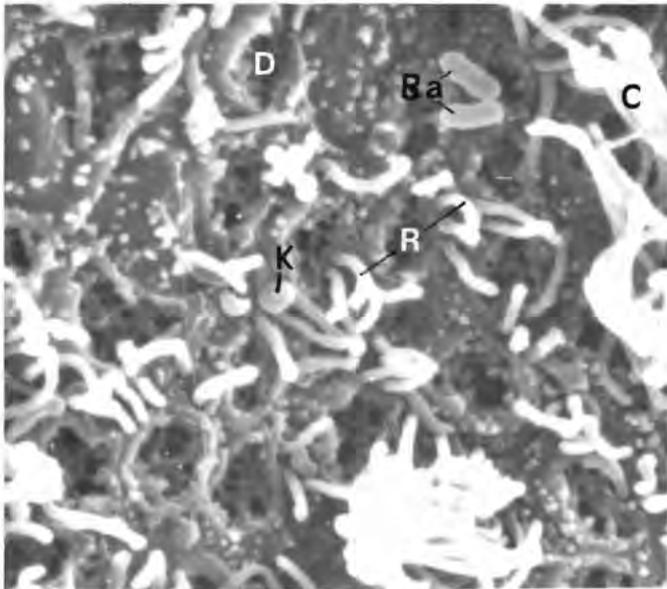
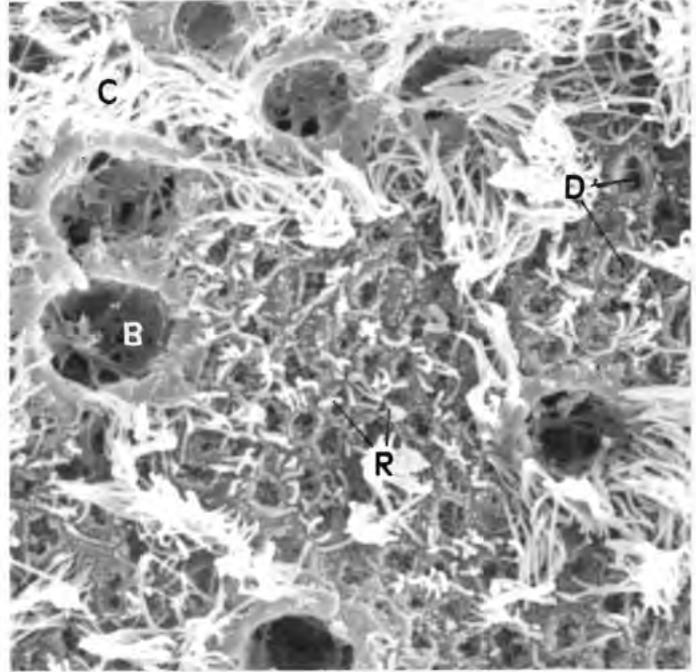
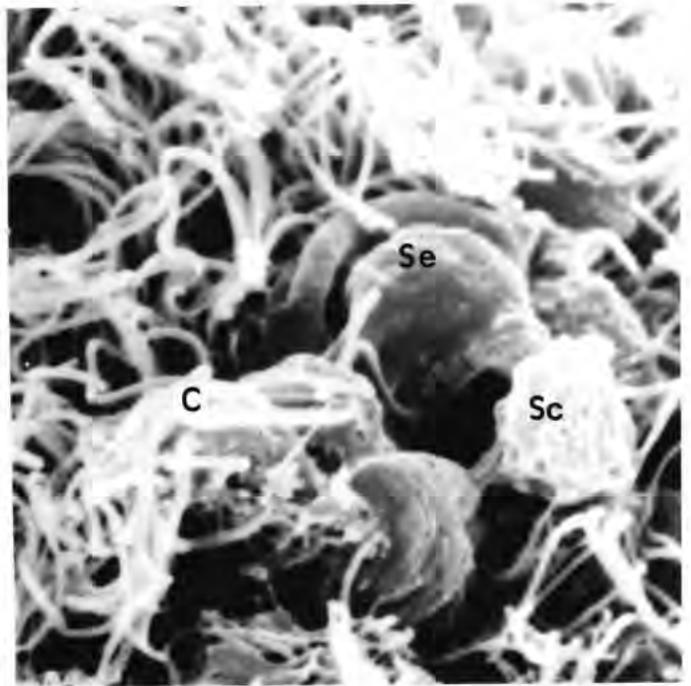


Abb.45 Receptorcilien und
"Riechköpfchen" der
Region 3. Vergr. 7000 x
Ba= Bakterien
K = "Riechköpfchen"
weitere Legende wie
Abb. 43 und 44

Ein weiterer Zelltyp, der in den bereits vorliegenden Arbeiten erwähnt wird, ist der der sog. Rutenzelle. Es handelt sich dabei anscheinend um Zellen vom Grundtyp "Flimmerzelle", deren Cilien zu Bündeln verklebt sind. Diesen Zelltyp konnte ich beim Schlammpeitzger nicht nachweisen.

Abb.46 Drüsenzellen der
Region 3 mit Se-
kretpfropfen.
Vergr. 6000 x

C = Cilien der Flim-
merzellen
Sc = Reste des Schleim-
filmes, der das
Riechepithel über-
zieht
Se = Sekretpfropf auf
einer Drüsenzelle



Zusammenfassend läßt sich folgendes feststellen:

- 1) Die Anzahl der Lamellen des Riechepithels verglichen mit den Ergebnissen der Untersuchungen von Yamamoto und Ueda (1979), ist unterdurchschnittlich gering.
- 2) Die Ausstattung des Riechepithels ist mit einem Receptorbesatz von fast 50 % sehr gut.
- 3) Beide Receptortypen sind in etwa gleich stark vertreten, sodaß eine Erfassung verschiedener Stoffgruppen möglich sein dürfte.
- 4) Der geringe Wasserdurchfluß durch die Nasengrube, der auf Grund der eingegrabenen Lebensweise in stehenden Gewässern zu erwarten ist, wird durch ein reich vorhandenes Flimmerepithel erhöht.

Zieht man die auf Grund der Gehirnstruktur des Schlammpeitzgers gewonnenen Erkenntnisse hinzu, dürfte sich die geringe Zahl seiner Riechlamellen nicht sehr negativ auf die Leistungsfähigkeit seiner Nase auswirken. Es ist also auf Grund von Punkt 2, 3 und 4 ein durchschnittliches Riechvermögen zu erwarten.

7.1.2. Das Auge

Das Auge des Schlammpeitzgers ist verhältnismäßig klein, da sein Durchmesser nur ca. $\frac{1}{8}$ der Kopflänge beträgt. Bei den meisten an der Wasseroberfläche oder im sog. Freiwasser lebenden Fischen beträgt das Verhältnis Augendurchmesser zu Kopflänge 1:3 bis 1:5. Das Sehen dürfte also nicht zu den wichtigsten Sinneseindrücken des Schlammpeitzgers gehören. Andererseits schneidet er mit diesem Augendurchmesser im Verhältnis zu anderen Bodenfischen wie dem Waller (*Silurus glanis*, Siluridae), dessen Auge über 10 x in die Kopflänge passt, relativ gut ab.

Die Retina besitzt Stäbchen und Zapfen, die, wie bei vielen Bodenfischen, nicht allzu zahlreich sind. Es finden sich 16000 Stäbchen, 5600 Zapfen und 1375 Ganglienzellen pro mm^2 Netzhaut. (Sterba 1958). Eine bessere Ausstattung beim optischen Sinn des Schlammpeitzgers wäre bei den ohnehin schlechten Sichtverhältnissen am Grund schlammiger Gewässer wirkungslos.

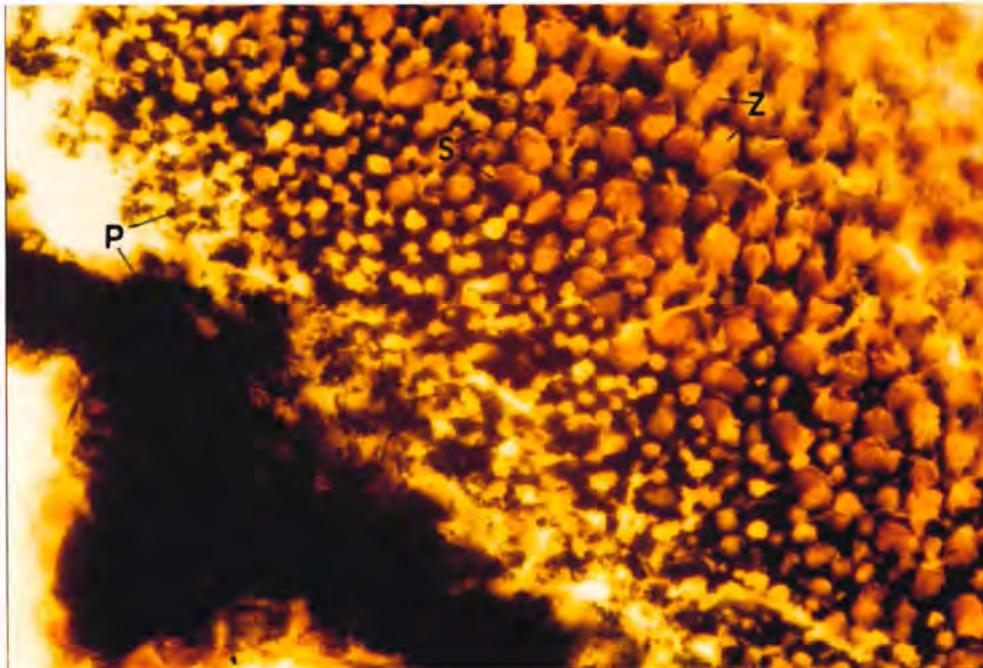


Abb. 47 *Retina. Stäbchen und Zapfen quer geschnitten. Kombinierte Färbung. Vergr. 770 x .*

P = Pigmentschicht. S = Stäbchen. Z = Zapfen.

Eine Anpassung an das Leben im Substrat dürfte das Auftreten einer sog. Brille sein, die bei vielen Grundfischen festzustellen ist. Es handelt sich hierbei um eine Schicht unpigmentierter Epidermis, die das Auge überzieht. Im REM-Bild ist das Auge auf Grund dieser Tatsache nur schlecht lokalisierbar. Der Augenzulbus ist unter der Epidermis beweglich. Wie Harms (1934) feststellte, wird die Pigmentlosigkeit dieser Epidermisstelle nur bei intaktem Auge aufrechterhalten. Bei Durchtrennung des Nervus opticus stellte sich eine nachträgliche Pigmentierung dieses Hautstücks ein. Im fixierten Zustand ist diese Haut trübe, läßt sich dann aber gut abziehen, und der Augenzulbus kommt darunter unversehrt zum Vorschein. (Zur Blutversorgung des Auges siehe Kap. 9.1.2.).

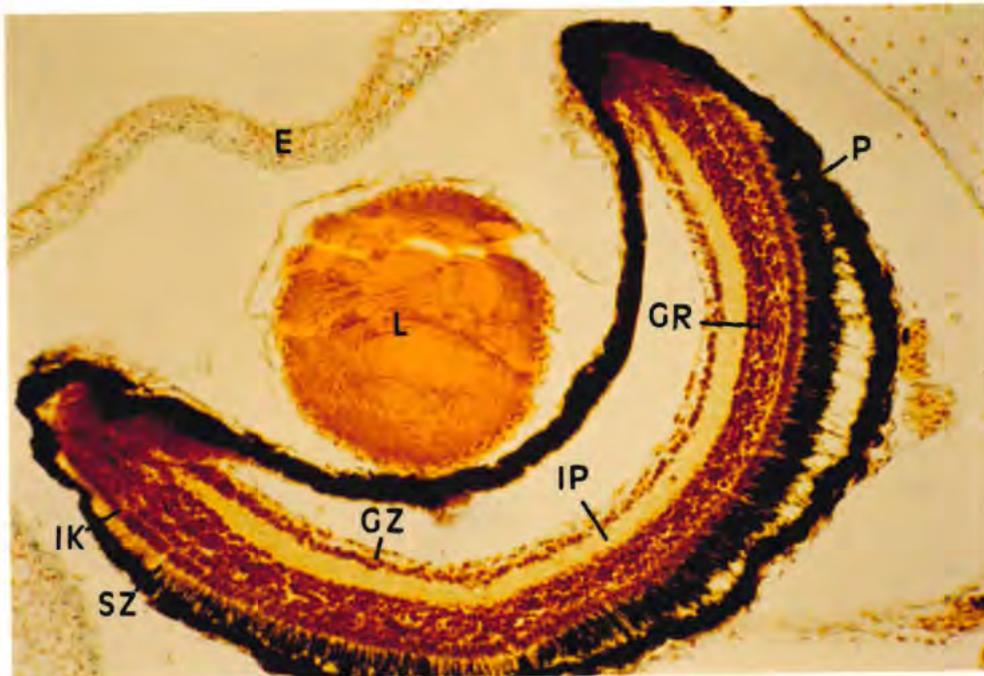


Abb. 48 Auge, Querschnitt. Färbung kombiniert. Vergr. 190 x
E = Epidermis. GR = Ganglion retinae (II. Neuron).
GZ = Ganglienzellschicht des III. Neurons.
IK = Innere Körnerschicht (Zellkerne der Sehzellen)
IP = Innere plexiforme Schicht. L = Linse.
P = Pigmentschicht. SZ = Stäbchen und Zapfen.

7.1.3. Das statoakustische Organ und seine Hilfsorgane

Betrachtet man beim Schlammpeitzger das stato-akustische Organsystem, so tritt dabei in erster Linie nicht das Labyrinth, sondern die bei den Ostariophysi allgemein auftretenden Hilfsorgane, wie Weber'sche Knöchelchen und Schwimmblase besonders hervor. Bau und Funktion dieser Organe wurden vor über 50 Jahren von Cranilov (1927) und Matveiev (1929) an Hand von Serienschritten bei einigen Ostariophysi rekonstruiert. Zur besseren Anschaulichkeit darf ich deren Ergebnisse mit Hilfe von REM-Bildern erläutern und in einigen Punkten ergänzen.

Das Labyrinth des Schlammpeitzgers ist ein "normales" Teleostierlabyrinth mit drei Bogengängen, sowie Utriculus, Sacculus und Lagena, wobei die beiden letzteren etwas nach ventral abgerückt sind. Der Sacculus ist mit dem Utriculus über einen schmalen Kanal verbunden. Die beiden Sacculi wiederum sind über einen sog. Ductus communicans transversus verbunden. Dieser sackt sich von seiner Mitte aus nach caudal in einen unpaaren Sinus endolymphaticus aus. Dieser ist eine Sonderbildung der Ostariophysi, ebenso wie alle daran anschließenden Strukturen, die sog. Hilfsorgane des stato-akustischen Systems. Sie dienen zur Übertragung und Verstärkung mechanischer Schwingungen. Dadurch sind die Ostariophysi und insbesondere der Schlammpeitzger zu verschiedenen Sonderleistungen befähigt. (siehe Abb. 49)

Grundsätzlich geschieht die Perception und Übertragung der Schwingungen in mehreren Stufen. Die Perception obliegt der Schwimmblase, die durch Druckwellen in Schwingung versetzt wird, bzw. auf Druckänderung mit Formveränderung reagiert. Sie überträgt ihre Bewegung auf den ihr anhaftenden Tripus (nach Weber "Malleus"), dieser leitet über zum Intercalarium (Incus) an das sich das Scaphium (Stapes) anschließt. Über diese Weber'schen Knöchelchen gelangt nun die Schwingung zu den mit Perilymphe gefüllten Atria sinus imparis, die jederseits von Scaphium und Clastrum umschlossen sind. Die beiden Atria verengen sich zu Kanälen, die den ersten Wirbel durchstoßen und sich zum unpaaren Sinus perilymphaticus vereinigen. Dieser gibt die Schwingungen an den bereits oben genannten Sinus endolymphaticus und somit an das eigentliche akustische Organ von Sacculus und Lagena weiter. (siehe Abb. 49).

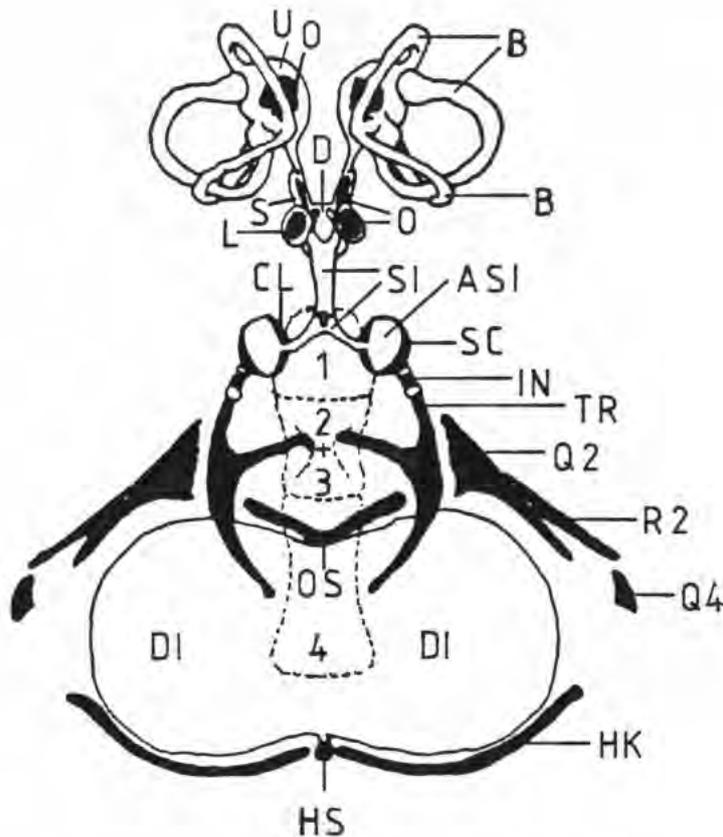


Abb. 49 Weber'scher Apparat und Labyrinth des Schlammpeitzgers. Umgezeichnet nach Jasinski (1964).

ASI = Atrium sinus imparis

B = Bogengang

D = Ductus communicans transversus

DI = Diverticulum

CL = Claustrum

HK = Hintere Kapselwand der Schwimmblase

HS = Hintere Schwimmblasenkammer. IN = Intercalarium. L = Lagena. OS = Ossa suspensoria. O = Otholith. Q2(4) = Querfortsätze des zweiten (vierten) Wirbels. R2 = Rippe des zweiten Wirbels. S = Sacculus. SC = Scaphium. SI = Sinus imparis perilymphaticus. TR = Tripus. U = Utriculus. 1-4 = Wirbelkörper 1-4.

Die Ableitung der Weber'schen Knöchelchen aus Strukturen, wie sie bei anderen Teleostiergruppen auftreten, war lange stark umstritten. Mir erscheinen die ausführlichen Recherchen von Matveiev (1929) am gründlichsten und sehr einleuchtend. Er schreibt, daß ursprünglich die Atria sinus imparis über eine zu beiden Seiten der ersten drei Wirbel liegenden Sehne mit der Schwimmblase verbunden gewesen sein müssen. Diese Sehne ist dann im nächsten Stadium in drei Teilabschnitten verknöchert. Die dabei entstandenen Knochen sind Scaphium, Intercalarium und Tripus. Der Tripus verschmilzt im Laufe der Entwicklung mit der Rippe und dem Hämalbogen des dritten Wirbels. Dieser Zustand, den Matveiev (1929) für einen ursprünglichen hält, tritt bei den Cobitiden auf. Auch die einfache y-Form des Tripus, der bei den Cypriniden und Siluriden

sehr kompliziert gebaut sein kann, weist auf die Ursprünglichkeit dieses Zustands hin. Im Laufe der Weiterentwicklung verschmilzt das Intercalarium mit den Anlagen des Neuralbogens des zweiten Wirbels und das Scaphium mit denen des ersten Wirbels. Dieses Stadium ist bei den Cypriniden und Siluriden erreicht.

Am umstrittensten von allen aber scheint die Herkunft des Claustrums zu sein, das schon als Abgliederung des Schädels oder als Derivat der Dorsospinalia des ersten Wirbels gesehen wurde.

Matveiev (1929) schreibt als Ergebnis seiner Untersuchungen an *Scardinius erythrophthalmus* der Rotfeder (Cyprinidae): "Es bildet sich also das Claustrum, trotz den bedeutenden Skelettumbildungen in diesem Segmente, unmittelbar aus den Dornfortsätzen des ersten Wirbels ohne die Teilnahme irgendwelcher anderer Bildungen".

Bei meinen Untersuchungen zeigte sich, daß beim Schlammpeitzger die Claustra mit dem Vorderende des zweiten Wirbels verwachsen waren. In wieweit das ein Hinweis darauf ist, daß sie auch aus den Praezygapophysen des zweiten Wirbels entstanden sein könnten, kann nur durch eine embryologische Untersuchung des Schlammpeitzgers geklärt werden. (siehe Abb. 50, 51, 52).

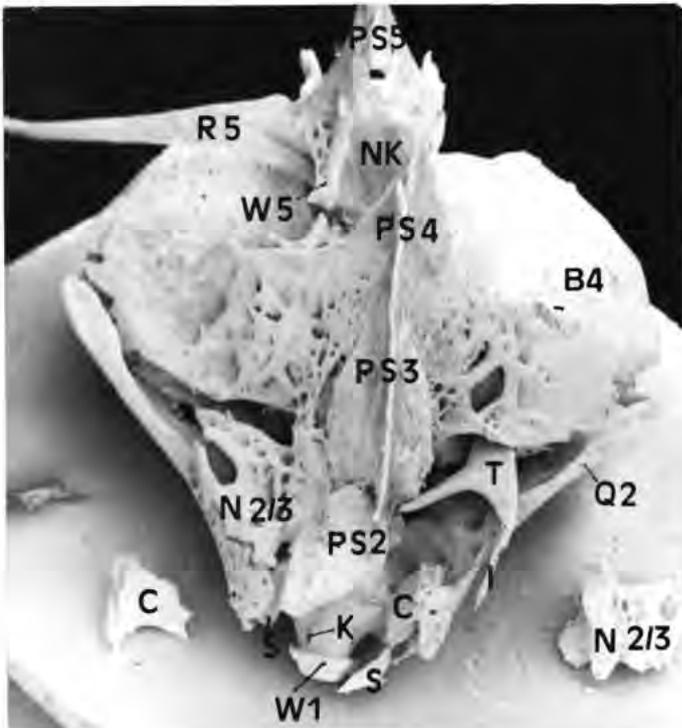


Abb. 50 Schwimmblasenkapsel und Weber'sche Knöchelchen, Dorsalan-
sicht. Vergr. ca. 70 x
B4 = Basapophyse des
vierten Wirbels
(Dorsale Kapsel-
wand).
C = Claustrum
N2/3 = Neuralbogen der
verwachsenen Wir-
bel 2 und 3.
NK = Neuralkanal.
I = Intercalarium
K = Kanal der Atria

sinus imparis durch den 1. Wirbel. PS 2-5 = Processus spinosus
der Wirbel 2-5. Q2 = Querfortsatz des 2. Wirbels. R5 = Rippe des
5. Wirbels. S = Scaphium. T = Tripus. W 1-5 = Wirbel 1-5.

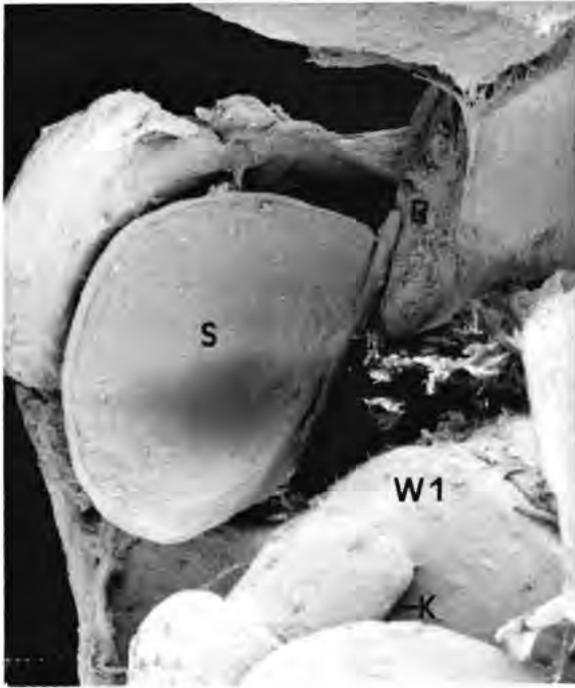


Abb. 51 *Scaphium* der rechten Körperseite vom Atrium her gesehen. Vergr. 40 x
B = Bruchstelle
K = Kanal des Atrium sinus imparis der linken Seite
S = *Scaphium*
W1 = 1. Wirbelkörper.



Abb. 52 *Claustrum* der rechten Körperseite. Aus dem Knochenverband herausgebrochen, und im Verhältniss zu Abb. 51 nach rechts aufgeklappt. Vergr. 60 x
B = Bruchstelle
C = *Claustrum*

Dieses gesamte Übertragungssystem ist bei den Cobitiden und speziell beim Schlammpeitzger durch einige Modificationen besonders leistungsfähig. Die auffälligste Bildung ist dabei das in der Linie der Schmerlenartigen anzutreffende Kapselsystem, das stammesgeschichtlich, aus noch zu erläuternden Gründen, nach den Weber'schen Knöchelchen entstanden sein muß. Es wird von den Wirbeln 2-4 und deren Anhängen gebildet. Es umschließt den vorderen Teil der stark reduzierten Schwimmblase, das Diverticulum, und die Weber'schen Knöchelchen, die ja zum Teil ebenfalls Derivate dieser Wirbel sind. Dabei wird die eigentliche Kapsel, die das Diverticulum umschließt, von den End- und Basapophysen, sowie den Ossa suspensoria des vierten Wirbels, die sich von den Hämalbögen ableiten, gebildet. (Matveiev).

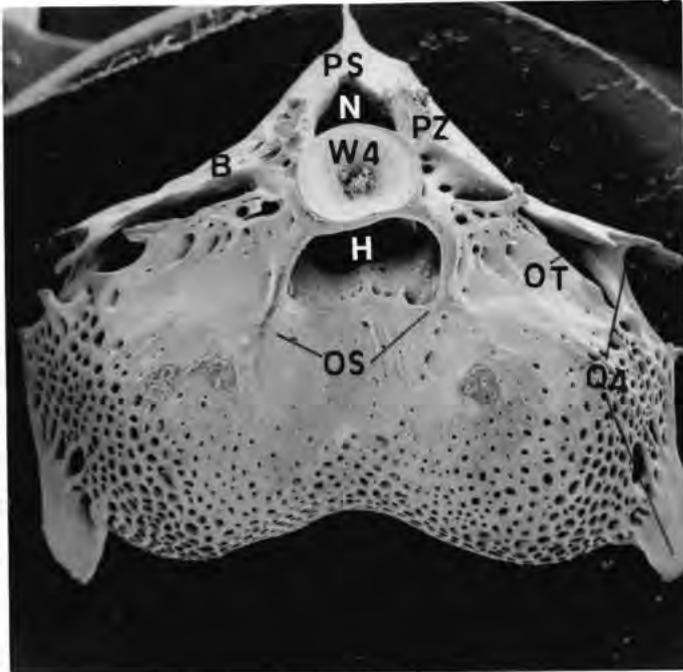
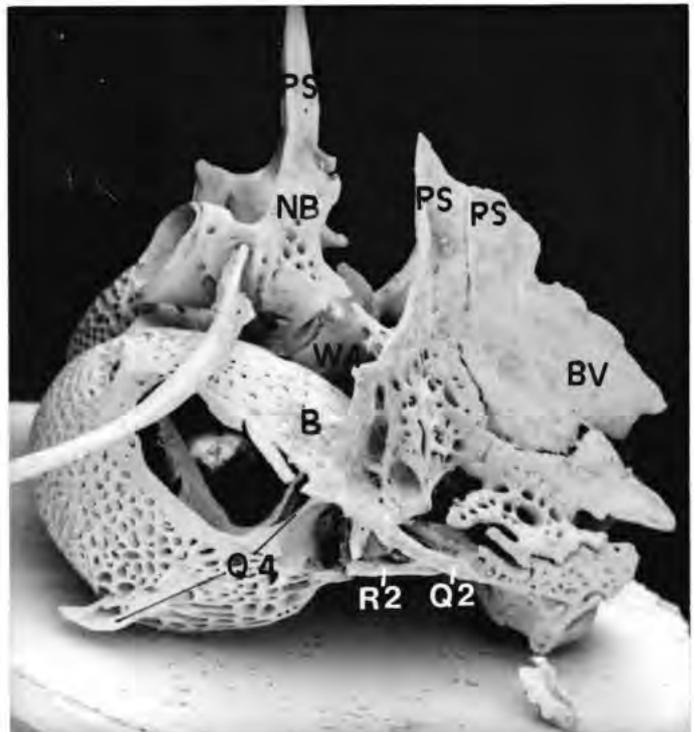


Abb. 53 Schwimmblasenkapsel cranial, vordere Wirbel abpräpariert. Vergr. ca. 10 x
 B = Basapophyse
 H = Hämalkanal
 N = Neuralkanal
 OS = Ossa suspensoria
 OT = Öffnung für den Tripus
 PS = Processus spinosus
 PZ = Praezygapophyse
 Q4 = Querfortsatz des vierten Wirbels
 W4 = Vierter Wirbel.

Der vordere Teil des Kapselsystems, der die Weber'schen Knöchelchen bedeckt, wird von den Processi spinosi und den Neuralbögen der Wirbel 2 und 3, sowie von verknöchertem Bindegewebe gebildet. Wahrscheinlich ist diesem Kapselsystem die linke Vena cardinalis posterior, die nicht mehr ausgebildet wird, zum Opfer gefallen. (siehe auch Kap. 9.1.2.).

Abb. 54 Kapselsystem lateral Vergr. ca. 10 x
 Legende wie Abb. 53
 BV = Bindegewebe verknöchert
 NB = Neuralbogen
 R2 = Rippe des zweiten Wirbels



Es ist auf den speciellen Bau der Diverticulumkapsel zurückzuführen, daß bei diesen Veränderungen nicht auch die Funktionstüchtigkeit des schallübertragenden Systems gelitten hat. Diese Kapsel, die wie ein knöchernes Netz gebaut ist, besitzt sieben große Öffnungen. An der caudalen Seite befindet sich eine unpaare Öffnung, die den Isthmus zwischen vorderer und hinterer Schwimmblasenkammer umschließt. Der hintere Teil der Schwimmblase ist beim Schlammpeitzger zu einem kleinen, dickwandigen Anhängsel reduziert, das mit einem bindegewebigen Strang, dem funktionslosen Ductus pneumaticus, mit dem Oesophagus verbunden ist. Beiderseits dieses Isthmus liegen zwei weitere Öffnungen, die keine erkennbare Funktion besitzen und wahrscheinlich nur unvollständig geschlossene Nähte der Knochenkapsel darstellen.

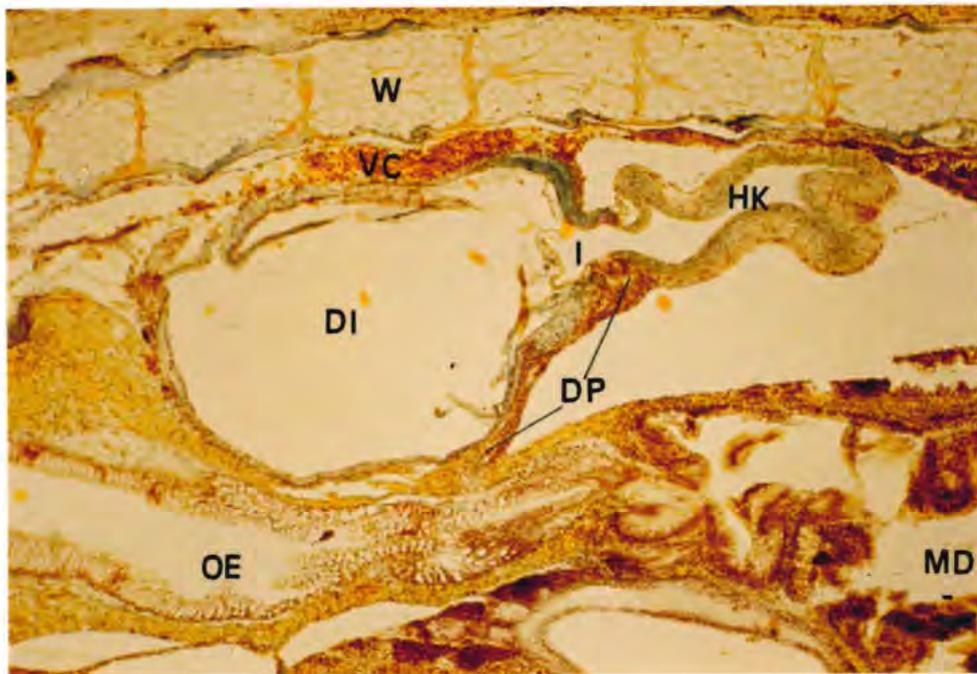


Abb. 55 Längsschnitt durch die Schwimmblase eines ca. 6 Wochen alten Schlammpeitzgers. Kombinierte Färbung. Vergr. 75 x
DI = Diverticulum. DP = Ductus pneumaticus. HK = Hintere Schwimmblasenkammer. I = Isthmus. MD = Mitteldarm.
OE = Oesophagus. VC = Vena cardinalis posterior. W = Wirbel.

Zwei weitere Öffnungen der Schwimmblasenkapsel liegen lateral. Sie sind durch eine bindegewebige Verdickung der Cutis verschlossen (Horn 1922), über die die ankommenden Schall- oder Druckwellen wie über Trommelfelle vom Außenmedium auf das Innere der Knochenkapsel übertragen werden.

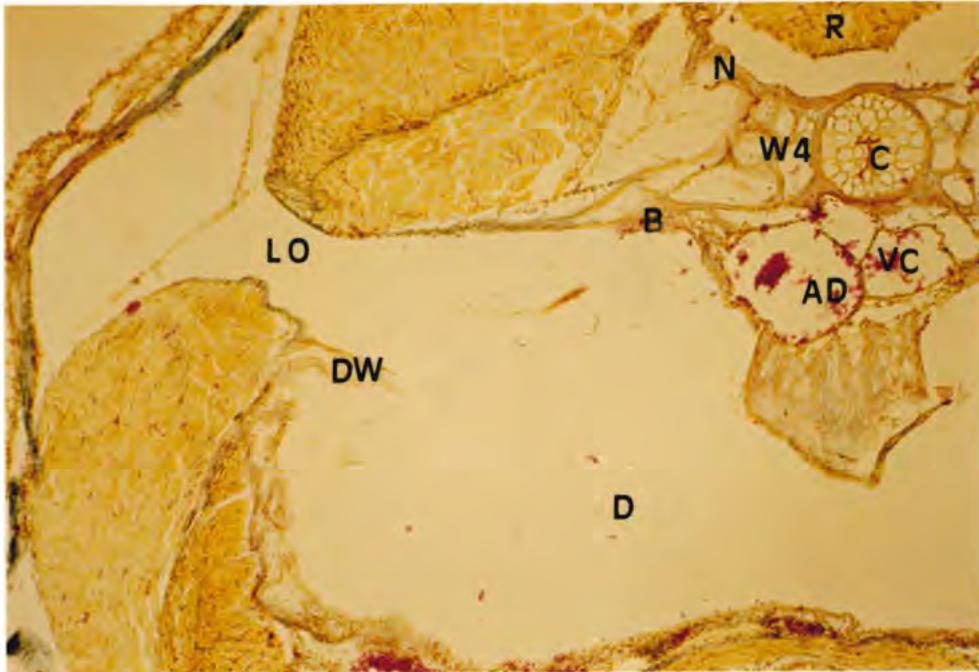


Abb.56 Querschnitt durch die Schwimmblase eines 10 Wochen alten Schlammpeitzgers. Kombinierte Färbung. Vergr. 75 x
AD= Aorta dorsalis. B = Basiphyse. C = Cordagewebe.
D = Diverticulum (Camera aera weberiana). DW= Wand des Diverticulums (teilweise abgerissen). LO= Laterale Öffnungen der Knochenkapsel. N = Neuralbogen. R = Rückenmark.
T = Vom Integument gebildetes "Trommelfell". VC= Vena cardinalis posterior. W4= Vierter Wirbel.

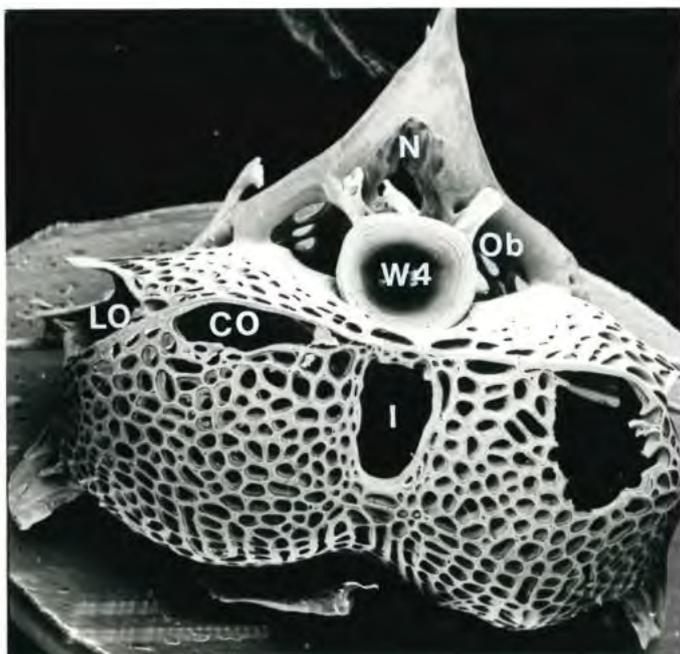


Abb.57 Kapsel eines Adultus Caudalansicht. Teil der rechten Seite eingebrochen. Vergr. ca. 10 x
CO= Paarige caudale Öffnungen.
I = Öffnung für den Isthmus der Schwimmblase.
LO= Laterale Öffnung
N = Neuralbogen
OB= Öffnung für die Blutgefäße (Beim Adultus nach lateral verschoben. W4= Vierter Wirbel.

al verschoben. W4= Vierter Wirbel.

Die beiden letzten Öffnungen liegen cranial auf der Kapsel und ermöglichen den beiden großen Weber'schen Knöchelchen, den Tripi und der Perilymphe, die die Schwimmblase umgibt, den Austritt aus der Kapsel. (siehe Abb. 53). Die Kapsel selbst ist so am vierten Wirbel aufgehängt, daß eine Durchtrittsöffnung für die Aorta dorsalis und die rechte Vena cardinalis posterior frei bleibt. (siehe Abb. 57).

Die Form der Kapsel ist bei den verschiedenen Arten der Cobitiden sehr unterschiedlich, so daß bei manchen Arten zB. eine fast vollständige Teilung der Kammer in eine linke und eine rechte Hälfte erfolgen kann, oder daß sie dorsoventral stark abgeflacht sein kann. Eine Eigenheit der Cobitiden findet sich auch im Übertragungsmechanismus der Schwingungen von der Schwimmblase auf den Tripus. Dieser sitzt bei den Cobitiden mit seiner Basis der Schwimmblase direkt auf. Dies hat zur Folge, daß eine Ausbuchtung der Schwimmblase den Tripus nach cranial drückt und somit der Druck auf den Sinus imparis weitergegeben wird. Bei den Cypriniden ist der Tripus über einen Haken, den sog. Transformator mit dem Diverticulum verbunden. Dieser bewirkt, daß eine Ausbuchtung der Schwimmblase ein Zurückziehen des Tripus, und somit eine Druckerniedrigung im Sinus imparis zur Folge hat. (siehe auch Abb. 58 und 59).

Die Frage nach der Funktion dieser doch sehr aufwendig konstruierten Knochenkapsel kann möglicherweise durch folgende Überlegung beantwortet werden. Bei Fischen, die nicht im Besitz einer solchen Kapsel sind, muß die Schwimmblase einen hohen Innendruck aufweisen, da sonst Stöße oder ein hoher Außendruck die Blase eindellen oder kollabieren lassen könnte. Dadurch wäre die Funktion des Schallübertragenden Systems stark beeinträchtigt. Andererseits bedingt ein hoher Innendruck eine straffe Spannung der Schwimmblasenwand und somit ein Resonanzverhalten, das bevorzugt auf höherfrequente Schwingungen anspricht. Dagegen werden niedere Frequenzen, wie sie durch Erschütterungen und Druckwellen erzeugt werden, sowie atmosphärische Druckschwankungen nur sehr schlecht weitergeleitet. Dadurch, daß beim Schlammpeitzger die Schwimmblase vor mechanischer Beschädigung durch innere Organe oder Einflüsse der Umwelt auf Grund der Kapsel geschützt ist, kann die Wandstärke und der Innendruck des Diverticulums gesenkt werden. Dadurch bewegt sich auch die Resonanzfrequenz zu tieferen Bereichen hin. Dadurch ist das Tier in der Lage zB. Trittschall und Druckänderungen besser zu er-

fassen. Im Aquarium reagierten meine Tiere auf Annäherung, auch wenn sie mich nicht sahen, mit panischen Fluchtreaktionen. Bei allen anderen von mir gehaltenen Arten konnte ich dieses Verhalten nie in diesem Ausmaß feststellen.

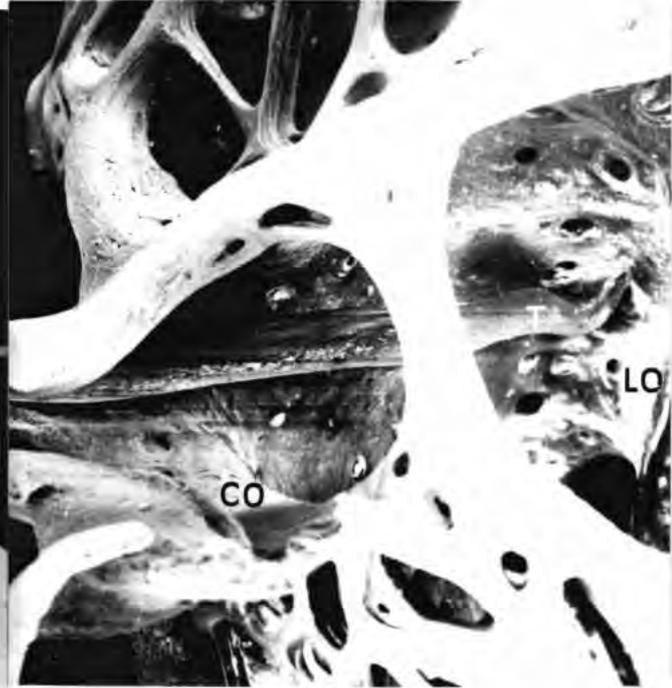
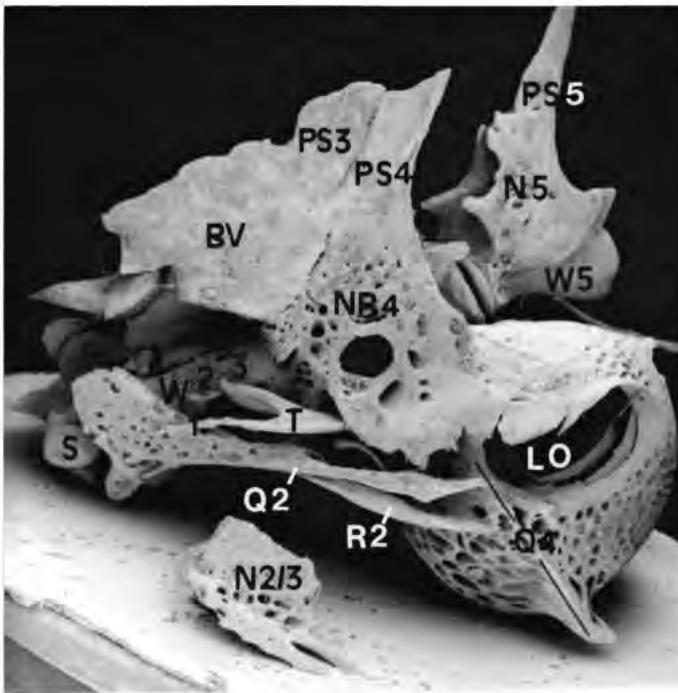


Abb. 58 Lateralansicht des Kap-
selsystems, Linker Neural-
bogen des Doppelwirbels
2/3 abpräpariert.

Vergr. ca. 10 x

BV= Bindegewebe verknöchert.

I = Intercalarium

LO= Laterale Öffnung

NB= Neuralbogen (2/3, 4, 5). PS= Processus spinosus (2, 3, 4, 5)

PZ= Praezygapophyse (5). Q = Querfortsatz (2, 4).

R = Rippe (2, 4). S = Scaphium. T = Tripus. W = Wirbel (1, 2/3, 4, 5).

Abb. 59 Blick ins Innere der Kap-
sel durch die craniale
und laterale Öffnung, auf
den Tripus. Vergr. 50 x

CO= Craniale Öffnung

LO= Laterale Öffnung

T = Hinteren Teil des

Tripus

Eine weitere Folge der Reduktion des Blaseninnendruckes ist ein Schrumpfen des hinteren Schwimmblasenteils, der als Organ des Druckausgleichs nun wirkungslos und somit überflüssig geworden ist. Beim erwachsenen Schlammpeitzger ist er zu einem Anhängsel redu-

ziert, das im Verhältnis zum Diverticulum ein verschwindend geringes Volumen besitzt.

Die Effizienz des ganzen Systems wird zusätzlich durch die Ausbildung einer Art Trommelfell gesteigert. Es wird vom Integument gebildet und verschließt die lateralen Kapselöffnungen. Über die Perilymphe, die zwischen Kapsel und Diverticulum liegt, wird eine optimale Schallübertragung auf die Schwimmblase gewährleistet, da keine Kompressionsverluste, wie sie durch Gase verursacht werden, auftreten können.

Die Knochenkapsel selbst könnte außerdem eine schallübertragende Funktion besitzen, indem sie Schwingungen, die über das Skelettsystem vom Substrat abgenommen werden, auf die Schwimmblase überträgt. Tsvetkov (1971) fand, daß der Schlammpeitzger in der Lage ist, je nach Ausgangsdruck, auf Druckänderungen im Bereich von 4-14 mm Wassersäule zu reagieren. Dies zeigt die hohe Empfindlichkeit des statoakustischen Systems. Die Tiere Tsvetkovs antworteten auf solche Druckänderungen mit zunehmender Futtersuche. Bedenkt man, daß auf atmosphärische Druckänderungen oft Regenfälle einsetzen, die Insekten, Regenwürmer und andere Futtertiere in die Gewässer spülen, ergibt sich daraus auch der Wert dieser besonderen Sinnesleistung für den Schlammpeitzger. (siehe auch Kap. 7.3. und 9.3.1.)

7.2. Der Schädelbau

Der Kopf des Schlammpeitzgers gleicht einem liegenden, stumpfen Kegel, der bei den beiden Geschlechtern etwas verschieden aussieht. (vergl. Kap. 5.4.).

Das Kopfskelett der Cobitiden besitzt die für Teleostier typische gelenkige Verbindung von Maxillare und Dentale, wodurch einige nahe Verwandte der Schmerlen, die Plattschmerlen (Homalopteridae) und die Saugschmerlen (Gyrinocheilidae) die Fähigkeit besitzen, sich an flachen Gegenständen festzusaugen, um diese abzuweiden. Allgemein wird diese Vorrichtung zum Einsaugen von Nahrungspartikeln eingesetzt.

Die Cobitiden zeigen einen den Cypriniden stark ähnelnden Schädelbau.

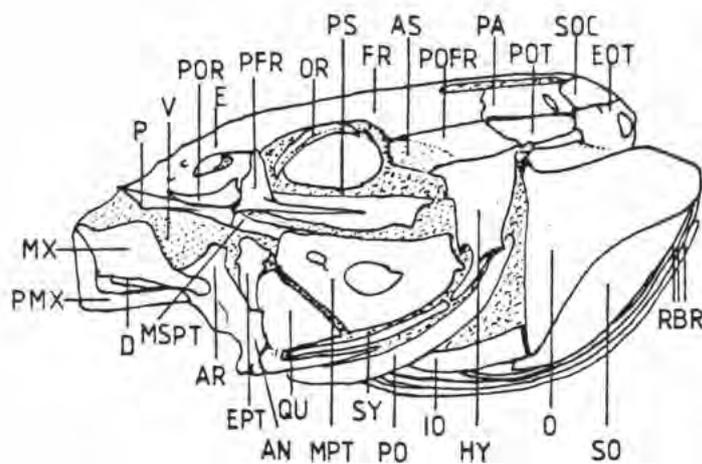


Abb. 60 Schädel des Schlammpeitzgers, Lateralansicht. Vergr. ca. 5x
Umgezeichnet nach Cranilov (1927 &).

AN= Angulare. AS= Alisphenoid. D = Dentale. E = Ethmoideum.
EOT= Epoticum. EPT= Ectopterygoideum. FR= Frontale.
HY= Hyomandibulare. IO= Interoperculum. MPT= Metapterygoid.
MSPT= Mesopterygoid. MX= Maxillare. O = Operculare.
OR= Orbitale. P = Palatinum. PA= Parietale. PFR= Praefrontale.
PMX= Praemaxillare. PO= Praeoperculare.
POFR= Postfrontale. POR= Praeorbitale. POT= Pteroticum.
PS= Parasphenoideum. QU= Quadratum. RBR= Radii branchiostegii.
SO= Suboperculum. SOC= Supraoccipitale. SY= Symplecticum.
V = Vomer.

Gegenüber den Cypriniden treten am Schädelbau folgende Modifikationen auf. Die Temporalhöhle ist im Verhältnis kleiner als bei den Cypriniden. Eine Spina occipitis ist nicht vorhanden. Der Processus pharyngealis ist rückgebildet. Das Opisthoticum fehlt wie auch bei vielen Cypriniden. Das Orbitosphenoid ist ungewöhnlich stark entwickelt. (Cranilov 1927 b).

Ein auch dem Laien auffallendes Merkmal, dem die Unterfamilien Botiinae und Cobitinae den Beinamen Dorngrundeln verdanken, ist ein Unteraugendorn, der vom Praefrontale gebildet wird. Er ist bei diesen Unterfamilien aufrichtbar. Man nimmt an, daß diese Einrichtung zur Abwehr von Freßfeinden und als Hilfsorgan zur Fortbewegung in engen Spalträumen dient, in die sich viele Vertreter dieser Gruppen einsiedeln. Beim Versuch Schlammpeitzger festzuhalten bin ich durch diese Dornen empfindlich gestochen worden, was die Behauptung einiger Autoren widerlegt, daß bei dieser Species ein Aufstellen des Dornes nicht mehr möglich sei.

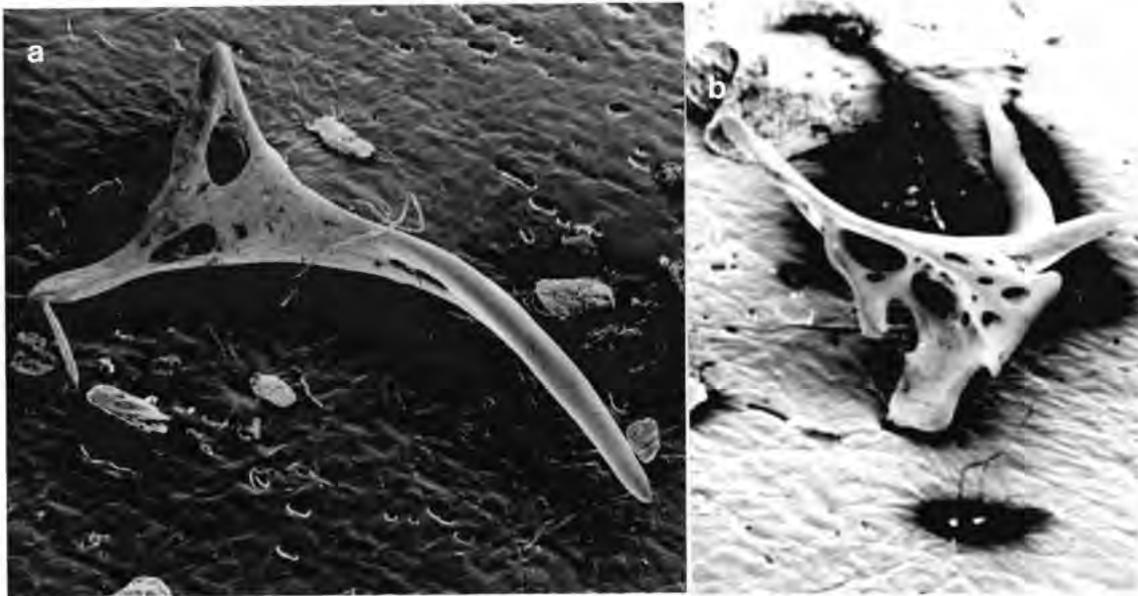


Abb. 61 Rechter Unteraugendorn (Praefrontale). a) Von der Innenseite des Schädels aus gesehen. b) Von Rostral gesehen. Vergr. 20 x .

Bei der Unterfamilie der Cobitinae tritt als Besonderheit eine bewegliche Verbindung zwischen Mesethmoid, Vomer und Praeethmoidalia einerseits und dem Rest des Schädels andererseits auf. (Cranilov 1927 b).

Eine spezifische Eigenheit des Schlammpeitzgers ist ein Loch im Metapterygoid, das ca. $\frac{1}{5}$ seiner Oberfläche ausmacht. Möglicherweise ist dies eine Modification einer zwischen Quadratum und Metapterygoid auftretenden Öffnung, wie sie für die Unterordnung der Salmmler (Caracoidea) typisch ist und auch bei der Gattung Cobitis zu finden ist.

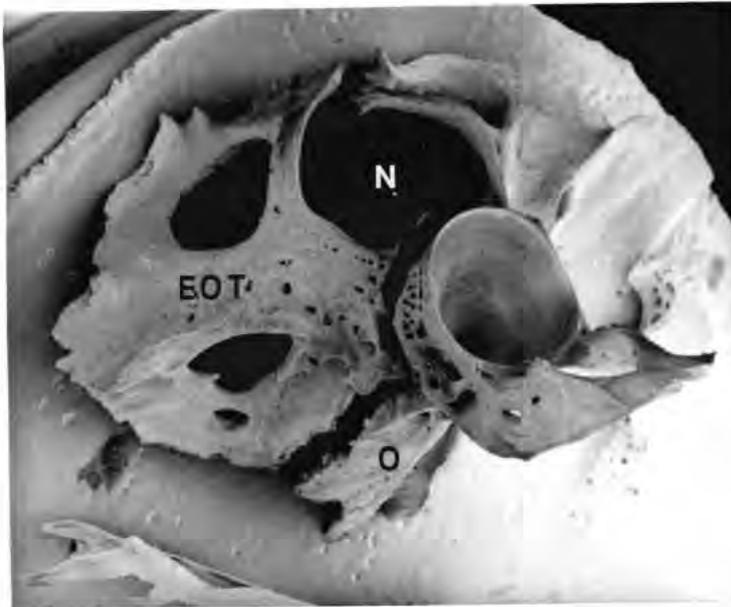


Abb.62 Ansatzstelle des ersten Wirbels am Kopfskelett. Vergr. 10x
EOT = Epopticum. N = neuralkanal. O = Occipitale.

Wie bei allen Karpfenähnlichen treten auch beim Schlammpeitzger sog. Schlundzähne auf. (siehe Kap.9.3.1.)

7.3. Das Gehirn

Das Gehirn des Schlammpeitzgers ist dem der Cypriniden sehr ähnlich. Dabei weist es in einigen Bereichen spezifische Verhältnisse auf, die in Zusammenhang mit den Sinnesorganen stehen, die durch diese Teile innerviert werden.

- a) Der Bulbus olfactorius ist verhältnismäßig groß. Angesichts der geringen Lamellenzahl des Riechepithels mag das überraschen. Andererseits weist die hohe Dichte der Riechreceptoren auf dem Riechepithel auf eine gute Ausprägung dieses Gehirnteils hin. Eine geringe Anzahl von Lamellen auf der Riechrosette muß also nicht unbedingt auch ein schlechtes Riechvermögen zur Folge haben. (vergl. Kap. 7.1.1.)
- b) Das Mesencephalon und speziell das Tectum opticum ist schwach ausgebildet. Wenn man davon ausgeht, daß dämmerungsaktive Tiere, oder Fische, die in trübem Wasser leben wie der Zander (*Lucioperca lucioperca*, Percidae) eher große Augen besitzen und gut sehen, sind diese Verhältnisse ungewöhnlich. Der Schlammpeitzger steht aber in der Tradition einer anderen Entwicklungsreihe, nämlich der der Bodenfische, die allgemein zur Mikroptik neigen. Hier bestätigen die anatomischen Verhältnisse im Auge mit seinen wenigen Stäbchen und Zapfen die Verhältnisse im Gehirn. (vergl. Kap. 7.1.2.)
- c) Die Valvula cerebelli, der rostrale Teil des Metencephalons, ist wie bei allen Ostariophysen sehr stark ausgebildet und schiebt sich mit ihren paarigen Loben weit in den Ventrikel des Mesencephalons hinein. (siehe Abb. 64 und 65). Da in diesem Gehirnabschnitt die Informationen der Seitenlinie und des statoakustischen Systems verarbeitet werden, das beim Schlammpeitzger bekanntermaßen eine hohe Sensibilität zeigt, ist diese Gehirnausprägung zu erwarten. (vergl. Kap. 7.1.3.) Dagegen ist der caudale Teil des Metencephalons, der bei vielen Teleostern noch das Myelencephalon dorsal bedeckt, eher schwach ausgebildet.
- d) Die im Verhältnis bestausgebildete Gehirnregion des Schlammpeitzgers ist das Myelencephalon. In ihm werden unter anderem die Sinneseindrücke der Geschmacksknospen verarbeitet. Wie wichtig diese Information für diese Species ist, zeigt der stark aufgewölbte Lobus facialis impar, der über den Nervus facialis (VII) die Geschmackseindrücke von der Haut und den

zehn Barteln zugeleitet bekommt. Seitlich davon liegen die wulstig aufgetriebenen Lobes vagi, die über den Nervus glossopharyngikus (IX) die Geschmacksknospen der Mundhöhle enervieren. Ridet und Bauchet (1976), denen ja noch keine Untersuchungen über die Verteilung der Geschmacksknospen beim Schlammpeitzger vorlagen, schlossen schon auf Grund ihrer Ergebnisse auf ein zahlreiches Vorkommen dieser Organe bei dieser Species. (vergl. Kap. 6.3.2.) (siehe Abb. 63 und 64).

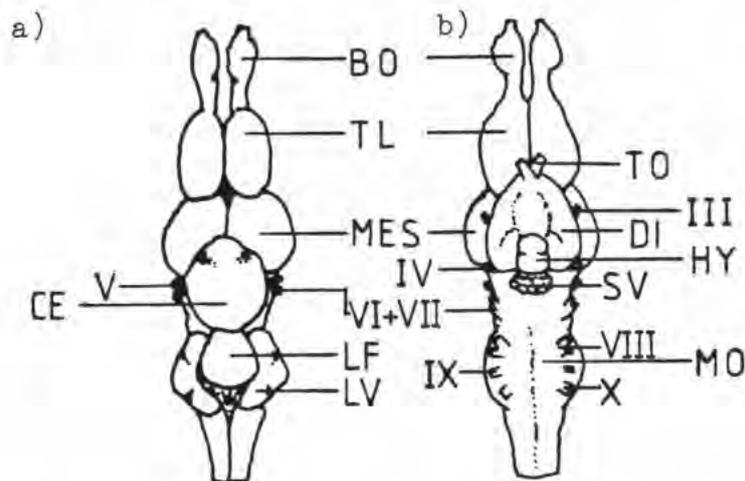


Abb. 63 Gehirn des Schlammpeitzgers a) Dorsalansicht, b) Ventralansicht. Umgezeichnet nach Ridet und Bauchet (1976).
BO = Bulbus olfactorius. CE = Cerebellum. DI = Diencephalon.
HY = Hypophyse. LF = Lobus facialis. LV = Lokus vagus.
MES = Mesencephalon. MO = Medulla oblongata.
SV = Saccus vasculosus. TL = Telencephalon. TO = Tractus opticus.
Die römischen Ziffern deuten auf die Stümpfe der Gehirnnerven.

Interessant wäre nun ein Vergleich der Ausstattung mit Sinnesknospen und ihrem Bezug zu diesen Gehirnteilen bei verschiedenen Fischen, da zB. beim Karpfen die paarigen lobes vagi noch stärker ausgeprägt sein sollen als beim Schlammpeitzger.

Ridet und Bauchet (1976) kamen auf Grund umfangreicher Vermessungen weiter zu dem Ergebnis, daß der Encephalisationsgrad beim Schlammpeitzger im Bezug auf das Körpergewicht leicht unter dem Cyprinidendurchschnitt liegt und weit unter dem Durchschnitt von 118 ausgewählten limnischen und marinen Teleostierarten. (Ridet et al. 1975).

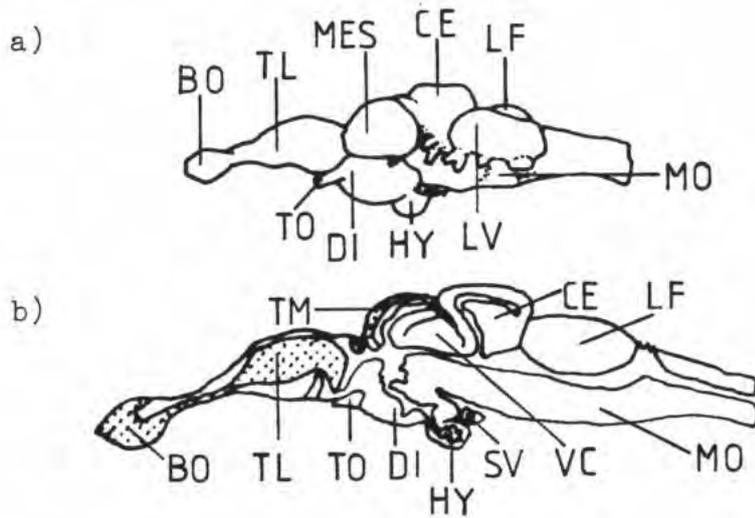


Abb.64 Gehirn des Schlammpeitzgers lateral. a) Totale. b) Schnittzeichnung in der Medianen. Umgezeichnet nach Ridet und Bauchet (1976).

BO= Bulbus olfactorius. CE= Cerebellum. DI= Diencephalon. HY= Hypophyse. LF= Lobus facialis. LV= Lobus vagus. MES= Mesencephalon. MO= Medulla oblongata. TL= Telencephalon. TM= Tectum opticum. TO= Tractus opticus. VC= Valvula cerebelli. Die punktierten Felder sind Regionen, die sich außerhalb der Medianen befinden. SV= Saccus vasculosus.

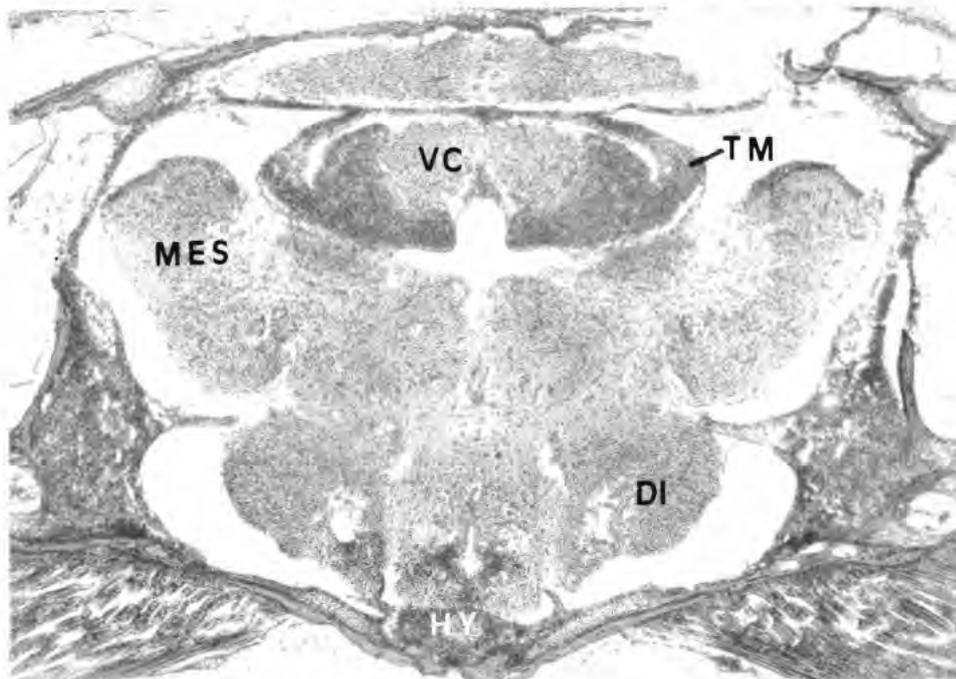


Abb.65 Querschnitt durch das Gehirn in Höhe Tectum opticum und Hypophyse. Vergr. 75 x . Legende wie Abb.64 .

8. Der Bewegungsapparat

Der Schlammpeitzger führt ein ruhiges Dasein am Grunde von stehenden und langsam fließenden Gewässern. Er braucht also nur zur Laichzeit und zur Futtersuche, zB. vor Gewittern (siehe Kap. 7.1.3.) eine stärkere Aktivität zu zeigen. Dementsprechend ist sein ganzer Bewegungsapparat auf kurzzeitige Leistung, wie schnelles Anschwimmen etc. ausgelegt.

8.1. Das Axialskelett

Die Anzahl der Wirbel beträgt beim Schlammpeitzger 54 einschließlich der verwachsenen Wirbel 2 und 3 sowie dem Urostyl. Dabei stehen die Wirbel 1-4 im Dienste des statoakustischen Systems und weisen deshalb starke Umbildungen auf. (siehe Kap. 7.1.3.). Die restlichen Wirbel sind relativ einförmig und unterscheiden sich außer durch das Auftreten von Hämalbögen an den Schwanzwirbeln kaum. Die Wirbelkörper sind von einem durchgehenden Cordastrang durchzogen, der in der Mitte eines jeden Wirbels bis auf ein elftel seiner maximalen Stärke eingeschnürt ist. Das craniale Ende eines jeden Wirbels hat einen geringeren Durchmesser als das Caudale des davorliegenden Wirbels, mit dem es durch die Corda verbunden ist. So kann sich jeder Wirbel fast wie in einer Gelenkpfanne seines Vorgängers bewegen. Dies hat eine so hohe Beweglichkeit zur Folge, daß die Tiere in einer Röhre, die nicht viel mehr als den doppelten Körperdurchmesser der Tiere im Querschnitt mißt, eine 180° Wendung machen können. Diese Gelenkigkeit kommt ihnen beim Verstecken in Scherenausgängen und anderen engen Spalten, sowie beim Laichakt zugute. (vergl. Kap. 5.4.).

Zu den Strukturen der Wirbelkörper ist noch zu bemerken, daß die Basapophyse der Rumpfwirbel ab Wirbel Nr. 9 zu einem kurzen Dorn auswächst. (siehe Abb. 67). Die Hämalbögen der ersten Schwanzwirbel sind ventral nicht verwachsen.

Abb.66 Wirbel Nr. 10 und 11
Caudalansicht.
Vergr ca. 10 x
CR= Röhre für die Conda
N = Neuralrohr
NB= Neuralbogen
ON= Öffnung für den
Austritt von
Neuronen.
PZ= Postzygapophyse
R = Rippe.

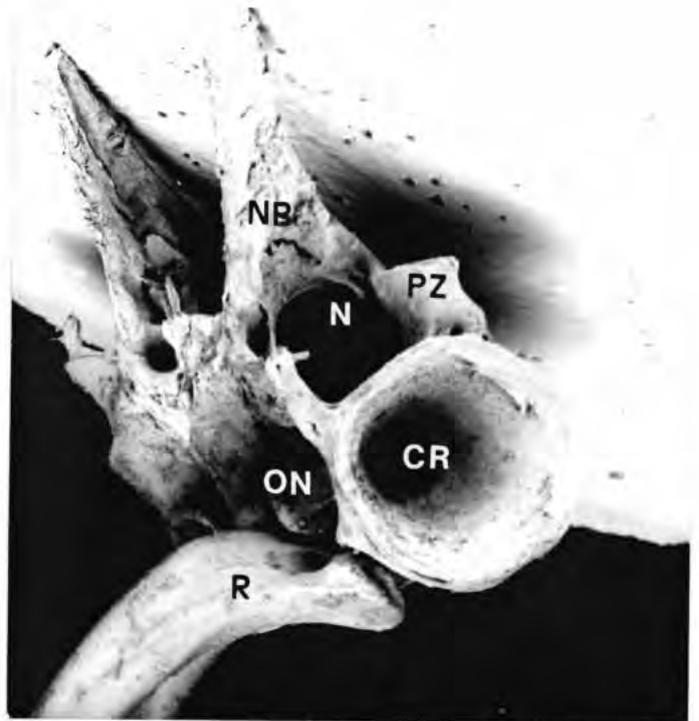
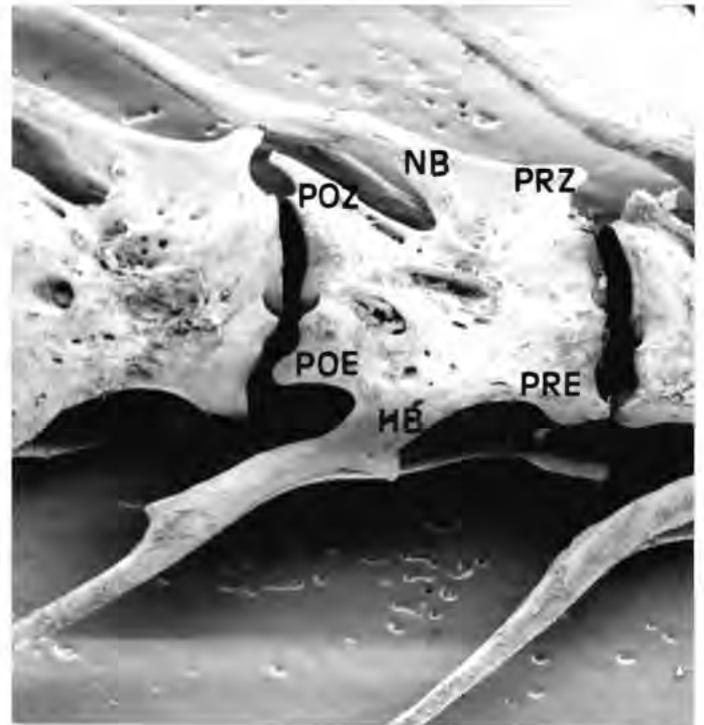


Abb.67 Wirbel Nr.7,8 und 9.
Ansicht : ventro-latero-
caudal. Vergr. ca. 10 x
Legende wie Abb. 66 .
B = Basapophyse
C = Cordagewebe (zwi-
schen den Wirbeln
liegend)
H = Rudimente des Hämal-
bogens.

Abb.68 Schwanzwirbel Ventrolateralansicht.
Vergr. ca. 10 x
HB = Hämalbogen
NB = Neuralbogen
POE = Postexarophyse
POZ = Postzygarophyse
PRE = Praeexarophyse
PRZ = Praezygarophyse



8.2. Der Flossenbau

Die Flossen des Schlammpeitzgers sind relativ klein und besitzen nur wenige Flossenstrahlen. Sie sind mit Ausnahme der Pectoralen des Männchens alle am Außenrand konvex abgerundet. (siehe Kap. 5.4.). Seine Flossenformel lautet : D.: 2-4/5-7; A.: 3-5/5-6; P.: 1/8-11; V.: 2/5-6; C.: 1/13-14/1;

Die Zahl vor dem Schrägstrich gibt die Hartstrahlen an, die Zahl dahinter die Weichstrahlen. Bei der Caudalen befinden sich die Hartstrahlen an beiden Enden der Flosse. Seine runde Flossenform und die verhältnismäßig caudale Lage der Rücken- und Afterflosse ermöglichen ihm ein schnelles Anschwimmen zur Flucht und einen kräftigen Vortrieb beim Eingraben ins Substrat. Dabei hilft ihm auch seine schlängelnde Schwimmweise, mit der er das Substrat beiseite drücken kann, und die ähnlich wie beim Aal aussieht, der sich allerdings mit dem Schwanz voran eingräbt. Für ein ausdauerndes Schwimmen ist der lange Rumpf mit seiner Flossenkonstruktion nicht geeignet. Darum finden sich auch in den Fließgewässern meist Formen mit stark eingebuchteter Schwanzflosse und steiferem Körper. Eine Anpassung an solche Verhältnisse zeigen manche Schmerlengattungen (*Noemacheilus*, *Botia*) deren Bauplan dahingehend abgeändert ist.

Auffallend beim Schlammpeitzger ist die kräftige Entwicklung des Schultergürtels, die mit der Verdickung und Verlängerung des zweiten Brustflossenstrahls des Männchens in Zusammenhang steht. Beim Laichakt drückt das Männchen das Weibchen damit an sich heran. (siehe auch Kap. 5.4.).



Abb.69 *Schultergürtel der rechten Körperseite von innen gesehen und Schlundzähne dieser Seite. Vergr. ca. 10 x*
CL = Cleithrum. CO = Coracoideum. P = Phalangen.
S = Schlundzähne. SC = Scapula. SCL = Supracleithrum.

Die Radialia sind beim Schlammpeitzger reduziert. Die Phalangen sitzen der Scapula und dem Coracoideum direkt auf.

9. Der Betriebsapparat

9.1. Kreislaufsorgane

9.1.1. Das Herz

Das Herz des Schlammpeitzgers stellt ein typisches Teleostierherz dar, mit Sinus venosus, Atrium, Ventrikel, stark reduziertem Conus arteriosus und kräftig entwickeltem Bulbus arteriosus. Das Atrium ist am stärksten entwickelt. Es umschließt den Ventrikel, den Conus- und den Bulbus arteriosus auf drei Seiten. Es kommt dabei nicht wie üblich dorsal des Ventrikels zu liegen, sondern es ist zur linken Körperseite hin gedreht.

Der Sinus venosus ist verhältnismäßig klein.

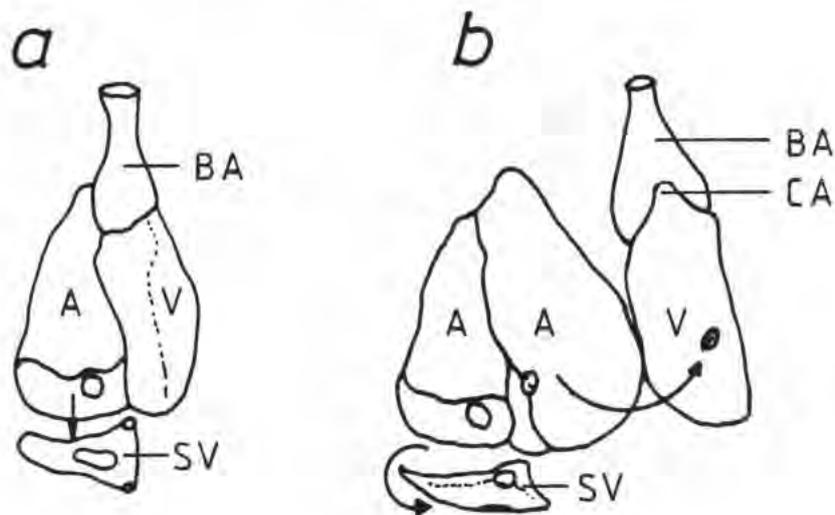


Abb. 70 Herz Dorsalansicht. a) totale b) Ventrikel mit Conus- und Bulbus arteriosus, sowie Sinus venosus vom Atrium in Pfeilrichtung abgeklappt.

A = Atrium. BA = Bulbus arteriosus. CA = Conus arteriosus. SV = Sinus venosus. V = Ventrikel. Die runden Öffnungen sind Durchtrittsstellen des Blutes von Herzkammer zu Herzkammer.

9.1.2. Blutgefäße

Die Kiemen des Schlammpeitzgers werden direkt aus dem Herzen über den Bulbus arteriosus bzw. Truncus arteriosus mit Blut versorgt. Eine Pseudobranchie, die bei den Haien als Kieme des Spritzlochs auftritt und bei den nächsten Verwandten der Cobitiden, den Cypriniden noch als Wundernetz ohne erkennbare Funktion nachweisbar ist, fehlt dem Schlammpeitzger. Dadurch bedingt, erfolgt die Blutversorgung des Auges und der Nase bei diesem Fisch über eine Aorta ophthalmica bzw. Aorta nasalis, die sich von der Aorta lateralis abspalten.

Von den Venae cardinalis posterior ist nur die rechte ausgebildet. Sie zieht im Vorderkörper durch die linke Niere, um dann im hinteren Körperabschnitt in die rechte Niere überzuwechseln. Dabei nimmt sie in jedem Körpersegment 1-3 Venen aus der jeweils gegenüberliegenden Niere auf.

Die Aorta dorsalis entsendet pro Körpersegment nur einen Seitenast, die Arteria segmentalis, der alternierend in die linke und rechte Körperhälfte abzweigt. Aus der entsprechend gegenüberliegenden Körperhälfte wird das Blut über die Vena segmentalis zur Vena cardinalis posterior zurückgeführt. (A. Pollak 1961).

Die Blutversorgung des Darmkanals erfolgt im Gegensatz zu vielen anderen Fischen durch eine Aorta coeliaca mesenterica, die von der Aorta dorsalis (Pollak verwendet die Bezeichnung Aorta medialis) abzweigt und dem Darm seiner ganzen Länge nach dorsal anliegt. Von ihr zweigen die Leberarterie und eine die Milz versorgende Arterie ab. Die Aorta coeliaca mesenterica verzweigt sich um den Darm herum und geht am Rectum vollends in die Subintestinalvene über. Diese sammelt mit ihren Armen das Blut aus den Darmkapillaren und führt es in die Leber. Dort spaltet sie sich erneut in Kapillaren auf, durch die die Nährstoffe und das mit O_2 angereicherte Blut aus dem Darm in die Leber und zur Gallenblase gelangen. (siehe auch Kap. 9.2. und 9.3.1.). Diese Kapillaren vereinigen sich letztendlich und führen über 3-4 Lebervenen in den Sinus venosus. Im Gegensatz zu anderen Arten liegen die Darmarterien beim Schlammpeitzger nicht Seite an Seite mit den Darmvenen, sondern es liegt nur eine Arterie dorsal des Darmes einer Vene an der Ventralseite des Darmes gegenüber. (Talikovska 1962) (Verlauf der Darmkapillaren im Darmepithel, siehe Kap. 9.2.)

9.1.3. Die Milz

Die Milz ist beim Schlammpeitzger ungewöhnlich stark ausgebildet. Dies hat unter Umständen ihre Ursache darin, daß bei Sauerstoffknappheit die Zahl der roten Blutkörperchen ansteigen muß, um im Darm und den Kiemen die Sauerstoffaufnahme effectiver zu gestalten. Eine solche Erhöhung der Aufnahmekapazität stellte bereits Jeuken (1957) fest. Die Milz scheint also hier ein Reservoir für rote Blutkörperchen zu sein das in erster Linie im Dienste der Atmung steht. Ihre Lage ist auf der linken Körperhälfte gegenüber dem großen Leberlappen der anderen Seite des Darmes anliegend. Ihre Länge entspricht etwa der der Leber; dh. sie reicht bis fast an das Ende des Mitteldarmes heran. Im fixierten Zustand hebt sie sich durch ihre dunkelbraune Farbe gut von der weißlich fahlen Leber ab.

Talikovska (1962) schreibt, daß bei zwei von 12 von ihr untersuchten Exemplaren die Lage der Organe seitenverkehrt war. Bei den acht von mir eröffneten Exemplaren trat dieser Sachverhalt nicht auf.

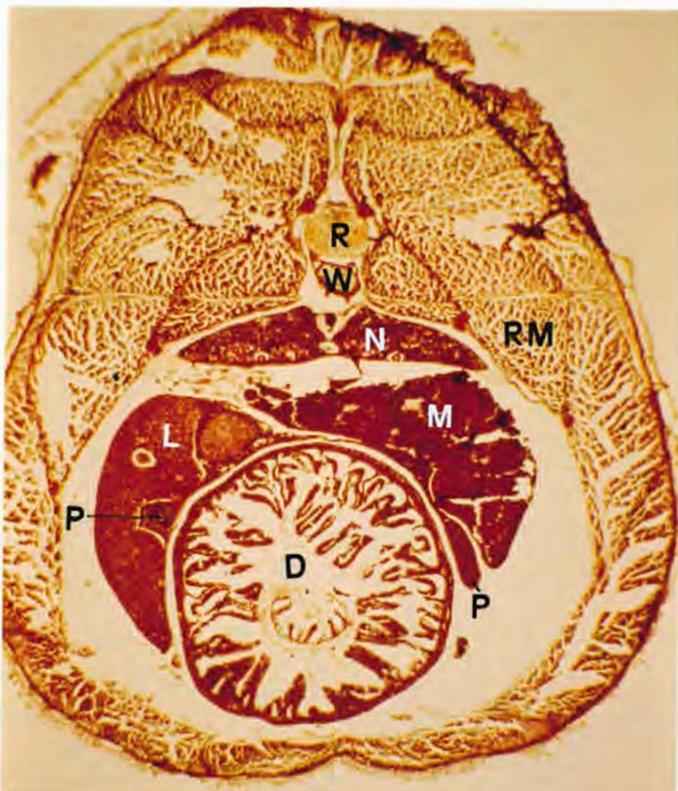


Abb. 71 Querschnitt durch den vorderen Mitteldarm und die anliegenden Organe. Färbung Azan. Vergr. 20 x
D = Darm
L = Leber
M = Milz
N = Niere
P = Pankreas
R = Rückenmark
RM = Rumpfmuskulatur
W = Wirbel

9.2. Die Atemorgane

Der Schlammpeitzger besitzt als Adultus die Möglichkeit der Kiemen-, Haut- und Darmatmung. Trotz der hohen Leistungsfähigkeit der Darmatmung beschränkt er sich bei ausreichendem O_2 -Gehalt des Wassers auf die traditionelle Kiemen- und Hautatmung, so daß bis ca. $10^\circ C$ Wassertemperatur nur in Ausnahmefällen die Darmatmung benötigt wird.

Der Kiemenkorb des Schlammpeitzgers ist dorsoventral abgeflacht, so daß $4/5$ bis $5/6$ eines Kiemenbogens in Richtung der Längsachse des Fisches verläuft. Das letzte fünftel oder sechstel des Bogens liegt in Form eines scharf nach dorsal zur Occipitalregion gebogenen Hakens vor.



Abb. 72 Kiemenkorb lateral.

Vergr. ca. 30 x

KA = Kiemenästchen

KB = Kiemenbogen

Die ersten vier Kiemenbögen liegen dicht beieinander und sind über ihre Reusendornen reißverschlussartig miteinander verzahnt. (siehe Abb. 77) Diese dichte Packung der Kiemen bewirkt, daß nahezu das gesamte Atemwasser dicht bei den Kiemenblättchen vorbeistreichen muß. Jeder Kiemenbogen trägt zwei Reihen von Kiemenästchen die wiederum wie die Zähne eines Reißverschlusses aneinander liegen. Die respiratorische Oberfläche der Kiemen beträgt beim Schlammpeitzger durchschnittlich 530 mm^2 pro Gramm Körpergewicht. Sie liegt damit 3-4 mal so hoch wie die der Hautkapillaren. (Jakubowski 1958).

Abb.73 Rechte Seite des Kiemenkorbes. Caudolateralansicht. Vergr. ca. 40 x
KA = Kiemenästchen
KBL = Kiemenblättchen
KBO = Kiemenbogen.
R = Reißverschlußartiges Ineinandergreifen der Kiemenästchen

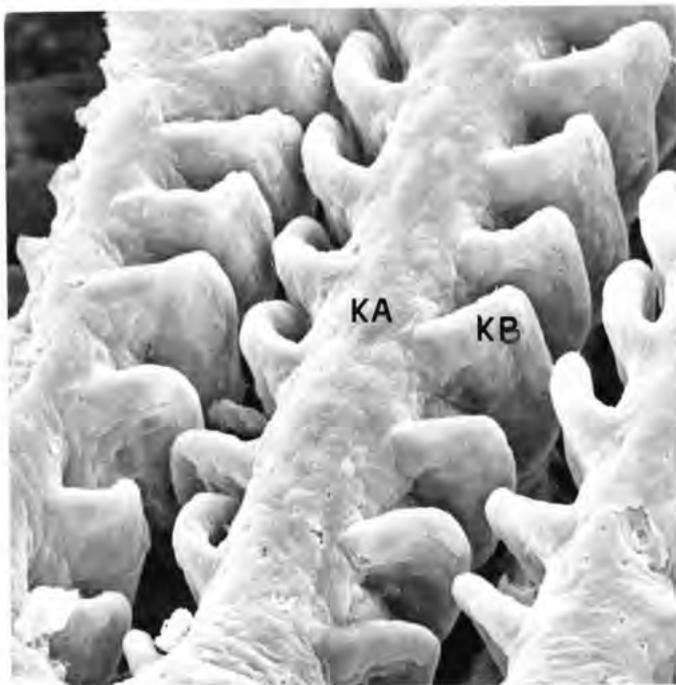
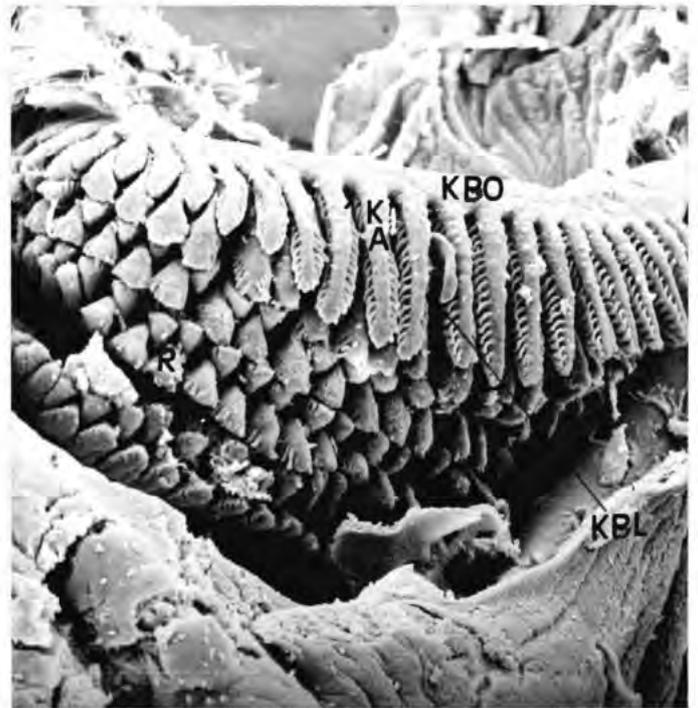


Abb.74 Kiemenästchen und -blättchen.
Vergr. 300 x
KA = Kiemenästchen
KB = Kiemenblättchen

Die Hautatmung reicht um etwa $1/6$ des Sauerstoffbedarfs des Schlammpeitzgers zu decken. (Jeuken 1957). Dies ist angesichts der dicken Epidermis einschließlich der ihr anhaftenden Schleimschicht verwunderlich. Andererseits stellte Jakubowski (1958) fest, daß das Kapillarnetz im Stratum spongiosum in der Haut des Schlammpeitzgers (siehe Kap.6.1.) pro mm^2 Hautoberfläche eine Gesamtlänge von durchschnittlich 30,56 mm hat und somit sehr feinmaschig ist. Der Schlammpeitzger erreicht damit eine ähnlich

hohe Aufnahmekapazität wie der Steinbeißer (*Cobitis taenia*), die zweite einheimische Schmerlenart und eine wesentlich höhere als die Bachschmerle (*Noemacheilus barbatula*) die dritte einheimische Schmerlenart. Grundsätzlich ist aber das Verhältnis von respiratorischer Oberfläche der Hautkapillaren zum Körpergewicht bei der Familie der Cobitiden im Verhältnis zu vielen anderen Gruppen eher klein. (Jakubowski 1977).

Die dritte Art der Sauerstoffaufnahme beim Schlammpeitzger ist die Darmatmung. Über sie kann er in Extremfällen als einziger einheimischer Fisch seinen gesamten Sauerstoffbedarf decken. Die Technik dabei ist folgende. Der Fisch durchstößt mit seinem Maul die Wasseroberfläche, schluckt Luft und presst sie in den Enddarm. Dabei entweicht gleichzeitig die verbrauchte Luft durch den After. Der Gasaustausch erfolgt dabei über die reich mit Blutkapillaren durchsetzte Enddarmwand. Diese Respiration ist praktisch ungehindert durch Nahrungspartikel. (siehe Kap. 9.3.1.).

Obwohl schon seit langem bekannt war, daß der Schlammpeitzger in der Lage ist im Darm atmosphärische Luft zu veratmen, gab die Feinstruktur des Enddarmepithels und seiner Blutkapillaren, die den Sauerstoff aufnehmen, lange Zeit Rätsel auf. Jasinski konnte 1973 dieses Problem mit Hilfe von TEM- Schnitten klären. Er stellte fest, daß die Kapillaren auf einer Schicht von Epithelzellen liegen, deren Ausläufer diese Äderchen von beiden Seiten umschließen. Dadurch liegt jede Kapillare quasi zwischen zwei Epithelzellen. Der Zellkern und die Hauptmasse des Zellumens liegt unter der Kapillare vom Darmlumen abgewendet. Dadurch wird der Abstand zwischen Gefäßlumen und Darmlumen auf bis zu 0,188 μm minimiert. Dieser Wert wird nur in den Lungen weniger Säuger erreicht (Etruskerspitzmaus). Diese sog. Alveolarkapillaren ähneln denen der Säugerylungen, die ja Darmderivate sind, sehr stark. Allerdings besteht ein Unterschied durch das Fehlen von elastischen und kollagenen Fibrillen im Bereich der Kapillaren im Darm des Schlammpeitzgers. (siehe Abb. 75).

Im larvalen Zustand besitzen sowohl *Misgurnus fossilis* als auch *Cobitis taenia* Außenkiemen als accessorische Atemorgane. Sie übernehmen nach verschwinden des Dottersackes den größten Teil der Respiration. Während dieser Periode sind noch keine Innenkiemen ausgebildet und Darmatmung ist ebenfalls noch nicht möglich. Zusätzlich treten während dieser Zeit die in diesem Lebensab-

schnitt übergroßen Brustflossen als accessorische Atemorgane hervor. (siehe auch Kap. 5.3.).

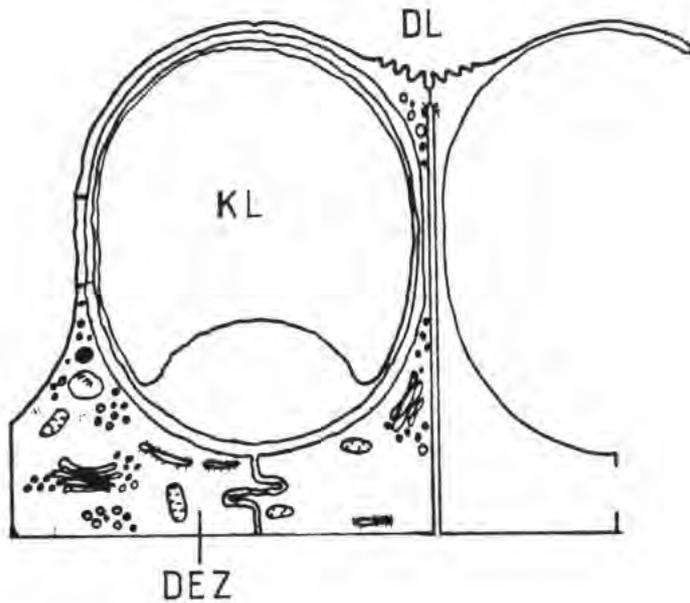


Abb.75 Darmkapillaren des Enddarms. Querschnittszeichnung, schematisch. Nach Jasinski (1973).

DEZ = Darmepithelzelle

DL = Darmlumen

KL = Kapillarlumen

9.3. Die Verdauungsorgane

9.3.1. Der Darmtrakt

Das kleine stark unterständige Maul des Schlammpeitzgers ist am Oberkiefer von 3 Paar langen und am Unterkiefer von 2 Paar kurzen Barteln umstanden. Die Lippen sind wulstig und zeigen eine dicke Epidermisschicht, die, wie die Barteln, dicht mit Geschmacksknospen besetzt sind. Die Barteln sind basal von Knorpel gestützt und besitzen eine Ring- und eine Längsmuskelschicht. Vor dem kürzesten Bartelpaar an der Spitze des Unterkiefers sitzt noch ein Paar sog. Kinnlappen, eine nicht von Knorpeln gestützte Verbreiterung der Unterlippe. Das kürzeste Bartelpaar ist nur etwa $\frac{1}{6}$ so lang wie das längste, das dorsolateral am Oberkiefer liegt.

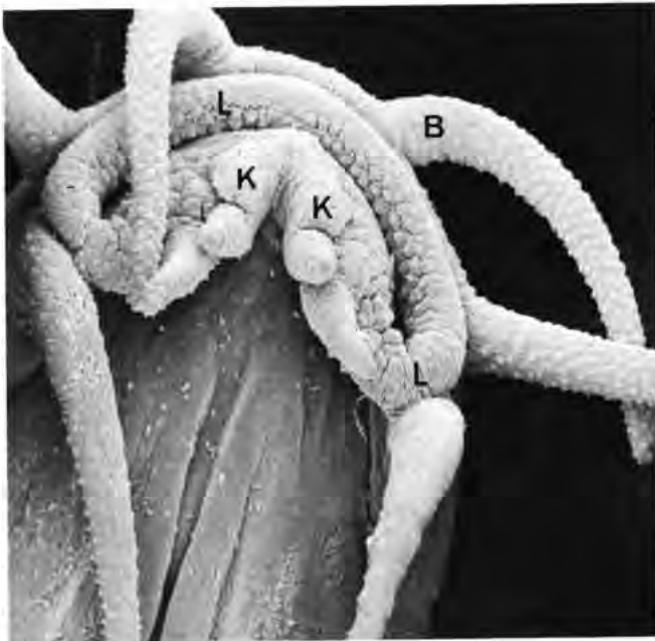


Abb. 76 Maul mit Barteln,
Ventralansicht.
Vergr. 30 x
B = Bartel
K = Kinnlappen
L = Lippen.

Der Pharynx ist wie das Maul eng und wenig ausdehnbar. Er ist in allen Teilen mit Geschmacksknospen ausgestattet, die apical auf den Längsfalten der Mundschleimhaut stehen. (siehe auch Kap. 6.3.2.) Die Kiemenreue besitzt kurze breite Dornen, die reißverschlußartig ineinander greifen. Sie stehen symmetrisch auf den Kiemenbögen 2-4. Auf dem ersten Kiemenbogen fehlt die lateral gelegene Reusen- dornenreihe. Bögen und Dornen sind ebenfalls mit zahlreichen Geschmacksknospen besetzt. (siehe Abb. 77 und 72).

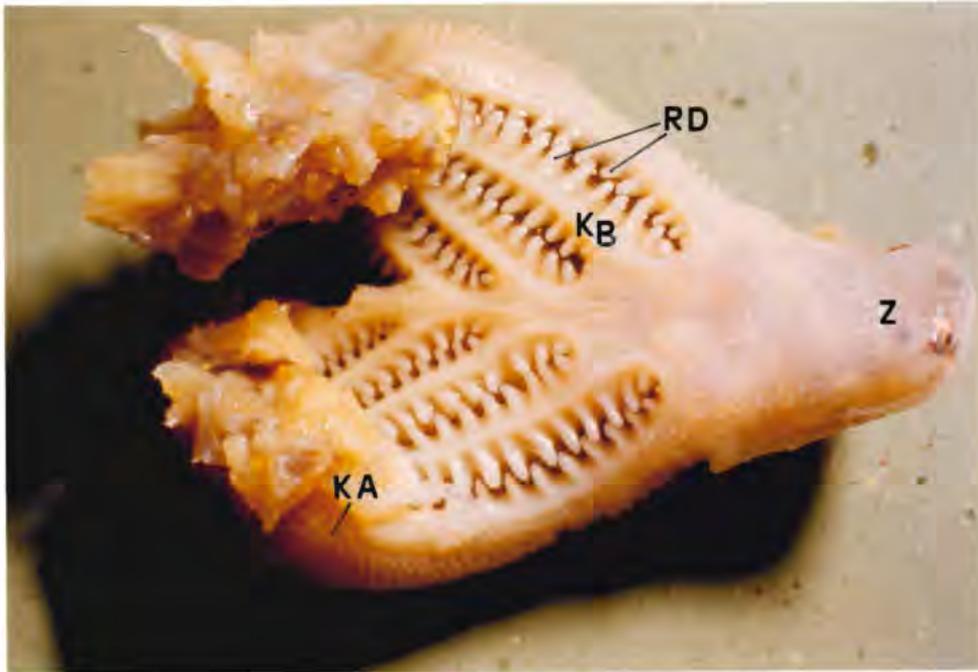


Abb.77 Kiemenkorb Dorsalansicht. Vergr. ca. 5 x .

KA = Kiemenästchen. KB = Kiemenbogen. RD = Reusendorn.
Z = Zunge.

Der fünfte Kiemenbogen ist bei allen Karpfenähnlichen zu sog. Schlundzähnen umgebildet. Sie stehen bei den Cobitiden in einer Reihe, bei den Cypriniden in bis zu drei Reihen nebeneinander. Der Schlammpeitzger besitzt jederseits 14 Schlundzähne, die nicht wie bei den Cypriniden gegen eine knöcherne Kauplatte arbeiten, die ein Derivat des ersten Wirbels ist, sondern gegen Hornpapillen am Pharynxdach. (Sterba 1958). Die Schlundzähne werden wie bei den Cypriniden nacheinander ausgetauscht. Die Zahnformel von 10-14 Zähne pro Zahnträger, wie sie in der Literatur zu finden ist, ist also auf das temporäre Fehlen einzelner Zähne zurückzuführen. Die Zähne sind unterschiedlich lang, laufen aber alle im oberen Viertel spitz zu, was auf den Verzehr überwiegend tierischer Kost schließen läßt. Mit diesem Gebiß lassen sich eher Arthropoden und Aneliden knacken als schalentragende Mollusken, da sich deren Schalen zwischen den Zähnen verspreitzen könnten. (siehe Abb. 69, 78 und 79).

Der kurze Oesophagus besitzt eine stark längsgefaltete Schleimhaut, in der zwischen einer hohen Zahl von Schleimzellen auch im cranialen Bereich einige wenige Geschmacksknospen zu finden

sind. Das Ende des Ösophagus ragt ähnlich einem Trichter in den Mitteldarm hinein. (siehe Abb. 80).



Abb. 78 Schlundzähne der rechten Körperseite von innen gesehen. Vergr. 30 x. Es fehlen die Zähne 1, 2, 7, 10 und 13. Z = Zahn, ZL = Zahnücke, ZT = Zahnträger.



Abb. 79 Zwei Schlundzähne von der Seite her gesehen. Vergr. 80 x
ZH = Zahnals
ZS = Zahnspitze eines unverbrauchten Zahnes.
ZT = Zahnträger
Beim Zahnwechsel wird der Zahnals abgebaut, so daß der abgenutzte Zahn in die Mundhöhle fällt und ausgeschieden werden kann.

Abb.80 Übergang vom Oesophagus in den Mitteldarm. Darm längs in der Mitte durchgeschnitten. Vergr. 40 x.
F = Falte der Mitteldarmmucosa
L = Längsfalte des Oesophagus.
TR = Trichter bildende Lappen des Oesophagus.
SM = Sphinktermuskel

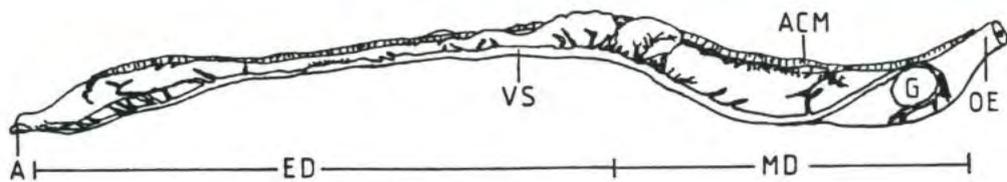
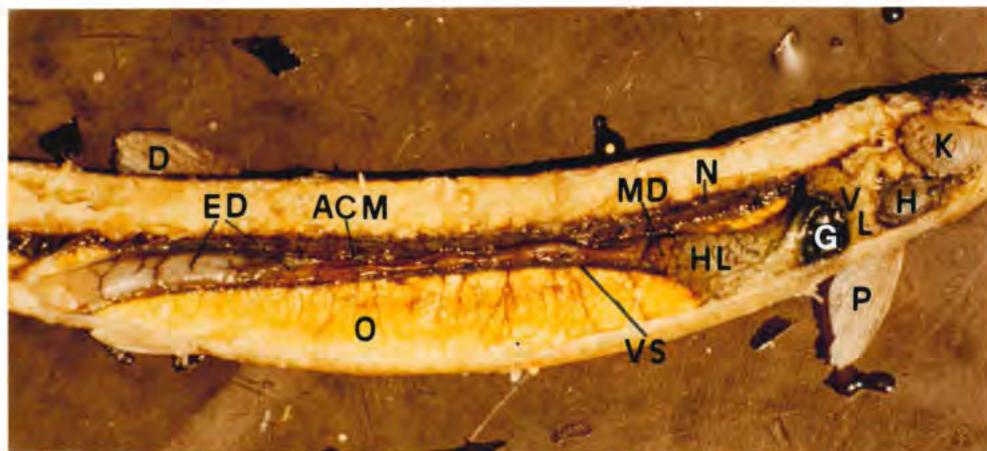
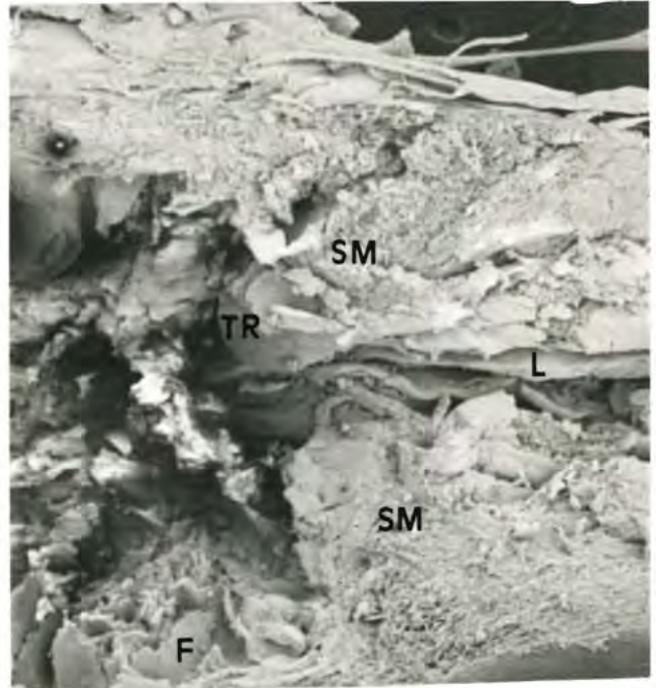


Abb.81 Schlampeitzger Situs. Rechtes Ovar abpraepariert. 1/2 nat. Gr.
Abb.82 Darm von der rechten Seite gezeichnet. Nach Talikovska (1962).
A = After. ACM = Arteria coeliaca mesenterica. D = Dorsale.
ED = Enddarm. G = Galle. H = Herz. HL = Hinterer rechter Leberlappen. K = Kiemen. MD = Mitteldarm. N = Niere.
O = Ovar. OE = Oesophagus. P = Pectorale. VL = Vorderer rechter Leberlappen. VS = Vena subintestinalis.

Der Oesophagus ist von einer quergestreiften Ringmuskelschicht umgeben. Eine Längsmuskelschicht fehlt im Oesophagus. Dieses Phänomen tritt also nicht nur bei den Salmoniden auf, wie Obermeier (1983) schreibt, sondern auch beim Schlammpeitzger.

Bei allen Karpfenähnlichen fehlt ein echter Magen völlig. Der Gallengang mündet parallel zum Pankreas direkt hinter dem Oesophagus. Die einzige Ausnahme dieser Regel bildet die Gattung *Noemacheilus* (Cobitidae), die bezüglich ihres echten Magens ein anatomisches Wunder darstellt. (siehe auch Kap. 11.1.).

Der Mitteldarm unterscheidet sich nur unwesentlich von dem der Cypriniden. Er besitzt um die glatte Ring- und Längsmuskellage eine zusätzliche quergestreifte Ring- und Längsmuskelschicht. Die Mucosa ist stark aufgefaltet und zeigt ein Relief von miteinander korrespondierenden Längsreihen. Bei etwas unvorsichtiger Behandlung löst sie sich sofort von der Submucosa ab, die ihrerseits sehr dünn ist. Die Mucosa zeichnet sich durch eine ca. 6x höhere Anzahl von Becherzellen aus, als sie im Enddarm zu finden ist.

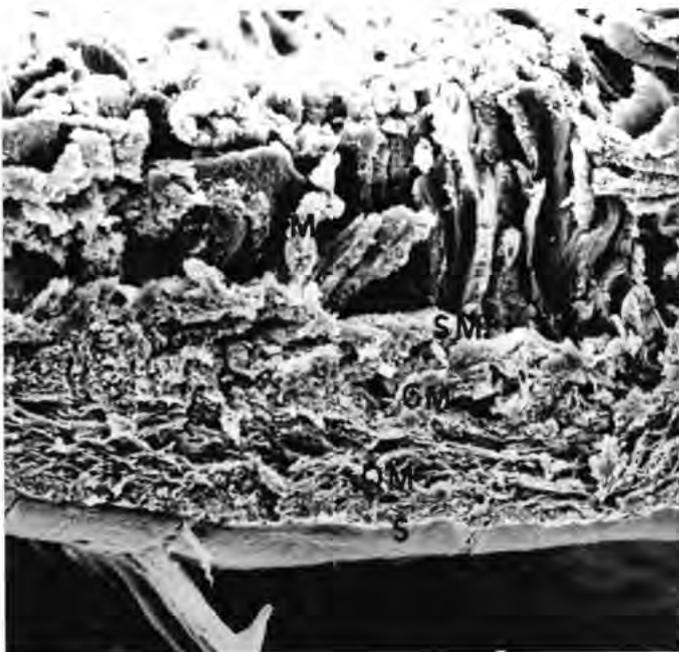


Abb. 83 Mitteldarm Längsschnitt

Aufsicht auf Mucosa-
relief. Vergr. 70 x
GM = Glatte Muskula-
tur.

M = Mucosa

QM = Quergestreifte
Muskulatur

S = Serosa

SM = Submucosa.

Die Darmwand wurde durch
die grobe Schnittführung
etwas gepresst.

Bei einigen Vertretern der Cobitiden kann der Mitteldarm sehr lang sein und in Windungen liegen oder aufspiralisiert sein. Beim Schlammpeitzger ist er ein gerader dickwandiger Schlauch, der nur etwa halb so lang ist wie der Enddarm.

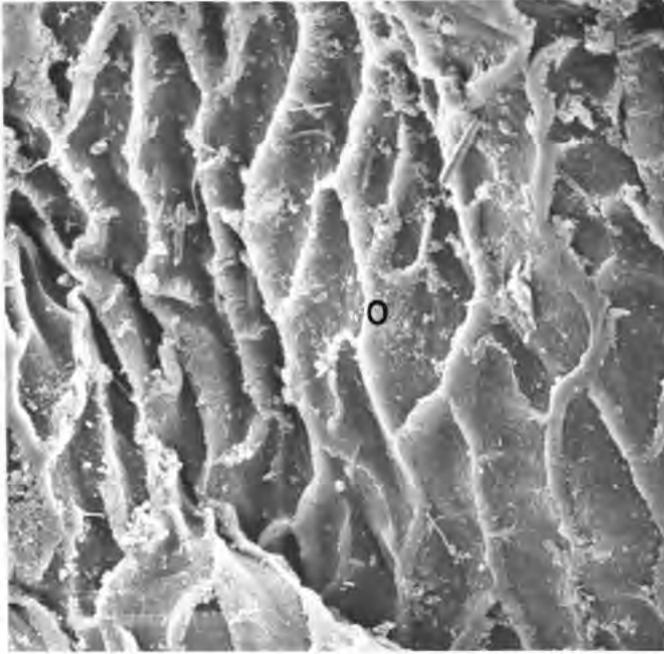
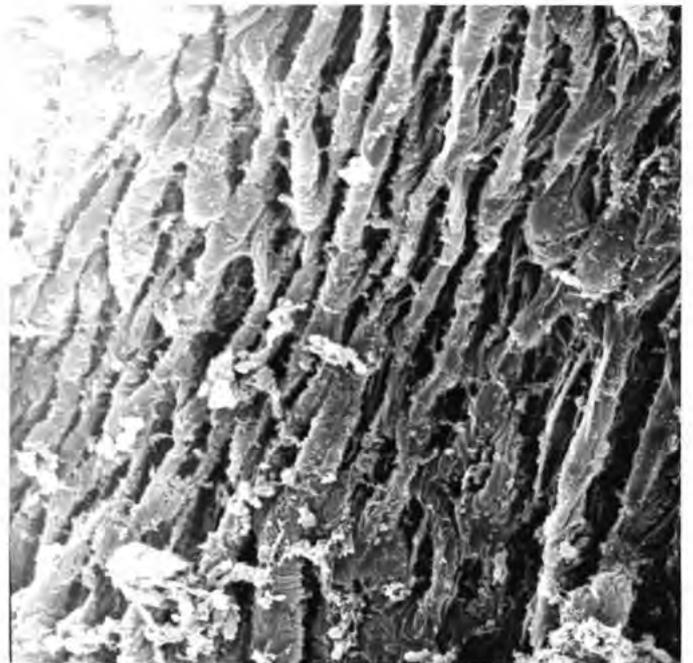


Abb.84 Schleimhautrelief
des Mitteldarmes.
Vergr 40 x
Das eingezeichnete
Areal zeigt in etwa
den Ausschnitt von
Abb.85 .

Abb.85 Ausschnittvergrößerung
aus Abb.84.Schleim-
haut des Mitteldarmes
Feinstruktur.
Vergr. 1000 x



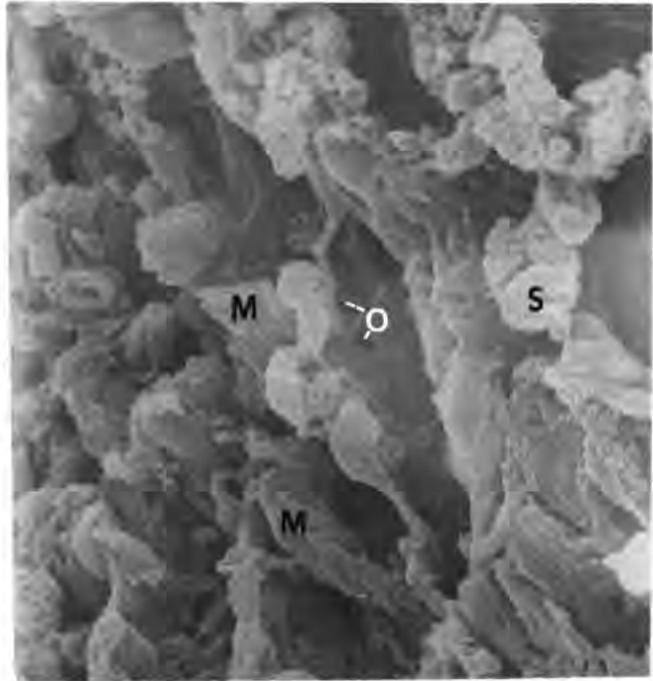
Da dieser kurze Mitteldarm den Mammutanteil der Digestion zu übernehmen hat, kann man schließen, daß die Futterauswertung nicht allzu gut sein kann. Daraus ergibt sich die Konsequenz, daß der Schlammpeitzger zur Aufrechterhaltung seiner Lebensfunktionen entweder über ein hohes Nahrungsangebot verfügen muß, oder seine Aktivität auf eine Zeit beschränken muß, während der ein hohes Nahrungsangebot zu erwarten ist. Für eine Regelmöglichkeit im Sinne einer Aktivitätseinschränkung sprechen einmal die jahres-

periodischen Aktivitätsschwankungen (siehe Kap. 6.2.), zum anderen die Eigenheit Druckschwankungen nach Ruheperioden mit gesteigerter Futtersuche zu beantworten. (Tsvetkov 1972) (siehe auch Kap. 7.1.3.). Wenn der Darm aber auf Grund oben genannter Tatsachen nur zeitweise gefüllt ist, vereinfacht dies das Problem der gleichzeitigen Digestion und Respiration wesentlich und beschränkt es auf den kurzen Zeitraum der Durchschleusung des unverdaulichen Mageninhalts einer Mahlzeit durch den Enddarm. (siehe auch Kap. 9.2.). An den Mitteldarm schließt sich über die einzige im fixierten Zustand sichtbare Darmwindung, die sog. S-Bend, der Enddarm direkt an. Das geschieht praktisch ohne Übergangsstadien. Dieser Darmteil nimmt $\frac{2}{3}$ der gesamten Darmlänge ein und dient fast ausschließlich der Respiration. Deshalb war diese Eigentümlichkeit auch schon bei vielen Biologen auf reges Interesse gestoßen und Thema vieler histologischer und physiologischer Arbeiten. Jasinski konnte 1973 zuletzt auch den Bau und Verlauf der Enddarmkapillaren mit Hilfe transmissionselektronenmikroskopischer Methoden aufklären. (siehe Kap. 9.2.). Die Verdauungsfunktion dieses Darmteils ist aber, wie Jasinski (1973) durch das Auftreten von Pinocytosevesikeln in den Epithelzellen feststellen konnte, nicht vollständig erloschen, wenn auch stark eingeschränkt.



Abb. 86 Schleimhautrelief
des Enddarmes.
Vergr. 40 x
A = Artefact

Abb.87 Schleimhautrelief
des Enddarmes Fein-
struktur.
Vergr. 1000 x
M = Mikrozotten
O = Öffnungen von
Becherzellen
S = Schleimreste



Der Enddarm unterscheidet sich vom Mitteldarm äußerlich durch die hellere Farbe und die dünnen durchscheinenden Wände. (siehe auch Abb.81). Dies ist die Folge verschiedener Parameter.

- a) Die Mucosa ist sehr dünn und nicht zu Falten aufgeworfen wie im Mitteldarm. Erst bei Vergrößerungen ab ca. 400 x sind einzelne oder als Netzwerk stehende Mikrozotten zu erkennen.
- b) Die Submucosa ist relativ dick und trägt in erster Linie zur Stabilität des Darmes bei.
- c) Die glatte Ringmuskelschicht ist im Verhältnis sehr schmal.
- d) Die glatte Längsmuskelschicht ist noch um die Hälfte dünner als die Ringmuskelschicht.
- e) Eine quergestreifte Muskulatur fehlt völlig.

Die Anzahl der Becherzellen der Mucosa verringert sich gegenüber dem Mitteldarm auf $1/6$. Die Submucosa ist von starken Adern durchzogen, die von der Arteria coeliaca mesenterica abzweigend die Längs- und Ringmuskulatur durchstoßen und sich in Kapillaren aufzweigen, die dann zwischen den Darmepithelzellen verlaufen. (siehe Abb.88).

Um diese empfindliche Konstruktion vor Verletzungen durch scharfkantige unverdauliche Gegenstände zu schützen und trotzdem die Respiration während des Ausscheidungsvorgangs zu ermöglichen, wird die Nahrung am Ende des Mitteldarmes in einen Schleimsack verpackt. Dieser wird als Ganzes auf der dünneren Schleimschicht

des Enddarmes zum After transportiert. Dabei liegt das Schleimpaket der dorsalen Darmwand nicht an, so daß eine Gasverschiebung vom hinteren zum vorderen Enddarmteil während des Transportes erfolgen kann. Auch ein Austausch von Atemluft durch das übliche Luftschlucken und Ausstoßen der verbrauchten Luft über den After ist dadurch möglich.

Der After liegt etwas über das Niveau der Bauchkante emporgehoben auf einer von Bindegewebe gestützten Erhebung. Schwellkörper irgendwelcher Art sind in diesem Bereich nicht vorhanden.

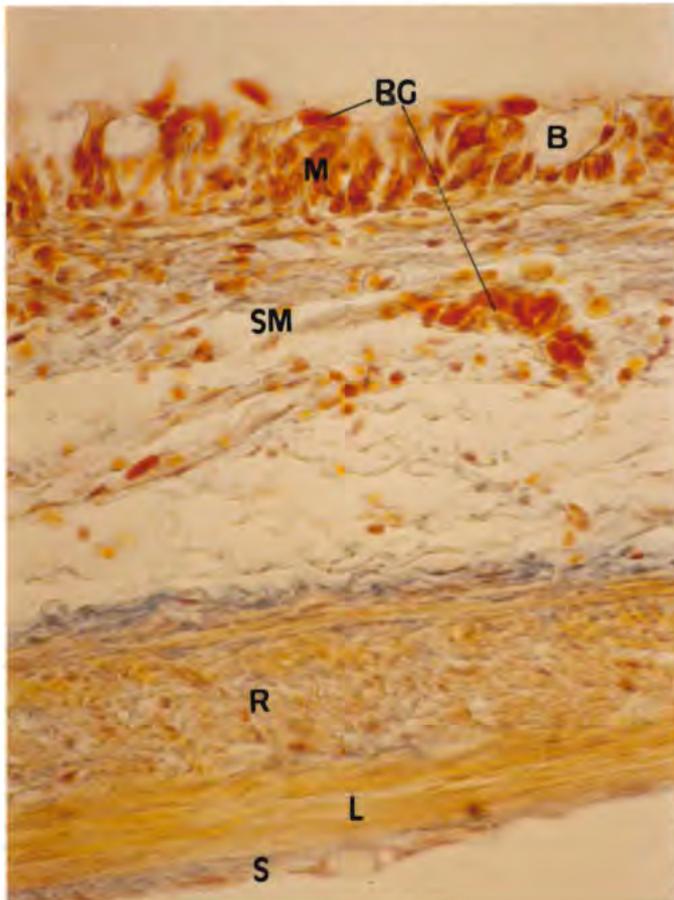
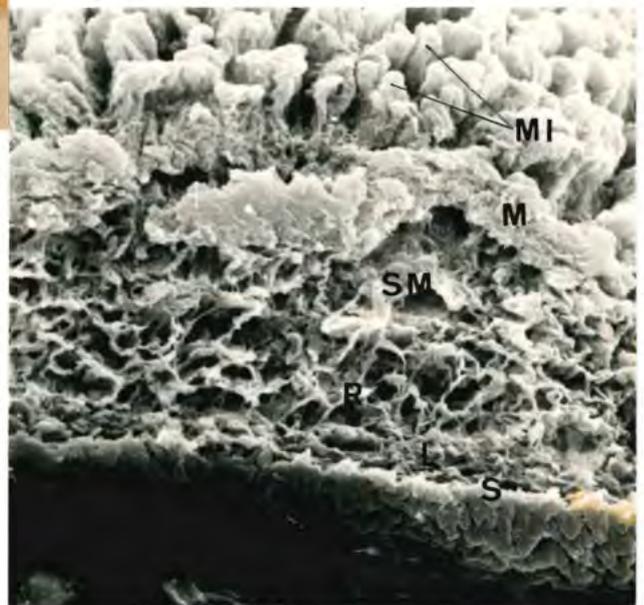


Abb. 88 Längsschnitt durch den Enddarm. Vergr. 480 x
Kombinierte Färbung.
B = Becherzelle
BG = Blutgefäß
L = Längsmuskelschicht
R = Ringmuskelschicht
M = Mucosa
S = Serosa
SM = Submucosa

Abb. 89 Längsschnitt durch den Enddarm. Mikrozoiten Seitansicht.
Vergr. 400 x
Legende wie Abb. 88 .
MI = Mikrozoite



9.3.2. Leber und Galle

Die Leber des Schlammpeitzgers setzt sich aus einem langen und zwei kurzen Leberlappen zusammen. Auf der rechten Körperseite bedeckt ein kurzer Lappen den Mitteldarm zu ca. 1/4 seiner Länge. Daran anschließend folgt ein längerer Lappen der die restlichen 3/4 des Mitteldarmes bedeckt. Zwischen beiden liegt die Gallenblase, die auch im fixierten Zustand meist gut an ihrer grünen Farbe zu erkennen ist. (siehe Abb. 81). Der dritte Leberlappen ist etwa so groß wie der erste und liegt diesem auf der linken Körperseite gegenüber.

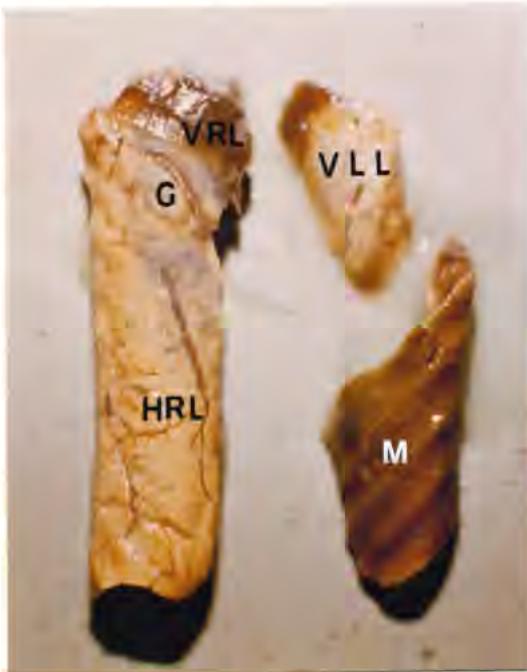


Abb. 90 Leber, Galle und Milz. Ventralansicht. Etwa dreifache natürliche Größe.

G = Gallenblase

M = Milz

HRL = Hinterer rechter Leberlappen

VRL = Vorderer rechter Leberlappen

VLL = Vorderer linker Leberlappen

Der Gallengang mündet, wie für die ganze Familie typisch, an der Übergangsstelle vom Oesophagus in den Mitteldarm. Gallenblase und Gallengang sind von einem einschichtigen Zylinderepithel ausgekleidet, dessen Zellen durch Mikroleisten gut sichtbar voneinander abgegrenzt sind.

Es fanden sich im REM- Praeparat sowohl Zellen, die von einem Sekretpfropf bedeckt waren, als auch solche, die eine stark perforierte Oberfläche zeigten. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, daß diesem Epithel eine sekretorische Tätigkeit zukommt. Bei den perforierten Zellen war dieses Sekret offenbar abgewaschen worden.

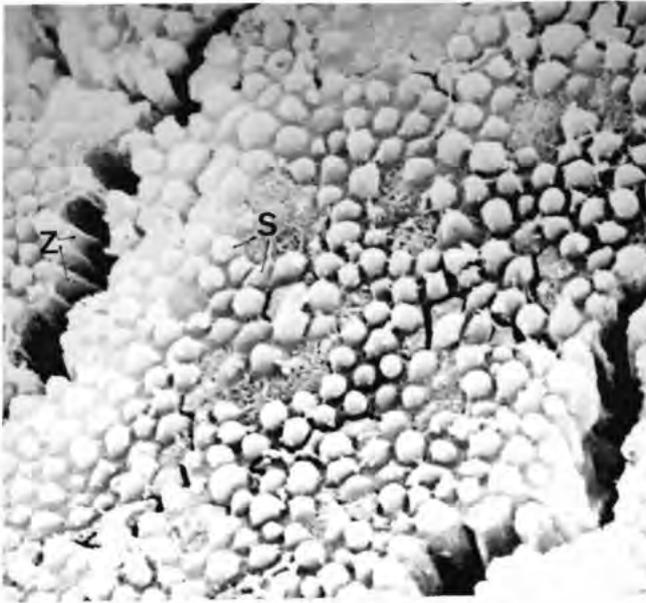


Abb. 91 Zylinderepithel der
Gallenblase.
Vergr. 1000 x
S = Sekretpfropf
Z = Zylinderezelle

Abb. 92 Zylinderepithel der
Gallenblase. Sekret
abgewaschen.
Vergr. 1000 x
M = Mikroleiste
Z = Zelle mit
perforierter
Oberfläche

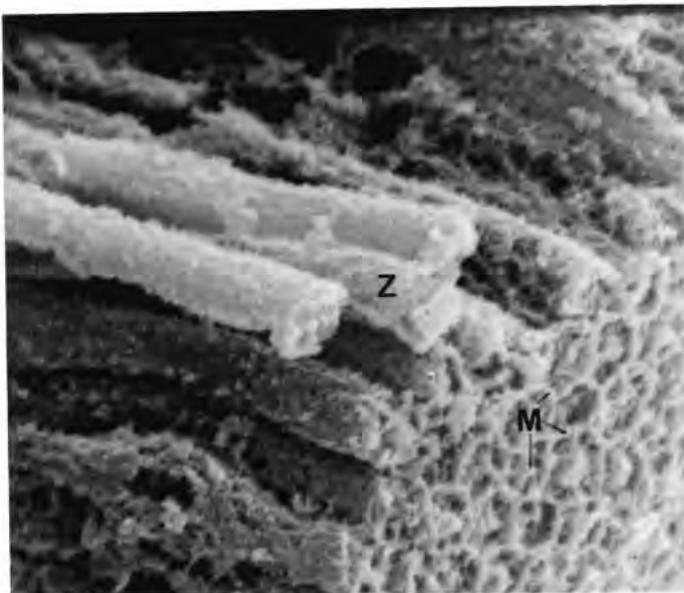
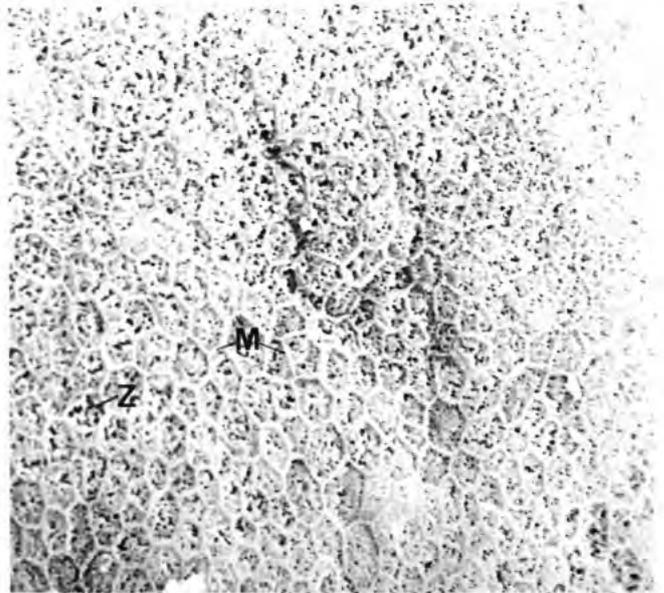


Abb. 93 Zylinderepithelzellen
der Gallenblase Seit-
ansicht. Vergr. 3000 x
M = Mikroleiste
Z = Zylinderepithel-
zelle

9.3.3. Das Pankreas

Das Pankreas kommt beim Schlammpeitzger nicht wie bei vielen anderen Fischen als Pankreas diffusum in den Darmmesenterien vor, sondern liegt als dünner aber breiter Lappen mit einer Stärke von 2-10 Zellen dem Mitteldarm dorsal auf. (siehe Abb. 71). Beim abpräparieren von Milz und Leber zerreißt es fast immer und ist deshalb auf diese Weise schlecht zu identifizieren. Das mag vielleicht auch der Grund sein, weshalb es in keiner der mir verfügbaren Arbeiten erwähnt wird. Gut erkennbar ist das Pankreas im histologischen Schnitt, wo es sich als dünnes Band abzeichnet, das die dorsale Fläche des Mitteldarmes bis zu einem Drittel seiner Länge bedeckt.

9.4. Die Nieren

Der Schlammpeitzger besitzt wie die meisten Teleostier einen Pro- und einen Opisthonephros. Der Pronephros, auch Kopfniere genannt, ist paarig und unverwachsen und erstreckt sich vom Ende des dritten Wirbels bis über den fünften Wirbel, diesen ventral anliegend. Er erreicht damit nicht die Länge wie bei anderen Fischen, was wohl mit der räumlichen Enge in diesem Bereich zu tun hat. Bei den von mir untersuchten Tieren im Alter von 8-12 Wochen sind in der Kopfniere Strukturen zu erkennen, die man als unreife Blutkörperchen deuten kann. Es könnte also der Kopfniere des Schlammpeitzgers in diesem Alter die Aufgabe der Blutbildung zukommen. Unter Umständen könnte sie diese Aufgabe auch im adulten Stadium beibehalten, da der Schlammpeitzger dafür bekannt ist, daß er seinen Gehalt an roten Blutkörperchen während kurzer Zeiträume drastisch erhöhen kann. Andernfalls würde sie sich wie bei Teleostiern allgemein üblich zu einem Lymphe produzierenden Organ umbilden. (siehe dazu Abb. 94)

Der Pronephros geht ohne scharfe Grenze in den Opisthonephros über. Dieser ist ebenfalls paarig angelegt, aber an seiner Berührungsstelle verwachsen. Diese Niere hat im Vorderkörper im Querschnitt die Form von zwei Apfelkernen, die mit ihren stumpfen Enden im Winkel von 120° miteinander verwachsen sind. Im hinteren Körperabschnitt sind beide Nieren so verwachsen, daß sie sich im Schnitt

eher als gleichschenkliges Dreieck mit abgerundeter Spitze darstellen. (siehe Abb. 71 und 95).

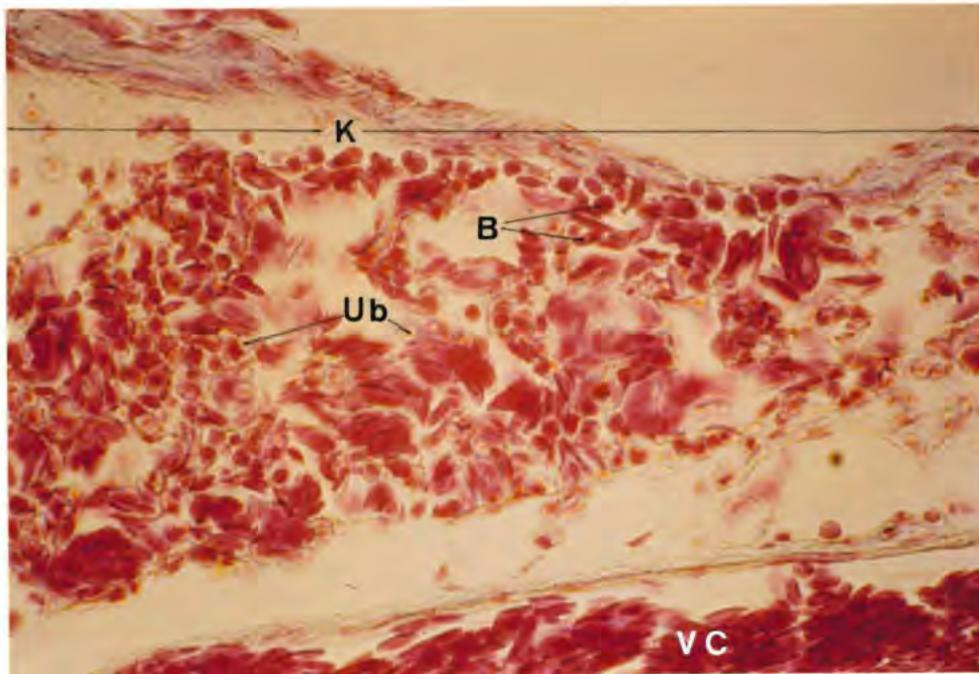


Abb. 94 *Kopfniere, Horizontalschnitt den Wirbeln 4 und 5 ventrolateral anliegend. (linke Körperseite), Färbung Azan. Vergr. 300 x.*

B = Reifes rotes Blutkörperchen. VC = Vena cardinalis posterior mit roten Blutkörperchen. Ub = Unreife rote Blutkörperchen. K = Kopfniere.

Der Schlammpetzger besitzt eine ungewöhnlich lange Schwanzniere. Sie reicht im Haemalkanal der Wirbelsäule, die Vena und Arteria caudalis umschließend bis in Höhe des hinteren Endes der Afterflosse.

Aus jeder der beiden Hälften der verwachsenen Niereneinheit tritt ein Harnleiter aus. Dieser ist mit einem einschichtigen Zylinderepithel ausgekleidet. Beide Ureter vereinigen sich zu einer Harnröhre, die caudal des Afters und des Eileiters bzw. des Vas deferens eine eigene Ausführöffnung besitzt. An der Vereinigungsstelle der beiden Ureter entsteht eine kleine Aussackung, die in ihrer Funktion einer Blase ähneln könnte. Allerdings fehlt dieser Aussackung eine Muskulatur wie sie in einer Säugerblase vorhanden ist, völlig. Sie ist von Bindegewebe umgeben und unterscheidet sich

auch sonst im Aufbau nicht vom eigentlichen Harnleiter. (siehe Abb.96)

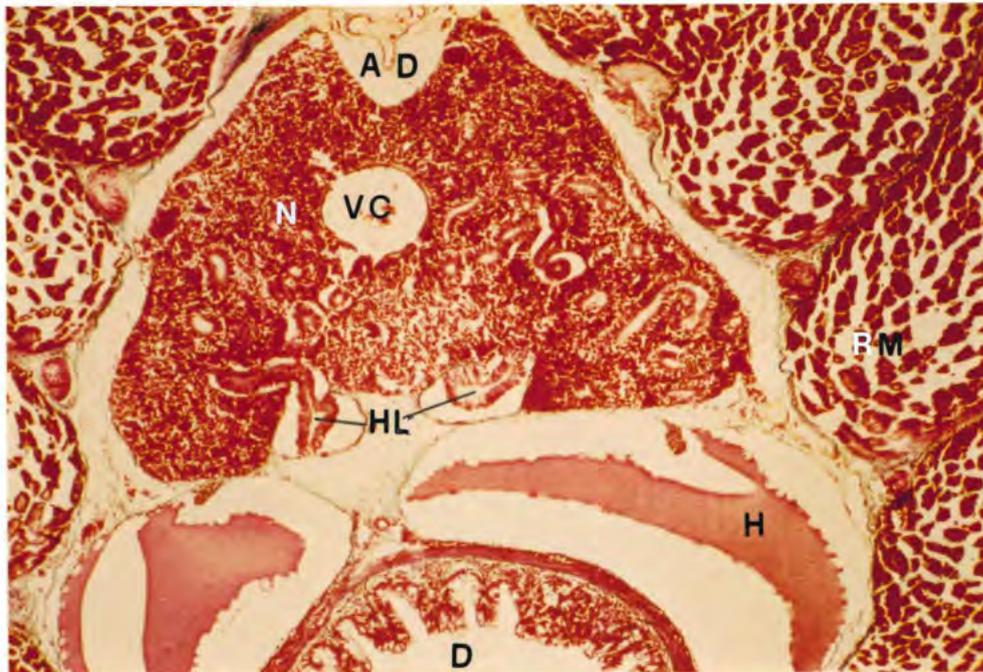


Abb.95 Niere der hinteren Körperhälfte querschnitten.
Färbung Azan. Vergr. 75 x .

AD= Aorta dorsalis. D = Darm. H = Hoden. HL= Harnleiter
(Austrittsstelle aus der Niere). N = Niere. RM= Rumpfmuskulatur. VC= Vena cardinalis posterior.

10. Die Organe der Arterhaltung

10.1. Hoden und Vas deferens

Die Hoden des Schlammpeitzgers sind lange, schmale, weißliche Bänder von geringer Dicke. Sie ziehen sich links und rechts des Darmes von der Spitze der Leber bzw. der Milz aus bis kurz vor den After wo sie jeweils in ein Vas deferens münden. Die Samenleiter vereinigen sich nach wenigen Millimetern in einer birnenförmigen Samenblase, die mit ihrem spitzen Ende in einen unpaaren Samenleiter ausmündet. (siehe Abb. 96 und 97).

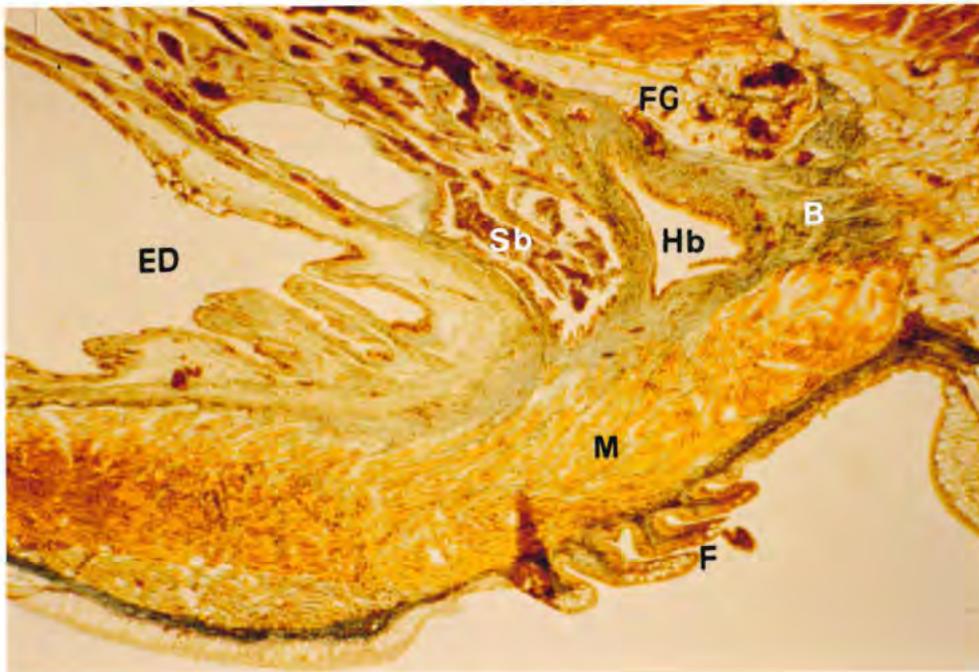


Abb. 96 Harnblase, Samenblase und Enddarm längs geschnitten.
Kombinierte Färbung. Vergr. 25 x .

B = Bindegewebe. ED = Enddarm. F = Falten seitlich des
Afters. FG = Fettgewebe. HB = Harnblase. M = Muskulatur.
SB = Samenblase.

Die Austrittsöffnung des Samenleiters liegt separat zwischen After und der Ausführöffnung des Harnleiters. Das Lumen der Samenblase ist stark von bindegewebigen Strängen und Wänden durchzogen, so daß sie eine Art Schwamm darstellt. Die Wände dieses Organs unterscheiden sich im Aufbau nicht von denen des Vas deferens.

Bedenkt man, daß das Auftreten einer Samenblase bei Fischen sehr ungewöhnlich ist, könnte man sich folgende Entstehung vorstellen. Durch eine Verlängerung des Samenleiters, folgt fast automatisch dessen Stauchung und Aufkneuelung. Die dann dicht aneinander liegenden Wände des Gefäßes brechen an verschiedenen Stellen durch und bilden so das vorliegende schwammige Gebilde. Diese Entwicklung ist durchaus sinnvoll, da dadurch im Bedarfsfall die Menge der verfügbaren Spermien wesentlich erhöht werden kann. Beim Ablaichvorgang, bei dem die Geschlechtsprodukte unter heftigem Treiben frei ins Wasser abgegeben werden und sich die Spermien weit verteilen, dürfte eine erhöhte Spermienmenge auch eine entscheidend höhere Befruchtungsrate zur Folge haben.

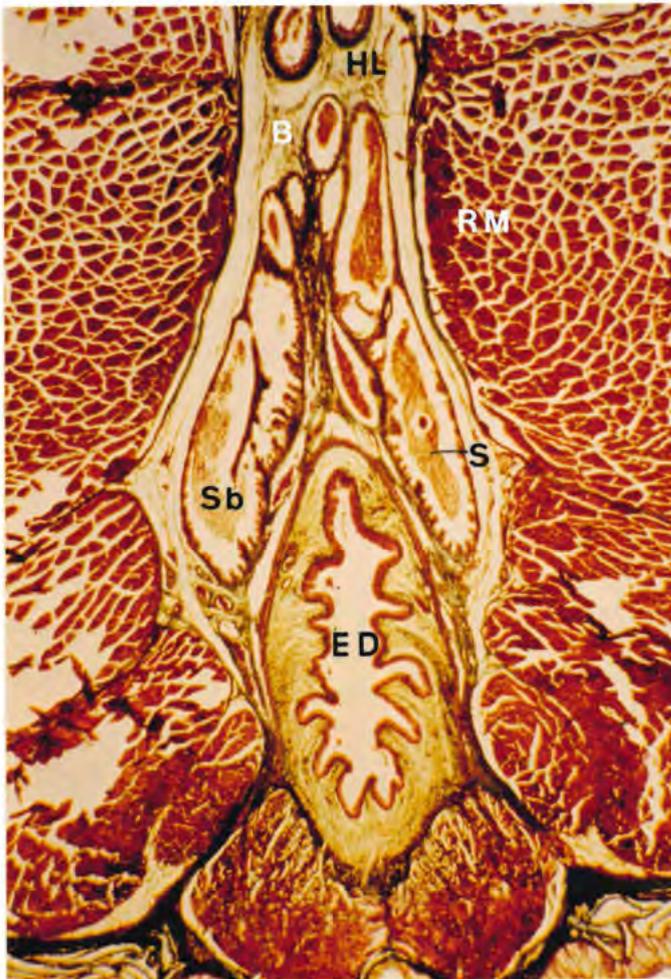


Abb. 97 Samenblase quer.
Färbung Azan.
Vergr. 25 x .
B = Bindegewebe
ED = Enddarm
HL = Harnleiter
RM = Rumpfmuskulatur
S = Sperma
SB = Samenblase

10.2.Ovar und Eileiter

Die weiblichen Geschlechtsorgane sind paarig angelegt und nehmen den gesamten, von den übrigen Organen freigelassenen Raum zwischen Peritoneum und Enddarm ein, so daß sie in laichreifem Zustand über 80 Volumenprozent des Bauchhöhleninhalts ausmachen. Bei laichreifen Weibchen kann ein Drittel des gesamten Körpergewichts Eimasse sein. Auszählungen bei einem 60 gr und einem 95 gr schweren Weibchen ergaben eine Eizahl von 15900 bzw. 28100 Stück. Dieser Befund deckt sich in etwa mit den Angaben von Knaak (1961) der einige Gelege auszählte und dabei zu Ergebnissen von bis zu 15000 abgelegter Eier pro Weibchen kam. Andere Angaben von 100000 - 150000 Stück liegen auf alle Fälle zu hoch. Es könnte jedoch sein, daß sich diese Angaben auf ein Kilogramm Körpergewicht beziehen. Rechnet man die von mir gefundenen Ergebnisse nämlich auf 1 kg Körpergewicht hoch, so ergeben sich Zahlen von 265000 und 296000 Eiern. Damit müßte der Schlammpeitzger einen Vergleich mit dem als besonders fruchtbar geltenden Karpfen nicht scheuen. Die Größe der reifen aber ungelegten Eier beträgt im Durchmesser 1,3 - 1,5 mm. Ihre Farbe ist ein helles Dottergelb. (siehe auch Abb. 71). Jedes Ovar mündet in einen Eileiter, der innen schwach bewimpert ist. Die Cilien stehen in Büscheln auf Arealen mit einer Ausdehnung von ca. 6 - 10 µm zusammen, zwischen denen sich größere Flächen unbewimperten Epithels befinden. (siehe Abb. 98 und 99).



Abb. 98 Ovar innen, am Übergang zum Eileiter. Vergr. 1000 x . Die Berge und Täler der Wellenstruktur verlaufen im rechten Winkel zur Längsausdehnung des Ovars.

Abb.99 *Eileiter innen.*
Vergr. 800 x .
C = Cilienbüschel



Die beiden Eileiter vereinigen sich zu einem, der zwischen After und Harnröhre auf einer leicht vorgewölbten Afterpapille mündet. Letztere besteht im wesentlichen aus elastischem Bindegewebe. Specialbildungen wie eine Legeröhre oder ähnliches, fehlen dem Schlammpeitzger, was bei seiner Art zu laichen nicht verwundert.



Abb.100 *Harnröhre, Eileiter und After längsgeschnitten.*
Färbung kombiniert. Vergr. 25 x .
A = After. B = Bindegewebe. E = Eileiter. F = Fettgewebe.
H = Harnröhre. M = Muskulatur.

11. Vergleichende biologische Anatomie

Jedes Lebewesen bekommt seine Ausstattung von seinem Vorfahren mit. Diese verändert sich im Lauf der Zeit von Generation zu Generation zwar, doch lassen sich trotzdem Überlegungen anstellen, welche Merkmale stammesgeschichtlich älter oder jünger sind. Diese Ausstattung ist auch für die gesamte Lebensweise eines Tieres verantwortlich. Jedes Tier kann nur so leben wie es seine Anatomie und daraus resultierend seine Physiologie zuläßt. Viele Verhaltensweisen, die sonst völlig zusammenhanglos im Raume stehen und vielleicht noch als sinnvoll erkannt werden, lassen sich oft als geradezu zwingend aus den anatomischen Verhältnissen resultierend erklären.

Diese Verhältnisse, die bereits in den Einzelpunkten dargestellt und andiskutiert wurden, lassen im Bezug auf die Entwicklungshöhe des Schlammpeitzgers, auf seine stammesgeschichtliche Vergangenheit und auf die mögliche Weiterentwicklung dieser Species einige Überlegungen zu.

Der Bauplan des Schlammpeitzgers weist viele Spezialkonstruktionen auf, die in ihrer Form oder in der Stärke ihrer Ausprägung nur bei dieser Species anzutreffen sind. So ist zB. die Fähigkeit zur Darmatmung nur noch bei der nahe verwandten Gattung Cobitis anzutreffen, wenn auch mit weit geringerer Leistungsfähigkeit. Diese Fähigkeit ist mit einem Umbau des Darmepithels zu erreichen, der sehr stark an die Entstehung der Säugerylunge erinnert.

Die überaus hohe Beweglichkeit des Achsenskeletts, die durch das kugelgelenkartige ineinandergreifen der Wirbel zustande kommt ist bei keinem weiteren Verwandten in der gesamten Ordnung Ostariophysi anzutreffen. Selbst die Schmerlengattung Acatophthalmus, die ebenfalls einen langgestreckten, bandförmigen Körperbau zeigt, besitzt nicht diese Gelenkigkeit.

Die dicke mehrschichtige Epidermis mit ihrer hohen Anzahl an Schleim- und Becherzellen und ihrer dicken Schleimschicht ist eine specielle "Anpassung" an das Leben im Substrat. Eine solche Entwicklung ist von den "Altfischen" her nicht bekannt und auch bei seinen nächsten Verwandten nicht in dem Ausmaß vollzogen, wenn auch einige andere im Substrat lebende Formen eine in diesem Punkt konvergente Entwicklung zeigen.

Das Auftreten der dorsalen Seitenwülste und der Samenblase beim Männchen des Schlammpeitzgers, das mit seiner Fortpflanzung in Zusammenhang steht, ist eine originäre Erscheinung und somit wahrscheinlich stark abgeleitet.

Die hohe Anzahl von Geschmacksknospen auf dem Kopf des Schlammpeitzgers und die ganzrandig konvex gerundeten Flossen, sind Merkmale, die bei verschiedensten Vertretern aller Teleostierordnungen anzutreffen sind. Da diese Merkmale aber in erster Linie bei Vertretern bestimmter Lebensformtypen anzutreffen sind und sich keine durchgehende Linie über mehrere Taxa verfolgen läßt, dürfte hierin ein konvergentes Auftreten zu erblicken sein.

Einen in seiner Beurteilung besonders difficilen Fall stellt die an der Hautoberfläche verlaufende Seitenlinie des Rumpfes dar. Um die Stellung dieses Organs entgültig beurteilen zu können wären umfassende embryologische und vergleichend anatomische Untersuchungen notwendig. Mir ist das Auftreten einer offen verlaufenden Seitenlinie im Bereich der *Linea lateralis lateralis* nur in den Gattungen *Cobitis* und *Misgurnus* bekannt. Ergänzend zu den bereits in Kapitel 6.3.1. angestellten Überlegungen, die unter anderem auf der Untersuchung Myadis (1927) basieren, muß aber angeführt werden, daß ein Auftreten von freien Neuromasten im Bereich der Seitenlinie des Kopfes und der des Rückens durchaus nichts ungewöhnliches darstellt und bei verschiedenen Gruppen vorkommt. Weiterhin ist zu bemerken, daß jede Seitenlinie sich in ihrer Ontogenese an der Hautoberfläche ausdifferenziert und sich danach in die Haut einsenkt. Geht man jedoch davon aus, daß es sich bei dem Auftreten dieses Merkmals um einen Atavismus handelt, wie ich versuchte in Kap. 6.3.1. darzustellen, würde dies bedeuten, daß ein ursprüngliches Merkmal, das durch die Fortentwicklung bereits "wegevoluiert" war durch eine erneute genetische Umstrukturierung wieder auftritt. Daraus würde aber folgen, daß die offen verlaufende Seitenlinie beim Schlammpeitzger als abgeleitet zu betrachten wäre.

Etwas älteren Ursprungs dürfte das Auftreten eines aufrichtbaren Praefrontales sein, das mit Ausnahme der *Noemacheilinae* bei allen Unterfamilien der Schmerlen anzutreffen ist.

Die starke Entwicklung des Schultergürtels ist ebenfalls ein Merkmal, das bei der gesamten Unterfamilie *Cobitinae* und *Botiinae* auftritt und wenigstens beim Schlammpeitzger im direkten Zusammenhang mit dem Laichgeschäft steht. (siehe auch Kap 5.4.).

Ein weiteres gemeinsames Merkmal der Unterfamilie Cobitinae ist das Auftreten von Außenkiemen bei der Larve der Tiere. Sie unterscheiden sich von den Außenkiemen der Larven der Lungenfische (Dipnoer), Flösselhechte (Polypteridae) und Rochen (Hypotremata) in ihrer Gestalt völlig. Es dürfte sich also um ein konvergentes Auftreten dieser Erscheinung handeln.

Eine verknöcherte oder zumindest mit Bindegewebe versteifte Schwimmblasenkapsel tritt außer bei den Cobitiden auch bei der nahe verwandten Familie der Homalopteridae auf. Dabei ist die Entwicklung, die bei einigen Arten (*Noemacheilus barbatula*) bis zu einer fast völligen Trennung der linken und rechten Diverticulumhälfte führt, beim Schlammpeitzger nicht sehr weit fortgeschritten. Andererseits stellt der Grad der Verknöcherung ein Stadium dar, das nicht mehr als ursprünglich bezeichnet werden kann.

Geht man am Stammbaum des Schlammpeitzgers einen Ast tiefer findet sich in seiner Magenlosigkeit ein Merkmal, das man außer bei den Cobitiden auch bei allen anderen Familien der Karpfenähnlichen, einschließlich der Cypriniden, finden kann. Ist diese Familiengruppe monophylletischen Ursprungs, und viele gemeinsame Merkmale sprechen dafür, dürfte auch die Magenlosigkeit nur einmal entstanden sein, und somit in ihrer Entstehungsgeschichte weiter zurückliegen. Stimmt diese Annahme, so könnte sich das "anatomische Wunder", das Auftreten eines Magens bei der Gattung *Noemacheilus* als Urtyp herausstellen, wie er bereits vor der stammesgeschichtlichen Aufspaltung von Cypriniden und Cobitiden bestanden hat und bei diesem Tribus nicht verlorengegangen ist, wie bei den anderen Vertretern der beiden Familien.

Andererseits besitzt diese Gattung eine verknöcherte Schwimmblasenkapsel die, geht man davon aus, daß die Entstehung der Magenlosigkeit monophylletisch ist, erst nach der Abspaltung der Cobitiden von den Cypriniden entstanden sein kann, da bei den Cypriniden eine Schwimmblasenkapsel meines Wissens in keiner Gattung zu finden ist. Inwieweit dies ein Hinweis darauf ist, daß die Magenlosigkeit konvergent entstanden sein könnte, oder aber das Auftreten dieses "Wunders" eine spezielle Entwicklung ist bin ich nicht in der Lage zu beurteilen.

Neben seinen Sonderbildungen besitzt der Schlammpeitzger allerdings auch einige Merkmale, die eher auf eine phyllogenetisch frühzeitige Entstehung schließen lassen. So stellt Matveiev (1929) fest, daß die

drei Weber'schen Knöchelchen Tripus, Intercalarium und Scaphium allgemein bei den Cobitiden sehr ursprünglich gebaut sind. (siehe auch Kap. 7.1.3.). Sie dürften damit einen Typ repräsentieren, wie ihn bereits der Vohrfahr aller Ostariophysi zeigte. Dies setzt allerdings voraus, man betrachtet diese Gruppe als tatsächlich monophylletisch, was von einigen Wissenschaftlern heute in Frage gestellt wird (Stark 1982).

Die einreihigen Schlundzähne, die bei allen Vertretern der Familie Cobitidae auftreten, dürften gegenüber den bis zu dreireihigen Schlundzähnen der Cypriniden eher als ursprünglich gelten. Dies läßt sich daraus ableiten, daß eine Entstehung einer Zahnreihe auf dem fünften Kiemenbogen, der doch relativ schmal ist, leichter zu bewerkstelligen ist als mehrere nebeneinanderliegende. Im Zuge einer Weiterentwicklung könnte sich der Zahnträger verbreitert haben und somit Platz für weitere Zahnreihen geschaffen haben.

Ein weiteres ursprüngliches Merkmal, das dem Schlammpeitzger geblieben ist, ist die sich durch alle Wirbel hindurchziehende Corda, die dem Fisch durch ihre dicke Polsterbildung zwischen den Wirbelkörpern eine hohe Elastizität und Beweglichkeit ermöglicht. Leider liegen mir keine Ergebnisse über entsprechende Verhältnisse bei verwandten Arten vor, so daß eine vergleichende Betrachtung in diesem Punkt nur mit den allgemein sehr ursprünglichen Culpeiden (Heringsartigen), die dieses Merkmal auch besitzen, möglich ist. Stellt man nun die eher ursprünglichen Merkmale des Schlammpeitzgers, die im wesentlichen für die ganze Familie gelten den abgeleiteten, die als Sonderbildungen dieser Familie aufzufassen sind gegenüber, so ergibt sich ein Übergewicht zu Gunsten der Letzteren. Dies erweckt sehr stark den Eindruck, daß der Schlammpeitzger im Verhältnis zu seinen Verwandten eine hohe Spezialisierung aufweist und phyllogenetisch am Ende einer langen Entwicklungsreihe steht. Diese Spezialisierung ist es auch, die ihm bei den sich heute bei uns rasch ändernden Umweltbedingungen letztendlich zum Verhängnis wird.

Der Schlammpeitzger ist in einem Biotop, in dem seine speziellen Anpassungen Vorteile bringen konkurrenzlos. Bei hoher Sauerstoffzehrung bis hin zu totaler Sauerstofflosigkeit im Biotop überlebt er alle Konkurrenten und Raubfische, die ihm gefährlich werden könnten. Durch seine gute Ausstattung mit Geschmacksknospen findet er seine Nahrung auch in trübem Wasser, wo andere Fische passen

müssen. Auf Grund seiner Fähigkeit Druckveränderungen wahrnehmen zu können, reagiert er am schnellsten, wenn zusätzliche Nahrung durch den Eintrag bei Regenfällen, Gewittern, Sturm und steigendem Hochwasser zu erwarten ist. In diesen Situationen stellen andere Species die Nahrungssuche wegen der schlechten Sichtverhältnisse eher ein. Sein schmaler und niedriger Körper, zusammen mit der hohen Biegsamkeit der Wirbelsäule, ermöglicht es ihm im Bereich von Wurzelwerk, engen Spalträumen, dicht stehenden Wasserpflanzen und ganz allgemein im "unwegsamen Gelände" zu manövrieren. Dort ist er, läßt man den Aal außer Betracht, vor den Nachstellungen seiner Feinde sicher.

Andrerseits fixieren ihn diese Anpassungen so auf sein Biotop, daß bereits durch kleine Veränderungen in seinem Lebensraum erhebliche Konsequenzen im Bezug auf seine Konkurrenzfähigkeit auftreten. Wie wir im Folgenden sehen werden gehen die Vorteile seiner Anpassung oft stark zu Lasten der Ausstattung bei anderen Organen oder es wurde einfach die Ausbildung besonderer Strukturen in anderen Bereichen nicht selektioniert, weil es bei normalen Lebensbedingungen keinen Vorteil brachte. So geht zB. der Vorteil den die Darmatmung bietet zu Lasten der Futtermittelverwertung. Durch den kurzen verbleibenden Mitteldarm ist ein schlechter Futterquotient und somit ein hoher Futterbedarf vorprogrammiert. Da die Tiere auf Grund ihrer schlechten Augen die Nahrung bei klarem Wasser schlechter finden als die Konkurrenz, ist der interspezifische Konkurrenzdruck bei dieserart veränderten Sichtverhältnissen sehr groß. Weitere neuralgische Punkte sind die Fortpflanzung und die geringe Geschwindigkeit des Schlammpeitzgers bei der Flucht vor Feinden. Bedenkt man die Tatsache, daß die Eier des Schlammpeitzgers keine Schwebvorrichtung besitzen, zur Entwicklung aber Sauerstoff benötigen, ist die Eiablage auf einem gut durchlüfteten Substrat notwendig. Der Schlammpeitzger besitzt keine Vorrichtungen wie Lege- röhre oder spezielle Substratprüforgane, die eine Auswahl des Laichsubstrats ermöglichen würden. Das heißt, er ist darauf angewiesen, daß sein Laichsubstrat überall im Biotop vorhanden ist. Da der Bodengrund seines Lebensraumes in erster Linie aus Schlamm besteht, in der die Eier ersticken würden, ist er auf das Vorkommen von krautigen Wasserpflanzen angewiesen. Auch vor Freßfeinden bieten diese Pflanzen den gelben Eiern Schutz.

Auf den schlammigen Boden Grund ist der Schlammpeitzger auf alle Fälle angewiesen, da er seine Schleimhaut zur Beseitigung der ihr anhaftenden Parasiten abreiben muß.

Die Jungtiere bedürfen außerdem des Schutzes durch die Wasserpflanzen und des Gehalts der ihnen vergesellschafteten Nährtiere. Zumindest aber benötigen sie einen Lebensraum, der diese Vorzüge bietet. Auf Grund ihrer geringen Schnelligkeit, bedingt durch die specielle Ausprägung der Fortbewegungsorgane, sind sie sonst den Nachstellungen kleinerer Raubfische wie dem Barsch (*Perca fluviatilis*, Percidae) schutzlos ausgeliefert. (siehe auch Kap. 8.).

Bei einer Verbesserung der O_2 Versorgung des Wassers, Schaffung von freiem Schwimmraum und Säuberung und Festigung des Boden Grundes im Biotop des Schlammpeitzgers, die anderen Fischen bessere Lebensbedingungen schaffen, ist ein Verschwinden des Schlammpeitzgers nicht zu verhindern.

Noch vor 100 - 150 Jahren fand der Schlammpeitzger sein Idealbiotop in Altwässern von Flüssen oder in Tümpeln, die im Unterlauf der Flüsse nach den Frühjahrshochwässern stehen geblieben waren. Nach der Begradigung und Stauung fast aller einheimischer Flüsse, fand er bei der aufblühenden Teichwirtschaft in flachen krautigen Teichen und deren Ablaufgräben ein Refugium. Durch die laufende Ausbaggerung der Teiche und Gräben mit modernen Maschinen zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit, wird aus den genannten Gründen auch dieser Zufluchtsort des Schlammpeitzgers zerstört. Die Folge wird sein, daß sich der bisherige Rückgang der Individuenzahlen beschleunigen wird und in wenigen Jahren das totale Verschwinden dieser Art bei uns in Deutschland befürchtet werden muß. Dies kann bereits auf Grund der durch seine Anatomie sich ergebenden Verhältnisse festgestellt werden. Dabei wurden sich eventuell negativ auswirkende chemische Veränderungen im Biotop überhaupt noch nicht berücksichtigt.

Abgeleitete und ursprüngliche Merkmale des Schlammpeitzgers in tabellarischer Form zusammengestellt:

<p>Merkmale die nur der Schlammpeitzger besitzt, oder die bei dieser Species besondere Ausprägung zeigen.</p>	<p>Dorsale Seitenwülste der ♂♂ Samenblase der ♂♂ Hohe Beweglichkeit des Achsenskeletts durch entsprechenden Wirbelbau. Große Verteilungsdichte der Geschmacksknospen auf dem Kopf. Bau des Enddarmepithels und damit höchste Effektivität der Darmrespiration. Flossen stark konvex abgerundet Dicke Schleimhaut und mehrschichtige dicke Epidermis.</p>
<p>Merkmale die die ganze Familie oder zumindest die Unterfamilie Cobitinae besitzt und zum Teil bei anderen Species weiter ausdifferenziert sind.</p>	<p>Außenkiemen bei den Larven. Aufrichtbares Praefrontale (Unteraugendorn). An der Hautoberfläche verlaufende Linea lateralis lateralis. Verknöcherte Schwimmblasenkapsel Kräftig entwickelter Schultergürtel. Radialia reduziert.</p>
<p>Merkmale die die ganze Ordnung zeigt und die bei anderen Familien weiter ausdifferenziert sind.</p>	<p>Weber'sche Knöchelchen sehr einfach gebaut. (Matveiev 1929) Schlundzähne einreihig Ein echter Magen fehlt</p>
<p>Merkmale die bereits bei sehr ursprünglichen Gruppen wie zb. den Culpeiden (Heringsartigen) auftreten.</p>	<p>Die Corda durchzieht sämtliche Wirbel</p>

12. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit versucht einen Überblick über die gesamte Anatomie und Eidonomie des Schlammpeitzgers zu geben. Bisher wurde dieses in Bau und Lebensweise außergewöhnliche Tier immer nur unter bestimmten Teilaspekten gesehen. Es konnten in einigen Teilaspekten wie dem Aufbau des Seitenliniensystems, den Geschmacksorganen und dem Riechepithel, sowie in etlichen anderen Punkten neue Erkenntnisse gewonnen werden. Über diese wurde ausführlicher berichtet, als es der Rahmen dieser Arbeit sonst gestattet hätte. Bekannte Verhältnisse konnten durch rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen verdeutlicht werden. Durch den Vergleich von unabhängig voneinander gefundenen Ergebnissen konnten neue Schlüsse gezogen werden. Dabei ergaben sich auch neue Fragestellungen, z.B. über die Herkunft der Weber'schen Knöchelchen, die Unterscheidbarkeit von Geschmacksknospen und die Herkunft der Samenblase. Nach einigen einleitenden Kapiteln über Systematik und Vorkommen der Species, werden im Kapitel über das äußere Erscheinungsbild der Bau der sekundären Geschlechtsmerkmale im Bezug auf das Laichverhalten diskutiert. Dabei konnte dem verbreiterten Schwanzstiel, der verlängerten Brustflosse und dem Seitenwulst des Männchens eine sinnvolle Funktion zugeschrieben werden. Bei dem anschließenden Vergleich von Alter und Körpermaßen konnten für Männchen und Weibchen deutliche Unterschiede festgestellt werden. Weiter ergab sich, daß die potentielle Lebenserwartung des Schlammpeitzgers deutlich über sechs Jahren liegen dürfte. Das Kapitel über die Hautstrukturen zeigt die unterschiedliche Verteilung und den unterschiedlichen Bau der verschiedenen Hautsinnesorgane, sowie die stufenweise Ausdifferenzierung eines Seitenlinienneuromasten. Die erhebliche Bedeutung dieser Organe für die Orientierung des Schlammpeitzgers konnte festgestellt und begründet werden. Die auffallende Jahresringbildung auf den Schuppen des Schlammpeitzgers konnte durch dessen jahresperiodische Aktivitäten erklärt werden. Im anschließenden Kapitel über die Feinstruktur des Riechepithels konnte die Häufigkeit und die Verteilung der vorkommenden Zelltypen aufgezeigt werden. Der Bau und die Funktion des komplexen statoakustischen Systems wird erklärt und im Bezug auf die Art der Perception adäquater

Reize diskutiert. Dabei zeigte sich, daß die knöcherne Schwimmblasenkapsel als Hilfsorgan angesehen werden kann, das den wahrnehmbaren Frequenzbereich zu niedrigeren Frequenzen hin verschiebt. Der ganze Sinnesorgankomplex findet seinen Abschluß in der Untersuchung über die Ausprägung der einzelnen Gehirnregionen und ihrer Bedeutung für die Qualität der Sinneseindrücke für den Schlammpeitzger. Dabei wurde die hohe Leistungsfähigkeit des statoakustischen und des gustativen Wahrnehmungsvermögens durch den Bau des Gehirns unterstrichen.

Im Kapitel Bewegungsapparat wird die hohe Beweglichkeit des Achsen skeletts an Hand des Baus der Wirbelsäule erklärt, und gezeigt, daß der Bau des Schultergürtels im Zusammenhang mit dem Laichgeschäft steht.

Es werden weiter die für den Stoffwechsel wichtigen Organe beschrieben. Hier zeigt sich die außergewöhnliche Anatomie des Darmtraktes, die in Zusammenhang mit dessen Ausprägung als respiratorisches Organ steht. Auf Grund dieser Strukturen muß eine sehr schlecht ausgeprägte Fähigkeit zur Digestion angenommen werden. Weitere Hilfsorgane der Atmung sind die Haut und bei den Larven zusätzlich Brustflossen und äußere Kiemen.

Abschließend wird der Bau der inneren Geschlechtsorgane und deren spezifische Ausprägung in Bezug zum Laichgeschäft gesetzt. Als Besonderheit in diesem Bereich ist die birnenförmige und von Bindegewebe durchzogene Samenblase der Männchen zu erwähnen. Hilfsorgane zur Eiablage, wie Legeröhren oder Sinneszellen zur Prüfung des Substrates konnten nicht festgestellt werden.

Im Großen und Ganzen gesehen zeigt der Schlammpeitzger eine fast alle Organe umfassende Spezialisierung, die in einigen Fällen zu einer Änderung der ursprünglichen Funktion des Organs führt. Dies trifft insbesondere für den Enddarm und die Schwimmblase zu. Die Diskussion versucht an Hand der gefundenen Ergebnisse etwas Licht in die Vergangenheit und die Zukunft des Schlammpeitzgers zu bringen.

LITERATURVERZEICHNIS:

- Bolk, L., Göppert, E., Kallius, E. und Lubosch, W.: Handbuch der
vergl. Anatomie der Wirbeltiere. Berlin (1967).
- Breipohl, W., Bijvank, G. und H.P. Zippel.: Rastermikroskopische
Untersuchungen der olfactorischen Rezeptoren im
Riechepithel des Goldfisches (*Carassius auratus* L.)
Z. Zellforsch. 138 (1973), 439 - 454.
- - Die Oberflächenstruktur der olfactorischen Drüsen
des Goldfisches (*Carassius auratus* L.). Z. Zell-
forsch. 140 (1973), 567 - 582.
- Cranilov, N.S.: Beiträge zur Kenntnis des Weber'schen Apparates
der Ostariophysi I Cypriniformes. Zool. Jahrbuch
Abt. Anat. und Ontog. 49 (1927), 501 - 597.
- - Über die Eigentümlichkeiten des Schädelbaus bei
Cobitiden. Res. Zool. Russe 7 (1927), 87 - 107.
- - Beiträge zur Kenntnis des Weber'schen Apparates
der Ostariophysi II Siluroidea. Zool. Jahrbuch
Abt. Anat. und Ontog. 51 (1929), 323 - 462.
- Disselhorst, R.: Ausführdrüsen und Anhangdrüsen der männlichen
Geschlechtsorgane. Lehrbuch vergl. mikrosk.
Anat. der Wirbelt. (Opperl) Teil 4 (1904).
- Dijkgraaf, S.: Untersuchungen über die Funktion der Seitenorgane
an Fischen. Z. vergl. Phys. 20 (1934), 162 - 214.
- Geng, R.: Ein Beitrag zur Fortpflanzungsbiologie und Popu-
lationsdynamik von *Leucaspis delineatus* (Tele-
ostei). Zulassungsarbeit am I. Zool. Inst. der
Universität Erlangen (1981).
- Goette, A.: Zur Entwicklungsgeschichte der Teleostierkieme.
Zool. Anz. 1 (1878), 52.
- Grieb, A.W.: Die larvale Periode in der Entwicklung des Schlamm-
beissers (*Misgurnus fossilis* L.). Acta Zoologica
18 (1937), 339 - 344.
- Harder, W.: Anatomy of fishes I + II. E. Schweitzerbart'sche
Verlagsbuchhandlung, Stuttgart (1975).
- Harms, J.W.: Über die Augen der am Grunde der Gewässer lebenden
Fische. Zool. Anz. 44 (1914), 35 - 41.
- Holzheimer, E.: Morphologische und ökologische Untersuchungen zu
Leucaspis delineatus (Pisces, Teleostei).
Zulassungsarbeit am I. Zool. Inst. der Universität
Erlangen (1981).

- Horn, A.: Der Schwimmblasenapparat bei Cobitis. Biol. Zbl. 42 (1922) 118 - 125.
- Hyrtil, J.: Beiträge zur Morphologie der Urogenitalorgane der Fische. Denkschr. d. kais. Acad. Wiss. Wien 1 (1850).
- Jakubowski, M.: The structure and vascularisation of the skin of the Pond-Loach (*Misgurnus fossilis* L.). Acta Biologica Cracoviensia 1 (1958), 113 - 127.
- - Size and vascularisation of respiratory surfaces of gills and skin in some Cobitids. Bull. Acad. Pol. Sci. Ser. Sci. Biol. 25(5) (1977) 307 - 316.
- Jasinski, A.: Air-blood barrier in the respiratory intestine of the Pond-Loach (*Misgurnus fossilis* L.). Acta Anat. 86 (1973), 376 - 393.
- - Fine structure of the capillaries in the respiratory intestine of the Pond-Loach (*Misgurnus fossilis* L.). Annals Med. Sect. Pol. Acad. Sci. 18, 1 (1973), 74 - 75.
- - Weberian apparatus and swimbladder of the Pond-Loach (*Misgurnus fossilis* L.). Acta Biologica Cracoviensia 7 (1964), 11 - 20.
- Jeuken, M.: A study of the respiration of *Misgurnus fossilis*, the Pond-Loach. Diss. Gravenhage (1957), 1 - 114).
- Knaak, J.: Laichverhalten von *Misgurnus fossilis* L. Aquarien und Terrarienzeitschrift 14 (1961), 333 - 337.
- Kozikovska, Z. und J. Lorenkova : The lateral line organ in the Pond-Loach (*Misgurnus fossilis*). Zoologica Poloniae 10 (1959 - 1960), 201 - 223.
- Kryzanowski, S.G.: Die Atmungsorgane der Fischlarven (Teleostomi). Zool. Jahrbuch Abt. Anat. 58 (1934), 21 - 60.
- Lorent, H.: Über den Mitteldarm von *Cobitis fossilis*. Arch. J. Mikr. Anat. 15 (1878), 429 - 442.
- Matveiev, B.: Die Entwicklung der vorderen Wirbel und des Weber'schen Apparates bei den Cyprinidae. Zool. Jahrbuch Abt. Anat. u. Ontog. 51 (1929), 463 - 534.
- Meng, F.: Beiträge zur Kenntnis der Morphologie der Barteln einiger Fische. Zool. Jahrbuch Abt. Anat. 45 (1924) 149 - 160.
- Mester, L. und L. Babes : The fine structure of the breathing intestine in *Misgurnus fossilis*. Trav. Mus. Hist. Nat. Grigore Antipa 18 (1978), 299 - 304.

- Miscalencu, D. und M.D. Ionescu : Fine structure of dermal iridocytes and melanocytes in *Misgurnus fossilis* L. *Anat. Anz.* 133 (1973), 480 - 485.
- Myadi, D.: Notes on the skin and the cutaneous sense organs of some Cobitoid and Gasterosteid fishes, with special reference to the rudimentary nature of the lateral kanal system. *Mem. Coll. Sci. Kyoto (B)* 4 (1929), 81 - 96.
- Nikoljukin, N.I.: Die Entwicklung der Kiemen bei *Cobitis taenia*. *Anat. Anz.* 69 (1930), 289 - 315.
- Nusbaum, J.: Das anatomische Verhältnis zwischen dem Gehörorgane und der Schwimmblase bei dem Schleimbeißer *Cobitis fossilis* L. *Anat. Anz.* 16 (9)(1899), 209 - 223.
- Obermeier, R.: Bau und Histologie des Verdauungstraktes der Regenbogenforelle (*Salmo gairdneri*). Zulassungsarbeit am I. Zool. Inst. der Universität Erlangen (1982).
- Oliva, O.: Morphometrical note on the Weatherfisch *Misgurnus fossilis* L. *Vestnik Ceskoslovenske spolecnosti zoologicke* 37 (4) (1973), 275 - 281.
- Pfaffenzeller, F.: Über die Sinnesorgane am Reusenapparat verschiedener Fische. *Zool. Jahrbuch Abt. Anat.* 44 (1923), 615 - 626.
- Pollak, A.: The main vessels of the body and the capillaries of the muscles in some teleost fishes. Part II the Pond-Loach *Misgurnus fossilis* L. *Acta Biologica Cracoviensia* 6 (1961), 143 - 169.
- Portmann, A.: Einführung in die vergleichende Morphologie der Wirbeltiere Basel 1948.
- Remane, A., Storch, V., Welsch, U.: Systematische Zoologie 2. Aufl. Stuttgart 1980.
- Rendahl, H.: Untersuchungen über die chinesischen Formen der Gattung *Misgurnus*. *Acta Zoologica Fennica* 16 (1934), 1 - 13.
- Reutter, K. und W. Breipohl : Taste bud types in fishes II. Scanning electron investigations on *Xiphophorus helleri* (Poeciliidae, Teleostei). *Cell and Tiss. Res.* 153 (1974), 151 - 165.
- Ridet, J., Bauchet R.: L'encephale de la Loche d'etang, *Misgurnus fossilis*. *Acta Anatomica* 95 (1976), 169 - 181.
- Schneider, G.: Über die Entwicklung der Genitalkanäle bei *Cobitis taenia* und *Phoxinus laevis*. *Mem. de L'Academie Imp. d. Sci. de St. Petersbourg Vol. 2 No. 2* (1895).

- Siewing, R.: Lehrbuch der vergl. Entwicklungsgeschichte der Tiere. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin (1969).
- - Lehrbuch der Zoologie. Band I: Allgemeine Zoologie. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart und New York, 3. Aufl. (1980).
- Stark, D.: Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York (1982).
- Suzuki, R. und M. Yamaguchi : Effects of temperature on maturation of a cyprinid Loach. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 43(4)(1977), 367 - 373.
- Sterba, G.: Aquarienkunde I. 9. Aufl. Jena 1974.
- - Die Eihüllen des Schmerleneies (*noemacheilus barbatus*). Z. mikr. anat. Forsch. 63 (1957), 581 - 588.
- - Die Schmerlenartigen (Cobitidae). Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas Band III (1958), 197 - 234.
- Talikovska, H.: The vascular system of the alimentary canal of the Pond-Loach *Misgurnus fossilis*. Acta Biologica Cracoviensia 5 (1962), 141 - 153.
- Thilo, O.: Verknöcherte Schwimmblasen. Zool. Anz. 16 (1899), 209 - 223.
- Tsvetkov, V.I.: The sensitivity of the Loach, *Misgurnus fossilis* in pressure changes. Journal Ichthyol. 12 (5) Transl. (1972), 871 - 874.
- Vladykov, V.: Über sekundäre Geschlechtsdimorphismen bei unseren Cobitiden. Zool. Jahrbuch Abt. Syst. 55 (1928), 146 - 162.
- Yamamoto, M. und K. Ueda : Comparative Morphology of fish olfactory epithelium III Cypriniformes. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 44 (11) (1978), 1201 - 1206.
- Zander, E.: Das Kiemenfilter der Teleosteer. Z. wiss. Zool. 84 (1906), 619 - 713.

Erklärung

Ich versichere, daß ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfaßt, keine anderen Hilfsmittel als die angegebenen benützt und alle Abbildungen selbstständig angefertigt habe, sofern nicht anders angegeben.

Nürnberg, den

.....
(Bernd Horst)